

Bohlmann, Markus

Science education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften

Berlin : Logos Verlag 2016, XX, 382 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 211) - (Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2014)



Quellenangabe/ Reference:

Bohlmann, Markus: Science education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften. Berlin : Logos Verlag 2016, XX, 382 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 211) - (Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2014) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-333657 - DOI: 10.25656/01:33365; 10.30819/4377

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-333657>

<https://doi.org/10.25656/01:33365>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://www.logos-verlag.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Studien zum Physik- und Chemielernen

H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth [Hrsg.]

211

Markus Bohlmann

Science Education

Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik
der Naturwissenschaften



λογος



Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos-Verlag bietet ein Forum zur Veröffentlichung von wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen. In ihr werden Ergebnisse empirischer Untersuchungen zum Physik- und Chemielernen dargestellt, z. B. über Schülervorstellungen, Lehr-/Lernprozesse in Schule und Hochschule oder Evaluationsstudien. Von Bedeutung sind auch Arbeiten über Motivation und Einstellungen sowie Interessensgebiete im Physik- und Chemieunterricht. Die Reihe fühlt sich damit der Tradition der empirisch orientierten Forschung in den Fachdidaktiken verpflichtet. Die Herausgeber hoffen, durch die Herausgabe von Studien hoher Qualität einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Förderung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Hans Niedderer

Helmut Fischler

Elke Sumfleth

Markus Bohlmann

Science Education

Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der
Naturwissenschaften

Diese Arbeit hat 2014 der Philosophischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vorgelegen und wurde als Dissertation angenommen.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

©Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2016

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-4377-8



Logos Verlag Berlin GmbH
Comeniushof, Gubener Str. 47,
10243 Berlin
Tel.: +49 (0)30 42 85 10 90
Fax: +49 (0)30 42 85 10 92
INTERNET: <http://www.logos-verlag.de>

Inhalt

Vorwort – Das weite Feld der Didaktik	i
Einleitung – Neue Wege der Didaktik	1
1 Die großen Kulturen der Didaktik	9
1. 1 Vorbetrachtung: Didaktik als Kultur	10
1. 2 Suche: Eine Karte der großen Kulturen	12
1. 3 Analyse: Die großen Kulturen als Herausforderung	27
1. 4 Zusammenfassung: Konsequenzen aus den kulturellen Kontexten	49
2 Wissenschaftstheorie der Didaktik	51
2. 1 Vorbetrachtung: Wissenschaftstheorie in der Semantic View	51
2. 2 Suche: Konflikte um Identität	75
2. 3. Analyse: Semantiken in den didaktischen Wissenschaften	83
2. 4 Zusammenfassung: Aussichtsreiche Erben für Vicos Wissenschaft	152
2. 5 Entwicklung: Realistischere und trennschärfere Theorien	162
3 Science Education	175
3. 1 Vorbetrachtung: Die verborgenen Forschungsprogramme	175
3. 2. Suche: Inskriptionen und Manifestationen	178
3. 3 Analyse: Der Streit der Forschungsprogramme	188
3. 4 Zusammenfassung: Lernen, Bildung und Erziehung	276
4 Operative Pädagogik	283
4. 1 Vorbetrachtung: Die Operative Pädagogik als Beobachtungstheorie	284
4. 2 Suche: Pranges Bezugstheorien	295
4. 3 Analyse: Die innere Konsistenz der Bezugstheorien	296
4. 4 Zusammenfassung: Formale Bezüge	308
4. 5 Entwicklung: Dinge und Zeit im Didaktischen Dreieck	310
Fazit: Ein Weg durch das Feld der Didaktik	321
Literatur	329
Abbildungsverzeichnis	373
Liste der 24 Allgemeinen Terme zur Didaktik aus dem wissenschaftsth. Teil	375
Stichwortverzeichnis	377

Vorwort – Das weite Feld der Didaktik

„διδασκε καὶ μάθανε τὸ ἄμεινον – Lehre und lerne das Bessere“

Johannes Stobaeus, ein Sammler von Sentenzen der großen Philosophen aus der Stadt Stobi in Makedonien, schrieb diese Zeile in der Spätantike auf (Althoff & Zeller, 2006, p. 39, IV 14). Er entnahm sie nach eigenen Angaben einer Spruchsammlung des Aristoteles-Schülers Demetrios von Phaleron. Johannes und Demetrios schreiben sie aber beide ursprünglich Thales von Milet zu. Thales, das ist die Figur, mit der bei Diogenes Laertius sowohl die Geschichte der Philosophie, als auch die der Naturwissenschaft beginnt: „Er wurde als erster weise genannt unter dem athenischen Archontat“ heißt es dort und als erster habe er „naturtheoretische Probleme erörtert“ (Diogenes Laertius, 1998, I, 22 und 24). Der griechische Naturphilosoph Thales hat mit dem Satz oben aber auch die älteste Definition von Didaktik gegeben, die ich bei den Arbeiten zu diesem Buch finden konnte. Kurz zuvor steht übrigens bei Stobaeus das Thales-Zitat „βαρὺ ἀπαιδεύια“ – Schwer ist Mangel an Erziehung (Althoff & Zeller, 2006, p. 39, IV 13). Das zeigt schon, dass damals wie heute die Themen Erziehung und Didaktik nahe beieinander liegen. Der Spruch ist ein *Gnomon*, eine alltägliche, generelle und einfache Weisheit. *Didaktik* (die Lehrkunst) und *Mathesis* (die Lernkunst) waren hier am Anfang eines Nachdenkens über das Lehren und Lernen noch eins. Der in der griechischen Kultur so beliebte Gedanke des Wettstreits zeigt sich in diesem „Lehre und lerne das Bessere“. Nicht jeder lehrt und lernt gleich, es gibt welche, die lehren und lernen besser. Eine andere Interpretation ist aber auch möglich: Hiernach ist das Lehren und Lernen selbst ein Prozess zum Besseren, indem man sich immer wieder besseren, also anspruchsvolleren Inhalten zuwendet und so selber auch besser wird. Das ist ein anderer für die hellenistische Antike typischer Gedanke: Die Selbstverbesserung durch Lebensführung. Das *Gnomon* von Stobaeus zeigt uns etwas, das im Verlaufe dieses Buches noch deutlicher werden wird: Die Didaktik ist nicht erst mit Johann Amos Comenius' *Didactica Magna* entstanden, es gibt sie seit Anfang der Wissenschaft und sie ist verbunden mit ihr. Das ist eigentlich auch nicht verwunderlich, denn alles, was gewusst wird, wird gelehrt und gelernt – und umgekehrt. In diesem Sinne ist jede Wissenschaft Didaktik und jede Didaktik Wissenschaft – Science Education.

In Anbetracht der langen Tradition der Lehr- und Lernkunst und ihrer prinzipiellen Bedeutung ist verwunderlich, dass im pazifischen Raum, wo heute die Trends in der Lehr-Lern-Forschung entstehen, die Didaktik kein eigener Forschungsgegenstand ist, ja es gibt noch nicht einmal den Begriff in diesem Sinne. Die meisten großen englischsprachigen Wörterbücher zur „Education“ haben heute keine Einträge zur Didaktik (Guthrie, 2003; Husen & Postlethwaite, 1985; Peterson, Baker, & McGaw, 2010; S. Wallace, 2009; Watson, 2003). Einzig in der Routledge Encyclopedia findet man einen Eintrag von Joseph und Rea Zajda, in dem der Unterschied im Gebrauch des Begriffes im Kontrast zur europäischen Tradition der Didaktik herausgestellt wird:

„Teaching described, for example by a school inspector, as being ‚didactic‘ in one country might be deemed a great compliment to the teachers subject

knowledge. In other contexts, though, to describe a teacher as being ‚didactic‘ might signify a dry, unimaginative approach to transmitting information without explanation or opportunities for class discussion.“ (Zajda & Zajda, 2008, p. 169)

Manchmal wird der Begriff der Didaktik auch als Gegenbegriff zum Grundverständnis von „education“ überhaupt verwendet (S. Wallace, 2009 lemma „educator“). Diese Bedeutung von Didaktik geht in die Richtung eines Instruktionismus, der eine zu starke, einseitige oder ungerechtfertigte Einwirkung darstellt und bei dem die Sachebene überbetont wird. Nur wenig verbreitet ist im angloamerikanischen Raum eine weitere Idee von Didaktik. In dem Sinne der „German Didaktik Tradition“ wird vor allem die grundagentheoretische, normative Seite der deutschen didaktischen Theorien als reflektierte Praxis betont. In dieser Tradition würde man nach dem „Warum?“ der Didaktik fragen und nicht nach dem „Wie?“, ähnlich der Curriculumforschung der amerikanischen und britischen Forschungstradition (Westbury, 2000). „German Didaktik Tradition“ meint in dieser einzig positiven Bedeutung des Wortes im englischsprachigen Raum eine emphatische Sinnstiftung der Beziehung zwischen Lehrer und Schüler. Selbst diese gefühlslastige Konnotation von „Didaktik“ ist dem angloamerikanischen Bildungssystem aber eher fremd, man sieht sie dort als Form deutscher Heimeligkeit. Im Gegensatz zum harten Instruktionismus „didactic“ ist diese „German Didaktik“ den Amerikanern, Australiern, Neuseeländern und Briten jedoch zumindest grundsätzlich nicht ganz unsympathisch. Der Leser merkt vielleicht an dieser Stelle: Didaktik ist eine deutsche Eigenheit. Das hat mit einer spezifischen Kulturgeschichte der Didaktik zu tun, die dazu führte, dass das Lehren und Lernen als Gegenstand von Wissenschaft vor allem ein zentraleuropäisches Thema ist. Als Vorwort zu dem vorliegenden Buch ist es hilfreich, diese Kulturgeschichte in ihren Grundzügen einmal zu erzählen, weil die folgende Studie am Ende dieser Geschichte ansetzt in einem Moment, in dem mit der Science Education eine englischsprachige Tradition auch in Deutschland zur vorherrschenden Didaktik wird.

German Didaktik und Lehr-Lern-Forschung im angloamerikanischen Raum

Den Begriff der Didaktik gibt es heute in den romanischen Sprachen, im skandinavischen Raum, in fast jeder Sprache Osteuropas, in Russland und sogar in Japan. In den unterschiedlichen Ländern Europas haben sich unterschiedliche didaktische Kulturen herausgebildet, wie das von Meinert A. Meyer herausgegebene Themenheft „Didactics in Europe“ der Zeitschrift für Erziehungswissenschaft in 2012 zeigte (M. A. Meyer, 2012). Sie alle sind aber zumindest indirekt auf die deutsche Didaktik bezogen. Die europäisch-japanische didaktische Tradition hat ihre gemeinsamen Wurzeln im Herbartianismus, einer lehrpraktischen Bewegung Ende des 19. Jahrhunderts. Herbartianer wie Stoy, Ziller, Rein und Willmann machten zu dieser Zeit aus der von Johann Friedrich Herbart vorgelegten philosophischen und psychologischen Grundlagenwissenschaft vom Lehren und Lernen eine „Technologisierung der Unterrichtsgestaltung“ (von Olberg, 2016b, p.84), deren bekannteste Ausprägung die Formalstufentheorie war, ein lineares Verlaufsschema von Unterricht in vier Phasen. Die Didaktik der Herbartianer münzte die Wissenschaft der Pädagogik bei Herbart schemenhaft um auf den Unterricht und war insofern eigentlich nicht selbst Wissenschaft, son-

dem Wissenschaftsvermittlung. Nur wenige Theorien Herbarts wurden in ihrer didaktischen Wendung nicht sinnverzerrt. Dennoch war das Ende des 19. Jahrhunderts der Beginn einer Didaktik von Wissenschaft, die sich dann sehr bald in eine didaktische Wissenschaft verwandelte. „Didactics in Europe“ ist heute auch die Bezeichnung einer wissenschaftlichen Disziplin dieser Länder, was auf die gemeinsamen herbertianischen Ursprünge zurückzuführen ist.

In Deutschland trennt spätestens die Geisteswissenschaftliche Didaktik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht mehr zwischen Pädagogik und ihrer didaktischen Wendung, sondern ist *als* Wissenschaft Didaktik. Spätestens ab hier bildet Didaktik vielfältige eigene Forschungsprogramme aus. Josef Dolch hat in den 1960er Jahren in Deutschland die Idee von einer Allgemeinen Didaktik als Wissenschaft so formuliert:

„Didaktik [...] ist die Wissenschaft (und Lehre) vom Lernen und Lehren überhaupt. Sie befaßt sich mit dem Lernen in allen Formen und dem Lehren aller Art auf allen Stufen ohne Besonderung auf den Lehrinhalt“ (Dolch, 1965, p. 45)

Die deutsche Didaktik, in der Allgemeinen Didaktik und den dann aufkommenden Fachdidaktiken, war seit der Mitte des 20. Jahrhunderts nicht nur Wissenschaft für die Lehre oder von der Lehre, sondern Wissenschaft *und* Lehre und wurde als beides an den Universitäten eingerichtet. Diese Wissenschaft von der Didaktik ging über Instruktivismus oder die normative Reflexion der unterrichtlichen Praxis hinaus, sie suchte nach einer grundlegenden Systematik im Lehren und Lernen und war sich bewusst, dass sie diese auch selbst beeinflussen konnte. Das war eine zirkuläre Bewegung und keine Beobachtung von einer neutralen Warte einer unbeteiligten Sozialwissenschaft aus, wie es später das Programm der Erziehungswissenschaft wurde (Brezinka, 1971; Roth, 1962). Die Didaktik in der geisteswissenschaftlichen Tradition war – um es mit einem Begriff von Hermann Nohl zu sagen – „engagiert“ in dem, was sie tat. Nohl schrieb 1935 in dem Klassiker der Geisteswissenschaftlichen Pädagogik „Die deutsche pädagogische Bewegung und ihre Theorie“: „Das Ideal der Theorie erhebt sich aus der Praxis, indem es diese formuliert, begründet und in ihren Konsequenzen entwickelt“ (H. Nohl, 1935, p. 135). In der bedeutungsgeladenen Sprache der Geisteswissenschaft ist damit im Kern schon die Schwierigkeit der Didaktik als Wissenschaft benannt – und das, was sie wissenschaftstheoretisch so interessant macht: Ihr Gegenstand ist gleichzeitig ihr Produkt. Es gibt das, was die Geisteswissenschaftliche Pädagogik eine „Erziehungswirklichkeit“ genannt hat auch ohne die pädagogische Theorie. Die Menschen lehren und lernen auch so, aber als Wissenschaftler und Praktiker kann man auch „formulieren“, „begründen“ und „entwickeln“, wie Nohl sagt, wie genau dies passieren *soll*. Spätestens seit der Geisteswissenschaftlichen Pädagogik konnte man die Didaktik als Wissenschaft von zwei Seiten aus denken: als Wissenschaft von „Praktikabilitäten“ oder als Wissenschaft von „Faktizitäten“, wie Rudolf Lochner es formulierte (Lochner, 1960). Man konnte also in der Didaktik entweder am Reißbrett entwerfen, was später dann in der pädagogischen Praxis geistreiches zu tun sei und überprüfen, ob es sich so auch umsetzen lässt. Oder man konnte die Didaktik, die ja real an Schulen stattfand und die ebenfalls von einem bestimmten

Geist durchdrungen war, untersuchen und an ihr Theorien entwickeln. Beides tat man nach Lochner mit Hilfe der Philosophie, einer praktischen Philosophie auf der einen Seite und einer theoretischen Philosophie auf der anderen. Letzteres geschah aber, wie Lochner klagte, viel zu wenig (Lochner, 1960). Diese Scherenbewegung der Forschung konnte man in der Kommission für „Allgemeine Didaktik“ der deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE), in der Größen wie Wolfgang Klafki aktiv waren, bis in die 90er Jahre erleben. Alljährlich gab es eine Theorietaugung, bei der Konzepte für die Praxis erarbeitet wurden und eine Praxistagung, bei der die Wissenschaftlergemeinschaft einen Ausflug in besondere Schulen machte, um dort vor Ort Theorien zu entwickeln. Diese Wissenschaft war praktische Theorie und theoretische Praxis.

Im atlantopazifischen Forschungsraum, wo in jüngerer Zeit die Trends und Methodologien in der Bildungsforschung entstehen, wird eine gänzlich andere Wissenschaft zum selben Gegenstand betrieben. Auch wenn in der englischen Sprache nämlich kein Begriff für die Didaktik besteht, heisst es nicht, dass über das Problem des Lehrens und Lernens geschwiegen werden muss. So gibt es dort etwa die Learning Science, das Instructional Design und das beide umfassende Forschungsprogramm, das Educational Research. Das Educational Research kommt dabei der deutschen Erziehungswissenschaft noch am nächsten. Eine eigene Universitätsdisziplin für die Fragen von Bildung und Erziehung wie die Erziehungswissenschaft gibt es in den Vereinigten Staaten, Großbritannien, Neuseeland, Australien und den amerikanisch orientierten Ländern Fernostasiens nämlich nicht. Heutzutage ist das Educational Research sehr wichtig geworden für die deutsche Erziehungswissenschaft und auch für ein zeitgemäßes Verständnis von Didaktik. Die deutsche Empirische Bildungsforschung, die mit großen staatlichen Programmen wie dem DFG Schwerpunktprogramm „Kompetenzmodelle“ oder dem BMBF-Rahmenprogramm zur Förderung der Empirischen Bildungsforschung in den 00er Jahren stark ausgebaut wurde, orientiert sich an dieser Forschungstradition und sucht die Distanz zur deutschen didaktischen Tradition.

Weltweite Verbreitung hat die Forschung innerhalb des Educational Research mit Hilfe der großen Surveys gefunden, Studien die wie bei einer Landvermessung den aktuellen Zustand eines Teils des Bildungswesens abbilden über die psychometrische Messung von Kompetenzniveaus in den sog. Kernfächern. Wichtig in diesem Zusammenhang – das ist inzwischen landläufig bekannt – waren insbesondere die internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA. TIMSS wird von der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), einer internationalen Institution von Psychometrikern mit Sitz in Amsterdam und Anbindung an das UNESCO-Institute of Education in Hamburg, durchgeführt. PISA wird vom australischen Forschungsinstitut Australian Council for Educational Research (ACER) entwickelt und von der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) administriert. Diese großen Surveys beruhen auf einer psychometrischen Tradition, die ihre Wurzeln vor allem in den USA hat (Giordano, 2005). Diese großen internationalen Vergleichsstudien haben in den vorigen Jahren auch die Didaktik stark verändert. Die dort gemessenen Konstrukte wie z.B. „Scientific Literacy“, ein Konstrukt zur natur-

wissenschaftlichen Bildung, sind dadurch weltweit einheitliche Verständnisse des Lehrens und Lernens geworden. Der deutsche Schulforscher Ewald Terhart hat darauf hingewiesen, dass mit der internationalen Messung solcher didaktischer Konzepte auch die Curricula weltweit schleichend umgestellt wurden. So gäbe es mittlerweile ein „Weltcurriculum in den Kernfächern“ (Terhart, 2014a). Noch vor 20 Jahren wäre die Einführung eines solchen Weltcurriculums – wenn denn jemand hieran überhaupt interessiert gewesen wäre – durch Bildungspolitikern unter Beratung von Wissenschaftlern verhandelt worden. Diese Verhandlungen wären lang und zäh gewesen und letztlich vermutlich gescheitert. Die großen Surveys haben wie von Geisterhand einen Konsens der Curricula geschaffen.

Im pazifischen Raum gilt inzwischen aber gar nicht mehr das psychometrische Survey, sondern das psychometrische Experiment, das Rückschlüsse auf Ursachen und Wirkungen erlaubt, als Königsmethode der Forschung in den Kontexten von Erziehung und Bildung und als Grundlage für die Absicherung von pädagogischem Handeln durch Forschung. Während das Bildungsmonitoring mit internationalen und nationalen Vergleichsstudien wie VERA, TIMSS und PISA mittlerweile in Deutschland verstetigt ist (Köller, 2014a), ist experimentelle Forschung zum Lehren und Lernen und deren Metaanalyse im Ursprungsland der Didaktik als Wissenschaft noch wenig verbreitet. In 2014 wurden experimentelle Forschungsdesigns jedoch als offenes Desiderat von Manfred Prenzel benannt, der als dieses Buch hier geschrieben wurde, dem einflussreichen deutschen Wissenschaftsrat vorsah (Bromme, Prenzel, & Jäger, 2014). Experimentelle Forschung zum Lehren und Lernen ist im angloamerikanischen Raum derzeit dabei, die Realität des Lehrens und Lernens zu verändern und Deutschland wird sich voraussichtlich abermals an der dortigen Forschung orientieren. Auch wenn experimentelle Forschung ähnlich wie die Surveys oft gar nicht didaktische Wissenschaft sein will, muss diese Forschung bei der Frage nach dem „Wie“ des Lehrens und Lernens heute beachtet werden.

Experimente zu Bildung und Erziehung können dabei in unterschiedlichsten Forschungssettings durchgeführt werden (schon D. T. Campbell, 1957). In diesem Buch werden später noch einige dieser Settings behandelt werden, unter anderem die kleinskaligen Experimente des sog Design-Based Research. Randomisierte, kontrollierte Feldstudien (RCTs) sind aber spätestens seit dem No Child Left Behind Act von 2001 der „Gold Standard“ der experimentellen Forschung im Educational Research (Feuer, Towne, & Shavelson, 2002; Slavin, 2002). Die verwendete experimentelle Methodik wird dabei als ein verspäteter Import aus der Medizin angesehen und als die verzögerte Möglichkeit, das Educational Research zu einer „Hard Science“ (Wieman, 2014) – einer Naturwissenschaft – zu machen (vgl. auch die Kritik hieran durch Berliner, 2002; D. C. Phillips, 2014a). In einem heute viel zitierten Artikel im Educational Researcher, der Fachzeitschrift von AERA, der American Educational Research Organisation, schrieb Robert Slavin in 2002:

„At the dawn of the 21st century, educational research is finally entering the 20th century. The use of randomized experiments that transformed medicine, agricul-

ture, and technology in the 20th century is now beginning to affect educational policy." (Slavin, 2002, p. 15)

Wer die Gegenwart und Zukunft der didaktischen Wissenschaft heute begreifen will, der muss über die deutsche Didaktik und auch über das Educational Research hinausblicken und sich das große Vorbild ansehen: Die Evidenzbasierte Medizin (EBM). Die Evidenzbasierte Medizin hat seit den 90er Jahren bei allen entscheidenden Entwicklungen in der heutigen Didaktik Pate gestanden und auch zukünftige Entwicklungen wird sie wohl vorwegnehmen.

Evidenzbasierte Medizin als Vorbild evidenzbasierter Forschung im Educational Research

In der Medizin sind randomisierte und kontrollierte klinische Studien (RCTs) seit den 90er Jahren im Zuge der sog. „Evidence-based Medicine“ stark verbreitet worden, um in Ausbildungskontexten praktisches Handeln zukünftiger Ärzte auf empirische Grundlage zu stellen (zuerst: G Guyatt, Cairns, Churchill, & Al, 1992). Diese Idee wurde spätestens seit Mitte der 90er zu einer größeren Bewegung evidenzbasierter Medizin (Chassin, Galvin, & The National Roundtable on Health Care Quality, 1998; Sackett, Rosenberg, Gray, Haynes, & Richardson, 1996; Sackett & Rosenberg, 1995). Die Forschungsmethode der RCTs ist seitdem unzertrennlich mit der gesamten Evidenzbasierung in der Medizin verwoben. Die RCTs haben aber dennoch eine eigene Historie in der Medizin, die über die 90er Jahre zurückreicht (Marks, 1997; Meldrum, 2000a, 2000b). Die Richtlinien der amerikanischen Federal Drug Administration (FDA) zu klinischen Versuchen neuer Medikamente von 1970 waren dabei sicherlich ein Meilenstein. Oft wird auch das Buch „Effectiveness and Efficiency“ des britischen Epidemiologen Archie Cochrane als die Geburtsstunde der evidenzbasierten Medizin und der RCTs in der Medizin angesehen (z.B. Sackett et al., 1996). Cochrane selber nennt in diesem Buch aber seinen Kollegen Bradford Hill als den Begründer der Methode, der sie schon in einer 1952er Tuberkulose-Studie angewandt habe (Daniels & Hill, 1952) und schrieb über die RCTs: „It opened up a new world of evaluation and control, which will, I think, be the key to a rational health service.“ (Cochrane, 1972, p. 11) In randomisierten und kontrollierten klinischen Studien gibt man einer Gruppe von repräsentativen Probanden zufällig ein Medikament oder ein Placebo und misst jeweils quantitativ die Wirkungen. Es gibt mittlerweile in der Medizin einen breiten Konsens, wie RCTs durchgeführt werden sollten, was sich in der Veröffentlichung von weit akzeptierten Publikationsrichtlinien wie den CONSORT Richtlinien niederschlägt (Schulz, Altman, & Moher, 2010). RCTs werden in der Medizin – was im Educational Research so kaum möglich ist – meist in Doppelblindstudien durchgeführt, so dass Proband und Experimentator nicht wissen, welche Testperson ein Medikament und welche nur ein Placebo erhalten hat (zur Historie: Kaptchuk, 1998).

Sackett und Rosenberg geben in ihrem Artikel von 1995, der heute als eines der richtungsweisenden Dokumente der evidenzbasierten Medizin gilt, ein Beispiel für den Nutzen der neuen Wirkungsstudien von Medikamenten in RCTs gegenüber den bisherigen Beobachtungsstudien: die veränderte Medikation bei Herzinfarktpatienten:

„In selecting a treatment, previously it had been considered sufficient to understand the pathophysiological process in a disorder and to prescribe drugs or other treatments that had been shown to interrupt or otherwise modify this process. Thus, the observation that patients with ventricular ectopic beats [ein Extra-Herzschlag aus der unteren Herzkammer, mb] following myocardial infarction [Herzinfarkt, mb] were at high risk of sudden death, coupled with the demonstration that these extra beats could be suppressed by specific drugs, formed a sufficient rationale for the wide-spread prescription of these drugs to post-infarction patients with unstable cardiac rhythms [unregelmäßige Herzrhythmen, mb]. However, subsequent randomized controlled trials examined outcomes, not processes, and showed that several of these drugs increase, rather than decrease, the risk of death in such patients, and their routine use is now strongly discouraged.“ (Sackett & Rosenberg, 1995, p. 620 zitiert ohne Verweise im Original)

Interessant an diesem Beispiel von Sackett und Rosenberg ist, dass hier die einfache Logik der Medikation (Extra-Herzschlag führt zu Tod, Medikament stoppt Extra-Herzschlag, ergo Medikament empfehlenswert) eben gerade nicht von den Evidenzen bestätigt wird, *im Endeffekt* schadet das Medikament sogar. Mit der Verbreitung der Evidenzbasierung in der Medizin in den 90ern entstanden auch sog. Evidenzpyramiden, die medizinischen Praktikern helfen sollten, das Gewicht von unterschiedlich gewonnenem wissenschaftlichen Wissen für die eigenen klinischen Entscheidungen einzuschätzen. Die bekannteste und älteste dieser Hierarchien ist die der amerikanischen EBM-Workinggroup (D. J. Cook, Guyatt, Laupacis, Sackett, & Goldberg, 1995; G. H. Guyatt et al., 2000) an deren Spitze bis 1995 die Ergebnisse von RCTs standen.

Seit 1995 aber befindet sich an der Spitze der EBM-Evidenzpyramide und damit auf dem höchsten Punkt gesicherten Wissens in der Medizin, das Systematic Review (SR) als Datenanalyse multipler RCTs. Systematic Reviews sind die systematische Zusammenfassung mehrerer RCT's zu einem gemeinsamen Ergebnis und damit zu einer praktischen Empfehlung, die nicht auf der Basis nur einer, sondern einer Vielzahl von Wirkungsstudien steht. Irgendwann zwischen 1993 und 1995 wurden die Systematic Reviews in der evidenzbasierten Medizin zum neuen Heroen der Bewegung erkoren (D. J. Cook, Mulrow, & Haynes, 1997; vgl. Gordon H. Guyatt, Sackett, Cook, Bass, & Brill-Edwards, 1993). Das ist eine Zeitenwende, denn erstmals war keine direkte empirische Studie mehr die sicherste Variante zur Wissensgewinnung, sondern eine sekundäre Datenanalyse. Die Entstehung der Idee systematischer Zusammenfassung (SR) in der Medizin wird oft mit einer Studie von Antman und Lau von 1992 in Verbindung gebracht, in der sie die Ergebnisse einer Metaanalyse von RCTs zur Wirkung von Therapien zur Herzinfarktprävention mit publizierten Reviews von Experten verglichen. Die Conclusio von Lau und Antman war, dass selbst die Experten nur einzelne Studien kennen und die systematische Zusammenfassung zu einer eigenen Aufgabe wird, je mehr RCTs durchgeführt werden und je schneller der Bestand an Evidenz wächst:

„Finding and analyzing all therapeutic trials in a given field has become such a difficult and specialized task that the clinical experts called on to summarize the evi-

dence in a timely fashion need access to better databases and new statistical techniques to assist them in this important task." (Antman, Lau, Kupelnick, Mosteller, & Chalmers, 1992, p. 240)

Mittlerweile gibt es solche von Antman und Lau geforderten großen Datenbanken, die das medizinische Wissen um Wirkungen akkumulieren. Die bekannteste dieser Institutionen ist die nach Archie Cochrane, dem Verfechter der RCTs aus den 70er Jahren, benannte Cochrane Collaboration. Die Cochrane Collaboration ist ein 1993 gegründetes, weltweites Netzwerk von Mediziner:innen, das in der Cochrane Library, einem offen zugänglichen Online-Archiv Systematic Reviews zu medizinisch relevanten Themengebieten sammelt (Cochrane, 2015). Das Logo dieser Cochrane Collaboration ist dann auch der sog. Wood-Plot, die grafische Darstellung der Effektstärken und ihrer Konfidenzintervalle bei der Metaanalyse – einer rein statistischen Möglichkeit der Zusammenfassung von RCTs.

Zunehmend werden in der Medizin heute nicht nur Medikationen, sondern auch praktische Ratschläge von Ärzt:innen mit wissenschaftlicher Evidenz begründet, die auf RCTs und deren systematischer Zusammenfassung (SR) beruhen. Ein von Iain Chalmers, einem der Gründer der Cochrane Collaboration, gerne verwendetes Beispiel für die Risiken praktischer Ratschläge ohne Evidenz (zuerst I. Chalmers, 2001) ist das Ratgeberbuch des Pädiaters Dr. Benjamin Spock zur Pflege von Säuglingen und Kleinkindern. Spocks Buch ist übrigens nach der Bibel das in den USA meistverkaufte Buch, dessen Erstauflage bis in das Jahr 1946 zurückreicht (Spock, 1946). Von 1956 bis 1970 empfahl Dr. Spock Kinder zum Schlafen auf den Bauch zu legen:

„There are two disadvantages to a baby's sleeping on his back. If he vomits he's more likely to choke on the vomitus. Also he tends to keep his head turned towards the same side [...] this may flatten the side of the head [...] I think it is preferable to accustom a baby to sleeping on his stomach from the start.“ (zitiert nach I. Chalmers, 2003, p. 23; Spock, 1966, p. 163f)

Spocks überzeugende Argumentation und seine Autorität führten Chalmers zu Folge zu einer weiten Verbreitung dieser Schlafposition. In den 80er Jahren erschienen jedoch erste Studien, die diese Pflegepraktik mit dem plötzlichen Kindstod (sudden infant death syndrom, SIDS), in Verbindung brachten. Ab den 90ern wurden in Großbritannien und den USA sog. „back to sleep“-Kampagnen gestartet, die medizinisches Personal und Eltern dazu bringen sollten, Kinder zum Schlafen auf den Rücken zu legen. Spätestens mit der ersten systematischen Zusammenfassung in 2005 (R. Gilbert, Salanti, Harden, & See, 2005) war dann ein Zusammenhang der Bauchschlafposition mit dem plötzlichen Kindstod evident, so Chalmers (I. Chalmers, 2007, p. 46). Dieses Beispiel steht heute am Anfang des Vorwortes einer der bekanntesten Einführungen in die Metaanalyse (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009, p. xxi). Durch Beispiele wie dieses hat sich heute nicht nur in der Therapie durch Medikation, sondern auch in der medizinischen Praxis ein kritisches Bild ärztlichen und pflegerischen Handelns etabliert: „It has become clear that, when intervening in people's lives, it is possible to do more harm than good“ (Gough, Oliver, & Thomas, 2012, p. 4). Praxiserfah-

rung und das theoretische Verständnis der biologischen Prozesse könnten – so der heute weitgehende Konsens in der Medizin – trügen, allein die Messung von klinischen Wirkungen in RCTs und deren systematische Zusammenfassung in Systematic Reviews helfe vor der Gefahr, das Gute zu wollen und doch das Schlechte zu tun.

Die Bedeutung qualitativer und theoretischer Reviews in der Medizin

Neben den weit bekannteren quantitativen Metaanalysen gibt es inzwischen auch qualitative Systematic Reviews in der Medizin. Diese Studien sind zur politischen Steuerung des Medizinsektors im angloamerikanischen Raum heutzutage geradezu notwendig geworden (Lomas, 2005; Mays, Pope, & Popay, 2005; Patterson, Thorne, Canam, & Jillings, 2001). Selbst in Guyatts „Bibel“ der evidenzbasierten Medizin, den „Users´ Guides to the Medical Literature“ hat die neueste Version von 2015 ein Kapitel über systematische Zusammenfassungen und darin einen Verweis auf den praktischen Nutzen qualitativer Studien. Das geschieht übrigens ohne Abstufung im Grad der Evidenz von qualitativen und quantitativen Reviews. Stattdessen schreibt Guyatt:

„A systematic review is a summary of research that addresses a focused clinical question in a systematic, reproducible manner. Systematic reviews can provide estimates of therapeutic efficacy, *prognosis*, and diagnostic test accuracy and can summarize the evidence for questions of ‚how‘ and ‚why‘ addressed by *qualitative research studies*.“ (Gordon Guyatt, Rennie, Meade, & Cook, 2015, Chapter 22).

Der Nutzen qualitativer Studien in der Wirkungsforschung der evidenzbasierten Medizin wird vor allem in der Integration der sozialen Seite der Medizinnutzung gesehen. Eine Metaanalyse von RCTs kann zu dem Ergebnis kommen, dass unter kontrollierten Bedingungen ein Medikament in Vergleich zu einem Placebo eine hohe Effektstärke erzielt. In den klinischen Studien haben die Probanden aber immer nur ein Krankheitsbild und bekommen das Medikament oder das Placebo unter sehr kontrollierten Bedingungen verabreicht – sie müssen zu bestimmten Zeiten in der Klinik sein und die Veranstalter der Studie beaufsichtigen die Einnahme. Wegen Praktiken der Medizinnutzung oder Einstellungen der Patienten zum Medizinkonsum muss sich aber die in klinischen RCTs gemessene Wirkung in der Praxis letztlich nicht einstellen – trotz Evidenz in RCTs und SRs. Diese Einstellungen oder Praktiken der Patienten werden in der medizinischen Forschung heute durch Interviews oder mit Hilfe ethnographischer Beobachtungen untersucht. Sie sind also eher „qualitative“ Forschungen in einem bestimmten medizinischen Verständnis:

„Qualitative research aims to provide an in-depth understanding of people's experiences, perspectives and histories in the context of their personal circumstances or settings. Among many distinctive features, it is characterised by a concern with exploring phenomena from the perspective of those being studied; with the use of unstructured methods which are sensitive to the social context of the study; the capture of data which are detailed, rich and complex; a mainly inductive rather than deductive analytic process; developing explanations at the level of meaning or micro-social processes rather than context-free laws; and answering ‚what is‘,

„how‘ and ‚why‘ questions“. (Spencer, Ritchie, Lewis, Dillon, & National Centre for Social Research, 2003, p. 17)

Qualitative Forschung in der Medizin gibt es dabei vor allem in Großbritannien, das insbesondere auch eine Tradition in der Forschung zur medizinischen Pflege (Nursing) hat und so die soziale Seite der Medizin schon länger wissenschaftlich bearbeitet. Ein in der medizinischen Community wirkungsvolles Beispiel für den Nutzen qualitativer Forschung und ihrer Zusammenfassungen ist dabei die Diabetes-Medikation. Bekannt geworden sind hier die qualitativen Metastudien einer Gruppe um Nicky Britten von der Medical School der University of Exeter (Britten et al., 2002; R. Campbell et al., 2003; Green & Britten, 1998; Pound et al., 2005). Wegen der komplexen Praktik des Medizinkonsums bei Diabetes, der problematischen Einbindung der Insulinbehandlung in den Alltag, des sozialen Mechanismus von Scham, der unterschiedlichen Konzepte von Krankheit und Gesundheit, die hier relevant werden, ist die eher soziologisch zu begreifende Seite des Medizinnutzens in diesem Fall besonders relevant. So werden RCTs und Metaanalysen seit den 00er Jahren in der Medizin zunehmend durch Qualitative Studien und deren systematische Zusammenfassungen ergänzt.

Die Trennung von qualitativen und quantitativen Studien mit ihren jeweils hierfür ausgelegten Systematic Reviews bröckelt aber seit Mitte der 00er Jahre in der methodologischen Debatte (Pawson, 2006). Dies beruht auch auf einer längeren Linie der Kritik der qualitativ-quantitativ Trennung in den Sozialwissenschaften (vgl. Allwood, 2012). Nach einer Unterscheidung, die von Sandelowski et al eingeführt wurde (Sandelowski, Voils, & Barroso, 2006; Sandelowski, Voils, Leeman, & Crandell, 2012) und die Gough, Oliver & Thomas in ihrem Einführungsband zu Systematic Reviews aufgreifen (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 8), teilen sich die systematischen Zusammenfassungen heute eher in zwei andere Gruppen, nämlich aggregative Reviews und konfigurative Reviews:

„The two dominant paradigms in social research have been portrayed as quantitative and qualitative. However, these terms are imprecise. Qualitative research is predominantly concerned with the exploration, *configuration* and development of meaning and theory, although some of the methods employed for these purposes may be quantitative! Quantitative research is predominantly concerned with *aggregation* of information and testing hypotheses, although some of the methods employed for these purposes may be qualitative! [...] Although the methods employed in reviewing literature may be qualitative or quantitative, different ways of approaching the task of reviewing are more accurately described as configuring and aggregating of data in studies.“ (Gough, Oliver, & Thomas, 2013, p. 7 Hervorhebungen im Original)

Aggregative Reviews versuchen also eine bestimmte Aussage oder Antwort über alle Einzelstudien hinweg zu akkumulieren. Akkumulation war auch das Ziel der frühen Metaanalysen, die schlicht den Durchschnitt der Effektstärken der einzelnen RCTs berechneten. Selbst bei der Metaanalyse sind aber über die Berechnung von Subgruppenvarianzen oder Regressionen auf Nebeneffekte, Möglichkeiten gegeben, die

Konfiguration der Wirkung eines Medikaments zu sehen. Damit sind selbst Metaanalysen nicht immer akkumulierende Zusammenfassungen, sondern können auch eine Konfiguration zeigen, und damit den Blick nicht auf eine Wirkung fokussieren, sondern erweitern auf Nebenschauplätze.

Es gibt heute Methoden, die versuchen, in der Kombination von qualitativen und quantitativen SRs zu einer letztlich *realistischen* Einschätzung der Wirkung eines Treatments zu kommen und so „aggregative“ und „configurative“ Ansätze zu verbinden. Das sog. „Realist Review“ ist hier die bekannteste Variante (Pawson, Greenhalgh, Harvey, & Walshe, 2005). Von einer Monokultur der Systematic Reviews, die quantitative Studien in Form von RCTs durch einfache statistische Aggregation in Metaanalysen bündelt, kann man mittlerweile zumindest in der Medizin nicht mehr reden (Gough et al., 2013; Gough, Oliver, et al., 2012). Der „Gold Standard“ für politische Entscheidungen wie die Zulassung eines neuen Medikamentes ist zunehmend eine Kombination aus aggregativen und konfigurativen Ansätzen in klinischen Studien (Boaz et al., 2006; Dixon-Woods, Agarwal, Jones, Young, & Sutton, 2005; Pope, Mays, & Popay, 2007). David Halpern, What Works National Adviser des britischen Cabinet Office, schrieb 2013 im Vorwort des „Learning from Research Quick Guide“ von Gough et al.:

„let's [...] dispel a myth about systematic reviews. These are not just technical and statistical exercises appropriate for medicine and health. They include qualitative research and are highly relevant across a wide range of social policy areas.“ (Halpern in: Gough et al., 2013, p. 4)

Ob die Integration von qualitativen Reviews die Bewegung der Evidenzbasierung dabei stärken wird, wie Halpern vermutet, oder aber eher schwächt, wie Martyn Hammersley, einer der bekanntesten Kritiker der Evidenzbasierung im Educational Research meint, ist dabei noch offen (Hammersley, 2015). Sicher ist aber, dass der „Black Diamond“ alleine heute in der Medizin kaum mehr ausreicht. Der „Black Diamond“ ist die über alle RCTs akkumulierte Effektstärke mit ihren Konfidenzintervallen. Der Name rührt daher, dass dieses Endergebnis der Metaanalyse im Wood-Plot wie ein schwarzer Diamant aussieht. Über Jahre war der „Black Diamond“ das Wappen der harten Wissenschaft in der Medizin. Statt der Monokultur der RCTs und Metaanalysen gibt es in der Medizin heute jedoch „mixed-methods – mixed research synthesis“ (Sandelowski et al., 2012). Diese Synthesen verwenden je nach Fragestellung mehrere Methoden der Synthese und ermöglichen die Zusammenfassung von Studien mit unterschiedlichsten Forschungsansätzen.

Mit Blick auf die gegenwärtige Entwicklung des Educational Research und der Science Education ist festzuhalten, dass die Parität der Methodologien von Primärforschung und Review in der Medizin heute nicht mehr existiert. Das Review ist dort eine *eigene* Forschung, die aufbauend auf den Ergebnissen anderer Studien zu einer ganz neuen Sicht kommen kann und muss. In der methodologischen Literatur zu Systematic Reviews wird regelmäßig (Barnett-Page & Thomas, 2009; R. Campbell et al., 2003; Thomas & Harden, 2008; Weed, 2005) auf die Studie von Noblit & Hare (Noblit &

Hare, 1988) zur Metaethnographie aus den 80er Jahren verwiesen, die innerhalb eines interpretativen Paradigmas, das Unterschiede in Erklärungen stark macht, auch den Eigenwert einer Synthese betonte. Dazu diente Noblit & Hare folgende Definition einer Synthese durch zwei Granden der Learning Science, Posner & Strike:

"Synthesis is usually held to be activity or the product of activity where some set of parts is combined or integrated into a whole [...] However, synthesis [...] involves some degree of conceptual innovation, or employment of concepts not found in the characterisation of the parts". (K. Strike & Posner, 1983, p. 346).

Systematic Reviews sind heute in der Medizin zunehmend eine eigene, nicht an die Methodologie der Einzelstudien gebundene Forschung.

Neben der methodologischen Parität fällt derzeit noch ein anderes Dogma der Systematic Reviews, nämlich deren Theoriefreiheit. Eines der Hauptargumente für die Einführung der Evidence-Based Medicine in den 90er Jahren war es, dass klinische Wirkungen in der Realität tatsächlich nicht von den aus Laborstudien abgeleiteten Theorien vorhergesagt werden können. Das hat in der Medizin auch zu einer Diskreditierung der Theorien geführt. Zur Verdeutlichung hier noch einmal Dr. Spocks Rat zur Bauchschlafposition in Iain Chalmers' Zitation:

„There are two disadvantages to a baby's sleeping on his back. If he vomits he's more likely to choke on the vomitus. Also he tends to keep his head turned towards the same side [...] this may flatten the side of the head [...] I think it is preferable to accustom a baby to sleeping on his stomach from the start.“(zitiert nach I. Chalmers, 2003, p. 23; Spock, 1966, p. 163f)

Spock begründet seinen Rat mit dem Verweis auf zwei Theorien. Die erste ist eine physiologische Theorie der Vorgänge beim Erbrechen, die zweite eine Theorie zur Plastizität der Schädeldecke im Säuglingsalter. Nach Spocks Rational macht der praktische Rat zur Bauchschlafposition daher vollständig Sinn. Die Wirkungsstudien der Evidence-Based Medicine, in denen sich diese Position als schädlich herausgestellt hat, mussten erst einmal von der Überzeugungskraft dieser Theorien Abstand nehmen, um deutlich zu machen, dass gemessene Endeffekte oft gerade den theoretischen Vorannahmen widersprechen (vgl. auch das Herzinfarkt-Beispiel oben). EBM beginnt als Programm der Kritik an Theorien. So schreibt Iain Chalmers in 2003:

„If advice as apparently innocuous and ,theoretically sound' as recommending a baby's sleeping position can be lethal, there is clearly no room for complacency among professionals about their potential for harming those whom they purport to help.“(I. Chalmers, 2003, p. 24)

Ähnliches klingt später auch in der Kritik des „linear models“ bei David Hargreaves Übertragung von EBM auf das Educational Research an (s.u.). Mit der Integration von qualitativen Reviews in den Katalog der Best Evidence wurde aber auch die *theoriegenerierende* Funktion qualitativer Forschung wieder in die heiligen Kammern der EBM-Wirkungspyramide aufgenommen. Gough et al. sehen heute die Generierung

von Theorie als eine wichtige Funktion eher konfiguratив ausgelegter Reviews (Fig. 3.10 in Gough, Oliver, et al., 2012, p. 52).

Damit entfernen sich aber die Systematic Reviews auch von ihrer bisherigen Funktion als klinische Wirkungsstudien. Heute ist es auch möglich, rein theoretische Fragen mit Hilfe eines Reviews zu stellen. So wird in der Medizin auch bereits wieder von physiologischen oder pharmakologischen Mechanismen ausgegangen und so die klassische Laborwissenschaft mit der evidenzbasierten Medizin verbunden (De Vreese, 2011; Kerry, Eriksen, Lie, Mumford, & Anjum, 2012; Nardini, Annoni, & Schiavone, 2012; Van der Wilt & Zielhuis, 2008). Tatsächlich verbergen sich ja hinter den nicht vorausgesagten Wirkungen, die in der Evidence-Based Medicine gezeigt werden können, nur *alternative* mechanistische Erklärungen. Bei Dr. Spocks Empfehlung der Bauchschlafposition spielte eine entscheidende Rolle, dass Spock *nicht mehr* an eine *andere* Theorie glaubte, nämlich die mechanische Erstickung als Ursache des plötzlichen Kindstods (sudden infant death syndrom, SIDS). Die Theorie mechanischer Erstickung wich nämlich in den 40er Jahren alternativen Erklärungen für den plötzlichen Kindstod. Gilbert et al. schildern diesen Wandel der Erklärungen zu Beginn ihres Systematic Reviews zu SIDS:

„In 1944, Abramson, a pathologist in New York State, noted that two-thirds of infants dying from mechanical suffocation were found face down, contrary to the usual sleeping position for infants at the time. His observations, which were corroborated by reports in the UK and Australia, led to a health promotion campaign that recommended avoidance of the front position. The campaign was short-lived. In 1945, a paediatrician, Woolley, rejected Abramson's hypothesis of suffocation on the front based on experiments in which he had covered babies' faces with layers of blankets. He reported that the oxygen content of the air breathed by the babies only fell when they were covered with a rubber sheet and that babies moved if breathing was obstructed. He also criticized the explanation of suffocation because it 'instilled guilt and self-incrimination in parents'." (R. Gilbert et al., 2005, p. 874)

Vor diesem Hintergrund ist das Review von Gilbert und Kollegen nicht als die *Widerlegung* von Spocks Theorie durch Evidenz zu begreifen, sondern als eigenständiger *Theoriebeitrag*, der wieder eine mechanische Erstickung als Grund für SIDS annimmt, wie der Pathologe Abramson es schon 1944 tat. Es ist also nicht die Widerlegung einer Theorie durch Evidenz, sondern der Ersatz einer Theorie durch eine andere. Jedes Review liefert insofern immer einen eigenen Theoriebeitrag. Gough et al. bemühen sich dementsprechend auch in ihrer Einführung in die Systematische Zusammenfassung festzuhalten, dass die Theorielosigkeit der Reviews ein Mythos („myth“) sei: „Reviews can generate, explore or test theory“ (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 68).

Was ein Systematic Review heute in der Medizin ist

Das junge Feld der systematischen Zusammenfassungen, die Spitze der Wirkungspyramiden in der Medizin und im Educational Research, ist noch sehr offen für methodische Variationen, was insgesamt zu einer recht unklaren allgemeinen Methodologie der systematischen Reviews führt (vgl. A. Oakley, Gough, Oliver, & Thomas, 2005).

„Systematic reviews are a form of research; they are (and the theoretical and ideological perspectives underlying these methods) a way of bringing together what is known from the research literature using explicit and accountable methods.“ (Gough, Thomas, & Oliver, 2012, p. 1)

Bisher haben sich systematische Zusammenfassungen vor allem in Abgrenzung zu anderen Formen von Reviews bestimmt, also zu den Arten von Forschung, die mit anderer Forschungsliteratur als Material arbeiten: Vote Counting Reviews, Expert Reviews und Critical Reviews:

1. Systematic Reviews vs. Vote Counting Reviews. Das Vote Counting wird z.B. von Philip Davies, der in der Frühphase die Campbell Collaboration geleitet hat, als wenig elaborierte Frühform der Metaanalyse genannt, später taucht es kaum noch in der Literatur auf (Davies, 2000, p. 367f). Bei dieser Form der Zusammenfassung wird jeder Wirkungsstudie eine Stimme gegeben. Am Ende wird gezählt, ob mehr Studien für oder gegen die Intervention sprechen ähnlich einer politischen Wahl. Insbesondere die Kontexte der Studien bleiben dabei unberücksichtigt; die Studien werden nicht eingeschätzt, bewertet oder gewichtet (T. D. Cook et al., 1992). Schon Gene Glass, der die Methode der statistischen Metaanalyse in den Sozialwissenschaften begründete, grenzt die Metaanalyse von einfachen numerischen Zusammenfassungen ab: „Five hundred studies [...] can accumulate; they will defy simple summary.“ (Glass, 1976) Glass ging es dabei vor allem darum, dass die Metaanalyse auch die stark kontextuell divergierende Wirkungsforschung in den Sozialwissenschaften fassen kann.

2. Systematic Reviews vs. Expert Reviews. Evidenzbasierte Medizin ist, wie oben beschrieben, bei der Praktikerausbildung und als Kritik am hergebrachten Praxiswissen der Mentoren entstanden (G. Guyatt et al., 1992). Diesen Punkt fasst David Hargreaves in seiner TDA-Lecture von 1996 so zusammen:

„In the past, a surgeon asked why he was treating a patient by means of a particular operation, or why he was using one operating technique rather than another, would often refer back to his training – ‚I do it this way because I trained under Sir Lancelot Spratt at St. Swithin’s‘. Today doctors are relying less heavily on the clinical practices in which they were trained and more on an evidence-based approach“ (Hargreaves, 1996, p. 3)

Laus und Antmans Studie, die wesentlich zur Spitzenposition der Systematic Reviews in den gängigen Evidenzpyramiden beitrug, zeigte wie Experten auch in Zeiten der evidenzbasierten Medizin noch andere Einschätzungen geben als z.B. eine statisti-

sche Metaanalyse sie nahe legt (Antman et al., 1992). So ist ein Review auch immer eine Kritik an Expertise.

3. Systematic Review vs. Critical Review oder vs. den „Forschungsstand“. Die dritte Abgrenzung von Systematic Reviews in der Medizin geschieht gegenüber „Critical Reviews“ wie sie in Zeitschriften veröffentlicht werden und die Entwicklung und/oder den gegenwärtigen Zustand eines Forschungsfeldes aus der Sicht eines Autors zeigen. Diese Kritik trifft auch die Sektion empirischer Arbeiten, die den sog. „Forschungsstand“ zusammenfassen. In einem gemeinsamen Artikel in 2004 von einigen der führenden Methodikern qualitativer Reviews heißt es hierzu:

„All readers of research are intimately familiar with the predictable critical literature review that is the obligatory prelude to almost every research report. The literature review has become a convention in which the scientist locates his or her original inquiry within the context of what has previously been studied so as to convince the reader that this additional study is justifiable and that the results of the study will have relevance to some aspect of scientific advancement.“ (Thorne, Jensen, Kearney, Noblit, & Sandelowski, 2004, p. 1344).

Im Gegensatz zur Metastudie sei der Sinn solch eines Forschungsstandes tatsächlich nicht die Klärung einer Forschungsfrage durch die Metastudie vorhandener Daten, sondern die Rechtfertigung eines empirischen Projektes durch eine Forschungslücke. Gleiches gilt auch für die sog. „Discussion-Section“ am Ende eines Artikels, die den Wert der eigenen empirischen Studie im Kontext der Forschung benennt (Clarke, Alderson, & Chalmers, 2002).

Man mag eine systematische Zusammenfassung (Systematic Review, SR) heute vor allem dadurch greifen, dass es diese drei Formen (Vote Counting, Expert & Critical Review) eben gerade *nicht* ist. Gough et al. gehen in einem Artikel, der auch die neuere Entwicklung um die qualitativen und Mixed-Methods Reviews erfasst, davon aus, dass es aufgrund der methodischen Breite heute kaum noch ein anders Kriterium gibt, wodurch sich ein Systematic Review eindeutig charakterisieren lässt (Gough, Thomas, et al., 2012). Selbst das bisherige Ideal des Reviews „exhaustive“ (Slavin, 1986, p. 8), also eine erschöpfende Zusammenfassung aller relevanten Literatur zu einem Forschungsthema zu sein, ist kaum mehr haltbar. Die Masse an verfügbaren Studien hat mittlerweile nämlich die ökonomische Schallmauer durchbrochen – ein erschöpfendes Review ist meist teurer oder dauert länger als die Auftraggeber wollen. So werden inzwischen am EPPI-Centre in London, einer der größten wissenschaftlichen Einrichtungen, die auf Systematic Reviews spezialisiert ist, auch sog. „Rapid Evidence Assessments“ erstellt, um politische Entscheidungen anzuleiten, die bewusst und gezielt *nicht alle* Studien zu einem Problem auswerten. Das öffnet die Wissenschaft der Systematic Reviews aber auch für verschiedenste Zwecke und unterschiedlichste Disziplinen. Im Educational Research und in der Didaktik stecken die SR vergleichsweise noch in den Kinderschuhen; die nächsten Jahre werden zeigen, wie die Entwicklung in der Medizin hier nachvollzogen wird.

Die Übertragung der Forschungspraktiken von EBM auf das Educational Research

Die Forschungspraktiken der evidenzbasierten Medizin inklusive der Förderung von RCTs und systematischen Zusammenfassungen wurden ab Mitte der 90er Jahre im englischsprachigen Raum in einem Import der Forschungskultur auf das Educational Research, die internationale empirische Forschung zu Erziehung und Bildung, übertragen. Schnell wurden auch hier RCTs zum „Gold-Standard“ guter Forschung. Das führte auch zur Gründung der sog. Campbell Collaboration in bewusster Anlehnung zur Cochrane Collaboration in der Medizin. Wie Cochrane sammelt Campbell Systematic Reviews, allerdings mit thematischem Fokus auf sozialstaatlich relevante Entscheidungsfragen, darunter auch Entscheidungen in den Kontexten von Erziehung und Bildung (Campbell Collaboration, 2015a). Das EPPI-Centre, Teil der Social Science Research Unit der School of Education an der University of London, erstellt sowohl zu medizinischen als auch zu Themen des Educational Research systematische Zusammenfassungen in Großbritannien und sammelt die Ergebnisse in einer thematischen Datenbank (EPPI-Centre, 2015a). In den USA wurde das What Works Clearinghouse am Institute of Education Sciences in Washington gegründet, um die Entscheidungen von Schul- und Distriktleitern im Zuge der Evidenzbasierung des No Child Left Behind Acts anzuleiten. Auch hier gibt es eine Datenbank mit thematisch strukturierten Ergebnissen (What Works Clearinghouse, 2015). Auch in Deutschland wird gerade als diese Zeilen hier niedergeschrieben werden solch ein „Clearinghouse“ für die Lehrerbildung aufgebaut. Die School of Education an der TU in München hat im Zuge der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ des Bundes solch eine Einrichtung mit Fokus auf Unterricht in den mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Fächern (MINT) beantragt und bewilligt bekommen (DLR, 2015; TUM, 2015).

Ein wichtiges Zeitdokument für die Übertragung medizinischer Forschungskultur auf die Erziehungswissenschaft ist David H. Hargreaves Annual Lecture von 1996 vor der Teacher Training Agency in London. Hier wurde erstmals der Medizinvergleich in der Pädagogik aufgemacht, der später noch häufig verwendet wurde (vgl. auch Slavins Zitat oben). Dieser Vergleich ist heute starker Kritik ausgesetzt (Bellmann & Müller, 2011a; Biesta, 2007, 2010; Hammersley, 2007). Dabei sah Hargreaves gar nicht so viele Gemeinsamkeiten zwischen diesen Wissenschaften wie manch einer seiner Nachfolger. Die Hauptgemeinsamkeit sei, dass beide Disziplinen „profoundly people-centred professions“ wären (Hargreaves, 1996, p. 1). Im Educational Research fehle, so Hargreaves, bisher eine klinische Forschung wie in der Medizin. Bei klinischer Forschung werden Wirkungen in der Praxis durch die Praktiker selber erforscht. Stattdessen habe man Probleme wie das Problem des Lehrens und Lernens bisher nach dem sog. „linear model“ verstanden und das Educational Research als bloße Vermittlungswissenschaft zwischen den Bezugswissenschaften und der Praxis gesehen:

„Educational research used to be dominated by the linear model, which draws a direct line from basic research (say psychological research on learning) to applied research (on school children learning an aspect of the curriculum) to the dissemi-

nation of findings (which then lead to an improvement in professional practice everywhere).“ (Hargreaves, 1996, p. 5)

Dass sich die prognostizierte Wirkung oft nicht einstellt, so Hargreaves, sei von Forschern im Educational Research mit einer nur indirekten Wirkung auf die Praxis erklärt worden. Teils seien sogar die Lehrenden verantwortlich gemacht worden. Sie hätten sich nicht hinreichend über die Forschung informiert. Für Hargreaves ist aber das bisherige Forschungsmodell des Educational Research Schuld an der fehlenden Praxisrelevanz der Forschung; distale psychologische Labortheorien werden auf die Praxis „angewendet“ und man wundere sich im Nachhinein, warum die erhofften Wirkungen ausbleiben. Die Hinwendung zur Medizin ging bei Hargreaves also mit einer Abwendung von der Psychologie als Bezugswissenschaft einher. Die Argumente für eine Evidenzbasierung kopierte er weitgehend aus dem medizinischen Diskurs:

„Evidence-based medicine is gaining support because the number of variables affecting the selection of the right treatment are so great that no individual doctor can expect to be a constant master of this complexity. It is much the same complexity of variables influencing student attitudes and behaviour that bewilders teachers.“ (Hargreaves, 1996, p. 8)

Auch wenn Hargreaves eine weite Bewegung von forschenden Praktikern vorschwebt, wie sie selbst in der Medizin nicht existiert – klinische Studien werden nur an manchen Krankenhäusern durchgeführt und auch in Großbritannien keineswegs durch alle Ärzte, die Patientenkontakt haben – dieser Medizin-Vergleich hat dennoch die Tore für die Evidenzbasierung des Lehrens und Lernens geöffnet. Seit Mitte der 90er sind RCTs und deren Metaanalysen weltweit zunehmend für das relevant, was wir meinen, wenn wir von Didaktik reden.

Eine Landmarke, die auch zeigt, dass diese Forschung in ihrer Synthese tatsächlich wieder in der Praxis des Lehramts ankommt, ist dabei sicherlich die starke Rezeption der Meta-Metaanalyse zu RCTs der Schulforschung von John Hattie. Bei diesem fortlaufenden Projekt, in dem John Hattie mittlerweile über tausend Metaanalysen zum „Schooling“ gesammelt und nach Themengruppen ausgewertet hat (Hattie, 2009, 2012), wurde auch in der Erziehungswissenschaft gefragt, ob es sich hierbei nicht um eine „Allgemeine Didaktik“ neuen Stils handle (von Olberg, 2014). Noch wenig etabliert sind im erziehungswissenschaftlichen Sektor allerdings qualitative und theoretische Reviews. Die Entwicklung im Educational Research hinkt hier – außer in Ansätzen in Britannien – der Entwicklung in der Medizin weit hinterher. Das bietet der deutschen Didaktik aber auch die Möglichkeit hier eigene Formen theoretischer Reviews und kombinatorische Formen aus systematischer Suche und philosophischer Analyse zu entwickeln. Solch einer kombinatorischen Form wird sich die vorliegende Arbeit bei der Berichterstattung der Suche und der Analyse der Science Education bedienen. Dabei werden aber Raster und Kategorien der Allgemeinen Didaktik erhalten, denn wie mit einigen Theoriebestandteilen in der Medizin ist auch in der Didaktik nicht unbedingt jede alte Theorie hinfällig durch empirische Evidenzen. Gera-

de diese Reetablierung der Raster der Allgemeinen Didaktik in dieser Arbeit widerspricht wohl dem aktuellen Zeitgeist in der Didaktik.

Zwischen Evidence-Based Education und Allgemeiner Erziehungswissenschaft

Gleichzeitig mit dem Ausbau einer Empirischen Bildungsforschung im Stile des Educational Research, rutschte die Allgemeine Didaktik in Deutschland – die es immer noch gab – in eine schwere Krise mit sichtbaren äußeren Zeichen (Kiel & Zierer, 2011; M. Meyer, Prenzel, & Hellekamps 2009b; Terhart, 2005a). Heute teilen sich zwar noch an vielen deutschen Universitäten Bildungsforscher mit Allgemeindidaktikern die Räume in den Instituten für Schulpädagogik. Wissenschaftlich spielt die Allgemeine Didaktik aber nur noch eine marginale Rolle. Ihre Krise ist so schwer, dass die Kommission für Allgemeine Didaktik der DGFE 2014 in Berlin bereits die Selbstauflösung diskutierte – Konferenzen zur Didaktik wie eingangs beschrieben finden seit Jahren nicht mehr statt. Der Niedergang der Allgemeinen Didaktik ging mit dem Aufstieg Empirischer Bildungsforschung in Surveys und neuerdings in RCTs und deren Metaanalysen einher. Deshalb lag der Schluss nahe, dass sich die Zukunft der Wissenschaft vom Lehren und Lernen durch die Evidenzbasierung von selbst auf tun würde (z.B. Zierer, 2016). Die alte deutsche Tradition wäre dann abgelöst durch die neue moderne internationale Forschung im Educational Research.

So einfach ist es jedoch nicht, denn neben der bisher beschriebenen kurzen Skizze der Evidenzbasierung im Educational Research und der eigenen deutschen Theorie-tradition gibt es heute noch eine Vielzahl weiterer Wissenschaftsfelder, die möglicherweise relevant für das Lehren und Lernen sind – das didaktische Feld ist weit. Zu den didaktischen Wissenschaften zählen heute vor allem auch die durch bundespolitische Förderung erstarkten Fachdidaktiken – eine weitere deutsche Spezialität – und mit Ihnen die fachspezifischen internationalen Gebiete der eben bereits kurz erwähnten „Learning Science“ und des „Instructional Design“ in der sog. „Science Education“, an denen diese sich orientieren. Parallel zur eher quantitativen Ausrichtung der Empirischen Bildungsforschung am Educational Research entstand in Deutschland quasi als Gegenbewegung eine soziologische Erforschung des Pädagogischen in der Schulforschung und der Allgemeinen Erziehungswissenschaft. Darüber hinaus wurde ein bereits aufgegebener Forschungszweig wieder neu entdeckt, nämlich die Anthropologie des Lehrens und Lernens, die in einer neueren Wendung heute auf Laborexperimenten mit Kleinkindern beruht und ebenfalls in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft ausgewertet wird. Es sind dringend Studien notwendig, die einen Überblick und eine Analyse der relevanten Arbeiten über die Theorie des Lehrens und Lernens bieten. Diese Arbeit hier ist ein erster Schritt in diese Richtung.

Zentrale Arbeitsschritte in der Erstellung dieser Studie waren methodisch durchgeführte Suchen und Ordnungen. So werden in den folgenden Kapiteln drei weltweite didaktische Kulturen identifiziert, vier Semantiken von didaktischer Wissenschaft, neun relevante Forschungsprogramme in der Science Education und drei formale Bezugstheorien der Operativen Pädagogik. Ich habe mich für die Veröffentlichung meiner

Dissertation dazu entschieden, die Suchergebnisse – wo möglich – nach den Standards von Systematic Reviews zu berichten, wie sie in der Medizin etabliert sind. Für den Leser sind so die Vorüberlegungen der Suche durch Darstellung eines sog. „Conceptual Frameworks“, sowie das genaue Vorgehen in den Screening und Coding-Prozessen durch die Darstellung in sog. „PRISMA-Diagrammen“ transparent. Diese Arbeit ist in der Reihe „Studien zum Physik- und Chemielernen“ ein neuer Typus von Arbeit, weil hier nicht selbst empirisch Daten erhoben werden, sondern eine Vielzahl an Studien anderer systematisch gesucht, analysiert und nach vordefinierten Rastern ausgewertet wird. Diese Prozesse sollen für jeden Leser durch die Darstellung in der Arbeit nachvollziehbar sein, alle Daten liegen aber auch als Excel-Sheets für etwaige weitere Studien bereit und können bei mir erfragt werden; ich sende sie gerne zu.

Diese Arbeit besteht in jedem Kapitel aus vier Teilen: methodischen Vorbetrachtungen, systematischen Suchen, philosophischen Analysen und deren Zusammenfassung. Die Analysen, die den größten Teil dieser Studie ausmachen, sind keine Synthesen im Sinne von quantitativen Systematic Reviews, sondern klassische Analysen, wie sie in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft üblich sind. Während die Suchen und Kodierungen durch Transparenz möglichst nachvollziehbar gemacht werden sollen, ist in den philosophischen Analysekapiteln die Angabe guter Gründe notwendig, um die Argumentation plausibel zu machen und zu verdeutlichen, dass es auch hier nicht um die Darstellung meiner Meinung geht, sondern um eine fundierte Analyse objektiver Sachverhalte. Mit der nachträglichen Integration der Reporting-Standards der Systematic Reviews – in der eingereichten Version der Dissertationsschrift hatte ich die Suchergebnisse noch ohne standardisiertes Verfahren berichtet – geht es mir noch um eine weitere Idee: Ich möchte zeigen, dass beide Traditionen, die Tradition der Allgemeinen Erziehungswissenschaft und die Tradition des Educational Research und der Evidence-based Medicine, keine Gegensätze sind, sondern sich ergänzen können. Ohne die transparenten Suchen wären die Ergebnisse nicht objektiv, ohne die philosophischen Analysen wären diese Ergebnisse ohne Bedeutung. Man wüsste dann lediglich, dass z.B. die Conceptual Change Theorie ein zentrales Forschungsprogramm der Science Education ist. Man wüsste nicht, was diese Theorie ausmacht und hätte keine Einschätzung ihrer Möglichkeiten und Probleme. Die Kombination dieser beiden Vorgehensweisen hier soll auch deutlich machen, dass ich die Arbeit insgesamt – ganz im Sinne einer didaktischen Schrift – als Vermittlung verstehe. Sie ist eine Vermittlung verschiedener Ansätze der Didaktik, die doch um den gleichen Gegenstand kreisen: Das Lehren und Lernen. Im Vergleich zur ursprünglichen Fassung der Dissertation habe ich das erste Kapitel mit der Analyse der großen Kulturen in 2015 ergänzt. Besonders die Wirkung der Inklusion auf die Debatte innerhalb der Science Education hat in diesem Jahr gezeigt, dass diese Arbeit nicht vollständig gewesen wäre, ohne zu berücksichtigen, wie sehr Didaktik heute von großen weltweiten edukativen Trends abhängt. Diese Erweiterung zieht den Zirkel auf der Landkarte der Didaktik noch einmal deutlich weiter auf. Im Vergleich zu den Zeiten von Thales, Comenius oder Nohl ist die Didaktik heute vor allem eines: ein sehr weites Feld.

An letzter Stelle in diesem Vorwort möchte ich noch Dank sagen. Ich danke vor allem Johannes Bellmann und Dietmar Höttecke, die sich dieses Projektes mit großem Interesse angenommen haben und es in seiner Interdisziplinarität so erst ermöglicht haben. Erst diese beiden Perspektiven aus der Allgemeinen Erziehungswissenschaft und aus der empirisch-forschenden Fachdidaktik haben letztlich dazu geführt, dass die Arbeit über Fachgrenzen hinweg gelesen werden kann. Von Johannes Bellmann habe ich in den Jahren am Institut für Erziehungswissenschaft viel gelernt. Vor allem hat er mich darauf gebracht, unsere Wissenschaft nicht für sich, sondern immer erst vor dem Hintergrund einer globalisierten Gesellschaft und ihrer Steuerungsprozesse zu begreifen. Das hat den Fokus dieses Buches enorm erweitert. In diesen Jahren haben wir lange an der theoretischen Frage gearbeitet, was denn der zentrale Gegenstand der Erziehungswissenschaft sei. Eine sehr schwierige Frage. Ich mache es mir in diesem Buch hier viel einfacher, indem ich nur die Didaktik behandle. Im Bezug auf die Wissenschaft vom Lehren und Lernen möchte ich Hans-Joachim von Olberg und Ewald Terhart danken, weil ich von Ihnen schon als Student in den ersten Seminaren und Vorlesungen in Münster und später als Kollege viel über die Didaktik und ihre Probleme lernen konnte. Außerdem möchte ich Ursula Reitemeyer danken, meiner ersten akademischen Lehrerin, die mir die Bedeutung der Philosophie in der Erziehungswissenschaft aufgezeigt hat. Ohne diese frühen Anfänge in der Bildungstheorie wäre ich wahrscheinlich gar nicht in das Fach gekommen. Meiner langjährigen Hilfskraft, Frau Lara Schlingmann-Bergmann, gebührt Dank für viele Stunden Arbeit, die sie mir an etlichen Stellen abgenommen hat, so dass ich Zeit für dieses Projekt hier hatte. Letztlich möchte ich auch den Herausgebern der gelben Reihe, Elke Sumfleth, Helmut Fischler und Hans Niedderer danken, die dieses Buch veröffentlichen, obwohl es nicht wie die anderen Bände in der Reihe eigene empirische Forschung darstellt, sondern die große Vielzahl an Ergebnissen anderer systematisch durchsucht und ordnet und so auf eine *neue* Art und Weise – zwischen der Allgemeinen Erziehungswissenschaft und der Evidence-Based Education – das weite Feld der Didaktik erforscht.

Einleitung – Neue Wege der Didaktik

Die vorliegende Arbeit ist eine Schrift über Didaktik, die am Institut für Erziehungswissenschaft in Münster entstand. Sie hat daher schon institutshistorisch zwei Vorläufer, zu denen sie sich verhalten muss. Das ist erstens Herwig Blankertz „Theorien und Modelle der Didaktik“ (Blankertz, 1969). Dieses Standardwerk der Allgemeinen Didaktik war die erste Zusammenfassung des gesamten Forschungsprogramms. Bei Blankertz geschah dies durch einen philosophischen Vergleich, schon in den „Theorien und Modellen“ wurde am Ende eine Synthese der Programme gesucht, Blankertz Idee war die einer Kongruenz der didaktischen Wissenschaften. Wie es im Vorwort heißt:

„Meine These ist die, daß die drei Grundpositionen gegenwärtiger Didaktik [bildungstheoretische, informationstheoretische und lerntheoretische Modelle der Didaktik, MB] nur scheinbar miteinander konkurrieren, daß sie sich vielmehr in fruchtbarer Kritik und dauerndem Problembewußtsein halten oder jedenfalls halten könnten.“ (Blankertz, 1969, p. 7)

An dieser Vermittlungsthese halte auch ich in diesem Band fest. Die hier behandelten Programme und die vielen Programme, die ich nicht behandeln kann, können sich fruchtbar ergänzen. Die didaktische Landschaft ist heute, wie im Vorwort beschrieben, zweifelsohne sehr viel weiter geworden und es gibt weit mehr als Blankertz drei Forschungsprogramme. Ein Ziel meiner Arbeit ist dennoch im Sinne von Blankertz Möglichkeiten zu zeigen, um in einem „Dialog der ihrer jeweiligen Grenzen bewußten Positionen“ zu treten (Ebd.). Im Vergleich zu Blankertz Zeiten herrscht heute Schweigen in der Didaktik über die Ränder der jeweiligen Ansätze hinweg, so dass Blankertz Programm von 1969 aktueller denn je ist.

Der zweite Vorläufer meines Buches am Institut in Münster arbeitet ganz ähnlich, ist aber deutlich jüngeren Datums, nämlich Ewald Terharts „Didaktik. Eine Einführung“ (Terhart, 2009). In Terharts Reclam-Büchlein zur Didaktik wird wie bei Blankertz die Landschaft der Allgemeinen Didaktik zusammengefasst, gleichzeitig ist diese Zusammenfassung aber auch ein Schlussstein dieses Forschungsprogramms. Hier wiederholt Terhart nämlich seine schon in 2004 (Terhart, 2004) entwickelte These vom Ende der allgemeinen Didaktik und der beginnenden Suche nach „Erbschaftsanwärtern“ (zum ersten Mal veröffentlicht in: Terhart, 2005a, p. 8). Mit diesem Begriff der „Erbschaftsanwärter“ sind Forschungsprogramme im Feld gemeint, welche die Funktion der Allgemeinen Didaktik in der Lehrerbildung übernehmen können. Terharts Suche nach den Erbschaftsanwärtern startete vor dem Hintergrund des Aufstiegs der Empirischen Bildungsforschung in Deutschland und ist bis heute nicht geklärt.

Man kann das vorliegende Buch auf vier verschiedene Arten lesen. In der ersten Lesart ist diese Arbeit eben genau diese Suche nach Terharts Erbschaftsanwärtern. In Kapitel 2 identifiziere ich aktuelle Kandidaten für dieses Erbe und stelle sie dar. Dabei wird bei zwei Theorien – der Science Education und der Operativen Pädagogik – im Anschluss in eigenen Kapiteln geprüft, inwieweit sie der Allgemeinen Didaktik als Theorie ähneln und ob sie wirklich die gleiche Funktion übernehmen könnten und wie

sie sich ergänzen. Die zweite Lesart des Buches ist hingegen ganz ähnlich wie Blankertz Ansatz. Hier ist die Idee einer „Didactica magna“ (Blankertz, 1969, p. 7) zielführend für den Band. Die unterschiedlichen Theorieansätze werden zueinander ins Verhältnis gesetzt und es wird deutlich, dass sie alle an derselben Sache arbeiten – einer umfassenden Theorie des Lehrens und Lernens. Blankertz „Theorien und Modelle“ war seinerzeit von der Kluft zwischen „Bildungstheorie und Kybernetik“ (Blankertz, 1969, p. 16) bestimmt. Vieles von dem, das Ewald Terhart in den vergangenen Jahren zur Allgemeinen Didaktik geschrieben hat, war durch die Kluft zwischen Empirischer Bildungsforschung und Bildungsphilosophie bestimmt (z.B. Terhart, 2006a). Ich denke, man kann diese Positionen, wenn schon nicht versöhnen, dann doch ins Verhältnis rücken, so dass ein Austausch auf Grund gegenseitiger Anerkennung möglich ist. Das geschieht hier dadurch, dass die semantischen Unterschiede der Theorien in Kapitel 2 deutlich gemacht werden; in Kapitel 3 und 4 werden dann Vermittlungsversuche angestellt.

In einer dritten und völlig eigenständigen Lesart, die nicht an allgemeindidaktische Vorläufer anknüpft und die ich selber zu Beginn meiner Arbeit im Sinn hatte, ist diese Schrift eine umfassende Theorie der Science Education als einer eigenständigen Didaktik. Diese dritte Perspektive mag für die treuen Leser der Reihe „Studien zum Physik- und Chemielernen“ besonders interessant sein; es ist die Perspektive aus dem Blickwinkel der Fachdidaktik der Naturwissenschaften. In dieser Lesart wird die Science Education in diesem Buch gewogen und für schwer genug befunden – Sie kann letztlich Terharts Erbe antreten und – mit ein paar Ergänzungen durch die Operative Pädagogik – eine eigenständige Didaktik bilden. Der Titel meiner Dissertationschrift in der eingereichten Version war dementsprechend auch : „Von der Science Education zur Science Didactics“. Ich selber habe vor meiner Zeit am Institut für Erziehungswissenschaft der WWU an derselben Universität Philosophie, Geschichte und Physik auf Lehramt studiert und schon im Studium ist mir aufgefallen, wie unterschiedlich die allgemeindidaktischen und die physikdidaktischen Theorien waren und sich dennoch in vielen Punkten ähnelten. So kann man dieses Buch wohl auch als Beitrag zum Verhältnis von Allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik (vgl. Plöger, 1999) lesen – auch wenn sich diese Kategorien meines Erachtens nach nur am disziplinären Aufbau an Universitäten ausrichten und keine wissenschaftstheoretische Grundlage haben. Ich möchte die Science Education daher auch nicht als „Fachdidaktik“ verstanden wissen, sondern als eine besondere Semantik einer didaktischen Wissenschaft, die nahe am fachlichen Inhalt mit mechanistischen Erklärungen des Lehrens und Lernens arbeitet (vgl. Kap 2). So hat sie auch Bedeutung über den Rand der Fachgrenzen hinaus. In dieser dritten Lesart stelle ich in diesem Band also vor allem einen Kandidaten als besonders aussichtsreich für das Erbe der Allgemeinen Didaktik heraus, nämlich die Science Education. Ergänzt wird sie durch die soziologische Seite der Operativen Pädagogik – hier nämlich besitzt die Science Education eine Leerstelle. Durch den Forschungsansatz der Science Education fehlt ihr bisher eine mikrosoziologische Perspektive, wie sie in der Allgemeinen Didaktik durch das sog. Didaktische Dreieck immer mitgedacht war. Als Einführung in die Science Education gibt es keine Vorläufer dieses Buches. Es gibt Überblicke über die Fachdidaktik, internationale

Handbücher zur Science Education, Meta-Artikel zum Feld (vgl. Kap. 3.1), aber keine kohärente und geschlossene Zusammenfassung der Science Education.

Eine vierte Lesart ist mir bei der Arbeit an diesem Buch immer sympathischer geworden, je tiefer ich mich in das Feld der Didaktik gearbeitet habe. Das Feld der Didaktik mag nämlich sehr weit sein, aber wenn man tief gräbt, so stößt man an jeder Stelle auf denselben Grund. In dieser Lesart geht es in diesem Buch um eine Generelle Didaktik – ganz grundlegend und über die Grenzen aller Forschungen hinweg. Auch so kann man die Bücher von Terhart und Blankertz verstehen, nämlich als den Versuch der Klärung der basalen Frage: Was ist Didaktik? Anders als diese beiden Autoren konnte ich diese Frage nicht durchgängig und nur an einzelnen Stellen behandeln (zum Beispiel in den Kästen zu den sog. „Allgemeinen Termen“ der Didaktik in Kap. 2 und in den Zusammenfassungen der Kapitel), aber ich hoffe zumindest in diesem begrenzten Bereich das eine oder andere Interessante zu dieser Grundlagenforschung beigetragen zu haben. Von den vielen aufkommenden Forschungsprogrammen fachbezogener Empirischer Bildungsforschung habe ich in dieser vierten Lesart freilich nur exemplarisch ein einziges, nämlich die Science Education, verfolgt. Dadurch tut sich in der Gesamtsicht auf Didaktik eine Lücke auf. Wer aber diesen Band ganz liest, der wird am Ende hoffentlich dennoch eine gute Idee davon mitnehmen, was Didaktik, die Theorie des Lehrens und Lernens, eigentlich ist.

Der Leser soll am Ende der Lektüre letztlich selbst einschätzen können, was Didaktik heute ausmacht, ob die Allgemeine Didaktik überhaupt einen Erben braucht, ob sie eine von mehreren Semantiken neben anderen ist und welche Rolle die Science Education in der didaktischen Landschaft spielen kann. Ausgangspunkt der Studie und ihre zentrale Fragestellung war jedenfalls Terharts Frage von 2004: Welches Forschungsprogramm tritt das Erbe der Allgemeinen Didaktik in der Lehrerbildung an? Mit welchen Theorien soll das Lehren und Lernen zukünftig angeleitet werden?

Zum Aufbau des Werkes

Der Aufbau der Studie ist am Aufbau der didaktischen Wissenschaften orientiert. Ihn kann man sich anhand eines konzentrischen Kreises verdeutlichen, in dem die Forschungsaktivität von außen nach innen sinkt, aber die Bedeutung der Ergebnisse für das Wesen der Didaktik steigt (Abb. 1). Im äußersten Kreis werden Kulturen der Didaktik beschrieben (Kap. 1), Trends und Moden, die nur einige wenige Jahre anhalten, bis sie im nächsten Turnus in einen neuen Trend übergehen. Das sind aktuell die Assessments, die Inklusion und das Professional Development. Hier sind in einer forschungssoziologischen Perspektive jene Wissenschaftler kurz- und mittelfristig erfolgreich, die entweder diese Trends antizipieren oder sich einmal pro Dekade auf eine neue Mode einstellen. Im nächsten Kreis befinden sich Semantiken, also wissenschaftliche Arbeitsweisen am Lehren und Lernen, die dem Wesen der Didaktik als Wissenschaft nach an sich und immer schon plausibel sind (Kap. 2). So macht es überzeitlich Sinn, das Lehren und Lernen zu begründen, zu beschreiben, zu erklären oder zu beweisen. Diese Semantiken haben jedoch Konjunktoren. In einer Generation ist die eine Semantik vorherrschend, in der nächsten Generation eine andere.

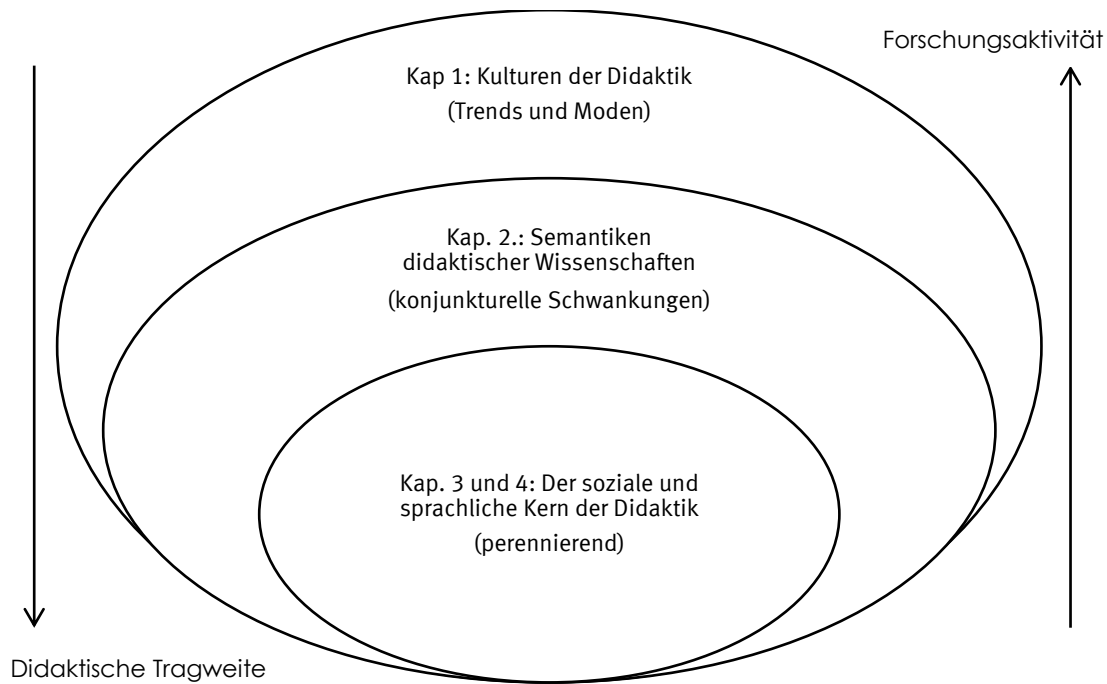


Abbildung 1: Tiefenebene der Studie. Von innen nach außen steigt die Forschungsaktivität, von außen nach innen steigt die überzeitliche Tragweite der Inhalte für die Didaktik. Wissenschaftler in den didaktischen Wissenschaften heute erforschen in der Regel hauptsächlich Trends und Moden, während sie sich dauerhaft einer Semantik der Wissenschaft zuordnen. In jeder Form der Forschung wird der soziale und sprachliche Kern der Didaktik (das, was die Didaktik wirklich „ist“) angeschnitten. Direkt erforscht wird er aber kaum. Eigene grafische Darstellung.

So ist z.B. die begründende Semantik mit der Allgemeinen Didaktik derzeit auf dem Rückzug, während die beschreibende Semantik der Empirischen Bildungsforschung im Zenit steht. Manchmal erleben diese Semantiken einen Aufschwung durch einen Trend. Die beschreibende Semantik hat dies sicherlich durch die Large-Scale-Assessments wie PISA und TIMSS erfahren, aber eigentlich ist diese Semantik hiervon unabhängig. So ist z.B. auch beschreibende Forschung zu anderen Trends möglich, z.B. die qualitative, eher soziologisch orientierte Schul- und Unterrichtsforschung zur Inklusion. Erklärende und beweisende Semantiken besitzen meiner Analyse in Kapitel 2 zu Folge noch Potentiale für die Zukunft. Das soll nicht heißen, dass sie besser oder sinnvoller sind – nur dass noch deutliche Möglichkeiten beim Ausbau dieser Semantiken bestehen. Wieder wissenschaftssoziologisch gedacht, kann Forschung innerhalb einer Semantik eine oder sogar mehrere Generationen überdauern; Professuren werden eher Semantiken gewidmet und nur selten Trends und Moden. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass Forscher sich an eine Semantik anpassen, wie sie sich an einen Trend anpassen. Wie bei der Allgemeinen Didaktik innerhalb der begründenden Semantik zu beobachten, wechselt die Semantik von Posten mit dem Ruhestand ihrer vorherigen Träger. Alternativ werden schlicht neue Posten geschaffen, wie es im Ausbau der Empirischen Bildungsforschung zur Förderung der beschreibenden Semantik geschehen ist. Die Semantiken können nicht verschwinden, aber sie sind mal mehr, mal weniger von Forschungsaktivität frequentiert. Im innersten konzentrischen Kreis werden dann nicht Arbeitsweisen von Wissenschaft, sondern tatsächliche Forschungsergebnisse behandelt, die ein didaktisches Wissen bereitstellen. Der Kern oder die Ordnung dieses Wissens wird dabei mit den changierenden Semantiken und

den wechselnden Kulturen permutiert. Hier geht es zunächst in einer Wittgensteinischen Sicht darum, wie man über Didaktik überhaupt reden kann. So kann z.B. in der Science Education (Kap. 3) wie auch schon in der Allgemeinen Didaktik in den Kategorien von Lernen, Bildung und Erziehung über Didaktik gesprochen werden. Ganz ähnlich wie dieses Reden über Didaktik ist aber auch die soziale Grundform der Didaktik, das sog. Didaktische Dreieck, über Trends, Moden und Konjunkturen erhoben und kann daher nicht nur in der Allgemeinen Didaktik, sondern auch in der Operativen Pädagogik wiedergefunden werden (Kap. 4). Alle Wissenschaftler, die sich – egal nach welcher Semantik und in welcher Kultur – mit Didaktik beschäftigen, befassen sich zwangsläufig auch mit diesen Kerninhalten der Didaktik, aber nur während sie eigentlich an etwas anderem arbeiten. Nur ganz wenige Forscher beschäftigen sich direkt mit diesen Grundlagen des Lehrens und Lernens und man mag sich fragen, ob es überhaupt sinnvoll ist, diesen Kern direkt zu fokussieren. Ich zumindest werde in Kapitel 3 und 4 diesen blinden Fleck der Didaktik durch Anordnungen und Bezüge in Forschung verdeutlichen, die teils in sehr speziellen didaktischen Feldern veranstaltet wurden. Die Grundlagen der Didaktik in diesem Buch werden der fachspezifischen Forschung der Science Education und den Bezügen der Operativen Pädagogik wie der Systemtheorie oder Evolutionären Anthropologie entnommen. Erst in der Gesamtsicht ist hier ein deutliches Bild zu erkennen. Das mag man sich vorstellen wie einen blinden Fleck im Auge der Didaktiker – erst durch einzelne Bilder um den blinden Fleck herum wird auch dieses Zentrum sichtbar. Dennoch ist dies der feste Kern der Didaktik.

Der hier vorgestellte Ansatz wäre meiner Ansicht nach missverstanden, wenn er in die deutsche Theorietradition der Allgemeinen Didaktik ab Mitte des 20. Jahrhunderts eingereiht würde. Es geht mir hier in keiner Weise darum eine neue Spezial- oder Spartendidaktik zu entwickeln, wie es in der Tradition der Allgemeinen Didaktik zuletzt alle paar Jahre geschehen ist. Meine Arbeit hat durchweg eine Meta-Perspektive, es werden immer nur andere Didaktiken besprochen, hier wird keine eigene Didaktik entwickelt (vgl. zur Konstruktion von Didaktiken in der Allg. Didaktik Kap. 2. 3. 1).

Wie bereits im Vorwort angekündigt, sind wichtige Ergebnisse dieser Studie Suchen, die teils zur besseren Nachvollziehbarkeit nach den Reporting-Standards von Systematic Reviews berichtet werden. Darauf aufbauend finden dann aber philosophische Analysen statt, die im ersten Kapitel historisch orientiert sind, im zweiten Kapitel mit den Mitteln der Analytischen Wissenschaftsphilosophie stattfinden und im dritten und vierten Kapitel bildungsphilosophischer und sozialtheoretischer Natur sind. Wenn bei Blankertz die Differenz zwischen Bildungstheorie und Kybernetik und bei Terhart die zwischen Bildungsphilosophie und Empirischer Bildungsforschung das Spannungsfeld der Didaktik bestimmt, dann ist es in meinem Werk die Spannung zwischen der Evidence-Based Education, wie sie im Vorwort dargestellt wurde, und der Allgemeinen Erziehungswissenschaft. Die Allgemeine Erziehungswissenschaft ist dabei heute nicht mehr mit Blankertz' Bildungstheorie und auch nicht mit Terharts Bildungsphilosophie vergleichbar. Sie hat ihre eigene philosophische Tradition bewahrt, ist aber auch offen für die Neuerungen der Analytischen Philosophie (z.B. Stojanov, 2012) und

für die Impulse neuer Sozialtheorien aus Soziologie und Anthropologie (z.B. Ricken, 2015). Diese Studie verbindet dementsprechend Suchergebnisse mit Analysen. Die zentralen Ergebnisse der Suchen möchte ich dabei hier schon nennen, während die zusammenfassenden Analyseergebnisse jeweils am Ende der Kapitel und abschließend im Fazit dargestellt werden. Die Ergebnisse der Suchen finden sich in grafischer Darstellung auch in Abbildung 2. Gefunden habe ich während meiner Arbeit:

Drei globale Kulturen der Didaktik, die aktuelle Trends oder Moden sind:

- *Assessments*, die Kultur psychometrischer Lernleistungsmessung, verkörpert durch Large-Scale Studien wie PISA oder TIMSS, aber auch formative Classroom- Assessments,
- *Inklusion*, als Containerbegriff der individuellen Förderung und als Katalysator einer neuen Lernkultur,
- *Professional Development*, als Umlegung des Praxiswissens der ersten Jahre im Lehramt auf die Lehrerbildung durch z.B. Paedagogical Content Knowledge (PCK).

Vier Semantiken (Funktionsweisen) didaktischer Wissenschaft im Alltag:

- *Begründen*, durch die Angabe guter Gründe zur Rechtfertigung eines verantwortlichen sozialen Arrangements des Lehrens und Lernens, wie die Allgemeine Didaktik es getan hat,
- *Beschreiben*, einerseits durch psychometrische Messung aktueller Zustände in Surveys, um Vorhersagen zu erlauben, wie es z.B. das Bildungsmonitoring in vielen Ländern betreibt, andererseits Beschreibungen mit theoretischen Instrumentarien wie die qualitativen Schul- und Unterrichtsforschung sie anstellt, die zur Kritik aktueller Zustände dienen,
- *Erklären*, durch die Erprobung möglicher Veränderungen wie die experimentellen Studien in RCTs im Educational Research (probabilistisch/kontrafaktisch) es tun, oder das Design-Based Research und die explorative experimentelle Forschung in der Science Education (Kausalprozess/Agencytheoretisch),
- *Beweisen*, durch Kalküle in formalen Strukturen des Lehrens und Lernens. Diese rein formalen Schlüsse aus sicheren Axiomen wie dem Wesen des Menschen oder dem Aufbau jeden sozialen Systems bilden eine Didaktik, wie sie sein *muss*, nicht wie sie *ist*. So ging die Kybernetik vor, so praktiziert aber heute auch die Operative Pädagogik.

Neun zentrale Forschungsprogramme der Science Education, die sich anhand der Kategorien Lernen-Bildung-Erziehung anordnen lassen:

- Lernen: Conceptual Change (CC), Model-Based Reasoning (MBR),
- Bildung: Scientific Literacy (SL), Attitudes and Interests (ATT), Learning Progressions (LP),
- Erziehung: Science-Technology-Society (STS), Socio-Scientific Issues (SSI), History and Philosophy of Science (HPS), Nature of Science (NOS),

Drei Bezugstheorien der Operativen Pädagogik aus denen sich die Sozialität der Didaktik in einem neuen Didaktischen Dreieck (Didaktisches Design) rekonstruieren lässt:

- Die Neue Anthropologie um Michael Tomasello, die soziokulturelle Wurzeln der menschlichen Entwicklung experimentell rekonstruiert,
- Die Neuauflage der Luhmannschen Systemtheorie und ihre Interpretation durch die Generation seiner Schüler,
- Die Neue Phänomenologie und die Erlanger Schule, die ich zur besseren Passung aber im finalen Konstrukt durch die Akteur-Netzwerk-Theorie ersetzt habe.

Selbst in den Kapiteln, in denen die Suche nicht nach den Reporting Standards der Systematic Reviews dargestellt werden kann, beschreibe ich doch für den Leser jeweils die Suchmethode und ordne die Tragweite der Ergebnisse hiernach ein. Die folgenden Kapitel sind alle analog aufgebaut. Ich berichte jeweils Vorbetrachtung – Suche – Analyse – Zusammenfassung. Dieses Schema wird in Kapitel 2 und Kapitel 4 erweitert um zusätzliche Entwicklungsarbeit. Diese Abschnitte verlassen den Dualismus aus Suche/Ordnung und Analyse. An diesen Stellen habe ich mir die Freiheit genommen, selbst ein wenig an der Didaktik als Wissenschaft weiterzuarbeiten. Abbildung 2 zeigt den Gesamtaufbau der Studie mit den zentralen Fragestellungen der Kapitel und den Suchergebnissen.

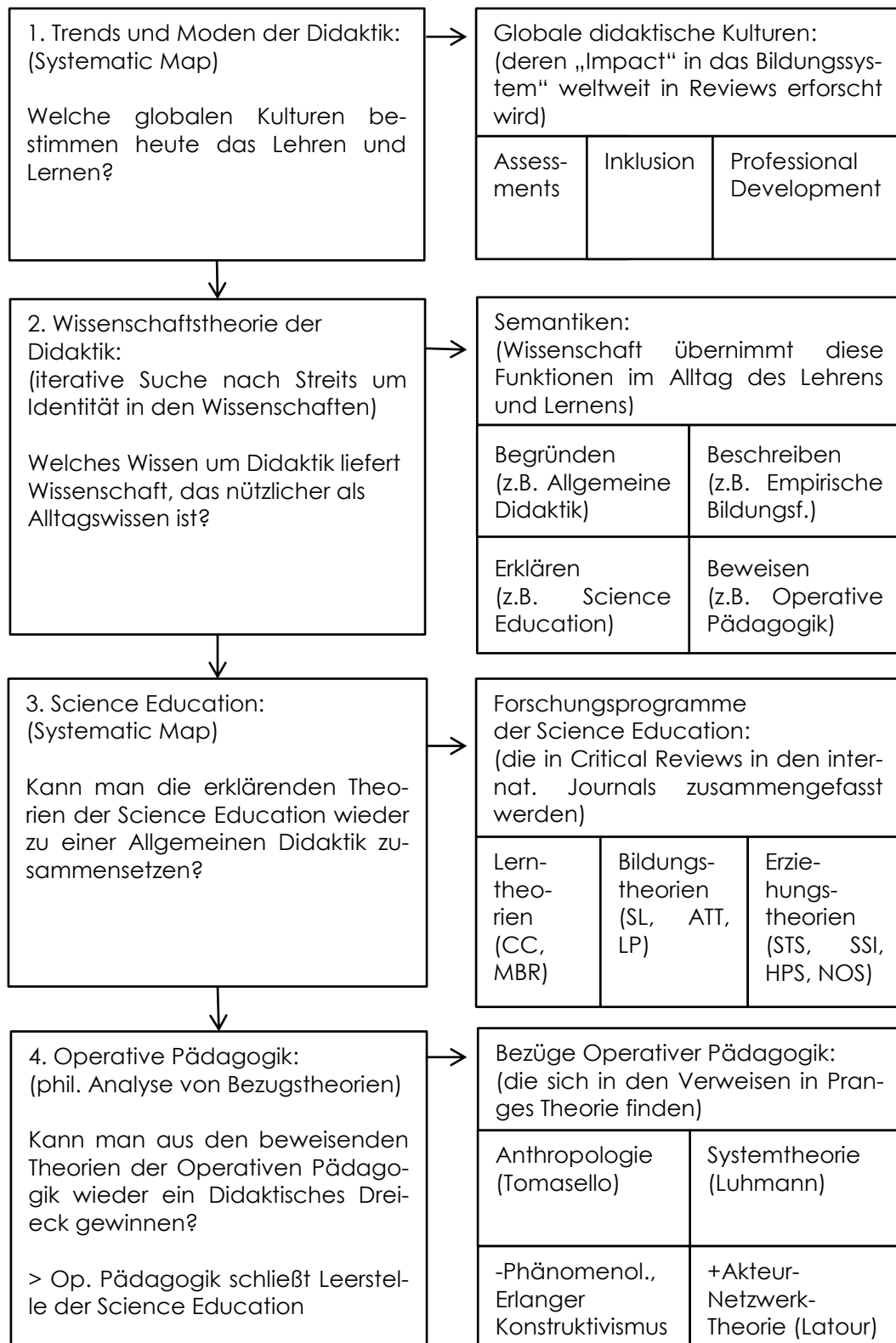


Abbildung 2: Gesamtaufbau der Studie. Mit den zentralen Fragestellungen der Kapitel (linke Spalte) und den zentralen Suchergebnissen (rechte Spalte). Erläuterung der Abkürzungen der Forschungsprogramme der Science Education: CC=Conceptual Change, MBR=Model-Based Reasoning, SL=Scientific Literacy, ATT=Attitudes and Interests, LP=Learning Progressions, STS=Science-Technology-Society, SSI=Socioscientific Issues, HPS=History and Philosophy of Science, NOS=Nature of Science. Eigene grafische Darstellung.

1 Die großen Kulturen der Didaktik

Das Lehren und Lernen folgt viel stärker Trends und Moden als es z.B. medizinische Behandlungsmethoden tun. Für Robert Slavin war genau das der Grund, um Anfang der 00er Jahre die Evidenzbasierung des Lehrens und Lernens und die Forschung mit RCTs und deren Metaanalysen überhaupt erst zu fordern:

„Education moves from fad to fad. Educational practice does change over time, but the change process more resembles the pendulum swings of taste characteristic of art or fashion (think hemlines) rather than the progressive improvements characteristic of science and technology“ (Slavin, 2002, p. 16)

So kann man sicher die Geschichte der Allgemeinen Didaktik auch lesen, als Historie didaktischer Trends und Moden. Der letzte Trend, an den sich Didaktiker für gewöhnlich erinnern, war die sog. Neurodidaktik, eine Spartendidaktik auf Basis des Wissens der Neurowissenschaften. Die deutsche Erziehungswissenschaftlerin Nicole Becker hat aufgrund einer Literaturrecherche in der Datenbank FIS-Bildung festgestellt, dass die Publikationszahl zur Neurodidaktik in Deutschland in der zweiten Hälfte der 00er Jahre im Vergleich mit einem Zeitraum seit 1990 merklich anstieg. Deutlichen Niederschlag der Thematik sah sie in der Schulpädagogik. Becker, die selber aus der Sicht der Allgemeinen Erziehungswissenschaft diesen Import kritisch betrachtete, kam aufgrund einer qualitativen Analyse willkürlich ausgewählter Einzeltitel zu der Einschätzung, die Implikationen der Neurowissenschaft seien „in ihrer Allgemeinheit konsensfähig und stehen auch nicht im Widerspruch zu bisherigen Befunden“ (Becker, 2014, p. 220). Ganz ähnliche Ergebnisse liefere nämlich bereits etwa die „sozialwissenschaftliche oder psychologisch-experimentelle Forschung“ (Becker, 2014, p. 216). Becker schließt sich mit ihrem Urteil einer ganzen Reihe von Autoren aus der Allgemeinen Erziehungswissenschaft an, die der Neurodidaktik vor allem eine „Validierungs- und Legitimationsfunktion“ zusprechen (Becker, 2014, p. 220). Im Gegensatz zu den bisherigen didaktischen Trends und Moden, all den verschiedenen Didaktiken der Allgemeinen Didaktik und ihren Inspirationsquellen von der Geisteswissenschaft bis zum Konstruktivismus produziert also die Neurodidaktik kaum Ergebnisse, die den Ergebnissen einer experimentellen Wirkungsforschung und deren systematischer Zusammenfassung im Sinne Slavins widersprechen. Die „fads“ alten Stils in der Didaktik sind zwar nicht verschwunden, wie Slavin anno 2002 prognostiziert hat, sie haben sich aber wohl auf die Bedingungen der Evidenzbasierung eingestellt. Das ist vielleicht das Neue an den Trends und Moden der letzten Dekade.

Die Didaktik verändert sich nicht durch den rationalen Fortschritt einer von Erkenntnisinteresse getriebenen Wissenschaft. Es gibt einen neuen Typus globaler Trends und Moden. Hierdurch entstehen die großen Veränderungen in der Wissenschaft der Didaktik von Außen. Die Trends werden nicht mehr wie in den Hochzeiten der Allgemeinen Didaktik durch die Inspiration von Didaktikern in Bezugswissenschaften ausgelöst, sie sind globaler Natur und die Wissenschaft des Educational Research arbeitet an ihrer Entstehung mit. Trends und Moden entstehen heute wesentlich durch große Forschungsförderprogramme, in denen sich das, was Slavin „science“ nennt,

mit der politischen Steuerung des Bildungssystems verbindet (vgl. Bohlmann, 2016a). Slavins Ende der Geschichte pädagogischer Moden ist also noch keineswegs erreicht. Sie werden nur heute *in und mit* Forschung erzeugt, ohne dass Forschung oder Politik den Trend erschaffen haben. Ich will dieses Phänomen eine „didaktische Kultur“ nennen. Wie gelehrt und gelernt wird ist über eine Schulkultur (Helsper, 2008), Kulturen des Unterrichts (Bennewitz, 2014; Breidenstein, 2006) und die durch Sayings und Doings in den konkreten sozialen Verhältnissen hervorgebrachten Lernkulturen (Kolbe, Reh, Fritzsche, Idel, & Rabenstein, 2008) hinaus heute durch kulturelle Großwetterlagen von globalem Ausmaß bestimmt, die in einem neuen Feld entstehen, das zwischen Politik und Forschung liegt. Didaktische Trends sind wissenschaftlich-politische Konventionen, die sich in umfassenden Kulturen niederschlagen und das Lehren und Lernen in der konkreten Situation so stark verändern, dass Didaktik heute nur in kulturellen Dimensionierungen untersucht werden kann und nicht mehr allein als wissenschaftliche Idee oder als real existierender sozialer Prozess existiert. Ein einzelner Wissenschaftler kann heute keine Didaktik mehr schreiben, eine Bezugswissenschaft wie die Neurowissenschaft kann eine Didaktik nicht mehr hervorbringen. Didaktik ist gebunden an globale Kulturen des Lehrens und Lehren.

Dieses erste Kapitel wird zeigen, dass ein großer Teil der Evidenz – Evidenz meint hier das Ergebnis empirischer Forschung, wie es international von Forschung und Politik gesucht wird – mit dem Einschlag, dem „Impact“, dreier großer didaktischer Kulturen in die Bildungssysteme befasst ist: Assessments, Inclusion und Professional Development. Das ist das Ergebnis einer sog. Systematic Map, die ich in Abschnitt 1. 2 vorstelle. Die gefundenen großen Kulturen der Didaktik, die heute die pädagogischen Trends und Moden bilden, werden in Abschnitt 1.3 dann historisch aufgeschlüsselt und in ihrer Bedeutung für die Didaktik analysiert. Zunächst werde ich aber in Kapitel 1. 1 noch einige wichtige Schlüsse ziehen, die sich vorab aus der Perspektive auf Didaktik als Kultur ergeben.

1. 1 Vorbetrachtung: Didaktik als Kultur

Die jeweilige Kultur hatte immer schon einen Einfluss auf die Inhalte des Lehrens und Lernens, allerdings in einer anderen Dimension als heute. Verschriftlichte Kultur ist der klassische Gegenstand der Curriculumforschung und der Schulbuchforschung. Mit Didaktik wurden neben den elementaren Kulturtechniken des Lesens und Schreibens vor allem auch die humanistischen Inhalte vermittelt, die man in einem klassischen Sinne unter Kultur verstand (vgl. schon Spranger, 1928). Die kulturellen Einflüsse, die im Folgenden besprochen werden, sind aber nicht inhaltlicher Natur. In einem neueren Sinn der Kulturtheorie hat Kultur nämlich auch eine sehr praktische Bedeutung. Kultur bestimmt die „subjektiven Sinn- und Weltdeutungen sowie die Handlungsmodalitäten der sozialen Akteure“ (Moebius & Quadflieg, 2011). In diesem Verständnis im Sinne der Kulturosoziologie nach dem sog. *Cultural Turn* sind auch die sozialen Seiten des Lehrens und Lernens, also die Interaktionen und Positionierungen der in der Didaktik agierenden Schüler und Lehrer, durch nichtbeliebige Bedeutungen vermittelt (Ort, 2008) und damit ebenfalls Kultur. Kultur wird in diesem Sinne *gemacht* und ist nicht

nur ein in Schulbüchern oder Curricula verborgener Inhalt. Der Begriff der Kultur ist durch eine lange Dominanz der Semiotik und literaturwissenschaftliche Anwendungsfelder, wie der Kulturosoziologe Andreas Reckwitz sagt, „antiontologisch“ und „textualistisch“ verkürzt worden (Reckwitz, 2006, p. 586f). Mittlerweile gibt es aber auch eine unterrichtssoziologische Sicht auf didaktische Kultur, die einen Blick eröffnet auf die komplexen Sinnsysteme der Handlungen beim Lehren und Lernen (Bennewitz, 2014; Breidenstein, 2006; Kolbe et al., 2008). In diesem Zuge sind auch materiale Objekte in den Blick der Erforschung des Lehrens und Lernens gerückt, weil sie Sinn und Bedeutung konservieren (G. König, 2012). Wenn im Folgenden also von großen Kulturen als temporärem Rahmen für Didaktik gesprochen wird, so sind damit vor allem auch *Dinge* gemeint, die heute wichtig für das Lehren und Lernen sind und über die der Import einer bestimmten Kultur in die Klassenzimmer stattfindet. Das geschieht z.B. über formative Assessments, die Rückmeldebögen landesweiter Tests und Lernstandserhebungen, Wochen- und Förderpläne, sowie Aufgaben für das eigenverantwortliche Arbeiten, bis hin zu den Kopfhörern, die teilweise eingesetzt werden, damit sich Schüler im individualisierten Unterricht nicht gegenseitig stören. Neben den neuen Dingen bringen die großen Kulturen der Didaktik auch neue *Subjekte* hervor. Inklusiv beschulte Schüler mit einem bestimmten Förderbedarf, Teaching Assistants und Integrations- oder Inklusionshelfer, die sich Professionswissen im System durch Praxisprogramme erwerben, existieren nicht ohne die große Kulturen, die es erst sinnvoll machen, dass es sie gibt. Didaktik ist dabei selber eine Kulturmaschine. Das Lehren und Lernen erzeugt wieder seine eigene Kultur. Ziel kulturosoziologischer Forschung zur Didaktik, wie sie derzeit vor allem in der qualitativen Schulforschung betrieben wird, ist es daher, zu erforschen:

„wie das kulturelle Phänomen [...] sich in soziale Kontexte einschreibt und wie dabei wiederum Kultur generiert wird“ (Hummrich & Rademacher, 2013, p. 10).

Das kann man auch mikrosoziologisch untersuchen. Mich interessiert allerdings hier erst einmal der makroskopische Blick auf Großwetterlagen wie sie in der transnationalen Bildungsökonomie untersucht werden, mit den hier jeweils bedeutenden Materialitäten. Diese Materialitäten sind im folgenden Teil des ersten Kapitels vor allem die herausragenden Dokumente, in denen sich konventionelle Kulturen manifestieren. Während Kulturen wie die Inklusion im Unterricht durch das Zugewesen neuer Dinge und Subjekte deutlich werden, wird die dahinterstehende globale Kultur, diese kulturelle Großwetterlage, die dieses alles überhaupt erst sinnvoll macht durch *Dokumente* verfestigt. Ein gutes Beispiel für solch ein Dokument ist die Salamanca Erklärung der UNESCO von 1994, das Dokument mit dem die Inklusion festgeschrieben wurde und auf das man sich in der Folge bei deren Umsetzung immer wieder berufen konnte.

Die kulturelle Doppelbindung zwischen Ding und Dokument, – dass Kultur einerseits ein Phänomen ist, das im Unterricht stattfindet und dort erst gemacht wird, dass andererseits die globale Kultur, eine didaktische Mode oder ein Trend ist, der über die Akteure und Wissenschaftler eben wie eine Wetterlage einbricht, Opportunitätsforschung ermöglicht, aber auch Deprivationsängste schürt (C. Fischer, 2015) – ist eine grundlegende Zeitdiagnostik der Gegenwart des Lehrens und Lernens.

Sicherlich kann man das Phänomen der didaktischen Großwetterlagen, das in den vergangenen zwanzig Jahren entstanden ist, auch mit anderen Begriffen beschreiben, als mit dem Kulturbegriff. Insbesondere der Begriff des Dispositivs im Sinne Foucaults oder Agambens würde sich als sozialtheoretisches Instrumentarium anbieten (Agamben, 2008; Foucault, 1978). Während Dispositive aber hinter Diskursen opak bleiben, ist mir an dieser Stelle wichtig, dass es die im folgenden beschriebenen Kulturen im didaktischen Alltag gibt und dass sie manifest und greifbar sind, darin wie Didaktiker reden, handeln, was sie für Dinge nutzen und letztlich auch wer sie als Subjekt sind. Diese didaktischen Kulturen haben, wie ich zeigen werde, im Gegensatz zu Foucaults oder Agambens Dispositiven nur eine mittlere Lebensdauer, sie sind nach ca. 10 Jahren entweder so etabliert, dass sie keine eigene Kontur neben den Strukturen von Schule und Unterricht mehr haben, oder sie sind verschwunden.

1. 2 Suche: Eine Karte der großen Kulturen

Die Struktur der großen didaktischen Kulturen wird in diesem Abschnitt mit Hilfe einer sog. „Systematic Map“ nachgezeichnet (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 45ff). So eine Systematic Map ist ein Systematic Review, das sich nur auf Suche und Kodierung beschränkt. Ein Nebeneffekt jedes Reviews ist es, dass in der Regel auch ein Bild von der gesamten Forschungsaktivität in einem bestimmten Rahmen oder zu einer bestimmten Frage entsteht, selbst wo letztlich nur eine sehr ausgewählte Synthese Ziel des Reviews ist. Manchmal, insbesondere bei explorativen Vorhaben, ist solch eine Karte des Forschungsfeldes aber auch das eigentliche Ziel der Untersuchung. In diesem Fall werden die einzelnen Schritte des Reviews gar nicht bis zur Synthese verfolgt. Wenn nur Forschungsaktivität ohne qualitative Ansprüche an Verwertbarkeit in einer Synthese untersucht wird, entfällt auch meist der Schritt, in dem Studien an Qualitätsmaßstäben gemessen werden. Die mittleren Schritte eines Reviews, das Screening der Studien und die Kodierung, werden dann aber sehr viel ausführlicher durchgeführt. Die Suche und die Ordnung der gefundenen Studien sind also in einer solchen Systematic Map zentral. Abbildung 3 zeigt die sieben Schritte einer systematischen Zusammenfassung nach Gough et al. (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 8). Ziel einer Systematic Map ist die iterative Arbeit an einem konzeptuellen Rahmen, der die Struktur der Forschung in einem Feld beschreibt, deshalb wird der Review-Prozess bei einer solchen Map nur bis zum vierten Schritt ausgeführt.

Gegenstand der Systematic Map zu den kulturellen Großwetterlagen der Didaktik waren alle Reviews, die am EPPI-Centre seit 2002 veröffentlicht wurden, es handelt sich also hier um eine Meta-Metastudie. Wenn es wirkungsmächtige kulturelle Kontexte globaler Größenordnung in der Didaktik gibt – so die Grundidee dieses Reviews –, dann bilden diese auch den Hintergrund bestimmter Policy-Entscheidungen. Am EPPI-Centre werden diese Entscheidungen ganz im Sinne des „Evidence-Based Policy and Practice“-Movements durch Forschungssynthesen gesucht, so dass sich in den dortigen Reviews ein Niederschlag globaler didaktischer Kulturen findet. Die großen didaktischen Kulturen sind somit Kontexte der Reviews. An den Reviews kann man die großen Trends und Moden der Didaktik also ablesen.

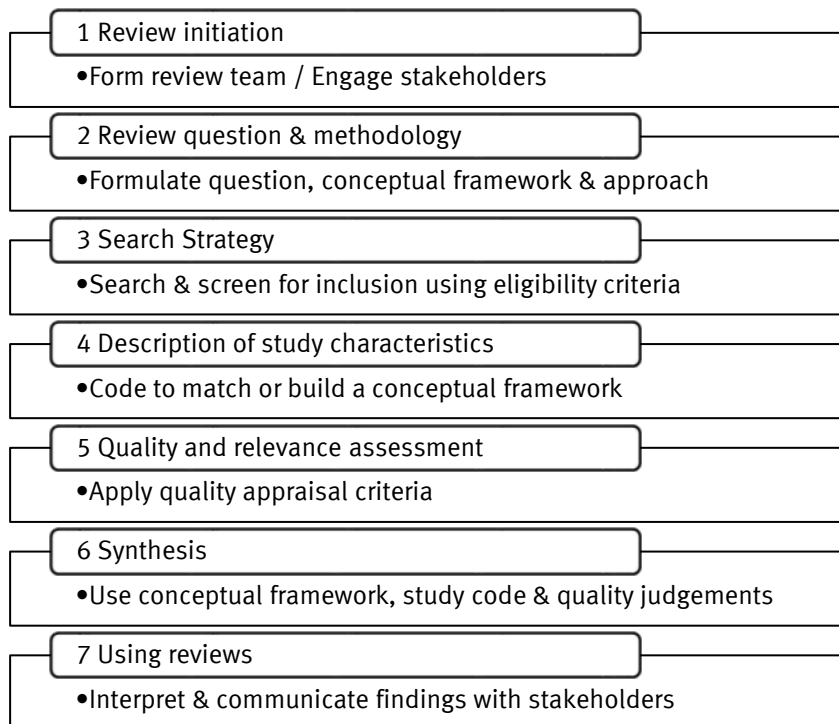


Abbildung 3: Schritte im Arbeitsprozess eines systematischen Reviews nach Gough et al. (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 8). Eigene grafische Darstellung.

Die Systematic Map in diesem Kapitel wurde von mir alleine durchgeführt, was aufgrund der vordefinierten, maschinengestützten Suche erst einmal kein Problem für die Reliabilität der Studienauswahl war. Die Objektivität der Codierung kann aber deshalb nicht über die Intersubjektivität innerhalb eines Review-Teams gesichert werden, sondern muss über die Offenlegung von Gründen für die Einteilung geschehen. So kann der Leser die Codierung im Detail nachvollziehen. Hierzu dient ein Excel-Sheet, das ich, wie bereits im Vorwort beschrieben, auf Anfrage gerne zusende. In dieser Datei ist die Suchfunktion, die Codierung mit Erläuterung des Inhalts der jeweiligen Studie und einer Begründung der jeweiligen Einteilung abgebildet. Es finden sich dort auch die einzelnen Rechnungen zu den Häufigkeitsverteilungen, die später genannt werden.

Das Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating Centre (EPPI-Centre) ist der Social Science Research Unit des Institute of Education der University of London zugeordnet und wird von einer ganzen Reihe politischer Institutionen (z.B. WHO, EU, britische Ministerien), wissenschaftlicher Organisationen (z.B. Cochrane, Danish Clearinghouse for Educational Research), aber auch privater Stiftungen (Wellcome Trust, Nuffield Foundation) finanziert (EPPI-Centre, 2015b). Das EPPI-Centre ist ein typisches Beispiel für die Koproduktion von Steuerungsentscheidungen im Bildungssystem durch Wissenschaft und Politik, wie sie das Feld von Wissenschaft und Bildung auch in Deutschland zunehmend bestimmt (vgl. Gasteiger, 2013). Während das What Works Clearinghouse am IES in Washington die Wirkungsstudien zusammenfasst, die auf Schulleiter- oder Distriktebene relevant werden, ist das EPPI-Centre wegen seiner Auftraggeberstruktur an der Evidenzbasierung größerer politischer Prozesse interessiert. Insofern ist neben den Auftraggebern der Studien das EPPI-Centre sel-

ber bei der Anfertigung policy-relevanter Reviews ein wichtiger „Stakeholder“ in Großbritannien und über Britannien hinaus (R. Phillips, 2003). „Stakeholder“ meint in diesem Sinne einerseits, dass hier ein Interesse an den Ergebnissen besteht, andererseits, dass diese Partei und ihre Perspektive für die Produktion des Reviews, in diesem Fall meiner Systematic Map hier, relevant ist (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 17ff). Stakeholder zu involvieren dient der Relativierung der „Experten“-Position des Reviewers selbst, also meiner Position – eine Grundidee von Systematic Reviews (Bastian, 1994). In der Medizin waren es vor allem die Patientenperspektiven, die so auch in den Reviews sichtbar wurden (I. Chalmers, 1995). Im Falle dieses Reviews wurde also das EPPI-Centre in Person von Mark Newman zum konzeptuellen Rahmen des Frameworks und zu der Einteilung der Studien befragt, um die Studie mit der Innenperspektive abzugleichen.

Neben diesem personalen Zugang, den mir das EPPI-Centre dank eines Workshops, an dem ich teilnehmen konnte, bot, eignen sich die Reviews dieser Institution für eine Analyse didaktischer Kulturen besonders gut, weil sie eine divergente Auftraggeberstruktur in Nähe zur Politik einer europäischen Regierung besitzt und so vermutlich besser als andere Review-Sammlungen wie z.B. die Campbell-Library die didaktischen Kulturen in ihrer Relevanz für eine tatsächliche politische Steuerung abbildet. Gleichzeitig konnte der Corpus des auszuwertenden Materials durch die Auswahl dieser einen Institution auf ein bearbeitbares Maß reduziert werden. Ich vermute aber, dass man durch eine Analyse anderer Archive mit derselben Methodik sehr ähnliche Ergebnisse finden wird. Konzeptueller Ausgangspunkt der Suche war, dass die gesuchten Kulturen globale Phänomene sind. Die britischen staatlichen Probleme wären demnach immer überstaatlicher Natur und daher auch z.B. auf Deutschland übertragbar. Am Ende der Analyse werde ich auf diese Vorannahme noch zurückkommen. Die Review-Frage im Vorfeld der Suche war also:

Welche Themenfelder sind auf Ebene einer staatlichen und überstaatlichen politischen Steuerung als gegebene Ausgangspunkte relevant, die gleichzeitig eine Wirkung auf das konkrete Lehren und Lernen im Unterricht haben können?

Der konzeptuelle Rahmen dieser Frage geht von der Annahme aus, dass im Zuge der sog. Neuen Steuerung didaktische Wissenschaft nicht mehr zwischen Wissenschaft und Praxis alleine verhandelt wird, sondern auch über Policy-Instrumente gesteuert ist (Bellmann, 2006). Dabei kann es möglicherweise Makroprozesse geben, die selbst auf Regierungs- oder überstaatlicher Ebene als gegeben angesehen werden und auf die Politik nur mehr reagieren muss – eben jene didaktischen Großwetterlagen. Bei meiner Systematic Map handelt es sich um eine Meta-Metastudie, um eine Karte von den Themen und Zugängen aller EPPI-Centre Reviews im Hinblick auf diese großen didaktischen Kulturen.

Erwartungsgemäß sollten bei meiner Systematic Map vor allem Metaanalysen zur Effektivität von bestimmten Interventionen und Zusatzprogrammen auftauchen – Welche Wirkung haben Drogenpräventionsprogramme an Schulen? Sind Interventionen zum naturwissenschaftlichen Lernen mit Hilfe von Messgeräten lernförderlich?

(Dieses Beispiel wird in Kap. 2. 3. 2 noch näher behandelt). Das sind klassische Fragen der sog. Program Evaluation, die von Review-Organisationen wie dem EPPI-Centre geklärt werden sollen. Diese Programme sind optional. Man kann sie als Schulleiter, Didaktiker und Politiker schlichtweg auch lassen. Man kann die bisherige Klassengröße beibehalten und die Messgeräte nicht kaufen. Das ist im Zweifel auch günstiger. Tatsächlich ist bei der Erstellung meiner Systematic Map aber ein anderer Typ von EPPI-Centre Reviews aufgetreten, in denen eben dieses Lassen *keine* Option ist. Diese Reviews nenne ich „Context Reviews“.

Die Grundannahme des konzeptuellen Rahmens meiner Systematic Map war also, dass es bei den gesuchten Makroprozessen, den Großwetterlagen der didaktischen Kulturen, Problemlagen gibt bei denen ein Unterlassen schwerwiegendere Konsequenzen hat als eine Intervention. Hier ist die Frage der Intervention also eine Frage nach dem „Wie“, nicht nach dem „Ob“, wie bei *normalen* EPPI-Centre Reviews. Bei diesen Reviews in einem dramatischen Kontext, den von mir sog. „Context Reviews“, ist Iain Chalmers These (I. Chalmers, 2003), dass viele Interventionen mehr schaden als nutzen, nicht gültig – in diesen Fällen ist es vor dem Hintergrund einer kulturell gegebenen krisenhaften Situation *in jedem Fall* besser zu handeln. Bei diesen What-Works Fragen ist also der Freiheitsgrad der politischen Entscheidung weiter eingeschränkt (vgl. Biesta, 2007). Während normalerweise nur effektive Programme starke Förderungsimplicationen haben, sind in diesem Fall selbst minder effektive Programme politisch erwünscht – um *überhaupt etwas* zu tun.

Explizit umfasst der konzeptuelle Rahmen meiner Systematic Map hier keine Beschleunigungsthese wie sie beispielsweise Hartmut Rosa in der deutschen Soziologie vertritt. Rosa geht davon aus, dass es gesellschaftliche Umwälzungen gibt, die so schnell prozedieren, dass Politik nicht mehr selbst agieren kann, wie bei der Rettung systemrelevanter Banken (Rosa, 2011). Vielmehr gehe ich davon aus, dass die Makroprozesse, die ich die didaktischen Großwetterlagen nenne, eher den Charakter einer Konvention haben und deshalb nicht mehr zur Debatte stehen, weil die dahinterstehenden Ziele nicht oder nicht mehr diskutiert werden (Diaz-Bone & Thévenot, 2010). Konventionen entziehen sich damit auch weitgehend einer Kritik, sie brauchen gar nicht erst gerechtfertigt werden (Boltanski & Thévenot, 2007). Der konzeptuelle Rahmen hier ist inspiriert von der Soziologie der Konventionen, einer neueren Schule der französischen Soziologie der Kritik in der Generation nach Bourdieu. Wenn Politik vor dem Hintergrund solcher Konventionen Evidenzproduktion z.B. am EPPI-Centre sucht, so geschieht dies auch vor dem Hintergrund einer „Wissensökonomie“ (Thompson, 2014), die diese Konvention auch in ihrer „Umsetzung“ für einen möglichen Diskurs schließt. So existiert nach dieser Wissensproduktion im pädagogischen Feld nicht nur das Wissen um die Existenz des kulturellen Kontexts, sondern auch um mögliche Interventionen, mit dem man die jeweilige Kultur „umsetzt“ und damit überhaupt erst als pädagogische Kultur in der Praxis erzeugt. Abbildung 4 zeigt den konzeptuellen Rahmen (Conceptual Framework) der Systematic Map der EPPI-Centre Reviews noch einmal in bildlicher Darstellung.

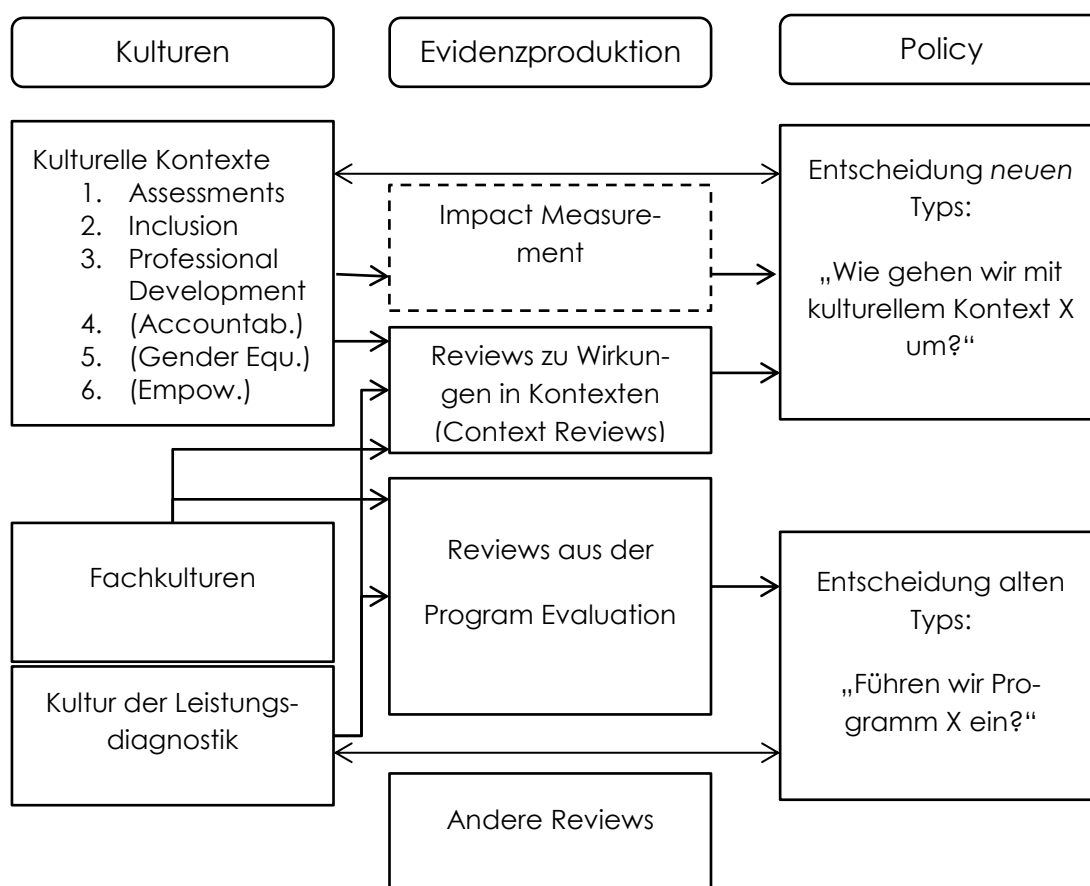


Abbildung 4: Konzeptueller Rahmen der Systematic-Map der EPPI-Centre Reviews für die Suche nach den großen didaktischen Kulturen. Im Feld oben links sind bereits die Ergebnisse aufgeführt. Drei kulturelle Kontexte konnten oft gefunden werden: Assessments, Inclusion und Professional Development. Gestrichelt: Die „Impact Measurement“ Reviews wurden erst in der Kodierung gefunden. Dieser eigene Typ wurde durch den ursprünglichen konzeptuellen Rahmen nicht erwartet, sondern nur Context Reviews und Program Evaluations. Eigene grafische Darstellung.

Seit 2002 dokumentiert das EPPI-Centre jede durchgeführte Metastudie in der sog. „Evidence Library“ in doppelter Weise; einerseits in einer thematischen Liste, andererseits in einer chronologischen Reihung sämtlicher Studien (EPPI-Centre, 2015c). In der thematischen Liste sind schon Meta-Metasynthesen durchgeführt worden, z.B. eine begrenzte Zusammenfassung von drei Reviews zu „thinking skills“ (EPPI-Centre, 2015d). Aufgrund der Fragestellung der thematischen Synthese hier, der begrenzten Zahl und Nutzbarkeit der bereits existierenden Synthesen und der bewältigbaren Zahl an Systematic Reviews durch das EPPI-Centre insgesamt, bot sich für mich eine *vollständige* Auswertung sämtlicher Literatur an, ohne auf die bedingt vorhandenen Vorarbeiten durch das EPPI-Centre selber zurückgreifen zu müssen.

1. 2. 1 Dokumentation der Suche und Kodierung

Die sonst bei Reviews übliche Suche über die relevante Hauptdatenbank (MEDLINE für Medizin, ERIC für die Sozialwissenschaften) plus einer Vielzahl anderer Ressourcen (Hammerstrøm, Wade, & Klint Jørgensen, 2010), um hinreichend viele Studien für eine „unbiased aggregation“ oder „coherent configuration“ zu finden, erübrigte sich bei

dieser Systematic Map, weil das EPPI-Centre eine vollständige und ständig aktualisierte Liste der abgeschlossenen Reviews bereits online bereitstellt. Nach Anfrage bei Mark Newman vom EPPI-Centre sind alle Studien, die eine Förderung erhalten haben, hier tatsächlich auch aufgeführt. Sog. „graue Literatur“, nicht veröffentlichte Studien, die z.B. nur auf Konferenzen präsentiert wurden, existieren am EPPI-Centre nur zu nicht finanziell geförderten Reviews (Newman, 2015). Weil insbesondere die Verschränkung mit Politik und Wirtschaft im konzeptuellen Rahmen hier interessant ist, hätte es gar keinen Sinn gemacht, diese Literatur noch zu suchen. So konnte ausschließlich mit der „Evidence Library“ gearbeitet werden.

Die am 28.08.2015 ausgelesene Liste aller 185 Reviews des EPPI-Centres wurde in den bereits erwähnten Excel-Sheet zur Weiterverarbeitung eingelesen. Die Reviews umfassen nach Selbstangabe auf der Homepage des EPPI-Centres die Gebiete „Education and social policy; Health promotion and public health, international health systems and development; participative research and policy“ (EPPI-Centre, 2015e). Dementsprechend wurde ein Suchschritt notwendig, der aus den 185 Studien zunächst diejenigen aus dem Bereich „Education“ herauslas. Ich verwendete folgende logische Suche per entsprechender Excel-Funktion in den Titeln der Reviews: *teach* OR *learn* OR *student* OR *pupil* OR *class* OR *education*. Dies führte zu 88 Treffern. Die übrigen 97 Studien wurden noch einmal manuell durchsucht. Hierbei wurde dann nicht nur der Titel, sondern auch die verlinkte Übersichtsseite zum Review ausgewertet. Diese Suche fand diskriminierend und qualitativ statt, so dass nicht nur positive Hinweise auf den Bereich „Education“ gewertet wurden, sondern auch negative aus den Bereichen „Medizin“, „Ökonomie“, „Entwicklungshilfe“, „Kriminologie“ oder „Politik“. Diese manuelle Suche ergab noch einmal weitere zehn Studien, die aber bis auf zwei im folgenden Screeningschritt wieder herausfielen; keine von ihnen war Teil der später ermittelten kulturellen Kontexte.

Abbildung 5 zeigt das sog. PRISMA Diagramm (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & The Prisma Group, 2009), das den Screening- und Coding-Prozess dokumentiert. Im Screening wurden Titel, Übersichtsseite oder – wo nötig – auch der volle Report der Studienergebnisse und der technische Report inhaltlich ausgewertet und so weitere 29 Studien ausgeschlossen, die entweder nach voller Sichtung doch den Bereichen „Medizin“, „Ökonomie“, „Entwicklungshilfe“, „Kriminologie“ oder „Politik“ zuzuordnen waren, obwohl sie in der Suche ein Schlagwort aus den Kontexten von Erziehung und Bildung aufwiesen. In diesem Screening-Prozess habe ich, ebenso wie in der späteren Codierung, immer auch Doppelzuordnungen zugelassen. Das liegt daran, dass die Studien des EPPI-Centres im Bereich „Education“ manchmal heterotop sind und neben dem Bereich „Education“ auch z.B. den medizinischen Bereich schneiden.

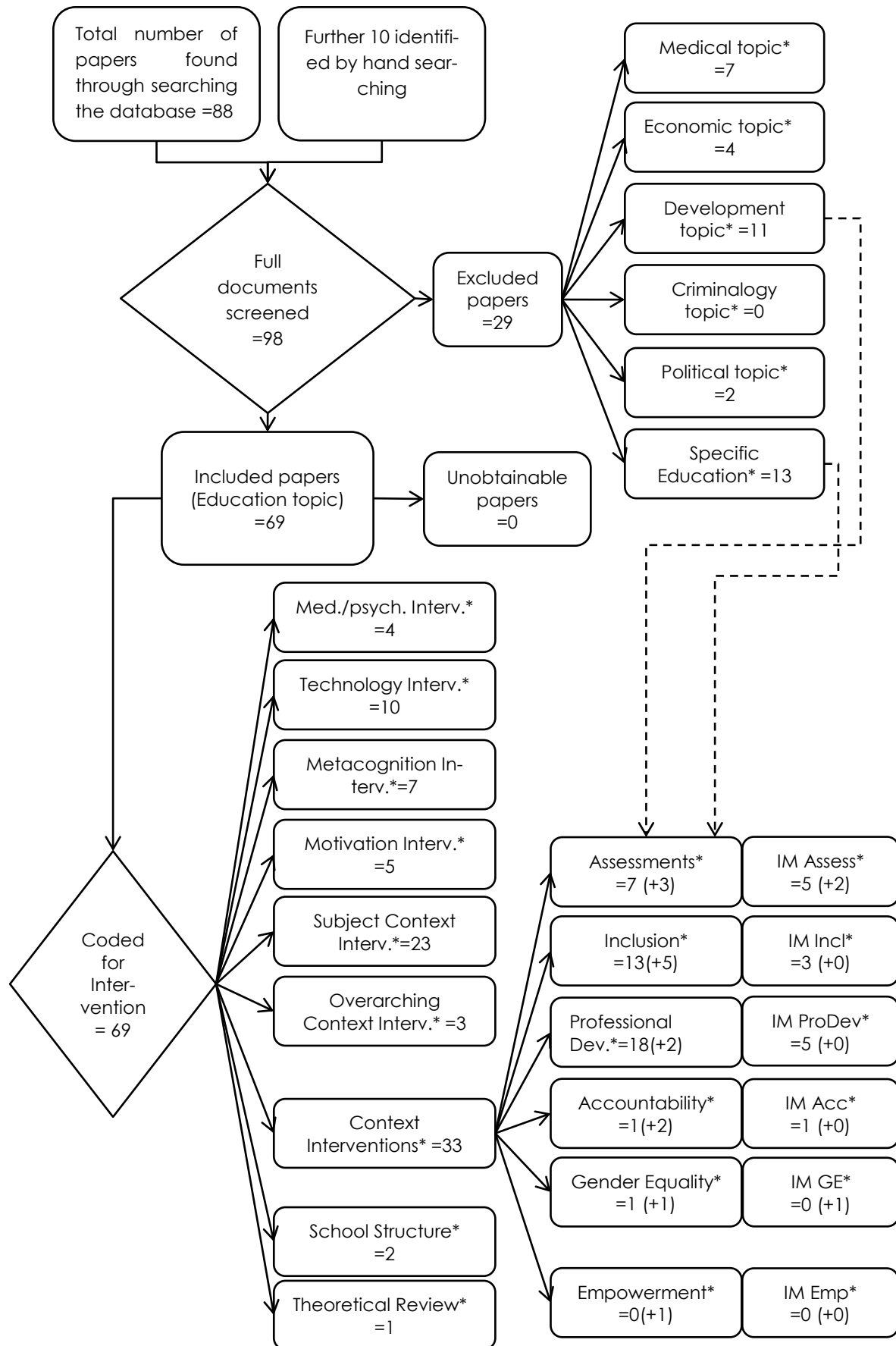


Abbildung 5: PRISMA Diagramm, zeigt den Screening- und Kodierungsprozess der EPPI-Centre Analyse. Die gestrichelte Linien und Nummern in Klammern zeigen den Nachkodierungsprozess für Kontexte in „Specific Education“ und „Development“. *= in diesen Kategorien war auch eine doppelte Zuordnung möglich, so dass die Summe der Studien pro Kategorie größer als die Anzahl der Studien im Screening/Coding insgesamt ist. IM: so viele Reviews waren in diesem Kontext Impact Measurement Reviews.

Die Studie „A scoping review of the evidence for incentive schemes to encourage positive behaviours in young people“ (Kavanagh, Trouton, Oakley, & Harden, 2005) untersuchte z.B. die Wirkung von Anreizen vor dem Hintergrund möglicher Anreizsysteme von Krankenkassen etc. für gesundheitsförderliches Verhalten (Sport, Ernährung usw.). 47% der untersuchten Einzelstudien in diesem Review beschäftigen sich aber mit Gutscheinsystemen, die an Schulen als Belohnung für bestimmtes positives Verhalten eingeführt wurden (Kavanagh et al., 2005, p. 12). In 11 ähnlichen Fällen war im Screening daher eine Doppelzuordnung nötig, weil sonst möglicherweise doch relevante Studien hätten ausgeschlossen werden müssen.

Im Bereich „Entwicklungshilfe“ waren Bildungsprogramme oft Teil von Entwicklungshilfeprogrammen. Für die Suche nach globalen didaktischen Kulturen sind diese Bereiche nicht in jedem Fall relevant, oft spielen die regionalen Gegebenheiten eine starke Rolle. Aus einem ähnlichen Grund wurden im Screening auch erst einmal diejenigen Studien ausgeschlossen, die eine „spezifische Pädagogik“ in Bereichen jenseits der Allgemeinen Pädagogik oder Schulpädagogik betrafen. Das waren in vier Fällen z.B. Reviews, die sich mit Weiterbildungsprogrammen für Jugendliche beschäftigten („Post-16 Education“ oder „16-19“). In den Fällen der „Entwicklungshilfe“ und „spezifischen Pädagogik“ hätte möglicherweise die spezielle regionale Situation bzw. Alterskohorte zur Identifizierung von didaktischen Kulturen geführt, die in Reviews mit schulpädagogischem Bezug nicht identifiziert werden können. Andererseits müssten globale Kulturen mit Einfluss auf jede Didaktik, wie die Eingangsthese sie voraussetzt, auch in diesen Bereichen Wirkungen haben. So wurde die Codierung der Kontexte später noch einmal separat für die Kategorien „Entwicklungshilfe“ und die „spezifische Pädagogik“ durchgeführt. Im PRISMA-Diagrammen sind die Ergebnisse aus diesen beiden Bereichen in Klammern angegeben (s.u. und das PRISMA-Diagramm in Abbildung 5).

Die 69 Studien, die letztlich bis in die Codierung gelangten, wurden dann nicht nach den für die Einzelstudien des EPPI-Centre üblichen Schemata kodiert (EPPI-Centre, 2015f, p. 4f), sondern nach Art der Intervention. Dem konzeptuellen Rahmen (vgl. Abbildung 4) folgend, sind die Systematic Reviews des EPPI-Centres, die in einem klassischen Sinn Bildungsprogramme evaluieren, für die Frage nach den großen globalen Kontexten nicht relevant, weil sie „Ob“-Fragen stellen – jede dort stattfindende Intervention kann auch eingestellt werden. An dieser Stelle galt es also, diesen Typ von Interventionen, der keinen Bezug zu einer didaktischen Großwetterlage hat, herauszukodieren.

Bei den Reviews, die pädagogische Programme evaluierten, konnten fünf Typen unterschieden werden. Medizinisch/psychologische Interventionen greifen vor dem Hintergrund eines diagnostizierten Zustandes des Schülers ein, der einen Einfluss auf dessen Lernen hat, zum Beispiel bei „emotional and behavioural difficulties“ (EBD)

(Evans, Harden, Thomas, & Bennefield, 2003) (insgesamt 4 Reviews). ICT Programme (Information and Communication Technology) setzen vermeintlich lernförderliche Technik ein (10 Reviews). Metakognitive Interventionen setzen bei kognitiven Lernvoraussetzungen an; ein Beispiel sind Programme zu den sog. „thinking skills“, analytischen Grundfertigkeiten (insgesamt 7 Reviews). Motivationale Programme hingegen suchen Motivation und Interesse als Lernvoraussetzung zu steigern (5 Reviews). Ein großer Teil der „Program Evaluation“-Reviews beschäftigte sich mit dem fünften Typus, fachspezifischen Interventionen, die teils auch einer bestimmten fachdidaktischen Theorie folgten. Ein Beispiel hierfür ist das Review von Lubben et al. zu STS-Programmen (siehe zu STS Kap. 3. 3. 3), mit denen naturwissenschaftliche Inhalte an alltägliche Kontexte angebunden werden (Lubben, Bennett, Hogarth, & Robinson, 2005) (insgesamt 22 Reviews). Daneben konnten auch noch solche Programme identifiziert werden, die überfachliche Lernziele verfolgten. Das sind z.B. Programme zur Citizenship Education (Deakin Crick, Coates, Taylor, & Ritchie, 2004) (3 Reviews).

Ein ganz kleiner Teil der Reviews fiel in die Kategorie „Andere Reviews“, wie sie der Conceptual Framework vorsieht; sie waren weder Programm-Evaluationen noch untersuchten sie einen gegebenen kulturellen Kontext. Das waren einerseits Fragen zur Schulstruktur, die z.B. die Größe von Schulen in ihrer Wirkung untersuchten (2 Studien), andererseits war aber auch eine Studie im untersuchten Corpus, die mit dem Review eine rein theoretische Frage zu klären sucht (vgl. die Anmerkungen hierzu im Vorwort). In diesem von Sacha Powell und Janet Tod durchgeführten Review ging es um eine mögliche Synthese der unterschiedlichen Theorien zum Lernverhalten in der Schule (Powell & Tod, 2004).

Insgesamt 33 Reviews fielen in die Kodierungskategorie „Context Reviews“. Damit ließen sich 33 der 69 untersuchten Reviews des EPPI-Centres zwischen 1996 und 2015 – gut die Hälfte – einem von fünf großen kulturellen Kontexten zuordnen: „Assessments“; „Inclusion, Heterogeneity“; „Professional Development“, „Accountability“ und „Gender Equality“. Ein sechster Kontext: „Empowerment“ kam nach der zusätzlichen Analyse der oben beschriebenen Literatur aus der Entwicklungshilfe hinzu. Nur die ersten drei Kontexte: Assessments, Inclusion und Professional Development sind hinreichend oft gefunden worden, so dass nur diese drei als Ergebnisse der Suche nach den kulturellen Großwetterlagen der Didaktik gelten können. Bemerkenswert ist, dass diese Kontexte und auch die in ihnen verwendeten Abkürzungen wie SEN, NQT, CPD (s.u.) selber zu Schlagwörtern sowohl in den Reviews, ihren Suchkriterien und den zugrunde liegenden Einzelstudien geworden sind. Die Sprache der Wissenschaftler und Reviewer hat sich an die eigenen Begrifflichkeiten in der jeweiligen didaktischen Kultur angepasst. Die sechs kulturellen Kontexte wurden jeweils durch inhaltliche Analyse des vollen bzw. technischen Reports der Reviews gefunden. Die entsprechenden Reviews wiesen alle zumindest ein rudimentäres Rational auf, um ihren jeweiligen Kontext aufzuschlüsseln. Dieser Kontext ist immer durch eine unbestreitbare Konvention gerechtfertigt. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Rational des Reviews von Bakhshi et al. zur Effektivität von didaktischen Programmen zur Förderung von Menschen mit

Behinderung und der Kosten-Effizienz dieser Programme. Bakshi et al. stellen hier ganz wie im konzeptuellen Rahmen meiner Systematic Map erwartet, die Inklusion als durch UN- und UNESCO-Konventionen gegebenen Kontext dar, auf den man nun reagieren müsse:

“Since the Salamanca Conference (1994); the entry into force of the UNCRDP 2008 and the UNESCO Education For All (EFA) framework that has been prominent since 2000, issues of accessibility to education have been brought into sharp focus” (Bakshi, Kett, & Oliver, 2013, p. 9, ohne die Verweise in Klammern im Original)

Weniger erwartungsgemäß war allerdings, dass sich in der Kodierung neben den Context-Reviews und den klassischen Programm-Evaluationen ein dritter Review-Typus auftat, das von mir so genannte „Impact Measurement Review“.

1. 2. 2 Die Existenz von Impact Measurement Reviews als Nachweis für die Existenz großer didaktischer Kulturen

Von den 33 gefundenen Reviews in kulturellen Kontexten beschäftigten sich nur 19 wie durch den konzeptuellen Rahmen erwartet mit Programmen, die auf die Herausforderungen des jeweiligen kulturellen Kontextes reagieren. Diese 19 Reviews evaluieren z.B. Programme, die die Inklusion auf verschiedene Arten umsetzten oder diskutieren verschiedene Ansätze der Professionalisierung von Teacher Assistants (TA). 14 Reviews waren allerdings ein völlig differenter Typ von Review und auch keine „Program Evaluations“ im Sinne von Donald T. Campbell (D. T. Campbell, 1991). Ich bezeichne diesen anderen Typus als „Impact Measurement“. Impact Measurement Reviews gehen von einem „Einschlag“ einer bestimmten didaktischen Kultur in das Bildungssystem aus. Hier ist die jeweilige Kultur wie in den übrigen Context Reviews auch Kontext, d.h. sie ist gegeben. In den Impact Measurement Reviews wird allerdings gar nicht untersucht, mit welchen Zusatzprogrammen man z.B. Inklusion verbessern oder die professionelle Entwicklung von Teacher Assistants fördern kann. Stattdessen geht es darum, den *Einschlag* des Kontextes in das Bildungssystem in seinen Wirkungen – bevor man an Reaktionen und Maßnahmen überhaupt denken kann – nachvollziehbar zu machen. Impact Measurement Reviews sind also nur so etwas wie eine Black-Box nach einem Flugzeugabsturz – man möchte verstehen, was überhaupt passiert ist, als man z.B. Inklusion oder die großen Vergleichsstudien eingeführt hat.

Auch im Falle dieser Impact Measurement Reviews steht die didaktische Kultur selbst nicht zur Debatte, man kann sie nicht lassen („Sollen wir die Inklusion einführen oder nicht?“), die didaktischen Kulturen sind bereits etabliert. Die in den Reviews beantwortbare Frage ist hier lediglich, welche Wirkungen der „Impact“ der neuen didaktischen Kultur hatte (etwa: „Welche Auswirkungen hat klassenweite Inklusion auf die Lernleistung der Schüler?“). Man kann sich das tatsächlich so vorstellen wie bei einer Wetterveränderung, man kann nicht mehr entscheiden, ob sie stattfinden soll oder nicht, man kann aber zumindest messen, wieviel Grad es kälter geworden ist. Die in einem quasi-experimentellen Setting nötige Unterscheidung, die einen Vorher- von

einem Nachher-Zustand trennt, ist in diesem Fall der Einschlag des Kontextes selber und gar nicht – wie in den anderen 19 Fällen – ein pädagogisches Programm, das auf diesen Einschlag erst noch reagiert. Beispiele für solche Impact Measurement-Titel sind:

“A systematic review of the impact of summative assessment and tests on students' motivation for learning” (Harlen & Deakin Crick, 2002),

“The impact of population inclusivity in schools on student outcomes” (Kalambouka, Farrell, Dyson, & Kaplan, 2005),

“The impact of paid adult support on the participation and learning of pupils in mainstream schools” (Howes, Farrell, Kaplan, & Moss, 2003).

Wie der Leser an den Titeln merkt, habe ich mir den Begriff „Impact Measurement Review“ für diesen Typus nicht ausgedacht, die Reviewer des EPPI-Centre selber verwenden zumindest den Begriff des „Impacts“ selber.

Mark Newmans Kommentierung der Ergebnisse meiner Systematic Map zu Folge ist der Grund für die Vielzahl an Impact Measurement Reviews möglicherweise das Wesen der Reformen in den Bildungssystemen generell, die nicht der Logik von experimentellen Studien und ihren Metaanalysen folgen, sondern in Trends und Moden stattfinden und schlagartig umgesetzt werden, ohne dass vorher schon die Wirkung jeweils klar ist. Im Hinblick auf diesen Typus von Reviews ist es auch eigentlich nicht richtig von Evidenzbasierung des Bildungssystems oder von evidenzbasierten Reformen zu reden – stattdessen wird die Evidenz hier erst nachgeliefert.

Das Vorhandensein eines eigenen Review-Typs (Impact-Measurement) für die gesuchten Kontexte unterstreicht noch einmal ihre Bedeutung für die Didaktik und ist ein gutes Indiz dafür, dass die gefundenen Kontexte für evidenzbasierte politische Steuerung und Praxis als bedeutend angesehen werden und tatsächlich Megathemen der Didaktik darstellen. Zur Ausmessung des Einschlags einer unbedeutenden didaktischen Kultur ins Bildungssystem wären kaum wiederholt Forschungsgelder in staatlicher Förderung ausgegeben worden. Umso wichtiger ist es heute für jeden Didaktiker, diese didaktischen Kulturen zu verstehen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der inhaltlichen Analyse der einzelnen Reviews die einzelnen didaktischen Kontexte betreffend deshalb kurz beschrieben. Hierbei verweise ich jeweils beispielhaft auf die Rechtfertigung dieser Hintergründe in Konventionen. Diese Konventionen und auch die jeweiligen didaktischen Kontexte werden für den Leser dann in der historischen Analyse in Kap 1.3 noch plastischer, so dass der folgende Teil nur einen ersten Einblick bietet, der sich direkt aus der Inhaltsanalyse der EPPI-Centre Reviews ergibt.

1. 2. 3 Inhaltsanalyse der Impact-Measurement Reviews nach ihren jeweiligen didaktischen Kontexten

Assessment-Kontext. Beim Assessment-Kontext gab es in der Kodierung insofern eine Besonderheit, weil verschiedene Dinge unter den Begriff „Assessment“ fallen. Dies

kann Large Scale Assessments meinen, die großen Surveys zur Leistungsdiagnostik wie z.B. PISA oder TIMSS, aber auch formale oder summative Assessments auf Klassenebene. Bei den Large Scale Assessments ist schnell deutlich, dass auch sie einen kulturellen Kontext bilden, der politisches Handeln erfordert und größer ist als einzelne staatliche Entscheidungen. Dies ist in staatlichen Dokumenten manifest, wie zum Beispiel im Review von Husbands et al für Großbritannien geschildert:

“As a result of the Every Child Matters (ECM) policy initiative, the Government of England has been seeking to develop measures of children's outcomes which go beyond relatively narrow measures and encompass wider outcomes.” (Husbands, Shreeve, & Jones, 2008, p. 9)

Ein wichtiger Review-Gegenstand zu formalen Assessments im Klassenzimmer hingegen ist ihr Charakter als lernwirksame Intervention, wie es ein früheres „Critical Review“ von Black und William (Black & William, 1998) schon annahm (Sebba et al., 2008). So hätte man formale Assessments auch unter die Kategorie der Program-Evaluations fassen können und nur die Kultur der Large Scale Assessments als spezifischen weltweiten kulturellen Rahmen begreifen können. Insgesamt macht es aber wohl eher Sinn von einer umfassenden Kultur der Assessments zu reden, die sowohl Large Scale Assessments als auch Formative Assessments umfasst und das Lehren und Lernen sowohl auf Ebene der Politik als auch auf Ebene der Klassenzimmer verändert.

Inclusion-Kontext. Der Kontext der Inklusion ist dadurch gekennzeichnet, dass Schüler mit „Special Educational Needs“ (SEN) in Mainstream-Klassen unterrichtet werden. Dieser Begriff ist nicht zuletzt eben durch solche Dokumente, die Konventionen festhalten, aufgeweicht worden, wie Sheehy und Rix es für Großbritannien schildern:

“Recent government documents have allowed the term inclusion to embrace segregated provision as part of a drive for wider social inclusion adding to the confusion and contradictions that already existed. Inclusion has been more typically linked to sociological and organisational paradigms in which schools restructure their ways of working to overcome inequitable practices and organisational deficiencies.” (Sheehy & Rix, 2009, p. 6 ohne Verweise im Original)

So ist es sinnvoll, die Begriffe der Inklusion, Heterogenität, individuellen Förderung usw. unter einem kulturellen Kontext zu begreifen, in dem letztlich jedem Schüler in Mainstream-Klassen ein „Special Educational Need“ (SEN) (Rix, Hall, Nind, Sheehy, & Warmouth, 2006) zugesprochen wird.

Professional Development-Kontext. Ein dritter kultureller Kontext ist das aufkommende Professionalisierungsproblem von Lehrpersonal. Das betrifft über Programme der „Continuous Professional Development“ (CPD) und der „Newly Qualified Teacher Induction Programmes“ (NQT) junge Lehrer zu Beginn ihrer Berufsphase, die trotz vollständiger Berufsausbildung weiter an ihrer Professionalisierung arbeiten sollen. Das ist keineswegs selbstverständlich, sondern ebenfalls durch Konventionen geregelt, die

gleichzeitig das „Professional Development“ einführen und die Rechtfertigung für die Produktion von Evidenz in den Metastudien ist:

“The rationale for this exercise was derived from the need to assess the research of the induction of NQT, associated programmes and mentoring support in the light of the statutory arrangements for the induction of NQT in May 1999.” (Totterdell et al., 2008)

Der Kontext der Professionalisierung betrifft auch die sog. Teaching Assistants (TAs), nicht-ausgebildetes Personal, das zusätzlich zu regulären Lehrern in britischen Schulen eingesetzt wird. Auch wenn die TAs ein spezifischritisches Thema sind, so ist insgesamt doch die Professionalisierung von Lehrpersonal ein globales Thema. Ein Indiz hierfür, das sich bereits in den EPPI-Centre Kondierungen findet, ist das zusätzliche Auftreten dieses Kontextes im Bereich der Entwicklungshilfe. Zwei der Reviews thematisierten Professionalisierungsdefizite als Entwicklungshemmnis.

Accountability, Gender-Equality, Empowerment. Diese drei Kontexte sind deutlich weniger häufig aufgetreten, so dass man sie insgesamt nicht als gesättigte Forschungskonzepte annehmen kann (Gough, Oliver, et al., 2012, p. 109). Sie sind hier mehr oder minder ein interessantes Nebenergebnis der Suche, weil durch sie deutlich wird, wie didaktische Kulturen entstehen und untergehen und welche Halbwertszeit solche Kulturen besitzen. Daher will ich auch hier die Ergebnisse der Inhaltsanalyse dem Leser kurz darstellen.

Accountability ist die Idee, Akteure im erziehungswissenschaftlichen Feld, (Distrikte, Schulleiter, Lehrer) für Lernerfolge der Schüler verantwortlich zu halten. Der Kontext der „Accountability“ ist seit den 00er Jahren stark mit dem Assessment-Kontext verwoben, allerdings ist ein Ergebnis des Reviews von Husbands et al, dass in sog. „high-performing“ Bildungssystemen Assessment-Daten nicht in jedem Fall erhoben werden, um damit Verantwortungsstrukturen zu schaffen, sondern auch etwa als individueller Anreiz für Lerner oder als Hilfe für die Makrostrukturierung des gesamten Bildungssystems auf nationaler Ebene (Husbands et al., 2008, p. 6). So ist auch heute noch Accountability und Assessments nicht dieselbe didaktische Kultur. Die Kultur des Accountability ist mittlerweile zwar weitgehend aufgelöst in den Assessments, ich habe mich dennoch dazu entschieden diesen Kontext nicht nur hier kurz zu beschreiben, sondern wegen seiner großen historischen Bedeutung auch in Kapitel 1. 3. 1 bei der Analyse darzustellen. Accountability selber ist aber kein Kontext der hinreichend oft in den Reviews des EPPI-Centre gefunden wurde und kann daher zumindest heute nicht mehr als große didaktische Kultur gelten.

Der kulturelle Kontext zur Geschlechtergerechtigkeit (Gender Equality) findet sich insgesamt nur in zwei Reviews des EPPI-Centre. Als ein Ergebnis der Systematic Map hier, mag man auch festhalten, dass Geschlechtergerechtigkeit heute als Thema evidenzbasierter Pädagogik nur am Rande behandelt wird. Das geschieht wohl, obwohl die strukturellen Probleme, die in der Genderdebatte behandelt werden, auch heute nicht gelöst sind, wie Francis und Skelton es in ihrem Review in 2002 bereits konstatierten:

“Despite the recent educational success of girls and women's increased representation in the workplace, gender continues to influence our behaviour, choices and life outcomes. Gender roles in the family remain largely unchanged and the most powerful jobs continue to be overwhelmingly dominated by men. Within education, male and female pupils continue to construct their gender identities differently” (Francis, Skelton, & Archer, 2002, p. 4)

Vor allem der konkurrierende Kontext der Inklusion, Heterogenität und individuellen Förderung mag dazu beigetragen haben, dass das Lehren und Lernen heute nicht mehr primär vor der Differenz von Geschlechtern wahrgenommen wird, sondern eher vor einer Diversität der gesamten Population (vgl. Kalambouka et al., 2005). Insofern ist Gender-Equality spätestens seit Mitte der 00er Jahre im Inklusionskontext aufgegangen.

Der hauptsächlich in der Entwicklungshilfe verwendete Terminus des „Empowerment“ ist – wie die anderen Kontextbezeichnungen auch – nur schwer begrifflich fassbar:

“Often, the term is undefined, or is employed with multiple meanings. Underlying this confusion are the complexity, multiple meanings of and theoretical debates about the word power.” (Westhorp et al., 2014, p. 14)

In der Regel hat Empowerment zum Ziel, Individuen oder Gruppen die Möglichkeit zu geben, politische Entscheidungen, die ihr Leben betreffen, auch selbst beeinflussen zu können. Insofern ist damit auch ein funktionales Ziel des aufklärerischen Bildungs-ideals gemeint; mit Kant gesprochen: Mündigkeit. Beim Empowerment geht es jedoch noch viel mehr darum, strukturelle Defizite zu beseitigen, die politische Beteiligung vorab schon verhindern. Ein solches strukturelles Problem in Entwicklungsländern ist z.B., dass oftmals die Existenzsicherung die gesamte Zeit in Anspruch nimmt und so z.B. vorhandene Bildungsangebote gar nicht erst genutzt werden (Westhorp et al., 2014, p. 14). Weltweit wird möglicherweise diesem Kontext noch zu wenig Beachtung geschenkt. In vielen Ländern der Welt ist er meines Erachtens didaktisch höchst relevant. Es ist sehr fraglich, warum er nur ein Thema für die Entwicklungshilfe ist. Zu den großen didaktischen Kulturen, auf deren Grundlage am EPPI-Centre Reviews erstellt werden, kann Empowerment derzeit nicht zählen. Vielleicht wird dieser Kontext in der Zukunft relevant.

Insgesamt sind die kulturellen Kontexte, wie die Analyse hier zeigte, stark ineinander verwoben; 8 der 33 Reviews zu kulturellen Kontexten haben Bezüge zu zwei Kontexten aufgemacht. Insbesondere gibt es auch multiple Intersektionen zwischen den drei großen Kontexten. Erwähnenswert ist vielleicht noch, dass ein bestimmter Kontext nicht gefunden wurde, obwohl er konzeptuell im Vorfeld von mir durchaus erwartet wurde. Die Nutzung von Technik hat keinen eigenen kulturellen Kontext gebildet, auch wenn in einigen älteren Reviews noch die Idee eines großen kulturellen Wandels hin zur Nutzung neuer Technologien in den Klassenzimmern auftritt. In den untersuchten Reviews wurden ICT-Programme („Information and Communication Technology“) zu einem ganz großen Teil aber nur als eine unter anderen möglichen

Interventionen behandelt. Wenn sie für das Lernen aber nicht effektiv sein sollten, so die Argumentation in den jeweiligen Review-Aufrissen, könnten sie auch wieder gelassen werden. Das entsprach dann nicht der Definition eines Context-Reviews nach dem konzeptuellen Rahmen meiner Systematic Map. ICT ist daher auch keine Kultur, die in das Bildungssystem einschlägt, es gibt in diesem Sinne keine technische Revolution in den Klassenzimmern, bei der sich Politiker und Wissenschaftler Sorgen um die Effekte machen. Stattdessen ist Technik eingebunden in andere Kulturen der Didaktik. Im Review von Harlen und Deakin Crick wird Technologie z.B. als ein Mittel zur Durchführung effektiverer Assessments diskutiert (Harlen & Deakin Crick, 2003). Bei diesem Medien-Technologie-Kontext gehe ich insgesamt davon aus, dass er sich analog der Entwicklung der sog. Medienpädagogik mittlerweile normalisiert hat – heutzutage macht es keinen Sinn diese Technologien noch als etwas „Neues“ zu begreifen, vielmehr ist ICT ganz ähnlich wie die Geschlechterdebatte ein didaktischer Kontext der 90er Jahre und heute in den anderen Kontexten aufgehoben.

1. 2. 4 Ergebnis der Suche und Ordnung

Es gibt große kulturelle Kontexte in der Didaktik, die stark die Produktion von Evidenz zur Steuerung des Bildungssystems beeinflussen. Wenn am EPPI-Centre in den vergangenen 20 Jahren Forschung betrieben wurde, um Evidenz zur Steuerung des Bildungssystems zu erhalten, dann geschah das in einem Drittel der Fälle vor dem Hintergrund einer großen didaktischen Kultur (33 von 69 relevanten Studien). In 14 dieser Reviews wurde kein didaktisches Programm untersucht, das eine Intervention zur Inklusion, ein Assessment oder ein Ausbildungsprogramm zur Professionsentwicklung auf ihre Effekte hin zusammenfasst, sondern der „Einschlag“ eines Kontextes selber, also z.B. die Wirkung der Inklusion auf das Bildungssystem. Slavins Ende pädagogischer Trends (siehe den Beginn von Kap. 1) ist damit also noch lange nicht erreicht. Die großen didaktischen Kulturen erzeugen sich in einem Wechselspiel zwischen Evidenzproduktion in der Wissenschaft und politischer Steuerung selber. Warum ein Trend zu Ende geht und sich in anderen auflöst (z.B. Gender Equality) und warum ein anderer es nicht auf die globale Bühne schafft (z.B. Empowerment) wird in dieser Interdependenz ausgehandelt. Aktuell existieren drei große didaktische Kulturen: Assessments, Inclusion und Professional Development. Wegen ihrer Verbindung zu der Assessment-Kultur ist zusätzlich die Accountability-Kultur von historischer Bedeutung, auch wenn sie kein kommendes Mega-Thema von Erziehung und Bildung mehr darstellt. In der Praxis ist die Accountability-Kultur gerade in Deutschland noch recht neu und relevant, weil die Entwicklung hier der historischen Entwicklung in den USA hinterherhinkt. So sind zum Beispiel die Bögen der Qualitätsanalyse, der externen Evaluation von Schulen in Nordrhein-Westfalen, nach den Maßstäben der Accountability-Kultur gestaltet. Sie bewerten Unterrichtsqualität noch nach vermeintlich lernwirksamen Unterrichtsprozessen und nicht nach den Effekten auf die Lernstände. Insbesondere für den deutschen Didaktiker ist es daher hilfreich, diese Kultur genau wie die anderen drei relevanten auch historisch zu verstehen, um sie in ihrer Tragweite einschätzen zu können. Anders als in den USA geschehen Accountability und Assessments in Deutschland gleichzeitig und nicht hintereinander. Im folgenden dritten Teil

des ersten Kapitels werden die vier Kulturen Accountability, Assessments, Inklusion und Professional Development unabhängig von den EPPI-Centre Reviews historisch anhand ihrer Kerndokumente analysiert.

1. 3 Analyse: Die großen Kulturen als Herausforderung

Diese historische Analyse der zentralen Konventionen der jeweiligen Kulturen wird zeigen, dass jede der drei großen aktuellen Kulturen – Assessments (mit ihrem Vorläufer im Accountability-Movement), Inklusion und Professional Development – eine explizite Wissenschaft der Didaktik in Frage stellt. Jede dieser Kulturen enthält eine Möglichkeit das Lehren und Lernen nach ihrer eigenen Funktionslogik zu strukturieren, so dass ein explizites wissenschaftliches Wissen über Didaktik – zumindest auf den ersten Blick – *gar nicht mehr* gebraucht wird. Diese Strukturen erzeugen auch Didaktik, aber ohne dass sie den Lehrenden ein wissenschaftliches Wissen um das Lehren und Lernen noch explizit bereitstellen. Sie wirken auf andere, indirekte Art und Weise, nämlich durch Feedbacks von Lernständen (Assessments), durch Selbststeuerung von hochgradig individuellen Lernprozessen (Inklusion) und durch ein Lernen des Lehrens durch ausgedehnte Praxisphasen (Professional Development). Vorab bereits zusammengefasst bringen die didaktischen Kulturen folgende Problematiken für eine explizite Didaktik mit sich:

Accountability und Assessments: Ein wissenschaftliches didaktisches Wissen in großem Stil ist erst da nötig, wo es ein organisches Vertrauen in Lehrer nicht mehr gibt, sondern Lehrer "accountable" (verantwortlich) gehalten werden für ihr Handeln im Unterricht. Heute wird aber das Bildungssystem in den USA und Deutschland nicht mehr über ein explizites Lehrerwissen um lernförderliche Unterrichtsprozesse gesteuert wie in den 80er Jahren, sondern zunehmend über die Rückmeldung der Ergebnisse großer Leistungstests. Damit ist ein Accountability-System geschaffen, das nicht mehr das Wissen der Lehrer über das Lehren und Lernen kontrolliert, sondern ihren Effekt auf die Veränderung von Testwerten zurückmeldet, z.B. über die sog. Value-Added Analysen. Verantwortung und Steuerung gehen damit an der Didaktik als Wissenschaft von lernförderlichen Unterrichtsprozessen vorbei. Im Gegensatz zu den 80er Jahren brauchen Lehrer nicht mehr zwingend ein Wissen um Didaktik, um ihr Lehren *verantworten* zu können. Gute Test-Scores ihrer Schüler sprechen für das didaktische Wissen des Lehrers.

Inklusion: Mit der Etablierung einer sog. neuen Lernkultur seit den 90er Jahren und dem Aufkommen der ineinander verwobenen Diskurse um Inklusion, Heterogenität und individuelle Förderung sind Lernprozesse zunehmend individualisiert, so dass – anders als in der Leistungsmessung in den Assessments, die für alle gleich sind – unterschiedliche Potentiale unterschiedlich gefördert werden sollen mit wiederum unterschiedlichen Ergebnissen, die sich einer einheitlichen Messung entziehen. Das führt auch wissenschaftliches Wissen um Didaktik als Massenrezept, als One-Size-Fits-All-Anleitung zu gutem Unterricht ad absurdum.

Professional Development: In Analysen des Lehrerwissens ist dasjenige Wissen der Lehrer stärker in den Fokus gerückt, das sich erst in der beruflichen Praxis entwickelt. Professionsforschung modelliert dieses vor allem fachbezogene Wissen der Lehrer und legt es in der Lehrerbildung auch auf die universitären, theoretischen Teile um. Dieses praktische Wissen ist aber nur sehr bedingt in allgemeine Modelle jeden Lehrens und Lernens zu münzen, weil es kaum generalisiert werden kann. Das macht Didaktik vor allem als überfachliche Modellierung des Lehrens und Lernens ohne Inhalte nutzlos.

Im Folgenden werden die Kulturen Assessments (mit dem Vorläufer Accountability), Inclusion und Professionsentwicklung anhand zentraler Dokumente und der wissenschaftlich-politischen Bewegungen, die sie ausgelöst haben, erläutert. Abschließend möchte ich dann auf die Frage zurückkommen, wofür vor dem Hintergrund dieser großen didaktischen Kulturen *überhaupt noch* ein wissenschaftliches Wissen um Didaktik notwendig ist. In den folgenden Abschnitten wird auch en passant deutlich werden, warum diese Kulturen nicht das Ende von Didaktik, sondern selbst didaktisch sind, warum sie überhaupt als „Kulturen“ gefasst werden können und worin sie sich voneinander unterscheiden.

1. 3. 1 Accountability: Kontraktuales Vertrauen und das Wissen um Unterrichtsprozesse

Die Accountability-Kultur begann in den Vereinigten Staaten mit dem sog. „Standards-Based School Accountability Movement“, dessen Startschuss der Government Report der Reagan Regierung „A Nation at Risk“ in 1983 war (M. R. West & Petersen, 2003). Schon in diesem Report heisst es in Empfehlung D2:

„Salary, promotion, tenure, and retention decisions should be tied to an effective evaluation system that includes peer review so that superior teachers can be rewarded, average ones encouraged, and poor ones either improved or terminated“ (The National Commission on Excellence in Education, 1983).

Spätestens seit den Reformen der Reagan-Ära existieren im amerikanischen Bildungssystem Evaluationssysteme, die den einzelnen Lehrer verantwortlich („accountable“) für die Lernleistung der Schüler halten. Gefordert wurden diese Evaluationssysteme aber von einer breiten sozialen Bewegung, einem „Movement“ über Parteigrenzen hinweg, an dem auch viele Lehrer selbst beteiligt waren. Mit der Verantwortung für die Schülerleistung ging ein Wandel in der Art des Vertrauens einher, dass den Lehrenden entgegengebracht wurde: Von organischem Vertrauen zu kontraktuellem Vertrauen (Dworkin & Tobe, 2014, p. 214). Organisches Vertrauen ist dabei ein direktes Vertrauen in die moralische Autorität einer Institution, z.B. in die Autorität einer Schule, eines Bildungssystems oder des Lehramtes überhaupt (Bryk & Schneider, 2002, p. 16). Seit dem „Standards-Based School Accountability Movement“ jedoch ist die Form des Vertrauens kontraktual, sie geht einher mit expliziten Leistungen, Produkten und Dienstleistungen für deren Bereitstellung der Vertragspartner verantwortlich gemacht werden kann (Bryk & Schneider, 2002, p. 17). Organisches Vertrauen ist dabei

eher implizit, kontraktuales Vertrauen hingegen explizit. Organisches Vertrauen ist unmittelbar da, während kontraktuales Vertrauen erzeugt werden kann und muss. Das Fehlen des Vertrauens ist überhaupt erst mit kontraktuellem Vertrauen ein Problem – dem aber auch erst seitdem mit Transparenz *didaktischen Wissens* begegnet werden kann. Insofern ist ein Bildungssystem, das auf kontraktuales Vertrauen baut, die Grundlage dafür, dass Lehrer und diejenigen, die sie kontrollieren, überhaupt ein wissenschaftlich gesichertes, geteiltes Wissen über Didaktik *benötigen*. Vorher dienten eher pädagogische Haltungen und Persönlichkeiten dazu, über Charisma und Engagement organisches Vertrauen zu erzeugen.

Die Installation des kontraktualen Vertrauens im amerikanischen Bildungssystem war ein schrittweiser Prozess, der mit dem „No Child Left Behind Act“ (NCLB) in 2001 seinen Abschluss findet (M. R. West & Petersen, 2003). Mit diesem Gesetz der Bush-Regierung wurden die staatenweiten Assessments zur Kontrolle der Leistung von Schulen und Distrikten eingesetzt, womit die Accountability-Kultur dann aber auch schon in der Assessment-Kultur aufging und damit als eigener und unabhängiger Sinn- und Bedeutungshorizont verschwand und keine eigene didaktische Kultur mehr ausmachte.

Im deutschen Bildungssystem gibt es erst dann – zu Beginn der 00er Jahren – ein Dokument, das den Wechsel von organischem zu kontraktuellem Vertrauen im Bildungssystem markiert. Es ist die sog. „Bremer Erklärung“ von 2000, die tatsächlich eher den Charakter eines Vertrages zwischen dem Präsidenten der Kultusministerkonferenz und der Vorsitzenden der Bildungs- und Lehrergewerkschaften hat. Sie erklären hierin ihre...

„gemeinsame Verantwortung für die Erfüllung der Aufgaben von Lehrerinnen und Lehrern heute, für die gesellschaftliche Würdigung und Achtung des Berufsstandes, ihrer pädagogischen Arbeit und die Sicherung angemessener Rahmenbedingungen.“ (KMK, 2000, p. 2)

Spätestens in den 00er Jahren kann man davon ausgehen, dass sich eine kontraktuale Vertrauenskultur in den Bildungssystemen vieler Länder des atlantisch-pazifischen Kulturkreises etabliert hat. Das ist dann aber auch schon die Zeit als die Accountability-Kultur in ihrer ursprünglichen Version bereits überholt ist und sich neue Formen von Verantwortlichkeit etablieren, die über die großen Assessments funktionieren (s.u.).

Im angloamerikanischen Raum ist das kontraktuale Vertrauen und die „Erosion des Vertrauens“ (dieser Begriff stammt von Bellmann & Weiß, 2009, p. 297) im Sinne einer Erosion des organischen Vertrauens seit dem „Standards-Based School Accountability Movement“ auch ein Thema der soziologischen Debatte:

„Ironically, the basis for contractual trust is distrust of the individual. This distrust demands accountability but also redefines relationships in schools“ (Dworkin & Tobe, 2014, p. 122).

Troman beschrieb bereits 2000 in einer qualitativen Studie über Primary-School-Lehrer in England den empfundenen Stress durch Accountability-Systeme (Troman, 2000). In einer quantitativen Longitudinalstudie kamen Dworkin und Tobe zu dem sehr ähnlichen Ergebnis, dass Lehrer in Houston zu der Zeit eher von Entfremdung berichteten und Burnouts erlitten als ein neues Accountability-System in Texas etabliert wurde (Dworkin & Tobe, 2014). Die Folgen kontraktualen Vertrauens werden in diesen Studien vor allem als negative persönliche Effekte auf die Lehrenden beschrieben. Andererseits kann aber selbst kontraktuales Vertrauen als soziales, interpersonales Vertrauen auch positive Wirkungen haben (Morrone, Tontoranelli, & Ranuzzi, 2014). Einige Chicagoer Schulen entschieden sich im „Chicago School Reform Act“ von 1988 z.B. für ein Programm zur Einbindung des näheren sozialen Umfelds in die Schulkultur und sicherten so ein kontraktuales Vertrauen durch soziale Einbindung. Die Schulen Chicagos waren Ende der 80er Jahre nach Einschätzung des damaligen U.S. Secretary of Education William Bennett „worst in America“ (Mirel, 1993, p. 399). Im Chicagoer Programm wurden sog. „Local School Councils“ gegründet, ein Rat aus Schulleitern, Lehrern, Eltern und Schülern. Das geschah an 400 Schulen für die auch Längsschnittdaten der Schülerleistungen vorliegen. Bryk und Schneider stellten mit einer Kombination aus Interviews und den Daten von zwölf Schulen Anfang der 00er Jahre fest, dass sich hieraus ganz unterschiedliche Vertrauenskulturen herausgebildet hatten, dass aber relationales kontraktuales Vertrauen im Schulsystem signifikant mit den Leistungswerten der Schüler korrelierte (Bryk & Schneider, 2002) und von den Beteiligten als produktiv und förderlich beschrieben wird.

Die Definition von Vertrauen, die heute bei den soziologischen Forschungen zum Lehrerberuf in den USA verwendet wird, geht auf die Philosophin Annette Baier zurück (Baier, 1986) und definiert Vertrauen in der Kurzfassung bei Tschannen-Moran so:

„Trust is one's willingness to be vulnerable to another based on confidence that the other is benevolent, honest, open, reliable and competent.“ (Tschannen-Moran, 2004, p. 17)

Vertrauen kann man demnach nur in jemanden haben, der so viel Freiheit hat, auch etwas Negatives bewirken zu können, der einem aber auch eine gewisse Sicherheit geben kann, dass er wohlmeinend, ehrlich, offen, verlässlich und kompetent ist. Vertrauen setzt also voraus, dass man überhaupt etwas *falsch* machen kann und dass der Gegenüber begründet hoffen kann, dass eben das nicht passiert. Vertrauen hat demnach immer eine Wissensbasis auf beiden Seiten und ist kein blindes Vertrauen. Während bei organischem Vertrauen die Kompetenz und Offenheit aber vorausgesetzt wird, eher ein Gefühl oder eine Stimmung in der Kultur ist, so wird bei kontraktua-lem Vertrauen die Offenheit und Kompetenz des Lehrers sichtbar hergestellt durch Systeme der Evaluation auf Basis von wissenschaftlichem Wissen. Das ist die Grundlage des Vertrauens in kontraktualen Vertrauenskulturen, wie sie seit dem „Standards-Based School Accountability Movement“ in den USA in den 80er Jahren etabliert wurde.

Im Jahr 1986 auf dem Höhepunkt des „Standards-Based School Accountability Movement“ veranlasste der damalige Secretary of Education der Reagan-Regierung William J. Bennett einen Government Report mit dem Titel „What Works“ (United States Department of Education, 1986). Das Ziel dieses Reports war die Demystifizierung der Erziehung, wie Bennett sie schon in seinem ersten Statement nach Amtsantritt als Programm ausgab. Educational Research, die empirische Erforschung von Erziehung und Bildung in den USA, sei keine „dismal science“ wie die Ökonomie, also eine Wissenschaft, die nur zur Beschreibung einer misslichen Lage diene, ohne dass Verbesserungen überhaupt möglich wären. Stattdessen sei es die Aufgabe des Ministeriums alle Bürger mit wissenschaftlichem Wissen über Didaktik zu versorgen, um ein neues Vertrauen in die Schulen zu bringen:

„Armed with good information the american people can be trusted to fix their own schools“ (United States Department of Education, 1986, p. vi).

Auch die Grundlage des neuen Vertrauens durch Verantwortung in der „Bremer Erklärung“ von 2000 ist das Wissen der Lehrenden um das Lehren und Lernen. Dort heißt es:

„Lehrerinnen und Lehrer sind Fachleute für das Lernen, ihre Kernaufgabe ist die gezielte und nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Planung, Organisation und Reflexion von Lehr- und Lernprozessen sowie ihre individuelle Bewertung und systemische Evaluation.“ (KMK, 2000, p. 2)

Verantwortung und Vertrauen werden in kontraktualen Vertrauenskulturen durch ein geteiltes Wissen induziert, das über die Prozesse des Lehrens und Lernens mit Hilfe von Wirkungsforschung gewonnen und politisch administriert ist. In den USA gab es schon in den 80er Jahren zwischen Chester Finn, der die „What Works“-Broschüre zusammenstellte, und Gene Glass eine hitzige Debatte um den Funktionscharakter dieses Wissens innerhalb der Accountability-Kultur (Finn Jr. & Tomlinson, 1987; Glass, 1987). Glass schreibt:

„What Works does not synthesize research, it invokes it in a modern ritual seeking legitimization of the Reagan administration's policies.“ (Glass, 1987, p. 9)

Trotz Gene Glass' Bedenken breitete sich das in „What Works“ kompilierte Wissen stark aus. Ein großer Teil des didaktischen Wissens, das seit den 80er Jahren in Deutschland existierte, war ein Import dieser amerikanischen Forschungen innerhalb des sog. Prozess-Produkt-Paradigmas, Hilbert Meyers 10 Punkte guten Unterrichts (H. Meyer, 2010) oder Andreas Helmkes bekanntes Angebot-Nutzungs-Modell (Helmke, 2014a) der Unterrichtswirksamkeit weichen von dem in „What Works“ gesammelten Wissen kaum ab. Nicht zufällig hat das Prozess-Produkt-Denken nach starker Kritik in der Professionskultur (s.u.) in neuer Form, z.B. als lernwirksame Unterrichtsskripte, seit 2000 in Deutschland auch wieder einen Aufschwung erlebt (Tina Seidel, 2014).

Wie ein solches didaktisches Wissen um Unterrichtsprozesse im „Standards-Based School Accountability Movement“ in den USA der 80er Jahre aussah, lässt sich an

dem Konzept des sog. „Mastery-Learning“ von John B. Carroll darstellen, das innerhalb des „What Works“ Reports von 86 eine prominente Rolle einnimmt (John B. Carroll, 1989, p. 28; United States Department of Education, 1986, p. 34). „Mastery Learning“ liefert wohl auch den ältesten und wohl einfachsten empirisch erfassbaren Unterrichtsprozess mit positiver Wirkung auf die Lernleistung, nämlich „Time on Task“. Vor Carrolls programmatischem Text von 1963 „A Model for School Learning“ wurde in der Messung von Lernleistung den Probanden immer dieselbe Zeit für eine Aufgabe gegeben, weil man dachte, dass hauptsächlich die Intelligenz für deren Bewältigung ausschlaggebend sei (J. B. Carroll, 1963). Nach Carrolls Modell brauchen schlechtere Schüler aber schlichtweg nur *länger* für die gleiche Aufgabe. „Mastery-Learning“ – eigentlich ein methodischer Wechsel in der Leistungsmessung – führte dazu, dass erstmals auch ein Unterrichtsprozess benannt wurde, an dem man guten von schlechtem Unterricht trennen kann: „Time on Task“. Die somit historisch erste Messgröße guten Unterrichts war die sog. „Echte Lernzeit“. Die Prozess-Produkt-Forschung im Educational Research fand im Laufe der Jahre über Korrelationsforschung und experimentelle Designs in RCTs (siehe das Vorwort) eine Handvoll Unterrichtsprozesse, die Lernverbesserungen zum Produkt hatten. Sie sind im Wesentlichen bereits in der „What Works“ Broschüre aus dem Jahr 1986 gesammelt. So finden sich schon dort die Strukturierung des Unterrichts, die Zielklärung und Zielorientierung, kognitive Herausforderung und Feedback. An diesem Katalog der lernförderlichen Unterrichtsprozesse hat sich bis heute nicht viel getan (vgl. Brophy, 2000; Hattie, 2009; Helmke, 2014b; T. Seidel & Shavelson, 2007). Carrolls „echte Lernzeit“ ist einer der ganz wenigen Unterrichtsprozesse, deren Stellenwert durch zunehmende Forschung nicht unbedingt bestätigt wurde. Bei Hattie erreicht sie nur noch eine Effektstärke von $d=0.38$ und ist damit gar nicht mehr im Rahmen der „erwünschten Effekte“ (Hattie, 2015, p. 218; Terhart, 2011a, vgl. auch Kap. 2. 3. 2). In Hilbert Meyers Merkmalen guten Unterrichts taucht sie trotzdem auf, ebenso in Andreas Helmkes neuester Ausgabe des Bandes zur Unterrichtsqualität, das gar den Zusatz „berücksichtigt die Hattie-Studie“ trägt (Helmke, 2014a, p. 71; H. Meyer, 2010, p. 39). Das Wissen um Unterrichtsprozesse liefert größtenteils Gemeinplätze, bei denen aber aus eben diesem Grund auch recht einleuchtend ist, warum sie lernförderlich wirken sollen. So ist ein Unterricht, in dem die Zeit etwa auf die Organisation der Sitzordnung etc. verwendet wurde, anstatt „echte Lernzeit“ zu ermöglichen, schon rein intuitiv weniger lernwirksam. Mit den in „What Works“ gesammelten empirischen Ergebnissen aus dem Educational Research wurden diese Gemeinplätze erstmals in ein nutzbares Wissen für Lehrer, Eltern und Schüler gemünzt. Mit diesem geteilten Wissen um effektive Unterrichtsprozesse konnte kontraktuales Vertrauen hergestellt werden durch vermeintlich objektive Gütekriterien von Unterricht.

Die Idee von Evaluationen auf Grundlage der Basis von Wissen um Unterrichtsprozesse kann man etwa auf das Jahr 1984 datieren. In diesem Jahr erschien ein Report der RAND-Corporation, eines wirkmächtigen Thinktanks, der eine Wende in der Supervision und Evaluation von Lehrenden einleitete, weg von dem Ansatz persönlicher, narrativer Evaluation hin zu objektiven, wissenschaftlichen Maßstäben (Marzano, Frontier, & Livingston, 2011). Dieser Report endete mit folgender Empfehlung:

„The school district should hold teachers accountable to standards of practice that compel them to make appropriate instructional decisions on behalf of their students.“ (Wise, Darling-Hammond, McLaughlin, & Bernstein, Harriet, 1984, p. 80).

Seitdem wurden in Lehrevaluationen in den USA Unterrichtsprozesse observiert, die auf Grundlage der Forschungen im Educational Research Schülerlernen begünstigen. Laut der RAND-Group waren es hier übrigens die evaluierten Lehrer, die selber diese objektiven, wissenschaftlichen Standards zur Eindämmung von Willkür bei Bewertungen forderten und damit die eigentliche Kraft hinter dem „Standards-Based School Accountability Movement“ darstellten. Spätestens Ende der 80er Jahre war eine Accountability-Kultur mit Lehrevaluationen auf der Basis von Wissen zu lernwirksamen Unterrichtsprozessen etabliert.

Mit der gegenwärtigen Einführung von „Value Added“-Analysen in den USA ist dieses System von Lehrevaluationen und damit auch die Accountability-Kultur nun aber endgültig Geschichte. Kontraktuales Vertrauen wird heute in den Vereinigten Staaten und in Ansätzen auch in vielen anderen Ländern, auf der Basis von großskaligen Lernstandsmessungen hergestellt, also auf der Basis der Leistungswerte der Lernenden in den Tests. Statt in Evaluationen also die Unterrichtsprozesse der Lehrenden zu messen wird in der Assessment-Kultur, die der Accountability-Kultur nachfolgt, direkt die Leistung der Lernenden erhoben und auf die Lehrenden umgelegt.

1. 3. 2 Die Assessment-Kultur: Value-Added und die spukhafte Fernwirkung des Bildungsmonitorings

Assessments (psychometrische, standardisierte Tests) haben eine lange Geschichte in den USA, die bis zu den Einstellungstests in die US-Army im ersten Weltkrieg zurückreicht (Giordano, 2005; Yerkes, 1921 vgl. auch den Epilog dieses Buches). So hat sich diese Kultur lange parallel und unabhängig vom Accountability-Movement entwickelt. Die meisten Assessments heute dienen der Leistungsstanddiagnostik, sie erfassen Lernstände, sind also summative Tests, jedoch gibt es seit den 70er Jahren auch niedrigschwellige „formative“ Assessments (diese Unterscheidung bei Bloom, Hastings, & Madaus, 1971). Formative Assessments sind ein diagnostisches Instrument, um am aktuellen Lernstand der Schüler den nächsten didaktischen Schritt im Unterricht auszurichten (R. E. Bennett, 2011; Black & William, 1998). So leiten diese Assessments eine Didaktik auch im konkreten Unterricht an, ohne aber den Leistungsstand der Schüler einzeln valide zu erfassen. Formative Assessments gibt es auch in eher „weichen“ Formen, die dann den deutschen Lerntagebüchern und Portfolios näher kommen. In „harten“ formativen Assessments gleichen die psychometrischen Konstruktionsprinzipien der einzelnen Aufgaben („Items“) aber stark denen in summativen Assessments wie PISA und TIMSS und sind dann auch mit Hilfe der Item-Response-Theorie erstellt. Sie messen dann psychologische Konstrukte, etwa die Modellbildungskompetenz in Mathematik oder die Experimentier-Kompetenz im Physikunterricht (vgl. zu Kompetenzen und Messverfahren die Kap. 2. 3. 2 und 3. 3. 2). Die ohnehin vorhandene Wirkung, dass sich Lehrkräfte an den Aufgaben solcher in vielen Ländern eingeführten staaten- oder nationenweiten psychometrischen Tests orientie-

ren, wird durch formative Assessments also eher unterstützt als relativiert. Es gibt keinen klaren ideologischen Gegensatz von formativen und summativen Assessments (Maier, 2010, p. 303f). Mit den großen summativen Assessments und ihren formativen Pendanten hat sich also eine geschlossene Kultur der Messung von Lernständen etabliert, die schon jetzt den Unterricht weltweit verändert hat.

Die Wirkung der Assessments auf die Didaktik wird in den kommenden Jahren in den USA noch weiter steigen, weil die eben besprochene Verantwortlichkeit der Lehrer für ihr Unterrichtshandeln dann ebenfalls über die staatenweiten Assessments geregelt wird. In den USA haben mittlerweile nur sechs der 50 Bundesstaaten *keinen* Zeitplan, der die Einführung eines neuen Lehrer-Evaluationssystems vorsieht, das anders funktioniert als die bisherigen Evaluationen durch Unterrichtsbesuche und die Beobachtung von Unterrichtsprozessen. Die neuen Evaluationen, ein wichtiger Punkt des „Race to the Top“-Programms der Obama-Regierung, messen zumindest einen Teil der Lehrerleistung immer auch über die Veränderung der Ergebnisse der Schüler in den großen Vergleichstests (Grossman, Cohen, Ronfeldt, & Brown, 2014; McCaffrey, Lockwood, Koretz, Louis, & Hamilton, 2004; Tobe, 2009). Damit geht eine Wende in der Assessment-Kultur einher. Bisher wurden Assessment Daten nach dem „No Child Left Behind Act“ noch dazu verwendet, Distrikte und Schulen für die Lernleistung verantwortlich zu halten. Diese Politik ist mittlerweile durch die sog. „Waiver“-Gesetzgebung der Obama-Regierung aber weitgehend ausgehebelt (Polikoff, McEachin, Wrabel, & Duque, 2014). Nun werden vor dem Hintergrund des gewichtigen Faktors „Lehrer“, der sich nicht zuletzt auch in diesen Daten zeigte, die Lehrer selber über die staatenweiten Lernstandsmessungen in die Verantwortung genommen (Chetty, Friedman, & Rockoff, 2011; Nye, Konstantopoulos, & Hedges, 2004). An das Abschneiden in der Evaluation sind Konsequenzen geknüpft, die von Fortbildungen bis hin zu Gehaltskürzungen reichen. Wenn dieses Buch hier erscheint, wird weit über die Hälfte der Bundesstaaten solch ein System bereits eingeführt haben (National Council on Teacher Quality, 2014). Die Rückschlüsse aus den Leistungen der Schüler auf ihre Lehrer werden dabei meist mit der sog. „Value-Added“ Methode berechnet. Aus den Vorjahresergebnissen der Schüler in großen Vergleichstests wird so eine Prognose für das aktuelle Abschneiden errechnet; Leistungszuwächse über den vorhergesagten Wert hinaus werden dem Lehrer gutgeschrieben. Auch in der deutschen Unterrichtsforschung gilt das Value-Added derzeit als „state of the art, wenn es um die quantitative Abschätzung der Wirksamkeit des Unterrichts geht“ (Helmke, 2014b, p. 812).

Die Value-Added Methode des Schließens von Lernleistungen auf Lehrerperformanz ist im Educational Research nicht unumstritten (Grossman et al., 2014; Sass, 2008). Zu weit sei der probabilistische Schluss von Schülerleistung auf Lehrerkompetenz. Die Vertreter des Value-Added reagieren auf diese Kritik, indem Sie bei der Berechnung möglichst viele äußere Einflussfaktoren messen und statistisch kontrollieren. Wichtiger als die methodischen Probleme ist aber die nur bedingte Akzeptanz der Methode bei den Lehrenden – ganz im Gegenteil zur Accountability-Kultur in den 80er Jahren, die teils ja von den Lehrern selbst ausging. So hat zum Beispiel im Dezember 2014 der

Lehrerverband von Los Angeles eine einstweilige Verfügung gegen den Schuldistrikt erwirken können, weil dieser ein Evaluationssystem mit Value-Added Analyse einführt, ohne vorher hinreichend mit dem Verband verhandelt zu haben (UTLA, 2014). Durch das neue Evaluationssystem wurde die Lehrerleistung zu 30% über das Abschneiden der Schüler im California State Test gemessen. Die Bezahlung der Lehrer war gekoppelt an diese Evaluation. Der Schuldistrikt muss nun den negativ evaluierten Lehrern einen Teil ihres Gehaltes nachzahlen. Das Urteil wird in Los Angeles die Einführung des neuen Evaluationssystems aber aller Voraussicht nach nicht aufhalten, sondern nur verzögern.

Los Angeles hat mit Konflikten um den Value-Added mehr Erfahrung als andere Städte der USA. Wie in vielen Schuldistrikten werden die Evaluationswerte einzelner Schulen auch hier veröffentlicht; bis 2010 wurden aber auch personenbezogene Evaluationen von Grundschullehrern in Los Angeles publiziert – durch die bekannteste Tageszeitung der kalifornischen Metropole. Die LA Times betrieb bis 2010 ihre eigene „Value-Added“-Analyse samt Website. Dort kann man immer noch nachlesen, dass zum Beispiel Arturo Abarca zum Messzeitpunkt 2010 der effektivste Englischlehrer in den Grundschulen der Stadt der Engel war (Los Angeles Times, 2014). Auf der Website stehen auch immer noch die zahllosen erbosten Kommentare von Lehrern, denen die LA Times zumindest das Recht gab, sich zum eigenen Abschneiden zu äußern. Seit 2010 verweigert der Schuldistrikt die Lehrerdaten, die Seite wird nicht mehr aktualisiert und im Januar 2015 ist eine Klage der Times auf Herausgabe der Daten endgültig gescheitert. Vorerst ist also wohl nicht mit der Wiedereinführung des öffentlichen Lehrerrankings in Los Angeles zu rechnen (UTLA, 2015).

Bundesweit Gesetz ist jedoch schon seit dem „No Child Left Behind Act“ (NCLB) in 2001 die öffentliche Sichtbarmachung der Evaluationsergebnisse auf der Ebene von Schulen. Schulen die derzeit nach Title I des NCLB finanziert werden, müssen „Adequate Yearly Progress“ (AYP) der Schüler in standardisierten Tests nachweisen. Wenn eine Schule sich zwei Jahre in Folge nicht verbessert hat, wird sie öffentlich eine „Program Improvement (PI)“-Schule. Schüler erhalten mit diesem Status sofort die Möglichkeit, in eine Schule des Distrikts zu wechseln, die nicht die PI-Markierung hat. Das kalifornische AYP-Rating ist im Internet einsehbar (California Department of Education, 2015a). Dort kann man z.B. sehen, dass die Ninety-Second Elementary School, im 2010er Rating der LA Times noch die effektivste Schule, nun schon im dritten Jahr des Program Improvements (PI) ist (California Department of Education, 2015b). Im nächsten Jahr muss sie nach dem „No Child Left Behind Act“ einen Restrukturierungsplan aufstellen, der im Folgejahr greift, falls sich auch dann ihr AYP-Rating nicht verbessert (Congress of the United States of America, 2002). Kalifornien ist einer von nur noch 5 Staaten, die *nicht* per Waiver-Gesetzgebung aus diesem System herausoptiert haben (U.S. Department of Education, 2015a).

Auch in Deutschland gibt es die Tendenz zur Messung von Lehrleistungen über Lernleistungen, wobei man aber – wohl aus historischen Gründen – mit der Sanktion und Kontrolle der Lehrer weit vorsichtiger als in den USA ist. Mittlerweile ist aber auch hier ein „Dauerbeobachtungssystem des Bildungswesens“ (Köller, 2014a, p. 111) etabliert.

Für Olaf Köller, den Direktor des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) und vormaligen Leiter des Instituts für die Qualitätssicherung im Bildungswesen (IQB) ein ähnlicher Prozess wie in...

„vielen anderen Industrienationen, in denen erkannt wurde, dass das Wohl jedes einzelnen, aber auch der gesamten Gesellschaft entscheidend von den Bildungsständen der Bürgerinnen und Bürger abhängt“ (Köller, 2014a, p. 111).

Die Etablierung des Bildungsmonitorings in Deutschland begann in der Folge der TIMSS-Ergebnisse von 1995 mit den sog. Konstanzer Beschlüssen (KMK, 1997) und wurde durch die Gesamtstrategien der KMK zum Bildungsmonitoring von 2006 und 2015 ergänzt. Heute ist mit PISA, TIMSS, IGLU, den IQB-Ländervergleichen und der nationalen Bildungsberichterstattung auch in Deutschland ein Monitoring-System etabliert, in dem kaum ein Jahr ohne große Testung vergeht (KMK, 2015). Die Orientierung am Output des Bildungssystems, der mit dem Monitoring überprüft wird, ist neben der freien Schulwahl das zentrale Policy-Instrument der sog. „Neuen Steuerung“ des Bildungssystems (vgl. Bellmann & Weiß, 2009).

Die Ergebnisse z.B. des VERA-Tests in der Grundschule werden zwar nicht nur an die Lehrer zurückgemeldet, sondern in manchen Bundesländern auch an die Schulaufsichtsbehörden; Gehälter oder Fortbildungen an den Ergebnissen festzumachen oder gar öffentliche Lehrerrankings sind dabei jedoch nicht Ziel des Feedbacks der Daten. Am Institut für die Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB), das den VERA-Test entwickelt und durchführt, sieht man die Vergleichsstudien eher als Mittel der Unterrichtsentwicklung durch direktes Feedback an die Lehrenden. Mit dieser Intention wurden bereits schon die Daten von PISA 2000 zurückgemeldet (Watermann, Stanat, Kunter, Klieme, & Baumert, 2003). Von einer direkten Wirkung des Feedbacks als Impuls zum Start von Innovationsprozessen kann man dabei nach aktuellem Stand der Schulentwicklungsforschung jedoch kaum ausgehen (Bonsen & Frey, 2013). Wohl aber erhofft man sich durch solche Maßnahmen einen Wandel der Schulkulturen, die auch zu mehr internen Selbstevaluationen führen soll. In der deutschen Schulentwicklungsforschung sieht man Qualitätsverbesserungen nämlich immer dann, „wenn die Lehrerinnen und Lehrer mit der Schulleitung gemeinsam aktiv werden.“ (Bonsen & Berkemeyer, 2014, p. 930) Genau das soll das VERA-Feedback leisten. Das Feedback hat im Moment eine Form, in der die Kompetenzniveaus und die Verteilung der Schüler auf den Niveaus zurückgemeldet werden. In einem Projekt innerhalb des vom BMBF geförderten Schwerpunktes zur Steuerung im Bildungssystem (SteBis) hat das IQB die Rückmeldungen auch empirisch ausgewertet. Lehrende schätzen am Feedback die Einzelaufistung der Leistungswerte der Schüler und erhoffen sich Lernaufgaben zum Test. Das IQB testet nun, ob sie diese in das Feedback einfügt (Schliesing, Wurster, Richter, & Pant, 2013). Hieran kann man ganz gut sehen, wie selbst eine im Vergleich zu den USA milde Form der Assessments eine Fernwirkung auf die Gestaltung des Unterrichts haben kann und so ebenfalls eine didaktische Kultur ausbildet.

Mit der im Gegensatz zum amerikanischen „High-Stakes“-Testing sanfteren Form der Lernevaluation, in der kaum Konsequenzen für die Lehrenden drohen, erhofft man sich auch das Ausbleiben der schon länger bekannten sog. „nichtintendierten Effekte“ von Lernevaluationen (Bellmann & Weiß, 2009; Nichols & Berliner, 2007). Lehrer stellen sich und ihre Schüler – insbesondere wenn sie selbst am Test gemessen werden – nämlich auf die Tests ein. Das führt zu Effekten, die nicht durch den Test intendiert sind. Einer dieser Effekte ist zum Beispiel die Verengung des Curriculums auf häufig in den Tests abgeprüfte Inhalte (Jennings & Bearak, 2014). Eine neuere Studie des IQB vermutet, dass solche Effekte weniger häufig auftreten, wenn die Lehrer den Test als Möglichkeit zur Unterrichtsentwicklung und nicht als Kontrollinstrument der Schulaufsicht begreifen (Richter, Böhme, Becker, Pant, & Stanat, 2014). Selbst wenn aber das Feedback auf diese Art wahrgenommen wird und keine Konsequenzen wie in Los Angeles drohen, so ist doch auch in Deutschland zunehmend jeder Lehrer über das Feedback großer Surveys des Bildungsmonitorings wie VERA in die Verantwortung für die objektiv messbaren Leistungszuwächse der Schüler genommen. Das verändert die Didaktik über den Weg der Lernstände der Schüler und nicht mehr wie in der Accountability-Kultur über effektive Unterrichtsprozesse.

Dadurch müsste die didaktische Frage nach dem *Wie* des Lehrens und Lernens eigentlich direkt auf dem Plan sein und zwar sogar noch mehr als in den USA. Wenn das Feedback des Tests einzig der Unterrichtsentwicklung dient, so ist die Verbesserung des Lehrens und Lernens das einzig *mögliche* Ziel des Monitorings. Die amerikanischen Tests können nämlich noch weitere Funktionen neben der Verbesserung der Didaktik haben, etwa die Auswahl oder Einstufung der Lehrer aufgrund von Talent oder Persönlichkeit. In Deutschland jedoch haben die Tests einzig die Funktion, Didaktik zu verbessern.

Eine explizite Didaktik in Form von Ratschlägen, was man als Lehrer tun könnte, um die Ergebnisse in der jeweils nächsten Testrunde zu verbessern, wird jedoch nicht mit den Testergebnissen zurückgespielt. Der Erziehungswissenschaftler Johannes Bellmann verwies Ende 2014 auf eine Broschüre, die von KMK und IQB herausgegeben wurde, um darzustellen, wie wenig die Schritte nach dem Feedback der Testergebnisse durch Wissenschaft angeleitet sind (Bellmann, 2016). In der KMK/IQB-Broschüre ist erklärt, welche Ursachenforschungen im Kollegium nach Erhalt der VERA-Ergebnisse ergriffen werden soll, nämlich „gemeinsame Überlegungen“ der Lehrkräfte in den Fachgruppen, „worin Ursachen für die festgestellten Ergebnisse liegen könnten“ (KMK & IQB, 2010, p. 21). „Anhaltspunkte für mögliche Interventionen“ sind die „Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler“, die „Gestaltung des Unterrichts“ und das „schulinterne Curriculum“. Nach Bellmann sind diese Anhaltspunkte absichtlich so offen formuliert; die „Neue Steuerung“ des Bildungssystems über das Feedback von Daten sei nämlich Teil der Etablierung des ökonomischen Prinzips des „New Public Management“ im deutschen Bildungssystem (Bellmann, 2014a). Unter den umstrittenen Annahmen, dass Qualitätsmanagement auch im Bildungsbereich möglich ist und dass eine Ähnlichkeit des Bildungswesens zum Marktmodell liberaler Wirtschaft besteht, müsse es nach dem „New Public Management“ schlicht effekti-

ver sein, nur die Output-Evaluationsergebnisse zurückzumelden, so dass die Fehlersuche in der Praxis selber stattfinden kann (Bellmann, 2016). Normative Vorgaben könnten in dieser Logik sogar verhindern, dass sich die tatsächlich beste Lösung einstellt. Im Grunde ist eine Fehlersuche innerhalb des Systems sogar *gar nicht* nötig. Das ist der eigentliche Clou von kybernetischen Evaluationssystemen, wie die Feedbackschleife der Neuen Steuerung eines ist. Es reicht nämlich eine beliebige Veränderung des Unterrichts, die in der nächsten Evaluation ein positives oder negatives Ergebnis nach sich zieht und dann beibehalten wird oder nicht. Lehrer brauchen also gar nicht nach dem Feedback der Ergebnisse *herausfinden*, wo möglicherweise Ursachen liegen, wie es die IQB-Broschüre vorschlägt. Es reicht dem Prinzip nach eine wilde Änderung und die nachträgliche Erkenntnis ihrer Wirkung in der nächsten Testreihe. In der Praxis ist die Fehlersuche aber wohl meistens zumindest geleitet von einer groben Heuristik aufgrund eines Praxisverständnisses von möglichen Ursachen. Wenn aber selbst eine wilde Änderung reicht, um auf den Test zu reagieren, dann ist natürlich auch damit zu rechnen, dass der Test nicht erst beim Feedback der Ergebnisse wirkt, sondern schon bei Ankündigung des Tests (Bellmann & Müller, 2011b). Schon hier dürften die ersten Lehrer *irgendetwas* tun, um dem Test zu begegnen. Das könnte man als die „spukhafte Fernwirkung“ des Bildungsmonitorings bezeichnen, denn die Testergebnisse werden schon besser vor dem Test. Anders als in der Accountability-Kultur der 80er Jahre braucht man hierfür keinerlei explizites Wissen um Didaktik – das System verbessert sich von alleine, ohne dass irgendwer wissen muss warum.

So lässt sich auch die ganz erstaunliche weltweite Wirkung der großen Vergleichsstudien wie TIMSS oder PISA erklären: In den vergangenen zehn Jahren hat sich ein „Weltcurriculum“ in den Kernfächern etabliert (Terhart, 2014a). Das wäre zu Zeiten des Kalten Krieges noch undenkbar und auch in den 90er Jahren noch nahezu unmöglich gewesen. Heute wird wie von Geisterhand z.B. der in diesem Buch später noch genauer behandelte Gegenstandsbereich der Naturwissenschaft nach den gleichen Theorien und Modellen international getestet und sehr ähnlich gelehrt (Linder et al., 2011). Die Lehrenden in den meisten Industrienationen sind heute in irgendeiner Art in die Verantwortung für Schülerleistungen in solchen Tests genommen (OECD, 2009a, p. 137ff), ohne dass ein didaktisches Wissen mitgeliefert wird und auch in dem EPPI-Centre Review von Best et al. zum „Impact“ der Assessments in den Bildungssystemen von Entwicklungsländern heißt es:

“Three-quarters of the literature on international assessments reported an impact on curriculum standards. Conversely, little has been reported on the impact of assessment programmes on teaching and learning practices.” (Best et al., 2013 Summary Page)

Dabei ist für die theoretischen Rahmen der Tests, die sog. „Frameworks“ ein umfassendes „Erklärungswissen“ über das Lehren und Lernen nötig, wie Manfred Prenzel, der über Jahre die Durchführung der PISA Tests in Deutschland wissenschaftlich begleitet hat:

„Bereits um Entscheidungen für eine Auswahl an Indikatoren für ein Monitoring treffen zu können, kommt Erklärungswissen (mindestens auf der Ebene theoretischer Modelle) ins Spiel. Dieses hilft abzuschätzen, wie Merkmale zusammenhängen und welche Nebenwirkungen und Folgen bestimmte Zustände haben können. Für die Beurteilung von Folgen und Nebenwirkungen braucht es zudem Wissen über Ziele, das nicht bei allgemeinen und abstrakten Statements über Bildungsziele stehen bleiben darf, sondern sich in Indikatoren übersetzen lässt.“ (Bromme et al., 2014, p. 16)

In keinem Fall werden bisher bei Large Scale Assessments – weder in den USA, noch in Deutschland – die Theorien über das Lehren und Lernen, die hinter den einzelnen Items stecken, durch die Administratoren der Tests so aufgeschlüsselt, dass Lehrer sie zur Verbesserung Ihrer Ergebnisse oder gar zur kritischen Einschätzung der Theorien und Modelle des Lehrens und Lernens wieder verwenden könnten.

Sollten sich allerdings die „Value-Added“ Analysen weltweit verbreiten, ist sehr wahrscheinlich, dass Lehrer *selbst* auch wieder ein Interesse an den didaktischen Theorien und Modellen hinter diesen Tests entwickeln. Damit einhergehen wird möglicherweise auch Kritik als soziale Praxis (Celikates, 2009), ähnlich wie es sich schon beim Protest gegen das LA-Times Ranking gezeigt hat. Ein Protest gegen die Assessment-Kultur konnte bereits 2013 in den USA beobachtet werden, als sich die Lehrer der Garfield High School in Seattle aus *didaktischen* Gründen gegen den „Measure of Academic Progress“ (MAP) Test wendeten und dafür staatenweit Zuspruch erhielten. Der Test entspräche nicht dem Curriculum, demotiviere nicht-englischsprachige Schüler und blockiere wertvolle Zeit und Ressourcen, die auch in den instruktionellen Teil des Unterrichts gesteckt werden könnte (siehe Kap. 1. 3. 1 „Time on Task“). Der Katalog an Gründen für diesen Boykott endet so:

„We are not troublemakers nor do we want to impede the high functioning of our school. We are professionals who care deeply about our students and cannot continue to participate in a practice that harms our school and our students. We want to be able to identify student growth and determine if our practice supports student learning. We wish to be evaluated in a way so that we can continue to improve our practice, and we wish for our colleagues who are struggling to be identified and either be supported or removed. The MAP test is not the way to do any of these things. We feel strongly that we must decline to give the MAP test even one more time.“ (Strauss, 2013)

Wegzudenken sind die Assessments aus der Didaktik heutzutage in keinem Land der Welt mehr – es ist eher die Frage, wie man sich in und zu ihnen verhält und wie man die Didaktik einschätzt, die sie produzieren. Von den in diesem Kapitel beschriebenen didaktischen Kulturen ist die Assessment-Kultur, in der Lernstände vermessen werden und die Didaktik hieran ausgerichtet wird, höchstwahrscheinlich die derzeit mächtigste Kultur.

1. 3. 3 Die Inklusions-Kultur: Containerbegriff, „High Equity“ Seite der Assessments und Neue Lernkultur

Die Frage nach den Effekten der Inklusion, der Beschulung von Schülern mit „Special Educational Needs“ (SEN) – speziellem Bildungsbedarf – im Regelschulsystem ist in der systematischen Zusammenfassung des EPPI-Centres von Kalambouka et al zur „Impact“-Frage sehr eindeutig beantwortet:

“There is nothing in this review [...] to suggest that the commitment to inclusion in relation to pupils with SEN is likely to have a significant impact on overall levels of attainment in mainstream schools. This suggests that the government, LEAs and schools should have no concerns about pursuing the inclusion agenda.”
(Kalambouka et al., 2005, p. 4)

Die Inklusion scheint insofern eine wissenschaftlich-politisch ganz eindeutige Sache zu sein. Die Wirkungsforschung sieht kaum negative Effekte und die Konvention hierzu ist mit dem durch bis dato 157 Länder (UN, 2015 übrigens mit Ausnahme der USA) ratifizierten Artikel 24 der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung von 2006 auf völkerrechtlicher Ebene verankert (UN, 2006). Damit ist die Inklusion die jüngste der hier besprochenen didaktischen Kulturen und vor allem durch ihre wissenschaftliche Eindeutigkeit und moralische Integrität getragen.

Insofern ist auch nicht verwunderlich, dass die Inklusion vor allem als Haltungsproblem von knorrigen Lehrern verhandelt wird, die schlicht nicht einsehen wollen, dass Inklusion erstens gut ist und zweitens auch funktioniert (C. Fischer, 2015; Lotze & Kiso, 2014). Wäre die Kultur der Inklusion allerdings ausschließlich nur eine solche Haltungsfrage, könnte sie in ihrem Bezug zur Didaktik hier schlicht vernachlässigt werden, weil sie dann bloß eine Frage des pädagogischen Ethos wäre (vgl. Hentig, 1994) und Modelle des Lehrens und Lernens nicht tangiert. Die Kultur der Inklusion ist jedoch über ihre bloße Umsetzung und die in ihr aufgehobenen sonderpädagogischen Didaktiken hinaus für jedes Lehren und Lernen heute relevant, weil sie einerseits mit der Grundidee der gesellschaftlichen Teilhabe aller Menschen an Bildung das Prinzip der Integration auch gegen die Messung von Lernständen in der Assessment-Kultur stellt und so eine Gegenkultur hierzu bildet. Andererseits gibt es aber auch in der Assessment-Kultur eine andere Seite der Gleichheit durch Bildungschancen, so dass diese Kulturen eine gewisse Schnittmenge haben. Durch die sog. „Neue Lernkultur“, didaktische Prozesse die hochgradig individualisiert sind, wird über die Inklusion die Didaktik in den Klassenzimmern derzeit grundlegend verändert.

Ein bedeutendes wissenschaftlich-politisches Umsetzungsdokument der Inklusion, der sog. „Index for Inclusion“ wurde 2002 am Centre for Studies on Inclusive Education in Bristol entwickelt (Booth, Ainscow, & Centre for Studies on Inclusive Education, 2002). Der Index stellt vor allem einen Fragenkatalog dar, mit dem Schulen überprüfen können, inwieweit sie die Bedingungen für Inklusion geschaffen haben. Diese Fragen sind in drei Dimensionen geordnet: „Dimension A: Creating inclusive cultures [...], Dimension B: Producing Inclusive Policys [...] Dimension C: Evolving inclusive practices.“

(Booth et al., 2002, p. 8).“ Die dritte Dimension enthält dabei Fragen, die Didaktik als eine Theorie des Lehrens und Lernens betreffen unter dem Unterpunkt „Orchestrating Learning“ und zeigen, wie die Inklusion als Containerprozess für Umgestaltungen des Lehrens und Lernens mit ganz diversen diskursiven Verankerungen genutzt wird. Den zu erwartenden Bezug zu einer Didaktik aus der Sonderpädagogik findet man im Fragenkatalog an die inklusive Schule vergleichsweise selten:

“Does planning reflect on and attempt to minimise barriers to learning and participation for particular students?” (Booth et al., 2002, p. 70)

Wie oben bereits beschrieben findet sich aber auch der Gender-Equality Kontext in der Inklusions-Didaktik wieder:

“Do lessons reflect a range of interests for both boys and girls?” (Booth et al., 2002, p. 70),

sowie die Debatte um Heterogenität und Differenz:

“Do learning activities develop an understanding of differences of background, culture, ethnicity, gender, impairment, sexual orientation and religion?” (Booth et al., 2002, p. 72)

Die Inklusion fängt auch bereits in diesem ersten britischen Dokument diejenigen Begriffe auf, die in Deutschland unter dem Begriff „Neue Lernkultur“ gefasst werden, so etwa die Selbststeuerung von Lernprozessen durch die Lernenden:

“Do the classroom environment, displays and other resources help independent learning?” (Booth et al., 2002, p. 73)“

Außerdem findet sich hier ebenfalls eine deutliche Verbindung mit der Kultur der Assessments:

“Are all staff involved in assessing learning? [...] Do teachers take responsibility for the progress of all students in their lessons?” (Booth et al., 2002, p. 75)

Während die Containerfunktion der Inklusion für die Sensibilisierung des Lehrens und Lernens für Diversität generell wohl direkt einleuchtet, muss die Verbindung zu der Kultur der Assessments und die neue Lernkultur in dem Zusammenhang hier erklärt werden.

1. 3. 3. 1 Die High-Equity Seite der Assessments in der Inklusion

Schon die deutschen Übersetzer des „Index for Inclusion“, Boban und Hinz (Boban & Hinz, 2003; Hinz & Boban, 2013), wunderten sich über die Verbindung von Teilhabe und Sichtbarmachung von Leistungsniveaus durch Assessments. Es stellt sich hier ja sofort die Frage, ob damit nicht die durch Inklusion abgeschaffte Segregation per medizinischer Diagnostik durch eine neue Segregation per psychometrischer Leistungsdiagnostik wieder eingeführt wird:

„Zunächst hat uns die Verbindung von Lernen/Leistung und Teilhabe irritiert, doch eigentlich ist es nichts anderes als die gelungene Synthese der Herausforderung und der gegenseitigen Bedingung von kognitivem und sozialem Lernen innerhalb einer guten Schule.“ (Boban & Hinz, 2003, p. 3)

Tatsächlich sind die Assessments im amerikanischen System mit einer Rhetorik eingeführt worden, die insbesondere auf die Verlierer des Bildungssystems zielte, wie der programmatische Titel „No Child Left Behind“ schon ausdrückt. Im NCLB- Gesetzestext heisst es:

„The purpose of this title is to ensure that all children have a fair, equal, and significant opportunity to obtain a high-quality education and reach, at a minimum, proficiency on challenging State academic achievement standards and state academic assessments.“ (Congress of the United States of America, 2002, p. 1439)

Das Gesetz, auf dem NCLB historisch aufbaut, der „Elementary & Secondary Education Act“, war 1965 Teil von Lyndon B. Johnsons „War Against Poverty“. Er fällt in die Zeit des Civil Rights Movement in den USA und auch NCLB entstand unter Einfluss amerikanischer Bürgerrechtsbewegungen (Rhodes, 2012). Die Idee hinter den Assessments in der Perspektive des Civil Rights Movements war es, durch Sichtbarkeit auf strukturelle Benachteiligungen von Minderheiten aufmerksam zu machen. Heute wird die Wirkung der Assessments auf das ganze Bildungssystem von den Administratoren des NCLB mit einem Begriff der Stanford-Ökonomin Caroline Hoxby (Hoxby, 2003) als „A Tide That Lifts All Boats“ begriffen (vgl. Bellmann, 2013). Dieses Bild von der Flut, die alle Boote anhebt, soll verdeutlichen, dass Anreize im Bildungssystem auch und gerade denen zu Gute kommen, die *nicht* bereits schon viel haben. Dem Bild folgend sind es ja genau die Boote, die am tiefsten auf Kiel liegen, die mit der Flut am weitesten angehoben werden.

Eine ganz ähnliche Agenda steckt auch hinter der PISA-Studie der OECD, die seit 2000 auch einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die wohlfahrtsstaatliche Ausrichtung der Bildungssysteme der beteiligten Staaten hatte (K. Martens & Jakobi, 2010; K. Martens & Wolf, 2009). Sellar und Lingard stellten jüngst heraus, dass ein Dual wohlfahrtsstaatlicher Ziele hinter den Anreizen der Messung in der PISA Studie steckt:

„the OECD's concerns for equity and human rights, and more specifically the focus in PISA on both quality and equity, reflect the underpinning assumption that all nations should be aiming for their schooling systems to be both high quality and high equity“ (Sellar & Lingard, 2014, p. 993).

Sellar und Lingard gehen davon aus, dass „High Quality“ und „High Equity“ sich dabei aber nicht zwangsläufig überschneiden. Beim konkreten Lehren und Lernen, also in der Didaktik, kann und wird es hier einen Konflikt geben, weil die Kultur der Inklusion eher die „High Equity“-Seite betont und die Kultur der Assessments eher die „High Quality“ Seite.

1. 3. 3. 2 Die Neue Lernkultur in der Inklusion als Anwendung von Labortheorien aus der pädagogischen Psychologie und als unterrichtssoziologische Umstrukturierung

Die stärkste Wirkung auf die Umstrukturierung der Didaktik hat die Inklusion jedoch nicht durch die High-Equity Seite der Assessments, sondern durch ihre Verschwägerung mit der sog. „Neuen Lernkultur“, wie sie vor allem in Deutschland stattfindet. Der Bildungshistoriker Marcelo Caruso zitierte schon 2010 eine in der internationalen Soziologie weit verbreitete Sicht auf Verschulungsprozesse. Hiernach ist Schule immer und generell ein „Massenritual zur Inklusion und Verbesserung der jeweiligen Gesamtbevölkerung, ohne das kein Staat – geschweige denn eine Nation zu machen sei.“ (Caruso, 2010, p. 18) War diese historische Inklusion durch Verschulung noch ein Massenprozess, so ist die neue Inklusion in der Neuen Lernkultur völlig im Gegensatz zu diesem alten Verständnis hochgradig *individuell*.

Die heute in Konventionen wie dem „Recht auf individuelle Förderung“ in vielen deutschen Bundesländern gesetzlich verankerte Neue Lernkultur, wird oft auf den Bericht des Forums Bildung der Kultusministerkonferenz zurückgeführt und retrospektiv als Reaktion auf die Ergebnisse in TIMSS und PISA gedeutet (Eckhard Klieme & Warwas, 2011, p. 805). Dort heißt es:

„Zu einer neuen Lern- und Lehrkultur gehören die individuelle Förderung und auch die soziale Einbindung des Lernens. Ziel ist die konsequente Berücksichtigung unterschiedlicher Lernvoraussetzungen, wie z.B. Begabungen, Lernhaltung, Lernumgebungen im Elternhaus, Vorwissen aus der Lebenswelt. Das erfordert differenzierte Lernangebote, neue Formen des Lehrens und eine zunehmende Selbststeuerung von Lernprozessen durch die Lernenden.“ (Forum Bildung, 2001, p. 7)

Die ersten Texte zur neuen Lernkultur entstehen tatsächlich auch in der Zeit der Large-Scale Testergebnisse und werden teils von prominenten Bildungsforschern aus der pädagogischen Psychologie verfasst (Prenzel, 2000; Weinert, 1997). Obwohl in diesen Texten der Kontext der PISA-Ergebnisse nicht explizit erwähnt war, wird die Entstehung einer neuen Lernkultur in Deutschland heute meist vor diesem Hintergrund verhandelt (Eckhard Klieme & Warwas, 2011; Kollar & Fischer, 2008; M. A. Meyer, 2005). Die Lernstandsmessungen hätten die Differenz der Leistungsniveaus innerhalb einer Klasse gezeigt und somit das Scheitern der Schule als Vermassungs- und Masseninstrument der Moderne deutlich gemacht. Gleichzeitig sei besonders in Deutschland deutlich, wie Subgruppen durch das deutsche Bildungssystem strukturell benachteiligt werden (kritisch: Budde, 2012, Chapter 4; H.-C. Koller, 2014, p. 13). In der Neuen Lernkultur in diesem Verständnis sind dabei viele distale Theorien der Laborwissenschaft der pädagogischen Psychologie (Eckhard Klieme & Warwas, 2011; Kollar & Fischer, 2008; Prenzel, 2000; Weinert, 1997) aufgehoben, etwa das Self-Regulated Learning (SRL), die Situated Cognition, aber auch konstruktivistische Grundverständnisse des Lernens. Dahinter steht immer auch die Idee einer höheren Lernwirksamkeit der neuen Lernkultur, die sich aber der Metaanalyse von Hattie nach so in der Praxis nicht zeigen. In Hatties „Visible Learning“ erhält der Faktor „Individualisierung“ nur eine Effekt-

stärke von $d=0,23$. Hattie resümiert: „Die Belege, die die Individualisierung absichern sollen, sind [...] keine guten Stützen.“ (Hattie, 2015, p. 234). Offener Unterricht hat sogar annähernd negative Effekte und fällt deutlich hinter den Effekt des Regelunterrichts zurück mit $d=0,01$ (Hattie, 2015, p. 105). Dennoch wurde selbstgesteuertes Lernen dort, wo die Neue Lernkultur politisches Programm geworden ist, etwa bei der Konzeption der neuen „Gemeinschaftsschulen“ in Baden-Württemberg, teils mit reformpädagogischen Heilsversprechen in die Konzeption aufgenommen. Die Erziehungswissenschaftler Matthias Burchardt und Jochen Krautz schrieben 2013 hierzu einen polemischen Kommentar in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung:

„Bemerkenswert ist, dass diese Konzepte in Baden-Württemberg vor allem von dem schweizerischen Bildungsunternehmer Peter Frattton propagiert werden. Fratttons Thesen dürften einem wissenschaftlichen Diskurs kaum standhalten: Provokant formuliert er etwa ‚vier pädagogische Urbitten‘ des Kindes: ‚Bringe mir nichts bei‘, ‚Erkläre mir nicht‘, ‚Erziehe mich nicht‘ und ‚Motiviere mich nicht‘. Diese krude Mischung aus Antipädagogik und Konstruktivismus enthält den ideologischen Kern der ‚Neuen Lernkultur‘: Lernen geschieht angeblich als autonome ‚Konstruktion‘ des Lerner“ (Burchardt & Krautz, 2013)

An dieser Stelle sind Zielkonflikte zwischen der Assessmentkultur und der Kultur der Inklusion zu erwarten, wenn sie weiter auch als Container für diese Aspekte der Neuen Lernkultur dient. Allerdings gibt es daneben auch Teile der Neuen Lernkultur, die mit Accountability und Assessments problemlos einher gehen, z.B. durch Feedback in Form formativer Assessments (zur Frage der Verbindung von Feedback und Formativen Assessments siehe R. E. Bennett, 2011; Hattie, 2015, p. 206ff).

Mit der Neuen Lernkultur kommt letztlich auch eine alte unterrichtssoziologische Hoffnung wieder: die Hoffnung auf Auflösung der Machtstrukturen des Lehrens und Lernens. Indem hier das klassische Unterrichtsgespräch über eine Sache zwischen dem Lehrer und dem Kollektivsubjekt „Klasse“ (Lüders, 2003) nämlich aufgelöst wird, ist Unterricht in diesem Sinne ersetzt durch eine neue „pädagogische Ordnung“ (Reh, Rabenstein, & Idel, 2011). In diesen Ordnungen, so aber z.B. das heuristische Modell des LUGS-Projektes zu Lernkulturen im offenen Ganztage (Reh, Idel, Rabenstein, & Fritzsche, 2015), sind diese Machtstrukturen dann doch nicht aufgelöst, sondern lediglich umgewertet. So ist hier z.B. auch eine neue Konstruktion von Leistung in der sozialen Praxis des schulischen Alltags nötig, wie Kerstin Rabenstein, Sebastian Idel und Norbert Ricken in einer Folgeuntersuchung schreiben:

„Das was als Leistung im individualisierenden Unterricht gilt, bzw. gelten kann, liegt [...] zum einen nicht einfach mit den in Kompetenzrastern festgehaltenen Kriterien als Erwartungshorizont vor, noch ist es nur einfach aufseiten der Schüler/innen als Performanz vorhandener Dispositionen zu messen. Vielmehr wird es erst in einem Konglomerat aus Praktiken hervorgebracht, in denen auch Ansprüche an Leistung umgesetzt, mit Bedeutung versehen, modifiziert, adaptiert etc. werden müssen.“ (Rabenstein, Idel, & Ricken, 2015, p. 250)

Dies führe zu einer meritokratischen, also leistungsbezogenen, Ordnung, die mit der „Veröffentlichung von Arbeitsständen“ unter „kontrollierende(r) Beobachtung durch Dritte“ (Rabenstein et al., 2015, p. 250) einhergeht. Inwieweit innerhalb dieser neuen Lernkultur Leistung von der psychometrisch messbaren Leistung in den Assessments abweicht, wird vielleicht zu einem weiteren Zielkonflikt dieser beiden Kulturen. In dieser sozialen Umordnung wird auch das Lehren und Lernen aller Voraussicht nach umstrukturiert, in dem zum Beispiel andere soziale Prozesse als Lernen zu deuten sind. Vor diesem Hintergrund entstand in der qualitativen Schulforschung der deutschen Erziehungswissenschaft auch die Idee, Didaktik vor diesen veränderten unterrichtssoziologischen Bedingungen empirisch zu erfassen und nicht mehr von den so real nicht vorhandenen Bedingungen eines Regelunterrichts abzuleiten:

„Damit eröffnen unsere Beobachtungen gegenüber didaktischen Analysen erweiterte Reflexionsmöglichkeiten und weisen möglicherweise einen konzeptuellen Weg in die Richtung einer „empirischen Didaktik“, die für die variierenden Muster von Lernsituationen sensibilisiert, in welchen sich alle Beteiligten tagtäglich an der „Praktizierung“, an der praktischen Aufführung einer Lernkultur im institutionellen Rahmen der Schule abarbeiten“ (Kolbe et al., 2008, p. 139)

So könnte also in der Lücke, die durch fehlende didaktische Konzepte zur individuellen Förderung erst entsteht, eine neue Didaktik beobachtbar sein, die sui generis bereits die Neue Lernkultur inkorporiert.

1.3.4 Die Professional Development Kultur: New Professionalism und PCK

Die Entwicklung in Großbritannien zum Professional Development ist in vielerlei Hinsicht „prototypisch“ für die Entwicklungen weltweit (Terhart, 2011b, p. 211). Die Professionskultur ist dort fast zeitgleich mit der oben beschriebenen Accountability-Kultur entstanden. Das erste britische Dokument hierzu ist der „Education Reform Act“ (ERA) der Thatcher-Regierung von 1988 (Her Majesty's Stationery Office, 1989), der später auch Vorbild des US-No Child Left Behind Acts von 2001 wurde. Mit diesem Gesetz wurden nicht nur ein nationales Curriculum und die Möglichkeit freier Schulwahl in Großbritannien installiert, der ERA schaffte, wie es heute im Rückblick heißt, das Lehramt als Profession ab, es war fortan „state regulated rather than a licensed occupation“ wie Scott et al. in ihrem Band zu Reformen im Schulwesen schreiben (D. Scott, Posner, Martin & Guzman 2015, p. 112). Hinter dieser Einschätzung steckt eine bestimmte Interpretation von Parsons' Professionsbegriff, der davon ausgeht, dass Professionen eine andere Funktionslogik zum Erreichen derselben wohlfahrtsstaatlichen Ziele haben wie der Staat. Die Logik von Professionen basiere auf „collegial organization, shared identity and practitioner relations of trust with both managers and clients“ (Evetts, 2013, p. 784). Weil dieses Professionsverständnis vor allem die gesellschaftskritische Bedeutung betont, wird es heute oft „Kritischer Professionalismus“ genannt.

Dem gegenüber steht die Idee des so genannten „New Professionalism“, wie er durch die „Neue Steuerung“ in vielen Bildungssystemen weltweit eingeführt wurde. In

dem Verständnis des „New Professionalism“ ist Profession erst in und mit der Einführung von Accountability-Systemen überhaupt möglich:

„Dem skizzierten pragmatischen, unheroischen Professionenverständnis zufolge ist [...] gerade ein Indikator für eine professionelle Haltung, wenn ein Beruf, insbesondere ein öffentlicher, innerhalb staatlicher Administration betriebener, nicht den Marktkräften unterliegender, steuerfinanzierter Beamten-Beruf sich offensiv geeigneten Wirkungskontrollen stellt, dabei auch Erkenntnissen über das Verhältnis von Aufwand und Ertrag nicht ausweicht – und daraus Konsequenzen zieht, und zwar individuell wie kollektiv.“ (Terhart, 2011b, p. 216)

In diesem Sinne eines „New Professionalism“, wie ihn auch die OECD vorantreibt (ebd.), geht professionelle Entwicklung von Lehrern heute wie selbstverständlich auch mit der Assessmentkultur Hand in Hand. So gab es Anfang der 00er Jahre in Britannien mit dem zwischen dem Department for Education und Skills und der Großzahl der Lehrergewerkschaften abgeschlossenen Agreement „Raising Standards and Tackling Workload“ (Department for Education and Skills, 2003) noch einmal eine Konvention, die genau diesen Schulterschluss sucht. Dem voran ging ein Pamphlet der damaligen Education Secretary Estelle Morris. Dort heißt es:

“Gone are the days when doctors and teachers could say, with a straight face: “Trust me, I’m a professional.” So we need to be clear about what does constitute professionalism for the modern world. [...] a body of knowledge about what works best and why, with regular training and development opportunities so that members of the profession are always up to date [...] a relentless focus on what is in the best interests of those who use the service - in education, pupils and parents - backed by clear and effective arrangements for accountability and for measuring performance and outcomes” (Morris, 2001, p. 19).

Ganz Ähnliches findet sich auch in dem deutschen Pendant des britischen Agreements, der oben bereits erwähnten Bremer Erklärung unter Abschnitt VI. (KMK, 2000, p. 4).

Als didaktische Kulturen sind diese beiden Formen des Professionalismus, der „Kritische Professionalismus“ (vgl. Bottery, 1996) und der „New Professionalism“ bis hierhin in der historischen Darstellung noch wenig eigenständig. Der „Kritische Professionalismus“ erinnert an das organische Vertrauen aus der Accountability-Kultur und was Didaktik im „New Professionalism“ bedeutet, könnte allein durch die Assessments definiert werden. Würde ich in der Argumentation hier stehen bleiben, wäre das Professional Development kaum eine eigene didaktische Kultur. Aber auch hier gibt es wie bei der Inklusion eine weitere Seite, die Professional Development zu einer anderen, eigenständigen, dritten didaktischen Kultur macht.

Professionswissen kann nämlich auch verstanden werden als Kritik an wissenschaftlichem Wissen generell und als Ersetzung theoretischer Ausbildungsphasen durch kombinatorische Formen von didaktischer Praxis und Theorie. Diese Idee als Tertium

der Professionsentwicklung taucht schon in den 90er Jahren bei David Hargreaves auf als das sog. „post-technocratic model“:

“there is less time for learning the academic knowledge base, which is both reduced and adapted for relevance to the acquisition of competences or the solving of practical problems. Training is not seen as training for a whole career, but more as the creation of a competent beginner, who should be provided with continuing professional development” (Hargreaves, 1994, p. 431).

In diesem Sinne stellt Professionswissen auch Didaktik als Theorie des Lehrens und Lernens in Frage, wo diese sich nicht im konkreten Unterricht wiederfindet. Professional Development als didaktische Kultur hingegen legt das Wissen der Praxis auf die Didaktik um.

Auch in Deutschland kann man derzeit mit der Organisation der universitären Lehrerbildung in „Professional Schools of Education“ (vgl. Bohlmann, 2016a), eine Umlenkung von Wissen aus der Professionsforschung auf die Inhalte universitärer Lehramtsausbildung sehen. Grundlage der Forschungen zu diesem sog. Professionswissen sind zwei Artikel von Lee S. Shulman aus den Jahren 1986 und 1987 mit „Aufgliederungen des Lehrwissens, die die Forschung bis heute orientieren“ (Neuweg, 2014, p. 586). Diese Artikel waren damals eine offene Kritik an der durch die Reagan-Administration etablierten Accountability-Kultur auf Grundlage des Wissens um Unterrichtsprozesse, die Shulman in der Presidential Address der 1985er Jahrestagung der American Educational Researcher Association erstmals präsentierte (Shulman, 1986). Im 1987er Artikel gibt er ein Beispiel, das ich hier in Paraphrase zitieren möchte:

Durch experimentelle Forschung zu Unterrichtsprozessen im damaligen Educational Research war gut abgesichert, dass Unterricht dann eher lernwirksam ist, wenn das Ziel der Einheit durch den Lehrer zu Beginn der Stunde wörtlich genannt wird. Das führte zur Einführung sog. „Classroom-Observation Competency-Rating Scales“ zur Bewertung von Lehrern, bei denen die Kandidaten schlecht abschneiden, wenn sie nicht zu Beginn der Stunde das Unterrichtsziel an die Tafel schreiben. Ironischerweise, so Shulman, hat sich erst mit diesen Forschungsergebnissen George Bernard Shaws Bonmot „He who cannot, teaches“ bewahrheitet. Der Lehrer brauchte zumindest um diese Evaluation zu bestehen kein fachliches Wissen mehr, es reichte die korrekte Vorführung bestimmter Prozesse im Unterricht – zum Beispiel die Niederschrift des Lernziels der Stunde.

Solche vereinfachten Rezepte richtiger Tätigkeiten im Unterricht ließen dabei aber nach Shulman den fachlichen Inhalt außer Acht. Vielleicht ist es nämlich in einer bestimmten Stunde – etwa im Physikunterricht beim Experimentieren – gar nicht sinnvoll, vorher schon an die Tafel zu schreiben, was erst im Experiment herausgefunden wird. So sicher sich Shulman dieser verkürzten Sicht war, so bestimmt wollte er andererseits aber auch nicht zurück zum Lehrwissen des 19. Jahrhunderts, das *allein* aus Fachwissen bestand. Seine bis heute viel diskutierte Lösung des Dilemmas läuft unter dem Namen „Pedagogical Content Knowledge“ (PCK) und basiert auf der Idee, dass Fachwissen und pädagogisches Wissen tatsächlich in Lehr-Lern-Situationen nicht zu

trennen sind. Der Physiklehrer weiß über den fachlichen Inhalt nicht *weniger* als ein Physiker in der Wirtschaft – er weiß tatsächlich *mehr*, denn er entwickelt über die Jahre zusätzlich ein Gespür dafür, wie ein bestimmter Inhalt auf eine bestimmte Weise am besten gelehrt und gelernt wird. Eine erfahrene Literaturlehrerin kann sich in den ihr bekannten Inhalten nicht nur fachlich, sondern darüber hinaus auch pädagogisch bewegen. Selbst starke äußere Einflüsse des Unterrichts kann sie so ausgleichen. Shulman gibt hierfür das Beispiel der Lehrerin Nancy (Shulman, 1987, p. 1), das ich ebenfalls paraphrasieren möchte:

Nancy unterrichtet Huckleberry Finn immer per offener Diskussion, um unterschiedlichen Interpretationen des Werks Raum zu geben. Dann aber, als Ihre Stimme durch eine Kehlkopfentzündung nicht einsatzfähig ist, wechselt sie auf eine ganz andere Sozialform des Unterrichts. Die Schüler werden per Zettel in Kleingruppen geteilt, jede Gruppe erhält einen Charakter aus Mark Twains Klassiker; sie beantworten Fragen und stellen den anderen Gruppen am Ende die Ergebnisse vor.

Es kann also nicht die Sozialform sein, so Shulmans Schlussfolgerung, die den Unterricht erfolgreich macht. Der Inhalt ermögliche situationsspezifisch bestimmte Formen, wenn der Lehrer das nötige Wissen um diesen Inhalt *in Verbindung* mit der Pädagogik mitbringt. PCK ist dabei also das Amalgam oder Tertium von fachlichem Wissen (Content Knowledge, CK) und pädagogischem Wissen (Paedagogical Knowledge, PK) und steht nicht als dritte Wissensform neben diesen (Shulman, 1987, p. 8). Die andere Qualität dieses Wissens bringt Shulman auch in seiner Conclusio zum Ausdruck: „Those who can do, those who understand teach“ (Shulman, 1986, p. 14).

PCK ist bei Shulman ein Wissen, das erst in der Praxis entsteht und auch erst dort durch Wissenschaft beobachtet werden kann, z.B. in den Fehlern der Berufsanfänger: „The neophyte’s stumble becomes the scholars window“ (Shulman, 1987, p. 4). Ähnlich modelliert auch die Expertiseforschung das Lehrwissen von einem Status als Novize hin zum Experten in der Praxis (Berliner, 2001). Diese Idee scheint für die Didaktik sehr vielversprechend, wird doch das didaktische Wissen auf diesem Weg von der „natürlichen“ Entwicklung der Lehrenden von Anfängern zu Profis im Unterrichten möglich anhand einer Wissenskategorie, die weder fachlich noch rein didaktisch, sondern fachdidaktisch ist. Jan van Driel, heute einer der führenden Experten bei der Erforschung von PCK in der Naturwissenschaftsdidaktik, kommt aber zu dem Schluss, dass sich aus der reinen Erforschung von PCK in der Praxis nur sehr wenig allgemeine Regeln des Lehrens und Lernens ableiten lassen: “this research has demonstrated the complex nature of PCK as a form of teachers’ professional knowledge that is highly topic, person, and situation specific“ (J. H. Van Driel & Berry, 2012, p. 26). Sandra Abell sieht in einem Critical Review der Forschung zu PCK in der Science Education besonders die Relation des Konzepts zur Lehrerpraxis und zum Lernen der Schüler als unge löste Fragen (Sandra K Abell, 2008, p. 1412). Auch Depaepe et al. kommen in ihrem Review zu PCK-Konzepten im Fach Mathematik zu der Conclusio, dass sich keine einheitliche Idee dieses Inhaltes in der Forschung hierzu herausgebildet habe (Depaepe, Verschaffel, & Kelchtermans, 2013). Die großen Studien, die es inzwischen zum Lehrwissen gibt, tun sich mit der Modellierung hier ebenfalls schwer. Sigrid Blö-

meke, die TEDS-M in Deutschland administrierte, bilanziert: „die Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens (stellte) eine Herausforderung dar“ (Blömeke, 2014, p. 450).

Das macht eine Didaktik, die nicht idiographisch sein möchte, sondern in begrenztem Maße auch allgemeingültige Modelle des Lehrens und Lernens liefern will, auf der Basis von PCK, wie es in der Praxis beobachtet werden kann, schwierig. Dennoch gilt PCK heute als „ein Kernstück hochgradig unterrichtsrelevanten Professionswissens“ (Neuweg, 2014). PCK hat durch die ihm inhärente Kritik an der Didaktik durch erfolgreiche Unterrichtsprozesse zum Untergang der Accountability-Kultur beigetragen und bildet heute eine Alternative zu den anderen beiden didaktischen Großkulturen. Das liegt daran, dass PCK Didaktik vor allem vom Wissen der Lehrenden aus modelliert und so ein ganz anderes Bild des Lehrens und Lernens zeichnet als die Kulturen der Assessments und der Inklusion.

1. 4 Zusammenfassung: Konsequenzen aus den kulturellen Kontexten

Die Existenz der didaktischen Kulturen der Assessments, der Inklusion und des Professional Development bedeutet wohl kaum das Ende einer expliziten Wissenschaft der Didaktik – im Gegenteil. Jede von ihnen fordert eine spezifische Modellierung des Lehrens und Lernens geradezu heraus:

- Lehrer werden ein Wissen um die Konstruktion hinter den Tests und Ihrer impliziten didaktischen Theorien suchen, wenn sie daran gemessen werden. Dies wird auch dazu dienen, diese Tests zu hinterfragen.
- Die neue Lernkultur erfordert Planung und Gestaltung von Material abgestimmt auf individuelle Lernprogressionen und kurzweiligere Lehr-Lern-Prozesse zwischen Lehrer und Schüler. Dies macht eine „Türschwellendidaktik“, die sich der Lehrer erst überlegt, sobald er die Schwelle zur Klasse überschreitet, deutlich schwieriger und öffnet einen Blick auf die bisher in der Didaktik kaum gesehene soziale Mikrostruktur des Lehrens und Lernens, die sich auch unter Schülern (Peers) herausbilden kann und stärker von Materialien und Arrangements abhängt.
- Die Professionskultur erfordert didaktisches Wissen, das mit der späteren Praxis korrespondiert und nicht von ihr überschrieben wird. Hier sind insbesondere fachbezogene didaktische Modelle und Theorien interessant.

In den folgenden Kapiteln über die Wissenschaft der Didaktik werden Theorien und Modelle behandelt, die auf diese kulturellen Anforderungen bereits in bestimmter Weise reagieren, weil sie hier entstanden sind oder in diesen Kontexten Anwendung fanden. Die Science Education ist z.B. eine Didaktik die einerseits hinter großen Assessments wie PISA oder TIMSS steht, andererseits beruhen auch bekannte Modellierungen von PCK in der Didaktik der Naturwissenschaft hierauf (vgl. Kap 3). Die Operative Pädagogik dient hingegen zum Beispiel als Beobachtungstheorie innerhalb der Forschungen zur Neuen Lernkultur (vgl. Kap 4). Wichtig für die weitere Argumentation ist die Conclusio, dass heute keine Didaktik auf der Grundlage einzelner Forschungen oder auf der Basis inspirierter Einfälle bekannter Didaktiker mehr funktionieren kann.

Didaktik kann auch nicht durch Politik gesetzt werden, sondern ist von weltweiten kulturellen Strömungen abhängig. Vor diesem gegebenen Hintergrund wird heute eine breite Palette didaktischer Forschung betrieben; es gibt eine Vielzahl didaktischer Forschungsprogramme mit dem Ziel Wissen über das Lehren und Lernen zu produzieren, das nützlicher als Alltagswissen ist. Ziel des folgenden zweiten Kapitels der Arbeit ist es, die Breite der Forschungen *innerhalb* der didaktischen Kulturen zu zeigen. Diese Breite werde ich nicht über ihre methodische Vielfalt darstellen, sondern vielmehr darüber, was man mit diesem Wissen *machen* kann. Ich werde also die verschiedenen „Semantiken“ der didaktischen Wissenschaft zeigen.

2 Wissenschaftstheorie der Didaktik

In Kapitel 2 meiner Arbeit werde ich eine Analytische Wissenschaftstheorie der Didaktik entwickeln und mit ihrer Hilfe vier verschiedene Arten der Wissenschaft vom Lehren und Lernen skizzieren. Solch eine Wissenschaftstheorie der Didaktik wurde bisher noch nicht vorgelegt. Wissenschaftstheorie ist, wenn man ihre Vorläufer in der Erkenntnistheorie und Epistemologie bedenkt, so alt wie die Wissenschaft selber. Heute ist sie vor allem aber ein Spezialgebiet der Analytischen Philosophie, das zunehmend – ein Trend der letzten Jahrzehnte – auch produktiv in die Wissenschaften zurückgebunden wird. Für das hier interessierende Feld der Didaktik ist eine spezielle Position besonders interessant, die viel Rückhalt in der Analytischen Wissenschaftstheorie hat: die sog. „Semantic View“. In der semantischen Sicht wird wissenschaftliches Wissen nicht als ein Erkenntnisprozess begriffen, als eine Frage an die Natur, eine verifizierbare oder falsifizierbare These, ein System von Aussagen und Zeichen, sondern als eine Funktion im Alltag. Nach der semantischen Sicht hat jede Form wissenschaftlichen Wissens irgendwo im Alltag eine Stelle, an der sie besser funktioniert als Alltagswissen – sonst würde sie nicht verwendet werden. In diesem Kapitel habe ich diese Funktionen in den didaktischen Wissenschaften gesucht und vier unterschiedliche Verwendungsweisen didaktischen Wissens gefunden. Das Wissen der Didaktik als Wissenschaft ist nützlicher als Alltagswissen, wenn es darum geht, dass...

... Lehrende ihr didaktisches Handeln vor sich und Anderen *begründen*,

... Verantwortliche im Bildungssystem und Lehrende *beschreiben*, was beim Lehren und Lernen passiert,

... Verantwortliche im Bildungssystem und Lehrende *erklären*, wie sie ein spezifisches Ziel erreichen,

... Lehrende *beweisen*, dass Didaktik ohne bestimmte Grundstrukturen unmöglich funktionieren kann.

Bei diesen vier Funktionen geht es zwar auch um ein Sprechen über Didaktik, vor allem aber geht es um ein Handeln, das sofort aus diesen Semantiken folgt. Wissenschaftliches Wissen in der Semantic View ist zutiefst pragmatisch. Außerdem wird dem Leser aufgefallen sein, dass die pragmatischen Funktionen sich nicht ausschließlich auf Lehrende beziehen. Das Wissen der didaktischen Wissenschaften ist heute nämlich an vielen Stellen auch und vor allem nötig für Bildungsadministratoren. Viel Wissenschaft unter dem Dach der didaktischen Forschung wird betrieben, um diese Gruppe mit relevantem Wissen zu versorgen.

2. 1 Vorbetrachtung: Wissenschaftstheorie in der Semantic View

In 2013 erschien das Buch des analytischen Wissenschaftstheoretikers Paul Hoyningen-Huene „Systematicity“ (Hoyningen-Huene, 2013). In ihm verteidigt er ein neues Unterscheidungskriterium zwischen Alltagswissen und wissenschaftlichem Wissen, nämlich größere Systematizität. Im Gang dieser Argumentation durchläuft Hoyning-

gen-Huene fast alle Wissenschaften. Dabei schlüsselt er nicht nur die Arbeitsweise der „Sciences“, also der Naturwissenschaften, auf, wie es klassische Studien der Wissenschaftstheorie getan haben. Er behandelt vielmehr in einem neuen Ton der Wissenschaftstheorie der *speziellen* Wissenschaften eine breite Palette. Das geschieht bei Hoyningen-Huene vor allem um die Einigkeit im Prinzip der Systematizität noch in der Verschiedenheit der Wissenschaften zu zeigen. Vor diesem Hintergrund stellt sich mir die Frage, ob eine Analyse als *spezielle* Wissenschaft nicht auch für die Didaktik hilfreich sein könnte, besonders um die vielen wahrzunehmenden Unterschiede der Herangehensweise an die Problematik, die vielen unterschiedlichen Methodologien und Bezüge begreifen zu können. Die Didaktik ist wohl nicht einfach mit den Mitteln der Allgemeinen Analytischen Wissenschaftstheorie zu fassen, die von Kuhn, Feyerabend, Lakatos etc. für die „Hard Sciences“, die Naturwissenschaft entwickelt wurde. Ihre Enkelin, die Analytische Wissenschaftstheorie der *speziellen* Wissenschaften, könnte jedoch helfen, so mein erster Zugang.

Zum Wissenschaftscharakter der Forschungen zum Lehren und Lernen gab es in der Januar-Ausgabe 2014 des Educational Researcher eine Debatte, die zeigte, wie komplex Didaktik als Wissenschaft ist und wie viele Autoren aus unterschiedlichen Bereichen hier engagiert sind. Der Philosoph Denis Phillips eröffnete die Ausgabe mit einem Verweis auf die Unmöglichkeit hier wie in den Naturwissenschaften zu forschen:

„Learning is a phenomenon that involves real people who live in real, complex social contexts from which they cannot be abstracted in any meaningful way.[...] dealing with temperature, pressure, magnetic fields, and the like is one thing; dealing with culture, gender, socioeconomic status, human interests, and the like is quite another! This is why, while physics is a “hard science,” education research is a very hard – an extremely hard – one.“(D. C. Phillips, 2014a, p. 10f)

In der Ausgabe argumentierte Carl Wieman, Stanford-Physiker und Nobelpreisträger, dagegen (Wieman, 2014). Vorhersagen seien sowohl in den Naturwissenschaften als auch im Feld des Educational Research möglich. John Rudolph (Rudolph, 2014) kritisierte als Bildungshistoriker die Standards des nationalen Institute of Education Sciences (IES). Das IES favorisiere empirische Studien in experimentellen Settings – die schon im Vorwort erwähnten RCTs. Schließlich fordern Kris Gutiérrez und William Penuel, beides Psychologen, die in der „Learning Science“ arbeiten, die Relevanz für die Praxis der Lehrer als ein neues Gütekriterium für Forschung zu benennen (Gutiérrez & Penuel, 2014). Allein diese Debatte zeigt schon, wie viele unterschiedliche Wissenschaften sich im Feld von Erziehung und Bildung bewegen und die speziellen Anforderungen, die nur an die Didaktik gestellt werden. Die Praxisrelevanz für Lehrer ist z.B. ein Kriterium, das nicht jede Wissenschaft im Educational Research mitgehen würde, das aber für die Didaktik relevant ist. Die Debatten um den Wissenschaftscharakter werden auch in den USA von Historikern, Philosophen, Psychologen, ja sogar Physikern geführt. Eine spezielle Wissenschaftstheorie der Didaktik ist vor dem Hintergrund der Wirren solcher Debatten so notwendig wie anspruchsvoll. Didaktik ist auch deshalb eine „very hard science“, wie Phillips sagt, weil sie sich gegen einfache wissenschaftstheoretische Bestimmungen sträubt. Für eine nähere Analyse steht

mit dem Mittel der speziellen Philosophy of Science seit kurzer Zeit aber das passende Instrumentarium für eine genauere Analyse zur Verfügung.

2. 1. 1 Theory of the Science of Didactics - Die Theorie von der Wissenschaft der Didaktik

In den vergangenen Jahren hat sich in der Wissenschaftstheorie der Analytischen Philosophie, der „Theory of Science“, die Tendenz entwickelt, wissenschaftliche Teilbereiche zu untersuchen und nicht nur Struktur oder Genese der (Natur-)Wissenschaft an sich (Psillos & Curd, 2008). Das hat den Vorteil, dass die einzelnen Debatten zur „Philosophy of Psychology“ oder der „Philosophy of the Social Sciences“ einerseits den Spezifika der jeweiligen Wissenschaft gerecht werden, dabei andererseits aber über den gesamten theoretischen Rahmen der allgemeinen Wissenschaftstheorie verfügen (Kincaid, 2008a, 2012; Samuels, 2008). Dieser Trend mag auch damit zusammenhängen, dass der Glaube an eine deduzierbare Wahrheit, eine sichere wissenschaftliche Methode oder zumindest eine gemeinsame Syntax wissenschaftlicher Aussagen heute die Wissenschaften nicht mehr zusammenhält. Stattdessen sind die Wissenschaften speziell und funktionieren je anders, werden aber als Ganzes, wie Paul Hoyningen-Huene sagt, durch Familienähnlichkeiten zusammengehalten (Hoyningen-Huene, 2013, p. 6). Dieser Begriff der Familienähnlichkeit kommt dabei von Wittgenstein (Wittgenstein, 1958 § 67). Die Beziehung der Wissenschaften untereinander muss man sich hiernach vorstellen wie Fäden in einem Seil. Einzelne Fäden liegen nahe beieinander, manche sind in sich verdreht und verknüpft, aber kein Faden zieht sich durch das ganze Seil. Auch wenn Hoyningen-Huene meint, mit der Systematizität der Wissenschaften doch wieder einen neuen gemeinsamen Nenner aller Wissenschaften gefunden zu haben, so interessieren heute auch ihn in seiner Analyse eher Unterschiede und Spezifika der disparaten Wissenschaften. Hoyningen-Huene analysiert insbesondere die unterschiedlichen Funktionen oder Grundsemantiken der Wissenschaften, die er ihre „Aspekte“ nennt (Hoyningen-Huene, 2013, p. 17). Das sind ihre Möglichkeiten zu beschreiben, zu erklären, vorherzusagen, Wissen zu begründen, kritisch zu prüfen, epistemisch zu verknüpfen, neues Wissen zu erzeugen, in vollständigen Systemen zu sammeln und zu repräsentieren. Möglicherweise gibt es noch mehr. Nicht alle Wissenschaften erfüllen alle diese Aspekte, aber jede von ihnen zumindest einige.

Die Fachgebiete der „Theory of Science“ sind dabei kein Pendant zu den jeweiligen Wissenschaften, wie die Sozialphilosophie Pendant der Sozialwissenschaften ist und diese ergänzt, leitet oder kritisiert. Auch hat die hier nun anstehende Arbeit wenig mit dem Feld der „Philosophy of Education“ oder der deutschen Bildungs- und Erziehungsphilosophie gemein. Beide diese Gebiete arbeiten philosophisch am Gegenstand und nicht an der Funktionsweise der dazugehörigen Wissenschaft (Bailey, Barrow, Carr, & McCarthy, 2010; Ehrenspeck, 2009; H. Siegel, 2009). Die klassischen Gebietsphilosophien, wie z.B. die Rechtsphilosophie oder die politische Philosophie, sind ganz ähnlich liegende Fälle. Mittlerweile gibt es z.B. auch eine elaborierte „Philo-

sophy of Psychology“ als eine inhaltliche Disziplin, die sich insbesondere mit klassischen Problemen der Philosophie des Geistes auseinandersetzt (Symons & Calvo, 2009). Die begriffliche Unterscheidung ist hier nicht so scharf wie bei der „Philosophy of the Social Sciences“, wo am Namen schon deutlich wird, dass hier nicht Sozialphilosophie betrieben wird, sondern die Wissenschaftsgruppe der Sozialwissenschaften auf ihrer Funktionsebene analysiert werden soll. Die speziellen Wissenschaftstheorien, von denen hier eine für die Didaktik vorgelegt wird, behandeln das Funktionieren von Wissenschaften und arbeiten nicht selbst philosophisch am Gegenstand.

Die Theorie der speziellen Wissenschaften kann sich dabei an den zentralen Diskurs der „Theory of Science“ anlehnen, der seit den ersten Arbeiten der Logischen Positivisten im Wiener Kreis nun fast ein Jahrhundert alt und mittlerweile eng verknüpft mit wissenschaftssoziologischen und -historischen Untersuchungen ist (McGrew, Alspector-Kelly, & Allhoff, 2009). Insofern ist die spezielle Theory of Science nicht nur eine Wissenschaftsphilosophie, sondern notwendig eine auch historisch und soziologisch arbeitende Wissenschafts-Theorie. Eine Beschreibung allein durch die Philosophie ist heute nur noch bei sehr begrenzten Problemen im Feld möglich. Die neueren wissenschaftstheoretischen Bereichs- und Disziplinforschungen nutzen die allgemeine Tradition dabei vor allem, um die Besonderheiten der jeweils untersuchten speziellen Wissenschaft herauszustellen. In diesem jungen Forschungsfeld gibt es noch keine ausbuchstabierte „Philosophy of Educational Science“, geschweige denn eine „Philosophy of the Science of Didactics“. Das liegt wohl daran, dass „Didaktik“ im anglo-amerikanischen Raum nicht als Wissenschaft existiert und auch der weitere Untersuchungsgegenstand der „Erziehung“ an den meisten englischsprachigen Universitäten keine eigene Wissenschaft konstituieren kann (vgl. das Vorwort). Er wird deshalb dort von den angrenzenden Bezugsdisziplinen behandelt. Die Analyse der Wissenschaft von der Didaktik mit den Mitteln der „Philosophy of Science“, der Analytischen Wissenschaftstheorie, ist daher ein ganz neuer Ansatz, der hier erstmals versucht wird.

2. 1. 2 Wissenschaftstheoretische Vorarbeiten im Feld

Wissenschaftstheoretische Überlegungen zur Didaktik überhaupt sind allerdings nicht neu. Zu Beginn meiner Arbeiten habe ich angenommen, dass man hier auf Vorarbeiten aufbauen oder zumindest Orientierung in der Herangehensweise finden könnte. Die Analytische Wissenschaftstheorie von Außen an die bestehende Wissenschaft der Didaktik heranzutragen, wie ich es letztlich dann aber machen musste, ist dem Umstand geschuldet, dass die Wissenschaftstheorie innerhalb des Feldes von Erziehung und Bildung kaum Anschlüsse bietet, zu bestimmten Zwecken verwendet wird, oder gar bewusst gerade die Didaktik aus dem Kanon der eigenen Wissenschaft ausschließt. Das wird dieses Unterkapitel zeigen.

Es gibt im Feld von Erziehung und Bildung Diskurse über die Wissenschaft der Didaktik auf drei Ebenen. Diese drei Ebenen der wissenschaftstheoretischen Reflexion bilden eine Topologie der Selbst- und Fremdrelexionen in Mikro-, Meso- und Makroebene

im Feld. Auch wenn diese vom wissenschaftlichen Duktus teils sehr anders sind als der hier dann später ausgeführte Ansatz einer „Philosophy of the Science of Didactics“ mit Hilfe einer semantischen Sicht auf Wissenschaft, so ist es vielleicht hilfreich für den Leser diese Traditionen zu kennen, um zu verstehen, warum ich mich dazu entschieden habe, mich nicht an der schon bestehenden Wissenschaftstheorie im Feld zu orientieren.

2. 1. 2. 1 Mikro: Wissenschaftstheorie von der Didaktik in den Didaktischen Wissenschaften

Die niedrigste Ebene, auf der wissenschaftstheoretische Überlegungen zur Didaktik bisher stattgefunden haben, ist die Ebene der von mir hier so genannten „Didaktischen Wissenschaften“. Die Bezeichnung „Didaktische Wissenschaften“ ist so nicht üblich und muss kurz erläutert werden. Damit meine ich jene Wissenschaftsbereiche, die das Lehren und Lernen zum Gegenstand ihrer Wissenschaft haben und für die Anleitung des Lehrerhandelns direkt herangezogen werden. In Deutschland sind das die Allgemeine Didaktik, die auf das Lehren und Lernen gerichtete Empirische Bildungsforschung, die Fachdidaktiken und die Teile der Allgemeinen Erziehungswissenschaft, die Didaktik für einen, wenn nicht den zentralen Gegenstand auch ihres Faches halten. Trotz ihres gemeinsamen Gegenstandes sehen diese Disziplinen die Didaktik wissenschaftstheoretisch erstaunlich unterschiedlich. Vor allem in der Allgemeinen Didaktik ist die wissenschaftstheoretische Frage sehr dringend. Gerade „als Wissenschaft“ scheint man gegenüber der Lehr-Lern-Forschung und manchen Fachdidaktiken ins Hintertreffen geraten zu sein, und sucht Halt in Rückbesinnungen, zum Beispiel in den wissenschaftstheoretischen Ansätzen zur Didaktik bei Herwig Blankertz (Blömeke & Müller, 2009; Blömeke, 2009; H. Meyer, 2008), die den Kern der spezifisch didaktischen Wissenschaftstheorie von sich selber seit nun fast einem halben Jahrhundert ausmacht (Blankertz, 1969, 1975). Die Neuansätze alter Theorien, oder Außenperspektiven auf den allgemeindidaktischen Betrieb, wie sie sich z.B. in den 2012er und 2013er Ausgaben des neugegründeten Jahrbuchs für Didaktik finden, stellen die wissenschaftstheoretische Frage aber nicht (Zierer, 2012, 2013). In den empirisch forschenden Teilen der Didaktischen Wissenschaften, insbesondere in der Lehr-Lern-Forschung und einigen Fachdidaktiken, ist die Frage hingegen fast schon selbstverständlich geklärt und es scheint müßig, sich mit ihr überhaupt zu beschäftigen. Man könnte sogar noch schärfer formulieren: Gerade diejenigen Teile der didaktischen Forschung, die mit den Methoden empirischer Sozialforschung das Lehren und Lernen untersuchen, sind froh, wissenschaftstheoretische Debatten nicht mehr führen zu müssen. Solche Überlegungen scheinen müßig, gibt es seit den im ersten Kapitel bereits diskutierten internationalen Trends Anschlüsse, die es erübrigen, selber neue Forschung zu entwickeln. Fachdidaktik ist hier verstanden als eine:

„Unterrichtsforschung, mit dem Ziel Unterrichtsqualität zu verbessern [...] in Kooperation mit den für Unterricht relevanten wissenschaftlichen Disziplinen [...] Bildungsforschung und Lehr-Lernpsychologie“ (H. E. Fischer et al., 2003, p. 200f).

Mit dem Einzug psychologischer Methoden und ihrer statistischen Auswertung in die Didaktik hat sich ein neuer Forschungsverbund gefunden, der seit 2013 unter dem Dach der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF) firmiert. Dieser Verbund lässt die Grenze zwischen Allgemeiner Empirischer Bildungsforschung und empirisch forschender Fachdidaktik verschwimmen. Wissenschaftstheoretische Selbstdeutungen sucht man hier vergeblich. Selbstbeschreibungen der GEBF gehen in die Richtung der Disziplinedefinition von Cornelia Gräsel in dem Handbuchartikel „Was ist Empirische Bildungsforschung?“. Sie kommt dabei mit qualitativen Attributen und Hinweisen auf gesetzliche Grundlagen aus. Eine Analyse auf die Funktionsweise dieses Wissenschaftsclusters hin ist gar nicht nötig. Die Empirische Bildungsforschung sei per definitionem durch die Merkmale „Problemorientierung“, „Interdisziplinarität“ und „Verwendung empirischer Forschungsmethoden“ geprägt (Gräsel, 2011, p. 14). Eine solch grobe Beschreibung von Qualitäten können sich Wissenschaften nur in dem Moment leisten, in dem ihr *modus operandi*, also die Art und Weise wie sie arbeiten, nicht in Frage steht. Die Empirische Bildungsforschung in ihrer Funktion als Qualitätssicherung im Schulwesen ist unbestritten. Es ist aber fraglich, ob dieser neue Verbund neben der Funktion der Qualitätssicherung im Bildungssystem auch die sehr anders gelagerte Funktion der Anleitung von Lehrerhandeln übernehmen kann und vor allem will. Das „Erbe“ der Allgemeinen Didaktik ist wie ein echtes Erbe gleichzeitig Gewinn und Verpflichtung. Die Lehrerbildung fordert Verantwortung und hat mit den schwankenden Studierendenzahlen ihre Höhen und Tiefen in der Finanzierung (Terhart, 2013a). Von daher ist es auch sehr fraglich, ob sich Akteure des neuen Feldes der Empirischen Bildungsforschung überhaupt die wissenschaftstheoretische Frage stellen wollen, weil sie zwangsläufig auch zu der Frage des praktischen Nutzens der Ergebnisse in der Lehrerbildung führen würde. Zumindest einige gegenwärtige Fragen in dem Gebiet der didaktischen Wissenschaften tangieren die Wissenschaftstheorie. Zunächst ist da die immer noch offene Frage, in welcher Form fachdidaktisches Wissen in die Lehrerbildung einfließen soll, die sich beispielsweise die Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik schon 2005 gestellt hat (Pitton, 2005). Darüber hinaus gibt es zumindest auch das Gefühl einer Möglichkeit dafür, dass das Material an Daten, das Empirische Bildungsforschung in Deutschland gesammelt hat und noch sammeln wird, Lehrerhandeln möglicherweise anleiten kann. Manfred Prenzel, der gegenwärtige Präsident der GEBF, betreibt dazu ein DFG-Projekt namens „E4Teach“ – Evidenz für Lehrer. Hier werden Kompetenzen von Lehrern im Umgang mit Evidenz modelliert. Evidenz meint dabei die Ergebnisse der Empirischen Bildungsforschung in Surveys. Ziel ist es, diese Kompetenzen zunächst messbar zu machen und in einem zweiten Schritt in ein Training zu verwandeln, das dann in die Lehramtsausbildung eingegliedert werden soll (Prenzel, Bauer, Heininger, & Wenglein, 2015). An dieser Stelle ändert sich die Funktion Empirischer Bildungsforschung von der Messung des Schulwesens zur Anleitung von Lehrerhandeln. Auch der Lehrerband von John Hattie, der ebenfalls versucht, Evidenz in Lehrerhandeln zu übersetzen, hat dazu beigetragen, in den von der Empirischen Bildungsforschung dominierten Didaktischen Wissenschaften eine wissenschaftstheoretische Debatte zu eröffnen (Hattie,

2015; Terhart, 2014b). Anders als in den Surveys, die die Empirische Bildungsforschung dominieren, wird hier das relevante Wissen über die im Vorwort bereits erwähnten RCTs und deren Metaanalyse gewonnen. Nach einer Unterscheidung von Manfred Prenzel liefert diese Forschung „Veränderungswissen“ und nicht „Beschreibungswissen“ (Bromme et al., 2014; Prenzel, 2006). Hierauf aufbauend ist auch in dem Teil der Allgemeinen Erziehungswissenschaft, der sich ebenfalls als didaktische Wissenschaft begreift, ohne sich der Allgemeinen Didaktik noch fest zuzuordnen, erste Resonanz in der Frage: „Was ist Didaktik als Wissenschaft?“ zu hören (z.B. von Olberg, 2014). Die Wissenschaftstheoretische Frage nach der Didaktik wird spätestens dann wohl auch auf eine größere, bildungs- und universitätspolitische Agenda kommen, wenn die Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik in den universitären Vorlesungen über Didaktik und in der zweiten Ausbildungsphase ihren Halt verlieren. Ansätze hierzu zeigen sich bereits in den Umbauten der ersten Runde der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“, eines bundesstaatlichen Exzellenz-Programms in Deutschland. An vielen Standorten wurden im Zuge dieser Entwicklung die didaktischen Wissenschaften von der Erziehungswissenschaft weitgehend entkoppelt, Fachdidaktiken wurden weiter gestärkt (Bund und Länder, 2013; DLR, 2015). Es ist noch unklar, was der wissenschaftstheoretische Kitt der sich so neu bildenden Verbünde von didaktischen Fachgruppen an den Universitäten ist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es auf der Mikro-Ebene der didaktischen Wissenschaften kaum nennenswerte Wissenschaftstheorie des eigenen Faches gibt, sich jedoch Probleme mit wissenschaftstheoretischem Lösungsbedarf schon heute ankündigen.

2. 1. 2. 2 Meso: Wissenschaftstheorie von der Didaktik in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft

Dies ist die klassische Ebene der Wissenschaftstheorie der Didaktik, auf der sie als Teil der Erziehungswissenschaft bzw. Pädagogik tatsächlich in beachtenswertem Maß behandelt wurde. Noch heute herrscht vielfach in der Erziehungswissenschaft ein integratives Verständnis der Didaktik, so dass „Didaktik eine Teildisziplin der Erziehungswissenschaft“ ist (Jank & Meyer, 2011, p. 29). Lehrerhandeln, Didaktik und Pädagogik waren lange Zeit koinzident sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft. Wissenschaftstheoretische Überlegungen begannen direkt in den Anfängen der Erziehungswissenschaft. Man findet sie zum Beispiel schon bei Ernst-Christian Trapp. Die Antrittsvorlesung dieses ersten Lehrstuhlinhabers für Pädagogik handelte von der „Nothwendigkeit, Erziehen und Unterrichten als eine eigene Kunst zu studiren[sic]“, war also eine wissenschaftstheoretische Rechtfertigung eines gemeinsamen Faches aus Erziehungswissenschaft und Didaktik (Trapp, 1977). Die Erziehungswissenschaft als Disziplin entstand erst durch die Lehrerbildung und bekam die Theorie des Lehrens und Lernens, also die Didaktik, damit quasi in die Wiege gelegt. Heute steht sie jedoch in einem schwierigen Verhältnis sowohl zur Lehrerbildung als auch zur Didaktik (Terhart, 2013a). Die Aufgabe der Lehrerbildung stellt fast automatisch die schwierige wissenschaftstheoretische Frage, ob die Erziehungswissenschaft eine Anwendungswissenschaft ist oder eine autonome Forschungsdisziplin, die ihrem Gegenstand – wie

die Bildungsforschung – grundsätzlich neutral gegenüberstehen kann. Wie normativ oder engagiert kann und sollte also die Erziehungswissenschaft sein? Und kann und sollte sie Technologien zur Anwendung produzieren? (vgl. Herzog, 2005) In den vergangenen Jahren wurden an der Disziplinengrenze der Erziehungswissenschaft zwei große Debatten um die Form der Lehrerbildung geführt, die die wissenschaftstheoretische Frage nach der Didaktik direkt tangierten. Die erste ist die Mitte der 00er Jahre aufkeimende Diskussion um die Einführung eines Clusters namens Vermittlungswissenschaften. Dieser Cluster sollte all diejenigen Teile einer Universität umfassen, die mit der Vermittlung ihres eigenen Wissens beschäftigt sind (Welbers, 2003). Während Didaktiker die Vermittlungswissenschaften in Konkurrenz zur Allgemeinen Didaktik bei der Anleitung von Lehrerhandeln begriffen, wurde die Debatte aus Sicht der Allgemeinen Erziehungswissenschaft als Angriff auf die disziplinären Grenzen ihres Faches gewertet (Koch-Priewe, 2007; von Olberg, 2004). Verwirklicht wurden die Vermittlungswissenschaften zumindest als System der Lehrerbildung nur in Flensburg. Mittlerweile sind sie auch dort wieder abgeschafft zugunsten der sog. Bildungswissenschaften – dem zweiten disziplinären Problem der Erziehungswissenschaft, das wissenschaftstheoretische Fragen erzeugte. Die Bezeichnung Bildungswissenschaften ist ähnlich fluide und kann einerseits einen Fächerverbund zur Lehrerausbildung meinen, andererseits auch grundständige, die Erziehungswissenschaft ersetzende Studiengänge, wie an der Leuphana Universität Lüneburg geschehen. Der dortige Studiengang „Bildungswissenschaften“ soll „auf breiter fachlicher Basis der bildungswissenschaftlichen Kerndisziplinen Erziehungswissenschaft, Psychologie und Soziologie[...] von Anfang an eine Spezialisierung auf didaktische und organisatorische Aspekte von Bildungsprozessen“ bieten (zitiert nach Bellmann, 2012, p. 3). Auch an dieser zweiten disziplinären Bruchstelle des Feldes der Erziehungswissenschaft entbrannte eine Debatte (Bellmann, 2012; Casale, Röhner, Schaarschuch, & Sünker, 2010; Terhart, 2012a). Auch hier galt es in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft, die Eigenständigkeit der Disziplin gegenüber einer praktikablen Wissenschaft vom Lehren und Lernen zu betonen. Diese Abgrenzung gegenüber den Bildungswissenschaften geschah dann auch direkt noch zeitgleich mit der Abkehr von der angloamerikanischen „Learning Science“ (Casale et al., 2010, p. 50). Die „Learning Science“ ist dabei ein neues, internationales und interdisziplinäres Forschungsfeld, das sich mit dem in der Didaktik zentralen Prozess des Lernens befasst (Leach & Scott, 2010; K. R. Sawyer, 2006). In der Debatte um die Bildungswissenschaft schien dies aber eher eine Chiffre, die eine Abgrenzung gegenüber der Psychologie ermöglichte. Der Leser merkt: An der Grenze der Erziehungswissenschaft wurden mit den Mitteln der Wissenschaftstheorie in den vergangenen Jahren einige Scharmützel gefochten. Die Didaktik oder eine allzu praktikable Wissenschaft zur Lehrerbildung war dabei immer der Pappkamerad, auf den eingehauen wurde, weil der eigentliche Gegner nicht greifbar war.

Neben solchen wissenschaftstheoretischen Brandherden, wie sie die Diskussionen um die Vermittlungs- und Bildungswissenschaften schürten, gibt es in der Erziehungswis-

senschaft auch noch eine stetige Problematisierung der eigenen Identität als Wissenschaft. In der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE) existiert eine ständige Kommission „Wissenschaftsforschung“, die Anfang der 70er Jahre einmal die Funktion hatte, die Disziplin im Zuge ihrer Wende hin zu den Sozialwissenschaften neu zu bestimmen. Sie ist in die aktuelle Umbruchphase mit eher integrativem und historischem Interesse gestartet (Pollak, 2002), beschäftigt sich nun aber ebenfalls mit den aktuellen disziplinären Fragen. In 2014 fand in Göttingen z.B. eine Tagung dieser Kommission statt, auf der die alte Frage nach der Erforschbarkeit der „Erziehungswirklichkeit“ (Oelkers & Tenorth, 1991) vor dem Hintergrund neuer ethnographischer Sozialforschungen im sog. „Netzwerk Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnung“ diskutiert wurde (Dörner, 2010; Neumann, 2010). Die Wissenschaftstheorie, die hier verhandelt wurde, ähnelte stark methodologischen Debatten in der Soziologie. Die Didaktik wird in der erziehungswissenschaftlichen Wissenschaftstheorie heute eher als außenstehendes Element der Disziplin betrachtet, obwohl sie ja eigentlich auch als das spezifische Alleinstellungsmerkmal der Erziehungswissenschaft gegenüber den anderen Sozialwissenschaften gelten könnte. Zumindest ist keine der Konkurrenzdisziplinen der vorigen Jahre daran interessiert, sich Didaktik auf die Fahnen zu schreiben. Die praktische Relevanz erziehungswissenschaftlicher Forschung wird international als das in den Sozialwissenschaften spezifische Gütekriterium der Erziehungswissenschaft diskutiert (vgl. etwa den zu Beginn des Kapitels bereits erwähnten Beitrag von Gutiérrez & Penuel, 2014). Gleiches gilt für ihren sog. „interested approach“ (Biesta, 2013a). Diese Idee vom spezifischen Interesse am Gegenstand und vor allem am Schüler stammt eigentlich als *réflexion engagée* aus der deutschen geisteswissenschaftlichen Pädagogik (Flitner, 1958); für große Teile der deutschen Erziehungswissenschaft nach der sozialwissenschaftlichen Wende ist sie aber nicht wissenschaftlich neutral genug und damit wissenschaftstheoretisch problematisch. So hat die klassische Pädagogik heute wohl eine größere Nähe zur Didaktik als die Erziehungswissenschaft. In Deutschland kann deshalb etwa auch der Pädagoge Klaus Prange immer noch treffend polemisieren, wenn er die Didaktik zum zentralen Gegenstand der Erziehungswissenschaft ausruft und die sterbende Allgemeine Didaktik als ihr zentrales Feld deklariert, von dem aus auch die Erziehungswissenschaft wieder integriert werden könnte (Prange, 2009). Damit knüpft Prange an Josef Derbolav an, der schon Mitte des 20. Jahrhunderts die Didaktik zum „Herzstück der Pädagogik“ (zitiert nach Blankertz, 1975, p. 31) erklärte. In der gegenwärtigen Erziehungswissenschaft stößt diese Idee aber auf wenig Gegenliebe. Nicht zuletzt wegen des disziplinären Problems der deutschen Erziehungswissenschaft als Double-Bind zwischen sozialwissenschaftlicher Orientierung und Lehrerbildung seit der Bildungsexpansion, ist die wissenschaftstheoretische Frage der Erziehungswissenschaft heikel, tangiert aber ständig auch die Didaktik.

Neben den eben erwähnten Debatten und Strömungen könnte auch die gesamte Arbeit in der Erziehungsphilosophie, Bildungsphilosophie und Bildungstheorie als Wissenschaftstheorie begriffen werden. Aber auch diese „Arbeit am Begriff“ von Bildung

und Erziehung, die hier geleistet wurde und wird (vgl. Ehrenspeck, 2009), räumt der Didaktik kaum Eigenwert ein. In der Bildungstheorie wird Didaktik entweder mit dem Gestus der geisteswissenschaftlichen Pädagogik als etwas verstanden, das über Bestimmung des weiteren und grundsätzlicheren Begriffs der Bildung en passant geklärt werden kann (z.B. Benner, 2009). Oder aber die Didaktik wird geradezu als Gegensatz von Bildung begriffen. Ein Beispiel hierfür ist Andreas Gruschkas schon auf dem Buchdeckel seiner „Elf Einsprüche gegen den didaktischen Betrieb“ aufgestelltes Programm, die „heillose Didaktisierung von Bildung“ aufzuklären (Gruschka, 2002, wobei Gruschka in jüngerer Zeit auch ein in Ansätzen positives Verständnis von Didaktik hat: 2013a). Diese Perspektive stellt eigentlich gar keine wissenschaftstheoretische Frage an die Didaktik, da der Modus der eigenen philosophischen Arbeit klar ist und der Modus der Didaktik nicht geklärt werden braucht.

Daneben gibt es noch ältere Arbeiten direkt zur Wissenschaftstheorie der Erziehungswissenschaft, die aber die Didaktik nicht explizit thematisieren (H. Drerup, 1979; Keiner & Alisch, 2001; E. König & Zedler, 1983; Kron, 1999; Tschamler, 1996). Hier bewegt man sich insgesamt zwischen der deutschen Vermittlung der internationalen Analytischen Wissenschaftstheorie durch Wolfgang Stegmüller und normativen Ansätzen, wie denen der sog. „Erlanger Schule“ um Paul Lorenzen. Im Grunde ist die Wissenschaftstheorie in der Erziehungswissenschaft, die sich selber auch so nennt, nicht über den Stand hinaus, den Wolfgang Brezinka im Morgengrauen der Erziehungswissenschaft als empirischer Sozialwissenschaft erarbeitet hat (Brezinka, 1971, 1978; vgl. Olechowski, 2004). Eine Wissenschaftstheorie der Didaktik nach neueren Methoden der Philosophy of Science kann hier sicherlich Anregungen geben, die auch dabei helfen könnten, die Erziehungswissenschaft neu zu kartographieren. Umgekehrt sind in der Erziehungswissenschaft jedoch kaum beachtenswerten Ansätze für die hier zu unternehmende Analytische Wissenschaftstheorie der Didaktik vorgelegt worden. Zumindest einige vereinzelte Gedanken aus der Erziehungswissenschaft z.B. von Dolch oder Fischer werden sich im Folgenden aber finden.

2. 1. 2. 3 Makro: Wissenschaftstheorie von der Didaktik in den Bezugswissenschaften

Erst diese Ebene existiert auch im anglo-amerikanischen Raum, wo Erziehung, Bildung und auch Didaktik als Gegenstände den Disziplinen Soziologie, Psychologie und Philosophie zugeordnet sind. Das führt dazu, dass Didaktik im Sinne einer eigenen „Theory of Science“ auf dieser Ebene gar nicht in den Blick rückt. Es gibt so z.B. nur eine Philosophy of Education, die sich wissenschaftstheoretisch als Philosophie betrachtet, aber nicht als eigene Wissenschaft und schon gar nicht als Didaktik. Das kann aber zu interessanten Innen- und Außenperspektiven auf Didaktik als Wissenschaft führen, wenn deutsche und amerikanische Forschung aufeinandertreffen. In der Erziehungswissenschaft konnte man dies kürzlich verfolgen in der Debatte, ob es eine „Educational Theory“ geben kann, oder nur „Theories in Education“ aus anderen Wissenschaften (Bellmann, 2014b; Biesta, 2013a; D. C. Phillips, 2014b). Der Austausch über

Didaktik auf dieser Ebene beginnt gerade erst (Zierer, 2012). Hier kann man also nicht viel über Vorarbeiten sagen; wie schon im Vorwort erwähnt, ist selbst der Begriff der Didaktik im angloamerikanischen Raum nahezu unbekannt. In diesem anglo-amerikanischen Modell gibt es dann natürlich auch kaum eine Notwendigkeit einer „Philosophy of the Science of Didactics“ und dementsprechend auch keine Vorarbeiten.

In den angrenzenden Disziplinen der Psychologie und der Sozialwissenschaften ist eine Analytische Wissenschaftstheorie hingegen bereits etabliert, wie eingangs des Kapitels beschrieben. Einzig eine „Theory of the Science of Philosophy“ als philosophische Selbstbetrachtung der eigenen Arbeitsweise fehlt bisher. Dieser Forschungszweig wäre inzwischen wieder interessant, weil kein weitgehender Konsens über die philosophische Forschung mehr herrscht, wie noch vor zehn Jahren (J Kim, 2003). Neuere Trends wie z.B. die Experimental Philosophy stellen gerade mit einem anderen Modus der Wissenschaft die dort ansonsten dominierende Analytische Tradition in Frage (Knobe & Nichols, 2008; Machery, 2007; Rose & Machery, 2013). Insgesamt stellt sich spätestens auf der Makroebene, die auch das Feld des Educational Research im angloamerikanischen Raum umfasst, die Frage, inwieweit eine Wissenschaftstheorie der Didaktik als eine Synthese der Wissenschaftstheorien thematisch angrenzender Wissenschaften denkbar ist. Man läuft bei einer Orientierung an den „Bezugswissenschaften“ wohl aber Gefahr, gerade die Spezifika der Didaktik auszublenken. Didaktik wäre dann eben nur Philosophie, Soziologie oder Psychologie; ich werde aber in diesem zweiten Kapitel der Arbeit sehr deutlich machen, dass Didaktik eine eigene Wissenschaft ist, die anders funktioniert als diese Wissenschaften.

2. 1. 2. 4 Konsequenzen aus den Vorarbeiten im Feld

Im Kapitel 2. 2 soll eine Karte der unterschiedlichen Semantiken in der Wissenschaft der Didaktik erstellt werden. Wie bisher gesehen, kann dazu aber kaum auf wissenschaftstheoretische Vorarbeiten im Feld aufgebaut werden. Zwar gibt es Wissenschaftstheorie zur Didaktik auf der Mikro-, Meso- und Makroebene, die aber eine Vielzahl disziplinpolitischer Positionen und/oder Spezifika anderer Wissenschaften in den Mittelpunkt ihrer Analysen stellt. Die nun folgende Karte didaktischen Semantiken, als der unterschiedlichen Formen Didaktik als Wissenschaft zu betreiben, kann daher keine Synthese bisheriger Arbeiten in der Didaktik oder Erziehungswissenschaft direkt zur Wissenschaftstheorie der Didaktik sein. Die Idee des folgenden Teiles ist es deshalb, eine Wissenschaftstheorie der Didaktik in Anlehnung an die internationale Analytische Wissenschaftstheorie iterativ im Analyseprozess erst noch selbst zu entwickeln, während gleichzeitig die didaktische Forschungslandschaft in ihren divergenten Ansätzen – den unterschiedlichen Semantiken – kartographiert wird. Um diese wissenschaftstheoretischen Annahmen über die Didaktik festzuhalten dienen im Folgenden Kästen am Rand. Hierin werden Allgemeine Terme über Didaktik als Wissenschaft (kurz AT) festgehalten, die auch in der Argumentation im Fließtext vorkommen. Einige dieser Annahmen sind vorab aber schon dem Ansatz der „Philosophy of Sci-

ence“ geschuldet. Man kann sie schon nennen – und das werde ich nun im letzten Teil der Vorbetrachtungen tun – bevor man die Suche nach unterschiedlichen Semantiken in der Wissenschaft der Didaktik und deren Analyse beginnt.

2. 1. 3 Durch die Analytische Wissenschaftstheorie bereits vorbestimmte Terme zur Didaktik

In diesem Kapitel werden bestimmte Konzepte und Ansätze der Analytischen Wissenschaftstheorie geschildert, die dazu führen, dass bestimmte Aspekte und Konzepte der Didaktik, die in der deutschen erziehungswissenschaftlichen Debatte an der ein oder anderen Stelle aufgeschienen sind, in der kommenden Analyse nicht gefasst werden. Restriktiv könnte man formulieren, dass die Analyse wegen des Instruments blind für diese Aspekte ist. Progressiv könnte man aber auch sagen, dass diese Probleme durch die Analytische Wissenschaftstheorie bereits bearbeitet und geklärt sind. Ich überlasse dem Leser die Entscheidung. Wenn hier jetzt von „Analytischer Wissenschaftstheorie“ die Rede ist, dann ist damit ein bestimmtes Mainstream-Verständnis gemeint, das vor allem die sog. „Model-Based View“ oder „Semantic View of Theories“ umfasst, in einer Tradition mit den wissenschaftshistorischen Arbeiten von Kuhn und Lakatos steht und sich als Feld innerhalb der Analytischen Philosophie vor allem im angloamerikanischen Raum ausgebildet hat (Gabbay, Thagard, & Woods, 2007; McGrew et al., 2009; Psillos & Curd, 2008, 2013). Auch diese Wissenschaft kennt ihre Debatten. In den folgenden Punkten herrscht jedoch ein weitgehender Konsens, so dass ich mich traue, hier von der Sicht der Philosophy of Science zu reden.

Diese Sicht der Analytischen Wissenschaftstheorie wird also hier vorweg in neun Konsequenzen für das Weitere näher erläutert. Vorab schon einmal in Kürze zusammengefasst sind das:

- *Erstens* die Ausblendung kritischer und nichtaffirmativer Pädagogiken durch den Fokus auf den Alltagsnutzen von wissenschaftlichen Theorien in der Semantic View.
- *Zweitens* ist es die Gleichsetzung von Wissenschaftssoziologie und Wissenschaftsphilosophie, die rein normative Ansätze in der Didaktik ausblendet, weil sie es unmöglich macht, gute von schlechter Didaktik zu trennen und Erfolgsaussichten bestimmter Programme zu benennen.
- *Drittens* die Bedeutung von Wissenschaftstheorie für wissenschaftliche Praxis und umgekehrt, die ein Funktionieren von Wissenschaft ohne Selbstreflexion, wie in der Empirischen Bildungsforschung derzeit, in Frage stellt.
- *Viertens* wird in der Semantic View das in der Erziehungswissenschaft viel diskutierte sog. „Technologieproblem“ der Erziehung relativiert. Wissenschaftliches Wissen wird dann benutzt, wenn es bessere Ergebnisse als Alltagswissen zur Didaktik liefert – völlig egal, ob die Abhängigkeiten, die beschrieben werden, deterministisch sind oder nicht.
- *Fünftens* werden soziokonstitutive Theorien der Didaktik durch die Semantic View ausgeblendet. Es gibt hin und wieder vor allem in sozialtheoretisch orientierten

Richtungen der Erziehungswissenschaft die Idee, dass die für Didaktik relevanten Prozesse erst aus dem sozialen Geschehen emergieren. Sie können dann gar nicht geplant werden, sondern entstehen erst in der Praxis. Für solche Konstitutions- oder Emergenzprozesse hat die Analytische Wissenschaftstheorie kaum ein Verständnis, stattdessen erscheinen diese nichtkausalen Erscheinungen eher als systematischer Fehler.

- *Sechstens* gibt es eine Besonderheit der Didaktik als Wissenschaft weil sie in der Lehre ihren eigenen Gegenstand wieder betreibt. Bei jeder anderen Wissenschaft kann man die Performanz der Lehre von der Performanz von Forschung und Praxis kategorisch trennen, nicht so bei der Didaktik. Das ist übrigens der tiefere Grund, weshalb didaktisch unzureichende Didaktikvorlesungen auch als besonders unpassend wahrgenommen werden. Der Analytischen Wissenschaftstheorie fehlt – zumindest bisher – das Instrumentarium, um diese Parität von Lehre, Forschung und Gegenstand zu modellieren.
- *Siebtens* ist Didaktik in der Wissenschaftstheorie der Erziehungswissenschaft, vor allem durch Dolch, auch als Aufgabe begriffen worden und es gibt weitgehende Gestaltungsmöglichkeiten der Lehre. So ist möglicherweise die Analyse der Struktur der Anforderungen an das Lehramt bedeutender, als die Analyse des tatsächlichen Lehrens und Lernens. Gerade in Empirischer Bildungsforschung rückt wohl zu wenig in den Blick, wie gestaltungs offen Didaktik eigentlich ist und wie wandelbar Anforderungen sind. Auch hierfür hat die Philosophy of Science aber wenig Sinn; sie wurde an der Physik entwickelt, deren Gegenstände zumindest historisch bereits als Tatsache vorlagen.
- *Achtens* hat die Analytische Wissenschaftstheorie die Debatte um Verstehen und Erklären, die in der Erziehungswissenschaft ein Erbe der geisteswissenschaftlichen Tradition des Faches ist, eindeutig geklärt. Das ist ein entscheidender Punkt hier in den Vorbetrachtungen, weil auch heute noch viele Pädagogen von einem „Sinn“, einer „Bedeutung“, einem „Verstehen“ der pädagogischen Situation sprechen, die sich dem wissenschaftlichen Erklären entzieht. Erklären und Verstehen sind in einem analytischen Verständnis aber schlicht eins.
- Schließlich sind *neuntens* die Debatten, die mit Vehemenz in der Gegenwart der Erziehungswissenschaft entlang der Schneise von quantitativer und qualitativer Forschung und vor dem Hintergrund verschiedener Forschungsmethodologien geführt werden mit einem Blick auf die Funktion von Theorien in der Semantic View irrelevant. Die gleiche (meist die beschreibende) Funktion kann von qualitativen und quantitativen Ansätzen erfüllt werden. Qualitäten können auch quantitativ gefasst werden, der Übergang ist fließend. Die Rigorosität einer „Hard Science“ aufgrund der quantitativen Fassung ihrer Daten oder der Verwendung eines bestimmten methodischen Vorgehens lässt sich wissenschaftstheoretisch kaum in Meriten ummünzen – die Analyse der Naturwissenschaft in der Analytischen Wissenschaftstheorie hat eher die Variabilität von Methoden gezeigt.

Für den gesamten wissenschaftstheoretischen Teil ist es wichtig, diese Vorüberlegungen hier in den nächsten neun Unterkapiteln zu machen, weil damit auch ganz grundlegende Mißverständnisse aus dem Weg geräumt werden. Diese Mißverständ-

nisse dürften Lesern aus der Erziehungswissenschaft bekannter sein als Lesern aus der Fachdidaktik. Zumindest aber das Qualitätsdogma quantitativer Forschung findet sich auch hier.

2. 1. 3. 1 Die Semantic View und die Ausblendung kritischer und nichtaffirmativer Didaktiken

Die wichtigste Festlegung, die mit dem Instrumentarium der Analytischen Wissenschaftstheorie geschieht, ist sicherlich die Idee, dass Didaktik als Wissenschaft überhaupt durch unterschiedliche Semantiken strukturiert ist. Dies folgt der heute in der Analytischen Wissenschaftstheorie verbreiteten sog. Semantic View, die nicht mehr

AT 1: Didaktische Theorien besitzen eine Semantik, sie sind nicht wahr oder unwahr, sondern im Alltag nützlicher oder weniger nützlich als das Alltagswissen.

eine linguistische Deutung von Wissenschaft ist, sondern eine funktionalistische. Man fragt also nicht mehr „Was ist eine wissenschaftliche Aussage, wie ist sie aufgebaut und kann man sie beweisen oder widerlegen?“, sondern man fragt: „Wie funktioniert eine wissenschaftliche Theorie und welchen Nutzen hat sie?“. Das ist

die Wende von der „Syntactic View“ oder „Received View“ zur „Semantic View“ of Theories (DaCosta & French, 1990; Suppe, 1974, 1989, 2000; Suppes, 1960; Van Fraassen, 1980). Wie schon eingangs(in Kap. 2. 1.) kurz beschrieben, beantwortet die semantische Sicht damit auch die vorher offene Frage nach der Verbindung zum Alltagswissen (Hoyningen-Huene, 2013). Wissenschaft nach der syntaktischen Sicht konnte wahr oder unwahr, richtig oder falsch sein, völlig ab davon ob sie einen Nutzen im Alltag hatte. In der semantischen Sicht unterscheidet sich wissenschaftlich generiertes Wissen von Alltagswissen eben dadurch, dass es systematischer ist, und somit in irgendeiner Weise nützlichere Ergebnisse im Alltag liefert. Die Einschränkung dieser Sichtweise für die folgende Analyse ist offensichtlich: Nur die Teile didaktischer Forschung, die auch wieder einen Nutzen im Alltag für Schüler und Lehrer haben, rücken so in den Blick. Diese Einschränkung hat insofern ganz reale Konsequenzen, weil so die Teile didaktischer Wissenschaft, die sich in einer Theorietradition kritischer Erziehungswissenschaft eher mit der Kritik anderer Didaktiken oder der Kritik der Möglichkeit von Didaktik überhaupt beschäftigen, in der kommenden Untersuchung weniger präsent sind. Diese sog. „negativen“ oder „nicht-affirmativen“ Didaktiken oder Pädagogiken sind eliminative Programme innerhalb der Wissenschaft und arbeiten an der Aufhebung eines didaktischen Wissens. Selber haben Sie kein Pendant im Alltagswissen. Vor dem Hintergrund der Analytischen Wissenschaftstheorie müsste man sogar sagen, dass solche Theorien an der Relativierung wissenschaftlichen Wissens zum Lehren und Lernen überhaupt arbeiten. Wenn wissenschaftliche Theorien und Modelle des Lehrens und Lernens eliminiert sind, so wird sich im Alltag bei realen Problemen des Lehrens und Lernens aber auf Alltagstheorien und Ratgeber verlassen. Den Nutzen von kritischen und nicht-affirmativen Theorien für die Didaktik kann man mit Hilfe Analytischer Wissenschaftstheorie also schlichtweg nicht fassen.

2. 1. 3. 2 Wissenschaftssoziologie vs. Wissenschaftsphilosophie und normative Ansätze in der Didaktik ohne Einbindung in Forschungsprogramme

Ein Problem, das die Geschichte der Analytischen Wissenschaftstheorie durchzieht, ist die Differenz von Wissenschaftssoziologie/Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftsphilosophie (Mauskopf & Schmaltz, 2012). Die Geschichte der Allgemeinen Wissenschaftstheorie ist voller Konzeptionen von Wissenschaftsphilosophen, teilweise mit normativem Anspruch, die sich als unrealistisch erwiesen haben. Ein tieferer Einblick in die reale Arbeitsweise und die Selbstdeutungen der Wissenschaftler hätte im Vorfeld bereits die Sackgasse deutlich gemacht. Das prominenteste Beispiel ist der Falsifikationismus Poppers, dessen philosophisches Problem Popper sogar selber sah (Popper, 1959, p. 50). Die Idee des normativen Falsifikationismus war es, dass wissenschaftlich formulierte Theorien so aufgestellt sein sollten, dass es eine Möglichkeit der Widerlegung gibt. Die philosophische Möglichkeit solcher Theorien wurde aber spätestens mit der Duhem-Quine These widerlegt (Duhem, 1954; Quine, 1963). Quine konnte mit Verweis auf Duhem zeigen, dass immer eine Hilfsaussage konstruiert werden kann, so dass eine vorherige Aussage nicht falsifiziert werden muss. Solche Schutzmaßnahmen sind auch noch auf anderen Wegen möglich (vgl. Carrier, 2008, p. 43ff). Der Falsifikationismus hatte seit Quine nur noch Bedeutung als unrealistische forschungsethische Vision. Selbst aber als eine solche normative Aussage war Poppers Falsifikationismus irgendwann nicht mehr realistisch. Wendepunkt hier waren die Arbeiten all derjenigen unterschiedlichen Autoren, die heute unter der Sammelbezeichnung *Sociology of Scientific Knowledge (SSK)* zusammengefasst werden. Theorien und Forschungsprogrammen gehen einerseits aus sozialen Gründen unter durch Theorienwechsel und ohne Widerlegung (T. S. Kuhn, 1970; z.B. Lakatos, 1970; Laudan, 1977), andererseits entstehen Theorien aber auch erst durch soziologisch zu erklärende Faktoren und nicht durch forschungsethisch gefeilte Theorieentwürfe (Barnes, Bloor, & Henry, 1996; Forman, 1971). Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftssoziologie/Wissenschaftsgeschichte erschienen in Poppers Zeiten noch als ein Gegensatz, der in der Analytischen Wissenschaftstheorie so scharf heute nicht mehr zu halten ist, obwohl auch die Verbindung nicht immer einfach ist (vgl. R. Giere, 2012). Wissenschaftliche Theorien können danach kaum allein historisch oder soziologisch kontingent beschrieben werden, sie sind aber auch nicht allein philosophisch zu begreifen. Stathis Psillos hat beide Perspektiven in einer sog. evolutionären Sicht auf Wissenschaft zu verbinden gesucht, der Theorien wie Spezies in der Biologie beschreibt:

“We may well think of the various sciences as possessing historical essences—along the lines in which species are said to possess historical essences. Part of the reason that led to the development of this view in the philosophy of biology was that traditional accounts of essentialism failed to do justice to the complexity of species—there are simply no necessary and sufficient conditions for species-membership. At the same time, however, species present a unity which suggests that perhaps there was some kernel of truth in the traditional essentialist conceptions. But essences need not be sets of intrinsic properties; they can be historical in that they

specify a genealogical nexus such that a certain entity is a node of this nexus.[...] The key thought here would be that what constitutes a science is a genealogical nexus of theories (and perhaps practices)." (Psillos, 2012, p. 101)

Konsequenz dieser evolutionären Perspektive auf den Gegenstand der didaktischen Wissenschaften ist, dass didaktische Theorien nebeneinander existieren können. Sie wechseln sich nicht in Paradigmen ab und es gibt aber auch keine Meriten guter Wissenschaft, die den Erfolg einer Theorie bestimmen. Die evolutionäre Sicht ist eine

AT 2: Didaktische Theorien sind sowohl wissenschaftssoziologisch als auch -philosophisch zu verstehen. Eine evolutionäre Sicht auf didaktische Theorien bietet sich an. Es gibt keine vorher definierbaren Gütekriterien von didaktischer Wissenschaft.

Verbindung von Wissenschaftssoziologie und Wissenschaftsphilosophie. Durch diese Perspektive werden im Folgenden aber vor allem die rein normativen Einzelansätze in der Didaktik weggeblendet. Das ist insofern bedeutend, weil heute wieder einzelne positive Didaktiken entstehen, die wegen impliziter oder explizier normativer Annahmen aufgestellt werden und meist die Philosophie des „Lehrens“ im Gegensatz zu dem vorherrschenden empirischen Fo-

kus auf das „Lernen“ fokussieren (Biesta, 2013b; Gruschka, 2013a; L. Koch, 2015). Diese Ansätze bilden jedoch (noch?) keine soziale Gruppe, keinen Forscherverbund, sie haben trotz der Prominenz der einzelnen Autoren keine wissenschaftssoziologisch zu deutende soziale Seite der Forschung, wie z.B. die Allgemeine Didaktik sie hatte. Im folgenden Kapitel werden Streits um Identität in den didaktischen Wissenschaften im Fokus stehen – das ist zunächst ganz grundlegend ein wissenschaftssoziologischer Zugang. Einzelarbeiten geraten dabei zwangsläufig aus dem Blick, auch wenn diese Didaktiken in keiner Weise falsch sein müssen oder zwingend Gefahr laufen durch das reale Vorgehen von Wissenschaftlern im Feld der Didaktik überholt zu werden, wie es mit Poppers Falsifikationismus geschah. Eine weitere Konsequenz der Zusammenschau von Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftssoziologie ist die Unvorhersehbarkeit von Erfolg bei wissenschaftlichen Programmen. Eine evolutionäre Sicht wie die von Psillos kann nicht helfen in der Frage nach dem „Erbe“ der Allgemeinen Didaktik. Wie in der Evolution kann man nämlich auch bei Wissenschaften nicht vorher aus Eigenschaften ableiten, welche Spezies letztlich erfolgreich sein wird. Man kann nur aktuelle Häufigkeiten und Potentiale beschreiben (vgl. auch Kap. 2. 4. 4).

2. 1. 3. 3 Wissenschaftstheorie vs. Wissenschaftspraxis und erfolgreiche Bildungsforschung, die auch gut ohne Wissenschaftstheorie auskommt

Richard Feynman, einer der bekanntesten Physiker des 20. Jahrhunderts und Begründer der Quantenelektrodynamik, wird folgendes Bonmot nachgesagt: „Philosophy of science is as interesting for scientists as ornithology is for birds.“ Insbesondere diejenigen, die didaktische Forschung ohne Probleme und mit großem gegenwärtigem Erfolg betreiben, könnten sich wie Feynmans Vögel fühlen. Sie brauchen gar keine Wissenschaftstheorie. Im sog. Science War stellte Alan Sokal diesen Punkt noch einmal heraus. Wissenschaftstheorie, insbesondere die recht freien, geisteswissenschaftlichen Interpretationen von Quantentheorie oder Relativitätstheorie als literarisches

Diskursfeld im Stile des französischen Poststrukturalismus, sei gar nicht dazu da, so Sokal, die Physiker ihr Tun besser verstehen zu lassen (Sokal, 1996). In ähnlicher Weise richte sich auch die Ornithologie nicht an die Vögel, sondern an andere Vogelkundler. Feynmans Bonmot kann man aber auch anders wenden, wie es Imre Lakatos getan hat, indem er sinngemäß sagte: „Wenn Sie etwas über Ornithologie wissen wollen, fragen Sie doch auch nicht die Vögel.“ (zitiet nach Trendel & Fischer, 2007). Feynman postuliert eine Irrelevanz des Wissens der Wissenschaftstheorie für die wissenschaftliche Praxis, Lakatos hingegen die Irrelevanz des Wissens der wissenschaftlichen Praxis für die Wissenschaftstheorie. In der Semantic View sind Wissenschaftstheorie

AT 3: Es gibt keine grundsätzliche Trennung zwischen Wissenschaftstheorie und wissenschaftlicher Forschungspraxis. Wissenschaftstheorie ist in Zeiten von Identitätskrisen auch für praktische Forschung notwendig.

und wissenschaftliche Praxis jedoch insofern eins, weil die Wissenschaft quasi über die Anwendung ihres Wissens im Alltag bestimmt wird. Das ist insofern für die Arbeit im nächsten Kapitel bedeutend, weil in den Analysen zu den wissenschaftssoziologischen Streits um Identität Akteure in Doppelfunktion als Wissenschaftstheoretiker ihres eigenen Feldes und als Wissenschaftler auftreten – sie sind also sowohl Vogel als auch Ornithologe. Unterbeleuchtet bleibt dabei die Wissenschaftstheorie im Feld, die quasi von außen stattfindet, die aber, wie anfangs des Kapitels beschrieben, sowieso kaum existiert. Bedeutender ist hingegen, dass auch die impliziten Annahmen einer wissenschaftlichen Praxis, die Wissenschaft betreibt, ohne ihr Tun weiter zu erklären, nicht in den Blick rückt. Das ist insbesondere bei der Empirischen Bildungsforschung relevant, die im kommenden Kapitel eher von den Angriffen anderer aus erschlossen werden muss, so dass hier die Perspektive möglicherweise einseitig sein wird.

2. 1. 3. 4 Die Relativierung des Technologieproblems der Didaktik und der Ansätze, die von der Unmöglichkeit von Didaktik überhaupt ausgehen

Die semantische Sicht geht davon aus, dass wissenschaftliches Wissen auch im Alltag wieder verwendet werden kann. Das widerspricht einem speziellen Problem der Erziehungswissenschaft, dem sog. „Technologieproblem der Erziehung“ (vgl. O. Hollstein, 2011; Luhmann & Schorr, 1982). Auch in der Analytischen Wissenschaftstheorie kennt man dies als spezifische Problematik der Sozialwissenschaften. Der Wissenschaftstheoretiker Harold Kincaid zum Beispiel spricht vom Auseinanderklaffen der erklärenden Funktion und der vorhersagenden Funktion von Theorien in allen Sozialwissenschaften (Kincaid, 2008a). Aus dem Blick der Naturwissenschaft sind die Sozialwissenschaften – um den leicht despektierlichen Begriff von Thomas Kuhn zu benutzen – deshalb oft als „unreife“ Wissenschaften angesehen worden (T. S. Kuhn, 1970). Sie können aus ihren als Beschreibung taugenden Theorien nur vergleichsweise bedingt Vorhersagen ableiten, während die Physik mit der Vorhersage der Existenz des Neptun, des Poisson-Flecks oder der gravitativen Ablenkung des Lichts in der Sonnenfinsternis 1919, dem *experimentum crucis* der Allgemeinen Relativitätstheorie, auf eine beeindruckende Geschichte von gelungenen Vorhersagen zurückgreifen kann. Keine didaktische Theorie kann solch eine Vorhersageleistung für sich verbuchen, statt-

dessen gehen sogar einfache Vorhersagen durch die Inkonsistenz sozialen Handelns fehl. Die Beziehung zwischen Beschreibung und Vorhersage kann in den Sozialwissenschaften daher nicht so eng sein. Das „Technologieproblem der Erziehung“ (Luhmann & Schorr, 1982) könnte also dazu führen, das letztlich keine Theorie im Feld

AT 4: Es gibt keine Kluft zwischen Praxis und Wissenschaft in der Didaktik. Aus wissenschaftlichem Wissen lassen sich immer auch bedingte Vorhersagen für die Praxis ableiten. Diese Vorhersagen können besser oder schlechter sein.

von Erziehung und Bildung überhaupt existieren kann, weil keine relevante Theorie mehr Nutzen hat als ein Alltags- oder Ratgeberwissen. In eine ähnliche Richtung argumentieren Theorien und Modelle in der Didaktik, die von der Unmöglichkeit der Didaktik ausgehen. Dies sind vor allem die sog. negativen Theorien der Didaktik bzw. Pädagogik (Bühler, 2012; L. Koch, 1993, 2005). In der semantischen Sicht der Analytischen Wissenschaftstheorie sieht man jedoch das Tech-

nologieproblem nicht ganz so scharf. Auch die Naturwissenschaft kann nicht aus Beschreibungen absolut deterministische Vorhersagen ableiten. Möglich sind aber Vorhersagen mit einer bestimmten Eintrittswahrscheinlichkeit. Ob diese noch nützlich sind, entscheidet die Verwendung im Alltag. Ein schönes Beispiel von Paul Hoyningen-Huene sind Wettervorhersagen. Sie werden im Alltag verwendet, obwohl schon drei Tage in die Zukunft hinein die Vorhersagen hier sehr ungenau sind (Hoyningen-Huene, 2013, p. 85f). Ein generelles Problem einer semantischen Sicht gibt es hier also nicht. Es reicht wenn die Theorien der Didaktik verwendet werden, weil sie nützlicher als Alltagswissen sind; Fragen nach Determinismus, Wahrheit und Sicherheit sind unnötig.

2. 1. 3. 5 Die Emergenz und Konstitution des Sozialen und die Wertung von nichtkausalen Zusammenhängen als systematische Fehler

Auch in diesem Punkt ist die Sicht der Semantic View vielleicht eingeschränkt, weil sie davon ausgeht, dass sich wissenschaftliches Wissen in einer kausalen Weise (aber mit elaborierten Begriffen von Kausalität, vgl. Kap. 2. 3. 3) in Nutzen umwandeln lässt. Emergenztheorien des Sozialen, wie sie beispielsweise die deutsche Sozialtheoretikerin Gesa Lindemann vertritt, gehen hingegen davon aus, dass sich in sozialen Situationen in der Lücke zwischen Erklären und Vorhersagen ein guter Teil der für Sozialität relevanten Prozesse überhaupt erst ergeben (Lindemann, 2010). Diese Lücke führt dazu, dass Didaktik in bestimmter Weise konstituierbar ist, auch wenn sie nicht planbar ist. Konstitution ist hier ein Begriff, den ich für den Leser, der diese Debatte nicht kennt, kurz erläutern möchte: Didaktische Arrangements sind in der Regel komplexe Sozialstrukturen, in denen allein durch die Ordnung dieser Strukturen bestimmte soziale Indizes erst hervorgebracht werden. Ein Beispiel hierfür wurde bereits in Kap. 1 in Bezug auf die sog. Neue Lernkultur erwähnt, nämlich die unterschiedliche Konstitution von Leistung im klassischen Lehrer-Klasse-Gespräch und in der individuellen Förderung. In der individuellen Förderung ist es allein durch die soziale Ordnung wichtiger geworden, dass Schüler deutlich machen, dass sie viel Lernarbeit geleistet und ne-

benbei noch anderen geholfen haben. Weniger wichtig als im klassischen Klassengespräch ist hingegen, inwieweit die erzielten Ergebnisse inhaltlich richtig sind. Soziale Konstitution meint also, dass die Akteure ihre eigene Didaktik durch performative Akte im sozialen Vollzug erst erschaffen. Die Konstitution durch soziale Ordnungen kann mit Hilfe Analytischer Wissenschaftstheorie kaum gefasst werden, vor allem weil die Naturwissenschaft in ihrer Geschichte hier ein gebranntes Kind ist. Es war schon Poppers Vorwurf gegenüber dem Marxismus, eigentlich der wissenschaftlich-politischen Bewegung *par excellence*, dass sie an einem Übermaß an Konstitution leide. Der Marxismus nähme z.B. den Klassenkampf an und sehe ihn dann auch in jedem Arbeits- und Mietverhältnis und schließlich in überhaupt jeder sozialen Interaktion. Wissenschaft sei aber in keiner Weise dazu da, Konstitutionshilfen zu geben (Popper, 1959). Konstitution ist in der Wissenschaft der Didaktik in gewissem Maß unvermeidlich, so muss jeder Forscher zumindest eine begrenzte Theorie seines Gegenstandes haben, um überhaupt Didaktik von anderem sozialen Geschehen unterscheiden zu können (vgl. auch schon Blankertz, 1969, p. 92ff). Und die Didaktik hat wohl gegenüber den anderen Sozialwissenschaften noch einen konstitutiven Überschuss. Dieser Überschuss liegt daran, dass ein Didaktiker eine Situation immer auch *für den Schüler* mitkonstituiert und der didaktische Forscher im Forschungsprozess für Lehrer und Schüler. Theorien, die aber die Konstitution durch Forscher oder Praktiker in den Vordergrund rücken, erscheinen in einer Wissenschaftstheorie, die wie die Semantic View nahe an den Naturwissenschaften liegt, mit systematischen Fehlern behaftet. Konstitution wird dort nämlich vor allem vor dem Hintergrund des sog. Experimentier-Bias behandelt. Ein prominentes Beispiel aus der Physik für die konveniente Konstitution der dortigen Gegenstände sind die sog. N-Rays. Der französische Physiker Prosper-René Blondlot hatte die N-Rays, einen neuartigen Strahlungstyp, angeblich 1903 entdeckt. Nachdem aber mehrere führende Experimentatoren die Ergebnisse nicht reproduzieren konnten, reiste der amerikanische Physiker Robert W. Wood im Auftrag des Magazins „Nature“ nach Nancy, um Blondlots experimentellen Aufbau zu untersuchen. Später berichtete Wood in Nature, dass er dort ungesehen ein Prisma entfernte, das für den experimentellen Aufbau essentiell war. Blondlot maß aber immer noch die N-Rays (Ashmore, 1993; Wood, 1904). Der Fall gilt heute als klassischer Fall des Experimentier-Bias. Blondlot hatte sich wohl aus französischem Nationalstolz die Existenz der Strahlen gewünscht und sie auch nach seiner Heimatstadt Nancy benannt. In den Begrifflichkeiten der Debatte in den Sozialwissenschaften hatten hier die sozialen Umstände also dazu geführt, dass die N-Rays konstituiert wurden. Von Blondlot war das in diesem Fall keine bewusste Täuschung, er glaubte selber, er hätte die Strahlen entdeckt. Solche Fälle vermeintlicher Entdeckung sind wegen des Konstitutionsüberschusses in der Didaktik wohl noch viel schneller möglich und die Widerlegung ist nicht so einfach

AT 5: Didaktik muss nicht darauf warten, dass Lehren und Lernen erst aus der Praxis emergiert oder sozial konstituiert wird. Das Lehren und Lernen kann in bestimmtem Maße mit didaktischem Wissen geplant und aktiv gestaltet werden.

wie im Fall von Wood und Blondlot. Die Analytische Wissenschaftstheorie hat bisher nur unzureichend Instrumente und Konzepte entwickelt, um mit sozialer Konstitution überhaupt umzugehen. Man mag sich einzig damit trösten, dass Didaktik auch gut funktioniert, ohne die Konstitution überhaupt zu beachten. Es gibt heute eine Vielzahl verschiedener Forschungsprogramme in der Didaktik, die ohne Konstitution arbeiten. Erst dadurch machen sie Didaktik planbar und gehen dabei nicht unbedingt von simplen deterministischen Wirkungsketten aus (vgl. Kap. 2. 3. 3).

2. 1. 3. 6 Die Besonderheit der Didaktik als Lehre von der Lehre und die Ausblendung von Didaktik als universitärem Lehrbetrieb

Bis auf die wenigen Akteure, die didaktische Forschung an Forschungsinstituten betreiben, sind didaktische Forscher immer auch selber in die Lehre eingebunden. Spätestens da aber, wo didaktische Forschung praxisrelevant werden will, muss jeder Wissenschaftler seinen Inhalt selber didaktisch an Didaktiker vermitteln. In den aller-

AT 6: Es gibt Didaktik als Wissenschaft und daneben Didaktik als eine Tatsache, die durch diese Wissenschaft untersucht wird. Didaktik als universitäre Lehre der anderen beiden – obwohl bedeutend – rückt kaum in den Blick.

meisten Fällen ist Didaktik (Wissenschaft) also immer auch Didaktik (Lehre) der Didaktik (Gegenstand). Jeder Didaktiker lehrt immer auch selber Wissenschaft und Gegenstand der Didaktik, *indem* er Didaktik betreibt. Das sieht man übrigens auch daran, dass Vorlesungen über Didaktik, die didaktisch schlecht sind, als besonders unpassend empfunden werden. Theoretischen Physikern verzeiht man das hingegen. Die Wissenschaftstheorie der analyti-

schen Philosophie hat kein Instrumentarium, um diesen Zusammenhang adäquat aufzugreifen, sie betrachtet Didaktik als Wissenschaft und einen davon unabhängigen Gegenstand namens Didaktik. In Kuhns Klassiker der Wissenschaftshistorie spielen zwar Lehrbücher eine entscheidende Rolle, weil sie ein Paradigma erst konstituieren, so z.B. das Lehrbuch Lavoisiers *Traité élémentaire de chimie* (T. S. Kuhn, 1976, p. 25). Allerdings wird kaum erfasst, dass Wissenschaften sich auch über die Lehre verändern. In der History of Science gibt es vereinzelte Ansätze in diese Richtung (z.B. Brockliss, 2003). Für Didaktik scheint mir dieser Lehrzusammenhang bedeutend. Man kann wohl didaktische Wissenschaft allein durch Lehre fortentwickeln, weil die Lehre ja selbst auch wieder Didaktik als Gegenstand ist. Insbesondere das junge Feld der Hochschuldidaktik scheint von diesen Kongruenzen betroffen, ohne sie bisher zu reflektieren. In dem aktuellen Kapitel des vorliegenden Buches zumindest wird diese Seite der Didaktik als universitäre Lehre nicht hinreichend beachtet, weil die Analytische Wissenschaftstheorie hierfür kein Instrument hat – ich hätte schlichtweg nicht gewusst, wie ich es anstellen soll, neben Didaktik als Gegenstand und Wissenschaft auch Didaktik als Lehre sichtbar zu machen.

2. 1. 3. 7 Didaktik als Aufgabe vs. Didaktik als Tatsache und eine praktische Didaktik, die nur zur Bewältigung von Aufgaben entwickelt wird

Aloys Fischer hat für die Erziehungswissenschaft einmal die Unterscheidung gemacht zwischen „Erziehung als Tatsache“ und „Erziehung als Aufgabe“, die auch für die Didaktik zutrifft (A. Fischer, 1950). Didaktik ist *erst einmal* immer eine Aufgabe, bevor sie eine Tatsache wird. Als Lehrer weiß man in der institutionalisierten Form der Didaktik in modernen Gesellschaften den Ort und die Zeit und steht in der Pflicht dort Didaktik zu tun. Hieraus resultiert manchmal (nicht immer) der Wunsch nach wissenschaftlichem Wissen über Didaktik als Tatsache. Die Seite der Aufgabe, in der auch die kulturellen Kontexte aus dem ersten Kapitel, Assessments, Inklusion und Professional Development, zuerst zum Tragen kommen, kann man mit Hilfe der Analytischen Wissenschaftstheorie kaum sehen, sondern nur die Seite der Tatsachen, wie in der Naturwissenschaft. Vieles, was als praktische Handreichung für Lehrende erstellt wird, ist oft in erster Linie dazu da, Anforderungen und Aufgaben zu bewältigen. So kann man Didaktik auch als die Erfüllung von Vorgaben begreifen – Gesetzgeber entwickeln Standards und Rahmenpläne, installieren Inklusion, Assessments etc. und Lehrer haben die *Aufgabe*, damit umzugehen. Didaktik kann, um überhaupt mit Analytischer Wissenschaftstheorie gefasst werden zu können, aber nicht *nur* eine Aufgabe sein, weil sie sonst nämlich völlig beliebig wäre und so auch von beliebigem Wissen angeleitet werden könnte. Sie orientiert sich immer an gegebenen *Möglichkeiten*. In der folgenden Analyse rückt also nicht die Aufgabenstruktur der Didaktik in den Blick, sondern ihr Charakter als wissenschaftlich untersuchbare Tatsache, als die soziale Form, in der Lehren und Lernen stattfinden kann und die bestimmten Regeln folgt, die also den Möglichkeitsraum bildet, um mit Didaktik als Aufgabe umzugehen. Die Frage hier wäre angelehnt an eine zentrale Frage der Erziehungsphilosophie: „Wie ist Didaktik möglich?“ (vgl. Treml, 2006). Diese Perspektive auf Didaktik als Möglichkeitsraum korrespondiert mit einer realistischen Sicht, wie sie in der Analytischen Wissenschaftstheorie oft vertreten wird (einen Überblick bietet: Bartels, 2007). Die folgende Analyse muss also davon ausgehen, dass es Didaktik in gewisser Weise gibt *bevor* man die Aufgabe zur Didaktik hat – auch wenn ich glaube, dass nicht viel Didaktik passieren würde, wenn nicht das schon bei der Analyse der Kulturen in Kap. 1 beschriebene Netz aus Anforderungen, Kontrollen und Aufgaben existieren würde. Es reicht zumindest für eine Wissenschaft der Didaktik nicht aus, die normativen Standards geltenden Rechts zu rezitieren. Die Wissenschaft der Didaktik als Schaffung dieses Möglichkeitsraums geht weit über Kenntnisse der Lehrpläne, Kerncurricula und rechtlichen Bedingungen hinaus und bestimmt diese, nicht umgekehrt.

AT 7: Didaktik ist zunächst in aller Regel eine Aufgabe, bevor sie eine Tatsache wird. Diese Aufgabe und ihre Bewältigung sind aber nicht beliebig, sondern an gegebene Möglichkeiten gebunden.

2. 1. 3. 8 Verstehen vs. Erklären und eine Didaktik, die den Schüler und die soziale Situation dem Sinn nach verstehen möchte

Eine Trennung von Verstehen und Erklären gibt es nicht im aktuellen Stand der Analytischen Wissenschaftstheorie, ja mehr noch: Diese Trennung wird geradezu vehement abgelehnt, Hoyningen-Huene sagt sie sei eine „infelicitious practice, because many misunderstandings have resulted from it“ (Hoyningen-Huene, 2013, p. 54). In der deutschen Erziehungswissenschaft gibt es hingegen prominente Positionen, die davon ausgehen, dass man alles Pädagogische, und damit auch Didaktik, nur „verstehen“ kann, weil eine „Erklärung“ gar nicht möglich ist (vgl. H.-C. Koller, 2012a, p. 179ff). Dahinter gibt es eine Ratio, die man wie folgt zusammenfassen kann:

Lehren und Lernen ist als Situation hyperkomplex. Jeder Schüler ist anders und macht darüber hinaus noch ständig eine Entwicklung durch, Ziele sind nicht klar definiert oder nur negativ bestimmt, es gibt eine Unzahl an äußeren Faktoren, die sämtliche Kontextbedingungen, bis zur Unkenntlichkeit von dem entfernen können, was dort eigentlich geplant war. Letztlich muss man das Handeln in der didaktischen Wirklichkeit dahereiner anderen epistemischen Ebene überlassen als dem „Erklären“.

Die verstehende Position ist in der deutschen Didaktik weit verbreitet. Das ist pfadabhängig durch die geisteswissenschaftliche Tradition zu begreifen. Die Unterscheidung von Verstehen und Erklären stammt ursprünglich von Wilhelm Dilthey, auf den auch der bekannteste Satz einer verstehenden Sozialwissenschaft zurückgeht: „Die Natur erklären wir, das Seelenleben verstehen wir“ (Dilthey, 1924, p. 144). Über Eduard Spranger und andere Vertreter einer frühen sog. „verstehenden Psychologie“ in Absetzung gegenüber der sog. „erklärenden Psychologie“ (Spranger, 1949, p. 2) stand diese wissenschaftstheoretische Unterscheidung am Beginn der geisteswissenschaftlichen Pädagogik. Die Idee eines anderen Zugangs zur Erziehung durch „Verstehen“ ist sinngemäß aber weltweit verbreitet und läuft manchmal unter der Chiffre der „Profession“ des Lehrers, auch wenn damit etwas anderes gemeint ist als in dem eingangs beschriebenen Professional-Development Kontext. Denis Phillips hat diesen Gedanken im Vorwort der Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy so auf den Punkt gebracht:

„All of us are familiar with this phenomenon in our everyday lives – consider, for example, that many individuals faced with serious medical problem seek a „second opinion“ on the grounds that oftentimes two experts in the very same field will give different advice about what action ought to be taken, even when they have been provided with the same empirical evidence pertinent to the case.“ (D. C. Phillips, 2014b, p. xxx)

In der Wissenschaftshistorie, die ja in der analytischen Theory of Science eng mit der Wissenschaftsphilosophie verbunden ist, wird unter einer „verstehenden“ Position in der Medizin jedoch eher ein historisches Relikt verstanden. Sie steht am Anfang der

Medizingeschichte und ist in der Wissenschaftsgeschichte der Medizin mit der Person des Hippokrates von Kos verbunden. Zur Zeit der Epidemien gab es drei Schulen der Medizin, die Empiriker, Methodisten und Dogmatiker. Hippokrates selber war ein skeptischer Empirist, er bestimmte seine Therapien aufgrund seiner je individuellen Erfahrung mit dem je individuellen Patienten, auch wenn die Symptome ähnlich waren. Dem gegenüber folgten die Methodisten einer durch ganz einfache Schemen bestimmten Erfahrung. Wenn der Körper eines Patienten beispielsweise trocken war, machten sie ihn nass und umgekehrt. Die Dogmatiker hingegen verbanden ihre Erfahrung mit spekulativem Wissen über die Funktion der Sterne (Garber, 2008, p. 170). Die Geschichte der Naturwissenschaft wird oft als Ablösung eines emphatischen „Verstehens“ durch „Erklären“ in neuzeitlicher Wissenschaft erzählt. So auch in diesem Fall. Die hippokratische Medizin wurde spätestens in der frühen Neuzeit abgelöst. Auch in der Soziologie existierte mit Max Webers Konzept einer „Verstehenden Soziologie“ noch zu Lebzeiten Diltheys eine Gegenposition, die Verstehen und Erklären nicht trennt. Die „Verstehende Soziologie“ definierte sich als Wissenschaft, „welche soziales Handeln deutend verstehen will und dadurch in seinem Ablauf und seinen Wirkungen ursächlich erklären“ möchte (Weber, 1976, p. 1). Der Wissenschaftstheoretiker Hans Albert vermutete, dass die Trennung von „Erkennen“ und „Verstehen“ eher einen vormodernen Tenor habe (Albert, 1994). Diltheys Wissenschaft entstamme der Kritik des Materialismus des 19. Jahrhunderts. Nach Albert steckte der Offenbarungsgedanke der Theologie hinter der Idee einer Wissensform, die sich aus einem anderen Erkenntnisprozess rekrutiert, als das Wissen, das die Naturwissenschaft bereitstellt. In der Analytischen Wissenschaftstheorie ist „Erklären“ und „Verstehen“ aber nicht nur wegen der Verankerung dieser Wissenschaftstheorie in der Erforschung der Naturwissenschaft kein Thema, sondern hauptsächlich, weil Erklären und Verstehen in einem alltäglichen Gebrauch der Begriffe schlicht das *gleiche* meint. Wie Olaf Scholz zusammenfassend sagt: „In allen typischen Fällen geht Verstehen mit der Fähigkeit einher, Erklärungen geben zu können; und Erklärungen führen, wenn sie erfolgreich sind, zu Verstehen.“ (Scholz, 2010, p. 2905b). Wenn im Folgenden also z.B. von einer erklärenden Semantik gesprochen wird, dann ist damit das Verstehen in diesem Alltagssinn schlicht immer mitgemeint. In einer semantischen Sicht macht es keinen Sinn erklärende und verstehende Didaktiken zu trennen.

AT 8: Man kann Didaktik erklären und dadurch verstehen. Darin unterscheidet Didaktik nichts von einer Naturwissenschaft.

2. 1. 3. 9 Quantitative vs. Qualitative Forschung und die Irrelevanz bestimmter Forschungsmethoden für die Funktion von Wissenschaft

Die Debatte um Verstehen und Erklären strahlt auch auf die Differenz von quantitativer und qualitativer Forschung aus. Auch Qualitative Sozialforschung beansprucht diesen anderen Zugang (z.B. Bohnsack & Marotzki, 1998, p. 7). Grundlage ist dabei immer ein disziplinärer Unterschied zu quantitativer Empirischer Bildungsforschung, die eben „erklärend“ vorgehen soll und das mit einer deutlich größeren Distanz zu ihrem

Gegenstand (H.-C. Koller, 2012a, p. 200ff). „Verstehen“ sei hingegen ein wechselseitiger Prozess, in dem sich auch der Forscher erst einmal auf sein Objekt einstellen muss, eingebettet ist in einer komplexen Forschungssituation und selber auch Bildungsprozesse durchläuft, während er Bildungsprozesse anderer untersucht. Vor diesem Hintergrund wäre es also gar nicht möglich, über „Erklären“ überhaupt zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Der Gegenstand der Forschung ist demnach nämlich anders und zwar ein Gegenstand mit „Sinn“ oder „symbolischer“ Bedeutung. Die Abgrenzungsbewegung zwischen qualitativer und quantitativer Wissenschaft ist dabei beidseitig. Insbesondere wird ein kategorischer Unterschied zwischen Quantitäten und Qualitäten im gesamten Feld der Erziehungswissenschaft aufgemacht. Forschungsmethodiker sprechen von zwei unterschiedlichen Paradigmen der Forschung, unbeachtet des nahtlosen Übergangs dieser beiden Formen empirischer Sozialforschung. Paul Hoyningen-Huene hat dies auf den Punkt gebracht, indem er den Sprachgebrauch im Geschäft quantitativer Sozialforschung in den USA beschreibt. Dort werde von „Quantities“ geredet, als wären es andere Dinge. Tatsächlich, so Hoyningen-Huene, seien sie aber nur quantitative Beschreibungen von Qualitäten (Hoyningen-Huene, 2013, p. 45). Nichtsdestotrotz kennt die Wissenschaftstheorie der Physik Beispiele, in denen sich eine Theorie durchsetzt, weil sie quantitativ genauere Beschreibungen liefert. Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie konnte die Ablenkung des Lichts während der Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919 zum Beispiel nur quantitativ genauer vorhersagen als die Newtonsche Korpuskeltheorie. Der Vorteil von Quantisierungen liegt aber meist gar nicht in der größeren Genauigkeit, sondern der Möglichkeit abstrakte Operationen an den Zahlen durchzuführen. Das ist zum Beispiel der entscheidende Punkt in Jacob Kleins These, der symbolischen Algebra als Start der Scientific Revolution in der Moderne (J. Klein, 1968). Während das griechische Zahlenkonzept „arithmos“ noch an das Abzählen gebunden war, erlaubte die symbolische Algebra Operationen völlig ab von der Natur, so Klein. Für die folgende Analyse entscheidend ist, dass die Semantiken von Wissenschaft, wo sie mit den Mitteln empirischer Sozialforschung bearbeitet werden können, also bei der beschreibenden und der erklärenden Semantik, sowohl qualitative *als auch* quantitative Forschung erlauben. Die Aufteilung der Didaktik in qualitative und quantitative Forschungen macht also alleine von daher keinen Sinn – weil ein und dieselbe Semantik sowohl qualitativ *als auch* quantitativ bearbeitet werden kann. Daneben gibt es aber auch Semantiken im Feld die weder qualitativ *noch* quantitativ erforschbar sind, nämlich die Semantik der Begründung und die Semantik des Beweises. Diese sind überhaupt nicht empirisch zugänglich. Betrachtet man allein die Wissenschaften des MINT-Bereichs, so ist diejenige Wissenschaft, die überhaupt keine empirische Forschung bietet, nämlich die Mathematik, oft diejenige, die dort das größte Ansehen genießt. Die in der Diskussion der vergangenen Jahre so wichtige Unterscheidung zwischen quantitativer und qualitativer Sozialforschung ist in einem analytischen Wissenschaftsverständnis nicht relevant. Ebenso sinnlos erscheinen die Gütekriterien, die das schlichte Label „empirisch“ mit sich gebracht hat. Die Effekte dieses Labels sind wohl nur wissenschaftssoziologisch zu erklären.

Ganz Ähnliches lässt sich in Bezug auf die extensiven Debatten, um Forschungsmethoden sagen. Besonders in Bezug auf RCTs und Metaanalysen nach dem „Gold-Standard“ wird im Educational Research die Forschungsmethode als Kriterium für Wissenschaftlichkeit herangezogen (siehe das Vorwort dieses Buches). Das widerspricht aber gerade dem Stand der Debatte um die „Scientific Method“ in der Analytischen Wissenschaftstheorie. Schon Paul Feyerabend hat in seinem heute kanonischen „Against Method“ die Existenz eines methodologischen Charakteristikums für Wissenschaftlichkeit bestritten (Feyerabend, 1988). In der heutigen Analytischen Wissenschaftstheorie ist die Debatte um die „Scientific Method“ zwar noch nicht endgültig beendet (Nola & Sankey, 2000). Die Theorie, dass es aber nur eine einzige Methode gibt, die alle Wissenschaft umschreibt, wird mittlerweile weitgehend abgelehnt; sie wäre geradezu lachhaft, sagt z.B. Jaegwon Kim (J Kim, 2003, p. 94). Schon allein die Naturwissenschaften hält heute keine gemeinsame Methode mehr zusammen. Zur Illustration mag man sich die Arbeit einer Paläogeologin, eines Stringtheoretikers und einer Biochemikerin vorstellen – die Methodik ihrer Arbeit ist schlicht nicht vergleichbar. Die Suche nach der „Scientific Method“ ist heute also weitgehend aufgegeben, schreibt Hoyningen-Huene zusammenfassend (Hoyningen-Huene, 2013, p. 5). Methodologie kann daher kein Kriterium für die folgende Analyse sein. Es geht in der semantischen Sicht vielmehr darum, was mit dem gewonnen Wissen – egal auf welche Weise es hergestellt wurde – wieder gemacht werden kann.

AT 9: Die gleichen wissenschaftlichen Semantiken können durch qualitative und quantitative Forschung erfüllt werden. Forschungsmethodik ist kein relevantes Kriterium, um (Natur)-Wissenschaftlichkeit von Didaktik zu bestimmen.

Diese neun Terme vorweggestellt, beginnt nun die Analyse der gegenwärtigen Semantiken im Feld der Didaktik. Dabei werden weitere Terme über den Wissenschaftscharakter der Didaktik hinzukommen und es werden im Kern vier Semantiken herausgearbeitet, mit denen am wissenschaftlichen Wissen über das Lehren und Lernen derzeit gearbeitet wird: Begründen, Beschreiben, Erklären und Beweisen.

2. 2 Suche: Konflikte um Identität

Der konzeptuelle Rahmen dieser Untersuchung, das Rational hinter der Suche und Analyse, folgt einer Grundannahme: Wenn in den didaktischen Wissenschaften unterschiedliche Semantiken – grundsätzlich verschiedenartige Funktionsweisen von Wissenschaft – aufeinandertreffen, so wird sich das auch in wissenschaftssoziologischen Konflikten widerspiegeln. Es gibt Streit um *Identität*. Das ist die Ausgangsidee des konzeptuellen Rahmens der Suche: Immer wenn es um den Kern des wissenschaftstheoretischen Selbstverständnisses geht, dann gibt es Streit in den Wissenschaften. Die Debatten um Identitäten wissenschaftlicher Richtungen, das Aufeinandertreffen unvereinbarer Positionen, die sich aufgrund unterschiedlicher Semantiken nicht verstehen können, hinterlässt in der Literatur des Feldes Spuren. Diese Verständnisbarrikaden sind nicht im Sinne einer multiparadigmatischen Wissenschaft (Kneer &

Schroer, 2013) zu begreifen als verschiedene inkommensurable Rahmen oder Betrachtungsweisen, die nebeneinander existieren. Stattdessen sind die Semantiken unterschiedlichen Funktionen von wissenschaftlichem Wissen zugeordnet, das auch ein je anderes Pendant im Alltag hat (Hoyningen-Huene, 2013). Wenn also Debatten um Identität im Fokus der Suche in Kapitel 2. 2 stehen, so sind dies Debatten um den Nutzen von wissenschaftlichem Wissen. Abbildung 6 zeigt den konzeptuellen Rahmen der Suche nach Semantiken im Feld.

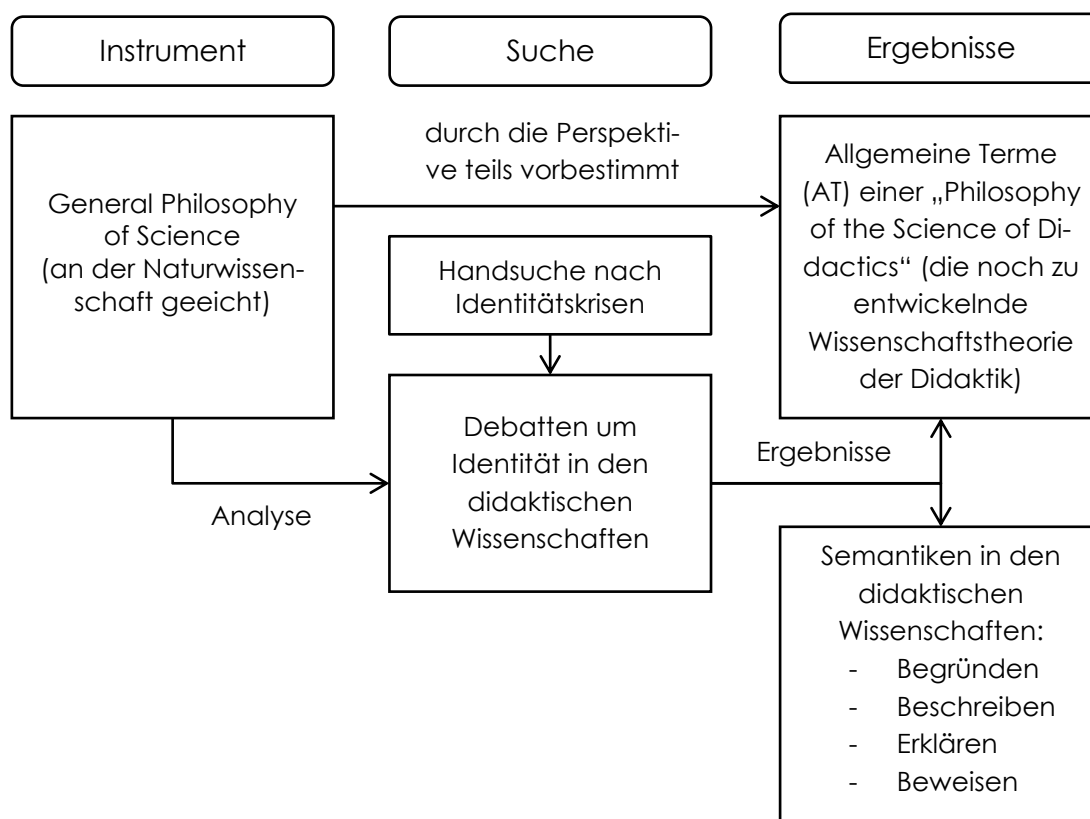


Abbildung 6: Konzeptueller Rahmen des wissenschaftstheoretischen Teils: Ziel ist einerseits eine Karte der unterschiedlichen Semantiken in der Didaktik, andererseits als Nebenprodukt eine Reihe Allgemeiner Terme als Grundlage für eine spezielle Analytische Wissenschaftstheorie der Didaktik.

Abbildung 6 macht auch noch einmal deutlich, dass in der folgenden Suche und Analyse eine „Analytische Wissenschaftstheorie der speziellen Wissenschaft der Didaktik“ im Vorbeigehen durch Kästen mit Allgemeinen Termen (AT) erst noch entwickelt wird, weil es dieses Instrumentarium schlicht noch nicht gibt. Am Ende dieses Kapitels stehen also zwei Ergebnisse: Eine Karte der vier verschiedenen Arten, Didaktik als Wissenschaft zu betreiben, und eine rudimentäre Wissenschaftstheorie der Didaktik. Alle Allgemeinen Terme (AT) zur Didaktik sind im Anhang dieser Arbeit noch einmal aufgeführt.

Die vier zentralen Semantiken der didaktischen Wissenschaften (Begründen, Beschreiben, Erklären und Beweisen) wurden in der Suche in diesem Feld an Konflikten um Identität festgemacht. Das hatte einerseits wissenschaftstheoretische (vgl. Kap. 2.

1. 3. 2), andererseits aber auch praktische Gründe. Die gesamte Literatur zur Didaktik ist schlicht unüberschaubar und kann von daher nicht in ihrer vollen Breite Ausgangspunkt der Untersuchung sein. Zur Illustration: Eine Freitext-Suche in der internationalen Datenbank ERIC ergab zum 22.09.2015 85.696 Resultate bei der Suche nach den beiden zentralen Begriffen der Didaktik (teach OR learn), davon 13396 in den letzten 5 Jahren. Eine Suche im Fachportal Pädagogik des Deutschen Instituts für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) bei einer eingeschränkten Freitext-Suche nach Publikationen in deutscher Sprache (lern* OR lehr*) hatte zum selben Zeitpunkt 7395 Treffer, 1738 von ihnen seit 2010. Selbst wenn man Streits um Identität als Grundlage der Suche nach Semantiken annimmt, kann man bei einer Suche aber nicht über die Datenbanken fündig werden, da sich Publikationen zu den Streits in den didaktischen Wissenschaften nicht durch in Titeln zu findende wiederkehrende Begriffe auszeichnen. Im Folgenden wurden die Debatten um Identität daher von der Diskussion über das sog. „Erbe der Allgemeinen Didaktik“ aus iterativ erschlossen. Ausgangspunkt waren zunächst die von Ewald Terhart publizierten Artikel; von ihm stammt auch der Begriff des „Erbes“ (Terhart, 2004, 2005b, 2009, 2011a, 2012b). Bei jeder Erbschaft gibt es immer etwas, das bleibt und tradiert wird. Die erste Idee der Suche hier war also, dass dieses Erbe eben die spezifische gesellschaftliche Aufgabe des wissenschaftlichen Wissens der Allgemeinen Didaktik in der Anleitung von Lehrerhandeln ist. Erbschaft setzt aber auch immer einen Identitätswechsel voraus; wäre dies nicht der Fall, wäre der Erbe gar kein Erbe, sondern eben der bisherige Besitzer. So ist zu vermuten, dass die Erben die gesellschaftliche Aufgabe auf andere Weise wahrnehmen, eben mit einer anderen Semantik als Wissenschaft. So besitzen sie nur das, was Wittgenstein eine „Familienähnlichkeit“ nennt, in Bezug zur Allgemeinen Didaktik – um im Bild des Erbes zu bleiben. Tatsächlich habe ich letztlich auch gefunden, dass nicht nur dieselbe Funktion in der Lehrerbildung mit anderen Semantiken wahrgenommen wird, sondern dass didaktische Wissenschaft heute neben dieser Aufgabe noch *andere* Funktionen wahrnimmt und damit gut lebt – vor allem die Funktion der Politikberatung bei der Steuerung des Bildungssystems.

Ausgehend von Terharts Diskussion des Erbes der Allgemeinen Didaktik wurden weitere Publikationen gefunden, z.B. die Jahrbücher für Allgemeine Didaktik, die von Klaus Zierer herausgegeben werden (Zierer, 2011, 2012, 2013, 2014), die Publikationen der Debatte um Empirische Bildungsforschung und Allgemeine Didaktik (Arnold, Blömeke, Messner, & Schlömerkemper, 2009; M. Meyer, Prenzel, & Hellekamps, 2009a), die Diskussion um John Hatties Metaanalyse (Hattie, 2009; Terhart, 2011a, 2014b) oder die Identitätssuche der sich im Feld etablierenden Didaktik der Naturwissenschaft (Labudde & Möller, 2012; Terhart, 2005b) – um nur ein paar kursorische Wege der iterativen Suche zu nennen. In diese Suche war ich auch als Person aktiv involviert, so waren die Jahre der Arbeit an dieser Publikation auch durch Konferenzreisen auf Tagungen der DGFE und der GDGP bestimmt. Die Arbeiten zu einer Empirie des Pädagogischen (z.B. Neumann, 2010) und ihre Bedeutung für die Didaktik erschlossen sich mir erst durch eine DGFE-Konferenz in 2014. Literatur hierzu habe ich dann direkt von Jörg Dinkelaker bekommen, wofür ich ihm danken möchte. Mit den Experten, die sich mit der Zukunft der Didaktik in Münster beschäftigten, hatte ich immer wieder

regen Austausch in dieser Zeit. So wurde mir zum Beispiel Pranges Theorie erst durch die Kollegen am Institut für Erziehungswissenschaft in Münster näher bekannt (Prange & Strobel-Eisele, 2015; Prange, 2012a). Obwohl auch solche iterativen Suchen in anderen Fächern durchaus üblich (Dixon-Woods et al., 2006) und immer dann legitim sind, wo die Literaturlage so unübersichtlich wie in diesem Fall ist, kann ich hier keineswegs behaupten, dass diese Suche vollständig oder hinreichend gesättigt wäre. So gibt es möglicherweise neben den gefundenen Streits um Identität und neben den hieraus ermittelten Semantiken noch viele weitere, von denen ich schlichtweg nicht weiß. Ich hoffe zumindest aber einige wichtige Semantiken hier nennen zu können und so auch ein gewisses Spektrum zu zeigen, das einen Eindruck davon vermittelt, wie unterschiedlich die Wissenschaft zum Lehren und Lernen heute funktionieren kann. Ein guter Anhaltspunkt für die Relevanz der gefundenen Semantiken ist allerdings, dass – obwohl die Suche erst einmal von einem spezifisch deutschen Problem ausging – sich die Semantiken auch international finden lassen. So ist beispielsweise die Semantik einer Begründung des Lehrens und Lernens auch in der internationalen Philosophy of Education präsent (z. B. Biesta, 2013a, 2013b), das internationale Educational Research folgt einer beschreibenden Semantik des Lehrens und Lernens, während die erklärende Forschung der Science Education, die später noch genauer analysiert werden wird, per se schon ein internationales Feld ist. Einzig die beweisende Semantik ist derzeit wohl ein eher deutsches Konzept von Didaktik. Seine Vorläufer in der Systemtheorie und Kybernetik waren aber auch internationale Felder. Im Folgenden werden die einzelnen gefundenen Semantiken mit Hilfe der Analytischen Wissenschaftstheorie en détail beschrieben. Zunächst wird aber noch einmal auf den Stand der Debatte um die Erbschaft der Allgemeinen Didaktik in 2005 eingegangen, um zu verdeutlichen, dass sich mit den neuen Semantiken im Feld Vieles verändert hat. Diese Diskussion war auch Ausgangspunkt der Analyse hier – die inzwischen zehn Jahre alte Liste der Erben der Allgemeinen Didaktik von Terhart. Terhart erstellte sie Mitte der 00er Jahre als Reaktion auf die Krise der Allgemeinen Didaktik.

2. 2. 1 Rückblick: Die Krise der Allgemeinen Didaktik

Bei der folgenden Diskussion der Allgemeinen Didaktik muss man grundsätzlich ein Argument aus der Realismus-Debatte in der Wissenschaftstheorie beachten, das so genannte „No Miracle“-Argument (Busch, 2008; Frost-Arnold, 2010; Psillos, 1999). Dieses ursprünglich von Hilary Putnam stammende Argument besagt, dass erfolgreiche wissenschaftliche Theorien eine gute Passform auf die Realität besitzen müssen, weil ansonsten eben dieser Erfolg nur wie ein Wunder wirken kann (Putnam, 1975, p. 73f). Die Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik waren tatsächlich ja sehr erfolgreich. Sie wurden von Generationen von Lehrern bereitwillig gelernt und positiv eingeschätzt (zuerst Bromme & Hömberg, 1981); unzählige Unterrichtsstunden wurden mit ihrer Hilfe analysiert und gestaltet; diese Theorien haben die Bildungsexpansion begleitet. Wenn man wirklich davon ausgeht, dass diese Art didaktischer Theorie gar keine Passform auf die Wirklichkeit hatte und allein auf disziplininternen Machtkämpfen oder ästhetischer Spekulation beruhte, muss ihr Erfolg ein so großer Zufall sein, dass er an ein Wunder grenzt. Die Allgemeine Didaktik ist auch deshalb – trotz der

immensen Kritik – der beste Ausgangspunkt für eine Bestimmung dessen, was Didaktik als Wissenschaft ist. Sie muss sehr Vieles erst einmal richtig gemacht haben.

In den Epi-Wellen der PISA-Ergebnisse von 2000, nach der Evaluation der deutschen erziehungswissenschaftlichen Institute und mit den ersten produktiven Ergebnisse der Empirischen Bildungsforschung, wie dem SINUS-Programm des IPN in Kiel, schrieben Reinhard Kahl und Martin Spiewak in der ZEIT einen Artikel mit der Überschrift: „Nur bedingt wissenschaftlich. Die Erziehungswissenschaft hat in der Forschung und Lehrerbildung versagt“. Den Zusatz „Eine Polemik“ hätte es nicht gebraucht, der Artikel war auch so als solche erkennbar:

„Statt empirisch zu forschen, wird in Deutschland lieber das Große und Ganze diskutiert. Statt die Schulwirklichkeit zu beobachten und Hinweise für eine Reform des Unterrichts zu geben, wälzt man pädagogische Klassiker und übt sich im gepflegten Diskurs über die ‚Bildsamkeit‘, ‚Schlüsselqualifikationen‘ und Co. Selbstgenügsam pflegt man in der Branche alte Freundschaften und Feindschaften. Diese auf Selbstbestätigung ausgerichtete Tradition ist nicht unbedingt auf Erkenntnis aus. Den Krieg um die große Wahrheit zu führen, statt sich aus vielen kleinen Wahrheiten schlauer zu machen, nennt Stern [die Psychologin Elsbeth Stern, damals am MPI Bildungsforschung, mb] ‚genuin reaktionär‘, egal ob das Vokabular nun schwarz, grün oder rot koloriert sei.“ (Kahl & Spiewak, 2005).

Kritiken mit dieser Stoßrichtung trafen innerhalb der Erziehungswissenschaft die Teildisziplin der Schulpädagogik, die sich mit dem Lehren und Lernen und dem Unterricht befasst, besonders hart. Die „Allgemeine Didaktik“ ist seit der Mitte der 00er Jahre in einem agonalen Zustand. Der gewaltige Einfluss, den dieser Bereich der Erziehungswissenschaft mal auf die Lehrerbildung hatte, wird als ihre „Erbschaft“ seitdem verteilt (Terhart, 2005a, 2011c).

Vor diesem Hintergrund ist besonders interessant, dass das Fehlen der Allgemeinen Didaktik *überhaupt* eine Leerstelle hinterlässt. Die Wissenschaftsgeschichte kennt zahlreiche Forschungsprogramme, die nach Kollaps nicht sofort ersetzt wurden. Das prominenteste Beispiel ist wohl die Astrologie, die Paul Thagard zu Folge im 18. Jahrhundert aufgehört hat, eine Wissenschaft zu sein (P. R. Thagard, 1978). Erst im 20. Jahrhundert ersetzen erste psychologische Theorien die erklärende und vorhersagende Funktion der Astrologie. Der Kollaps der Allgemeinen Didaktik ist ähnlich umfassend wie der Untergang der Astrologie, dennoch fällt sie nicht restlos weg. Das ist nur dadurch zu erklären, dass diese Wissenschaft auch eine wichtige Funktion außerhalb des Wissenschaftssystems erfüllt und so eine grundlegende gesellschaftliche Bedeutung hat. Die drei zentralen Wissenschaften, die es seit den Universitätsgründungen des 12. Jahrhunderts gibt, die Theologie, Juristerei und Medizin, konnten sich in ihren divergenten Formen über die Jahrhunderte aus demselben Grund wohl immer wieder halten (Kintzinger, 2008; Rüegg, 1993).

Die Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik waren dabei auf vielfältige Weise eine Anleitung des Lehrerhandelns. Einerseits dienten sie als Theorie im Prozess des Lehrens und Lernens selber – nach ihnen wurde das, was gerade im Unterricht pas-

siert, in der Praxis selber auf bestimmte Art wahrgenommen und verändert (1). Das war auch gleichzeitig die wichtigste Funktion. Daneben galten die Theorien und Modelle aber auch als Anleitung zur Unterrichtsvorbereitung (2) und der nachträglichen Unterrichtsanalyse (3). In beiden Formen wurden sie auch als Test in der Lehrerbildung eingesetzt (4). Diese vier Funktionen (Praxistheorie, Vorbereitung von Unterricht, Analyse von Unterricht, Test von Lehrerkompetenzen) könnten eigentlich auch von unterschiedlichen Modellen und Theorien bedient werden. Zumindest die Testfunktion erfordert dabei nicht einmal eine didaktische Theorie. Vorbereitung und Analyse sind außerhalb von Ausbildungszusammenhängen prinzipiell auch auslassbar. Nach den empirischen Untersuchungen zum Planungsverhalten von Lehrern ist auch genau das nach mindestens drei Praxisjahren der Fall (Bromme & Hömberg, 1981; Haas, 1998, 2005; A. Seel, 1997; Andrea Seel, 2011). Nicht disponibel ist hingegen die Praxistheorie, oder wie es ein Lehrer in einer Studie von Bromme und Homberg von 1981 zur Unterrichtsplanung einmal nannte: Didaktik als eine „Denkhilfe für Lehrer“:

„Ich meine, ich unterrichte jetzt nicht mehr nach Modell, das ist mir ein bißchen aufwendig. (..) Ich würde die Bedeutung dieser Modelle nicht kleiner machen, sie sind für das Denken – auch für Referendare gerade und auch in den ersten Jahren –, würde ich sagen, sehr gut geeignet.“ (6/17; Gymn 4 J.) (Bromme & Hömberg, 1981, p. 61).

So kommt auch 2005, als die Krise der Allgemeinen Didaktik offensichtlich wird, tatsächlich zu keinem Zeitpunkt die Idee auf, didaktische Wissenschaft einfach ersatzlos zu streichen. Schon in 2004/2005 veröffentlichte Ewald Terhart daher eine Liste möglicher „Erbschaftsanwärter“ der Allgemeinen Didaktik, an der man bereits zwei Tendenzen sehen kann: Einerseits die Gleichzeitigkeit von Krisenwarnung und Suche nach sofortigem Ersatz, andererseits die Rekrutierung auch entfernter Ansätze (Terhart, 2004, 2005a, 2005b). Terharts Liste von 2005 war ein cursorischer Überblick über damalige Forschungstrends inklusive einer Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit. Terhart nennt: Die Bildungsgangforschung, die Bildungsstandards und die empirisch forschende Fachdidaktik. Ich will kurz diese möglichen Nachfolger mit heutigem Stand noch einmal diskutieren.

2. 2. 1. 1 Bildungsgangforschung als Erbe der Allgemeinen Didaktik

Die Bildungsgangforschung war Anfang der 00er Jahre ein großer Trend in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft und schien die empirische Wende der Bildungstheorie zu sein (Bohnsack & Marotzki, 1998; H.-C. Koller, 1999; H.-H. Krüger & Marotzki, 2006; Marotzki, 2006). Dadurch hatte sie eine natürliche Nähe zur Didaktik und verband sich (H.-C. Koller, 2005) mit der Idee der sog. Bildungsgangdidaktik (M. A. Meyer, 2004; Schenk, 2004), die nicht mehr nahe Lernziele, sondern Havighursts Entwicklungsaufgaben als didaktisches Ziel setzte – also große, biographisch relevante Etappen, denen Personen selber im Nachgang eine Relevanz für ihre Bildung zumessen (Schenk, 2005). In dieser Verbindung ist diese Forschung heute einerseits eine langjährige empirische Forschungstradition, weil sie nunmehr seit 20 Jahren narrative Interviews nach Fritz Schützes Methode durchführt (H.-C. Koller & Czyzewski, 1994; H.-

C. Koller & Wulftange, 2014). Andererseits vermutet sie nicht mehr wie früher, dass die in den Interviews erzählten Bildungsprozesse so auch real stattgefunden haben, sondern nimmt diese nur noch als Ausdruck für ein aktuell *im Moment des Interviews* stattfindenden sog. transformativen Bildungsprozess. Diesen aktuellen transformativen Prozess entnimmt die neue Bildungsgangforschung dann auch nicht mehr dem Sinn des Erzählten, sondern der Performanz des Erzählens (H.-C. Koller, 2012b; A.-M. Nohl, von Rosenberg, & Thomsen, 2015). So ist diese Forschung inzwischen recht elaboriert und hat gegenüber der psychometrischen Erforschung von Bildungsprozessen nach z.B. Kompetenzmodellen das Pfund biographischer Relevanz, mit dem sie wuchern kann. Allerdings gibt es für eine didaktische Wendung mehrere Schwierigkeiten. Erstens sind biographisch relevante Bildungsprozesse in einer Größenordnung, die nicht mehr vernünftig auf einzelne Lerneinheiten heruntergebrochen werden kann. Zweitens finden diese Bildungsprozesse kaum in üblichen didaktischen Settings statt; in vielen der empirischen Beispiele hat z.B. Schule geradezu Bildung verhindert, etwa in den Biographien von „Felix“ und „Hakan Salman“ (H.-C. Koller & Czyzewski, 1994; H.-C. Koller & Wulftange, 2014). Drittens ist es nach wie vor schwierig für diese Forschung und letztlich ein Problem eigener bleibender Normativität, wie Krassimir Stojanov angemerkt hat, „gute“ transformatorische Prozesse von „schlechten“ zu trennen (Stojanov, 2006). So scheint die Bildungsgangforschung heute eher als eine Bildungstheorie alten Stils mit nachgeschobener empirischer Bestätigung.

2. 2. 1. 2 Bildungsstandards als Erbe der Allgemeinen Didaktik

Die Veröffentlichung von Terhart fiel in die große Zeit der Klieme-Expertise (Eckhard Klieme et al., 2003). In vielen Fächern wurden auf dieser Grundlage messbare Bildungsstandards entwickelt. Die Messung erfolgte mit dem psychometrischen Konstrukt domänenspezifischer Kompetenzen:

„Erworbene, also nicht von Natur aus gegebene Fähigkeiten, die an und in bestimmten Dimensionen der gesellschaftlichen Wirklichkeit erfahren wurden und zu ihrer Gestaltung geeignet sind, Fähigkeiten zudem, die der lebenslangen Kultivierung, Steigerung und Verfeinerung zugänglich sind, so, dass sie sich intern graduieren lassen, z. B. von der grundlegenden zur erweiterten Allgemeinbildung; aber auch Fähigkeiten, die einen Prozess des Selbstlernens eröffnen, weil man auf Fähigkeiten zielt, die nicht allein aufgaben- und prozessgebunden erworben werden, sondern ablösbar von der Ursprungssituation, zukunftsfähig und problemoffen.“ (Eckhard Klieme et al., 2003, p. 67)

Dass aus diesen messbaren Kompetenzen didaktische Theorien in einem klassischen Sinne konstruiert werden, war gar nicht nötig. Wie bereits in Kapitel 1. 3. 2 beschrieben, gibt es einen unschweligen Prozess, über den sich Bildungsstandards und internationale Assessments gegenseitig angleichen (Britton & Schneider, 2007). Das führt quasi zu transnationalen Bildungsstandards und zu einer Angleichung der Curricula, die schon in einigen Fächern beobachtbar ist (Coll & Taylor, 2012). Damit ist quasi die Entwicklung der Curricula durch die Bildungsstandards heute de facto weltweit bestimmt. Eine Didaktik als die Theorie des Lehrens und Lernens ist damit je-

doch nicht bereits hergestellt. Tatsächlich ist die Idee, Didaktik durch Standards zu ersetzen, sehr alt; ganz früher nannte man dies eine Theorie des Lehrplans, dann eine Theorie des Curriculums. Nach Erich Weniger (Weniger, 1952) und Herwig Blankertz (Blankertz, 1975, p. 15; Musolff & Hellekamps, 2006, p. 290ff) ist Eckhard Klieme nun der dritte Name, der verwoben ist mit der Idee, die Didaktik vor allem vor dem Hintergrund einer Revision des Curriculums zu begreifen, die wohl immer wieder in Zeiten der Umstrukturierung des Bildungswesens aufkommt. Dabei ist die Curriculumstheorie aber wohl immer nur die Kehrseite der didaktischen Theorie gewesen. Die Frage „Wie lehrt und lernt man?“ ist der Frage „Was lehrt und lernt man?“ immer bereits vorgelagert. Wie ich bereits in den Vorbetrachtungen rein wissenschaftstheoretisch gezeigt hatte, kann man Didaktik nicht als reine Aufgabe formulieren, ohne die tatsächlichen Möglichkeiten zu bedenken (vgl. Kap. 2. 1. 3. 7). Die großen Assessments und auch die Bildungsstandards haben daher auch ein gerüttelt Maß an vorgelagerter Theorie des Lehrens und Lernens. Didaktische Theorie ist also auch hier vor den Tests und vor den Standards da. Es wird am Beispiel von PISA 2015 und den K-12 Education Standards in den USA in den Naturwissenschaften später in diesem Buch (Kap. 3. 3. 2) noch sehr deutlich werden, wie didaktische Theorien Tests und Standards beeinflussen. Insofern ist Didaktik keineswegs durch Standards ersetzbar – Didaktik und Standards sind zwei Seiten derselben Medaille.

2. 2. 1. 3 Empirisch-forschende Fachdidaktik als Erbe der Allgemeinen Didaktik

Empirisch-forschende Fachdidaktik war 2005 noch ein recht neuer Trend und wurde in einigen Bereichen massiv ausgebaut. Insbesondere der mathematisch-naturwissenschaftliche Bereich ist durch die Förderung des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel und der Kollegforschergruppe nwu-essen, sowie durch ihre Nähe zur Empirischen Bildungsforschung und die dortigen Förderprogramme mittlerweile deutlich angewachsen. Mit der Science Education besitzt dieser Bereich Anschluss an internationale, empirische Lehr-Lern-Forschung und es gibt eine nach wie vor ungebrochene Goldgräberstimmung, in der man die ungeklärte Frage nach der eigenen Bedeutung für die Lehrerbildung, die 2005 auf der Tagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) noch gestellt wurde (Pitton, 2005), inzwischen kaum mehr beachtet (vgl. auch Kap 2. 3. 3). Auf dieser Tagung 2005 war übrigens auch Terhart zu Gast und verlas jene Liste der Erbschaftsanwärter, bei der die empirisch-forschende Fachdidaktik als der aussichtsreichste Kandidat für das Erbe der Allgemeinen Didaktik behandelt wurde (Terhart, 2005b). Das Potential der Fachdidaktik ist heute ungebrochen. Ihr größter Vorteil ist, dass sie immer einen Gegenstand für ihre empirischen Untersuchungen hat – sie ist immer das Lehren und Lernen von *Etwas*. Während die empirisch-forschende Fachdidaktik des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichs ein klares, empirisches Forschungsprofil hat, dessen Bezug zur Didaktik nur unklar ist, gibt es andere Fachdidaktiken, bei denen sich Terharts Prognose (noch) nicht bestätigt hat. Auf der Tagung der GDGP in 2013 beklagte der Direktor des IPN Olaf Köller eben diesen Punkt (Köller, 2014b). Bestimmte Fachdidaktiken würden nach wie vor keine empiri-

sche Forschung betreiben, insbesondere die Fächer im weiten Feld der Kulturwissenschaften. Dennoch: Die empirisch forschende Fachdidaktik ist der einzige Kandidat auf Terharts Liste, der sich auch unter meinen Semantiken wiederfindet. Drei andere sind hier jedoch noch hinzugekommen. Alle vier werden in der nun folgenden Analyse der Wissenschaft der Didaktik mit den Mitteln der eigens hierzu entwickelten Speziellen Analytischen Wissenschaftstheorie der Didaktik im Detail analysiert. Die Streits um Identität und die wissenschaftstheoretischen Analysen habe ich im Folgenden dritten Unterkapitel des wissenschaftstheoretischen Teils erzählerisch verbunden.

2. 3. Analyse: Semantiken in den didaktischen Wissenschaften

Seit Terharts Liste von 2005 hat sich die Forschungslandschaft deutlich gewandelt. Allein die fachbezogene Bildungsforschung ist von Terharts Erbschaftsanwärtern heute noch relevant bei der Anleitung von Lehrerhandeln und es war von daher sinnvoll, die im vorigen Kapitel beschriebene Suche noch einmal neu zu beginnen. Insgesamt wurden in der Suche folgende vier Semantiken gefunden, in vier Feldern, die sich in ihrer Identität von der Allgemeinen Didaktik alten Stils abgrenzen:

1. Begründen: Die Wiederbelebung der Allgemeinen Didaktik,
2. Beschreiben: Empirische Bildungsforschung als Didaktik,
3. Erklären: Der internationale Diskurs der Science Education,
4. Beweisen: Didaktik in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft.

Ganz grob kann man in Bezug auf Terharts Liste von 2005 herausstellen, dass erstens die Allgemeine Erziehungswissenschaft auch weiterhin produktiv bei der Orientierung von Didaktik bleibt, zweitens etliche Teile der Empirischen Bildungsforschung in 2005 nicht zu erwartende didaktische Entwicklungen genommen haben, sich drittens die Fachbezogene Empirische Bildungsforschung nicht in allen Bereichen etabliert hat, wie bei Terhart erwartet, sondern vor allem und massiv im MINT-Bereich, und viertens auch die Allgemeine Didaktik noch immer nicht letztlich verendet ist, sondern wie Lazarus eine Resurrektion durch die eigenen Glaubensbrüder erlebte.

2. 3. 1 Die Semantik der Begründung: Die Wiederbelebung der Allgemeinen Didaktik

Von Terhart in 2005 überhaupt nicht diskutiert wurde ein mögliches Überleben der Allgemeinen Didaktik unter neuen Vorzeichen oder in anderer Form unter den nach PISA gegebenen Bedingungen. Gerade in diese Richtung sind aber inzwischen starke Bestrebungen angestellt worden. Die Versuche, die disziplinäre Matrix des Faches neu zu formieren, haben bisher jedoch selbst nach Einschätzung der Vertreter dieser Disziplin keine konsistenten Ergebnisse gezeitigt. Die Form der Theorien wird intern als Problem wahrgenommen. So sehen Kiel und Zierer, zwei Proponenten der Allgemeinen Didaktik, die mittlerweile auf die unübersichtliche Anzahl von 40 angewachsene Menge der didaktischen Theorien und Modelle *selber* als disziplinäre Wucherung im Sinne der Wissenschaftstheorie Thomas Kuhns. Solche Wucherungen sind in Kuhns „Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ ein Indiz für das baldige Ende eines Para-

digmas (Kiel & Zierer, 2011, p. 304) und gehen dort damit einher, dass zentrale, theoretische Entitäten sich wandeln. Die Didaktiken also, die immer noch in den Einführungsvorlesungen nacheinander abgearbeitet werden, haben im eigenen Fachdiskurs kaum noch Rückhalt. Damit hätten sie auch innerhalb der Lehrerbildung nur noch historischen Wert. Drastischer und im Stil von Kiel und Zierer mit den Beispielen Kuhns (T. S. Kuhn, 1976) formuliert: Das was im Kern der bisherigen didaktischen Theorien an theoretischen Entitäten postuliert wurde, sei es Bildung, kybernetische Wechselwirkung, kritische Erziehung usw., gilt mittlerweile selbst den Vertretern der eigenen Disziplin implizit als das Phlogiston, die elektrische Flüssigkeit, die Korpuskeln, der Lichtäther der Erziehungswissenschaft: die theoretische Beschreibung eines Gegenstandes, von dem man in einer anderen Theorieform sagen muss, dass er nie real war.

2. 3. 1. 1 Empirieferte als Problem? Die Besonderheit von Vicos Wissenschaft

Die Problematik der Allgemeinen Didaktik wird sowohl auf Seiten der Empirischen Bildungsforschung *als auch* auf Seiten der Allgemeinen Didaktik durch den Unterschied empirisch-theoretisch aufgeschlüsselt. Wobei der empirisch forschenden Seite größere Wissenschaftlichkeit zugesprochen wird (Heursen, 2005; M. Meyer et al., 2009). Das würde auch zu der Deutung von Kiel und Zierer passen. Theoretiker der Allgemeinen Didaktik hätten demnach theoretisch spekuliert und dabei ihre Entitäten, wie z.B. den emphatischen Bildungsbegriff der Bildungstheoretischen Didaktik erfunden – und nicht entdeckt. Vor allem hätten sie einen Effekt angenommen, der empirisch nicht feststellbar war – nämlich Lernerfolge gegenüber der Nichtverwendung didaktischer Theorien und Modelle. PISA und andere Large-Scale Assessments haben die Lernstände als Kompetenzniveaus im Ländervergleich erhoben. Von allem, was in der Schule passiert, ist Didaktik dem Lernen am nächsten. Da die Allgemeine Didaktik eine deutsche Spezialität ist, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass das mittelmäßige Abschneiden Deutschlands insbesondere der Allgemeinen Didaktik kein gutes Zeugnis ausstellt. Die Lehr-Lern-Forschung fordert seitdem die Allgemeine Didaktik heraus (Arnold, 2009; Blömeke, 2009; Gruschka, 2009; Terhart, 2011c, 2013b).

So schlüssig diese Kritik war, so problematisch ist aber die Unterscheidung von theoretisch und empirisch. Obwohl sie in der Erziehungswissenschaft oft gemacht wird, ist sie mit dem Blick Analytischer Wissenschaftstheorie unergiebig. Hiernach müsste man zunächst sagen, welche Art von Theorie man meint. Der Begriff Theorie kann einerseits ganze Forschungsprogramme umschreiben wie in „Die Kritische Theorie“, aber auch das gesamte System einer wissenschaftlichen Theorie, so wie in „Darwins Evolutionstheorie“. In diesen Fällen ist klar, dass auch empirische Teile in einer solchen Theorie enthalten sind. Innerhalb einer wissenschaftlichen Theorie kann Theorie dann den Teil meinen, der explizit die Existenz von theoretischen Entitäten und Größen postuliert, die sog. theoretischen Terme. Die Trennlinie ist hier nicht ganz scharf, aber theoretische Entitäten und Größen sind für Rudolf Carnap, der diesen Terminus geprägt hat, all das, was nicht ohne Hilfe von Instrumenten und ohne Inferenzen wahrnehmbar ist (Carnap, 1966, p. 226). So wären schon Größen wie Druck und Temperatur theoretische Terme. Besondere Aufmerksamkeit in der Wissenschaftstheorie ha-

ben die Teile bekommen, die unäre oder relationale Entitäten postulieren. Unäre Entitäten sind Dinge wie das Elektron, relationale sind Mechanismen wie die Kraft. Die theoretischen Terme haben fast schöpferische Kraft und es ist sofort fraglich, wie real eigentlich die Dinge und Mechanismen sind, die so in die Welt kommen (Psillos, 1999).

Ein theoretischer Term der newtonschen Mechanik postuliert z.B. die Kraft als einen Mechanismus zwischen Masse und Beschleunigung $F=ma$. Man beachte, dass es Kraft nicht in dem Sinne gibt, wie es Bäume, Tische und Stühle gibt, es ist nicht klar, ob Newton die Kraft entdeckt oder erfunden hat, und es gibt andere Beschreibungen derselben Phänomene, etwa Descartes Impetus. Heute gibt es eine Debatte in der Wissenschaftstheorie zwischen Instrumentalisten und Realisten, um die Frage, wie real diese Objekte sein müssen, während Carnap in dieser Frage selber neutral blieb (vgl. Friedman, 2011). Instrumentalisten ist es im Kern egal, ob es die Kraft wirklich gibt oder nicht, es ist ihnen nur wichtig, dass Newtons Theorie bei Berechnungen gute Vorhersagen erlaubt (vgl. Van Fraassen, 1980). Das hat die newtonsche Mechanik zweifellos bewiesen, insbesondere in den Rechnungen der sog. französischen Himmelsmechaniker Ende des 19. Jahrhunderts. In manchen Kontexten ist es aber sehr bedeutend, dass die Entitäten realistisch sind, das gilt vor allem für experimentelle Manipulationen. Diesen Punkt hat vor allem Ian Hacking herausgestellt. Er hat ein Experiment in einem Stanford Laboratorium beobachtet, bei dem Elektronen auf eine supraleitende Metallfläche gesprüht wurden. Seine Conclusio war „If you can spray them, then they are real“ (Hacking, 1983, p. 24). Weniger profan ausgedrückt ist die Möglichkeit experimenteller Manipulation Bedingung des von Hacking geprägten „experimentellen Realismus“ (vgl. Resnik, 1994). Man beachte, dass Didaktik hier ein Spezialfall ist. Jede Entität, die hier postuliert wird, wird wiederum direkt in experimenteller Manipulation wieder verwendet werden *müssen*. Insofern liegt ein experimenteller Realismus hier sehr nahe. Das lässt wiederum die Grenze zwischen Empirie und Theorie verschwimmen, weil dann kein anderer ontologischer Status zwischen Carnaps „observables“, also allen mit den bloßen Sinnen beobachtbaren Dingen, und den theoretischen Entitäten besteht, sie sind beide real. Die Konsequenz für unseren Zusammenhang hier ist die Folgende: Ob die Dinge der Allgemeinen Didaktik echt waren oder nicht, ob ihre didaktischen Modelle wie das Didaktische Dreieck oder die unterschiedlichen Bedingungsschemata des Unterrichts real waren, hing daran, ob Lehrer sie wieder verwenden konnten – nicht daran, ob sie im Vorfeld durch empirische Forschung entdeckt wurden.

AT 10: Ein experimenteller Realismus liegt nahe im Hinblick auf die Dinge, die in der Wissenschaft der Didaktik postuliert werden. Theoretische Dinge werden in der Didaktik dadurch real, dass Lehrer sie im Unterricht verwenden.

Wenn man dieses Verständnis von wissenschaftlichen Theorien und theoretischen Termen zugrunde legt, dann ist Empirie oft nur ein anderer Teil derselben wissenschaftlichen Theorie, z.B. ein Satz an Beobachtungen oder ein auf einer anderen Skala liegender Teil wissenschaftlicher Beschreibung desselben Gegenstandes. In der

Debatte um die Allgemeine Didaktik wird hingegen oft eine andere Position vertreten, die nur schwer zu halten ist. Demnach gäbe es so etwas wie Theorie ohne Forschung (vgl. Rothland, 2013a). Diese Kritik ist ganz ähnlich wie die Kritik der logischen Positivisten am Kritischen Idealismus in den 50er Jahren (vgl. Jenkins, 1950). Die Idealisten würden Aussagen postulieren, diese aber nicht an der Wirklichkeit überprüfen. Demnach sind diese lediglich Spekulation – mutiges Raten, oder mit metaphysischem Hintergrund: gläubiges Raten. Theorie ist dann bloß eine Fehlform der eigentlichen Forschung, nämlich empirischer, oder mit dem damaligen Terminus: positivistischer Forschung. Nur diese Forschung gewinnt ihre Erkenntnisse wissenschaftlich, nämlich durch Überprüfung an der Wirklichkeit. In der Debatte nach PISA hat z.B. auch Heinz Elmar Tenorth an genau dieser Linie zu Gunsten der Historischen Bildungsforschung als empirischer Wissenschaft argumentiert, wobei er die Kulturwissenschaft der Philosophie zum Missfallen des Bildungsphilosophen Krassimir Stojanov als idealistisch darstellte (Stojanov, 2012; Tenorth, 2011, 2012). So einleuchtend eine solche Trennung auf den ersten Blick ist, so falsch ist sie mit Blick auf die reale Arbeitsweise von Wissenschaftlern. Mit Blick auf diese ist nur eine weite oder eine enge Definition des Begriffs „empirisch“ plausibel (Hoyningen-Huene, 2013, p. 92). In der weiten Definition unterscheiden sich die „empirischen“ Wissenschaften von den formalen Wissenschaften wie Mathematik, Logik, Kybernetik, Systemtheorie usw., indem sie einen zumindest prinzipiell durch Wahrnehmung zugänglichen Gegenstand untersuchen. Der Unterschied zwischen formalen und empirischen Wissenschaften wird im „Entdeckungszusammenhang“ (Context of Discovery) nicht so deutlich, wie in den Zusammenhängen, die in der Analytischen Wissenschaftstheorie klassisch „Rechtfertigungszusammenhang“ (Context of Justification) heißen (Hoyningen-Huene, 2006). Ursprünglich stammt die Unterscheidung von Hans Reichenbach (H. Reichenbach, 2006). Z.B. kann ein Mathematiker eine neue mathematische Gruppe durch Ausprobieren eines neuen Instruments finden, so wie ein Physiker ein Elementarteilchen oder ein Soziologe einen sozialen Effekt. Diese Dinge werden aber im „Kontext der Rechtfertigung“ oft anders behandelt, z.B. in einer wissenschaftlichen Publikation, in der dann das Vorgehen viel stärker referenziell, methodisch und fragegeleitet dargestellt wird. Reichenbach und Kuhn lehnten beide die Unterscheidung ab, in den Zusammenhängen formaler Wissenschaften macht sie aber durchaus Sinn. Eine nicht-empirische Rechtfertigung ist nämlich deutlich stärker! Formale Wissenschaften überprüfen ihre Aussagen mit formalen Mitteln, die Mathematik z.B. durch vollständige Induktion. Eine solche Beweisführung ist unter gegebenen Axiomen nicht anfechtbar, empirische Rechtfertigungen jedoch durch die Kontingenz von Evidenz durchaus. Entlang dieser Trennung von empirisch-theoretisch (formal) eine Unwissenschaftlichkeit zu argumentieren, ist vor diesem Hintergrund wohl wenig plausibel und wurde in der Analytischen Wissenschaftstheorie meinem Wissen nach auch noch nie versucht. Man beachte übrigens, dass nach der weiten Definition z.B. auch die Literaturwissenschaft oder die historischen Wissenschaften empirische Wissenschaften sind, weil sie nicht formal arbeiten sondern an physischem Material. Hier läge Tenorth mit der Zuordnung der historischen Bildungsforschung zur Empirie also durchaus richtig – allerdings hätte auch Stojanov als Kulturwissenschaftler einen Anspruch auf die Bezeichnung Empirist. Daneben gibt es noch eine enge Definition der Trennung von empiri-

risch und theoretisch in der analytischen Wissenschaftstheorie. Danach sind die Wissenschaften empirisch, deren Gegenstand nicht selbst Produkt menschlicher Tätigkeit ist. Diese Trennung ist insgesamt viel weniger überzeugend als die erste. Die Sozialwissenschaften liegen genau auf der Grenze, Naturwissenschaften wären empirisch, Ingenieurwissenschaften z.B. aber theoretisch. Deutlicher wird die Trennung aber wieder, wenn man den Kontext der Rechtfertigung betrachtet. In einer Ingenieurwissenschaft spielt zur Rechtfertigung Vicos Prinzip eine große Rolle, benannt nach Giambattista Vico. Vico schlug diese Form der Rechtfertigung für alle Wissenschaften vor, die sich mit menschlichen Produkten beschäftigen (Vico, 1979). Das umfasste tatsächlich auch Theorien der Kulturwissenschaften und der Geschichte. Nach Vicos Prinzip gilt eine Theorie als gerechtfertigt, wenn man die jeweiligen Produkte nachahmen kann – ein klassischer Renaissancegedanke. Vico ging also z. B. davon aus, dass derjenige der beste Kunsttheoretiker und -historiker war, der selber so malen konnte, wie die Granden jeder Epoche. Derjenige war der beste Literaturwissenschaftler, der die Größen der griechisch-römischen Klassik so nachahmen konnte, dass man den Unterschied nicht mehr wahrnahm (vgl. Miner, 1998). Für die Künste ist dieses Verständnis von Wissenschaft heute gewöhnungsbedürftig, aber für andere Wissenschaften leuchtet Vicos Prinzip durchaus ein. Die Ingenieurwissenschaften und die angewandten Naturwissenschaften bieten hier gute Beispiele. Eine neue Theorie über den Bau von Motoren wie das Carnotsche Prinzip ist dann wahr, wenn sie nachgebaut werden kann (weitere Beispiele bei Hoyningen-Huene, 2013, p. 103). Empirische Claims hingegen rechtfertigen sich durch Überprüfbarkeit, nicht durch Nachmachen. Da die in diesem Sinne empirischen Annahmen nicht kontingent durch menschliches Verhalten sind, kann man schlicht in die Natur etc. gehen und nachschauen, ob eine bestimmte Behauptung zutrifft. In einer Wissenschaft nach Vicos Prinzip muss man hingegen die menschliche Tätigkeit die zu dem menschlichen Produkt führt auch können, um zu behaupten, dass ein bestimmter theoretischer Claim nicht zutrifft. Die Theorie der Zwölfontechnik von Schönberg z.B. wird nicht dadurch falsch, dass Einzelne daran scheitern, danach zu komponieren. Obwohl im strengen Sinn keine Phänomene, auch Phänomene der Natur, nicht als *dieselben* Phänomene wiederholbar sind, ist Ähnlichkeit hier doch eine Rechtfertigung. Dabei gibt es keine wirklich stärkere Beweisführung. Die Parallele zwischen den Modellen der Allgemeinen Didaktik und einer ingenieustechnischen Lösung dieser Art leuchtet intuitiv ein. Auch hier war ein guter Didaktiker derjenige, der im Unterricht die didaktischen Theorien und Modelle wieder aufleben lassen konnte. Didaktik ist also Vicos Wissenschaft. Wenn man *dieser* Trennung von empirisch und theoretisch folgt, dann könnte kaum die „Theoretizität“ der Allgemeinen Didaktik alleine Grund für die PISA-Ergebnisse sein. Ihre Modelle wären danach einfach nur nicht gut genug, es wäre aber nicht problematisch, dass sie *überhaupt* theoretische Modelle sind.

AT 11: Didaktik ist eine Wissenschaft nach Vicos Prinzip. Alles, was postuliert wird, bestätigt sich durch Nachmachen. Verum Ipsum Factum: Das Wahre ist das Gemachte.

Trotz der breiten Diskussion des Theorie-Empirie-Unterschieds hier, kann man nur wenig Nutzen dieses Streits um Identität zwischen Stojanov und Tenorth für die Analyse ziehen. So zentral die Trennung von Empirie und Theorie in der Diskussion war, sie war bloß eine Stellvertreterdebatte. An Vicos Prinzip und einer Modellierung des Lehrens und Lernens hält die Allgemeine Didaktik nach wie vor fest. Nach Kiel und Zierer soll die Allgemeine Didaktik auch weiterhin „Problemlösungen, die von der Abnehmerseite akzeptiert werden“ liefern, um „Entscheidungen an die Bedingungen des jeweiligen Kontext anzupassen“ (Kiel & Zierer, 2011, p. 309). Das wissenschaftstheoretische Problem der Allgemeinen Didaktik weiter an der Trennlinie zwischen Empirie und Theorie zu suchen, ist wohl müßig.

2. 3. 1. 2 Der Herstellungsprozess von Theorien und Modellen durch Begründung

Neben der eher plakativen Verwerfung von Theorie und ihrem Ersatz durch Empirie wird in einem zweiten Strang der Kritik an der Allgemeinen Didaktik nicht der Status als Theorie angegriffen, sondern die Herstellungsbedingungen dieser Theorie. In der Conclusio seines Habilitationsvortrags mit dem Titel „Wiederbelebung einer Totgesagten. Gegenwärtige Positionierungen und Konzeptualisierungen der Allgemeinen Didaktik“ hat Martin Rothland diese zweite Tendenz wie folgt deutlich gemacht:

„Gewiss erscheint der Exitus der Allgemeinen Didaktik, wenn sie als Wissenschaft ohne Forschung konzipiert und ihr Heil in der Zukunft in einer Rückbesinnung auf ihre bildungstheoretische Tradition gesehen wird.“ (Rothland, 2013a, p. 641, zitiert nach der in der ZfE veröffentlichten Version des Vortrags)

Das, was Rothland als „bildungstheoretische Tradition“ der Allgemeinen Didaktik bezeichnet, beschreibt eben die Art und Weise der bisherigen Theoriebildung. Bisher hat die Allgemeine Didaktik nämlich ein normatives Bildungsverständnis in eine didaktische Theorie verwandelt. Wolfgang Klafki, der in Personalunion sowohl Bildungstheoretiker als auch Didaktiker ist, beschreibt diese Arbeitsweise anhand einer frühen Strömung innerhalb der Allgemeinen Didaktik wie folgt:

„Die geisteswissenschaftliche Didaktik ist eine Teildisziplin der sogenannten geisteswissenschaftlichen Pädagogik, nämlich jene Disziplin, die auf das Problemfeld des Unterrichts gerichtet ist“ (Klafki, 2007, p. 34)

Die bildungstheoretische Tradition begründete also mit den Mitteln der Praktischen Philosophie eine Theorie des Lehrens und Lernens, die dann als didaktisches Modell auf den Unterricht gerichtet wurde. Unterricht wird hier also nicht untersucht und beschrieben, sondern gesetzt und begründet. Das war auch mit manchen Modellen so, die sich selbst nicht der bildungstheoretischen Tradition des Faches zurechneten. Einige dieser Didaktiken waren nicht rein formal (vgl. Kap. 2. 3. 4), sondern lieferten wie die sog. kybernetische Didaktik auch lange Referenzlisten mit Begründungen. Im nächsten Kapitel werde ich zeigen, wie auch Empirische Bildungsforschung im großen Stil, wo sie didaktisch wird – etwa in Hatties Lehrerband - zu einer Begründung der Didaktik neigt. Neuere nationale und internationale eher philosophisch orientierte

Einzelarbeiten im Feld, die ich bereits erwähnt habe, arbeiten ebenfalls mit Begründungen (Biesta, 2013b; Gruschka, 2013a; L. Koch, 2015). Die Begründung ist nach dem Untergang der Allgemeinen Didaktik nach wie vor eine mächtige Semantik im Feld.

Die Unterschiede innerhalb einer begründenden Semantik kann man ganz gut an einer älteren Identitätskrise in der Didaktik darstellen, nämlich dem Richtungsstreit zwischen Bildungstheorie und Kybernetik in den 70er Jahren. Diese Didaktiken unterschieden sich radikal in der Art ihrer Begründung, weshalb Blankertz auch meinte, er müsse die Didaktik „zwischen Bildungstheorie und Kybernetik“ (Blankertz, 1975, p. 17) darstellen, also diese beiden Schulen in einer aristotelischen Geste versöhnen. Das konnte ihm aber nur gelingen, weil sie beide – trotz ihrer Verschiedenheit – dennoch Begründungen des Unterrichts waren. Auch einige der kybernetischen Modelle waren normative Modelle, ihre Grundlage war lediglich kein bestimmtes Textverständnis aus der Lektüre pädagogischer Klassiker, sondern ein bestimmtes Prozessverständnis aus Disziplinen, die sich mit Kommunikation und Information beschäftigten (Cube, 1965, p. 172). Schon diese Debatte zeigt, dass Begründungen nicht zwangsläufig auf geisteswissenschaftlichen Inhalten oder auf Referenzen zu klassischen Autoren beruhen müssen, sie können auch in ein sehr technisches Verständnis eingebettet sein. Das hier zugrundeliegende Verständnis der Funktionsweise von didaktischen Theorien ist aber gleich und ein ganz anderes, als in Empirischer Bildungsforschung oder vollständig formalen Didaktiken, wie der Didaktik Helmar Frankes, auf die ich noch zu sprechen kommen werde (Frank & Graf, 1967). Der Streit der Didaktik zu Blankertz Zeit war ein Streit innerhalb der Semantik der Begründung, er ging darum, was als „Gründe“ aufgeführt werden darf. Die essentielle Frage innerhalb einer begründenden Semantik ist genau diese Frage nach dem, was als Gründe gelten darf. Völlig klar hingegen war, was letztlich begründet werden sollte: Didaktische Modelle.

2. 3. 1. 3 Was ein Modell der Didaktik im Sinne der Allgemeinen Didaktik ist

Zunächst einmal muss ich an dieser Stelle einem Missverständnis vorbeugen und kurz erläutern, was eine begründende Semantik einer didaktischen Theorie *nie* umfasst hat. Allgemeine Didaktik war nie eine Anleitung als Antwort auf die Frage: „Was soll ich heute im Unterricht tun?“ oder „Was ist guter Unterricht?“. Solche Kataloge entstanden, wie in Kap. 1. 3. 1 beschrieben, erst im Zuge des Accountability-Movements und beruhen auf empirischer Unterrichtsforschung (Helmke, 2014a; H. Meyer, 2010). Dennoch waren die Modelle der Allgemeinen Didaktik handlungsleitend, obwohl sie nicht die Struktur einer Anleitung oder einer Antwort hatten. Von vielem was wir tun, haben wir Repräsentationen, die nicht einfach in Worte und erst recht nicht in eine step-by-step-Anleitung gefasst werden können. So eine Repräsentation nennt man ein Modell. Ein solches Modell aus der Physik ist z.B. der Orbit ($F=k/r^2$) (vgl. R. N. Giere, 1999). Unter anderem aufgrund dieses Modells weiß man, wie man einen Satelliten positionieren muss, damit dieser stationär in der Erdumlaufbahn bleibt. Dieser Orbit ist aber selber kein Satz oder eine Antwort auf die Frage: „Wie soll ich meine Trägerrakete lenken?“. Man kann nur auf das Modell verweisen und dieses Modell muss semantisch verstanden werden, also in seinem funktionellen Aufbau, und eben nicht nur

syntaktisch als Folge von sprachlichen Zeichen. Mit dem Aufkommen probabilistischer Entscheidungstheorie sind auch immer mehr sozialwissenschaftliche Szenarien in Modelle fassbar (Freedman, Collier, Sekhon, & Stark, 2010; Koski & Noble, 2009; Pearl, 2000). Und selbst in vielen philosophischen Feldern, unter anderem auch in der

AT 12: Didaktik ist eine Anleitung, aber nicht die Antwort auf die Frage: „Was soll ich heute im Unterricht tun?“, sondern ein Modell des Lehrens und Lernens.

Philosophy of Science, gibt es mittlerweile eine Modellierung in bayesschen Netzwerken (z.B. Enk, 2014; Rinard, 2014). Die Antwort auf die Frage „Was soll ich im Unterricht machen?“ war in der Allgemeinen Didaktik analog zu den Naturwissenschaften nur der Verweis auf ein Modell in weniger elaborierter Form und das war keineswegs unwissenschaftlich. Insgesamt sind syntakti-

sche Ansätze – also solche, die eine Aussage ins Zentrum der Wissenschaft stellen – in der Wissenschaftstheorie mit der sog. „Received View“, also der Art wie Carnap, Hempel und Feigl noch die Wissenschaft verstanden, nahezu verschwunden und nur sehr vereinzelt gibt es Wiederbelebungsversuche (Lutz, 2012, 2014). Vor allem die in den USA wissenschaftstheoretisch so bedeutende Evolutionstheorie war nur sehr schwer in eine Syntax zu packen (Beatty, 1980; Ereshefsky, 1991). Was ist die Aussage der Evolutionstheorie? Sie ist viel eher ein Modell evolutionärer Entwicklung mit den Mechanismen der sexuellen Zuchtwahl und des Überlebens des bestangepassten Organismus. Die Auffassung, dass Wissenschaft die Antwort auf Fragen oder ein System von Sätzen ist, ist heute nicht mehr weit verbreitet. Gerade für die Didaktik hat die Idee, dass es „Antworten“ auf didaktische Fragen oder immer-wahre Sätze über das Lehren und Lernen geben könne, eine andere Funktion, nämlich innerhalb der Accountability-Systeme, die in Kap. 1. 3. 1 erwähnt wurden und in der unwissenschaftlichen Ratgeberliteratur. Im Paris des Spätmittelalters gab es die sog. Quodlibet Tradition, in der die Granden der Scholastik öffentlich Fragen diskutierten wie „Sind die Pygmäen Menschen?“ (J. Koch, 1931). Eindeutige Antworten auf eindeutige Fragen sind heute auch in der Wissenschaftstheorie eher ein Indiz für Macht in Diskursen als ein Ziel von Wissenschaft. Das hat die Analytische Wissenschaftstheorie mit post-strukturalistischen Theorien der Sprache tatsächlich sogar gemein (Derrida, 1988, 1998a, 1998b). Thesen – auch Hypothesen – sind in der Semantic View nicht das Ziel von Wissenschaft. Das Ziel von Wissenschaft sind hier funktionale Modelle.

Die Didaktiken der Allgemeinen Didaktik waren dabei eine spezielle Art von Modellen – nämlich Konstruktionsmodelle, ähnlich den Modellen, die ein Architekt vor dem Bau anfertigt. Die Modelle der Allgemeinen Didaktik waren nie Modelle einer Realität, wie ein Globus ein Modell der realen Erde ist oder der Orbit ein Modell des Umlaufs astronomischer Objekte um diese Erde. Die Modelle der Allgemeinen Didaktik waren auch nicht Modelle einmaliger, vergangener, historischer Prozesse, wie das in der Kosmologie verwendete Modell des Urknalls. Zwar wurden die didaktischen Modelle in der Lehrerbildung wie beschrieben auch zur nachträglichen Unterrichtsanalyse verwendet, das hatte in aller Regel aber nur normativ-rekonstruierende Funktionen für den nächsten Unterricht. Ein spezieller Fall sind die Theorien und Modelle, die eine bedingte Empirie des Unterrichts einbezogen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist si-

cherlich das Berliner Modell, das schon in den großen Zeiten der Allgemeinen Didaktik als positivistische Alternative gegenüber der spekulativen Bildungstheorie auftrat und eine „Analyse“ des Unterrichts nicht nur anleiten wollte, sondern auch zur Grundlage des Modellaufbaus gemacht hat (Heimann, Otto, & Schulz, 1970). Die bekannten sog. Bedingungsfaktoren des Unterrichts wurden aber lediglich beschrieben, um sie dann der „lückenlosen Kontrolle“ zu unterwerfen, wie Blankertz es später ausgedrückt hat (Blankertz, 1975, p. 91). Kein Modell der Allgemeinen Didaktik war ein Abbildmodell der Wirklichkeit, alle waren Konstruktionsmodelle. Bei näherer Betrachtung ist dieser Konstruktionscharakter der Modelle auch schon in der Sprache verankert. Wie der Gehry-Tower, das Centre Le Corbusier oder das Hundertwasserhaus trugen fast alle Modelle der Allgemeinen Didaktik die Namen ihrer Architekten. Diese Modelle waren der wieder nutzbare Teil der Allgemeinen Didaktik. Sie waren aber nicht alleine die ganze Didaktik im Sinn einer allgemeinen Didaktik, hinter ihnen steckte eine umfassendere Theorie, die durch die Angabe von Gründen aufgebaut wurde.

AT 13: Didaktische Modelle
sind Konstruktionsmodelle,
keine Abbildmodelle.

2. 3. 1. 4 Die Theorien hinter den Modellen in der Allgemeinen Didaktik

Man darf nicht den Fehler machen, die didaktischen Modelle für die gesamte Theorie oder auch nur den Kern der Allgemeinen Didaktik zu halten. Das wird mit einer Strukturanalyse, wie sie in der Wissenschaftstheorie seit den 70er Jahren existiert (Sneed, 1971), recht schnell deutlich. Dazu muss ich ein wenig ausholen und erklären, wie die Struktur wissenschaftlicher Theorien grundsätzlich aufgebaut ist. Wissenschaftstheorie hat immer schon die Struktur wissenschaftlicher Theoriegebilde untersucht, das begann schon mit der Aussagenlogik bei Aristoteles. Eine Frage war dabei immer, an welchen Stellen Theorien überhaupt angegriffen werden können, respektive wie die Struktur der Rechtfertigung der Theorien im Gegenzug aussieht. Analytische Wissenschaftstheoretiker haben viel Zeit damit verbracht, die Struktur von wissenschaftlichen Theorien auf ein noch funktionierendes Minimum herunterzubrechen, das ist der sog. Strukturalismus in der Wissenschaftstheorie (Sneed, 1971). Bei den großen, bekannten Theorien der Naturwissenschaft bleiben dann oft mehrere Modelle, Theorien, Axiomatische Annahmen etc. zurück. Von neueren Strukturanalysen scheint insbesondere die sog. „Model-Based View“ besonders fruchtbar auf die Allgemeine Didaktik anwendbar zu sein, weil in ihr die praktische Bedeutung von Modellen innerhalb der Rechtfertigung der Theorien eine zentrale Rolle spielt. Ronald Giere demonstrierte so einen Aufbau einer Theorie über Modelle anhand des newtonschen Axioms $F=ma$ (R. N. Giere, 1999). Newtons Kraftgesetz ist eine Theorie im stärksten Sinn, sie ist nirgendwo in der Realität direkt zu beobachten, postuliert theoretische Entitäten, in diesem Fall die besagte Kraft, und ist von großer Einfachheit und Reichweite. Newtons Theorie ($F=ma$) ist nach Giere an sich aber *leer*. Erst die einzelnen Modelle, die daraus entstehen, indem man Einschränkungen schafft, wie Pendel ($F=kx$), Orbit ($F=k/r^2$) oder freier Fall ($F=const$), erlauben Vorhersagen (R. N. Giere, 1988, 1999). Man kann $F=ma$ auch in keiner Weise direkt angreifen, dieser Kern der Theorie ist – um ei-

nen Begriff von Lakatos zu verwenden: immun (Lakatos, 1970). Newton konnte aus diesen Modellen aber auf seine Theorie schließen und umgekehrt. In einem ähnlichen Verhältnis stehen die Modelle der Allgemeinen Didaktik und die sie fundierenden Theorien.

Im Vergleich der newtonschen Mechanik mit den Modellen der Allgemeinen Didaktik fällt sofort ein gewaltiger Vorteil der Allgemeinen Didaktik auf: Es gibt jeweils exakt nur ein einziges Modell zu einer einzigen Theorie. Damit wird ein Wertmaßstab wissenschaftlichen Wissens vollständig bedient: Didaktische Modelle erfüllen so das „Ideal of Completeness“, das man an vielen Stellen der Wissenschaft verfolgt sieht (vgl. Hoyningen-Huene, 2013, p. 124ff). Obwohl es nicht zu den klassischen „Scientific Values“, quasi dem sozialen Tugendkatalog von Wissenschaft, zählt, wie ihn bereits Parsons und Merton beschrieben haben (vgl. Koertge, 2005), arrangiert sich Wissenschaft aus sozialen Gründen oft so, dass letztlich eine Komplettperspektive erreicht wird. Selbst aber Newtons Theorie, die zwar die ganze Mechanik umfasste und zu seiner Zeit eine „Unified Theory“ der gesamten Physik war, brauchte aber verschiedene Modelle, um unterschiedliche Phänomene innerhalb des Phänomenraums der Mechanik zu beschreiben. Die unterschiedlichen Theorien in der Allgemeinen Didaktik produzierten jeweils aber nur ein *einziges* Modell für die Konstruktion des *gesamten* Unterrichts. Das machte es in der Praxis Lehrern sehr einfach, diese geschlossenen und in sich stimmigen Modelle zu lernen und anzuwenden. Insofern ist die Unität didaktischer Modelle tatsächlich kein soziologischer „Scientific Value“, sondern hier im speziellen Fall der Didaktik auch ein „Theoretical Virtue“, eine sozial unabhängige Theorietugend. Die Theorietugenden sieht man immer gut in dem Fall von „Theory Choice“, also der Wahl zwischen unterschiedlichen Theorien (vgl. Ivanova & Paternotte, 2013; Ivanova, 2010; Okasha, 2011). Hier hat sich innerhalb der Allgemeinen Didaktik nie eine andere Variante verbreitet. Die Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik waren sehr unterschiedlich, aber sie alle stellten jeweils immer ein *einziges* Modell auf, das den *ganzen* Unterricht strukturierte. Die bildungstheoretische Didaktik kennt einen Grundgedankengang, „in dem das erzieherische Ethos wurzelt, und [der] das Ziel der Menschenbildung verständlich macht“ (Flitner, 1983, p. 502), die Kybernetische Didaktik kennt einen einzigen Regelkreis (vgl. Cube, 1965). Von da an bis in die neueste Zeit gibt es die didaktischen Modelle als geschlossene und einfache Grafiken, die in der Regel auf eine halbe Seite passen.

2. 3. 1. 5 Der Theoriekern der Theorien der Allgemeinen Didaktik

Hier kommen wir letztlich zu dem Punkt, bei dem unterschiedliche Programme der Allgemeinen Didaktik, teils noch bis heute, einen Streit um Identität untereinander führen (vgl. aktuell Porsch, 2016). Sie haben einen jeweils anderen Theoriekern. Den Theoriekern der Theorien hinter den Modellen jeweils zu erkennen fällt nicht schwer. Auch hier hilft es, dass Allgemeine Didaktiker ihre Gebilde immer schon passend benannt haben. Bei der Bildungstheoretischen Didaktik steht dementsprechend die Idee von Theorie als geisteswissenschaftliche Arbeit am Begriff im Zentrum, wobei Bildung der zentrale Begriff ist. Diese Didaktik war eine „Bildungslehre“ (Weniger, 1952). Bei der Kritisch-Konstruktiven Didaktik steht hingegen ein bestimmtes Verständnis von

Kritik „im Zusammenhang mit gesamtgesellschaftlichen Demokratisierungsbemühungen“ und Konstruktion als emanzipatorische Anwendung dieser Kritik zum Ziele einer „humanere[n] und demokratischere[n] Schule“ im Mittelpunkt (Klafki, 2007, p. 90). Klafkis eigene Arbeiten sind ein gutes Beispiel für einen Streit um Identität in der Allgemeinen Didaktik. Er kommt selbst aus der Tradition Bildungstheoretischer Didaktik und beschreibt in seinen späteren, Kritisch-Konstruktiven Schriften minutiös, worin diese beiden Theoriekerne der Bildungstheoretischen Didaktik und der Kritisch-Konstruktiven Didaktik sich ähneln und unterscheiden. Beim Wechsel dieser Forschungsprogramme blieben Methoden und Semantiken größtenteils gleich, das Leben der Scientific Community und ihre Praktiken waren gar nicht so different, Bildungstheoretische und Kritisch-Konstruktive Didaktiker verstanden sich noch und es war keine Revolution im kuhnschen Sinn, sondern eher ein Progress wie Larry Laudan ihn beschreibt (Laudan, 1977, 1984). Dennoch verändert sich der von Imre Lakatos ins Zentrum der Strukturanalyse wissenschaftlicher Theorien und ihres historischen Wandels gerückte sog. Theoriekern. Diese Theoriekerne sind sehr einfach und ähnlich wie bei Newtons $F=ma$ sind sie recht leer. Wie Newtons Kraft wurden auch in den Theoriekernen der Allgemeinen Didaktik bestimmte, theoretische Entitäten wie Bildung, Emanzipation, Kommunikation, usw., die man nicht beobachten kann, erfunden oder entdeckt. Ein wissenschaftliches Programm der Allgemeinen Didaktik bestand also zumindest immer aus einem Konstruktionsmodell für Unterricht und einer Theorie, die eine theoretische Zentralentität postulierte.

2. 3. 1. 6 Die Angabe von Gründen als Entdeckungszusammenhang der Theoriekerne der Allgemeinen Didaktik

Für eine weitergehende Analyse muss man nun verfolgen, wie diese erfundenen oder entdeckten Entitäten entstanden sind, wie es in der Wissenschaftstheorie z.B. das Strong Programme beim Elektron anhand der Laborbücher von Robert Millikan getan hat (Barnes et al., 1996). Dies wären Nachforschungen im sog. Entdeckungszusammenhang (Context of Discovery, s.o.). Allerdings steht die wissenschaftstheoretische Analyse der Allgemeinen Didaktik hier vor einem praktischen Problem, weil der Context of Discovery sehr selten dargelegt wird. Was fehlt, ist sozusagen ein „Werkstattbericht“ der didaktischen Konstruktion. Das passierte wohl so selten, weil der Entdeckungszusammenhang für das spätere Lehren und Lernen der Didaktik nicht relevant und vielleicht sogar hinderlich ist. An den Stellen, wo man doch einmal kleine Einblicke in die Entdeckungszusammenhänge der Theorien bekommt (vgl. z.B. Klafki, 1977), findet man bei der Allgemeinen Didaktik an dieser Stelle aber auch nur wieder vorgelagerte Begründungen. Dies bringt mich letztlich zu der Vermutung, dass die hinter den Modellen stehenden Theorien und ihre Entitäten nicht durch Alltagserfahrungen der Wissenschaftler, Kontakte in der Community oder eigene Forschungen entdeckt, sondern allein durch Begründung in einem Verweis-

AT 14: Didaktische Theorien können durch Begründung entwickelt werden. Gründe sind notwendig, um Didaktiker zu involvieren. Lehrer sind selber immer Teil eines didaktischen Modells, wenn sie es anwenden.

raum von Granden der Pädagogik, Philosophie und anderer Literatur im Feld erzeugt wurden. Begründungen sind hier also nicht in den Rechtfertigungszusammenhang der Theorien einzuordnen, sondern in ihren *Entdeckungszusammenhang*.

Die Begründungen der Allgemeinen Didaktik hatten dabei eine Funktion, die wohl intrinsisch zur Didaktik gehört und um die auch keine andere Formulierung einer Anleitung beim Lehren herumkommt. Selbst John Hattie, der in Vielem eine fast komplementäre Position zur Allgemeinen Didaktik einnimmt, sieht sich gezwungen eine "Geschichte" zu weben, die „überzeugend und kohärent“ ist, um Lehrerhandeln anzuleiten (Hattie, 2013, p. 5; vgl. von Olberg, 2014). Der Teil der Begründung in den wissenschaftlichen Theorien der Allgemeinen Didaktik hatte genau diese Funktion, Lehrer mit einer kohärenten „Geschichte“ den Theorieaufriß und das abgeleitete Modell plausibel zu machen. Das war nötig, weil Lehrer die Theorie nicht nur auf die Schüler, sondern auch auf sich selber anwenden müssen. Sie sind ja selber *Teil* der durch das Modell erschaffenen sozialen Situation des Lehrens und Lernens und tragen darüber hinaus in dieser Situation noch Verantwortung gegenüber den Schülern. Dementsprechend hatte der Begründungszusammenhang, anders als in anderen Wissenschaftsformen, die Aufgabe, Lehrer in die Didaktik einzubinden, also die Didaktik persönlich nachvollziehbar zu machen. Weder wenn man heute Millikans Veröffentlichung zur Entdeckung des Elektrons (Millikan, 1911), noch wenn man sein Labortagebuch liest, findet sich darin eine Begründung mit dem Ziel, den Leser in die Elektronenforschung sozial zu involvieren. Auch Vicos Wissenschaften, wie die Architektur oder die Ingenieurwissenschaften, die hier schon ein paar Mal Vergleichsobjekt waren, haben keinen solchen begründenden Theorieteil. Er ist wohl ein Spezifikum der Didaktik, die immer eine starke begründende Semantik braucht. Bei den Theorien und Modellen der Allgemeinen Didaktik lag wegen dieses wissenschaftstheoretischen Hintergrundes nach Jahrzehnten der Forschung in diesem Gebiet letztlich für jeden Lehrertyp ein passender Satz an Gründen vor: Techniker, Sozialreformer, Idealisten oder kommunikative Liberale – jeder fand einen Ansatz, in dem er sich auf einfache Art als Pädagoge wiederfinden konnte und in jedem Fall war die Begründung der Theorie eine andere. Viele dieser Theorien operierten mit Referenz und verwiesen auf Autoritäten. Wichtiger als diese Logik der Begründung durch Referenz war aber die Angabe von Gründen in einem bestimmten Verständnis von Normativität.

2. 3. 1. 7 Normativität in Begründungen der Allgemeinen Didaktik

Vor dem bisher erarbeiteten Hintergrund der Semantik der Allgemeinen Didaktik, kann man den eingangs des Kapitels 2. 2. 1 zitierten ZEIT-Artikel von Kahl und Spiewak (Kahl & Spiewak, 2005) noch einmal auf die Kritik an der Semantik von Theorien hin aufschlüsseln. Die Argumentation liest sich dann so:

- Allgemeindidaktische Theorien dienen nicht als *Beschreibung* des Gegenstandes des Unterrichts,
- so kann sie auch nicht als *Vorhersage* des Gegenstandes Unterricht dienen.
- Didaktische Theorie ist die *normative Setzung* des Gegenstandes
 - o aufgrund veralteter Quellen

- und politischer Haltung des Theoretikers.
- Didaktische Theorie dient der *Distinktion* des Theoretikers innerhalb der Scientific Community,
- sie erfüllt die persönlich-psychologische Funktion einer *Selbstbestätigung*,
- und die Praxis des Theoretisierens ist ein *ästhetisch-müßiger Selbstzweck*.

Es sei darauf hingewiesen, dass Theorien durchaus auch ihre Semantik aufgrund der drei letztgenannten Funktionen oder Entstehungsarten haben können. Aus der Geschichte der Physik sind uns für jeden dieser Fälle unrühmliche Beispiele bekannt (vgl. Biagioli & Riskin, 2012). Diese letzten drei rechne ich – wohlwollender der Allgemeinen Didaktik gegenüber als Kahl und Spiewak es waren – an dieser Stelle einmal der Polemik zu. Dann bleibt die normative Setzung des Gegenstandes und die Quellen dieser Normativität als Hauptkritikpunkt von Spiewak an der Semantik der Begründung.

Im Selbstverständnis der Allgemeinen Didaktik meinte Normativität aber gerade nicht Willkür, oder wie Blankertz es für die Didaktik formulierte, „apodiktisch formulierte Anweisungen für den Unterricht, die bestimmten Erfahrungssätzen und überlieferten Meinungen entnommen und dann als verbindliche Norm aufgestellt sind“ (Blankertz, 1975, p. 18). Aus einer Kritik einer solchen sog. „Normativen Didaktik“ ist die Bildungstheoretische Didaktik um Erich Weniger überhaupt erst entstanden! Die Allgemeine Didaktik war allerdings in dem Sinne sehr wohl normativ, wie der Analytiker Joseph Raz den Begriff Normativität beschreibt: „The normativity of all that is normative consists in the way it is, or provides, or is otherwise related to reasons.“ (Raz, 1999, p. 67). Diese Sicht ist derzeit in der Analytischen Ethik weit verbreitet (R. J. Wallace, 2011) und geht von der Grundannahme aus, dass alles, was normativ ist, hinterfragt wird und einer Begründung bedarf, die immer in irgendeiner Weise auch bei Handlungen mitgeliefert wird. Willkür ist dabei nicht der Gegensatz von Normativität. Bei Willkür ist es nämlich so, dass das, was dort geschehen ist, eigentlich begründet hätte werden müssen, sonst wäre es gar nicht als Willkür aufgefasst. Willkür ist insofern nur unvollendete Normativität, nicht ihr Gegensatz. Der Gegensatz von Normen sind Konventionen, denn was letztlich an Handlungen nicht begründet wird, unterliegt Konventionen und wird ohne Besprechen oder Hinterfragen vonstattengehen (vgl. Boltanski & Thevenot, 2007; Southwood & Eriksson, 2011). Der Gegensatz einer normativen Didaktik wäre demnach eine konventionelle Didaktik, in der man das, was man dort tut, nicht für begründungswürdig oder begründungsfähig erachtet. Eine wissenschaftliche *Begründung*, wie sie die allgemeine Didaktik lieferte, ist in Raz' Sinne immer normativ, sie gibt Gründe an. Gerade dadurch ist sie Wissenschaft. An diesem Punkt sei noch einmal auf die Kulturen aus Kap. 1 hingewiesen, in denen starke Konventionen herrschen und es daher nahezu unmöglich ist, dort Gründe anzugeben. Konventionen sind vor dem Hintergrund dieses positiven Verständnisses von Normativität ein Problem, für das die Angabe von Gründen die Lösung ist.

2. 3. 1. 8 Die Unvereinbarkeit der Semantik der Begründung und der Semantik der Beschreibung

Das Problem, das unter der Idee der „Wiedergeburt der Allgemeinen Didaktik“ umkreist wird, ist im Kern schlicht die unterschiedliche Semantik von *Begründung* und *Beschreibung*. Derzeit wird in der Allgemeinen Didaktik versucht, sich dem Theorieverständnis Empirischer Bildungsforschung anzunähern und in einer Theorie die beiden unterschiedlichen Semantiken zu vermitteln. Das führt zu Dilemmata an der Oberfläche. Der eingangs bereits erwähnte Text von Kiel und Zierer (2011), der ja schon allein mit seiner Überschrift „Die Allgemeine Didaktik ist tot! Es lebe die Allgemeine Didaktik!“ eher die Zerrissenheit der Disziplin beschreibt als einen Neubeginn ausruft, enthält einige dieser Dilemmata in Form zahlreicher logischer Fehler, die dem Leser im Gang der Argumentation auffallen:

- Die eigene Disziplin soll von „Ideologie“ befreit werden. Gemeint ist eine kritische Auseinandersetzung mit der eigenen, bildungstheoretischen Tradition. Andererseits wird aber an einem normativen Bildungsbegriff festgehalten, weil ebendieser Ideologiekritik überhaupt erst ermöglichen soll.
- Vorwissen von Lehrern und Lernern soll berücksichtigt werden, wird aber dann in subjektiven Lehrer- und Lernerbiographien aufgelöst, die den Autoren zu Folge gar nicht uniformatorisch eingeholt werden können.
- Dem Theorieverständnis der Empirischen Bildungsforschung wird eine Normativität zweiter Ordnung unter dem Leitgedanken der „Effektivität“ zugesprochen. Bildung und Effektivität werden als miteinander unvereinbare „Betriebsprämissen“ von Unterricht gegeneinander gehalten. Aufgabe der Allgemeinen Didaktik wäre demnach vor allem eine Kritik des „effektiven“ Betriebes. Das kann aber seinerseits nicht wieder Betriebsprämisse sein.
- Es wird ein Unterschied aufgemacht zwischen „partikularen“, nur in bestimmten Situationen greifenden Modellen, wie sie die Empirie nahelegt, und „generellen“ Modellen, die aber für die konkrete Situation zu allgemein sind, um angewendet zu werden. Letztlich ist dann aber kein Modell nützlich.

Um die Argumentation von Kiel und Zierer zu Beginn noch einmal aufzugreifen, kann man auch erst diese vielen offenen Widersprüche an der Oberfläche als das *tatsächliche* Ende des Paradigmas sehen. Thomas Kuhn wählt in seiner Beschreibung der Struktur wissenschaftlicher Revolutionen für solche offenen Widersprüche an der Oberfläche einer Theorie das Wort „Anomalien“ (vgl. Hoyningen-Huene, 1989, p. 225; T. S. Kuhn, 1970, p. 90). Obwohl wir an der Allgemeinen Didaktik einige wichtige Punkte jeder Didaktik gesehen haben, ist es durch die Reanimationsversuche um den Patienten noch schlechter gestellt als zuvor. Wie soll man begründen, warum etwas sein sollte und dann unbefangen beschreiben, dass es so ist oder eben nicht? Das Problem der nachträglichen Integration von Beschreibungen in Begründungen, ist in der Wissenschaftstheorie schon länger bekannt und trägt den Namen „moralistischer Fehlschluss“ (vgl. Moore, 1957).

2. 3. 1. 9 Fazit zur Semantik der Begründung

Die Frage, „ob die Allgemeine Didaktik heute neben den Fachdidaktiken und der Lehr-Lernforschung noch eine Zukunftsperspektive hat“ (M. Meyer et al., 2009, p. 7), ist hier nicht geklärt worden. Die Allgemeine Didaktik hat aber aus rein wissenschaftstheoretischen Gründen zumindest keine Zukunft *als* Fachdidaktik oder *als* Lehr-Lernforschung. Beim ersten würde ihr das Allgemeine abhandenkommen, beim zweiten die begründende Semantik ihrer Theorie – sie wäre dann nicht mehr Allgemeine Didaktik in dem Sinne einer Didaktik, die Unterrichtsmodelle liefert vor dem Hintergrund einer Theorie, die einen begründeten Theoriekern aufweist. Im Bild des Lazarus, mit dem dieses Unterkapitel eingeleitet wurde, mag man vielleicht sagen, dass diese Geschichte enden sollte wie in Johannes 11 Vers 44 beschrieben: Lazarus muss von seinen Totenbändern gelöst werden: „Löset ihn auf und lasset ihn gehen!“. Erst wenn sich die Allgemeine Didaktik wieder auf die Funktion ihrer alten Semantik der Begründung besinnt, kann sie wieder funktionieren. Die Idee einer „empirischen“ oder „fachdidaktischen“ Allgemeinen Didaktik hat aus der Sicht der speziellen Wissenschaftstheorie keine Zukunft.

2. 3. 2 Die Semantik der Beschreibung: Surveys und Wirkungsforschung

Zu fast jeder Innovation oder altbekannten Problemlage im deutschen Bildungssystem finden heute psychometrische Surveys statt, deren Durchführung eine ganze Generation von Wissenschaftlern aus den DFG und BMBF Förderlinien der 00er Jahre weiterhin beschäftigt. Neben den auf Dauer gestellten Surveys des Bildungsmonitoring, die staatlich getragen werden (vgl. hierzu Köller, 2014a), sind durch Politik oder Stiftungen getragene Drittmittelprojekte zur Vermessung des Bildungssystems heute ein ganz gewichtiger Faktor in den Wissenschaften des Lehrens und Lernens. Nur eines von vielen aktuellen Beispielen ist die von der Mercator-Stiftung finanzierte Begleitung des Modellprojektes der Ganztagsgrundschulen in NRW (Bos & Wendt, 2015). Neben der wissenschaftlichen Begleitung der Implementation wird hier auch eine Vielzahl im Kern didaktische Literatur produziert, die an den durch empirische Messung festgestellten Problemstellen direkt mit Lehreranleitungen ansetzt (Krabbe, Zander, & Fischer, 2015; Schwanenberg, Hoeft, & Burghoff, 2015; Stebner et al., 2015; Sumfleth, Emden, & Koenen, 2015). Hieraus entsteht der Eindruck, dass man aus einer Empirie direkt Didaktik abgeleitet hätte, auch wenn die Autoren wissen und teils auch betonen, dass dies so nicht geht. Die didaktischen Konzepte, die hier zum Einsatz kommen, folgen teils fachdidaktischen Modellen und Theorien (siehe Kap. 2. 3. 3 und Kap. 3), teils aber auch vorher definierten distalen psychologischen Konstrukten aus der Laborwissenschaft der Pädagogischen Psychologie wie z.B. dem bei der Diskussion des Inklusions-Kontextes bereits erwähnten Selbstregulierten Lernen (vgl. Kap. 1. 3. 3). Solche distalen psychologischen Theorien haben, wie bereits diskutiert wurde, fragliche Wirkungen auf die Lernleistung (vgl. Hargreaves Kritik aus dem Vorwort). Dennoch kann man diese Konstrukte separat messen und feststellen, dass es sie in einer Population nicht hinreichend gibt. Solche Didaktik, die scheinbar direkt aus empirischer Forschung resultiert, ist in gewisser Weise tautologisch. Sie kennt vorab schon die gemessenen Größen, stellt in der empirischen Forschung fest, dass es sie

nicht hinreichend gibt und hat die passenden Trainings parat – oft bevor der Missstand überhaupt festgestellt wurde. Einige Vertreter der Erziehungswissenschaft, die eher in einer bildungsphilosophischen Tradition stehen, haben dies als Legitimationsstrategie dargestellt, um letztlich doch normativ auf das Bildungssystem zu wirken (Bellmann, 2006; E. Forster, 2014; Thompson, 2014). Die Semantik wäre dann die gleiche wie bei der Allgemeinen Didaktik, nur dass keine Gründe angegeben werden, sondern empirische Ergebnisse die eigentlichen Gründe verbergen. Normative Konzepte aus entfernten Laborwissenschaften wie der Pädagogischen Psychologie werden in der Empirie nicht gefunden (kein Wunder, hätten sie doch gar kein Äquivalent in der unterrichtlichen Wirklichkeit), ihr Fehlen wird bemerkt und ein Training wird angeboten, um diesen Missstand zu beseitigen (eine Argumentation dieser Art in polemischer Form findet sich etwa bei Gruschka, 2013b). Die Vorwürfe in diese Richtung gehen auch mit dem Umstand einher, dass die großen Surveys und die wissenschaftliche Begleitforschung in der Regel von Politik initiiert werden, um Anhaltspunkte für Verbesserungen des Systems zu finden. Diese Funktion in engem Bezug zur Politik begleitete den Aufstieg der Empirischen Bildungsforschung als „Kombination von Psychologie und Erziehungswissenschaft“ seit 1990 (Aljets, 2015, p. 75). So ist der wohl derzeit größte Krisenherd, wenn es um die Identität Empirischer Bildungsforschung geht, die Frage inwieweit sie selbst normative Konzepte liefert oder nur eine Beschreibung des Bildungswesens bereitstellt. Die Position führender Bildungsforscher (vgl. auch Bromme et al., 2014; Köller, 2014a) ist durch die Bank weg eindeutig. Während die Semantik der Begründung aus dem Kapitel 2. 3. 1 aktiv an der Gestaltung des Lehrens und Lernens arbeitet, schlagen sich die Empiriker gerade wegen der Politiknähe der geförderten Projekte stark auf die Seite einer reinen Beschreibung:

„Klar ist [...], dass die Wissenschaft und z.B. auch die Bildungsforschung keine Legitimation hat, um die Gesellschaft oder das Bildungssystem in eine von ihr gewünschte Richtung zu verändern. Diese Aufgabe fällt der Politik zu, die dafür durch Wahlen legitimiert und damit beauftragt ist. Was Wissenschaft kann, ist Politik zu beraten, Hinweise und aus ihrer Sicht nahe liegende Empfehlungen für Veränderungen zu geben. Letztlich werden die Entscheidungen jedoch seitens der Politik getroffen.“ (Reinders, Gräsel, & Ditton, 2015, p. 269)

Resultat solcher Selbstbeschreibungen ist eine Doppelbindung von Politik und Bildungsforschung, die trotz operativer Widersprüchlichkeiten in der wissenschaftlichen Praxis gut funktioniert. Tatsächlich ist die Notation von Evidenz, wie sie in „evidenzbasierter Bildungsreform“ das Ziel von empirischen Beschreibungen ist, ohne Rechtfertigung zumindest wissenschaftstheoretisch gar nicht zu denken:

“In any event, the concept of evidence is inseparable from that of justification. When we talk of ‘evidence’ in an epistemological sense we are talking about justification: one thing is ‘evidence’ for another just in case the first tends to enhance the reasonableness or justification of the second.” (Jaegwon Kim, 1988, p. 390f)

An dieser Stelle ist also zunächst die zentrale Semantik der Empirischen Bildungsforschung in ihrer Selbstbeschreibung festzuhalten: Es ist die Semantik einer *Beschrei-*

bung, ohne aber dass danach eine *Rechtfertigung* direkt schon folgen müsse. Zu dieser Semantik seien aus wissenschaftstheoretischer Sicht zwei Dinge gesagt. Das erste ist Bertrand Russells Unterscheidung zwischen „Knowledge by Acquaintance“ und „Knowledge by Description“ (Russell, 1911): Was man auch über Vertrautheit weiß, das muss und wird man nicht im Alltag über Beschreibung wissen. Insofern sind allerweltliche Beschreibungen weitgehend wirkungslos, es geht in Wissenschaft vielmehr darum etwas so zu beschreiben, wie es uns nicht täglich scheint. Der zweite Punkt betrifft die Verwendung von wissenschaftlichem Wissen zur Beschreibung im Alltag. Für Hoyningen-Huene sind es folgende Strategien mit denen Beschreibungen der Wissenschaft nützlicher werden als Alltagsbeschreibungen: Axiomatisierung, Taxonomie/Klassifikation, Periodisierung, Quantifizierung (mit den Einschränkungen die in Kap. 2. 1. 3. 9 genannt waren), empirische Generalisierung und systematisches, historisches „Storytelling“ (Hoyningen-Huene, 2013, p. 37ff). Insofern sind Beschreibungen immer auch ein Prozess, in dem durch Wissenschaft zusätzliche Informationen hinzukommen. Nichts wird so beschrieben, wie es ist. In der deutschen Ethnographie wurde dies in der methodischen Debatte vereinzelt herausgestellt (z.B. Hirschauer, 2001), während die Notationen von Evidenz und Daten in der Bildungsforschung in die Richtung gehen, dies sei nur eine *genauere* Beschreibung von den Dingen, wie sie wirklich sind.

2. 3. 2. 1 Der Lehrer als Bildungsforscher: Die stellvertretende Produktion von Beschreibungen

Die folgenden Zeilen sind sicherlich vor dem Hintergrund der Tradition der Allgemeinen Didaktik und der Darstellung im vorigen Kapitel, in dem die Semantik der *Begründung* als sinnvoll für Didaktik herausgearbeitet wurde, überraschend. Es ist heutzutage zumindest prinzipiell möglich und in Teilen auch schon machbar, eine Didaktik als Handlungsleitung des Lehrens und Lernens direkt aus einer hinreichend *genauen Beschreibung* des aktuellen Zustands im Unterricht zu gewinnen – ohne dass Theorien und Modelle der Didaktik *überhaupt noch* notwendig wären. Man muss sich vor diesem Hintergrund heute ernsthaft die Frage stellen, ob es noch Sinn macht, didaktisches Wissen in Modellen zu formulieren, wie es die Allgemeine Didaktik getan hat (vgl. schon Terhart, 2011c, p. 194). Es gibt einen Trend innerhalb der evidenzbasierten Organisation von Unterricht, der von der Empirischen Bildungsforschung, die Bildung in Large Scale Assessments misst, letztlich zu sehr kurzweiligen Formen der Rückmeldung an Lehrer und Schüler geht. Theoriebildung in der Wissenschaft wäre dann gar nicht mehr nötig. Stattdessen wäre das ganze didaktische Wissen die Kompetenz, selber Kurzformen Empirischer Bildungsforschung im Unterricht zu betreiben. Ein schönes Beispiel für diese Herangehensweise sind die sog. Classroom Assessments (Atkin & Coffey, 2003; Marzano, 2006; McMillan, 2013). Wie Large-Scale Assessments a la PISA oder TIMSS messen diese Tests relevante Kompetenzen der Schüler. Man kann die Assessments einerseits verwenden, um die Leistung der Schüler abzu prüfen (summativ), andererseits, um ein ständiges Monitoring über die Effektivität der Instruktionen zu haben (formativ), drittens, um den Lehrer selber zu überprüfen, also als Teacher Assessment (Accountability) (B. Bell, 2007). Die Classroom-Assessments haben – beson-

ders in ihrer formativen Variante – selbst eine didaktische Funktion soweit sie das Lehren und Lernen gestalten (R. E. Bennett, 2011; Black & William, 1998; Bloom et al., 1971). Sie sind derzeit noch recht unausgereift und es ist fraglich, ob sich derart je ein ganzer Unterricht gestalten lässt; in Deutschland konkurrieren diese kleinskaligen Assessments mit anderen Formen der Lernverlaufsdokumentation etwa Portfolios und Lerntagebüchern (Maier, 2010).

Ein zweiter Strang solcher Mikro-Empirie ist die Imitation Empirischer Bildungsforschung in der Lehrerbildung, wie sie im sog. Praxissemester in vielen Ländern etabliert wurde (Röhner et al., 2014; Scubarth et al., 2012). Die Rahmenkonzeption des Praxissemesters in NRW sieht zum Beispiel vor:

„Im Praxissemester werden berufsrelevantes wissenschaftliches Theorie- und Reflexionswissen aus Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften in einer forschenden Grundhaltung mit einer wissenschaftlich fundierten Ausbildung für die berufspraktische Tätigkeit verknüpft (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2010, p. 4)

Vielerorts wurde daraus die Integration von Forschungsmethoden Empirischer Bildungsforschung in die Lehramtsmaster gemacht, so dass Lehramtskandidaten heute fähig sein sollen, zumindest rudimentäre Formen empirischer Bildungsforschung (meist in ganz einfachen Fragebögen) auch später durchzuführen, indem sie schon im Studium einen „forschend reflexiven Habitus“ entwickelt haben (Klewin & Schüssler, 2012, p. 76).

Ob der Lehrer als empirischer Bildungsforscher – sei es mit der Hilfe vorgefertigter formativer Assessments oder eigener rudimentärer Surveys – jemals so existieren wird, ist doch sehr fraglich. Empirische Bildungsforschung, die mehr sein soll als ein hilfloses Imitat der Forschung im Unterricht, erfordert von den Lehrern ein Wissen um Testtheorie und statistische Analyseverfahren, das bei Weitem zu umfangreich für die Lehrerausbildung ist – die Fachdidaktiker, die mit so etwas arbeiten und in der Regel auch ein Lehramtsstudium absolviert haben, brauchen dreijährige Promotionsverfahren, um sich hier hinreichend einzuarbeiten. Im späteren Unterricht wäre die eigene Ausarbeitung von psychometrisch validen Tests dann so anspruchsvoll, dass kein Lehrer dies leisten könnte. Nach der beliebten Rasch-Skalierung, wie sie auch in PISA verwendet wird (vgl. I. Koller, Alexandrowicz, & Hatzinger, 2012), braucht es Pilotierungen und Auswertungen, die im Regelbetrieb des Unterrichts schlicht unmöglich zu bewältigen sind. Alternative wären vorgefertigte formative Assessments und die bereits institutionalisierten Tests. Wie in Kap. 1. 3. 2 beschrieben, wäre dann aber eine didaktische Theorie dennoch notwendig für Lehrer, um die Werte überhaupt einordnen zu können und begründet die Verantwortung für soziale Situationen zu übernehmen, in denen solche Instrumente möglicherweise eingesetzt werden. Ein Wissen um die fachdidaktischen Theorien hinter der Konstruktion der Assessments vermeidet auch voraussichtlich zumindest einen Teil der nachgewiesenen nichtintendierten Effekte dieser Instrumente (vgl. Kap. 1. 3. 1). Wenn Lehrer aber nicht selber als Bildungsforscher agieren können, ist es dann vielleicht möglich, die Daten der professionellen

Empirischen Bildungsforschung wieder für eine Anleitung des Lehrens und Lernens zu verwenden?

2. 3. 2. 2 Beschreibung und Vorhersage auf Grund von Daten Empirischer Bildungsforschung

In der Erziehungswissenschaft liegen schon heute horrenden Datenmengen vor; sie werden mittlerweile in Datenzentren wie dem Forschungsdatenzentrum (FDZ) des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) gesammelt. Damit liegt eine immer genauere Datenstruktur des Bildungswesens vor, die es so zu Zeiten der Allgemeinen Didaktik noch nicht gegeben hat. In der Analytischen Wissenschaftstheorie findet seit einigen Jahren eine Debatte statt, inwieweit Strukturen in Daten bereits heute Modelle und Theorien ersetzen (Frické, 2015; Kitchin, 2014; Pietsch, 2013). Ist es nicht sinnvoller, anstatt Modellen und Theorien der Didaktik zu folgen, sich reale Daten zum Unterricht anzusehen und so datenbasiert zu unterrichten? In eine solche Richtung geht etwa Manfred Prenzels Projekt E4Teach, das ein Lehrertraining zum Umgang mit Daten Empirischer Bildungsforschung bereitstellen soll (Prenzel, Bauer, Heininger, & Wenglein, 2015).

Ganz ähnlich argumentierte der Chefredakteur des Technologiema­gazins WIRED, Chris Anderson, in 2008, als er einen mittlerweile viel zitierten Leitartikel unter dem Titel „The End of Theory“ verfasste (C. Anderson, 2008). Die soziale Welt sei heute, im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten, durch die nahezu beiläufige Produktion eines immensen Satzes an Daten gekennzeichnet. Das wird heute meistens unter dem Schlagwort „Big Data“ gefasst. Eine Theorie vor der Empirie sei so schlicht obsolet. Statt mit einem theoretisch fundierten Instrument an die Datenerhebung zu gehen, lässt man Mustererkennungen über schon vorhandene Datensätze laufen. Mustererkennungen sind kaum so theoriebeladen wie klassische Forschungsdesigns empirischer Sozialforschung. Sie können auch lediglich aus statistischen Markern oder Symmetrieüberlegungen resultieren. Das klassische Argument von der Theoriebeladenheit der Empirie, das in der Wissenschaftstheorie lange dazu geführt hat, wissenschaftlichen Progress vor allem als Theorieentwicklung zu sehen, wird so ausgehebelt (Duhem, 1991; vgl. J. Fodor, 1984; Hanson, 1958). Das geht deutlich weiter als die bescheidenen Thesen der Empiristen in der Wissenschaftstheorie, die der empirischen Forschung lediglich ein eigenes innovatives Potential *neben* der Theorie zusprechen (Van Fraassen, 1980). Nach Andersons These besteht gar keine Notwendigkeit mehr für Theorien. Der hypothetische Charakter von Theorien, ihre möglicherweise gar nicht existenten theoretischen Entitäten (siehe Kap. 2. 3. 1), das sind für Anderson letztlich unnötige Risiken, die Unternehmen bei ihren Analysen mittlerweile allemal nicht mehr eingehen:

AT 15: Durch „Big Data“ sind Vorhersagen aufgrund von Beschreibungen ohne vorgelagerte Theorie in allen Sozialwissenschaften möglich. Das gilt auch für die Didaktik.

„Today companies like Google, which have grown up in an era of massively abundant data, don't have to settle for wrong models. Indeed they don't have to settle for models at all.“ (C. Anderson, 2008)

Die Theoriekapitel vieler empirischer Studien dienen allemal eher zur Einbettung empirischer Ergebnisse und entstehen im Schreibprozess zuletzt. Sie werden schon heute oft an die empirischen Daten angepasst und nicht umgekehrt. Die versöhnlichen Versuche Empirie in Theorie zu zeigen und Theorie in Empirie, die es in den Sozialwissenschaften hin und wieder gibt, verlieren so ihren Charme (Joas & Knöbl, 2008; Kalthoff, Hirschauer, & Lindemann, 2008). Eine Beschreibung der Wirklichkeit ist heute prinzipiell auch ohne Theorie möglich und wird bereits so praktiziert.

Als Leitdisziplin dieses neuen Theorieverständnisses kann eine Disziplin der Wirtschaftsinformatik gelten, die Predictive Analytics (E. Siegel, 2013; Wu & Coggeshall, 2012). Wie der Name bereits verrät, ist die Grundlage dieser Wissenschaft die Analyse von Datenmaterial. Allerdings bleibt die Predictive Analytics dabei nicht stehen, sondern approximiert Entscheidungen sozialer Akteure in die Zukunft. Schon heute liefern die Programme dieser Wissenschaft ganz erstaunliche Vorhersageleistungen sozialen Verhaltens, z.B. bei Google-Suchanfragen oder Amazon-Kaufempfehlungen: „Kunden, die diesen Artikel kauften, interessierten sich auch für X.“ Das analytische Muster ersetzt die Theorie. Neben dem Dogma der Theoriebeladenheit wird so auch noch ein anderes Dogma älterer Wissenschaftstheorie obsolet: das Dogma von der Unvorhersagbarkeit menschlichen Verhaltens. Hoyningen-Huene schreibt:

„Many natural scientists believe that the ultimate test for a field to be truly scientific is the ability to successfully produce predictions. From this conviction they infer the intellectually lower status of disciplines that are unable to predict “(Hoyningen-Huene, 2013, p. 78).

Eben das schien die Naturwissenschaft im Gegensatz zu den Sozialwissenschaften zu können. Tatsächlich hat die Naturwissenschaft, insbesondere naturwissenschaftliche Theorie, erstaunliche Vorhersageleistungen für die Existenz unwahrscheinlicher Entitäten geliefert, die dann später empirisch validiert worden sind: Der von Urban Le Verrier vorhergesagte Neptun, der Poisson-Fleck, das von Murray Gell-Mann vorhergesagte Omega Baryon und schließlich auch das von Peter Higgs vorhergesagte und nach ihm benannte massegebende Teilchen. Einige der ältesten wissenschaftlichen Leistungen sind Vorhersagen, wie der Saros-Zyklus, der den Babyloniern erlaubte, Sonnenfinsternisse vorherzusagen (Steele, 2000). Dies ist übrigens ein schönes Beispiel dafür, dass Vorhersagen auch allein aufgrund von Beobachtungen möglich sind. Man braucht in diesem Fall innerhalb einer Beschreibung keinen theoretischen Teil. Während Poisson für die Vorhersage des hellen Flecks inmitten eines Schattens noch Fresnels Lichttheorie brauchte, approximierten die Babylonier einfach die Beobachtung in die Zukunft, um sofort Vorhersagen machen zu können. Es ist hier keine weitere Theorie, wie z.B. eine Vorstellung von Planetenbahnen, nötig. Den Sozialwissenschaften wird oft die Fähigkeit abgesprochen, Vorhersagen zu machen. In der folgende Liste habe ich die Gründe hierfür, die bei Hoyningen-Huene angeführt sind,

noch um einige Argumente erweitert und wo bekannt, die Autoren des Arguments ergänzt (vgl. Hoyningen-Huene, 2013, p. 79; Rescher, 1998):

- Vorhersagen in der Naturwissenschaft sind deterministisch. Menschliches Verhalten hingegen ist abhängig von freien Willensentscheidungen, die in letzter Konsequenz kontingent sind (Subjektphilosophisches Argument).
- Vorhersagen bedürfen eines Wissens über viele Faktoren eines zukünftigen Zustandes, die uns in sozialen Situationen nicht hinreichend zur Verfügung stehen (Hilbert-Argument).
- Menschen können auf die sie betreffenden Vorhersagen reagieren, was Vorhersagen entweder zu selbst-erfüllenden oder selbst-zerstörenden Prophezeiungen macht (Psychosoziales Argument) (Merton, 1968).
- Menschliches Verhalten ist stark durch Kultur bestimmt. Vor 200 Jahren wäre eine Vorhersage unserer heutigen Existenz unmöglich gewesen. Menschen damals und heute leben in unterschiedlichen Welten durch ihre kulturelle Divergenz. Kultur- und Sozialanthropologie zeigt immer wieder wie unterschiedlich menschliche Existenz strukturiert sein kann und wie sehr die soziale Welt von Kultur abhängig ist. Die auf lange Sicht so deutliche Vermessenheit Vorhersagen zu treffen, macht auch kurzfristige Vorhersagen kontingent (Kulturtheoretisches Argument) (Taylor, 1971).

Tatsächlich scheitern sozialwissenschaftliche Vorhersagen oft prominent; bestes Beispiel sind die Vorhersagen der Volkswirtschaft. Nichtsdestotrotz sind auch Vorhersagen der Naturwissenschaft generell nicht deterministisch und scheitern öfter, was hier wie dort Menschen nicht davon abhält, ihnen dennoch zu vertrauen. Ökonomische Vorhersagen sind trotz ihrer Fehlbarkeit heute ein wichtiger Teil der Wissenschaft (Carnot, Koen, & Tissot, 2005; Elliott, Granger, & Timmermann, 2006).

Die Debatte um Vorhersagen in den Sozialwissenschaften ist diffizil und von vielen Interessen bestimmt, sie wird auch in den Naturwissenschaften, insbesondere in den Wissenschaften, die selber auch eine sozialwissenschaftliche Disziplingeschichte hatten, geführt. Insbesondere die an der eigenen sozialwissenschaftlichen Vergangenheit im Vitalismus noch zehrenden Lebenswissenschaften wehren sich vehement gegen mögliche Vorhersageleistungen in den Sozialwissenschaften, weil gerade die mechanistische Vorhersage ein Alleinstellungsmerkmal von Biologie, Medizin usw. als Naturwissenschaft ist (Bechtel, 2013; Normandin & Wolfe, 2013). An dieser Stelle meiner Argumentation reichen die vorsichtige These, dass Prognosen aufgrund von Beschreibungen auch in den Sozialwissenschaften nützlich und nicht unmöglich sind, sowie die rein deskriptive Feststellung, dass sie stattfinden. Darüber hinaus gibt es einen Zusammenhang zwischen diesen beiden wissenschaftlichen Semantiken. Je besser z.B. die *Beschreibung* des aktuellen Wetter- oder Wirtschaftszustandes wird, desto besser wird auch die *Vorhersage* zukünftiger Zustände.

Ganz Ähnliches ist natürlich auch mit den Mitteln der korrelationalen Psychologie möglich. In einigen Projekten Empirischer Bildungsforschung ist dies sogar auch ein genanntes Ziel. Die an der Universität Duisburg-Essen angesiedelte DFG Forscher-

gruppe ALSTER versucht beispielsweise aufgrund von Kompetenzmessungen z.B. von mathematischer Kompetenz, letztlich den Studienerfolg in naturwissenschaftlichen und ingenieurstechnischen Studiengängen vorherzusagen. Hier liegt allerdings auch das semantische Problem solcher Studien: Eine Beschreibung und Vorhersage sagt noch nichts über mögliche Veränderungen aus. Was ist die Konsequenz wenn das ALSTER-Projekt zum Beispiel feststellt, dass mathematische Kompetenz ein guter Prädiktor für Studienerfolg in Physik ist? Es gäbe die Möglichkeit, Studierende zu Beginn ihres Studiums hierzu zu beraten und einige Studienabbrecher dadurch zu verhindern, dass sie ihr Studium gar nicht erst beginnen. Das wäre aber didaktisch wenig befriedigend, will man doch hier im Sinne von Vicos Wissenschaft auch eine Möglichkeit der Verbesserung dieses Zustands haben. Allein aus der Beschreibung und Vorhersage ist aber keineswegs gesagt, dass mögliche Interventionen zur Steigerung der mathematischen Kompetenz wie z.B. eine Intensivierung der mathematischen Vorkurse auch sinnvoll wären. Vielleicht helfen solche Kurse – vielleicht sind sie aber auch gerade kontraproduktiv (Vgl. die Kritik an der fehlenden Wirkungsforschung in der evidenzbasierten Medizin, s. Vorwort). So könnte eine Steigerung der mathematischen Inhalte auch genau dazu führen, dass noch mehr Studierende das Physikstudium abbrechen. Beschreibungen und Vorhersagen aus Beschreibungen können nur Systeme in ihrem gegenwärtigen Zustand betreffen, nicht aber mögliche Veränderungen in diesen. In der PISA Debatte wurde in der Diskussion der Ergebnisse von 2012 dieser Punkt durch den Hamburger Schulsenator Ties Rabe sehr deutlich herausgestellt. Hamburg – im Ländervergleich einer der dauernden Verlierer des Bildungsmonitorings – weiß dank Beschreibung und Vorhersage der Bildungsforschung um die Missstände in Gegenwart und Zukunft – wenig ist jedoch bekannt um mögliche Veränderungen:

"Anstelle der immer gleichen Beschreibungen von Glanz und Elend brauchen wir endlich tiefer gehende Analysen über das, was die Situation in den Schulen verbessert." (Rabe zitiert nach Spiewak, 2013)

2. 3. 2. 3 Beschreibungswissen, Erklärungswissen und Veränderungswissen: Kausalität in der Bildungsforschung

In den Konflikten um Identität der Empirischen Bildungsforschung taucht genau dieser Punkt in der durch Manfred Prenzel perennierend vorgetragenen Unterscheidung verschiedener Wissensformen wieder auf (Bromme et al., 2014; Prenzel, 2012). Auch die Bereitstellung von Erklärungs- und Veränderungswissen, so Prenzel, ist durch Empirische Bildungsforschung möglich. Dieses Wissen unterscheidet sich aber in seinen methodischen Produktionsbedingungen fundamental vom Beschreibungswissen der Surveys:

„Überblickstudien, manchmal auch Surveys genannt, eignen sich zum Beispiel sehr gut für die Bereitstellung von Beschreibungswissen. Sie erlauben auch statistische Analysen von Zusammenhängen (Korrelationen, Regressionen), aber sie reichen nicht aus, um Erklärungen zu prüfen und kausal relevante Faktoren zu identifizieren. Dafür braucht es Experimente.“ (Bromme et al., 2014, p. 10f)

In bestimmter Weise hat diese fundamentale Unterscheidung zwischen Experimenten und Surveys auch etwas mit der Geschichte der Psychologie als Wissenschaft zu tun. Eine ältere experimentelle Laborwissenschaft der ersten sog. „experimentellen“ Psychologie bei Wilhelm Wundt und anderen und die sog. korrelationale oder komparative Psychologie, die seit den Army-Aufnahmetests des ersten Weltkriegs Surveys durchführt (Yerkes, 1913, 1921) wurde ca. ab den 1960er Jahren in den USA in den neu etablierten experimentellen Feldstudien zusammengeführt (Cronbach, 1957). Im Educational Research heute gibt es zwei unterschiedliche Varianten von Experimenten. Diese meint Prenzel, wenn er zwischen „Erklärungswissen“ und „Veränderungswissen“ unterscheidet.

Zum „Erklärungswissen“ gibt es zwei Arten von Experimenten. Das sind erstens die gesamten in Kap. 1. 3. 1 beschriebenen „What Works“ Experimente zu lernförderlichen Prozessen im Unterricht wie dem Mastery-Learning, zweitens jene experimentellen Studien zu größeren Zusammenhängen, die strukturelle Fragen zu klären suchen. Klassische Beispiele für solche, teils sehr großskalige Experimente im Feld sind die in Cali in Kolumbien durchgeführte Studie zum Zusammenhang von Ernährung und frühkindlicher Bildung (McKay, Sinisterra, McKay, Gomez, & Lloreda, 1978) und die sog. STAR Studie in Tennessee zu den Effekten von Klassengröße in der Elementary School (Finn & Achilles, 1990; Mosteller, 1995; Word et al., 1990). Solche Experimente wurden nur dort durchgeführt, wo eine wichtige und dringende Frage vor einem gesellschaftlichen Hintergrund zu klären war. Das war in diesen Fällen der Fokus, den Entwicklungshilfeprogramme legen sollten (Ernährung oder Bildung?), bzw. die Frage, ob es sinnvoll ist, öffentliche Gelder in die Einstellung von mehr Lehrern zu investieren. Solche großen Experimente werden nur vor dem Hintergrund von starkem gesellschaftlichem Druck durchgeführt – sie sind in der Regel als massive Eingriffe in Bildungsbiographien auch ethisch fraglich. Mit solchen Experimenten werden aber in aller Regel dann auch kausale Inferenzen gefunden. Während in der Cali Studie ein Effekt von Unterernährung auf die kognitive Entwicklung und damit auch auf die Bildung herausgestellt wurde, fand das Tennessee-Class-Size-Experiment „that smaller classes help, at least at smaller grades“ (Mosteller, 1995, p. 125). Trotz der teilweise massiven Teilnehmerzahlen solcher Experimente, sind diese Ergebnisse nur schwer generalisierbar, weshalb Klassengröße z.B. auch ein zentrales Thema von Metaanalysen von Gene Glass bis John Hattie war (Glass & Smith, 1979; Hattie, 2015). Hattie z.B. stellt nur einen geringen Effekt von Klassengröße auf die Lernleistung insgesamt fest ($d=0.21$, Hattie, 2009, p. 86). Der gegenwärtige Tenor ist eher skeptisch: „Kleinere Klassen bringen nicht automatisch bessere Unterrichtsergebnisse.“ (Bromme et al., 2014, p. 29).

Zum „Veränderungswissen“ gibt es eine weit größere Zahl an Experimenten im Educational Research, nämlich in dem Untergebiet dieser Forschung namens „Program Evaluation“ (D. T. Campbell, 1991). In diesem eigenen Forschungsbereich geht es um die Auswertung innovativer Projekte im Bildungssystem. Prominente Beispiel hierfür sind die Evaluation der Fernsehsendung Sesamstrasse (Ball, Bogatz, & Workshop., 1970), die Evaluation des HighScope Perry-Preschool-Programms, eines Bildungspro-

gramms für Afroamerikaner mit Stanford-Binet-Intelligenztestergebnis von 50-85 (Heckman, Moon, Pinto, Savelyev, & Yavitz, 2010; Schweinhart, Barnes, & Weikart, 1980), und die Evaluation des DARE-Programms, einer großangelegten Drogenpräventionskampagne, die Polizisten in Uniform persönlich in den Schulen durchführen (Ennett, Tobler, Ringwalt, & Flewelling, 1994; S. L. West & O'Neal, 2004). Auch hier werden randomisierte und kontrollierte experimentelle Studien verwendet, so dass auch hier eine Effektstärke gemessen werden kann, um letztlich eine Aussage über kausale Inferenz zu treffen.

Methodologisch funktionieren Experimente in der Program Evaluation und Experimente, die einzig der Klärung einer wissenschaftlichen Frage dienen, gleich (D. T. Campbell, Stanley, & Gage, 1966; D. T. Campbell, 1957). Wissenschaftstheoretisch gibt es jedoch den Unterschied, dass mit Hilfe der „Erklärungswissen“ liefernden Experimente auch Erklärungen gefunden werden können, die selbst nicht wiederum in eine Intervention umzumünzen sind. So könnten hier auch weitgehend unveränderliche Dispositionen wie z.B. die Lehrerpersönlichkeit als kausal relevant herausgestellt werden. In all den Fällen der Didaktik jedoch, die ja Vicos Wissenschaft ist (siehe Kap. 2. 3. 1. 1), sind kausale Inferenzen, die nicht wieder verwendet werden können, irrelevant, so dass es hier anders als z.B. in der Psychologie Sinn macht, diese beiden „Wissensformen“ schlicht unter der Semantik der *Erklärung* zusammenzufassen.

2. 3. 2. 4 Erklärungen durch Experimente in den Sozialwissenschaften: Die kontrafaktische Theorie der Kausalität

Eine Erklärung kann in den Wissenschaften auf die unterschiedlichsten Arten geliefert werden (Hoyningen-Huene, 2013, p. 53). Grundlegend ist fast überall ein fundamentaler Unterschied zwischen Beschreibungen und Erklärungen. Erklärungen beantworten nicht „What?“ sondern „Why?“ Fragen (Gjelsvik, 2007). Zentral dabei ist sehr häufig eine Theorie der Kausalität, also eine Idee des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung, um die Fragen nach dem Warum zu beantworten. Es ist in der Wissenschaftstheorie zwar umstritten, „wether all legitimate forms of why explanations are causal“ (J. Woodward, 2008, p. 179), insbesondere in der Physik gäbe es auch rein geometrische Erklärungen, die keinen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang haben. In der Wissenschaft der Didaktik jedoch muss – wieder qua Vicos Wissenschaft – diese Beziehung immer kausal sein, damit sie auch nachgemacht werden kann. Für eine Wissenschaft nach Vico ist Wesley Salmons weitere Ausdifferenzierung der „Why?“-Fragen in „Why“ und „How“ darüber hinaus hochinteressant:

“If one asks *why* a penny conducts electricity, one good answer is that it is made of copper, and copper is a good conductor. If one asks *how* this penny conducts electricity, it would seem that a mechanism is called for”(Salmon, 1998, p. 78)

Eine umfassende Erklärung sollte wahrscheinlich im Stande sein, sowohl die „Why?“ als auch die „How?“ Frage zu beantworten.

In der Tradition der Experimente im Educational Research ist eine bestimmte Form von Kausalität pfadabhängig eingeschrieben. Ich habe sie eben schon bereits er-

wähnt, als ich von kausaler Inferenz gesprochen habe. Heutzutage wird dieses Kausalmodell in den Sozialwissenschaften als das Neyman-Rubin-Holland-Modell beschrieben (Angrist, Imbens, & Rubin, 1996; Brady, 2002; Freedman et al., 2010; Heckman, 2008; P. W. Holland, 1986; Sekhon, 2008). Es folgt den Grundlagen, die Sir Ronald A. Fisher in 1935 in Anlehnung an die Forschungsmethoden in der Biologie für die Sozialwissenschaften entwickelt hat (Fisher, 1925, 1935). In der Philosophy of Science ist dieses Kausalmodell als das sog. kontrafaktische Modell der Kausalität bekannt (J. D. Collins, Hall, & Paul, 2004; Morgan & Winship, 2007; Morgan, 2001; Paul, 2009; J. Reiss, 2012) und wird vor allem auf die Arbeiten von David K. Lewis zurückgeführt (Lewis, 1973a, 1973b, 1986, 2000). Das kontrafaktische Modell der Kausalität ist eine Kritik der Vorstellung unärer Verknüpfungen von Ursache und Wirkung – genau eine Ursache führe auf direktem Weg zu genau einer Wirkung. Stattdessen, so Lewis, seien Wirkzusammenhänge komplex: „Any event that we might wish to explain stands at the end of a long and complicated causal history“ (Lewis, 1986, p. 216). Für Erziehung und Bildung kann man sich das leicht vorstellen. Jede der Interventionen oben kann unterschiedlich positiv wirken. Ist z.B. die Sesamstrasse lernförderlich wegen des Inhalts des Programms, der visuellen Stimulation, der kognitiven Aktivierung, der Motivation, oder doch der Zeit, die die Kinder durch das Fernsehen zusätzlich im Haus verbringen? Im kontrafaktischen Modell ist der genaue Zusammenhang prinzipiell nicht relevant. Grundlegend für RCTs, aber auch natürliche und Quasi-Experimente in Erziehung und Bildung (ein deutsches Beispiel für ein Quasi-Experiment ist die Studie von Baumert zum grundständigen Gymnasium in Berlin: Maaz, Baumert, Neumann, Becker, & Dumont, 2013; Shadish, Cook, & Campbell, 2002) ist eine Zwei-Welten-Theorie bestehend aus der faktualen und der kontrafaktualen Welt. In der faktualen Welt sind sämtliche Bedingungen wie im Alltag. In der kontrafaktualen Welt ist nichts anders – außer einer einzigen Ursache. Alles was dann eintritt, ist zwangsläufig eine Wirkung dieser Ursache. David K. Lewis hat ein berühmt gewordenes Beispiel aus dem Tierreich dafür, was die Semantik einer Erklärung nach dieser Theorie meint:

„If kangaroos had no tails, they would topple over‘ seems to me to mean something like this: in any possible state of affairs in which kangaroos have no tails, and which resembles our actual state of affairs as much as kangaroos having no tails permits it to, the kangaroos topple over.“ (Lewis, 1973b, p. 1)

Lewis Känguru-Beispiel soll zeigen, dass man sich Erklärungen in der kontrafaktischen Theorie am besten in einem Gedankenexperiment deutlich macht: Was wäre, wenn es eine Welt gäbe, die völlig gleich wäre, bis auf diesen einen Unterschied? Die Kängurus würden vornüber fallen.

Wenn in randomisierten und kontrollierten Studien eine hinreichend große Gruppe von Versuchspersonen per Zufall auf zwei Gruppen aufgeteilt wird und nur dem einen Teil ein Treatment verabreicht wird, dann passiert genau diese Erschaffung einer faktualen und einer kontrafaktualen Welt. In der zweiten Welt ist nichts anders als das Treatment, die Intervention. Alle Wirkungen sind dann nach Lewis Theorie zwangsläufig *kausal* auf diese Ursache zurückzuführen. Diese Wirkungen sind rein probabilistisch

– sie haben eine Chance sich einzustellen oder eben auch nicht, so wie das Känguru hoffentlich auch eine Chance hätte, trotzdem zu stehen.

Zur Illustration der rein probabilistischen Idee von Kausalität nach der kontrafaktischen Theorie und nach dem Rubin-Neyman-Holland Kausalmodell soll hier noch ein weiteres Beispiel dienen. Dieses Beispiel ist angelehnt an Ronald Fishers klassisches Experiment „The Lady Tasting Tea“ (Fisher, 1935, p. 11ff) und soll zeigen, wie stark diese Art von Kausalität an statistischen Verhältnissen hängt.

Angenommen ein Ausbildungsprogramm zur Tee-Sommelière soll evaluiert werden. Dann gibt es möglicherweise einen Ursache-Wirkungszusammenhang von der Durchführung dieses Programms auf die Fähigkeit Tee diffizil zu schmecken. Man braucht in diesem Fall statistisch hinreichend viele Versuchspersonen, die man per Zufall in Kontroll- und Versuchsgruppe einteilt. Nur die eine Gruppe erhält die Ausbildung. Nun muss man in beiden Gruppen die Fähigkeit des Teeeinschmeckens messen. In Fishers Originalbeispiel wurde dies im Test manifestiert, durch die Fähigkeit unterscheiden zu können, ob in einem Tee-Milch-Gemisch die Milch oder der Tee *zuerst* in eine Tasse eingeschüttet wurde (damals eine reale Wette der Biologin Muriel Bristol, die sie historisch wohl auch tatsächlich gewonnen hat). Bei 8 Tassen, von denen je 4 mit Milch und je 4 mit Tee *zuerst* befüllt wurden, gibt es 70 verschiedene Möglichkeiten, wie sich die 8 Tassen zusammensetzen können, aber nur 1 Möglichkeit, die ersten 4 richtig zu benennen. Die Wahrscheinlichkeit für „vier Richtige“ liegt hier also bei 1 zu 70, das sind prozentual 1,4%, was unter der 5%-Marke liegt. Jenseits dieser Marke, so der Konsens in der Statistik, kann das Ergebnis nicht mehr durch Raten erreicht werden, die Fähigkeit ist dann also statistisch signifikant. Die Lady hat die latente Fähigkeit des Feinschmeckens unter Beweis gestellt. Die Wirkung des ganzen Ausbildungsprogramms schließlich ist signifikant, wenn in der Versuchsgruppe mehr Personen diesen Test erfolgreich bestehen, und zwar so viele mehr, dass auch das nicht mehr durch Zufall erklärt werden kann.

Die heutigen Experimente zu innovativen didaktischen Programmen sind ganz ähnlich aufgebaut. Auch hier wird ein latentes psychologisches Konstrukt gemessen, das sich in manifesten Testergebnissen zeigt. Ob diese Konstrukte wirklich da sind und ob das wiederum eine Folge der Programme war – diese Zusammenhänge sind rein probabilistisch, also nur eine Angabe von Wahrscheinlichkeiten. Meistens wird der Effekt in einem Maß der Effektstärke, z.B. Cohens d (Cohen, 1988), angegeben, weil signifikante Ergebnisse in Experimenten schnell erreicht werden und man so nicht nur wissen möchte, ob es einen Effekt gibt, sondern auch wie groß dieser ist ($d=0.2$ niedrig, $d=0.5$ mittel, $d=0.8$ hoch).

Die probabilistische kausale Inferenz nach dem Neyman-Rubin-Holland-Kausalmodell und Lewis kontrafaktischer Theorie der Kausalität macht es ganz schwer noch eine Vorstellung zu dem Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zu haben, der sich dahinter verbirgt. Kausale Inferenz ist elusiv. Durch die Angabe in Effektstärken gibt es keinen Punkt, an dem man noch definitiv sagen kann, dass ein bestimmtes Treatment einen

relevanten Effekt hat, so dass zur Illustration symbolische Grenzen eingezogen werden müssen wie Hatties „Hinge-Point“ bei $d=0.4$ (Hattie, 2015).

2. 3. 2. 5 Ergebnisse von Programm-Evaluationen als Erklärungswissen für die Didaktik

Eingangs des Kapitels hatte ich gesagt, dass heute eine unüberschaubare Menge an Surveydaten bereits vorliegt. Auch die Ergebnisse von Program Evaluationen machen inzwischen eine enorme Datenbasis aus. Diese werden aber nicht in erster Linie für didaktische Zwecke gesammelt, sondern um die Steuerung des Bildungssystems anzuleiten. Robert Slavin hat in 2008 die Notwendigkeit der Akkumulation dieser Daten im Educational Researcher so formuliert:

„A key requirement for evidence-based policy is the existence of scientifically valid and readily interpretable syntheses of research on practical, replicable education programs. Educational policy cannot support the adoption of proven programs if there is no agreement on what they are.“ (Slavin, 2008, p. 5)

Mit dem What Works Clearinghouse (WWC) am Institute of Education (IES) in Washington und der Best Evidence Encyclopedia (BEE) des Johns Hopkins University School of Education's Center for Data-Driven Reform in Education (CDDRE) wurden in den USA Institutionen gegründet, die eine Synthese erziehungswissenschaftlicher Evidenz suchen, um Politik anzuleiten. Mit dem No Child Left Behind Act (NCLB) der Bush-Regierung war erstmals der Nachweis von Wirksamkeit von innovativen Programmen im Bildungssystem durch Evaluationen per Experiment in den USA Gesetz, so dass Schulen nur solche Programme verwenden sollten, die wissenschaftlich nachgewiesen effektiv waren, also einen kausalen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang auf das Lernen der Schüler hatten.

Im Rahmen des No Child Left Behind Acts (Congress of the United States of America, 2002) mussten Schulen in den USA regelmäßig Adequate Yearly Progress (AYP) nachweisen, indem sich die Ergebnisse ihrer Schüler in den staatenweiten Tests kontinuierlich verbessern. Misslingt das drei Jahre in Folge, so mussten die Schulen sogenannte Supplemental Educational Services (SES) benennen. “SES must be high quality, research-based, and specifically designed to increase student academic achievement” (U.S. Department of Education, 2009, p. 1). Diese Zusatzprogramme stellen ihre “high quality” dadurch unter Beweis, dass sie “evaluated using experimental or quasi-experimental designs” (NCLB Gesetzestext zitiert nach Slavin, 2002, p. 15) sind. In 2012/13, dem letzten verfügbaren Datenjahr als schon die meisten Staaten Obamas Waiver-Gesetzgebung genutzt hatten, um diese Maßnahmen von NCLB zu suspendieren, waren staatenweit immerhin noch 1244 Schulen dazu verpflichtet SES zu benennen, in Kalifornien alleine 401 (U.S. Department of Education, 2015b). Was aus den Hochzeiten des NCLB-Acts geblieben ist, sind die Sammlungen der Effektivität von innovativen Projekten, teilweise mit deutlicher Hilfestellung für Schulen, die solche innovativen Projekte durchführen wollen oder müssen.

Beispielhaft ist das Find What Works Webtool des What Works Clearinghouse (WWC) am Institute of Education Sciences (IES) in Washington. Das WWC ist im Zuge des NCLB-Acts gegründet worden, um Schulen Evidenz bereitzustellen. Die Research Guidelines des IES entstanden 2003 in starker Anlehnung an das Vorbild evidenzbasierter Medizin (Rudolph, 2014, p. 16). In 2010 wurden die „Best Evidence Standards“ des IES um Regression-Discontinuity Designs (RD) und Single Case Designs (SD) erweitert, die aber – ohne dass ich hier weiter ins Detail gehen möchte – ebenfalls Erklärungen auf Grund kausaler Inferenz über die Herstellung zweier Welten wie im Neyman-Rubin-Holland-Modell suchen (Kratochwill et al., 2010; Schochet et al., 2010; vgl. auch Shadish & Cook, 2008; United States Department of Education, 2005). Um in die What Works-Listung des WWC aufgenommen zu werden, müssen Studien bestimmten methodischen Gütekriterien entsprechen, die aber auf bestimmten wissenschaftstheoretischen Überlegungen vor dem Hintergrund der kontrafaktischen Theorie der Kausalität basieren.

Abbildung 7 zeigt das Rating bei Gruppen-Interventionsstudien. Quasi-experimentelle Studien, bei denen die Äquivalenz der beiden Gruppen nicht durch Randomisierung, sondern nachträglich durch sog. Matching-Verfahren (in jeder Gruppe werden nur „ähnliche“ Probanden miteinander verglichen) hergestellt wurden (D. T. Campbell et al., 1966; Shadish et al., 2002), können hiernach die Standards nur „with Reservation“ erhalten. Wenn wie in dem Beispiel des Ausbildungsprogramms zur Tee-Sommelière oben die beiden Welten der kontrafaktischen Theorie vorher durch Randomisierung hergestellt wurden, dann ist die höchste Stufe der „Best Evidence“ erreichbar. Das einzige Kriterium, das dies noch verhindern könnte, ist der sog. Attrition-Bias. An dieser Stelle soll noch einmal ein Beispiel dienen, um diesen Bias zu erklären, weil er in diesen Zusammenhängen durchaus wichtig ist und beeinflusst, was unter der Semantik einer *Erklärung* heutzutage akzeptiert ist.

Angenommen eine Interventionsstudie will die Effekte von Hausaufgabenbetreuung am Nachmittag messen. Die Teilnahme an Studien ist wegen ethischer Standards immer freiwillig. Nun kann es sein, dass viele Schüler in der Treatment-Gruppe, also diejenigen, die Hausaufgabenbetreuung bekommen, zwischendurch abbrechen und so auch den Lernstands-Test am Ende gar nicht mehr ausfüllen. Die Betreuung bei Hausaufgaben ist in aller Regel ja noch anstrengender als die Hausaufgaben selber. Diejenigen Schüler, die durchhalten, sind aber gerade auch diejenigen, die effektive Lernstrategien, hohe Selbstwirksamkeitserwartung etc. aufweisen. Sie füllen den Test aus und erzielen hohe Leistungswerte. So dürfte der positive Effekt der Hausaufgabenbetreuung auf die Lernleistung allein durch den Attrition-Bias *immer größer* werden, *je länger* die Betreuung ist. 12 Stunden Betreuung am Tag würden sich durch den Bias effektiver zeigen als 4 – einfach weil kaum jemand die 12 Stunden durchhält. Gerade Interventionen im Bereich von Erziehung und Bildung sind oft eine Zumutung, weshalb dieser Bias wichtig ist. Das IES schließt den Attrition-Bias aus, wenn die Overall-Attrition, also die Rate der Abbrecher und Nicht-Antworter des gesamten Samples in einem günstigen Verhältnis zur differentiellen Rate, also der Differenz zwischen den Samples, steht. Am besten ist die Rate in beiden Fällen 0. Dann hätte

niemand abgebrochen und beide Samples noch volle Teilnehmerzahl. Das IES wertet alle Studien als nur bedingte Evidenz, in denen die Differenz der Abbrecherraten mehr als 11% beträgt oder in denen mehr als 65% der gesamten Teilnehmer abgebrochen haben. Dazwischen gibt es einen gewissen Ermessensspielraum (IES, 2014, p. 11f).

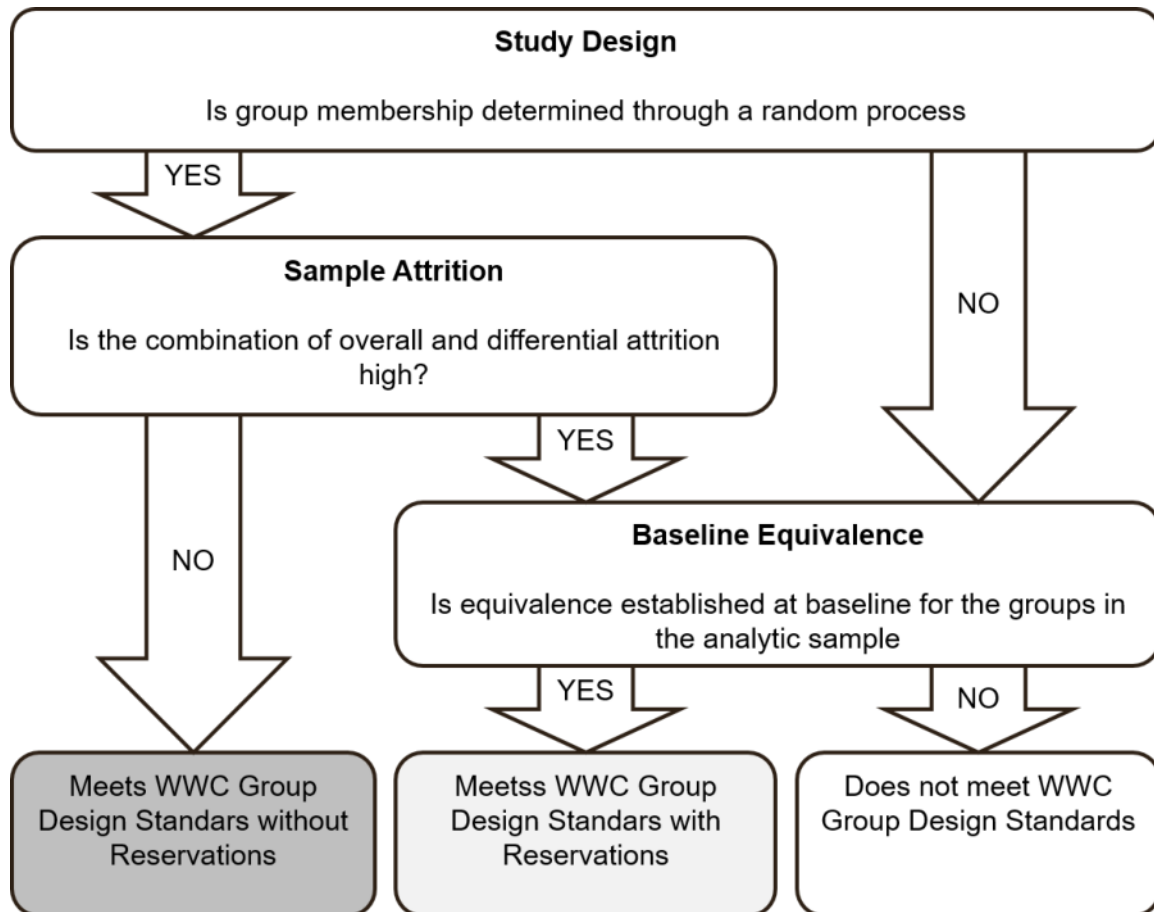


Abbildung 7: Rating von Gruppen-Interventions-Studien durch das IES-WWC (IES, 2014, p. 9). Eigener Nachbau der grafischen Darstellung im WWC-Handbook. Ich habe die Evidenzen am Ende grau eingefärbt: Je grauer der Hintergrund, desto besser ist das Ergebnis geeignet, um politische Entscheidungen und Lehrerhandeln anzuleiten, laut IES-WWC.

Um dem Leser zu zeigen, wie Erklärungswissen durch RCTs im Resultat aussieht, habe ich einmal beispielhaft nach Evidenz gesucht. Am 28.05.2015 habe ich mit dem Find What Works Webtool des What Works Clearinghouse (What Works Clearinghouse, 2015) eine beispielhafte Suchanfrage gestellt. Das Webtool lässt einen "Topics" bzw. "Outcome Domains" definieren, die man evidenzbasiert verbessern möchte. Hier habe ich „Science Achievement“ angegeben und hypothetisch angenommen ich sei Schulleiter einer Schule „In Need of Improvement“ nach dem NCLB-Act und müsste jetzt ein SES-Programm benennen. In den Ausweitungen der staatenweiten Tests wäre hypothetisch herausgekommen, die Schüler meiner Schule hätten besondere Defizite im naturwissenschaftlichen Teil der Tests. Als „Best Evidence“ wurde mir das TEEMSS-Projekt vorgeschlagen, eine Intervention in den Klassen 3 bis 8, die den Umgang mit Messgeräten und Computern einübt. Zu diesem Programm gibt es nur eine einzige quasi-experimentelle Studie (Zucker, Tinker, Staudt, Mansfield, & Metcalf,

2008), die den Standards des WWC „With Reservations“ entspricht, daher ist der „Extent of Evidence“ mit „Small“ angegeben. Wenn man diese eine Studie näher betrachtet, so ist hier aber die Effektstärke mit $d=0.65$ mittel bis hoch, der Effekt ist mit $p=0.03$ statistisch signifikant (WWC, 2012, p. 9). Ich hätte als Schulleiter in Kalifornien also wohl die TEEMSS-Intervention an meiner Schule finanziert. Solche Programme wie TEEMSS, die von außen an Schule durchgeführt werden, nennt man „innovative Programme“, sie sind der klassische Gegenstand der Disziplin der „Program Evaluation“ im Educational Research.

Auch international ist es heute einfacher geworden, Evidenzen für effektive innovative Projekte zu finden. Ein guter Startpunkt dafür ist z.B. die Arbeit der 2009 gegründeten Campbell Collaboration (Campbell Collaboration, 2015b), die Systematic Reviews zu bestimmten politisch relevanten Fragen in den Sozialwissenschaften erstellt, darunter auch Fragen im Kontext von Erziehung und Bildung. In der Medizin gibt es seit 1993 die Cochrane Collaboration, in der Ärzte und Wissenschaftler systematische Überblicke (Systematic Reviews) über bestehende Studien zu bestimmten Wirkungen veröffentlichen (Cochrane Collaboration, 2014). Die Cochrane Collaboration veröffentlicht diese Reviews, wenn sie bestimmten Qualitätsstandards entsprechen. Gleiches tut die Campbell Collaboration nun auch für die Erziehungswissenschaft betreffs der Wirkung bestimmter Interventionen (vgl. zur Entstehung das Vorwort). Am 05.11.2013 wurden im Campbell Archiv z.B. folgende beiden Systematic Reviews durch ein Protokoll angekündigt:

“The Effect of Language Comprehension Training on Standardized Tests: A Systematic Review” (Rogde, Lervåg, Melby-Lervåg, & Hagen, 2013),

“Self-Management Interventions for Reducing Challenging Behaviors among School-age Students” (Pelts, Maynard, Bowen, Thompson, & Ruhr, 2013).

Interessant ist, dass in der weltweiten pädagogischen Diskussion und der Kritik der sog. „Evidence-Based Policy and Practice“ die Wirkungsstudien in der Program Evaluation gar nicht separat von den experimentellen Studien diskutiert werden, die rein zum Zweck des Erklärungswissens produziert werden und auch nicht getrennt von den in Kap. 1. 3. 1 behandelten frühen „What Works“-Studien zu lernförderlichen Unterrichtsprozessen aus dem Accountability-Movement (Bellmann & Müller, 2011a; Biesta, 2007, 2010; Hammersley, 2005, 2007). Die innovativen Projekte im Bildungssystem wie TEEMSS wirken wahrscheinlich schon über den innovativen Impuls bei ihrer Entwicklung und durch ihren Vorbildcharakter im Weiteren auf das Feld von Erziehung und Bildung und gar nicht so sehr über ihre erklärende Funktion (vgl. Siebel, Ibert, & Mayer, 2001). Solche innovativen Projekte haben in gewisser Weise aber natürlich auch didaktische Implikationen. Das TEEMSS-Projekt, dessen Effektivität in der WWC-Evaluation herausgestellt wurde, nutzt eine Kombination aus Computern und Messgeräten. Das sind Innovationen, die auch im Regelunterricht der Naturwissenschaften implementiert werden könnten. Falls Sprachverstehens-Trainings und Self-Management-Trainings sich in den Campbell-Reviews als lerneffektiv bzw. konfliktvermeidend herausstellen sollten, liegt die Implikation nahe, daraus auch Didaktik zu

gewinnen. Problematisch an diesen innovativen Projekten ist, dass diese oft Zusatz- und Sonderprogramme sind, die herausfallen aus dem alltäglichen Unterrichtsgeschehen. Teils erfordern sie Ressourcen, die so im Regelunterricht gar nicht zur Verfügung stehen, und teils sind sie thematisch fernab vom alltäglichen Unterrichten, so dass sie alleine keine hinreichend generellen didaktischen Implikationen liefern können. Nach der Prämisse der Semantic View, dass kein wissenschaftliches Wissen frei von seinem Nutzen ist, kann man den Erklärungen der Program Evaluation tatsächlich ansehen, dass sie binäre Kodierungen wie „Meets Evidence Standards“ yes/no oder „works“ yes/no produzieren. Entscheidungen um Programme im Bildungswesen von der Ebene der Schulleitung aufwärts haben in der Regel solch eine binäre Struktur (Einführung des Programms ja/nein), langanhaltende Konsequenzen und erlauben danach nur noch bedingt Eingriffe; der Regelunterricht läuft nebenher. Didaktische Entscheidungen hingegen sind sehr viel schneller, weniger weittragend und haben oft keine binäre Entscheidungsstruktur sondern multiple Alternativen. Sie geben dem Lehrer im Prozess des Unterrichts ständig die Möglichkeit des Eingriffs. Die Entscheidung „Führen wir an unserer Schule die TEEMSS-Intervention durch?“ ist wohl qua Entscheidungssituation nicht vollständig mit der Entscheidung „Soll ich in meinem Unterricht Computer und Messgeräte einsetzen?“ äquivalent und das hierzu produzierte Erklärungswissen ist nicht direkt übertragbar. Mit Jaegwon Kim (s.o.) lässt sich wissenschaftstheoretisch festhalten, dass Evidenz auch hier nicht vom Kontext der Rechtfertigung zu trennen ist, in dem sie später gebraucht wird.

Es ist aber durchaus *möglich*, dass sich selbst in den Programm-Evaluationen doch zumindest zum Teil ein Ursache-Wirkungs-Zusammenhang des Einsatzes von Computern auf die Lernleistung in *jedweder* Unterrichtssituation zeigt. Solche generellen Effekte haben thematische Metaanalysen versucht zusammenzuführen. Ein Streit um Identität im Feld der Didaktik ist in den vorigen Jahren nur bei einer entbrannt: die Metaanalyse von John Hattie. In ihrer ersten Version fand sie übrigens einen generellen Effekt von „Computer Assisted Instruction“ von $d=0.37$ auf die Lernleistung – ein kleiner bis mittlerer Effekt, der unter Hatties „Hinge Point“ liegt und damit nicht in die „Zone of Desired Effects“ fällt (Hattie, 2009, p. 220).

2. 3. 2. 6 Generalisierte Erklärungen: Der probabilistische Meta-Klassenraum aller Effekte bei John Hattie

In der didaktischen Debatte der vorigen Jahre in Deutschland waren die eben genannten Ansätze kaum vertreten, das IES-WWC und die Arbeiten der Campbell Collaboration sind nahezu unbekannt. Dennoch gab es einen massiven Streit um Identität der Didaktik innerhalb der Semantik der Erklärung, nämlich bei der Diskussion der Hattie-Studie in ihrer englischen Version von 2009 (Hattie, 2009), die in 2013 von Klaus Zierer und Wolfgang Beywl übersetzt wurde (Hattie, 2013). Hatties Metaanalyse ist in gewisser Weise die Idee, Big-Data mit experimentellen Studien zu betreiben, indem thematische Effekte akkumuliert werden, auch hier treffen die eingangs des Kapitels genannten Einschränkungen zu – es ist generell fraglich, ob es sich hierbei noch um eine Theorie handelt, oder ob nur Strukturen in Daten gefunden werden. Hattie akkumuliert Studien thematisch. So ist zum Beispiel der Effekt des Einsatzes von Compu-

tern im Unterricht eine Kategorie, aber Variationen der Effektstärke in den Daten werden dann auf einzelne verstärkende zusätzliche Ursachen zurückgeführt wie: „the use of computers is more effective, when there is a diversity of teaching strategies“ (Hattie, 2009, p. 222). In Hatties Buch gibt es darüber aber noch eine Ebene nämlich die noch generellen Effekte der „Main Contributors“: „Student“, „Home“, „School“, „Teacher“, „Curricula“ und „Teaching“, die schlicht noch einmal eine Akkumulation nach diesen Oberthemen ist (Hattie, 2009, p. 18). So ergibt sich auch Hatties Kernaussage, dass es auf den Lehrer ankomme, denn dieser „Main Contributor“ schneidet mit $d=0.49$ am besten ab.

In den einzelnen thematischen Metaanalysen unterscheidet Hattie nicht die Produktionsbedingungen der experimentellen Studien und zieht die klassischen Studien zu „What Works“ zu lernwirksamen Unterrichtsprozessen im Accountability-Movement (s. Kap. 1. 3. 1), die großen experimentellen Feldforschungen zur Klärung zentraler Fragen wie dem STAR-Projekt zur Klassengröße, aber auch – das ist der Großteil – die experimentellen Studien zur Evaluation innovativer Projekte aus dem Feld der Program Evaluation wie TEEMSS heran (vgl. etwa die Analysen von Hattie zum Mastery Learning, zur Computernutzung und zur Klassengröße: Hattie, 2005, p. 390, 2009, p. 87; 170f; 220ff). Wegen dieses fundamental generalisierenden Ansatzes bot diese Studie wohl auch Angriffspunkte für eine ganze Reihe teils sehr spezieller Kritiken (Brügelmann, 2013; Gruschka, 2013b; Hattie, 2009, 2012, 2013, 2015; Köller, 2012; Lind, 2013; Terhart, 2011a, 2014b; Zierer, 2016).

Wie bereits in seiner allerersten Meta-Analyse (Hattie, 1992) ist Hattie allerdings nicht an jeder Stellschraube des Bildungssystems interessiert, sondern sein Fokus liegt auf „Schooling“, den Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen bei der Beschulung. Seine Perspektive ist die des Qualitätsmanagements – wo kann von der Ebene der Schulleitung abwärts Potential zur Steigerung der Lernleistung erschlossen werden? Insbesondere Hatties Lehrerband „Visible Learning for Teachers“ ist dabei so aufgebaut wie ein Besuch der Schulinspektion (Hattie, 2012, 2014). Hier arbeitet Hattie mit Checklisten in Kästen, die ein Schul-Evaluationsszenario aufbauen und sich an einer fiktiven Schule die Frage stellen: Findet hier Visible Learning statt? Diese Checkliste gibt es als Likert-Skala- Evaluationsbogen als Kopiervorlage zum Selbsttest im Anhang (Hattie, 2012, pp. 207–211). Diese Sicht auf Schulevaluation ist in gewisser Weise eine mittlere Position zwischen der Steuerung des Bildungssystems als Struktur und der Didaktik als Theorie des Lehrens und Lernens. Hattie zielt also anders als die Empirische Bildungsforschung en gros kaum auf die Ebene der Steuerung des Bildungssystems (vgl. Lind, 2013).

Hatties Studie ist kein Systematic Review (vgl. das Vorwort), weil er nicht offen legt, wie er die Studien, die er letztlich zusammenfasst, gesucht und gefunden hat. Sie ist daher eine reine Metaanalyse über eine beeindruckende Zahl weiterer Metaanalysen und Einzelstudien. Diese wählte Hattie jedoch nach Qualitätsmaßstäben aus. Hatties „Gold-Standard“, wie er es mit einem Begriff von Scriven bezeichnet, baut dabei ebenfalls auf RCTs und ist sehr eindeutig allein einer erklärenden Semantik zuzuordnen (Hattie, 2009, p. 11; Scriven, 2005, p. 45f). Er ist dabei aber ein wenig milder

als die Gütekriterien des WWC; insbesondere ist Hattie recht großzügig mit der Inklusion unveröffentlichter Metaanalysen und Studien, der sog. grauen Literatur. Ein bedeutender Unterschied ist jedoch, dass Hattie die Effektstärke nicht gegen Null berechnet, sondern gegen den eben bereits erwähnten „Hinge-Point“ ($d=0.4$) (Hattie, 2009, p. 17f), der einen kleinen bis mittleren Effekt nach Cohen darstellt. Hattie geht davon aus, dass jede Intervention mit einem Normalfall anderer Intervention verglichen werden muss, denn: „Virtually everything works. One only needs a pulse and we can improve achievement.“ (Hattie, 2009, p. 16). Dieser Effekt der Stärke 0.4 ist dabei nicht der Baseline-Effekt von Unterricht, sondern der Effekt, den eine durchschnittliche Intervention von außen auf Lernleistungen hat. Die Frage ist dann zum Beispiel: „Was ist der generelle Effekt von Computern im Unterricht verglichen mit dem Fall, dass man diese gar nicht einsetzt, relativ zu dem Effekt, den alle in die Gesamtstudie eingeflossenen Interventionen im Durchschnitt haben?“ Das ist schon recht kompliziert, so dass Hattie dies in Grafiken ausdrückt, sog. Effektstärke-Barometern.

Dabei schlägt auch in der Hattie-Studie immer wieder durch, dass viele der Studien, die er akkumuliert hat, ursprünglich aus der Program Evaluation stammen. Einen der stärksten Effekte in der 2009er Studie erzielte z.B. das sog. „Micro-Teaching“. Das ist an sich ein schönes Synonym für Didaktik, allerdings verbirgt sich dahinter gar kein „Micro-Teaching“ im Unterricht. Damit sind nämlich tatsächlich Lehrerfortbildungen gemeint, in denen mit Lehrern zusammen deren Unterricht mikroskopisch analysiert wurde (Hattie, 2009, p. 112f). Die Effektstärke bezieht sich hier dann auch gar nicht auf die Lernleistung der Schüler, sondern auf die Lernleistung der Lehrer im Hinblick auf bestimmte Variablen, die später im Unterricht wieder wichtig werden, wie „teacher effect, knowledge and instructional behavior“ (Hattie, 2009, p. 112). Hattie schliesst aus der Abhängigkeit der Lernleistung der Schüler von Größen wie „Teacher Effect“, dass diese dann auch wieder einen Effekt auf die Lernleistung der Schüler haben. Letztlich soll aus dem „Micro-Teaching“ aber auch geschlossen werden, dass es sinnvoll ist, im Unterricht als Lehrer sein eigenes Lehren und Lernen mikroskopisch zu analysieren. In ähnlicher Weise wie im Fall des Micro-Teaching wird eine ganze Kette probabilistisch verknüpfter Themen sichtbar, wie eine Reihe von durch Ursache und Wirkung verknüpfter Dominosteine, die jeweils immer nur eine bestimmte Wahrscheinlichkeit besitzen in einem konkreten didaktischen Fall auch umzufallen. Der Grundschulpädagoge Hans Brügelmann kritisiert deshalb die didaktischen Implikationen:

„Selbst wenn 99 von 100 Studien eine Überlegenheit der Methode B zeigen, dürfte das kein Grund sein, einer Lehrerin, die mit Methode A erfolgreich arbeitet, deren Nutzung zu untersagen.“ (Brügelmann, 2013, p. 26)

Brügelmann macht das daran fest, dass es insgesamt zu jedem Thema auch Metaanalysen gibt, die deutlich höhere Werte erzielen und nennt das die verschiedenen „(schul)kulturellen Kontexte“, unbeachtet, dass ja auch diese Metaanalysen schon Aggregate sind. Ich hatte diesen Punkt schon mehrfach diskutiert. Es geht in RCTs und Metaanalysen nicht darum, deterministische Ursache-Wirkungs-Relationen zu postulieren. Dementsprechend dürfte man sich auch die Umlegung auf Praxis dann wieder nicht deterministisch vorstellen. Jede Lehrerin hätte also bei Brügel-

manns Methode B auch wiederum nur eine bestimmte *Chance* eine Lernleistung bei den Schülern auszulösen und zwar über alle Kontexte hinweg. Es gibt schlicht in den hier vorliegenden Erklärungszusammenhängen keine Determinanten –auch nicht von Schulkultur – die übrigens bei Hattie auch eher unbedeutend abschneidet.

Hatties Metaanalyse wird mittlerweile von einer breiten Palette aus staatlichen, halb-staatlichen und kommerziellen Einrichtungen im deutschen Bildungswesen rezipiert und verbreitet. Erste Versuche, Hatties Studien in eine Anleitung für Lehrerhandeln zu münzen, wurden z.B. von ehemaligen Mitarbeitern des IQB in Berlin betrieben (R. Berger, Granzer, Looss, & Waack, 2013). Berger et al. haben auch eine viel besuchte Internetseite zu Visible Learning aufgebaut und bieten gleichzeitig mit dem kommerziellen, sog. „Institut für angewandtes Schulmanagement“ Lehrerfortbildungen und Schulentwicklungsarbeit zu Hattie an (R. Berger, 2014). Ähnliche Programme haben John Hattie und sein Team in Australien und Neuseeland bis 2012 für 3000 Lehrer und Schulleiter und 1000 Schulen angeboten (Hattie, 2012, p. vii).

Solche Umwege in Hatties Didaktik sind allerdings spätestens mit der Erscheinung der deutschen Übersetzung des 2012 erschienenen Lehrerbandes „Visible Learning for Teachers“ hinfällig, weil Hattie hier selber eine eigene geschlossene Didaktik für Lehrer vorlegt (Hattie, 2012, 2014). Hatties Checkliste zur Schulevaluation kann man nämlich im Prozess des Lehrens und Lernens immer wieder als Anleitung abarbeiten (Hattie, 2012, pp. 207–211). Der Aufbau von „Visible Learning for Teachers“ entspricht dem Aufbau des Lehrerhandelns von „Planning“ – „Starting the Lesson“ – „During the Lesson: Learning“ – „During the Lesson: Feedback“ zu „The End of Lessons“. Hattie bringt so das Lehren und Lernen in ein Verlaufsschema von Unterricht wie es bereits die Herbertianer getan haben.

Auf einer dritten Stufe, über den einzelnen thematischen Effekten und der Anleitung für Lehrer findet dann noch etwas Drittes statt, das wie ein Analogon zu den in Kapitel 2. 3. 1. 3 beschriebenen Modellen der Allgemeinen Didaktik wirkt. Hier wird ein bestimmtes, involvierendes Lehrerbild dargestellt, das in der Checklist durch die zwei Rahmen „Inspired and Passionate Teaching“ und „Mind Frames“ vermittelt wird. So kann man zum Beispiel abhaken:

„2. This school has convincing evidence that all of its teachers are passionate and inspired – and this should be the major promotion attribute of this school“ (Hattie, 2012, p. 27)

Solch ein involvierendes und stimmiges Gesamtbild spielte in der begründenden Semantik im vorigen Kapitel als Theoriekern einer jeden Allgemeinen Didaktik bereits eine Rolle (siehe Kap. 2. 3. 1. 5). Das Ziel, solch ein Bild zu liefern, hatte Hattie bereits in seiner ersten Studie formuliert:

„One aim of this book is to develop an explanatory story about the key influences on student learning – it is certainly not to build another “what works” recipe.“ (Hattie, 2009, p. 6)

Hatties „Story“ basiert dabei vor allem auf einer basalen sozialen Konstellation, der Wechselseitigkeit und Sichtbarkeit der drei Parteien in seinem Didaktischen Dreieck Student-Teacher-Outcome:

„It is most important, that teaching is visible to the student, and that the learning is visible to the teacher. The more the student becomes the teacher and the more the teacher becomes the learner, the more successful are the outcomes.“ (Hattie, 2009, p. 25)

Dieses Dreieck baut Hattie vor allem auf zwei Grundannahmen auf. Das ist einerseits Hatties sog. neues Lehrerbild. Er betont dabei aber, dass nicht jeder Lehrer einen Unterschied mache, sondern: „variance due to teachers makes the difference!“ (Hattie, 2009, p. 108). Er bezieht deutlich Position gegen einen radikalen Lernkonstruktivismus: “These results show, that active and guided instruction is much more effective than unguided, facilitative instruction.” (Hattie, 2009, p. 243) Diese Ergebnisse sind im Kern nicht neu (vgl. Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Terhart, 2011a). Die zweite, basale Annahme seiner Sicht ist die Feedbackkultur. Feedback war schon in Hatties erster Metaanalyse eine der effektstärksten Ursachen (Hattie, 1992). Das bestätigt sich auch in Visible Learning (Hattie, 2009, p. 173). Hattie leitet aus dem Feedback eine generelle Sichtbarkeit innerhalb des Didaktischen Dreiecks ab, das Lehren und Lernen sollte demnach durch permanentes Feedback ständig von beiden Seiten offengelegt werden, „then teaching and learning can be synchronized and powerful“ (Hattie, 2009, p. 173).

In Hatties Didaktischem Dreieck zeigt sich ein korrumpierender Effekt vieler Didaktiken, nämlich die Idee, die eigene wissenschaftliche Arbeitsweise auch wieder zum didaktischen Programm zu machen. Hatties Studie will das Lernen sichtbar machen - ihre Kernanweisung an Lehrer, Schulleitungen und Schüler ist es, das Lernen sichtbar zu machen. Das Projekt wirkt in seiner didaktischen Wendung in diesem Punkt tautologisch. Dabei fällt im Lehrerband in 2012 noch einmal einiges heraus, was in der ersten Studie noch Teil war. Die Effektstärke von Hausaufgaben findet man zwar eingangs als Beispiel, dann aber in der Sektion „The End of Lessons“ nicht mehr (Hattie, 2012, p. 155ff). Nur noch der Kern der Theorie des Visible Learning ist im Lehrerband noch vorhanden, die thematische Akkumulation von Effektstärken auf der sie fußt ist weniger sichtbar. Verlässt Hattie aber mit der Geschichte vom „Passionate, Inspired Teacher“ die erklärende Semantik der experimentellen Studien der Wirkungsfor schung, wie es Walter Herzog angenommen hat? (Herzog, 2014) Hans-Joachim von Olberg wies darauf hin, dass auch das Lehrerbild bei Hattie letztlich immer an den aus der Akkumulation der experimentellen Studien gewonnenen Effektstärken festgemacht wird (vgl. von Olberg, 2014). Insofern liefert er auch keine *Begründung* über Argumente und Referenzen, sondern eine *Erklärung*, die so umfassend wird, dass sie letztlich wie eine allgemeine Didaktik funktioniert – nur innerhalb einer anderen Semantik. Der strukturelle Aufbau von Hatties Didaktik ist spätestens seit 2012 gleich der Allgemeinen Didaktik und besteht aus Theorie und Modell: Passionate Teacher und Feedback-Dreieck. Die akkumulierten *Erklärungen* der experimentellen Wirkungsfor schung liefern den Unterbau der Theorie vom „Inspired and Passionate Teaching“.

Ewald Terhart, der als einer der ersten deutschen Didaktiker die Meta-Metaanalyse ausgewertet hat, fragte sich aber in 2011 dennoch: „Where is the Beef?“. Hattie sage nichts über die „curriculare oder pädagogische Bedeutsamkeit von Fächern und Inhalten“ und zur „curricularen Legitimationsproblematik“ (Terhart, 2011a, p. 282). Auch über die Inhalte der Lehrerbildung, die mit der starken Betonung der Lehrerrolle ja die entscheidende Stellschraube im System ausmache, schweige Hattie. Es gäbe keine materiale Dimension der Didaktik. Der erste „Mind Frame“ des Lehrerbandes, quasi der Anfang der Botschaft von Hattie, ist:

„Teachers/leaders believe that their fundamental task is to evaluate the effect of their teaching on student’s learning and achievement“. (Hattie, 2012, p. 182)

Evaluation ist also die fundamentale Aufgabe des Lehrers, nicht das Lehren. Hattie kann zwar über sehr viele Rahmenbedingungen etwas sagen, aber diese von außen hergestellte und durch ständige Offenlegung immer wieder sichtbare Kerngruppe des Lehrens und Lernens, Hatties Didaktisches Dreieck, bleibt dabei erstaunlich leer. Für Didaktik fehlt der fachliche Inhalt des Lehrens und Lernens und das reale „Micro-Teaching“, das Unterrichten, so Terhart. Ähnlich argumentiert die fachdidaktische Rezeption der Hattie-Studie mit fachspezifischen Beschränkungen der Aussagefähigkeit (Demantowsky & Waldis, 2014; K. Reiss & Bernhard, 2014).

2. 3. 2. 7 Das Ende der erklärenden Semantik in der Bildungsforschung?

Terharts Beitrag zur Hattie-Studie geht noch weiter und endet mit einem Abgesang an die Wirkungsforschung in der Empirischen Bildungsforschung, die Terhart nun seit den ersten experimentellen Studien zu lernförderlichen Unterrichtsprozessen verfolgt. Hattie baue den Bildungsforschern mit dieser finalen Akkumulation letztlich ihr Pharaonengrab, so Terhart. Wozu noch weiter forschen, wenn der Meta-Klassenraum auf evidenten Füßen steht? Wie schon bei den Pyramiden sei auch hier der beste Beweis für den Erfolg des Herrschers gleichzeitig seine Grabstätte. Empirische Bildungsforschung sei längst über ihre große Bedeutung für die Bildungspolitik wieder im Klassenraum angekommen, die Ergebnisse perpetuieren (Terhart, 2011a, p. 291f). Tatsächlich muss man sich fragen, was bei 161 Einzelstudien, die den Effekt von Hausaufgaben gemessen haben und fünf Meta-Analysen, die 162. Einzelstudie oder sechste Metanalyse noch für einen Wissensgewinn bringt.

Die Wissenschaftstheorie kennt ein ganz ähnliches Beispiel, das den Übergang in die Quantentheorie bezeichnet, nämlich das Auslaufen der Atom- und Molekülspektroskopie. Das ist ein klassisches Beispiel von Thomas Kuhn (T. S. Kuhn, 1970, p. 86; Staley, 2014, p. 57ff). Es hat damit zu tun, dass ganze Forschungsprogramme hin und wieder damit beschäftigt sind sog. „Hidden Entities“ in ihren Effekten zu vermessen und damit erfolgreich sind. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war die Atom- und Molekülspektroskopie ein zentrales Forschungsfeld der Physik und es galt, alle Spektrallinien der relevanten Atome und Moleküle zu kennen und daraus Rückschlüsse auf die Atomstruktur abzuleiten. Das war eine der Grundlagen der Quantenphysik und ermöglichte ganze neue Forschungsfelder wie die Astrochemie. Die Atom- und Mo-

lekülspektroskopie hatte irgendwann aber alle Atome der Elementtafel ausgemessen und auch die bedeutendsten Moleküle bestimmt. Danach war sie schlicht nicht mehr nötig. Nun kann man sicherlich sagen, dass sich die soziale Welt im Gegensatz zu dem Linienspektrum des Heliums ständig verändert. Die Meta-Analytik muss aber von einer grundlegenden Kontinuität der Ergebnisse und der Situation ausgehen, wenn sie Daten von 1980 mit Daten von 2010 integriert. Das macht auch Hattie: „As already noted, the practice of teaching has changed little over the past century.“ (Hattie, 2009, p. 5) Vor diesem Hintergrund kann man also bei dem probabilistischen Raum der Effekte anders als beim Bildungsmonitoring nicht davon ausgehen, dass es Sinn macht, immer wieder neu zu messen.

2. 3. 2. 8 Erklärungen aufgrund der kontrafaktischen Theorie: Salmons Why- und How-Fragen

An dieser Stelle macht es Sinn, sich Wesley Salmons Unterteilung der erklärenden Semantik in Why- und How-Fragen (Salmon, 1998) noch einmal vor Augen zu führen:

“If one asks *why* a penny conducts electricity, one good answer is that it is made of copper, and copper is a good conductor. If one asks *how* this penny conducts electricity, it would seem that a mechanism is called for.” (Salmon, 1998, p. 78)

Die probabilistische Akkumulation bei Hattie, die Program Evaluation-Reviews der Campbell Collaboration und des IES-WWC, die großen experimentellen Feldstudien wie das STAR-Programm in Tennessee und auch die ursprüngliche „What Works“-Forschung der Reagan-Ära lieferten immer Erklärungen, die eher „Why“-Fragen beantworteten. Die Hattie-Studie wurde auch deshalb so stark rezipiert, weil sie diese Why-Fragen *anders* beantwortete. Nicht die bildungspolitischen Maßnahmen die Schulstruktur betreffend, sondern der Lehrer ist Ursache für Lernleistungen (Rolff, 2014). Nicht kooperatives oder selbstgesteuertes Lernen sondern stark angeleitete Instruktionen sind lernförderlich (Kremers, 2014). Das sind die großen Antworten Hatties auf die zentrale Why-Frage nach den Ursachen der Lernleistung: Lehrerhandeln und Instruktion.

Allein auf Grund der Form der Kausalität hier kann aber nur wenig ausgesagt werden über Salmons andere Seite von Erklärungen, die *How-Fragen*. Für Didaktik als Vicos Wissenschaft wäre aber innerhalb der Semantik der Erklärung gerade die How-Seite von besonderem Interesse – anders als für das Qualitätsmanagement an der Schule, aus dessen Perspektive Hattie ja schreibt. Zur Illustration dieses Punktes stelle man sich einen Fabrikbesitzer und einen Maschinenbau-Ingenieur vor. Beide erhalten einen Report, dass ein neuer Motorentyp bei gleichem Preis 10% Treibstoff spart. Während der Fabrikbesitzer aufgrund dieser erfreulichen Nachricht den neuen Motor ordert, stellt sich der Ingenieur die Frage: Wie macht der neue Motor das? Ganz ähnlich scheint es bei der Didaktik zu sein. Während die Steuerung des Bildungswesen mit der Antwort zufrieden sein kann, dass Hausaufgaben eine Effektstärke von 0.29 haben, um sie abzuschaffen, gilt es didaktisch doch zu fragen: Wie? Was sind die genauen kognitiv-sozialen Mechanismen, die dazu führen, dass Hausaufgaben nur diesen ge-

ringen Effekt haben? Das ist eine Konsequenz von Didaktik als Vicos Wissenschaft. In Vicos Wissenschaft kann nichts Teil der Wissenschaft sein, solange es nicht nachgemacht werden kann. Kausale Inferenzen zeigen mehr als statistische Korrelation, sondern es gibt einen *Mechanismus* dahinter.

Ein weiteres Beispiel für diesen wichtigen Punkt stammt von dem Fachdidaktiker Andy DiSessa aus dem sog. Design-Based Research. Auf Design-Based Research komme ich im nächsten Abschnitt noch zu sprechen und das Beispiel dient hier schon als Übergang (Barab & Squire, 2004; Cobb, Confrey, DiSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; A. A. DiSessa & Cobb, 2004). Es ist im Kern dem Vortrag von Andy DiSessa vor dem London Knowledge Lab in 2006 entnommen (A. A. DiSessa, 2006): Louis Pasteur begründete 1865 die sog. Keimtheorie. Unter anderem konnte er bei einer Infektion von Seidenraupen durch Untersuchungen mit dem Mikroskop nachweisen, dass Mikroorganismen, die sog. Keime, sich auf den Raupen selber befanden, sowie auf den Blättern der Maulbeere, dem Nahrungsmittel der Raupen. Nach Entdeckung der Keime haben sich schnell zwei effektive Mittel zur Bekämpfung gefunden: Antiseptik und Desinfektion. Man hatte eine Ahnung, dass die Keime für die Krankheit verantwortlich sind und man konnte sehen, dass Antiseptika und Desinfektionen die Keime an der Oberfläche töteten. Man hatte aber keine Ahnung, wie die Keime Krankheiten verursachten. 1892 entdeckte der Botaniker Dmitri Ivanovsky bei Forschungen während einer Tabakpflanzeninfektion, dass nicht alle Keime gleich sind. Es gab welche, die durch sehr feine Porzellanfilter hindurchkamen. So wurden die Viren und der grundlegende Mechanismus, mit dem sie Zellen infizierten, entdeckt. Gleichzeitig war das auch die Entdeckung, dass es eigentlich gar keine Keime gibt, sondern zwei grundlegend verschiedene Mikroorganismen: Viren und Bakterien. In der Folge wurden zwei Treatments entwickelt, nämlich Antibiotika und Impfungen, die jeweils bei dem einen wirkten und bei dem anderen nicht (vgl. auch Lecoq, 2001; Magner, 2002, p. 291).

Ganz ähnlich, so DiSessa, könnte es sich bei der Didaktik auch verhalten, in der wir vielleicht niemals Antibiotika und Impfungen entdecken, wenn wir uns nur für die Effekte unserer Interventionen und nicht für die Mechanismen und die Dinge dahinter interessieren.

2. 3. 2. 9 Fazit: Die Empirische Bildungsforschung zwischen Beschreiben und Erklären

Insgesamt hat dieses Kapitel gezeigt, dass die maßgebende Semantik der Empirischen Bildungsforschung im Feld der Didaktik nach wie vor die Semantik einer Beschreibung ist, insbesondere in Deutschland, wo noch sehr wenig experimentelle Forschung und deren Auswertung stattfinden. In dieser Funktion hatte und hat die Beschreibung von Lernständen eine große Wirkung auf die Steuerung des Bildungssystems. Einfluss auf die Didaktik hat sie aber eher auf indirekte Weise, nämlich durch die in Kap. 1. 3. 2 beschriebene Assessment-Kultur qua Anpassung der Standards und Curricula an die Tests. In der Fehlersuche nach den Tests geht es aber um das wissenschaftliche Wissen der Bildungsforschung und die Möglichkeiten, die es gibt, diese

wieder im Alltag einzusetzen. Nicht nur für Schulsenator Ties Rabe in Hamburg sind Beschreibungen und Vorhersagen zu so einem Zweck eher frustrierend. Surveys erklären nicht. Die experimentellen Studien aus dem Educational Research bedienen sich hingegen des kontrafaktischen Modells der Kausalität von David K. Lewis und können durchaus Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge herausstellen. Nach Salmon sind das aber Why-Kausalitäten, sie erklären nur, dass es eine Wirkung zu einer Ursache gibt; der Weg dazwischen ist ein unüberschaubarer probabilistischer Dunstraum aus Verkettungen von Umständen. In Salmons Termini gelingt den RCTs und quasi-experimentellen Studien so zwar die Klärung von Why-Fragen, How-Fragen werden aber durch das verwendete Kausalmodell nicht berührt. Für ein wissenschaftliches Wissen der Didaktik, das im Alltag wieder Verwendung finden soll, liefern auch Metaanalysen wie die von John Hattie so nur ein sehr grobes Bild der wichtigsten Ursachen („Why“), nicht aber die Art und Weise („How“) nach der man diese im Unterricht wieder nutzen kann.

2. 3. 3 Die Semantik der Erklärung: Empirische Forschung in der Science Education

Schon in der Liste von 2005, in der Terhart Anwörter auf die Erbschaft der Allgemeinen Didaktik benennt, scheint die empirisch-forschende Fachdidaktik und allen voran die Didaktik der Naturwissenschaft und Mathematik ein aussichtsreicher Kandidat; das ist sie seitdem so geblieben (Terhart, 2004, 2005a, 2005b, 2009, 2011c). Die deutsche fachdidaktische Forschung im Bereich der Naturwissenschaft sieht sich optimistisch als die empirischste aller Fachdidaktiken und wird so auch innerhalb des Bildungswesens wahrgenommen (Köller, 2014b; Labudde & Möller, 2012). Zumindest von den Förderwellen der 00er Jahre hat sie stark institutionell profitiert, nicht zuletzt weil sie sich schnell an die psychometrischen Methoden der Surveys und ihre statistische Auswertung anpassen konnte. Die 2003 an der Universität Duisburg-Essen eingerichtete und von der DFG geförderte Forschergruppe naturwissenschaftlicher Unterricht (nwu) in Essen, eines der Leuchtturmprojekte der Naturwissenschaftsdidaktik, wurde z.B. zusammen mit Psychologen aus der Lehr-Lern-Forschung um Detlev Leutner betrieben. Leutner leitete zeitgleich das DFG Schwerpunktprogramm „Kompetenzmodelle“. Die Naturwissenschaften sind das einzige in den großen Assessments abgeprüfte Gebiet neben den klassisch im Zuge der Alphabetisierung vermittelten Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen. Das hängt sicherlich auch damit zusammen, dass – nicht nur durch die OECD – ein direkter Wirkzusammenhang von mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer (MINT) Bildung und Wirtschaftswachstum angenommen wird.

Ein ganz großer Teil der empirischen Forschung in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaft in Deutschland sind heute psychometrische Surveys. Dem Leser wird aufgefallen sein, dass bereits in Kapitel 2. 3. 2 mit der Begleitung des Ganztagsgymnasiums in NRW und der ALSTER-Forschergruppe zwei Beispiele für Didaktik innerhalb der Semantik der Beschreibung der Empirischen Bildungsforschung gegeben wurden, deren Inhalte naturwissenschaftsdidaktisch waren. Neben den vielen, vielen beschreibenden Forschungen in den Naturwissenschaftsdidaktiken gibt es auch noch Ansät-

ze, die von Struktur und Aufbau stark der Allgemeinen Didaktik ähneln und eine Begründung des Unterrichts aus fachdidaktischer Perspektive liefern. Da ist heute vor allem noch die Theorie der sog. „Didaktischen Rekonstruktion“ von Ulrich Kattmann, die auch ein klassisches Didaktisches Dreieck postuliert, das sog. „didaktische Triplett“. Die „Didaktische Rekonstruktion“ sucht Schülervorstellungen aufgrund der Conceptual Change Theorie in eine allgemeindidaktische Theorie zu bringen (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek, & Parchmann, 2012; Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1997). Bis auf diesen Ansatz in Conceptual Change hat dieses Modell deutliche Anleihen bei Klafkis Didaktischer Analyse und dem Berliner Modell von Otto, Heimann und Schulz, so dass man auch hier insgesamt wohl von einer Allgemeinen Didaktik in der Semantik der Begründung sprechen kann, die nur in diesem einen Punkt fachdidaktisch gewendet wurde (Kattmann et al., 1997, p. 8). Ältere Ansätze einer begründenden Semantik finden sich im Karlsruher Physikkurs und in der Didaktik von Wagenschein, die einst die dominante naturwissenschaftsdidaktische Theorie in Deutschland war und auch heute manchmal noch vertreten wird (z.B. Rehm, 2015). Diese beiden begründenden Semantiken arbeiten in Abgrenzung zum Fachinhalt. Die Semantik einer Begründung ist aber insgesamt in der Didaktik der Naturwissenschaft wohl auch durch den Erfolg der psychometrischen Surveys selten geworden, ich will trotzdem kurz auf die Streits und Konfliktlinien hier eingehen.

2. 3. 3. 1 Die älteren Konfliktlinien der Fachdidaktik in einer Semantik der Begründung: Von Stoffdidaktik und Fachpädagogik

Bevor die empirische Forschung in Surveys derart erfolgreich war, wurden vor allem zwei Konfliktlinien in der Didaktik der Naturwissenschaft gezeichnet, die sich so auch in anderen Fachdidaktiken finden lassen. Das ist einerseits die Abgrenzung zu einer sog. „Stoffdidaktik“, die Didaktik vom fachlichen Inhalt aus bestimmt; das ist andererseits die Abgrenzung zur sog. „Fachpädagogik“, die so etwas wie spezifisch fachliche Allgemeinpädagogik war. Diese Streits um Identität kann man auch als Emanzipationsprozesse einer wissenschaftlichen Community begreifen, deren Zuordnung zu den Fächern oder zur Erziehungswissenschaft standortweise unterschiedlich gelöst wurde und die ein eigenes Wissenschaftsprofil erst noch entwickeln musste.

Stoffdidaktik. Die Kritik einer Stoffdidaktik (Dahncke et al., 2001; Duit, 2007; Jahnke, 1998) fokussierte dabei eine zu starke Orientierung der fachlichen Kultur und favorisierte stattdessen eine eigene Fachdidaktik, „die gleichgewichtig das Fachliche und Belange der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt.“ (Duit, 2007, p. 86). Einen starken Konflikt entlang der Trennlinie der Stoffdidaktik gab es in 2013 als die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) ein Gutachten zum Karlsruher Physikkurs (KPK) veröffentlichte (Bartelmann et al., 2013; Herrmann, 2013; vgl. auch Strunk & Rincke, 2013). Dieser Streit um Wissenschaft in der Fachdidaktik hat sogar die Wissenschaftstheorie direkt interessiert (Hüfner, 2014). Die dahinterstehende Frage war: Wie sehr darf eine Didaktik den Fachinhalt beeinflussen? Idee des bereits viele Jahre etablierten KPK war es, die Struktur der Fachphysik in eine neue, leichter lernbare Struktur für den Unterricht zu bringen, in der sich auch Parallelen zwischen Mechanik-, Thermo- und Elektrodynamik auftun. Statt z.B. die Thermodynamik auf den Begriffen Temperatur

und Wärme aufzubauen, wird Temperatur und Entropie verwendet (Herrmann, 2010). Die Überlegungen des KPK resultieren erst einmal allein aus der Struktur des „Stoffes“ der Fachphysik, den sog. „Altlasten der Physik“ wie es heißt. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) hat 2013 ein Gutachten in Auftrag gegeben, das den Realismus des KPK anmahnt:

„Er baut wesentlich auf willkürlich gewählten, nicht durch Messvorschriften belegbaren oder Messungen zum Teil widersprechenden Begriffen auf, die allein aufgrund didaktischer Überlegungen eingeführt werden und größtenteils dazu dienen, behauptete Analogien quer durch die gesamte dargestellte Physik durchhalten zu können. Dadurch erzeugt der KPK eine grundsätzlich falsche Vorstellung von Physik.“ (Bartelmann et al., 2013, p. 1)

Der letzte verbliebene Erstautor des KPK, Friedrich Herrmann, rechtfertigte sich mit dem grundsätzlichen Modus von Didaktik:

„Was wir tun, ist etwas, was im Physikunterricht gang und gäbe ist: Wir versuchen eine Anschauung von einer Größe zu erzeugen, indem wir zeigen, dass sie etwas misst, das wir aus dem Alltagsleben kennen.“ (Herrmann, 2013, p. 8)

Fachpädagogik. Im Gegensatz zum Begriff der Stoffdidaktik ist der Begriff „Fachpädagogik“ nicht gebräuchlich. Ich verwende ihn hier, um den Charakter eines Streits um Wissenschaft zu kennzeichnen, der sich zwischen Fachwissenschaft und Pädagogik abspielt. Die Konfliktlinien der Fachpädagogik sind noch älterer Natur als die Stoffdidaktik. Sie entstanden immer da, wo eine bestimmte *pädagogische* Vorstellung und eine bestimmte fachliche Sicht nicht übereinstimmten. Das geschah zuletzt in der Rezeption der pädagogischen Theorie Martin Wagenscheins (eine Zusammenfassung des Konflikts findet sich bei Engelbrecht, 2003). Wagenschein trennt eine „Physikalische Denkwelt“ von einer „Phänomenalen Wirklichkeit“. Die Natur selber bekommt bei ihm einen Wert in Bildungsprozessen gegenüber einer bloßen Apparatephysik (M. Wagenschein, 1977; Martin. Wagenschein, 1970, 1999; Martin Wagenschein, 1964). Z.B. Werner Kroebe schrieb daraufhin, dass ein solches Verständnis eigentlich nicht realistischerweise mit naturwissenschaftlichem Unterricht in Verbindung gebracht werden kann, sondern ein...

„Wissens- und Persönlichkeitsgut gemeint ist, das außerhalb des Schulfächerwissens, insbesondere außerhalb der Naturwissenschaft und der Mathematik gelegen ist, weil es sich dem Grunde nach auf sittliche, ästhetische und religiöse Begriffe, Ideale und Ideen“ bezieht (Kroebe, 1967, p. 3).

Wagenschein vermittele „Naturbegeisterung“ statt „Naturwissenschaft“. Einen noch stärkeren Konflikt zwischen Pädagogik und Fachinhalt findet man, wenn man noch weiter in die Geschichte der Geisteswissenschaftlichen Pädagogik zurückgeht, nämlich bei Theodor Litt, Wagenscheins Lehrer (vgl. Martin Wagenschein, 1989). Litt entwickelte seine Theorie naturwissenschaftlicher Bildung Anfang des Kalten Krieges als „geistig-moralische Rückenstärkung“ (Litt, 1952). Der Marxismus, der aus den materialistischen Strömungen Mitte des 20. Jahrhunderts entstanden ist, galt Litt als „naturwis-

senschaftliches“ Staatssystem. Die Erziehung werde dort als gesamtgesellschaftliches Experiment betrieben. Litt kritisierte Lerntheorien als „Psycho-Technik“, einen gesellschaftlichen Bezug der naturwissenschaftlichen Bildung als „Technik der Gesellschaft“ und ganz generell jede Form von „Imperialismus der mathematischen Naturwissenschaft“. Erst am Ende einer Aufsatzsammlung von 1959 nennt Litt eine positive Form von naturwissenschaftlicher Bildung. Als Beispiel für solche Bildung gelten ihm die Atomphysiker, die vor der Atombombe warnten. Jedoch zielten deren engagierte Proteste zwar auf naturwissenschaftliche Denkergebnisse, „aber [...] waren nicht selbst Ergebnisse eines naturwissenschaftlichen Denkens!“ (Litt, 1958, p. 261). Bei Litt war naturwissenschaftliche Bildung Kritik an der Naturwissenschaft.

Diese klassischen Konfliktlinien ergaben sich in einer Semantik der Begründung, sie sind jedoch in gewisser Weise auch generelle Konflikte zwischen einer jeden Fachdidaktik mit der Kultur des Faches, die ja eine eigene Wissenschaft für sich ist. Hier bestehen weiterhin Konfliktlinien, die aber nicht *innerhalb* der Didaktik gezogen sind, sondern nur an ihrem Rand. Ich habe die Streits um den KPK und Wagenscheins Didaktik hier nur beschrieben, um zu zeigen, dass spätestens in diesem Kapitel die Wissenschaft der Didaktik in ihren Streits um Identität vielleicht auch heute nicht als ganz autonom begriffen werden kann. Sie muss wohl bis zu einem gewissen Grad einen Realismus des fachlichen Gegenstandes mitgehen. Die übrigen Teile dieses Kapitels fokussieren nun aber wieder wissenschaftstheoretische Streits *innerhalb* der Didaktik.

2. 3. 3. 2 Erklärungen durch Design-Experimente: Prozessuale und manipulative Kausalität

Der erste Streit um Identität in den didaktischen Wissenschaften, der in diesem Kapitel behandelt werden soll, findet in der Semantik der Erklärung statt und setzt genau da an, wo das vorige Kapitel geendet hat. Es ist der Konflikt um das sogenannte Design-Based Research (DBR). Diese Forschung wurde in den USA ab ca. 2003 populär als Alternative und im Gegensatz zu den RCTs, die sich im Zuge des No Child Left Behind Acts verbreiteten. Neben den Forschern im Educational Research gibt es an Universitäten nach dem angloamerikanischen Muster auch eher fachlich und didaktisch orientierte Arbeitsbereiche, spezielle Lehrstühle für „Science Education“ oder aber Departments für „Teaching and Learning“, an denen Lehrerausbildung stattfindet. An solchen Departments, dem Peabody-Colleges der Vanderbilt-University und der Graduate School of Education in Berkeley, entstand das Design-Based Research. Aufbauend auf Ansätzen aus den 90er Jahren (Brown, 1992; A. Collins, 1990) wurde in einem Artikel im Educational Researcher in 2003 (Cobb et al., 2003) dieser Ansatz erstmals einem breiten Publikum vorgestellt. Cobb et al. führten DBR gerade als Alternative zu der experimentellen Forschung im Zuge des NCLB-Acts ein und postulierten einen anderen Zugang zur Semantik der Erklärung:

“this kind of research [RCTs and quasi-experimental studies in educational research, MB] leaves many questions unanswered about how any observed learning was caused by interactions between intervention and setting. To address these problems, we view educational interventions holistically - we see interventions as

enacted through the interactions between materials, teachers, and learners. Because the intervention as enacted is a product of the context in which it is implemented, the intervention is the outcome (or at least an outcome) in an important sense.“ (Cobb et al., 2003, p. 5)

Dieser Abschnitt macht schon den wissenschaftstheoretischen Streit hier deutlich. Das DBR fokussiert Wesley Salmons „How“-Fragen (s. Kap 2. 3. 2. 9) und die genaue Wirkweise im Feld ist nicht nur der Weg zu dem späteren Forschungsergebnis (z.B. in einem Testscore) sondern selber bereits das Ergebnis in Form eines „Designs“, das dann später wieder für Unterricht genutzt werden kann. Das Design ist dabei ein Unterrichtsmaterial oder eine Lehreinheit, die tatsächlich auch eine physische Materialität besitzt.

Aus der Perspektive der Analytischen Wissenschaftstheorie ist an dieser Stelle wichtig, dass mit dem DBR eine *andere Theorie der Kausalität* bedient wird, die für Vicos Wissenschaft wohl praxisleitender ist als die probabilistischen und kontrafaktischen Experimente im Educational Research. Man kann in der Analytischen Wissenschaftstheorie heute wesentlich fünf Standardtheorien der Kausalität unterscheiden (Beebe, Hitchcock, & Menzies, 2009; Hitchcock, 2008):

1. Regularitäts-Theorien: Hier steht etwas in einer Ursache-Wirkungs-Relation, wenn es öfters zusammen auftritt. Dieser Ansatz geht auf David Hume zurück. Ursachen gehen Wirkungen dabei immer in der Zeit voraus, so Hume. Diese Theorien erfassen aber meist nur eine Ursache, auch wo mehrere vorliegen (Psillos, 2009).
2. Probabilistische Theorien: Hier steigert eine Ursache nur die Wahrscheinlichkeit des Effekts. Diese haben besonders in der Quantenmechanik Erklärungspotential. Sie haben aber z.B. Probleme, tatsächliche Ursachen von bloßen Backups zu unterscheiden. Probabilistisch wären beide relevant (Williamson, 2009).
3. Kontrafaktische Theorien: Hier ist die Ursache eine *Conditio Sine Qua Non* für ihre Wirkung, in einer Welt in der es die Ursache nicht gibt, gibt es auch den Effekt nicht. Hier ist vor allem das Problem der sog. „Preemption“ (A löst B aus und C nicht, aber hätte A nicht B ausgelöst, hätte C B ausgelöst) und „Overdetermination“ (A und B zusammen lösen C aus und lösen sich nicht gegenseitig aus; A alleine löst aber auch C aus und B alleine auch C) (J. D. Collins et al., 2004; Lewis, 2000; Paul & Hall, 2013; Paul, 2009).
4. Kausalprozess-theorien: Diese Theorien, die wesentlich auf den im vorigen Kapitel bereits zitierten Wesley Salmon zurückgehen, nehmen an, dass spatiotemporal ausgedehnte Prozesse Wirkungen erzeugen und eben nicht nur einzelne Ursachen. Die Annahme einer „Chain of Causation“ an sich sei falsch. (Dowe, 1993, 2009).
5. Agency- und Interventionstheorien: Diese Theorien stellen menschliches Handeln in den Mittelpunkt. Die Ursache und Wirkungsrelation muss in gewisser Weise ausgelöst werden durch eine Aktion. (J. Woodward, 2009).

Während die Erklärungen in den RCTs des Educational Research Erklärungen nach den probabilistischen und kontrafaktischen Theorien der Kausalität liefern, so ist das

DBR eher auf Kausalprozess-theorien und auf Agency- und Interventionstheorien ausgelegt. Hiernach ist eine Ursache-Wirkungs-Relation im Unterrichtsgeschehen erst ein über einen ganzen Prozess ausgedehntes Gebilde. Die Effekte stellen sich nicht einfach so ein, sondern erst durch eine bestimmte Manipulation durch einen Lehrenden. Beides ist im Design aufgehoben.

Mit der sog. „Fachdidaktischen Entwicklungsforschung“ gibt es seit einiger Zeit auch in Deutschland eine neuere Forschungsrichtung, die sich als Design-Based Research (DBR) begreift (Prediger et al., 2012). In der Allgemeinen Erziehungswissenschaft gibt es erste Anknüpfungspunkte, die aus der Medienpädagogik entstanden sind (Reinmann & Sesink, 2011). Diese Forschung steckt in Deutschland noch in den Kinderschuhen. Die Idee ist aber Lehr-Lern-Prozesse auf bestimmte Art zu initiieren und dann quasi on-the-fly zu untersuchen und wieder zu verändern. Dabei entsteht immer ein Produkt, das sog. Design, das dann später wiederum als Lehrmaterial eingesetzt werden kann. Ein Beispiel, das auch an das TEEMSS Projekt und die Hattie-Diskussion der Computernutzung anschließt, ist das Design, das eine Gruppe um den Physikdidaktiker André Bresges jüngst vorgestellt hat (Bresges et al., 2013). Es verwendet Tablet-Computer zur Messung und Dokumentation beim offenen Experimentieren im Physikunterricht, z.B. zum Thema Auftrieb. Am Ende solcher Design-Forschung steht immer ein wieder nutzbarer Unterrichtsinhalt, der auf dem im Prozess durch Manipulation in iterativen Zyklen gewonnenen Erklärungswissen aufbaut:

„Das Ziel [eines DBR Entwicklungszyklus, MB] sind übertragbare Theorien, die zwischen Forschung und Praxis ausgetauscht werden. Diese Theorien werden je nach Autor als ‚Prototheorien‘ (Hoadley), ‚Mikrotheorien‘ (diSessa) oder ‚lokale Theorien‘ (Prediger et al.) bezeichnet und sollen sowohl Einsichten in die realen Lehr-Lernprozesse in Schulen ermöglichen, als auch Prognosen und echte Handlungsleitlinien für das Lehrpersonal vor Ort bieten.“ (Bresges et al., 2013, p. 1)

Eine solche in dieser Forschung ermittelte lokale Theorie ist zum Beispiel, dass durch das Tablet die Dokumentation von Experimenten im Video möglich ist und so nicht mehr im Protokollblatt von einzelnen Schülerinnen mit „schöner Handschrift“ durchgeführt werden muss. Die ganze Gruppe nimmt das Video auf. Gleichzeitig wird dann das Experiment so oft durchgeführt, bis die Schüler ein „schönes“ Ergebnis haben – ein eindeutiges physikalisches Phänomen auf dem Video. Die Videos wurden durch Bresges’ Gruppe dann in der nächsten Durchführung zum festen Teil des Designs der Unterrichtseinheit, das sich durch Anleitungen („Keynotes“) und Programme auf dem Tabletcomputer selber findet.

Dieses Beispiel zeigt schon, dass die so entstehenden Theorien sehr begrenzt sind, aber recht genau erklären können, wie („How“) der Einsatz von Computern im konkreten Unterricht vor sich geht. Angela O’Donnell fasst die Forschungsperspektive des DBR so zusammen:

“The call for design research, design-based research, or design experiments arose from the recognition of the complexity of classroom interventions and dissatisfaction with existing methodologies for exploring the outcomes from such interven-

tions. The goal of the proposed design research was to describe how interventions worked and was less about documenting that they worked.”(O'Donnell, 2004, p. 255)

Diese erklärende Forschung zu Prozessfragen schafft aber ihre eigenen wissenschaftstheoretischen und operativen Probleme. Die Vielzahl der verschiedenen Theorien im Feld der Naturwissenschaftsdidaktik, Psychologie, Erziehungswissenschaft etc. lässt weitgehend offen an welcher Theorie man gerade arbeitet. Die Ergebnisse sind nur selten wirklich überraschend. Die Vielfalt der Möglichkeiten, Instruktionen zu entwickeln und im Prozess zu verändern, sorgt dafür, dass es nicht ein Design-Based Research gibt, sondern so viele verschiedene wie Forscher (P. Bell, 2004). Es gibt hier Ansätze die mit Experimental- und Kontrollgruppe arbeiten, obwohl dies zumindest aufgrund der Kausaltheorie gar nicht nötig ist. Es gibt kaum methodische Standards. Mingfong et al. schlugen 2010 vor, zumindest den Designprozess im Vorfeld der Intervention zu dokumentieren:

„(1) conceptualizing theoretical constructs that informs learning, (2) reframing [...] domain knowledge, (3) transforming theoretical constructs as [...] design features and curricular activities, and (4) situating curricular design in local school culture.” (Mingfong, Yam, & Ming, 2010, p. 470)

Gleichzeitig wird im Design-Based-Research der Prozess der Forschung/Instruktion derzeit oft nur beschrieben, ohne dass wirklich Erklärungen gesucht werden. Diese Dokumentation ist eher wie ein Entwicklertagebuch oder das Protokoll eines Ingenieurs zu lesen, ohne dass die aufgrund der Kausaltheorie entscheidenden Momente – die Veränderung von kausalen Prozessen und die Manipulation der „Designs“ durch Lehrer und Schüler hinreichend in den Fokus geraten. Generell läuft DBR in iterativen Zyklen ab, so dass im nächsten Zyklus das entwickelte Produkt wieder verändert zum Einsatz kommt (Prediger et al., 2012), so können über Manipulationen die zwischen Ursache und Wirkung gefundenen Prozesse ausgelotet werden. Es ist noch weitgehend unklar, wie die Dokumentation dieses Feldprozesses aussehen sollte. Wie Anderson & Shattuck es ausdrücken, sollte eine „Rich Description“ des tatsächlichen Unterrichtsprozesses geliefert werden:

AT 16: Entwicklungsforschung ist spezifisch für die Didaktik. Ziel von Entwicklungsforschung in der Didaktik ist nicht die Produktion von Unterrichtsmaterialien, sondern die Verbesserung des Erklärungswissens zum Lehren und Lernen. Bei Didaktik kann Wissen aber auch in Materialien „eingeschrieben“ werden, insofern kann in der Didaktik am Material geforscht werden.

„Unlike quantitative studies, most DBR studies do not produce measureable effect sizes that demonstrate ‚what works.‘ However, they provide rich descriptions of the contexts in which the studies occurred, the challenges of implementation, the development processes involved in creating and administrating the interventions, and the design principles that emerged.”(T. Anderson & Shattuck, 2012, p. 22)

Diese Beschreibung kann ethnographisch sein und mit Audio- oder Videoaufzeichnungen arbeiten, sie muss in jedem Fall wohl die Sozialität der Situation berücksichtigen. Das frühe Design-Based Research hat sich noch sehr an Ingenieurwissenschaften orientiert und die Forschung mit Blick auf das technische Produkt dokumentiert: „modeled on the procedures of design sciences such as aeronautics and artificial intelligence“ (Brown, 1992, p. 141). Didaktik ist zwar wie eine Ingenieurwissenschaft eine Wissenschaft nach Vico, aber eine, die mit dem Lehren und Lernen ein essentiell soziales Produkt erzeugt. In diesem Sinne ist Design-Based Research als sozial eingebundene materiale Entwicklungswissenschaft tatsächlich ein Spezifikum der didaktischen Wissenschaften. Während es RCTs auch in der Psychologie gibt und Ethnographien auch in der Soziologie, sind kausalanalytische Entwicklungsexperimente ein wissenschaftliches Instrumentarium das tatsächlich *nur* die Didaktik verwendet.

2. 3. 3. 3 DBR als Möglichkeit des explorativen Experimentierens

Diese Forschung hat den Vorteil, dass sie neben theoriegeleitetem Vorgehen auch explorativ experimentieren kann. Diese Unterscheidung zwischen theoriegeleitetem und explorativem Experiment wurde in der Analytischen Wissenschaftstheorie in 1997 unabhängig voneinander durch Friedrich Steinle und Richard Burian vor dem Hintergrund von Fällen aus der Geschichte der Physik und Biologie getroffen (Burian, 1997; Steinle, 1997, vgl. auch 2005). Andy DiSessa, von dem auch das Beispiel aus der Frühgeschichte der Virologie in Kapitel 2. 3. 2. 8 stammte, hat selber auch DBR-Forschung betrieben. Aus seiner eigenen Forschung gibt es ein schönes Beispiel für einen explorativen DBR-Prozess. In diesem Prozess ging es darum herauszufinden wie Schüler selber sog. Metarepräsentationen, Präkonzepte von Graphen, Diagrammen etc. bilden. DiSessa und sein aus Lehrern und Forschern bestehendes Team untersuchten das bei einer Gruppe von acht Sechstklässlern. Diese Forschungen zogen sich über mehrere Tage; das ursprüngliche Design bestand lediglich aus dieser Szene:

“A motorist is speeding across the desert, and he's very thirsty. When he sees a cactus, he stops short to get a drink from it. Then he gets back in his car and drives slowly away.”(A. A. DiSessa, Hammer, Sherin, & Kolpakowski, 1991)

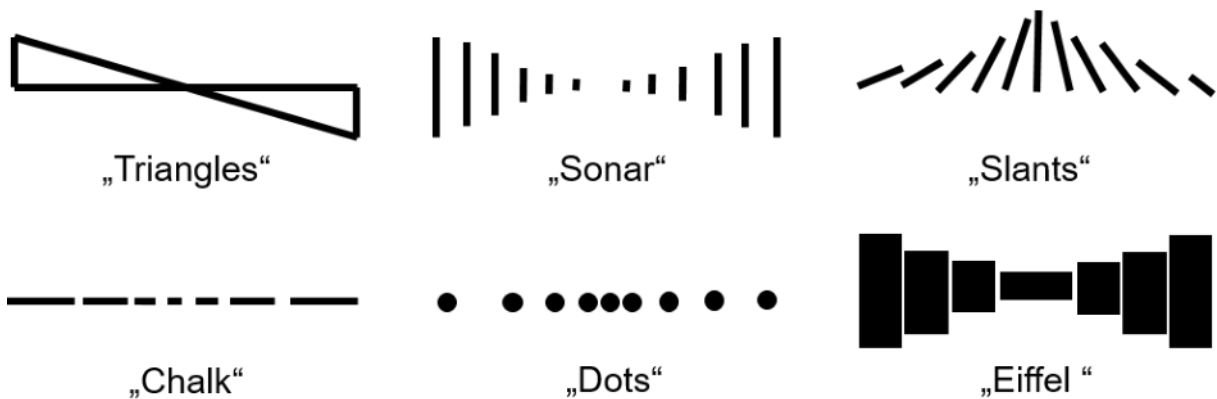
Vorher hatten die Schüler wohl einmal im Unterricht gelernt, dass Kakteen Wasser enthalten und dass man dieses auch trinken kann. Die Aufgabe war dann „Motion Pictures“ der Bewegung zu zeichnen mit der der Autofahrer erst beim Kaktus hält und dann langsam wieder losfährt. Abbildung 8 zeigt den Verlauf der folgenden Stunden und die lehrend-forschenden Intervention der Klassenlehrerin Tina Kolpakowski in Absprache mit DiSessa. Im Prozess werden viele rudimentäre Repräsentationen entwickelt, die teils an Vektoren oder Graphen erinnern (vgl. A. A. DiSessa, 2006). Ab Tag 3 wird die Repräsentation durch die geneigten Stäbchen (Slants) durch die Schüler selbst aneinandergelegt und in Graphenform gebracht. Die Hoffnung eines solchen DBR-Zyklus ist es natürlich, dies dann wieder in ein Unterrichtsdesign zu bringen, das einen stärker an den Kognitionen der Schüler orientierten Weg der Einführung von Metarepräsentationen wie z.B. Graphen der Bewegung zeigt und für Lehrer nutzbar macht.

Forschungen wie die von Andy DiSessa sind rar. Das Design-Based Research arbeitet heute in der Regel noch mit anfänglicher „Bastlerfreude“ an ihrem Produkt, eben dem Medium, dem Design der Intervention oder Instruktion, und nicht an der Theorie – sei es theoriegeleitet oder explorativ. Möglicherweise ist die Entwicklungshemmung des Design-Based Research auch darauf zurückzuführen, dass der Blick der Forschung noch zu wenig auf den Theorieelementen liegt, die die Science Education mittlerweile selbst produziert hat. Ich habe den Eindruck, dass die Theorien im Feld kaum den Forschern selbst bekannt sind. Unklar bleibt weiterhin, ob und wenn ja, wie sich diese Forschung neben dem Beschreibungswissen der Didaktik in Surveys etablieren kann. Der bisherige Eindruck ist eher, dass Entwicklungsforschung und die Empirische Bildungsforschung zur Steuerung des Bildungssystems aneinander vorbei arbeiten (Labudde & Möller, 2012).

(1)



(2)



(3)

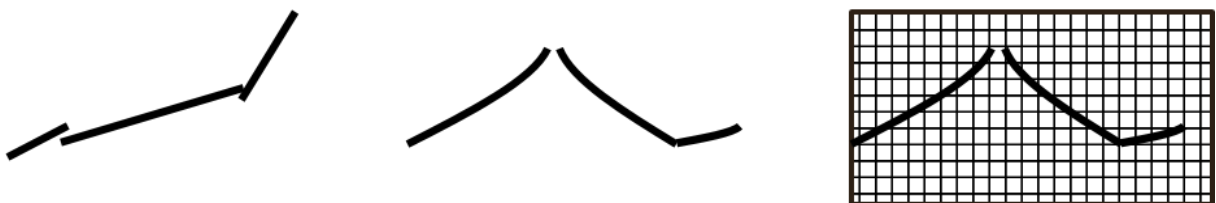


Abbildung 8: Die Erfindung von Graphen als Beispiel für einen DBR-Forschungsprozess im Klassenzimmer. Noch bei den Vorbetrachtungen malt die Schülerin Julie die Bewegungsdarstellung (1). In der Folge erfinden die Kinder eine Reihe unterschiedlicher Darstellungsweisen (2). Durch Verbinden der „Slants“ „erfindet“ Schüler Mitchell schließlich Graphen (3). Der Zeit-Geschwindigkeits-Graph ist letztlich noch invertiert: In einem weiteren DBR-Zyklus könnte es darum gehen, eine Variante zu finden, mit der dies nicht passiert – gut geeignet scheint mir hierzu „Sonar“ oder „Eiffel“. Eigener Nachbau in Ausschnitten der Darstellungen von DiSessa et al. (A. A. DiSessa et al., 1991, p. 126).

2. 3. 3. 4 Die Differenz zwischen beschreibender empirischer Forschung in Surveys und erklärender Forschung im DBR: Die Schecker-Fischer Debatte

Die Unterschiede zwischen fachbezogener Empirischer Bildungsforschung und fachdidaktischer Entwicklungsforschung wurden 2009 in einer Richtungsdebatte der deutschen Forschung zwischen Horst Schecker und Hans Fischer diskutiert. Schecker begreift sich dabei eher als Fachdidaktiker. Er arbeitet an der Universität Bremen z.B. auch an der Aufgabenkultur in der Physik. Hans Fischer sieht sich in diesem Gespräch eher als empirischer Bildungsforscher, er leitete die Forschergruppe nwu-essen, die, wie ja schon beschrieben, einen großen Anteil an der Kultur der Surveys in der fachdidaktischen Forschung hatte:

Schecker: „Nun zum Kerngeschäft der Fachdidaktik und zum Stichwort Design Studien. Es geht hier natürlich nicht um ‚aus der Praxis – für die Praxis‘. Wir beide vertreten eine empirisch fundierte Unterrichtsforschung. Best-Practice-Design-Studien müssen den vorliegenden fachdidaktischen Erkenntnisstand auswerten, um in Verbindung sachstruktureller, unterrichtsmethodischer und medialer Komponenten zu Unterrichtsgängen zu gelangen, die in längeren Unterrichtsstudien kriterienorientiert evaluiert werden können. Die Betonung liegt auf längeren Interventionen. Man wird dann, anders als bei Mikro-Laborstudien, nicht genau wissen, welche Variablen in welchem Zusammenwirken zum Erfolg (oder Misserfolg) geführt haben. Dennoch: Wir brauchen in der Praxis belastbar wirksame Unterrichtsgänge, um Lehrpersonen Angebote machen zu können. Wir können damit nicht warten, bis allgemeine Kompetenzmodelle und Wirkungszusammenhänge abschließend erforscht sind – so weit das überhaupt gelingen wird.“ (H. E. Fischer & Schecker, 2009, p. 352)

Fischer: „Ich stimme deiner Forderung nach Interventionsstudien zu (wir bemühen uns, solche Studien durchzuführen). [...] Außerdem geht es in keiner Untersuchung darum, irgendetwas ‚abschließend zu erforschen‘ und dann erst mit der Umsetzung in die Praxis zu beginnen. Abschließendes Erforschen geht grundsätzlich nicht, und jede Untersuchung lässt, ist sie den Regeln der Kunst entsprechend durchgeführt, Schlüsse auf unterrichtliche Praxis zu, mal mehr, mal weniger. Allerdings benötigen wir Untersuchungen zu Teilmodellen, z.B. zu Kompetenz und Kompetenzentwicklung, und zu Wirkungszusammenhängen, z.B. darüber, wie Lehrerfortbildung auf Lernprozesse wirkt, um belastbare didaktische Modelle zu erstellen.“ (H. E. Fischer & Schecker, 2009, p. 354)

Schon aus diesem kurzen Auszug des Briefwechsels der beiden, der in der Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften(ZfDN) abgedruckt wurde, kann man zwei Dinge sehen, die für das Weitere von Bedeutung sind. Erstens wird unter „Wirkungsforschung“ tatsächlich etwas anderes verstanden, das zentral für „das Kerngeschäft der Fachdidaktik“ und „didaktische Modelle“ sein soll: DBR auf der einen Seite, Interventionsstudien, also RCTs, auf der anderen. Zweitens, den von Fischer zitierten „vorliegenden fachdidaktischen Erkenntnisstand“ gab es in 2009 noch nicht, für Fischer war er ein Projekt im Werden. So waren die damaligen „Kompetenzmodelle“ tat-

sächlich noch vergleichsweise wenig elaboriert und die zentralen „Wirkungszusammenhänge“, also die What-Works-Forschung, nicht wirklich gut dokumentiert. Erst heute ist das Vorhaben, den „Erkenntnisstand“ der Science Education zusammenzufassen, überhaupt erst möglich. Umso dringlicher scheint mir aber diese Arbeit, besonders im Hinblick auf die Entwicklungsblockade der fachdidaktischen Forschung im DBR. Das wird das zentrale Anliegen des Kapitels 3 meiner Arbeit hier sein, in dem die Science Education nach ihren zentralen Theorien aufgeschlüsselt wird (vgl. hierzu die Liste von Science Education „Themen“ bei Duit, 2007, p. 86; Labudde & Möller, 2012). Vorab sei hier schon erwähnt, dass diese Theorien ebenfalls *Erklärungen* sind, die in Experimenten gefunden wurden. Anders aber als das DBR war diese Forschung nicht auf die Entwicklung von Unterrichtsmaterial ausgelegt, auch wenn teils dabei Materialien und Unterrichtsdiseins wie die VNOS-Tests (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002) in Nature of Science oder die Konzeptwechsel in der Conceptual Change Theorie (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982) entstanden sind. Diese Forschungen beruhen auf kleinskaliger, explorativer, experimenteller Forschung in der Science Education und der angrenzenden Learning Science und nicht auf RCTs. Sie wurden mit Hilfe von prozessuraler und interventionaler Kausalität gefunden, nicht mit probabilistischer oder kontrafaktualer Kausalität.

2. 3. 3. 5 Zur generellen Struktur des Feldes der Science Education: Grenzen zur Learning Science, interne Ontologie des Faches und Möglichkeiten der Übertragung auf andere Fachdidaktiken

Wie arbeitet die Didaktik der Naturwissenschaften? Als gemeinsamer Nenner wird innerhalb fachbezogener Empirischer Bildungsforschung immer nur ein grobes Verständnis von „theoriegeleiteter Empirie“ und „empiriegeleiteter Theorie“ angeben, wie er auch am Anfang allgemeiner Empirischer Bildungsforschung stand (E Klieme, 2006; Labudde & Möller, 2012; Prenzel, 2006). Tatsächlich findet man im Feld weder eine einzige Forschungsmethode, noch eine einheitliche Theorie. Das gilt auch für das übergreifende Forschungsprogramm, die internationale Science Education, an der sich die deutsche Forschung mittlerweile stark beteiligt. Das seit etwa 50 Jahren nun existierende Feld der Science Education wird eher zusammengehalten durch das gemeinsame Studienobjekt und den sozialen Zusammenhalt der Community, wobei die unterschiedlichsten Einflüsse dazu führen, dass die Science Education nur einen sehr geringen Grad an epistemischer Geschlossenheit aufweist. So sahen Abell und Lederman 2007 das Ziel ihres „Handbook of Research on Science Education“ gar nicht in der Etablierung eines Forschungsprofils, sondern in der bloßen thematischen Verknüpfung der Literatur, was interessanterweise auch als ein besonders „naturwissenschaftliches“ Ziel dargestellt wurde:

„Like the sciences, our questions are partly shaped by the society in which we live and partly by the research community in which we work. Research in science is guided by and builds upon prior research. However, in the science education community, researchers are often opportunistic, studying what is convenient to them rather than building on previous investigations. We believe that a handbook

of research in a discipline such as science education provides a foundation upon which future research can be built." (Sandra K Abell & Lederman, 2007, p. ix)

Auch in Frasers, Tobins und McRobbies "Second International Handbook of Science Education" werden nur „Felder“ aufgeführt, die teils bestimmte Kontexte darstellen wie „Urban Education“, teils Gegenstände der Didaktik wie „Learning“ und teils bestimmte Aufgaben wie „Teacher Development“. Der Teil „Research Methods“ am Ende des 1500 Seiten starken doppelbändigen Werkes umfasst nur knapp 50 Seiten (Fraser, Tobin, & McRobbie, 2012). Das ist ein großer Unterschied verglichen z.B. mit dem von Irving Weiner herausgegebenen zwölfbändigen „Handbook of Psychology“, das nach Unterdisziplinen wie „Clinical Psychology“ strukturiert ist und eingeleitet wird von zwei Bänden, „History“ und „Research Methods“:

"Two unifying threads run through the science of behavior. The first is a common history rooted in conceptual and empirical approaches to understanding the nature of behavior. The specific histories of all specialty areas in psychology trace their origins to the formulations of the classical philosophers and the early experimentalists [...] The second unifying thread in psychology is a commitment to the development and utilization of research methods suitable for collecting and analyzing behavioral data." (Weiner, 2013, p. xvii)

Vor diesem Hintergrund lässt sich fragen, ob die allseits geteilte Begeisterung für die empirisch forschende Fachdidaktik nicht zu voreilig ist, wenn ihr Methoden und disziplinärer Zusammenhalt derart stark fehlen. Spätestens seit Mitte der 00er Jahre orientiert sich die empirisch forschende Fachdidaktik aber auch in Deutschland zuneh-

AT 17: Didaktik ist immer das Lehren und Lernen von *etwas*. Dieses *etwas* muss man sich vorstellen können, sonst kann es weder gelehrt oder gelernt werden.

mend an der Psychologie und das Forschungsfeld geht mittlerweile fast nahtlos ineinander über (z.B. H. E. Fischer, 2005; H. E. Fischer et al., 2003). Die englischsprachige Science Education ist schon lang mit der psychologisch orientierten Learning Science verbunden (K. R. Sawyer, 2006). Diese Verschwisterung mit dem Feld der Psychologie führte dazu, dass ein sehr viel klareres Forschungsprofil entwickelt wurde, aber auch zu einem psychologischen Überhang. Insbesondere soziologische Forschungen sind so im Feld eher wenig präsent. Wenn man heute von der deutschen „Fachdidaktik“ spricht, muss man auch die Pädagogische Psychologie betrachten; wenn man von der „Science Education“ spricht, muss man auch Teile der Learning Science nennen. Das Feld wird hier im Folgenden aber grundsätzlich von der Seite der empirisch forschenden Fachdidaktik betrachtet und nicht von der Seite der Psychologie, weil ein für Didaktik unabsehbarer Vorteil nur so gegeben ist, nämlich das „Beef“, von dem Terhart schon im Zuge der Hattie-Debatte gesprochen hat: der fachliche Inhalt (Terhart, 2011a). Das klassische Didaktische Dreieck ist erst mit dieser Seite vollständig und der fachliche Ansatz bietet in diesem Fall hier einen entscheidenden Vorteil. Wie eingangs schon bemerkt, wissen wir über die Naturwissenschaft wissenschaftstheoretisch so viel, wie über keine andere Gruppe von Wissenschaften. Es ist für eine erste wissenschaftstheoretische Bestim-

mung von didaktischer Arbeit hilfreich, wenn man sich z.B. Lernen nicht als gegenstandslosen Prozess, sondern anhand von Dingen vorstellen kann. Der Gegenstand der Naturwissenschaft und somit auch aller Inhalte der Science Education ist von stark materieller Natur – selbst wenn die Natur nicht an allen Stellen so aufgebaut ist. In den Physikalismusdebatten in der Philosophie des Geistes und bei den Problemen materieller Konstitution in der Metaphysik wurde dieser Punkt immer an einer naturwissenschaftlichen Weltsicht kritisiert (vgl. Rea, 1997; Stoljar, 2010). J.L. Austin nannte die physikalistische Weltsicht einmal „Medium-Sized Dry Goods“: mittelgroße Trockengüter. Nach Austin beruht die Alltagsvorstellung der Welt auf einer solchen Objektvorstellung, daher sei das kognitive System hierauf eingestellt und auch die Naturwissenschaft könne selbst da, wo es Quanten, Wahrscheinlichkeiten und Wechselwirkungen in der Physik gibt, sich diese nicht anders vorstellen als so (J. Butterfield, 2005). Jeremy Butterfield bezeichnet diese Denkweise mit dem mathematischen Begriff der „Symplektischen Reduktion“ und sieht sie als ein Haupt-Charakteristikum – und philosophisches Problem – der klassischen Mechanik:

„The strategy of simplifying a mechanical problem by exploiting a symmetry so as to reduce the number of variables is one of classical mechanics' grand themes. It is theoretically deep, practically important, and recurrent in the history of the subject.“ (J. Butterfield, 2007, p. 4)

Was philosophisch problematisch ist, macht Didaktik an dieser Stelle aber einfacher! In der Science Education hat man erstaunlich konkrete Vorstellungen von dem, was gelehrt und gelernt wird. In der Fachwissenschaft gibt es weitgehenden Konsens über die Gebiete der Schulinhalte. Das Fach ist kulturell heute – auch wegen der Disseminationsprozesse mit denen sich die Inhalte der Large Scale Assessments in den Curricula weltweit durchgesetzt haben – sehr homogen. Ansonsten bietet wohl nur noch die Mathematikdidaktik so einen eindeutigen, konsensualen Inhalt. Der Gegenstand dieser Didaktik ist aber formaler und nicht materialer Natur. Dadurch bieten die Science Education und die in ihnen stattfindende Forschung auch Ansatzpunkte für Übertragungen in andere Fachdidaktiken, die ebenfalls einen festen Gegenstand haben.

2. 3. 3. 6 Der Aufbau von fachlichen Erklärungen: Didaktische Theorien mittlerer Reichweite in der Science Education und die Suche nach Mechanismen

Der Theoriemodus der empirischen Forschung in der Science Education lässt sich am ehesten mit Robert K. Mertons Terminus der „Theories of the Middle Range“ beschreiben (Merton, 1968). Merton geht von einem Primat der Empirie aus, an ihrem Anfang steht nicht einmal eine Hypothese, sondern, wie es im Englischen so treffend heißt: an educated guess. Der zweite Schritt ist dann eine Empirie in Form experimenteller Settings. Erst im dritten Schritt macht Merton sich die Kontrafaktizität von Theorie als Konsolidierung des sonst segregierten empirischen Materials zu Nutze. Der entscheidende Unterschied ist aber gar nicht diese Empirienähe. Theorien mittlerer Reichweite funktionieren tatsächlich anders als eine „Grand Theory“ oder ein „Sys-

tem of Sociological Theory" (Merton, 1968, p. 43). So ist die Übersetzung „Theorien mittlerer Reichweite“ unglücklich, weil die Reichweite hier gar nicht entscheidend ist. Mertons Entdeckung war viel mehr ein gänzlich neuer Theorietypus in der „Middle Range“. Die „Middle Range Theories“ gelten dabei in allen soziologischen Größenordnungen. Sie vermitteln also nicht zwischen den Betrachtungsebenen der Soziologie, sondern gelten für Individuen wie für Gesellschaften (Ylikoski, 2012). Auf die Didaktik übertragen kann man sagen, das was für einen Lehrer, seinen Schüler und ihren Gegenstand auf der kleinsten didaktischen Ebene an „Middle Range Theory“ gilt, das gilt auch für die Planung des Lehrens und Lernens auf der Ebene politischer Agenda für das gesamte Schulsystem. In der Wissenschaftstheorie wird daher auch nicht Mertons klassischer Begriff verwendet, sondern der von Merton nur an wenigen Stellen verwendete Begriff des sozialen Mechanismus, der den Unterschied zu bisheriger Theoriebildung in der Soziologie herausstreicht (Hedström & Swedberg, 1998; Kincaid, 2008a; Ylikoski, 2012). Ziel der Mertonschen Theorien ist also die Herausstellung sozialer Mechanismen. Der Unterschied zwischen umfassenden Theorien und einer bloß mechanistischen Sicht wird wieder ganz gut in einem Vergleich mit der Naturwissenschaft deutlich. Raymond Boudon vertrat die Position, dass sämtliche wirklich ernstzunehmende wissenschaftliche Theoriebildung, auch die in der Naturwissenschaft, als „Middle Range Theory“ abläuft (Boudon, 1991). Der Theorietypus ist zumindest eine solide Beschreibung der Arbeit in der Experimentalphysik und Merton schöpfte seinen neuen Theorietypus tatsächlich aus seinen Arbeiten als Historiker der Naturwissenschaft (z.B. Merton, 1970). So ist ein Beispiel einer „Middle Range Theory“ in *Social Theory and Social Structure* die theoretische Beschreibung des magnetischen Effekts des Erdkerns durch William Gilbert um 1600 (Merton, 1968, p. 40f). Gilberts Theorie war keine Großtheorie des Magnetismus, wie sie später James Clerk Maxwell vorlegte. Er wollte einzig einen *begrenzten Effekt* erklären und nicht die ganze physikalische Welt (W. Gilbert, 1900). Seine Ausgangsfrage war: Warum bewegt

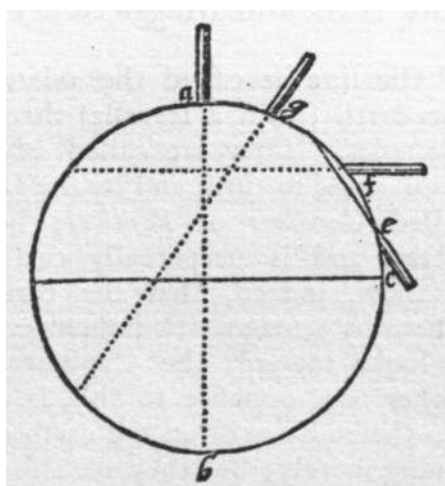


Abbildung 9: Mechanismus der Inklination nach William Gilbert. (W. Gilbert, 1900, p. 82). Grafische Darstellung durch Gilbert. Werk verfügbar über das Project Gutenberg. Vom Urheberrecht in Deutschland befreit nach §65 UrhG.

sich die Nadel eines Kompasses? Vor Gilbert gab es schon andere mechanistische Erklärungen dieses Effekts, zum Beispiel die Theorie, dass der Polarstern das Magnetfeld verursacht. Damit konnte aber die Inklination nicht erklärt werden, also die Neigung des Magnetfelds zur Erde hin, die stärker wird, je weiter man Richtung der Pole gelangt. Gilberts Darstellung der Inklination ist in Abbildung 9 zu sehen. Gilbert hatte aufgrund seiner Kenntnisse der kopernikanischen Beschreibung der Himmelsmechanik eine vage Idee, dass die Drehbewegung der Erde möglicherweise auch Teil des Mechanismus sein könnte. Hieraus konstruierte er ein handgroßes Modell der Erde, der Art wie sie im Barockzeitalter unter dem Namen „Terrella“ bekannt waren. Gilberts Terrella besaß von Pol zu Pol einen Stabmagneten, mit dem er den Effekt nachstellen konnte und so den Mechanismus plausibel machte. Man beachte,

dass dies eine sehr einfache Version des heutigen Mechanismus der Entstehung des Erdmagnetismus ist, der auch die Erdrotation um die Achse über die Corioliskraft und die hierdurch entstehenden Konvektionsströmungen des flüssigen Erdinneren, die dann als Geodynamo funktionieren, letztlich mit der Orientierung des Magnetfeldes verbindet. Die Forschungen von Gilbert zeigen also nur einen sehr begrenzten Mechanismus, von dem er aber anahm, dass er in der Erde verborgen lag. Wie in dem Beispiel mit Gilberts Terrella sind wissenschaftlich interessante Mechanismen nach Mertons Theorie vorher stets verborgen und liegen nicht an der Oberfläche.

Für die theoretische Arbeitsweise der Science Education ist wichtig, dass Mechanismik à la Merton, auch die heute in der Wissenschaftstheorie gängige Beschreibung der theoretischen Arbeitsweise der Psychologie, insbesondere der Kognitionspsychologie ist (Samuels, 2008; Wright & Bechtel, 2007). Richard Samuels, ein Spezialist für die Wissenschaftstheorie der Psychologie, beschreibt die Arbeitsweise der Kognitionspsychologie so:

„one widespread commitment is that the mind is a *mechanism* of some sort: roughly, a physical device composable into functionally specifiable subparts. On this assumption, a central task for psychology is to characterize the nature of that mechanism: its basic operations, component parts, and development.“ (Samuels, 2008, p. 583)

Eine solche Sicht ist heute auch in der Wissenschaftstheorie der Sozialwissenschaften ein weit verbreitetes Verständnis der theoretischen Arbeitsweise (Hedström & Ylikoski, 2010; Kincaid, 2008a; Ylikoski, 2012). Die einzige Ausnahme ist hier wohl die deutsche Soziologie, in der das Bild einer multiparadigmatischen Wissenschaft der Großtheorien vorherrscht (Kneer & Schroer, 2013). „Theories of the Middle Range“ sind als Theoriemodus durch die Bezugswissenschaften induziert und durch diesen Theoriemodus wird der Graben zwischen „naturwissenschaftlicher“ psychologischer Perspektive und „geisteswissenschaftlicher“ soziologischer Perspektiv überbrückt. Die Mechanismen, die Merton selber in seiner soziologischen Forschung herausgestellt hat, waren tatsächlich immer zwischen Psychologie und Soziologie verortet.

Wie die psychosozialen Mechanismen in der „Middle Range“ funktionieren, wird am besten an Beispielen klar. In Mertons Klassiker *Social Theory and Social Structure* ist das erste Beispiel eines Mechanismus die „Theorie relativer Deprivation“ von Hyman und Stouffer (Merton, 1968, p. 40). Katastrophenopfer vergleichen ihre eigene Situation mit signifikanten Anderen. Haben diese noch mehr verloren als man selber, werden auch objektiv hohe Verluste als gering eingeschätzt. So sind gerade in den Kerngebieten von Katastrophen die Menschen oft positiver gestimmt und eher bereit anderen zu helfen als an deren Rand. Andere bekannte soziale Mechanismen, die Merton und die Columbia School fanden, sind der „Matthäus-Effekt“, wodurch man eher gewillt ist, Reichen etwas zu geben als Armen. Dies tritt z.B. auch bei der Verleihung wissenschaftlicher Preise auf. Der bekannteste Mertonsche Mechanismus ist aber die schon in den Alltagssprachgebrauch eingegangene „selbsterfüllende Prophezeiung“, nach der soziale Akteure bei Erwartung eines bestimmten Verhaltens ei-

nes anderen Akteurs dieses Verhalten unbewusst aktiv herbeiführen. Der Brückenschlag zwischen Soziologie und Psychologie ist schon an diesen Beispielen gut sichtbar.

Mertons Theorie der Mechanismen in der „Middle Range“ waren das Gegenprogramm zu Talcott Parsons Handlungstheorie (Merton, 1945, 1948; Parsons, 1945, 1948). Obwohl beide später in der Geschichte der Soziologie unter den Sammelbegriff „Funktionalismus“ gefasst wurden, ist der Unterschied der beiden Theorien wichtig für den Theoriemodus der Science Education (vgl. Holmwood, 2005). Parsons „Grand Theory“ stellt ein ganzes System funktional dar. Mertons Mechanismen hingegen sind wie ein Argument gegen die Möglichkeit einer systematischen Gesamterklärung: Jede systematische Theorie auf der Makroebene muss fehlgehen, weil es auf der Mikroebene im System verborgene Mechanismen gibt, die wenig intuitiv sind und nicht in das System passen.

Was als Gegenargument in der Theoriegenese begann, wurde durch den Überraschungseffekt der „Middle Range Theories“ zum großen Erfolgsfaktor dieser Theorieform. Merton hatte immer wieder herausgestellt, wie „unimpressive“ Parsons funktionalistische Vorhersagen sind. Parsons Funktionalismus ist schlicht langweilig. Eine Aussage, die sicher auch auf viele Generalschemata gelingenden Unterrichts heute zutrifft. Wenig Überraschendes bieten die Modelle und Theorien der Allgemeinen Didaktik und auch die Erkenntnisse der Wirkungsforschung in RCTs waren insgesamt kaum spektakulär, bis auf die wenigen Punkte, in denen sie wie die Hattie-Studie gegenwärtige Moden und Ideologien angreifen konnten (vgl. Kap. 2. 3. 2. 6). Die kognitiv-sozialen Mechanismen, die durch die empirische Forschung in der Science Education und ihren Bezugsdisziplinen gefunden wurden, führen aber zu tatsächlich überraschenden Ergebnissen. Hier schon einmal ein Vorgriff auf Kapitel 3:

- Schüler sind vor dem Unterricht kein leeres Blatt, sondern haben immer bereits obskure Präkonzepte, die den in der Wissenschaftsgeschichte überholten Theorien wie Phlogiston, Impetus usw. ähneln. Man kann sie durch eine Revolution wie in Kuhns Theorie wissenschaftlicher Revolutionen verändern (Posner et al., 1982).
- Kognitionen finden nicht nur in Sprache statt, sondern auch in Modellen, mit denen man im Geist operiert, wenn man sich naturwissenschaftliche Phänomene vorstellt. Diese Modelle kann man nachbauen, um anderen wiederum die gleiche Vorstellung zu zeigen (J. K. Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998a).
- Interesse an der Naturwissenschaft kann in bestimmten Situationen erzeugt und dann langfristig aufrecht erhalten werden, so dass Interesse schließlich zum eigenen Antrieb wird (Hidi & Renninger, 2006).
- Naturwissenschaftliche Bildung findet nicht von jetzt auf gleich statt und auch nicht in Form von kontinuierlich anwachsenden Fähigkeiten, sondern auf Stufen und auf unterschiedlichen gangbaren Wegen in Lernprogressionen von einem Ausgangspunkt zu einem Ziel (Duschl, Maeng, & Sezen, 2011).
- Naturwissenschaft ist nicht etwas, das Forscher in Laboren betreiben, sondern eine Welt, die uns im Alltag ständig umgibt und mit der man umgehen muss (Aikenhead, 2003).

- Die Vorstellungen über Naturwissenschaft beeinflussen den Umgang mit ihr im Alltag; naive Sichtweisen überschätzen Naturwissenschaft und Technik und führen zu gesellschaftlich gefährlichen Konsequenzen (Abd-El-Khalick, 2011a).

Das Herausstellen solcher Mechanismen ist letztlich das Ziel didaktischer Forschung in der Science Education. Sie erklären das Lehren und Lernen, aber haben nur Aussagen von mittlerer Reichweite. Schon Merton ging dabei davon aus, dass die Mechanismen nicht unberührt voneinander existieren. Tatsächlich zieht ein interessanter Mechanismus Forscher an, in seinem Umfeld weiter zu forschen. Dass manche Mechanismen dabei sogar widersprüchlich sind, sei dabei notwendige Bedingung der Konsolidierung in Theorie und kein Fehler der Empirie. Merton ging davon aus, dass durch Debatten und zusätzliche Empirie sich letztlich auf dem Weg der Akkumulation von Mechanismen ein konklu-
dentes System bilden wird, das nicht mehr so viel trennt von der Vollständigkeit einer Parsons-schen „Grand Theory“ (Merton, 1968). Man hätte zusammengesetzt aus lauter kleinen sozialen Mechanismen dann eine Großtheorie zweiter Ordnung quer zur Beschreibungsebene der „Grand Theories“ und ohne deren große Symmetrien.

AT 18: Ziel didaktischer Theorie à la Merton ist die Erklärung der verborgenen Mechanismen des Lehrens und Lernens.

2. 3. 3. 7 Vorschau: Die Analyse der Science Education in Kapitel 3 und mögliche Einwände aus der Science Education selber

Vor dem Hintergrund der fehlenden Ansatzpunkte für Arbeit an Theorie im Design-Based Research und vor dem Problem des selbst für die Forscher in der Science Education nicht immer klaren Systems der eigenen Forschung wäre solch eine Systematik der Science Education hilfreich. Das ist das Ziel der Suche und Analyse in Kapitel 3. Möglicherweise ist in der Science Education bereits ausreichend Forschung in der mittleren Reichweite gegeben für Mertons Gesamtkonstrukt zentraler Mechanismen. Diese Akkumulation von Theorien werde ich in Ermangelung einer gängigen Bezeichnung für ein solches Konstrukt in der Analytischen Wissenschaftstheorie einen „Theory Compound“ nennen. „Compound“ meint einerseits in der Chemie einen zusammengesetzten Werkstoff, also in gewisser Weise eine Konstruktion, die aber nicht beliebig ist und auf natürliche Art zusammenhängt. In der Architektur meint „Compound“ ein Gebäude, das aus unterschiedlichen Teilen besteht, die aber Querverbindungen haben. In Kapitel 3 wird damit auch bedingt an den Mechanismen der Science Education weitergearbeitet, indem geprüft wird, ob es einen Weg gibt, die einzelnen Mechanismen so anzuordnen, dass Lehrerinnen und Lehrer auch hier wie in der Allgemeinen Didaktik wieder mit einem Gesamtbild umgehen können. An dieser Stelle möchte ich vorab schon einmal einige mögliche Einwände gegen dieses Vorhaben diskutieren.

Erstens herrscht auch in der Science Education eine epistemologische Strömung, die Denis Phillips „Post-Positivismus“ nennt (D. C. Phillips & Burbules, 2000) und Joel Isaac „Working Knowledge“ (Isaac, 2012). Dieser Begriff entstammt den Humanwissenschaften in Harvard in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, wo Thomas Kuhn, James Bry-

ant Conant, Robert K. Merton, W.V. Quine, B.F. Skinner und Talcott Parsons agierten. Er ist damals in einer Zeit der Emanzipation der Sozialwissenschaften von den harten Naturwissenschaften entstanden. Um zu zeigen, dass auch die Sozialwissenschaften Wissenschaftscharakter haben, wurde hier demonstriert, dass jede Art von Wissen,

AT 19: Es gibt eine Komplexitätsbremse didaktischer Forschung. Didaktik muss immer noch von Lehrern verstanden werden können. Didaktische Wissenschaft kann also nicht endlos kompliziert werden.

auch das der Naturwissenschaft, in gewisser Weise gemacht wird. Theorien bilden diese Arbeit ab und nicht die Natur. Wie ist aber eine Ordnung oder ein System überhaupt möglich, die die Struktur von etwas beschreibt, das sich ständig und so schnell verändert wie die Wissenschaft? Damit würden die Fehler des deutschen Systemdenkens bei Hegel, Leibniz u.a. wiederholt werden, die der Pragmatismus bereits überwunden

habe, so eine mögliche Kritik. Die Erwiderung: Ordnen ist keine übergreifende oder finale Aufgabe der Wissenschaft, sondern ein im Prozess der Wissenschaft ständig betriebene Operation, die weder ein Gebiet abschließt noch eine neues aufspannt wie es die Lehrbücher neuer Forschungsgebiete etwa Franklins „Electricity“ oder Lyells „Geology“ getan haben (T. S. Kuhn, 1976, p. 25). Hoyningen-Huene bezeichnet diesen ständigen Ordnungsprozess der Wissenschaft als „Epistemic Connectedness“ (Hoyningen-Huene, 2013, p. 113). Das wohl klassische Beispiel ist die Ordnung, die mit Carl von Linné in die Botanik eingegangen ist. Diese Ordnung beruhte auf experimenteller Forschung in den botanischen Gärten, sie war ebenfalls „Working Knowledge“ und Linné hat sich dafür nicht einfach nur die Pflanzen in der Natur angeschaut, sondern die Symmetrien zwischen ihnen, insbesondere die Funktion ihrer Fortpflanzung (Müller-Wille, 1999). Auch dieses System ist bis heute offen für neue Entwicklungen und die Pflanzenwelt verändert sich durch die Evolution und die Entwicklung der evolutionären Forschung ständig weiter, was an der Nützlichkeit der Ordnung nichts ändert. Der Hang zur Systematisierung und Ordnung in der Didaktik entspringt sicherlich eher einer deutschen Forschungstradition (vgl. Westbury, Hopmann, & Riquarts, 2000). Sie ist aber auch aus einer Spezifität der Didaktik heraus in diesem Wissenschaftsgebiet sehr viel notwendiger als in anderen. In vielen Wissenschaften wird mit Komplexion das Bild der Wissenschaft von ihrem Gegenstand genauer. Die Didaktik ist hier eine Ausnahme. Das liegt an der in Kapitel 2. 1. 3. 6 erwähnten Reziprozität, dass nämlich Didaktik immer auch das *Lehren und Lernen des Lehren und Lernens* ist. Didaktische Reduktion als Wirkmechanismus in der grundlegenden Struktur von Didaktik trifft auch die Didaktik selber (Lehner, 2012; Rumpf, 1984). Eine Didaktik, die man keinem Didaktiker mehr beibringen kann, ist nicht genauer. Mit steigender Komplexion wird der Unterricht wieder unrealistischer, weil nur noch Rudimente in der Lehrerbildung vermittelt werden können. Schon heute werden die Theorien des Kapitels 3 in der Lehrerbildung nur sehr bruchstückhaft vermittelt. So wird meist nur die Conceptual Change Theorie in sehr allgemeinen Ansätzen gelehrt, aber ohne ihre inneren Widersprüche und ohne ihre Relationen zu anderen Mechanismen in der Science Education (vgl. zu Conceptual Change z.B. Barke & Harsch, 2011; D. Krüger, 2007; Labudde, 2013).

2. 3. 4 Die Semantik des Beweisens: Operative Pädagogik in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft

Die Semantik des Beweisens erschließt sich ähnlich wie die Semantik des Erklärens aus den Konflikten mit der klassischen quantitativen Bildungsforschung, also den Vertretern einer beschreibenden Semantik. Diese Konflikte entstehen anders als jene aber auf dem Gebiet qualitativer Forschung innerhalb der Schulpädagogik in der Erziehungswissenschaft aus einem *anderen* Ansatz der Beschreibung heraus.

2. 3. 4. 1 Rekurs Beschreiben: Die Arbeiten zu einer neuen soziologischen Empirie der Didaktik in der Schulpädagogik

Neben der Empirischen Bildungsforschung, die mit psychometrischen Surveys das Lehren und Lernen untersucht, gibt es in der deutschen Schulpädagogik innerhalb der Erziehungswissenschaft noch eine zweite Tradition empirischer Forschung, in der eher soziologische Forschungsmethoden benutzt werden. Grundsätzlich arbeitet aber auch diese Forschung in der Semantik einer *Beschreibung*. Sie begann mit den Arbeiten von Georg Breidenstein, der die Eigengesetzlichkeit der sozialen Ordnung des Unterrichts beschrieb, indem er schilderte wie Schüler tagtäglich einen „Schüler-job“ machen (Breidenstein, 2006, 2010). Ähnlich wie in diesen Arbeiten war das Programm soziologischer Studien speziell zur Didaktik, auch hier eine eigene Gesetzmäßigkeit der sozialen Praktiken im konkreten Alltag des Lehrens und Lernens zu zeigen. Ein sehr bekanntes Projekt übrigens genau wie Hans Fischers Projekt aus Kapitel 2. 3. 1 auch zur Begleitung der Ganztagschule war das sog. LUGS-Projekt (Lernkultur und Unterrichtsentwicklung in Ganztagschulen) von Fritz Kolbe, Sabine Reh u.a.. Dieses Projekt ordneten die Autoren selber in einen Zusammenhang zur

„Entwicklung der interpretativen Unterrichtsforschung zu einer kulturwissenschaftlich fundierten (vgl. Reckwitz 2004) und schultheoretisch reflektierten ‚empirischen Didaktik‘“ (Kolbe et al., 2008, p. 126).

Dabei war diese Forschung bewusst als Kontrapunkt zu qualitativer (z.B. M. A. Meyer 2009) und quantitativer (z.B. Reusser, 2009) Unterrichtsforschung gesetzt, die auf Handlungsempfehlungen für Lehrende zielt, wie es auch die Forschung tat, die am Anfang von Kapitel 2. 3. 2 beschrieben wurde. Solche Begleitforschung sei, so die Kritik, im Kern doch wieder normativ wie die Allgemeine Didaktik, weil sie immer schon eine Idee von förderlicher Ganztagschule oder von gutem Unterricht habe, *bevor* sie an die Beschreibung der Realität gehe. Der Streit um Identität hier ging also in gewisser Weise darum, wie normativ beschreibende Forschung in psychometrischen Surveys doch ist; in gewisser Weise ging er aber auch um die Konstitutionsbedingungen des Lehrens und Lernens. Die Forscher in der neuen Richtung soziologischer Unterrichtsforschung wollten ein Bild Empirischer Didaktik als sozialer Konstruktion durch Praktiken selber liefern, die nicht am Reißbrett entstand, ...

„indem sie erstens nicht präskriptiv festschreiben, was guten Unterricht auszeichnet, sondern den Unterricht beschreiben, den sie vorfinden, und zweitens nicht von einem handlungstheoretischen Begriff eines intentional handelnden und rational

entscheidenden Akteurs ausgehen, sondern von der Selbstläufigkeit sozialer Praktiken“ (Fritzsche, Idel, & Rabenstein, 2010, p. 100).

Die Idee einer solchen Empirischen Didaktik ist da besonders interessant, wo sich das Lehren und Lernen wegen der Bedingungen des Feldes erst in bestimmter Weise finden und einstellen muss und wo es nicht bereits lange etablierte normative Didaktiken gibt (auch in einem positiven Sinn wie in Kap. 2. 3. 1. 7 beschrieben). Sonst würde man nämlich Gefahr laufen, wie Terhart schon an Hattie kritisiert hat, nur die Perpetuierung alter didaktischer Modelle und Theorien durch die Brille der Empirie zu sehen (vgl. Kap. 2. 3. 2. 6). Unter dem Titel „Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen“ hat sich in 2008 ein Netzwerk aus verschiedenen Forschungsrichtungen der Erziehungswissenschaft von der Sozialpädagogik über die Erwachsenenbildung bis in die Pädagogik der frühen Kindheit konstituiert, die Beschreibungen dieser sich erst im Feld bildenden Ordnungen liefern (Meseth, 2010; Neumann, 2010). Ich habe an anderer Stelle eine Metaethnographie der Ergebnisse dieser Forschungen durchgeführt, die bald einzeln publiziert wird (Bohlmann, 2016b). Für den Zusammenhang hier soll nur ein einziges Beispiel daraus diskutiert werden, es ist die Szene aus einer teilnehmenden Beobachtung von Sascha Neumann, die er in einem *Maison du Relais*, einer Luxemburger Kindertagesstätte, durchgeführt hat:

„Es ist Mittwochvormittag, die Zeit nach dem Frühstück. Ich befinde mich im Gruppenraum der ‚Goldhamster‘, in dem 16 Kinder im Alter zwischen 8 und 48 Monaten betreut werden. Auf dem gelben Linoleumboden in der Nähe der Tür zum Wickelraum liegt ein mehrfarbiger, etwa 5 Quadratmeter grosser Teppich mit arabischen Ziffern an den Rändern. Er hat die Form eines Kreises. Auf dem Teppich befinden sich neben Stofftieren und Spielzeugen auch einige Kinder (9–11 Monate alt). Zwei von ihnen, Lara und Rolf, liegen in der Mitte auf ihren Bäuchen, zwei weitere, Maria und Pierre, in Babywippen, die am Rand des Teppichfeldes platziert sind. Neben Pierre sitzt Marguerite auf einem weit nach unten gefahrenen Bürostuhl. In der Hand hält sie eine Schale mit Brei, in der sie mit einem Plastiklöffel herum rührt und dann damit beginnt, Pierre zu füttern. Ich beobachte immer wieder andere Personen dabei, wie sie sich dem Teppich nähern, dann aber um ihn herum tänzeln, auf seinen Rändern balancieren oder vor ihm plötzlich stoppen, um ihn dann in weiten Schritten auf den Zehenspitzen zu überqueren. Nach einer Weile sehe ich, wie Martine (35 Monate) einen Softball vom gelben Linoleumboden aus auf den Teppich schleudert. Als der Ball auf dem Teppich zum Liegen kommt, läuft sie auf ihn zu und hebt ihn auf. Marguerite, die immer noch auf dem Bürostuhl sitzt und Pierre füttert, kehrt ihren Oberkörper um und ruft in Richtung Martine: ‚Martine, ihr sollt doch nicht so wild durch die Gegend rennen!‘. Martine zieht sich mit betont lang(sam)en Schritten vom Teppich auf den Linoleumboden zurück, dreht sich um und beginnt zu grinsen.“ (Neumann, 2013, p. 110)

In dieser Szene spiegelt sich ein beispielhaftes Muster der Forschungen zu pädagogischen Ordnungen, das ich in der Metaethnographie auch aus dem Großteil der anderen Arbeiten herauslesen konnte. Zunächst wird eine Ordnung des Sozialen durch die Praktiken der Akteure selber aufgebaut; hier durch den Teppich, der nur für die

Kleinkinder ist („Ich beobachte [...] Teppich [...] zu überqueren“). Dann wird diese Ordnung durch ein Ding gestört („Nach einer Weile [...] Softball [...] hebt ihn auf.“). Das führt zu einer Interaktion zwischen Lehrer und Schüler („Marguerite [...] Martine [...] durch die Gegend rennen!“). Der entscheidende Punkt ist dann aber, ob diese Interaktion dann in ein Lernen mündet, das, wenn ja, durch den Lernenden kommuniziert wird und so die Ordnung wiederherstellt („Martine zieht [...] zu grinsen“).

In dieser soziologischen Forschung zeigt sich ein Feld, das noch wenig mit expliziten Didaktiken vorkonstruiert ist, aber im Umkehrschluss einer solchen Bearbeitung mit Didaktik nicht unzugänglich ist, insofern ist das Programm einer „empirischen Didaktik“ hier durchaus realistisch (Kolbe et al., 2008, p. 126). Wissenschaftstheoretisch ist an dieser Forschung einiges interessant.

Zunächst einmal ist die Semantik der Beschreibung nicht anders als in der hier kritisierten qualitativen und quantitativen Unterrichtsforschung; auch der Status der Normativität wird durch die Forscher in beiden Feldern gleich wahrgenommen, ihre je eigene beschreibende Forschung sei nicht-normativ, die anderer beschreibender Ansätze aber ideologisch (Merkens, 2007; Tenorth, 2014; Weiler, 2003). Oft macht sich der bereits in Kap. 2. 1. 3. 9 diskutierte soziale Graben zwischen quantitativer und qualitativer Methodik und Epistemologie bemerkbar (vgl. den Vortrag hierzu auf der DGFE Tagung 2014 bei R. Reichenbach, 2014). Zu einem Teil (Dörner & Schäffer, 2014; Dörner, 2010; Hummrich & Kramer, 2011) arbeitet diese qualitative Forschung mit der sog. Dokumentarischen Methode, bei der zumindest dem Ansatz nach bestimmte Einstellungen und Sichtweisen der Akteure nicht wie in quantitativer und qualitativer Forschung zu „Views“ nur beschrieben werden soll, sondern deren Verankerung in habituellen Dispositionen auch „verstanden“ werden kann (vgl. Bohnsack, 2013). Das ist recht analog zu den Arbeiten mit der sog. „Objektiven Hermeneutik“, die auch versucht, eine tiefere Ebene des Sinnverstehens aus den Protokollen herauszulesen (Hummrich & Kramer, 2011; Kunze, Dzengel, & Wernet, 2014). Arnd-Michael Nohl fasst das zusammen:

„Die dokumentarische Methode teilt mit der objektiven Hermeneutik und dem narrativen Interview die Überzeugung, dass nicht nur das, was wörtlich und explizit in Interviewtexten mitgeteilt wird, für die empirische Analyse wichtig ist, sondern vor allem jener Sinngehalt zu rekonstruieren ist, der diesen Äußerungen unterliegt und ihnen implizit ist.“ (A.-M. Nohl, 2005, Chapter 2)

Mit der Parität von Verstehen und Erklären (vgl. Kap 2. 1. 3. 8) muss vor dem Hintergrund der Analytischen Wissenschaftstheorie angenommen werden, dass mit diesen Verfahren letztlich auch eine Erklärung für Einstellungen gegeben werden soll. „Orientierungsschemata“ z.B. werden erklärt durch „Orientierungsrahmen“ oder Bourdieuus „Habitus“ (Bohnsack, 2013, Chapter 181f). Wissenschaftstheoretisch fraglich ist, ob hier aber auch *wirklich* mit der Semantik einer *Erklärung* gearbeitet wird, wie die Argumentation nahe legt. Hier ist die wissenschaftstheoretische Struktur eher ähnlich der Faktorenanalyse (bei nur einem Interview) oder der Berechnung von Regressionen (bei separaten Interviews zu Schemata und Rahmen) bei quantitativen be-

schreibenden Ansätzen. Die Arbeiten in der qualitativen Sozialforschung verlassen in diesem Punkt wohl kaum die Semantik einer *Beschreibung*. Sie haben aber, da wo sie in *Vorhersagen* gemünzt werden, auch so ihren Nutzen für Didaktik, auch wenn Bourdieus „Habitus“ keine veränderbare Größe darstellt.

2. 3. 4. 2 Wissenschaftstheoretisch interessante Punkte einer soziologischen Forschung innerhalb der beschreibenden Semantik: Konstitution und Beobachtungstheorie

Die folgenden zwei Punkte wurden im Vorfeld der empirischen Arbeiten des Netzwerks in methodologischen Schriften und auf der Herbsttagung der Kommission Wissenschaftsforschung der DGFE in Göttingen 2014 diskutiert (vgl.: Dörner, 2010; Fritzsche et al., 2010; Meseth, 2010; Neumann, 2010, 2012; Reh et al.). Da ist einerseits der Punkt der sozialen Konstitution und andererseits die Frage, inwieweit eine Beobachtungstheorie zur Identifizierung pädagogisch relevanter sozialer Interaktionen notwendig ist oder ob dies die Objektivität der Beschreibung verzerrt.

Konstitution. Ein wissenschaftstheoretisch interessanter Punkt ist, dass die Forschung im Netzwerk offensichtlich zumindest bis zu einem bestimmten Grad von der sozialen Konstitution der für Didaktik wichtigen sozialen Prozesse ausgeht: Sie entstehen erst in und durch die Praxis. Ich hatte in Kap. 2. 1. 3. 5 bereits erwähnt, dass Konstitution in der Analytischen Wissenschaftstheorie zumindest dort, wo Erklärungen gesucht werden, keinen Unterschied bei der Bewertung sozialer Aktionen macht (Greenwood, 1990). Problematisch wird Konstitution nur dort, wo sie Ziel von Intervention wird, also in der Frage der Veränderung, die bei Didaktik als Vicos Wissenschaft natürlich immer gestellt wird. Hier ist dann wahrscheinlich die Frage, wie regelmäßig die Konstitution ist. Gleiches gilt wohl auch für den Fall wenn aus einer Beschreibung eine Vorhersage gewonnen werden soll. Vor allem wenn man sich die Gesamtheit der empirischen Arbeiten im Netzwerk ansieht, so kann man konstatieren, dass hier durchaus Regelmäßigkeiten in dieser Konstitution erscheinen und somit keine Konstitution vorliegt, sondern Kausalität (vgl. Bohlmann, 2016b).

Beobachtungstheorie als Instrument. Ein entscheidender wissenschaftstheoretischer Punkt ist das in dieser Empirie im Einzelnen verwendeten Instrument, um den Forscherblick zu verzerren. In der Ethnographie wird die bewusste Veränderung der Perspektive durch Techniken des Beschreibens, Fokussierung des Blicks oder Methoden der Datenaufbereitung als die „Befremdung der eigenen Kultur“ bezeichnet (Amann & Hirschauer, 1997). Solche Verfahren sind geradezu notwendig, weil die soziale Situation des Lehrens und Lernens eine ganz gewöhnliche soziale Interaktion ist und nicht per se schon seltsam wie z.B. die Praktik des Hahnenkampfes auf Bali, wie sie der frühe Ethnograph Clifford Geertz untersuchte (Geertz, 1978; zur Problematik: Hirschauer, 2001). Daneben werden Beobachtungstheorien in den Arbeiten zu einer „Empirischen Didaktik“ in der qualitativen Bildungsforschung auch notwendig, um die soziale Praktik Didaktik gerade in neuen Feldern von Erziehung und Bildung von anderen Praktiken zu isolieren. In diesem zweiten Fall dient die Beobachtungstheorie dazu, „ein unbestimmtes soziales Phänomen als etwas Bestimmtes – und das heißt für die

Erziehungswissenschaft – als etwas Pädagogisches zu beobachten.“ (Meseth, 2011, p. 178). Die Frage ist dann auch, inwieweit der Forscher dabei selbst erst die pädagogische Ordnung schafft, insbesondere wenn er sie als Didaktik sieht und sie so der Herstellung wieder zugänglich macht; Daniel Wrana nennt das „reifisieren“ (Wrana, 2012).

In der Analytical Philosophy of Science würde dieses Problem nicht unter dem Begriff der Beobachtungstheorie verhandelt werden, sondern als Frage innerhalb einer Theorie der Messung (Luce & Suppes, 2002), sofern es sich bei den vorgenommenen Blickwechseln und Methoden der Verzerrung nicht um Theorien handelt, sondern eigentlich nur um Instrumente. Diese Instrumente dienen der Beobachtung, sie sind physischer Natur und enthalten so auch Modelle (Tal, 2013). Paul Feyerabend hat mit einem Gedankenexperiment dargestellt, dass Wissenschaft letztlich an Wahrnehmung hängt und dass selbst die Messung einer quantitativ fassbaren Größe mit Hilfe eines Instruments auch gleichzeitig der Test der Wahrnehmung desjenigen ist, der dieses Instrument wieder abliest (Feyerabend, 1985). Heutzutage macht es in der Wissenschaftstheorie aber keinen Sinn mehr wie früher noch von einer Parität von direkter sinnlicher Wahrnehmung und wissenschaftlicher Beobachtung auszugehen. Die Gegenstände der Wissenschaft, nicht nur der Naturwissenschaft, sind heute weitgehend so, dass man sie nicht mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Einzig umstritten ist, wo die Grenze zwischen Wahrnehmung und instrumentengestützter Beobachtung festzumachen ist (André Kukla, 2014). Bas van Fraassen sagt in der Extremposition dieser Debatte, dass sogar der Blick durch ein Lichtmikroskop schon nicht mehr als Wahrnehmung im alltäglichen Sinn verstanden werden kann (Van Fraassen, 1980, p. 16f). Der durch Instrumente vermittelte Blick auf die Wirklichkeit ist gerade das Charakteristikum experimenteller Messaufbauten und wird heute durchaus auch mit seinem konstruktiven Anteil am Ergebnis behandelt (Heidelberger, 2007). Auch wenn die Empirie also heute ihren eigenen Wert in der Wissenschaftstheorie hat und die Debatte um die Theoriebeladenheit abgeklungen ist (vgl. Kap. 2. 3. 1. 1) so ist doch gleichzeitig bei jeder Beobachtung weitgehend klar, dass diese Beobachtung immer *mit* irgendetwas gemacht wird. Wie in den Beschreibungen der quantitativen Empirie das entwickelte Instrumentarium, z.B. das verwendete Kompetenzmodell und das Erhebungsinstrument ebenfalls Ergebnis ist, wurde auch in der qualitativen, soziologischen Arbeit im Netzwerk, das Instrument, hier „Heuristik“ genannt, teils ganz folgerichtig als Ergebnis der Forschung dargestellt (Reh et al., 2015, p. 298). Der Einfluss, den diese Instrumente auf das Ergebnis der Messung haben, ist aber keine Besonderheit qualitativer Forschung, sondern schlicht der Charakter von Instrumenten in jeder Wissenschaft. Wie in Kap 2. 1. 3. 5 beschrieben, würde die Problematik der Erzeugung von Didaktik, wo eigentlich keine ist, dann vor dem Hintergrund des sog. Experimentier-Bias verhandelt werden, weil durch ein Instrument in bestimmter Weise die zu findenden Gegenstände – wie im Beispiel mit Blondlots N-Rays – auch erzeugt werden können.

Als Heuristik oder theoretisches Instrument hat der Großteil der Arbeiten im Netzwerk eine bestimmte Theorie der Allgemeinen Erziehungswissenschaft verwendet oder sie

in Modifikation hieraus gewonnen. Die „empirische Didaktik“ gewinnt ihr Instrument zu einem großen Teil aus der sog. „Operativen Pädagogik“ (Kade, 2009; Prange & Strobel-Eisele, 2015; Prange, 2009, 2012a, 2012b; Ricken, 2009). Selbst da, wo die „Heuristik“ des Instruments noch andere Theorien oder Ansätze integriert, ist Pranges Theorie in diesen Forschungen die einzige Theorie, die dazu dient, eine spezifische Praktik in den jeweiligen sozialen Situationen zu fokussieren (vgl. Reh et al., 2015): Die Operation des Zeigens.

2. 3. 4. 3 Beweisen: Die Semantik einer formalen Wissenschaft in der Operativen Pädagogik

Parallel zum Niedergang der Allgemeinen Didaktik, dem Aufstieg der unterrichtlichen Wirkungsforschung und der empirischen Forschung in den Fachdidaktiken, hat sich innerhalb der Allgemeinen Erziehungswissenschaft ein Forschungsprogramm entwickelt, das Didaktik in das Zentrum der Überlegungen stellt. Diese sog. „Operative Pädagogik“

AT 20: Man kann Didaktik als Tatsache auch beobachten. Ein gutes Indiz ist das Zeigen.

, die wesentlich auf Klaus Prange zurückgeht, ist in ihren Grundüberlegungen zur „Form“ schon eigentlich gute 40 Jahre alt (Prange, 1969). Völlig anders als die „Working Knowledge“ der Theorien in der Science Educa-

tion geht es hier um nichts Neues, sondern um den Teil der Didaktik, der immer gleich bleibt, als anthropologische und sozialtheoretische Grundlage. Wenn wir in eine Schule kommen und es hängt nicht Hatties Gütesiegel „Visible Learning Inside“ an der Außenwand, woran merken wir dann, dass hier Didaktik stattfindet? (angelehnt an Biesta, 2011, p. 190) Pranges Antwort ist verblüffend einfach: Man kann Didaktik sehen. In dem zusammenfassenden Aufsatz „Warum operativ?“ beschreibt er ein Foto, auf dem Albert Einstein und einer seiner Studenten über einen Zettel mit Formeln gebeugt sind. Einstein zeigt mit seinem Füllfederhalter auf eine Stelle (Prange, 2009, p. 23). Obwohl nicht klar sei, wer hier gerade wem was zeigt, werde allein durch die Struktur der Situation deutlich, dass es sich hierbei um eine pädagogische Situation handle. Diese Struktur sei erkennbar in der Geste des Zeigens und „unser Ausdruck Didaktik hat griechische Ahnen in der ‚didache‘: wörtlich übersetzt ist sie die Zeigekunst“ (Prange, 2009, p. 16). Das Zeigen sei dabei „die emergente Struktur, die wir brauchen, um Lernen und Erziehen zusammenzubringen“ (Prange, 2003, p. 31). Das ist der Grund, warum die Operative Pädagogik operativ heißt, denn das Zeigen ist eine Operation, mit der man Didaktik auslösen kann. Andererseits ist das Zeigen aber auch Index der Didaktik, man kann hieran sehen, dass das, was jetzt gerade da abläuft, Didaktik ist. Pranges Theorie soll betreffs der Didaktik also den Wald zeigen, in dem man vorher nur die Bäume sah. So wird Didaktik auch an Orten sichtbar, an denen man sie nicht vermutete. Prange beschreibt, wie in Tübingen auf der Neckarbrücke Kinder auf Enten zeigen und ihre Mütter ansehen und diese dann „Ente“ oder „gack, gack“ antworten (Prange, 2009, p. 21). Pranges Theorie mutet hier fast schon trivial an. Wissenschaftstheoretisch ist sie aber sehr interessant. Sie basiert nämlich auf rein formalen Überlegungen, zum größten Teil mit Hilfe der Systemtheorie. Dadurch hat sie die Semantik eines Beweises. Wenn eine solche Theorie in empirischer For-

schung als Instrument eingesetzt wird, dann ist das eher vergleichbar mit dem Einsatz von Mathematik in der Physik, dem Einsatz von Statistik in der Psychologie oder dem Einsatz von Logik in der Philosophie. Man darf vor allem nicht den Fehler machen und diese Theorie für eine philosophische Reflexion aufgrund alltäglicher Erfahrungen wie dem Beispiel von Mutter, Kind und Ente zu halten.

2. 3. 4. 4 Abgrenzung der Operativen Pädagogik zu Beschreibungen auf der Grundlage von Erfahrung

Die Idee der Beobachtung ist in der Wissenschaft der Didaktik und den Wissenschaften überhaupt sehr alt. Ernst-Christian Trapp, der den ersten Lehrstuhl für Pädagogik innehatte, entwarf schon 1778 in seiner Antrittsvorlesung das Programm einer „empirischen Pädagogik“, wo quasi das Instrument für Beobachtungen, das was die Beobachtung „zuverlässig“ macht, eine Destillation der Eindrücke durch die „Erfahrung“ des Forschers ist:

„Bloß der Mangel sorgfältig und lange genug angestellter anthropologischer Beobachtungen, und daraus fließender zuverlässiger Erfahrungen, nebst dem Mangel richtig daraus gefolgelter Regeln sind, wie mir dünkt [sic], Ursache, dass wir, so wie in der Politik und Moral, also auch in der Erziehung noch so weit zurück sind, manchmal so verkehrt darin handeln. Unsere Regeln sind oft aus armseligen, einseitigen, krüppelhaften, zufälligen Erfahrungen abgeleitet, manchmal noch dazu unrichtig abgeleitet; und aufs Beobachten sind wir, so viel ich weiß, besonders in Absicht auf die Erziehung, noch nie recht ausgegangen“ (Trapp 1977, S. 61)

Resultat einer solchen Forschung ist wohl zwangsläufig eine „Normative Pädagogik“ auf der Basis von Alltagswissen, wie sie schon durch die Geisteswissenschaftliche Pädagogik kritisiert wurde (vgl. Kap 2. 3. 1. 7). Der Begriff der „Erfahrung“ ist wissenschaftstheoretisch schwierig und wird wohl keine wissenschaftliche Semantik im Sinne der Semantic View konstituieren können. Woher weiß man, dass seine eigene Erfahrung zuverlässig ist? Mit Hoyningen-Huene kann man auch fragen, was macht wissenschaftliche „Erfahrung“ im Alltag überhaupt nützlicher als nichtwissenschaftliche (Hoyningen-Huene, 2013)? Letztlich ist Erfahrung immer unmittelbar und direkt und somit auf der Ebene der Wahrnehmung ab von dem Blick durch das Instrument, wie er heute in den Wissenschaften häufig ist. Wie in Kap 2. 3. 2. 2 beschrieben, braucht man heutzutage durch Big Data weder den Teil der Erfahrung noch den der Beobachtung überhaupt noch, um Beschreibungen zu generieren. Diese Wissenschaft, obwohl Bildungsforschung, ist nicht mehr empirisch im ursprünglichen Sinne von Empirie. Empirie bedeutet ja eigentlich Erfahrung im Griechischen. Die Wissenschaftsgeschichte, insbesondere der Medizin, ist aber gerade eine Geschichte der *Überwindung* des Erfahrungswissens. Alle ursprünglichen Schulen der griechischen Medizin z.B., die ich in Kap. 2. 1. 3. 8 bereits erwähnt hatte, Empiriker, Methodiker und Dogmatiker, fußten zunächst auf der Erfahrung und waren so nur bedingt Wissenschaft (Garber, 2008, p. 170).

Wenn Prange Anekdoten erzählt, wie das Beispiel der Mutter auf der Neckar-Brücke, so ist aber das nicht dazu da, um Erfahrungen zu berichten, sondern es ist eine disponible Illustration seiner an sich *rein formalen* Theorie, die gar nicht auf Erfahrung beruht, sondern auf formalen *Beweisen*.

2. 3. 4. 5 Die Semantik des Beweisens in der Mathematik

Die Grandezza der Mathematik als die Sprache der Natur und Königswissenschaft beruht auf der ungewöhnlichen Möglichkeit dieser Wissenschaft, Beweise anzustellen (Merzbach & Boyer, 2011). Neue mathematische Möglichkeiten erlauben neue Beschreibungen und Erklärungen in den Naturwissenschaften. Das bekannteste Beispiel ist sicherlich die Wahrscheinlichkeitsrechnung, die Clausius, Maxwell und Boltzmann Ende des 19. Jahrhunderts auch eine ganze Reihe neuer Erklärungen für physikalische Phänomene ermöglichte (Sheynin, 1985). Es gibt zahlreiche Beispiele für folgenreiche Wechselwirkungen zwischen der formalen Wissenschaft der Mathematik und den theoretischen Teilen der Physik, obwohl beide sich auch unabhängig voneinander entwickeln können. Sadri Hassani beschreibt dieses wechselseitige Verhältnis so:

"Some of the most beautiful mathematics has been motivated by physics (differential equations by Newtonian mechanics, differential geometry by general relativity, and operator theory by quantum mechanics), and some of the most fundamental physics has been expressed in the most beautiful poetry of mathematics (mechanics in symplectic geometry, and fundamental forces in Lie group theory). I do not want to give the impression that mathematics and physics cannot develop independently. On the contrary, it is precisely the independence of each discipline that reinforces not only itself, but the other discipline as well – just as the study of the grammar of a language improves its usage and vice versa." (Hassani, 2013, p. xi)

Die Idee formaler Wissenschaften ist es, nicht die Wirklichkeit in irgendeiner Art und Weise abzubilden; ihre Gegenstände gibt es schlicht in der Wirklichkeit nicht. Paul Benacerraf hat dies an den Zahlen einmal verblüffend einfach gezeigt. Man ist sich im Alltag ziemlich sicher, dass es Zahlen in gewisser Weise „gibt“, man braucht sie ständig und daher hält man Zahlen in irgendeiner Weise für Objekte. Benacerraf spielt ein Szenario durch, in dem zwei Kinder (Ernie und Johnny) anhand von Set-Theorie die Zahlen lernen. Am Ende kommt der eine aber dazu, dass die Zahl 17 auch 17 Elemente hat, während der andere davon ausgeht, dass 17 nur ein Element hat, nämlich 17. Die einzige Lösung des Dilemmas, so Benacerraf, ist, sich einzugehen, dass es keine logische Grundlage von Zahlen gibt und keine physische allemal. Kein Mensch hat je die Zahl 17 in der Wirklichkeit gesehen. Ernie und Johnnie seien zu bedauern:

„They think, that numbers are really sets of sets while, if the truth be known, there are no such things as numbers; which is not to say that there are not at least two prime numbers between 15 and 20.“ (Benacerraf, 1965, p. 294)

Nach Benacerraf gibt es Zahlen auf eine andere Art oder man könnte sagen: in einer anderen Ontologie als die Objekte der Wirklichkeit (vgl. Shapiro, 2000, p. 41ff). In dieser eigenen Ontologie sind dann auch rein formale wissenschaftliche Fortschritte möglich durch Schlüsse, die die Struktur eines Beweises haben.

Es gibt eine in der Wissenschaftstheorie bekannte These, nach der die Mathematik erst im 20. Jahrhundert wirklich zu einer formalen Wissenschaft geworden ist, nämlich im sog. Grundlagenstreit der Mathematik (Friedrichs, 2008, p. 25ff). In diesem Streit, in dem Russel, Whitehead, Hilbert, Brouwer und Weyl zentrale Rollen spielten, ging es darum, ob Mathematik mit der Logik, oder mit der menschlichen Intuition verknüpft sein müsse. Schon dieser Streit spielte sich aber innerhalb der formalen Sphäre ab. Weder Brouwers Intuitionismus noch der logische Anker von Russel und Whitehead hatten noch etwas mit einer Anwendung auf die Wirklichkeit zu tun (vgl. Mancosu, 1998). Der formale Beweis in der Mathematik ist allerspätestens mit David Hilbert dann völlig eigenständig.

2. 3. 4. 6 Die Semantik des Beweisens in der Systemtheorie und ihrem Vorläufer, der Kybernetik

In Kritiken des Universalismus der Systemtheorie wird diese Wissenschaft hin und wieder falsch eingeordnet und als normativ, also mit Gründen arbeitende Spielart der Philosophie, oder als Beschreibung aus der Soziologie begriffen (Peukert, 1976; vgl. Scheef, 2009, p. 145ff). Wenn Prange, Luhmann und andere Formalwissenschaftler über Didaktik oder Erziehung reden, dann meinen sie aber nicht eine *konkrete* Didaktik, sondern eine *formale* Didaktik. Luhmann sagt zwar „es gibt Systeme“ (Luhmann, 1984a, p. 16) und: „Der Systembegriff bezeichnet also etwas, was wirklich ein System ist, und lässt sich damit auf eine Verantwortung für Bewährung seiner Aussagen an der Wirklichkeit ein“ (Luhmann, 1984a, p. 30). Dennoch ist die Systemtheorie, wie ihr Vorläufer, die Kybernetik, eine formale Wissenschaft.

Die Idee einer formalen Wissenschaft der Didaktik ist heute wohl eher befremdlich. Wenn man jedoch Blankertz Klassiker des Feldes „Theorien und Modelle der Didaktik“ aufschlägt, so machen diese unter dem Stichwort „Informationstheoretische Modelle“ dort noch einen großen Teil des Buches aus (Blankertz, 1975, p. 51f). Die korrespondierende formale Wissenschaft der Didaktik damals war die Kybernetik. Kybernetik ging stets von Rückkopplungen aus, ihre Idee war Didaktik nicht als Einwirkung, wie die interventionistische Sicht z.B. in der Wirkungsforschung heute sie nahe legt (vgl. Kap 2. 3. 2. 4), sondern eine Didaktik als Regelkreis.

Das wird wohl am besten an dem Urproblem der Kybernetik klar, nämlich dem im Zweiten Weltkrieg aufgetretenen sog. FLAK-Problem, das durch Norbert Wiener im Auftrag des US-Militärs angegangen wurde. Dieses Problem zog letztlich ein ganz neues Forschungsfeld nach sich (Ashby, 1956; vgl. Bluma, 2005; Wiener, 1954, 1961). Im FLAK-Problem feuert ein Schütze der deutschen Flugabwehr auf ein Flugzeug der US Air-Force. Der Pilot reagiert auf Aktionen des Schützen und umgekehrt. So ist das Problem nicht mehr einfach als Reiz-Reaktion zu begreifen, sondern als Regelkreis.

Jeder der beiden erwartet nämlich vom jeweils anderen auch eine Reaktion auf sein jeweiliges Handeln, das dann erst das Handeln bestimmt. Insofern macht es auch keinen Sinn mehr, sich an dieser Stelle noch die beiden Personen einzelnen vorzustellen und ihre jeweiligen Handlungen zu betrachten, sondern man denkt in Funktionen, die im System Pilot-Schütze ablaufen (vgl. Ziemann, 2009, p. 470). Diese Grundidee der Kybernetik kann man natürlich recht einfach auf die Didaktik übertragen, sofern auch hier beide Seiten mit Erwartungen aufeinander einwirken, ohne dass allerdings der Hintergrund ganz so martialisch ist. Die Lerntheorie dieser Didaktik hatte ihre psychologischen Wurzeln im Behaviorismus Skinners, ging aber weit darüber hinaus. Die bekannteste Didaktik dieser Art war damals die passend benannte „Formale Didaktik“ von Helmar Frank. Die Idee von damals ging von Einzelsituationen im sog. „programmierten Unterricht“ aus und postulierte:

„Wenn wir alle Bedingungen [des Lernens, MB] kennen, können wir den Vorgang berechnen, wir haben den Algorithmus wirksamen Lernens gefunden [...] Der Lehralgorithmus erlaubt die Aufstellung des Programms und macht damit den Lehrerfolg beliebig wiederholbar, während der Lehrer im traditionellen Unterricht seinen Algorithmus nicht kennt.“ (Blankertz, 1975, p. 62)

Wenn aber der Logarithmus aller Lehralgorithmen gefunden würde, so hätte man wieder eine ganze Didaktik, eben eine formale Didaktik, der Frank den Titel ALZUDI (algorithmische Zuordnungsdidaktik) gegeben hat (Frank & Graf, 1967). Ich will die Formeln hier nicht im Einzelnen wiederholen, die letzte Veröffentlichung hierzu stammt von 1976 (vgl. Frank, 1976). Letztlich wurde die Unterrichtsformel nicht gefunden, aber ALZUDI und andere Programme konnten auf sehr begrenzten Gebieten wie dem Sprachenlernen dennoch Erfolge verzeichnen, die heute ebenso vergessen sind wie diese gesamte Episode der Didaktik. Die kybernetischen Modelle sind in der emanzipatorischen Strömung der Didaktik untergegangen. Die Lehrmaschinen von damals atmen heute einen eher totalitären Charme technologischer Verfügbarkeit.

2. 3. 4. 7 Das Ende der Semantik des Beweisens in der Didaktik der 1970er Jahre

Innerhalb des wissenschaftlichen Feldes der Didaktik als formaler Wissenschaft ist dieser Konflikt zwischen kybernetischen und kritischen Ansätzen in der Didaktik der letzte bekannte Streit der Wissenschaftler in ihren Selbst- und Fremddeutungen. Blankertz fasst die Einwände gegen die Kybernetik so zusammen:

„Erziehung zur Moralität ist nicht Steuerung eines Menschen zu legalem Verhalten, sondern Freigabe von Gesinnung. Von daher ist aller Didaktik eine Problemstellung vorgegeben. Das heißt nicht, daß sie aus dieser ableitbar wäre, und erst recht nicht, daß sie sie als Alibi für den Verzicht auf kontrollierbare Sätze benutzen dürfte, wohl aber, daß sie ihr verpflichtet bleibt.“ (Blankertz, 1975, p. 88)

Ein Beispiel für das Schaudern der Pädagogen vor der Kybernetik stammt aus der Autobiographie von Martin Wagenschein. Der im vorigen Kapitel schon erwähnte Fachpädagoge der Naturwissenschaftsdidaktik beschreibt in seiner Autobiographie

seine eigene Reaktion auf die Umstrukturierungen der Forschungslandschaft im Anschluss an den Sputnikschock:

„Hier dagegen wurde die naturwissenschaftliche, das heißt, die physikalische Methode auf die Pädagogik angewandt, auf Beziehungen zwischen Menschen; und nicht nur angewandt sondern, wie es schien, auch für ausreichend gehalten.“ (Martin Wagenschein, 1989, p. 100).

Letztlich ging die Kybernetik in der Didaktik – auch ein Charakteristikum formaler Wissenschaften – wohl durch innere Widersprüche, die gerade ihre *Beweise* nicht mehr kohärent machte. Der Determinismus der Programmierung und die damalige Theorie des Lernens waren untrennbar verknüpft mit anthropologischen Annahmen, die selber aber nicht wieder Teil der formalen Theorie waren (vgl. Meyer-Drawe, 1996). Ausgangspunkt der Kybernetik und der Systemtheorie war die Andersartigkeit der Reaktion biologischer Systeme auf Einflüsse. Der programmierte Unterricht hatte dann aber wieder eine deterministische Start-Ziel-Logik. Noch in einer dritten Weise fiel man in den didaktischen Modellen hinter die eigene Grundannahme der Wechselwirkung zurück. Man nahm an, dass immer nur eine Seite lehrt und die andere lernt; das ist im Regelkreis aber nicht der Fall.

AT 21: Didaktik kann auch formal verstanden werden, dann ist sie eine abstrakte Form ähnlich den Gegenständen der Mathematik.

2. 3. 4. 8 Neue Grundlagen formaler Didaktik in der Operativen Pädagogik

Die Kybernetik ist ein Vorläufer der Systemtheorie. Dennoch hebt sich heutige Systemtheorie durch den Fokus auf die Sozialität von Systemen deutlich von der Kybernetik ab, deren zentraler Begriff die Information war (vgl. Kieserling, 1999). Diese Verkürzung ging in der resultierenden „Formalen Didaktik“ so weit, dass bestimmte Lehrprogramme wie ALZUDI letztlich keine Eingaben des Lehrers während der Ausführung des Programms mehr benötigten. Auch die Operative Pädagogik steht zwar in der Tradition der Kybernetik, wiederholt aber nicht deren Fehler:

- Sie ist mittlerweile anthropologisch orientiert und wie eine klassische Theorie der Allgemeinen Didaktik referenziell begründet. Das ist auch nötig, weil didaktische Theorien ja von Lehrern nachvollzogen werden müssen (vgl. Kap. 2. 3. 1. 6). Das gelang bei der Kybernetik nicht. Pranges Theorie ist also einerseits ein rein formaler Beweis aufgrund von sozial- und kulturanthropologischen Axiomen, andererseits koppelt er dies immer wieder zurück an Begründungen im philosophischen Referenzraum der Allgemeinen Erziehungswissenschaft.
- Wie in dem Beispiel mit dem Foto von Einstein, lehrt nicht nur eine Seite und die andere lernt, sondern es gibt ein komplexes Verhältnis, das bei Prange sozial als eine „Form“ begründet ist. In der frühen Antike war in ähnlicher Weise Didaktik (Lehrkunst) noch nicht von Mathesis (Lernkunst) getrennt, hierher kommt übrigens auch das Wort Mathematik. Prange bezeichnet die Wechselseitigkeit des Lehr-Lern-Verhältnisses ebenfalls antik mit Aristoteles' Begriff der *causa formalis*

(Prange, 2012a, p. 55). Didaktik ist eine „Form“. Dieser Formgedanke stammt aus der neueren Systemtheorie (vgl. Baecker, 2005). An anderer Stelle verwendet er hierfür den Begriff „Pädagogische Differenz“, der den Grundgedanken einer Funktion zwischen den handelnden Personen ausdrückt im Gegensatz zu Wirkungen aufeinander (Prange, 2012a, p. 153). In jedem Fall ist aber das klassische Schema von Lehrhandeln und Lernreaktion aufgelöst, das von der Kybernetik noch so gesehen wurde.

- Prange bedient sich weder der mathematischen Darstellung der Kybernetik noch der formalisierten Sprache Luhmanns, so dass die Theorie grundsätzlich sehr einfach und verständlich ist.

Hier kommen wir allerdings auch direkt zum Nachteil der Theorie, sie ist nämlich formal ohne ein Formalismus zu sein (vgl. Hassani, 2013, p. 77ff). Während eine Form wie ein platonischer Körper nur bestimmte geometrische Eigenschaften besitzt, hat ein Formalismus ein Kalkül. Er erlaubt Schlüsse und kann so neues Wissen schaffen. Pranges Theorie hat er bei einem Workshop in Münster, an dem ich teilnehmen konnte, selber eine „Prototheorie“ (Prange, 2014) genannt. Wenn man also diese Theorie als noch nicht hinreichend formal ansieht, so kann sie auch nur sehr bedingt ein Modell des Lehrens und Lernens sein, in das man unterschiedliche Elemente hineingeben kann, um dann daraus Schlüsse zu ziehen. Wo die Kybernetik mit ihren Algorithmen zu voreilig war, ist die Operative Pädagogik möglicherweise zu zaghaft.

2. 3. 4. 9 Begründen vs. Beweisen: Der Streit zwischen normativen und formalen Theorien in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft

In den Streits der Selbst- und Fremddeutung im Feld wird Pranges Theorie eher in der Funktion eines reduktionistischen Programms innerhalb der Allgemeinen Erziehungswissenschaft wahrgenommen. Wenn Klaus Prange von dem „Theoriedefizit der Erziehungswissenschaft“ spricht, dann meint er damit eine formale Theorie des „zentralen“ Gegenstandes der Pädagogik, die durch rigoroses Eindampfen anderer Projekte im Feld wiederum gezeigt werden kann, denn diese Didaktik steckt in ihren Grundzügen in allen anderen geläufigen didaktischen und erziehungswissenschaftlichen Theorien (vgl. Fuhr, 1999; Prange, 2012a, p. 11f). Tenorth und Oelkers nannten solch ein Projekt einmal die „Auskühlung“ pädagogischer Ambitionen (Oelkers & Tenorth, 1987; vgl. Rieger-Ladich, 2009, p. 183). Klaus Pranges liebste Literaturgattung ist daher auch die Rezension, weil sie eine Streitkultur etabliert (Prange, 2004a). Aber auch in seinem eigenen Theoriekonstrukt ist Pranges Gestus reduktionistisch. Er wendet sich hier unter anderem gegen den normativen Überbau der Didaktik, ganz ähnlich wie es schon die informationstheoretischen Ansätze in den 60er und 70er Jahren gegenüber der Bildungstheoretischen Didaktik taten. Die Kritik der Normativität kann man besonders schön darin sehen, dass Prange z.B. die Normen, die eine didaktische Situation erfüllen muss, *aus der Didaktik* erst noch ableitet. So ist die Didaktik qua sozialer Grundkonstellation auf Verständlichkeit, Anschlussfähigkeit und Zumutbarkeit ausgelegt. Die allgemeinen, normativen Grundsätze von Wahrheit, Freiheit und Achtung werden hier nicht eingebaut, sondern durch die Didaktik selber erst erzeugt (vgl. J. Drerup, 2014; Prange, 2013). Dies ist auch der einzige Punkt, in dem man eine gelun-

gene von einer misslungenen Didaktik nach Prange unterscheiden kann, nämlich darin, dass sie nicht didaktisch genug ist, insofern sie die in jeder Didaktik bereits angelegten Prämissen nicht erfüllt. Pranges Programm ist hier besonders deutlich als Axiomatisierung und Reduktion zu erkennen, weil gerade moralisch-ethische Reflexion andernorts, nämlich in der Bildungs- und Erziehungsphilosophie, als Kern der Pädagogik wahrgenommen wird (vgl. Ehrenspeck, 2009; Prange, 2010a). Pranges Programm ist noch in vielfach anderer Weise reduktionistisch. Es reduziert Erziehung und Bildung auf die Didaktik. Es reduziert die Bildungs- und Erziehungsphilosophie auf Sozialtheorie. Und es reduziert Didaktik als progressive Wissenschaft auf eine Beobachtungstheorie eines immer schon dagewesenen Gegenstandes. Die Operation des Lehrers ist dann nur noch ein Handwerk, das seit jeher immer gleich war. Prange will nichts Neues aufzeigen, sondern etwas immer schon Dagewesenes, dem er den Begriff *paedagogia perennis* gibt (Prange, 2012c).

Pranges Reduktionismus trifft das Feld der Allgemeinen Erziehungswissenschaft seit Beginn der 00er Jahre noch härter, seitdem das eigentliche Geschäft und auch das didaktische Geschehen sich in andere Felder verlagert hat. Prange wirkt dann wie der letzte Didaktiker, obwohl es auch im Kernland der Erziehungswissenschaft noch weitere gibt. Sein reduktionistischer Gestus wird wohl auch deshalb weitgehend mit den gelehrten Mitteln und referenziellen Werkzeugen der Allgemeinen Erziehungswissenschaft bekämpft und auch verteidigt. Pranges Theorie hat zuvorderst disziplininterne Ziele und erfüllt hier noch eine weitere Funktion: die Suche nach dem die Pädagogik als Disziplin integrierenden Gegenstand (vgl. Rieger-Ladich, 2009). Das fällt besonders auf, wo er die Pädagogik von anderen Disziplinen abgrenzt, die nach Niklas Luhmanns Theorie der Ausdifferenzierung der Gesellschaft einem anderen Gesellschaftssystem angehören, wie dem Recht (Prange, 2005). Didaktik ist hier integratives Mittel, denn Didaktik kann nach Prange nur die Pädagogik:

„Wenn wir didaktisch und nicht postulativ reagieren und die Grenzen beachten, die dem pädagogischen Können bei der Behandlung von Lebensproblemen gesetzt sind, dann können wir auch von anderen Professionen erwarten, sich ihrerseits auf das ihnen eigentümliche Leistungsangebot zu beschränken“ (Prange, 2005, p. 61)

Diese disziplinatorischen Ansprüche sind dabei schwer von seiner Theoriekonstruktion zu trennen (Rieger-Ladich, 2009). Die Operative Pädagogik erklärt mit der Didaktik so auch Situationen der Hilfe oder Betreuung und muss dafür das Didaktische an ihnen erklären (Fuhr, 1999); ob dies aber überzeugend gelingt, wurde bezweifelt (Korning, 1999; Ricken, 2009). Durch solche schwelenden Konflikte und peripheren Ausbauten kam es bisher nicht dazu, dass die formale Theorie der Operativen Pädagogik in ihren Einzelheiten dargestellt wurde und als Formalismus ausgebaut werden konnte. Ziel des 4. Kapitels dieser Arbeit ist deshalb die Analyse des Oeuvres eines Autors, nämlich von Klaus Prange, um erstens die Konstitutanten der Operativen Pädagogik in anderen formalen Theorien herauszuarbeiten und zweitens mögliche Leerstellen zu analysieren. In einem letzten Schritt wird dann ein neues Didaktisches Dreieck aufgrund dieser formalen Theorie als Synthese aus der Darstellung vorgestellt.

2. 3. 4. 10 Ausblick auf die Arbeiten in Kapitel 4: Anschlussfähigkeit der formalen Theorie an mögliche Arbeiten zur Mikro-Soziologie des Lehrens und Lernens

Wenn man die Ursprünge und Funktionen der Operativen Pädagogik nicht außer Acht lässt, so kann sie als eine weitreichende Ergänzung der Mechanismen in der „Working Knowledge“ der Science Education dienen. Das formale Kalkül läuft dabei auf einer anderen Ebene. Prange formalisiert den sozialen Modus und nicht den Inhalt der Didaktik. Diese Mikro- oder sozialtheoretische Perspektive ist nicht weit verbreitet. Wie anfangs des Kapitels gezeigt, arbeiten erste empirische Forschungen in Deutschland mit einer „Heuristik“, einem Instrument auf Basis der formalen Theorie bei Prange. Dabei wird zwangsläufig eine Mikrosoziologie der Didaktik bereits empirisch erschlossen, die es so international noch nicht gibt. In der amerikanischen Sociology of Education rangieren Themen wie Ungleichheit in der Schule, Schulorganisation, Ursachen von Leistung, Kulturkritik und vergleichende Soziologie vorn (Brint, 2013, p. 276). Stephen Brint, der die Themen des Journals „Sociology of Education“ von 1999-2008 auswertete, hat keine Kategorie bilden müssen, die auf die soziale Mikroebene zielt. Am amerikanischen Diskurs der „Sociology of Education“ wird schon länger nicht nur der Fokus auf das eigene Schulsystem oder den Schulsystemvergleich kritisiert, sondern auch die mangelnde Arbeit an Theorie überhaupt (Park, 2013). Dies gilt einerseits für die Makroebene der Gesellschaftstheorien, die einen Systemvergleich möglich machen (vgl. Buchmann, 2011). Das gilt aber andererseits auch für die Mikroebene der Soziologie der Erziehung und Didaktik, die insgesamt ganz erstaunlich unerforscht ist. Die Operative Pädagogik scheint als formale Theorie hier tatsächlich etwas zu zeigen, das man in der Soziologie der Erziehung heute noch nicht hinreichend sieht und das, wie das dritte Kapitel zeigen wird, auch in der Science Education eine Leerstelle darstellt. Ziel des vierten Kapitels wird es sein, aus Pranges Theorie einen möglichst vollständigen Formalismus zu generieren. Dieser Formalismus kann dann als Anleitung für Lehrer innerhalb dieser basalen Grundkonstellation des Lehrens und Lernens dienen. Dazu muss eine ganze Ebene von Pranges Texten weggeblendet werden, nämlich die Ebene der *Begründung*, also all der Gründe, die Prange aus dem Referenzraum der wissenschaftlichen Wissensbestände auf einer innererziehungswissenschaftlichen Rechtfertigungsebene anbringt. Auch das erfordert eine bestimmte Technik des Vorgehens. In Kapitel 4 wird über Referenzen in den Texten nach den formalen Forschungsprogrammen gesucht, die zur Grundlage der Operativen Pädagogik wurden.

2. 4 Zusammenfassung: Aussichtsreiche Erben für Vicos Wissenschaft

Dieses zweite Kapitel fand vier wissenschaftliche Semantiken im Feld der Didaktik: Begründen, Beschreiben, Erklären und Beweisen. Wegen der iterativen Suche hier ist nicht auszuschließen, dass es noch weitere gibt. Ich vermute damit sind allerdings zumindest die großen und gegenwärtig wichtigen Semantiken genannt; an ihnen zeitigten sich deutliche Konfliktlinien. Die Suche nach Streits um Identität in den didaktischen Wissenschaften hat zahlreiche Beispiele gefunden, die auch eine interne

Struktur der wissenschaftstheoretischen Problemlage deutlich werden ließen. In dieser Zusammenfassung lohnt es, Terharts Suche nach den „Erbschaftsanwärttern der Allgemeinen Didaktik“ auf neuem Stand noch einmal zu diskutieren (Terhart, 2004, 2005a, 2005b).

Als einen zentralen Punkt habe ich betont, dass Didaktik Vicos Wissenschaft ist, d.h. dass sie dem Prinzip „Verum Ipsum Factum“ folgt: Nur was auch wieder nachgemacht werden kann, ist didaktisches Wissen. Dieses Prinzip liegt in der Struktur der Wissenschaft vom Lehren und Lernen. Vor diesem Hintergrund hat aber dann jede Semantik grundsätzlich ihre Berechtigung:

- Begründen: Der große Vorteil der Allgemeinen Didaktik war ihre Parsimonie: Eine Theorie – Ein Modell. Die Theorien der Allgemeinen Didaktik fußten dabei auf Gründen. Die Gründe erlaubten es, sich als Lehrender in die Situation hinein zu fühlen, sie persönlich nachvollziehbar zu machen und ein nicht-konventionelles und nicht-ideologisches Selbstbild zu entwickeln, das anderen gegenüber gerechtfertigt werden konnte. Das ist ein Vorteil gegenüber einer bloß metaphorischen Bestimmung des eigenen Handlungsrahmens, wie man ihn empirisch bei Lehrenden oft auch beobachten kann (Pinnegar, Mangelson, Reed, & Groves, 2011; Saban, 2010).
- Beschreiben: Beschreibungen, wie in der Empirischen Bildungsforschung durch Surveys möglich, sind erstens hilfreich, um Weltbilder anhand wissenschaftlicher Wirklichkeiten zu irritieren. Darüber hinaus sind sie zweitens auch im Sinne einer Wissenschaft nach Giambatista Vico handlungsleitend, wo Beschreibungen in *Vorhersagen* verwandelt werden können. So kann Planung auf wahrscheinlich eintretende Ereignisse abgestimmt werden. Nicht abgedeckt durch Surveys sind allerdings mögliche Veränderungsmöglichkeiten, denn diese brauchen ein Wissen um Ursachen und Wirkungen, das auch die Konsequenzen von *Interventionen* in die beschriebenen Systeme deutlich macht.
- Erklären: Als zentral hat sich ergeben, dass ganz grundsätzlich die erklärende Semantik am ehesten eine Wissenschaft nach Vico konstituieren kann, weil im Zentrum von Erklärungen *Kausalitäten* stehen. Weiter wurde aber in den Kapiteln über Wirkungsforschung in der Empirischen Bildungsforschung und der experimentellen Forschung in der Fachdidaktik eine Binnendifferenz von erforschbarer Kausalität gezeigt. Diese Wissenschaften verfolgen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nach *unterschiedlichen* Theorien der Kausalität. Während Forschung zu lernwirksamen Unterrichtsprozessen, die Large-Scale Wirkungsforschung z.B. zur Klassengröße und Forschung in der Program Evaluation im Educational Research probabilistische und kontrafaktische Kausalität finden wollen, funktioniert Design-Based Research und explorative Empirie in der Science Education nach Kausalprozess-theorien oder Agency- und Interventionstheorien der Kausalität. Der Typus der Wirkungsforschung aus dem Educational Research wird dabei eher für Ja/Nein Entscheidungssituationen von der Ebene der Schulleitung aufwärts bei Fragen der Steuerung des Bildungswesens und der Qualitätsentwicklung gebraucht. Hingegen eignet sich die experimentelle Forschung in der

Fachdidaktik qua Modus der Kausalität besonders gut für Didaktik im Unterricht. Hier werden nach Wesley Salmon neben „Why“-Fragen auch „How“-Fragen beantwortbar (Salmon, 1998). Das macht das Nachmachen nach Vico einfacher.

- Beweisen: Auch für didaktische Forschung ist es möglich, dass es eine korrespondierende Formalwissenschaft gibt, die der erklärenden und beschreibenden Forschung ein Instrumentarium zur Verfügung stellen kann, um das Lehren und Lernen zu erforschen. Solche Instrumente sind in Wissenschaften immer da notwendig, wo Beobachtungen die Ebene der Wahrnehmung verlassen – das geschieht bei fast jedem Experiment und jeder Messung in den Wissenschaften heute. Qualitative Sozialforschung zu pädagogischen Ordnungen, die eine „empirische Didaktik“ suchen (Kolbe et al., 2008), verwenden hierzu eine Heuristik, die das Zeigen als zentrale Operation der Didaktik ins Zentrum stellt. Dahinter steckt Klaus Pranges Theorie der sog. Operativen Pädagogik, die zu einem guten Teil auf Systemtheorie beruht. Das ist eine formale Wissenschaft des Sozialen. Formale Wissenschaften ermöglichen rein formale Fortschritte. Neues Wissen entsteht durch Kalküle und Beweise. So kann es eine formale Didaktik geben, die einer empirischen Didaktik korrespondiert, wie die Mathematik der Physik korrespondiert.

Aufgrund ihres wissenschaftstheoretischen Modus sind eine „empirische“ Allgemeine Didaktik und die beschreibende Empirische Bildungsforschung eher weniger dazu geeignet, die Funktion der Allgemeinen Didaktik in der Lehrerbildung zu übernehmen. Die Neuauflage der Allgemeinen Didaktik, die eine Symbiose mit Empirischer Bildungsforschung sucht, krankt unter der Inkompatibilität der begründenden und beschreibenden Semantik – dies führt zu moralistischen Fehlschlüssen. Aus einer Beschreibung, dass etwas so ist, können keine guten Gründe folgen, warum es auch so sein soll. Die beschreibende Semantik der Empirischen Bildungsforschung, wie sie in den großen Surveys im Bildungsmonitoring Verwendung findet, ist aber eher eine Hilfestellung für politische Entscheidungen und steht in einem Spannungsverhältnis zwischen Politik und Wissenschaft. Sie ist für eine Didaktik, die qua Modus der Wissenschaft immer nach Veränderungen sucht, weniger hilfreich als für die politische Steuerung. Selbst eine Beschreibung von Best-Practice-Beispielen exzellenter Schulen kann immer nur zeigen, dass diese erfolgreich waren und wahrscheinlich in der nächsten Messung auch wieder erfolgreich sein werden. Verschlussen bleiben dieser wissenschaftlichen Semantik die kausalen Fragen nach dem „Warum“ („Why?“) und „Wie“ oder „Auf welche Art und Weise?“ („How?“). Die *bestmögliche* Art und Weise zu lehren und zu lernen kann man nirgendwo im Unterricht durch eine Beschreibung erfassen. Das gilt in gleicher Weise für eine qualitative beschreibende Forschung, hier gibt es keine Unterschiede aufgrund des Datenformats. Wegen der aktuellen Bedeutung für die Steuerung des Bildungssystems ist das in Surveys und qualitativer Unterrichtsforschung bereitgestellte Wissen derzeit konvenient und leicht zugänglich. Ob sich in der didaktischen Praxis hierdurch aber große Veränderungen einstellen, ist fraglich.

Letztlich beruhen die Messungen in Surveys und die Beschreibungen qualitativer Bildungsforschung immer auf den anderen beiden Semantiken des Erklärens und Be-

weisens. Sofern sich also in diesen vorgelagerten Semantiken etwas ändern würde, würde die beschreibende Forschung andere Messinstrumente verwenden und die Messungen hätten andere Ergebnisse. So fußen die Instrumente zu PCK in aktuellen Großprojekten und die Messungen von Literacy in den Large-Scale-Assessments auf Theoremen, die in explorativer fachdidaktischer Forschung gefunden wurden (s. Kap. 3). Die Bildungslandschaft wird insofern also nur bedingt durch Surveys umstrukturiert. Das erklärende Wissen hinter den großen Tests ist der eigentliche Motor der in Kap. 1. 3. 2 beschriebenen schleichenden Einführung eines Weltcurriculums durch die Assessment-Kultur. Einer expliziten Didaktik ist dieses Wissen aber bisher nicht zugänglich. Es findet sich in Frameworks und technischen Reports hinter den Messungen. Ganz analog beruhen die Projekte qualitativer Bildungsforschung auf Instrumenten – einer Heuristik – die zu einem großen Teil ebenfalls nicht der eigenen Semantik entstammt, sondern einer beweisenden Semantik einer formalen Wissenschaft. Auch hier würden sich die Forschungsergebnisse verändern, wenn das Instrument ein anderes wäre.

Die erklärenden und beweisenden Semantiken wurden hier auch als besonders aussichtsreiche Erben dargestellt, weil sie noch Potentiale der Entwicklung bieten, die nicht ausgeschöpft sind. Man kann in gewisser Weise behaupten, dass sowohl die begründende Semantik der Allgemeinen Didaktik als auch die Vermessung des Bildungssystems erfolgreiche wissenschaftliche Projekte waren und weitgehend abgeschlossen sind. Die allgemeine Didaktik hat in mittlerweile über 80 Didaktiken für eine Vielzahl verschiedener Hintergründe und Lehr-Lern-Situationen gute Gründe des Lehrerhandelns bereitgestellt, während die Surveys im Bildungssystem mittlerweile in einen Dauerbetrieb der Lernstandserhebungen übergegangen sind. Valide Kompetenzmodelle sind fast in jedem Fach entwickelt und damit sind die wichtigsten Disparitäten im Bildungssystem gefunden worden. Jetzt gilt es vielmehr darum, diese zu beheben. Dabei jedoch geraten beschreibende Ansätze an die Grenzen ihrer Semantik. Nur bei Innovationen, wie der Ganztagschule, in den neuen Feldern von Erziehung und Bildung, wie sie z.B. die qualitative Unterrichtsforschung im „Netzwerk Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnung“ untersucht, oder aber im Zuge neuer kultureller Großwetterlagen, wie der Inklusion, lohnt überhaupt noch eine Beschreibung. Die fortwährende wissenschaftliche Untersuchung hat zu sichtbaren Ermüdungserscheinungen bei Schülern und Lehrern an Schulen in Universitätsnähe geführt.

Die Entwicklungspotentiale der erklärenden und beweisenden Semantiken sind einerseits ein Vorteil, andererseits aber auch ein Problem, wenn es darum gehen soll, diese in einer Didaktik wiederum handhabbar für die Lehrerbildung zu machen. Die erklärenden Theorien mittlerer Reichweite in der Science Education sind partikular; sie widersprechen sich. Es gibt wissenschaftssoziologisch zu erklärende Streits über die einzelnen Theoreme hinweg, etwa zwischen Vertretern von Scientific Literacy und Nature of Science, aber auch innerhalb einer Theorie, z.B. zwischen den unterschiedlichen Conceptual Change Ansätzen. Eine erste, explorative Ordnung dieser Theoreme wird die Aufgabe von Kapitel 3 sein.

Ganz Ähnliches gilt für die beweisende Semantik. In Pranges Operativer Pädagogik sind die Teile einer formalen Theorie z.B. mit einer begründenden Semantik verwoben. In der Tiefe beruht Pranges Ansatz nicht auf einer einzigen, sondern auf einer Vielzahl unterschiedlicher formaler Ansätze, wie in Kapitel 4 gezeigt werden wird. Die Aufgabe des vierten Kapitels wird es daher sein, diese einzelnen formalen Theorien aufzuschlüsseln und auf Kompatibilität zu prüfen. Ziel ist auch hier diese Theorie handhabbar zu machen als ein Kalkül, das auch Schlüsse und Beweise ermöglicht, so dass Forscher diesen Ansatz weiterentwickeln und Lehrende hiermit umgehen können.

2. 4. 1 Die Aufgabe von Kapitel 3: Ordnung der Science Education

Derzeit sind die einzelnen Mechanismen der Science Education stark verstreut, es ist aber möglich, dass sie schon eine vollständige Anleitung ausmachen. Was aber bedeutet Vollständigkeit in der Didaktik? Ich glaube, dass es generell kein Problem ist, dass sich das Wissen der Science Education als „Working Knowledge“ ständig verändert. Vor ähnlichen Problemen standen die Ordnungsprojekte in den Lebenswissenschaften, vor allem in der Biologie. Das Problem ist aber, dass mit Taxonomien und Ordnungen immer sog. „Natural Kinds“ entstehen. Sind z.B. Spezies natürliche Typen, die wie die chemischen Elemente axiomatisch unterscheidbar sind oder sind sie historisch geworden und kontingent wie z.B. die Kontinente? (Ghiselin, 1974) Respektiv: Wenn die erklärende Semantik in der Science Education in Kategorien geordnet wird, entstehen dann nicht automatisch „Natural Kinds“, nämlich die Kategorien der Ordnung? Wenn ja, dann sollten diese zumindest überzeugend sein. In der Philosophie der Biologie wird das Problem der Ordnung der Spezies nach wie vor diskutiert (Richards, 2010; R. A. Wilson, 1999). Das hat auch Auswirkungen auf die generelle Analytische Wissenschaftstheorie, in der debattiert wird, ob eine Ordnung der Wissenschaften in Kategorien wie Natur- und Geisteswissenschaften oder Material Science - Life Science - Cultural Studies möglich sind (Dupré, 1993; Hoyningen-Huene, 2013). Ordnungen sind weitgehend beliebig, wie schon Ludwig Wittgenstein herausstellte (Wittgenstein, 1958). Das schönste Beispiel hierfür stammt allerdings aus Foucaults Klassiker „Les Mots et Les Choses“, der im Original eigentlich „L’Odre des Choses“ heißen sollte. Das Vorwort des ersten Bandes von Foucaults Entwicklungsgeschichte der Humanwissenschaften beginnt mit einem Hinweis auf einen Text des argentinischen Schriftstellers Jorge Luis Borges:

„Dieser Text zitiert eine ‚gewisse chinesische Enzyklopädie‘, in der es heißt, daß ‚die Tiere sich wie folgt gruppieren: a) Tiere, die dem Kaiser gehören, b) einbalsamierte Tiere, c) gezähmte, d) Milchschweine, e) Sirenen, f) Fabeltiere, g) herrenlose Hunde, h) in diese Gruppe gehörige, i) die sich wie Tolle gebären, k) die mit einem ganz feinen Pinsel aus Kamelhaar gezeichnet sind, l) und so weiter, m) die den Wasserkrug zerbrochen haben, n) die von weitem wie Fliegen aussehen.““ (Foucault, 1974, p. 17)

In Foucaults Buch spielt später der Wandel der Naturgeschichten des 17. Jahrhunderts eine entscheidende Rolle, insbesondere die Veränderung der Ordnung der Tie-

re bei Jan Jonston (Foucault, 1974, p. 168ff). Foucaults Epistemologie zeigt erstens wie stark Ordnungen variieren können und wie sehr sie von Macht abhängen. Die dispositiven Urgründe der Ordnungsstruktur unserer eigenen Gegenwart selber zu ergründen fällt dabei schwer, aber die Macht in jeder Ordnung im Kleinen zu beachten, ist vielleicht möglich (vgl. zur Problematik: W. Schneider & Bührmann, 2008). Das gilt es in Kapitel 3 zu bedenken.

Die Frage, ob das didaktische Wissen in der Science Education übertragbar auf andere Fachdidaktiken oder auf Didaktik in seiner Gesamtheit ist, stelle ich an dieser Stelle hinten an. Man wird sie erst nach der Analyse beantworten können, wenn man sieht, welche Inhalte nach der Ordnung die Struktur dieser Didaktik ausmachen. Ich werde diese Frage im letzten Abschnitt von Kapitel 3 wieder aufgreifen.

2. 4. 2 Die Aufgabe von Kapitel 4: Formalisierung der Operativen Pädagogik

In Kapitel 4 werde ich Pranges Operative Pädagogik auf ihre formalen Herkunftswissenschaften reduzieren, um dann nach möglichen Leerstellen zu suchen, die es vielleicht möglich machen, Pranges Theorie in einen Formalismus zu bringen. Die didaktische Tradition kennt solche Formalismen. Ihr Zweck ist es nicht wie im sog. „programmierten“ Unterricht einen genauen Outcome zu errechnen, sondern in einer rein formalen Gestalt den Unterricht durchzuspielen. Das Didaktische Dreieck, das spätestens bei Herbart eingeführt wurde, ist wohl der bekannteste didaktische Formalismus. Gerade in der späten Phase der Allgemeinen Didaktik fand das Dreieck, das in seiner einfachsten Form aus der Tryade „Lehrer, Schüler/innen, Stoff“ (Schröder, 2001, p. 75) besteht, nur noch wenig Anklang. So schrieb Hartwig Schröder in seinem „Didaktischen Wörterbuch“ von 2001:

„Wegen der Vielfalt und Komplexheit der am Unterricht beteiligten Faktoren, kann das Didaktische Dreieck nur ein vereinfachendes Schema abgeben und wird in der heutigen didaktischen Literatur kaum noch verwendet, um die multifaktoriell bestimmten Prozesse des Unterrichts zu veranschaulichen“ (Schröder, 2001, p. 76)

Das Dreieck war dabei zwar ein Teil vieler allgemeindidaktischer Modelle, es veränderte sich aber in seiner Grundstruktur über die verschiedenen Ansätze mit den je wechselnden Modellen und Theorien nicht. Insofern ist es selber nicht Teil der je wechselnden Theorien und Modelle sondern wie die Mathematik, die in Newtons Mechanik die gleiche ist wie z.B. in der Impetustheorie – auch wenn diese Theorien sich grundlegend widersprechen (P. Thagard, 1992). Das Didaktische Dreieck ist ein – wenn auch gleich sehr einfacher – sozialer Formalismus der Didaktik. Auch dem neueren fachdidaktischen Modell der Didaktischen Rekonstruktion liegt das Dreieck zugrunde (Kattmann et al., 1997) und auch den neuesten Ansätzen einer positiven Wissenschaft der Didaktik bei Andreas Gruschka (Gruschka, 2013a).

Formalismen sind nicht auf die etablierten formalen Wissenschaften wie Mathematik, Statistik, Allgemeine Linguistik, Logik, Theoretische Informatik, Informationstheorie, Spieltheorie, Entscheidungstheorie, Systemtheorie und Kybernetik beschränkt. Es gibt

einerseits Bemühungen anderer Sozialwissenschaften sich ein formales Pendant zu schaffen (Johnson & Rodin, 1989; Stigum, 1990), andererseits entstehen neue Zwischenfelder durch Formalisierung ansonsten disparater Wissenschaften. Ein jüngeres Beispiel ist die formale Wissenschaft von den Service-Systemen, die Ökonomie, Ingenieurwissenschaft, Soziologie und viele andere umfasst (Ng, Maull, & Smith, 2011). Das auch für Didaktik besonders nützliche Element von formalen Wissenschaften ist die Möglichkeit von Kalkülen. Dabei muss einem immer klar sein, dass die formalen Wissenschaften in ihrer eigenen Welt leben. So ist Mathematik nur die Sprache der Natur, wie die Sprache selber Teil der Natur ist – nämlich gar nicht. Das führt dazu, dass Formalismen sich völlig ab von empirischer Adäquatheit durch die innere Logik des Beweises entwickeln können. Der Austausch von Mathematik und Theoretischer Physik ist hier sicherlich ein beachtliches Beispiel für die Fruchtbarkeit von Formalisierungen. Neben der langen Geschichte formaler Didaktik in Deutschland sei darauf hingewiesen, dass die Erziehungswissenschaft längst durch die Statistik eine formale Wissenschaft als Bezug hat. In der Kybernetik hatte auch die Didaktik bereits einmal ein formales Pendant. Auch wenn dies hier die erste wissenschaftstheoretische Analyse ist, die auf solche formalen Bezugswissenschaften im Feld hinweist, so sind doch die Existenz von Formalismen und die Arbeit an ihnen nicht neu.

In Kapitel 4 wird die Begründungsebene in Klaus Pranges Schriften außer Acht gelassen. Man kann die Operative Pädagogik ohne Weiteres nämlich auch als begründende Semantik und so als Allgemeine Didaktik alten Stils lesen, wenn man allein diese Ebene fokussieren würde. Die beiden Ebenen der Begründung und des Beweises

AT 22: Alle Didaktik wird von Menschen *innerhalb* der Didaktik angewendet, sie kann daher kein System technischer Verfügung sein.

zu vermischen war aber wohl auch schon ein Fehler der sog. Kybernetischen Didaktik um Felix von Cube, der neben einem Formalismus auch eine Begründung liefern wollte und dessen Didaktik so oft als technisch-positivistische Ideologie wahrgenommen wurde (Cube, 1965). Es gibt in der Philosophie bisher keinen bekannten Begriff für den Fehlschluss gute Gründe aus einem Beweis abzuleiten, weil dies wohl generell viel zu abwegig ist. Daraus, dass es "at least two prime numbers between 15 and 20" (Benacerraf, 1965, p. 294) gibt, kann man keine Gründe irgendeines Handelns ableiten. Prange kann aber nur deshalb so anschlussfähig in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft sein, weil er die systemtheoretischen Hintergründe seiner Theorie weitgehend verschleiert und eine gelehrige Begründung liefert. So findet man in der „Zeigestruktur der Erziehung“, dem Standardwerk der Operativen Pädagogik, eine Vielzahl von Referenzen in die bildungstheoretisch auslegbare Geistesgeschichte, aber nur zwei kürzere Bezüge zu Niklas Luhmanns Systemtheorie (Prange, 2012a, p. 52 und 117). Ebenfalls zweimal wird z.B. der Lyriker Gottfried Benn in Pranges Hauptwerk zitiert. Ich vermute, dass das Unbehagen mit formalen Aufschlüsselungen in der Pädagogik seine Gründe in der technischen Verfügbarkeit während der „Arbeit mit Abhängigen“ (Kraft, 1999) hat. So wie Lie-Gruppen nicht die ganze Beschreibung der Teilchenphysik sind, kann aber keine formale Struktur irgendeine real existierende Didaktik „beschreiben“. Formalismen sind *ab* von der Realität. Die heutigen formalen

Theorien am Rande der Didaktik, auf denen auch die Operative Pädagogik fußt, sind dabei auch eher soziale und kulturelle Formalia der Didaktik, wie ich es bereits am Wandel der Systemtheorie gezeigt habe und wie in Kapitel 4. 3. noch deutlicher werden wird. Bereits Norbert Wiener, der selber Mathematik und Biologie studiert hatte, beschrieb die Kybernetik immer als Wissenschaft genau zwischen Informationssystemen und lebenden/sozialen Systemen. Den neuen Terminus „Kybernetik“ wählte er absichtlich ohne Bezug zu einem der beiden Bereiche, damit der Zwischenstatus dieser Disziplin deutlich wird (Bluma, 2005, p. 145ff). In Kapitel 4 wird wegen der spezifischen Lage der Didaktik dieser Zwischenstatus leicht verschoben werden müssen und eher die soziologische Seite beachtet. Das ist nicht dazu gemacht, um diese Didaktik wieder besser begründen zu können. Nachdem, was hier in Kapitel 2 entwickelt wurde, muss man konstatieren, dass bisherige formale Didaktiken in der Regel zu wenig darauf Acht gegeben haben, dass es Menschen *innerhalb* der beschriebenen Situation sind, die sie wieder anwenden müssen. Das könnte man die doppelte Kybernetik der Didaktik nennen.

Wichtig ist für Kapitel 4, dass auch der formale Ausbau einer Theorie nicht zwingend ist. Es gibt verschiedene formale Wissenschaften und auch verschiedene Möglichkeiten eine formale Theorie zu erweitern. Wie in der Frage der Ordnung der Science Education muss man auch hier irgendwie zeigen können, dass die gefundene Lösung realistisch ist. Das führt aber zu einem Problem, das jede Weiterentwicklung der Didaktik hat, das aber auch jede bisher erwähnte untergegangene Didaktik betrifft. Wann kann man sagen, dass eine Didaktik unrealistisch ist? Gerade bei einer Wissenschaft nach Vico, deren Material fluide soziokognitive Konstellationen sind, ist so viel an Gestaltungsspielraum vorhanden, dass es schwer fällt, überhaupt eine Didaktik zu finden, die *nicht* irgendwie wieder realistisch ist.

2. 4. 3 Was eine didaktische Theorie realistisch macht

Die direkte empirische Adäquatheit zwischen einem Gegenstand namens Didaktik und der wissenschaftlichen Beschreibung ist hier sicherlich keine passende Antwort, sonst könnte es formale Theorien z.B. gar nicht geben und überhaupt würde diese Antwort nur eine Semantik von Wissenschaft zulassen, nämlich die beschreibende Semantik. Generell muss Realismus auf einer anderen Ebene diskutiert werden. Ein schönes Beispiel für die Realismusproblematik in den Wissenschaften ist der Präzedenzfall einer Pseudowissenschaft: die Astrologie. Viele Wissenschaftler haben heute eine starke Intuition, dass die Astrologie unrealistisch ist. Wissenschaftstheoretisch ist die Astrologie noch ein recht einfacher Fall, weil sie eine Naturwissenschaft ist, das macht aber die Realismusproblematik nicht wirklich leichter lösbar. Es gab von Michel Gauquelin groß angelegte Studien, die den Einfluss der Bewegung der Himmelskörper auf die Lebensläufe von Menschen widerlegen sollten. Gauquelin fand aber einige statistisch relevante Korrelationen, etwa die größere Anzahl von Sportlern unter den Menschen, die unter Einfluss des Mars geboren wurden (Gauquelin, 1967, 1969, 1977). Paul Thagard hat einen in der Wissenschaftstheorie heute klassischen Artikel zum Problem der Pseudowissenschaft Astrologie geschrieben. Auch das Fehlen einer direkten physischen Einwirkung, die „magische“ Weltansicht der Astrologie und

der psychologisch bekannte Mechanismus der Suche nach Halt bei distalen Phänomenen, so Thagard, sind keine hinreichenden Bedingungen, um die Astrologie als Pseudowissenschaft einzustufen (P. R. Thagard, 1978). Thagard selber machte den unwissenschaftlichen Status an der Progressionslosigkeit der Astrologie und ihrem fehlendem Antrieb, innere Widersprüche zu lösen, fest. Letztlich gibt es wohl aber kein einziges festes Kriterium um eine gute wissenschaftliche Theorie von einer Pseudothorie zu unterscheiden (Boudry, Blancke, & Braeckman, 2010; Bunge, 2001).

Bei Vicos Wissenschaft gibt es jedoch ein gutes Kriterium, dann nämlich, wenn es das Objekt, das konstruiert werden soll, so bereits schon *ohne* Konstruktion auf eine „natürliche“ Art gibt. Die grundlegende Idee kennt man aus der Bionik, aber heute funk-

AT 23: Didaktische Theorien sind dann realistisch, wenn sie auch auf andere, idealerweise gar natürlich vorkommende Formen von Didaktik passen.

tionieren eine ganze Reihe von Wissenschaften so, die Alfred Nordmann mit dem Begriff „Technowissenschaften“ zusammenfasst (Nordmann, 2005, 2008). Ein schönes Beispiel sind die Theorien zum Flug. Die Idee des Fluges wurde dadurch geboren, die in der Natur schon vorhandenen Tiere zu imitieren. Die Wissenschaft namens „Aviation“ fand jedoch letztlich ganz andere Prinzipien, nach denen man das gleiche

erreichen konnte. Die Erfindung des Flugs durch die Gebrüder Wright war beeinflusst durch zahlreiche unterschiedliche Faktoren, die nicht mehr aus der bloßen Mimikry des Vogelflugs erklärbar sind (vgl. J. D. Anderson, 2004). Vicos Wissenschaft ist also immer dann bereits realistisch, wenn sie ein funktionales Analogon zu dem bilden kann, was sie erzeugen soll, solange es dieses auch natürlich gibt. Im besten Fall funktioniert das Konstrukt dann besser als das Original. Dieser Gedanke erlaubt, sowohl die Ordnung der Science Education als auch die Erweiterung der prangeschen Theorie realistisch zu gestalten. Die Frage nach dem Realismus einer Didaktik ist dann nur noch analog zu der Frage nach dem Realismus innerhalb der Realismusdebatte der Philosophy of Science: Wann passt eine Theorie auf ein Ding und gibt es dieses Ding dann wirklich? Der Vogelflug ist da ein einfaches Beispiel, weil man ihn ja mit bloßem Auge beobachten kann. Die Didaktik hingegen ist nicht unbedingt ohne weiteres sichtbar. Bei den Arbeiten im „Netzwerk Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen“ (Kap. 2. 3. 4. 1) hat man aber einen ganz ähnlichen Gedanken sehen können – hier in den neuen Feldern von Erziehung und Bildung wie den KiTas oder den Gedenkstätten stellt sich Didaktik mehr oder minder von alleine ein. Sie ist dann deshalb realistisch, weil es sie auch *ohne* einen didaktischen Konstrukteur gibt.

2. 4. 4 Was eine didaktische Theorie untergehen lässt

Zuletzt in diesem Kapitel gilt es die eigentliche Frage zu stellen, mit der dieses gesamte Kapitel gestartet ist, nämlich woran man erkennen kann, dass ein didaktisches Theorieprogramm untergeht. Diese Frage ist unterschieden von der eben diskutierten Realismusfrage. In der Wissenschaftsgeschichte sind auch bereits realistische Theorien untergegangen und unrealistische waren erfolgreich. Kann man aber nach der wissenschaftstheoretischen Analyse hier tatsächlich sagen, dass z.B. die Allgemeine Didaktik ein „totes Pferd“ ist? (Rothland, 2013b, p. 630)

Die Allgemeindidaktiker Ewald Kiel und Klaus Zierer hatten Überlegungen zum Ende dieses Forschungsprogramms aufgrund von Thomas Kuhns Theorie wissenschaftlicher Revolutionen angestellt und ich hatte in Kapitel 2. 3. 1. 8 ihren speziellen Wiederbelebungsversuch daher vor demselben Hintergrund kritisiert, um die interne Widersprüchlichkeit vor dem Hintergrund eigentlich semantischer Probleme der Kombination Beschreiben-Begründen zu zeigen. Wiederbelebungsversuche, die empirische Lehr-Lern-Forschung integrieren wollen, sind semantisch inkonsequent. Es ist aber keineswegs damit gesagt, dass die Allgemeine Didaktik in ihrer hergebrachten Form nicht weiter existieren kann. Im Gegensatz zur Interpretation bei Kiel & Zierer kann man bei Kuhn nicht einfach nur durch die Häufung von Anomalien, dem Ende der normalwissenschaftlich lösbaren Aufgaben oder dem Beginn einer wahrnehmbaren Krise schon vom Ende eines Forschungsprogramms reden (Kiel & Zierer, 2011). So gibt es gar kein inneres Anzeichen, dass eine Theorie an ihr Ende gelangt, sondern nur Theorienvergleich und Theorienwahl (Hoyningen-Huene, 1989, p. 230ff). Das soll heißen: auch wenn die Allgemeine Didaktik über 80 Didaktiken entwickelt hat und ihr Forschungsprogramm beendet ist, würde sie trotzdem weiter Verwendung finden, sofern sich keine *Alternative* auftut, die die gleichen Funktionen – innerhalb einer begründenden Semantik – erfüllt. Dieser Gedanke findet sich schon bei James Bryant Conant: “A theory is only overthrown by a better theory, never merely by contradictory facts” (Conant, 1947, p. 36). Das Theoriwahlproblem in den Wissenschaften ist dabei diffizil und es fällt schwer, feste Kriterien zu nennen, die hier wichtig sind, um sich für eine Theorie und gegen eine andere zu entscheiden. Neben der Möglichkeit, die alten Phänomene zu erklären und neue aufzuzeigen, was eher auf erklärende Semantiken zutrifft, nennt Kuhn auch nicht-empirische Theorietugenden: “the new theory is said to be ‘neater,’ ‘more suitable,’ or ‘simpler’ than the old” (T. S. Kuhn, 1970, p. 166). Ich habe in Kap. 2. 3. 1. 4 beschrieben, dass die Allgemeine Didaktik aber gerade diese nicht-empirischen Tugenden durchaus besitzt. Die aktuelle Debatte zur Theoriwahl in der Wissenschaftstheorie geht in die Richtung der Möglichkeit eines Vergleiches der Wahl von Theorien mit der Wahl bei Entscheidungen sozialer Wohlfahrt. Diese Entscheidungen werden schon seit den 1960er Jahren durch die Analytische Philosophie untersucht (Arrow, 1963; Sen, 1966, 1977). Den Vergleich hiermit hat zuerst Samir Okasha angestellt (Okasha, 2011). Er wird aber mittlerweile von mehreren Seiten angefochten (Morreau, 2013; Rizza, 2013; Stegenga, 2015). Es gibt gegenwärtig kein Modell, nach dem man die Tugenden der jeweiligen Theorien überzeugend gegeneinander aufrechnen könnte, wenn so etwas überhaupt jemals möglich sein sollte. So kann man die Zukunft der Allgemeinen Didaktik auch nach der Analyse hier nicht vorhersehen. Falsch ist aber sicherlich die Allgemeine Didaktik als die *einzig*e Form der didaktischen Theoriebildung zu sehen. Eine ganze Reihe von Einführungen und Überblickswerken tut dies nach wie vor! Das ist auch ein Grund dafür, warum ich hier im Folgenden nicht an der Allgemeinen Didaktik, sondern an anderen Programmen weiterarbeite. Es sollte in der Erziehungswissenschaft bekannter werden, dass es neben der Allgemeinen Didaktik und der Empirischen Bildungsforschung noch weitere Wissenschaften im Feld gibt, die andere Semantiken haben.

Um die Empirische Bildungsforschung braucht man sich hingegen nicht sorgen. Sie hat wohl bei Weitem nicht den „Ausgang ihrer Epoche“ erreicht (Gruschka, 2013b). Die Ergebnisse der beschreibenden Forschungen sind wegen der großen Bedeutung für die Steuerung des Bildungssystems nicht zu ersetzen und mittlerweile fest institutionalisiert. Die Übergänge in fachbezogene Empirische Bildungsforschung sind fließend. Die in der erklärenden Semantik empirischer Wirkungsforschung zentrale Frage „What Works?“ hat eine Passung auf die politische Entscheidungsstruktur und kann hier die Doppelbindung von Politik und Wissenschaft wohl auch in Deutschland noch weiter festigen. Man muss an dieser Stelle wohl festhalten, dass verschiedene Wissenschaften verschiedene gesellschaftliche Funktionen haben, auf die ihre Semantiken jeweils abgestimmt sind (Bohlmann, 2016a). Bei der Empirischen Bildungsforschung ist dies heute ganz klar die Steuerung des Bildungssystems. Dass sie für didaktische Praxis nur wenig Hinweise bietet, bedeutet in keiner Weise, dass sie wegen fehlender Praxisrelevanz untergehen wird. Das halte ich für ziemlich unwahrscheinlich.

2. 5 Entwicklung: Realistischere und trennschärfere Theorien

Ich habe dem zweiten Kapitel noch zwei Additiva hinzugefügt, die dem Leser auch dazu dienen sollen, zwei theoretisch interessante Punkte noch vertiefen zu können. Für einen Überblick über die aktuelle Forschungslandschaft der Didaktik sind diese beiden Kapitel 2. 5. 1 und 2. 5. 2 nicht entscheidend, so dass der Leser, der dieses Buch vor diesem Hintergrund liest, auch mit Kapitel 3 oder 4 fortfahren kann. Für eine Weiterentwicklung einer Wissenschaftstheorie der Didaktik scheinen mir aber diese beiden Punkte wichtig. Ich betellige mich in diesem Kapitel 2. 5 mit eigener Entwicklungsarbeit an der Fortführung der Didaktik und an der Arbeit an zwei großen Problemen didaktischer Theorien: Ihrem fehlenden Realismus und ihrer ungenügenden Trennschärfe gegenüber anderen Theorien im Feld der Erziehungswissenschaft. Weil dieser Teil des Buches den regulären Aufbau des Buches verlässt, nenne ich die folgenden Kapitel 2. 5. 1 und 2. 5. 2 „Zusätze“. Diese beiden Zusätze sind philosophisch komplex, so dass Leser ohne spezifisch wissenschaftstheoretisches Interesse diese beiden Kapitel getrost überblättern mögen.

Der erste Zusatz beschäftigt sich noch einmal näher mit dem Realismusproblem. Ich habe bereits erwähnt, dass die Arbeiten in Kapitel 3 und Kapitel 4 eine möglichst realistische Ordnung, bzw. einen möglichst brauchbaren Formalismus hervorbringen sollen. Bisher wird Didaktik entweder als etwas naiv Vorhandenes, als Tatsache oder Erziehungswirklichkeit begriffen, die es gibt und die man daher untersuchen kann (Oelkers & Tenorth, 1991). Historisch gab es in dieser Sichtweise dann einen Zeitpunkt, zu dem man die Didaktik *entdeckt* hat. Oder aber Didaktik ist wie in den Ansätzen der Allgemeinen Didaktik ein normatives Konstrukt, das frei gestaltbar ist. Dann gab es irgendwann historisch einen Zeitpunkt, indem Didaktik *erfunden* wurde. Beide Positionen sind Verkürzungen. Die realistische Position schlägt hier einen dritten Weg ein, der davon ausgeht, dass immer schon gelehrt und gelernt wurde und dass Didaktik in gewisser Weise daher auch natürlich vorhanden ist und nicht erst durch Wissenschaft in die Welt gehoben werden musste. In der Wissenschaftstheorie gibt es in der

Realismusdebatte von hier aus dann aber unterschiedliche Ideen von Realismus. In Kapitel 2. 5. 1 werden daher zwei Arten von Realismus beschrieben, die dann in Kapitel 3 und Kapitel 4 wieder Verwendung finden, der epistemische und der ontische Strukturalismus. Beide Varianten halte ich für gute Ansätze, um sich vorzustellen, was Didaktik eigentlich ist.

Im zweiten Zusatz werden didaktische Theorien scharf von Theorien des Unterrichts getrennt. Eine didaktische Theorie wird sehr oft mit einer Theorie des Unterrichts vermischt, so zum Beispiel bei sehr weiten Definitionen des sog. „Classroom Managements“ (z.B. Haag & Streber, 2012; nicht so: Kounin, 2006). Didaktik findet meist im Unterricht statt, ist allerdings nicht zwingend mit Unterricht verknüpft. Die Probleme unterrichtlicher Organisation, die Vermeidung von Störungen und ihre Sanktion, überhaupt die ganze soziale Ordnung einer Schulklasse, sind daher auf wissenschaftlicher Ebene erst einmal keine Probleme des Lehrens und Lernens. In Kapitel 2. 5. 2 wird daher die Theorie der Didaktik von einer Theorie des Unterrichts abgegrenzt; viele Missverständnisse und inkonsistente Didaktiken sind dadurch entstanden, dass versucht wurde *gleichzeitig* eine Theorie des Lehrens/Lernens *und* des Unterrichtens zu liefern.

2. 5. 1 Erster Zusatz: Eine realistische Position als dritter Weg neben entdeckten und erfundenen Didaktiken

Vom Ursprung der Didaktik gibt es zwei gängige Erzählungen im deutschen erziehungswissenschaftlichen Diskurs. Die eine geht von der *Entdeckung* der Didaktik aus (z.B. Ballauf & Schaller, 1969, p. 147ff.; Benner & Brüggem, 2011; Blankertz, 1982, p. 31; Martial, 1985; Reble, 1999, p. 110). Meist ist diese Entdeckung eingebunden in die Ausdifferenzierung der modernen Gesellschaft oder eine bestimmte bildungsgeschichtliche Entwicklung, dennoch gibt es einen Moment der Entdeckung, den z.B. Herwig Blankertz einen „visionären Beginn“ nennt (Blankertz, 1982, p. 30; vgl. Wigger, 2004, p. 251). In der frühen Neuzeit etabliert sich nicht nur der moderne Begriff der Didaktik als „Technik des Lehrens und Unterrichtens“ (Wigger, 2004, p. 251), in dieser Zeit gibt es auch Figuren, denen die Entdeckung der Didaktik direkt zugeschrieben wird, so z.B. dem Praktiker Wolfgang Ratke und dem Theoretiker Johann Amos Comenius. Ratke, der als selbsternannter „Didacticus“ den deutschen Fürsten praktische Lösungen zur Organisation des Sprachunterrichts anbot, präsentierte seine Idee von „Didaktik“ als Entdeckung eines Naturphänomens – den Mechanismen der Psyche, nach denen man das Lehren und Lernen jetzt ausrichten kann: „Alles nach Ordnung oder Lauf der Natur“ (Ratke, 1957, p. 66). Diese neue *Entdeckung* ist der Grund, warum Ratke die damals unüblich gewordene Bezeichnung „Didaktik“ verwendet (Kordes, 1999, p. 217ff). Auch das Selbstverständnis der theoretischen Beschreibung der Didaktik bei Johann Amos Comenius folgt einer ganz ähnlichen Idee der Entdeckung, wenn er die Natur an den Beginn der didaktischen Theorie stellt (Musolff & Hellekamps, 2006, p. 35). Die Entdeckungserzählung gibt es dabei nicht nur für die Allgemeine Didaktik. Eine Geschichte der Fachdidaktik muss notgedrungen später ansetzen und die Ausdifferenzierung der Fächer an der Universität und die Institution des Fachunterrichts zu Beginn des 20. Jahrhunderts nachvollziehen. Aber auch die Entstehung der fachgebundenen Form der Didaktik wird als Entde-

ckung erzählt (Pahl, 1913; Schöler, 1970). Die Entdeckungsperspektive steht dabei vor dem generellen Problem von Modernisierungstheorien. Sie muss erklären, warum es Didaktik als die Organisation von Lehr-Lernprozessen nicht schon vorher gab. Entdeckungserzählungen der Didaktik geben der gegenwärtigen Praxis eine historische Tiefe und machen sie als Errungenschaft für den Bereich, der so mit der Didaktik verknüpft ist – das ist vor allem der Schulunterricht – unverzichtbar. Unterricht nicht didaktisch zu organisieren wäre ebenso vormodern, wie Didaktik ohne Unterrichtsbezug zu denken. In einer „Whig-Interpretation of History“, wie Herbert Butterfield so eine Sicht einmal nannte, werden gegenwärtige Einrichtungen und Sichtweisen auf die Historie rückprojiziert (H. Butterfield, 1931) und so vor allem die Idee von Didaktik im Unterricht transportiert. Das ist besonders auffällig in Zeiten, in denen das Lehren und Lernen sich in vorher pädagogisch nicht veranschlagte Lebensbereiche ausdehnt, für die andere Verständnisse von Didaktik Beschreibungen bieten (Terhart, 2005a).

Die zweite Erzählung vom Ursprung der Didaktik ist die einer *Erfindung* (Blankertz, 1969; Gudjons & Winkel, 1999; Jank, 2011; Martial, 1996; Terhart, 2006b, 2011c). Danach gibt es fast so viele Didaktiken wie Didaktiker. Historisch hat die deutsche Tradition einen „bunten Strauß“ (Terhart, 2011c) an Didaktiken hervorgebracht. Es gibt Versuche diese Theorien und Modelle in eine historische Reihung zu bringen oder in Konkurrenz zu setzen. Diese Ordnungsbemühungen scheitern aber daran, dass die Didaktiken nicht aufeinander eingehen und so unvermittelt nebeneinander stehen. Obwohl diese *erfundenen* Didaktiken durchaus Trends folgen, wie der Kommunikationstheorie in den 80ern und dem Konstruktivismus in den 90ern, kann man sie kaum in irgendeinen Entwicklungszusammenhang bringen. Die Sicht auf Didaktik als *Erfindung* hat kein historisches Problem, sondern ein theoretisches. Sie wird brüchig, wenn man zeigen kann, dass Didaktik sich auf Grundlage fester Bedingungen von alleine konfiguriert. Die Didaktik hat einzelne Elemente, bei denen es schwer fällt, ihnen keinen physischen Charakter zuzuschreiben. Zu allererst muss hier das Lernen genannt sein, für das auch psychologische und neurowissenschaftliche Empirie existiert. Aber auch in den Sozialwissenschaften gibt es Beschreibungen von sozialen Tatsachen, bestimmten sozialen Verhältnissen oder gesellschaftlichen Realitäten, die sich ohne Konstruktionsprozess von alleine einstellen. Schon Emile Durkheim hat gefordert, diese „Fait Social“ wie Dinge zu sehen und mit quasi-naturwissenschaftlicher Methode zu behandeln (Durkheim, 1980, p. 114ff.). Eine normative Lösung, wie es die *erfundenen* Didaktiken immer sein müssen, hat dann nur noch die Wahl zwischen zwei gleichschlechten Möglichkeiten: Entweder sie beharrt auf ihrer Setzung, auch wo diese nicht mit der Empirie in eins fällt. Dann steht sie unter Ideologieverdacht, wenn sie es nicht schafft, sich von ihren „lieb gewordenen Vorurteilen“ zu trennen, wie Hilbert Meyer es umschrieben hat (H. Meyer, 2005, p. 7). Oder aber sie passt sich an die neu gefundene Realität an und ihr kann Defätismus und Inkonsistenz vorgeworfen werden.

Eine Alternative zu den *entdeckten* und *erfundenen* Didaktiken ist eine realistische Sicht auf Didaktik, wie ich sie hier verfolgen möchte. Realismus in der Didaktik ist die

grundlegende Idee, dass es Didaktik auch ohne Didaktiker, die sie erfunden oder entdeckt haben, generell erst einmal gibt. Das ist insofern ein schwieriger Gedanke, weil die Gegenstände von Vicos Wissenschaften ja in aller Regel erst noch hergestellt werden – so kann man sich z.B. fragen, ob es Motoren gibt, bevor es eine ingenieurswissenschaftliche Konstruktion des Motors gab. Analog: gibt es Didaktik ohne dass jemand das Lehren und Lernen geplant und initiiert hat? Das Beispiel des Fluges aus dem Kapitel 2. 4. 3 hat aber bereits gezeigt, dass viele Konstrukte in Vicos Wissenschaften ein natürliches Vorbild haben. Wenn man also davon ausgeht, dass es Didaktik auf irgendeine Art und Weise auch in der Welt gibt, ohne dass es vorher wissenschaftliche Theorien von Didaktik geben musste, dann stellt sich nur noch das Realismusproblem: Beschreibt die Theorie das, was es auch in der Realität so gibt?

2. 5. 1. 1 Verschiedene Realitäten: Die unterschiedlichen Positionen in der Realismusdebatte, Theorien-, Modell- und Strukturenrealismus

In der Realismusdebatte innerhalb der Analytischen Wissenschaftstheorie gibt es von hier an mehrere mögliche Ideen, wie man den Realismus von Theorien begreifen kann. Im ersten und einfachsten Fall passt die ganze didaktische Theorie auf die Realität. In diesem Fall gibt es Didaktik als Ding, genauso wie die Theorie Didaktik beschreibt. Das nennt man Theorienrealismus. Eine solche theorienrealistische Position treffen aber immer die Probleme der pessimistischen Metainduktion und der theoretischen Unterbestimmtheit.

Pessimistische Metainduktion meint, dass kein Theoretiker der Didaktik davon ausgehen kann, dass gerade er die Letztbeschreibung der Wirklichkeit gefunden hat (Laudan, 1981). In einem induktiven Schluss auf die Zukunft kann man pessimistisch davon ausgehen, dass, wenn alle bisherigen Beschreibungen von Didaktik unzureichend waren, dies in Zukunft auch für didaktische Gesamtbeschreibungen gelten wird. Wie schon erwähnt, sagt Erfolg nichts über Realismus aus. Man könnte ja generell annehmen, dass erfolgreichere didaktische Theorien realistischer sind als andere. In der Analytischen Wissenschaftstheorie gibt es die Idee des sog. konvergenten Realismus der davon ausgeht, dass naturwissenschaftliche Theorien mit der Zeit immer erfolgreicher wurden und dadurch auch immer realistischer geworden sind (Hardin & Rosenberg, 1982). In der Didaktik gibt es seit einiger Zeit die Idee eines breitenkonvergenten Realismus. Hier geht man davon aus, dass es so viele verschiedene Theorien der Didaktik gibt, die man nur alle auf ihre Effekte hin prüfen müsste und allein aufgrund der Masse wäre dann sicherlich auch eine realistische Theorie dabei (Kiel & Zierer, 2011; E Klieme, 2006). Leider hat die Geschichte der Naturwissenschaft zahlreiche Theorien aufzuweisen, die "once successful but nonreferring" waren (Laudan, 1981, p. 26). Larry Laudans Paradebeispiel hierfür ist die Fresnelsche Lichttheorie, die ja die berühmte Vorhersage des Poisson-Flecks möglich gemacht hat und auch sonst sehr erfolgreich war. Diese Theorie ist aber aus heutiger Sicht völlig unrealistisch, weil sie noch einen Lichtäther annahm, durch den sich das Licht als Welle bewegte.

Der zweite Einwand gegen einen Theorienrealismus ist die theoretische Unterbestimmtheit in Theorien. Dieselben empirischen Sachverhalte lassen sich immer auf

mehrere, teils sehr unterschiedliche Art und Weise theoretisch beschreiben (Andre Kukla, 1998; Van Fraassen, 1980). Wenn die Art der Beschreibung aber oft Entscheidungssache und manchmal gar völlig willkürlich ist, warum sollte dann die Theorie auf das passen, was in der Realität existiert? Auch dieses Argument passt gut auf die Didaktik, wo man in der Tradition der Allgemeinen Didaktik ja gesehen hat, wie unterschiedlich theoretische Beschreibungen sein können.

Als Alternative hat sich vor dem Hintergrund der Model-Based View in der Wissenschaftstheorie der sog. Modellrealismus etabliert (Cartwright, Shomar, & Suárez, 1995; M. Morrison, 1999). Hier würde man davon ausgehen, dass Theorien der Didaktik aus den eben genannten Gründen nicht realistisch sein können, einzelne Modelle oder Mechanismen aber schon. Ein Modellrealismus umgeht viele Probleme eines Theorienrealismus, indem er nur noch von mehr oder weniger guten Vorhersagen des Modells spricht und nicht von der Wahrheit einer Theorie. Auch die Unterbestimmtheit ist nicht so groß, weil die Theoriekerne dann nicht mehr realistisch sein müssen, sondern nur noch die Modelle. Allerdings bleibt die pessimistische Metainduktion auch hier ein Problem. An dem Beispiel aus Kap. 2. 3. 3. 6 von Gilberts Magnetfeldmodell „Terrella“ wird deutlich, dass auch diese Modelle in der historischen Rückschau unrealistische Annahmen enthalten. Der Magnetismus des Polarsterns war eine Zeit lang das beste Modell, das man hatte, um sich die Bewegung der Kompassnadel zu erklären. Heute ist dieser Mechanismus ebenfalls „nonreferring“, wie Laudan sagt, es gibt die Relation, die er postulierte, schlichtweg nicht.

Es gibt jedoch eine Sicht innerhalb der Realismusdebatte, die eine plausible Lösung des Realismusproblems darstellt und der ich im Weiteren folgen will. Das ist der von John Worrall begründete sog. Strukturenrealismus. Worrall nimmt wie Larry Laudan Fresnels Lichtäther als Ausgangspunkt, um seine Lösung darzustellen. Es ist richtig, so Worrall, dass Fresnel im Kern seiner Theorie den Lichtäther annahm, eine Entität, die es so in der Realität nicht gibt. Für die Theorie ist diese Entität aber unwichtig. Dieser vermeintliche Theoriekern ist nur Makulatur, denn der eigentliche Kern ist eine Struktur: die Oszillation. Fresnel nahm an, dass Licht auf einer Welle aus Äther vorantreibt und beschrieb dies mathematisch als Oszillation. Spätere Theorien gehen davon aus, dass Licht eine elektromagnetische Welle ist, die selber oszilliert. Die Struktur der Oszillation bleibt dabei erhalten, wie auch immer die Elemente, die sie verbindet, wechseln (Worrall, 1989, p. 117, 1994). Der Strukturenrealismus schaut im Wechsel der Theorien also nicht darauf, was sich ändert, sondern auf das, was gleich bleibt. Bei der kopernikanischen Revolution wäre das etwa die Beschreibung von Kreisbahnen. Dass sich vom ptolemäischen zum kopernikanischen Weltbild die Entitäten der Erde als Fixstern und der Sonne als Planet umkehren, ist für den Strukturenrealisten nicht relevant. Die kopernikanische Revolution ist also für ihn auch gar nicht so revolutionär, weil sich die Struktur hierbei gar nicht ändert. Irgendwas kreist immer noch um irgendwas, nur die Elemente variieren.

Ein immenser Vorteil eines solchen Strukturenrealismus in der Didaktik ist, dass er keine der bestehenden Theorien – das sind ja bei der Didaktik viele – als unrealistisch deklarieren muss. Eine solche Position ist minimalkompatibel zu den bisherigen Didaktiken

und kann in ihnen die Strukturen lesen, die wieder interessant sind. Vom Strukturenrealismus gibt es zwei Varianten, die ich beide weiter verfolgen will, den epistemischen Strukturenrealismus (ESR) und den ontischen Strukturenrealismus (OSR). Sie unterscheiden sich nur in der verwendeten Idee von „Struktur“.

2. 5. 1. 2 Was die Didaktik realistischweise ist: Entweder eine Struktur in unserem Wissen über Didaktik (epistemisch) oder eine formale Struktur in der sozialen Wirklichkeit (ontisch)

Der epistemische Strukturenrealismus geht davon aus, dass die Struktur der Oszillation in dem Beispiel eben eine Struktur im Wissen ist. Sowohl für Fresnel, als auch für Maxwell war es nicht vorstellbar, dass Licht anders zu beschreiben denn als Oszillation, weil es nicht anders zu denken ist. Man könnte dann auch in keiner anderen Weise darüber reden (Worrall, 1990). Der Realismus ist dann eine Passform auf die Art und Weise, in der das Wissen strukturiert ist. Das scheint mir eine treffende Idee zu sein, mit der man das Wissen der Science Education als Struktur in Kapitel 3 beschreiben kann.

Der ontische Strukturenrealismus geht hingegen davon aus, dass die Struktur der Oszillation im Sein verankert ist. Dann gibt es sie also als Relation *in der Wirklichkeit*. Hier bezieht sich der Realismus auf eine unabhängig von allem Wissen wirklich existierende Außenwelt (Ladyman, 1998; Leplin, 1984; Worrall, 1989, 1994). OSR ist besonders beliebt unter Quantenphysikern und Mathematikern. Die Beispiele für ein OSR-Verständnis von realistischen Strukturen operieren auch oft mit Phänomenen der Quantenfeldtheorie in der Physik und der Gruppentheorie in der Mathematik, die kaum noch anhand fester Entitäten erklärt werden können. Die Protagonisten des OSR legen aber auch nahe, dass die Sozialwissenschaften von einer solchen Sicht auf den Realismus ihrer Beschreibungen profitieren könnten und haben einen Forschungsansatz, wie er hier stattfinden soll, bereits angedacht (Kincaid, 2008b; Ladyman, Ross, Spurrett, & Collier, 2007; Ross, 2008). In der sozialen Welt ist ähnlich wie auf Quantenebene außer den bekannten und offensichtlichen Individuen sonst meist keine Entität in den Relationen zwischen ihnen erkennbar, wohl aber eine formale Struktur. Schon das Didaktische Dreieck beschrieb solch eine formale Struktur.

Die Idee von Didaktik in diesem Buch ist also zwiefältig: Entweder Didaktik ist eine epistemische Struktur, so dass wir über Didaktik nur auf bestimmte Weise reden können, z.B. in den Begriffen Lernen, Bildung und Erziehung (vgl. Kap 3), anders können wir uns eine Theorie des Lehrens und Lernens gar nicht denken. Oder aber Didaktik ist eine formale ontische Struktur, das heißt eine *wirklich physisch sichtbare* psychosoziale Konstellation, die Menschen zueinander auf der Grundlage von kultur- und sozialanthropologischen formalen Grundlagen oder Axiomen einnehmen (vgl. Kap 4). In beiden Fällen ist Didaktik da; es gibt sie.

2. 5. 2 Zweiter Zusatz: Eine Theorie der Didaktik ohne eine Theorie des Unterrichts

Josef Dolch hat 1952 bereits den Vorschlag gemacht, Didaktik wieder wie bei Comenius als „die Wissenschaft (und Lehre) vom Lernen und Lehren überhaupt“ zu verstehen, die sich „mit dem Lernen in allen Formen und dem Lehren aller Art auf allen Stufen“ und „auch mit jenen Formen des Lernens und Lehrens, die nicht Unterricht oder Lernen im Unterricht sind“ beschäftigt (Dolch, 1965, p. 45). Auch Wolfgang Klafki plädiert schon länger für eine Entkoppelung der Forschungsfelder (vgl. Klafki, 2007, p. 91). Die Wissenschaften von Didaktik und Unterricht sind aber leider institutionell stark miteinander verwoben. Die Allgemeine Didaktik und ihre Erben innerhalb der Erziehungswissenschaft sind universitär meist in der Schulpädagogik verankert. Die Fachdidaktik würde es ohne Lehrerbildung gar nicht geben. Und auch noch Eckhard Klieme konnte in seinem programmatischen Aufsatz zur empirischen Unterrichtsforschung genau dort wieder ansetzen: „Empirische Unterrichtsforschung ist heute das erfahrungswissenschaftliche Komplement der Didaktik als ‚Wissenschaft vom Unterricht‘“ (E Klieme, 2006, p. 766).

In den allermeisten Didaktik-Definitionen spielt Unterricht eine ganz zentrale Rolle (Prange, 2011). Dabei gibt es ganz grob zwei Ansätze. Entweder man nimmt die Unterrichtssituation als gegeben und stellt sich mit Planung darauf ein. In diesem Fall kann man mit Andreas Gruschka von „Theorien von Didaktik“ sprechen. Oder aber man nimmt die Unterrichtssituation als gestaltbar und sieht somit die Didaktik nicht als Reaktion auf Unterricht, sondern den Unterricht als Ergebnis von Didaktik. Hierfür hat Gruschka den Begriff „Theorien für Didaktik“ geprägt (Gruschka, 2002). Beides ist vom Unterricht aus gedacht: Im einen Fall macht der Unterricht die Didaktik, im anderen Fall macht die Didaktik den Unterricht. Wie auch immer es im Einzelnen ausgeformt wird, Didaktik in Bezug auf Unterricht zu denken liegt nahe und scheint nur pragmatisch. Unterricht ist schließlich der Ort, an dem Didaktik überhaupt erst zu einem Problem wurde. Vor dem Dreißigjährigen Krieg wurde zumindest in Mitteleuropa erstmals Unterricht problematisch, weil es protestantische und katholische Modelle des Unterrichts gab (von Olberg, 2016a). Insgesamt kann die Geschichte der Pädagogik auch als ein Ausbreitungsprozess von Unterricht erzählt werden, der mit den großen Modernisierungsprozessen wie der Scientific Revolution in eine Zeit fällt. Terhart nennt das die „Educational Revolution“ (Terhart, 2012b, p. 65), die auch als Geburtsstunde der Didaktik als Lehre vom Unterricht gilt. Unterricht ist im modernen pädagogischen Denken so zentral, dass die frühen deutschen Völkerkundler berichteten, dass die Völker, die sie besuchten, „keine Erziehung“ hätten. Das war keine wertende Aussage, sondern sie beschrieben damit nur, dass sie nirgends Unterricht nach dem westlichen Modell beobachtet hatten (Sünkel, 1996, p. 33). Wie Uwe Krebs aus einer Metaanalyse von hundert Berichten früher Ethnographen allerdings herausliest, gibt es jedoch auch in autochthonen Gesellschaften sowohl institutionalisierten Unterricht als auch eine Form des Lehrens und Lernens, die eher „implizit“ und „protopädisch“, also bei anderen Arbeiten wie dem Jagen und der Feldarbeit, geschieht (Krebs, 2011). Dieser Gedanke, dass man auch außerhalb von Unterricht lehren und lernen kann, ist

der modernen Idee von Unterricht aber fremd. Für die deutsche erziehungswissenschaftliche Tradition schreibt Klaus Prange dementsprechend: „Eine weitergehende Bestimmung der Didaktik, die sich nicht nur auf Unterricht, sondern auch auf andere und schließlich alle Formen der Erziehung bezieht, ist nicht allgemein akzeptiert“ (Prange, 2011, p. 183).

2. 5. 2. 1 Die „Educational Revolution“ als gesellschaftliche Bewegung zur Verbreitung des Lehrens und Lernens

Es ist aber fraglich, ob die „Educational Revolution“, von der Terhart spricht, in erster Linie eine „Reformation of Schooles[sic]“ war. Gerade die Schulreformen Mitte des 17. Jahrhunderts scheitern fast überall, wie James Bowen es in seiner einflussreichen „History of Western Education“ deutet (Bowen, 2003). Bowen beruft sich dabei vor allem auf ein Reformprogramm, das Johann Amos Comenius zusammen mit Samuel Hartlib in London 1642 ausgearbeitet hat und das diesen Titel „Refomation of Schooles“ trägt (Comenius & Hartlib, 1642). Erfolgreich waren die Reformatoren dieser Epoche wie Comenius und Hartlib hingegen auf einem anderen Gebiet, nämlich bei der Verbreitung der Didaktik. Der „Intelligencer“ Samuel Hartlib war der Kopf eines personalen Netzwerks, das durch Baconsche Experimentalphilosophie und kulturelle Symboliken aktiv blieb, eine *République des Lettres - avant la lettre*, die ca. von 1630 bis 1660 in West- und Zentraleuropa bis hin nach Nordamerika, agierte (D. H. Scott, 2003). Der Umfang und die Organisation dieses Verbundes zeigt sich vor allem in dem seit 2014 durch das Programm „Cultures of Knowledge“ der Universität Oxford editierten Briefwechsel Hartlibs (Cultures of Knowledge, 2014). Hartlib hatte in dem Pariser „Intelligencer“ Theophrast Renaudot ein Vorbild, von dem er unter anderem die Idee der Errichtung eines sog. Adressbüros nahm. Dieses Adressbüro war keine Schule, sondern hatte zahlreiche sozialreformerische Funktionen, darunter jedoch auch die Funktion, einen freien Ort des Lehrens und Lernens zu bieten (Dury, 1649; Hartlib, 1647; vgl. Tantner, 2011). Renaudot hielt dort sog. „Conférences“ ab, öffentliche Diskurse über Themen auf der Schnittpunktlinie zwischen Natur- und Sozialwissenschaften, die bald auch in London herausgegeben wurden (Wellman, 2003, p. 372). Die neunte Konferenz trug zum Beispiel den Doppeltitel „I. On Water. II. On Wine, and wether it is necessary for Souldiers“ (Bureau d'adresse et de Rencontre, 1664, p. 44ff). Wie bei Renaudot war auch bei Hartlib die Idee verbreitet, über neue naturwissenschaftliche Lerninhalte die sozialen Umstände zu verbessern. Das ist zum Beispiel der Tenor seiner Schriften „The Reformed Silk Worm“, „The Reformed State of Bees“ (Hartlib, 1655) und seines Projektes einer Reform der Agrararbeit durch bessere Bildung: „Husbandry-Learning“ (Hartlib & Dymock, 1651). All diese Projekte waren zu allererst Reformen des Lernens.

Hartlibs in London betriebenes Netzwerk der „Learned Men“ oder „Men of Wits“ und die Baconsche Experimentatorik gingen einher mit dem sozialreformerischen Ziel, das bereits Francis Bacon als „Advancement of Learning“ ausgegeben hatte (Bacon, 1640). Es war vor allem aber die Praxis des Lehrens und Lernens, die dieses Projekt vorantrieb. Große programmatische Schriften oder Staatsreformen, wie später in der Aufklärung, fehlten. So war dies auch nie Stoff für die Historische Bildungsforschung,

die erst in den letzten Jahren Zugänge in die Kulturgeschichte findet (Caruso, 2007; Popkewitz, Franklin, & Pereyra, 2001). Auch wenn es Didaktiker wie Ratke gab, die sich größtenteils mit Fragen der effektiven Organisation des Unterrichts beschäftigten, gab es doch zeitgleich die Didaktik als eine soziale Bewegung. Hieraus bildete sich schnell der Wunsch, diese neue Lernkultur zu institutionalisieren. Allein aus dem Hartlibkreis sind zwei Entwürfe für Adressbüros und ein College of Husbandry bekannt (Dury, 1649; Hartlib & Dymock, 1651; Hartlib, 1647). Verwirklicht wurde zumindest das von Oliver Cromwell geförderte Durham College in 1656, das eine reformerische Alternative zu den Universitäten Oxford und Cambridge sein sollte. Der Hartlib-Kreis war involviert in die Gründung der Royal Society und hat Verbindungen zu den Anfängen der Universität Harvard in Neuengland. Der Drang, diese Reform des Lernens sofort in neue Institutionen zu gießen, ist an dieser Stelle unübersehbar. Auch Pläne von Comenius, der nicht zum inneren Zirkel des Hartlib-Kreises gehörte, aber von Hartlib und Dury gefördert wurde, gingen in diese Richtung. Comenius war 1641 auf Einladung Hartlibs in London, um an einer weitergehenden Reform des Bildungswesens mitzuwirken. Zwischen Februar und März 1641 schreibt Comenius an Hartlib ein neues Projekt betreffend:

“Among the truly necessary Universal means for a world-wide renewal {after books, the Universal lamps of human omniscience; and universal schools, the supports for those lamps} we discern that there is this requirement also, a Universal College of the Learned; and we are convinced that the world cannot do without this any longer, except to its detriment. [...] That there should indeed be founded in London a College of six or seven men who may have Universal Learning at heart and who may on that account cultivate correspondence with learned men throughout the world, by the constant increase of new discoveries and researches for the treasures of light, as long as it is God's will that men should remain in this earthly school below.”(Comenius, 2013)

Als die Pläne zu dem College in England scheitern, widmet sich Comenius, wie Klaus Schaller sagt „widerwillig“, der etatistischen Schulreform in Schweden, zu der er mehr oder minder abkommandiert wurde (Schaller, 2003, p. 47). Die Reform des Lernens und die Reform des Unterrichts im 17. Jahrhundert sind nicht gleichursprünglich und sie laufen auch weitgehend aneinander vorbei. Nur punktuell gab es Einflüsse der neuen Lernkultur auf den Schulunterricht. Stephanie Hellekamps und Hans-Ulrich Musolff haben in einem Projekt, in dem Bildungswege von Lehrern in Westfalen im 17. Jahrhundert untersucht wurden, unter anderem die Bildungsbiographie Abraham Gulichs restaurieren können. Gulich promovierte in Leiden über Descartes und veränderte daraufhin auch die Didaktik in seinem Unterricht in Westfalen (Hellekamps & Musolff, 2010). Bis auf diese wenigen Einzelfälle entwickelte sich die neue Kultur des Lehrens und Lernens des 17. Jahrhunderts aber weitgehend am Schulunterricht vorbei.

2. 5. 2. 2 Das Instructional Design als Theorie der Didaktik ohne Unterricht

Im anglo-amerikanischen Raum ist Didaktik auch heute noch nicht so stark mit Unterricht verwoben wie auf dem Kontinent. So ist etwa die Forschung, die sich dort mit der Gestaltung von Lehrprozessen aufgrund von Wissen über Lernprozesse befasst, das Instructional Design, außerhalb von Unterricht entstanden. Es befasst sich bis heute nur mit der Theorie des Lehrens und Lernens, in der Lerngegenstände und Medien eine wichtige Rolle spielen (Reiser, 2012). Wie die Assessments (s. Kap. 1. 3. 2) ist auch das Instructional Design im Zweiten Weltkrieg entstanden. Die U.S. Air Force hat von einer Spezialabteilung über 400 Trainingsfilme und 600 Kurzstreifen produzieren lassen, die zur Grundlage des Instructional Designs wurden und dem Zweck dienten, schnell viele Piloten auszubilden. Zwischen Mitte 1943 und Mitte 1945 wurden diese Filme schätzungsweise vier Millionen mal vorgeführt (Reiser, 2001). Einige von ihnen sind heute noch im Nationalarchiv der Vereinigten Staaten erhalten und sogar online zugänglich. Ein schönes Beispiel für diese Anfänge des Instructional Designs ist der Film TF 1-3389, der den amerikanischen Piloten das Ausmanövrieren der deutschen und japanischen Flugabwehrkanonen (FLAK) beibringen sollte, übrigens ja auch das Grundproblem der Kybernetik - die hier gezeigte Lösung geht tatsächlich auf Wiener zurück (United States Army Air Force First Motion Picture Unit, 1944). Der Film startet mit realen Filmaufnahmen in der Kriegssituation. Es folgt eine gespielte Szene in einem Briefing, bei dem ein höherrangiger Pilot vor einer großen Gruppe von Piloten steht. Die entscheidenden Flugmanöver zeigt er mit Hilfe einer Karte und eines Zeigestocks. Es folgt eine lange Szene, in der mit aufwändiger Tricktechnik die Funktionsweise der Flak und mögliche Ausweichmanöver erläutert werden. Dies geschieht mit Hilfe einer wiederkehrenden Analogie der Entenjagd, die im Comic nachgestellt wird, gezeichnet von Walt Disney. Man kann dem Film dabei ansehen, dass er eine reale, soziale Situation des Lehrens und Lernens imitiert. Schon die große Gruppe der lernenden Piloten *im Film* zeigt, wie defizitär die Macher eigentlich das Medium Film gegenüber einer sozialen Lehr-Lern-Situation einschätzten. Selbst bei den animierten Stellen des Films bleibt weiterhin die Stimme des erfahrenen Piloten über den Bildern erhalten.

Der Generalstabschef der Wehrmacht machte nach der deutschen Kapitulation die „quick and complete mastery of film education“ (zitiert nach Olsen & Bass, 1982, p. 33) für den schnellen Kriegseintritt Amerikas und damit für die deutsche Niederlage verantwortlich. In den Folgejahren blühten die Forschungsprogramme zum Instructional Design auf, man fragte sich „Why cannot the schools teach the G.I. Way“? (Olsen & Bass, 1982, p. 32). Noch heute sieht man die damals nur notgedrungene Verknappung der sozialen Rolle des Lehrers im Instructional Design. Das Instructional Design ist in unserem Zusammenhang hier aber dennoch ein gutes Beispiel für ein wissenschaftliches Programm, das eine Theorie des Lehrens und Lernens ausgearbeitet hat, ohne jemals eine Theorie des Unterrichts entwickelt zu haben.

2. 5. 2. 3 Die „Planning Models“ als Theorie des Unterrichts ohne Didaktik

Neben einer Theorie der Didaktik ohne Unterricht im Instructional Design, kennt die amerikanische Tradition auch eine Theorie des Unterrichts, in der – andersherum – Didaktik keinerlei Rolle spielt. Das sind die „Planning Models“, die im Educational Research in den späten 60er und frühen 70er Jahren entwickelt wurden (Zahorik, 1975). Sie waren einerseits eine Theorie des Unterrichts, andererseits auch Ratschlag zur Planung und in diesen beiden Punkten den deutschen Didaktischen Modellen gar nicht unähnlich. Sie machten aber keinerlei Aussagen über den Lehr-Lernprozess. Hier gab es zwei Konkurrenten, ein Rational-Choice-Modell (Popham & Baker, 1970; Taba, Reindel, & Edelstein, 1974; Tyler, 1971) und ein sog. Integrated-Means-End-Modell (Eisner, 1967; MacDonald, Wolfson, & Zaret, 1973; MacDonald, 1965). Rational-Choice ging davon aus, dass der Lehrer im Unterricht beschränkte Möglichkeiten hat und rationale Entscheidungen zwischen Alternativen treffen muss, um sein jeweiliges Ziel zu erreichen. Der Planungsprozess war so eine Vorüberlegung dieser Entscheidungssituationen, die sonst allemal im Unterricht auf den Lehrer zugekommen wären. Integrated-Means-End ging hingegen davon aus, dass Lehrer als erstes die Aktivitäten der Schüler planen sollten. Nach den Erfindern dieses Ansatzes MacDonald und Eisner ergibt sich nämlich erst in diesen Aktivitäten die Möglichkeit zur Zielerreichung des Unterrichts. Diese Theorien sind Theorien des Unterrichts, ihre Kernfrage ist, wie Unterricht plan- und bewältigbar wird, und in beiden Fällen ist über den Lehr-Lern-Prozess noch kein Wort gesagt.

Die deutschen Modelle aus der Tradition der „Allgemeinen Didaktik“ waren vom Berliner Modell von Heimann, Otto und Schulz bis hin zur Konstruktivistischen Didaktik von Kersten Reich in krassem Gegensatz zu den „Planning Models“ immer auch didaktisch, also immer auch Beschreibungen des Lehr-Lernprozesses (Kron, 2008). Dafür war eine Theorie von *beidem gleichzeitig*, Unterricht und Didaktik, notwendig. Kiel und Zierer sehen die Allgemeine Didaktik noch 2012 als „Leitdisziplin für das Lehren und Lernen sowie den Unterricht“ (Kiel & Zierer, 2011). Die Allgemeine Didaktik hält auch noch in der aktuellen Krise ihrer Disziplin diese *raison d'être* aufrecht. Dabei ist die Allgemeine Didaktik aber keineswegs eine spezielle Eigenart deutscher „Übertheoretisierung“ praktischer Probleme. Im internationalen Diskurs gibt es nicht nur mittlerweile die Anfänge einer Rezeption der deutschen allgemeinen Didaktik (Terhart, 2012b), es gibt inzwischen dort auch originäre Ansätze, die ähnlich operieren, manche von ihnen sogar mit Ausrichtung auf bestimmte Domänen, z.B. auf die Naturwissenschaft, wie etwa der Learning Cycle von Abraham (Abraham & Renner, 1986; Abraham, 1998) oder das 5E Unterrichtsschema von Bybee (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, & Powell, 2006; Bybee, 1989). In den 80er Jahren war die Verquickung einer Theorie des Lehrens und Lernens mit einer Theorie des Unterrichts vielleicht noch eine deutsche Spezialität, heute ist sie es nicht mehr.

In der Hochphase der „Allgemeinen Didaktik“ zu Beginn der 80er Jahre gab es in Deutschland und den USA die ersten Studien zum tatsächlichen Planungsverhalten von Lehrern (Bromme & Hömberg, 1981; Yinger & Clark, 1979; Yinger, 1979, 1980). Bei diesen Interviews fällt auf, dass Didaktik tatsächlich bei der Planung von Unterricht

kaum eine Rolle spielt. Die deutschen Lehrer kannten die didaktischen Modelle, nutzten Sie aber nur solange sie noch Novizen waren (Brommes Studie hierzu hatte ich bereits in Kap 2. 2. 1 zitiert). Nahezu alle Überlegungen, die bei der Planung von Unterricht getroffen wurden, betrafen den reibungslosen Ablauf des Unterrichtsprozesses. Das allein schien für die amerikanischen Lehrer so komplex und zeitraubend, dass Yinger sogar empfahl, die immer gleichen Routinen zu entwickeln oder sich strikt an ein Textbuch zu halten, um das Arbeitspensum der Lehrer zu verringern. Bromme und Hömberg wiesen explizit darauf hin, dass kein Lehrer in ihrer Studie den didaktischen *Inhalt* während der Planungsphase bearbeitete (Bromme & Hömberg, 1981, p. 122). Viele der interviewten Lehrer kannten und schätzten Klafkis didaktisches Modell. Mit der sog. „Didaktischen Analyse“ hätten aber in der Unterrichtsvorbereitung gerade die sachlichen Inhalte des Unterrichts bearbeitet werden müssen (Klafki, 1958, 1963). Wie Martin Rothland darlegte (2013b), gibt es kein Anzeichen dafür, dass sich an diesem Befund in den letzten 30 Jahren etwas geändert hat. Die Allgemeine Didaktik ist für die alltägliche Unterrichtsplanung immer noch praktisch nicht relevant (vgl. Haas, 1998, 2005; A. Seel, 1997).

Daraus zu schlussfolgern, dass Didaktik insgesamt sinnlos ist, wäre übereilt. Lediglich die Idee der Allgemeinen Didaktik, Didaktik und Unterricht *in einem Zug* zu behandeln, geht fehl. Die Struktur eines Wissens um Didaktik hat keinen instrumentellen, sondern einen dispositiven Charakter (vgl. Kap 2. 3. 1. 3). Dieses Wissen um Didaktik gibt eine Idee davon, wie das Lehren und Lernen sein könnte oder sein sollte, unter *Vernachlässigung* der realen Bedingungen von Unterricht. Die Einschätzung, dass didaktisches Wissen an einer anderen Stelle greift als bei der Planung, wird übrigens auch von denjenigen geteilt, die damals die Studien zum realen Planungsverhalten von Lehrern durchgeführt haben. Yinger und Clark widmeten sich nach diesen Studien wieder Ihrem Forschungsprojekt zu Denkprozessen von Lehrern beim Unterrichten (zusammenfassend: Clark, 1988). Bromme entwickelte später ein Modell der Professionalisierung von Lehrern, in dem didaktisches Wissen als Kompetenz noch immer eine Rolle spielte (Bromme & Tillema, 1995; Bromme, 1992, 1997). Das ist kein Zufall. Die Denkprozesse des Lehrers beim Unterrichten und die ihnen dispositiv zugrundeliegenden Kompetenzen sind der Ort, an dem ein Wissen um Didaktik als Lehr-Lernprozess seinen Sinn hat. Solch didaktisches Wissen als Kompetenz ist kein neuer Gedanke (S. K. Abell, 2007; Oser, 2001; Terhart, 2002), findet sich aber verstärkt seitdem Paedagogical Content Knowledge (PCK) in Prozessen des Professional Development im großen Stil gemessen wird (vgl. Kap. 1. 3. 4).

2. 5. 2. 4 Ansätze einer Theorie des Unterrichts in Deutschland

Bei einer Trennung von Theorie der Didaktik/Lehr-Lernforschung und Theorie des Unterrichts/Unterrichtsforschung würde letzteren die Aufgabe zukommen, die die frühen amerikanischen Studien hier schon wahrnahmen, nämlich Unterricht und Unterrichtsplanung strukturell zu verstehen und bewältigbar zu machen. Als Ideengeber für qualitative Studien hat eine kultur- und sozialanthropologisch inspirierte Theorie des Unterrichtsgeschehens schon heute ihren Platz in der Unterrichtsforschung innerhalb der Fachdidaktiken und der Erziehungswissenschaft. Eine ausgeformte Theorie des

Unterrichts fehlt allerdings noch, wie Georg Breidenstein feststellt (Breidenstein, 2010). Es gibt viele mögliche, konkurrierende Ansätze und keinen Konsens – nur das Desiderat nach einer solchen Theorie. Es ist dabei auch noch in der Diskussion, ob eine solche Theorie die Didaktik noch umfasst (Gruschka, Herzog, Meseth, Proske, & Reh, 2011). Georg Breidenstein machte in seiner Antrittsvorlesung in Halle einige Überlegungen in die Richtung einer mikrosoziologischen Fundierung von Unterricht. Dabei wird deutlich, dass man Unterricht nicht darüber erkennen kann, ob in ihm gelernt wird oder nicht. Es kann also als Fundierung empirischer Forschung keine funktionalistische Definition von Unterricht geben, wie Wolfgang Sünkel noch in seinem Versuch einer „Phänomenologie“ des Unterrichts dachte (Sünkel, 1996, p. 39). Oder um es anders auszudrücken: die Funktion von Unterricht liegt nicht im Unterricht selber. Breidenstein formuliert es so: „Die interaktive Praxis scheint resistent gegenüber der Sinnfrage zu sein“ (Breidenstein, 2010, p. 874). Unterricht ist also auch, wenn nicht gelehrt und gelernt wird. Eine auf keine strukturelle Gesellschaftsfunktion rekurrierende, mikrosoziologische Theorie von Unterricht, wie Breidenstein sie andenkt, wäre darauf zurückgeworfen, Unterricht phänomenologisch zu definieren und muss wohl dann den Sprung ins kalte Wasser wagen und Unterricht als Bewältigungsproblem sehen. Diese Problemlage hat Andreas Gruschka einmal süffisant an einem Unterrichtsbesuch beschrieben, in dem es schlicht darum ging, die vom preußischen Unterrichtsminister August von Trott zu Solz anno 1911 eingeführten, manchmal so quälend langen 45 Minuten durch beliebige Interaktion durchzustehen (Gruschka, 2005, p. 15).

2. 5. 2. 5 Parsimonie als Grund für die Trennung einer Theorie des Unterrichts und einer Theorie der Didaktik

Neben den vielen Vorläufern in den Wissenschaften vom Lehren und Lernen gibt es auch noch ein wissenschaftstheoretisches Argument dafür, wo immer möglich Theorien einzeln und nicht vermengt zu behandeln. Das Argument für Schlichtheit von Theorien ist in der Analytischen Wissenschaftstheorie unter dem Namen „Lex Parsimoniae“ oder „Ockham’s Razor“ bekannt, weil

AT 24: Aus Gründen der Parsimonie ist eine Theorie der Didaktik von einer Theorie des Unterrichts zu trennen.

es meist auf den Scholastiker Wilhelm von Ockham zurückgeführt wird (Baker, 2008). Unter Wissenschaftlern und Wissenschaftstheoretikern wird die Einfachheit einer Theorie (Parsimonie) nicht nur als ein praktisches sondern auch als ein epis-

temisches Gütekriterium verstanden (M. R. Forster, 2002; M. Forster & Sober, 1994; Sober, 1990, 2014). Das liegt unter anderem daran, dass, wie bereits in Kap. 2. 1. 3. 2 beschrieben, jede Theorie durch Hilfsternme abgesichert werden kann, wodurch Einfachheit gegen Kohärenz getauscht wird. In dem Fall hier könnte man dann zum Beispiel die Fehler einer Theorie der Didaktik durch Unterricht erklären und umgekehrt. Parsimonie ist ein mögliches nicht-empirisches Gütekriterium von Theorien (Maxwell, 2000). Theorien setzen sich nämlich nicht nur durch, weil sie besonders realistisch oder nützlich sind (vgl. McAllister, 1989, 1996). Oft ist die Einfachheit einer Theorie ein entscheidendes Kriterium für die Arbeit mit ihr. Ich trenne also an dieser Stelle die Theorie des Lehrens und Lernens (Didaktik) von einer Theorie des Unterrichts.

3 Science Education

Der folgende dritte Teil der Arbeit ist eine in sich geschlossene Analyse eines ganzen Forschungsfeldes. Diese Analyse widmet sich der Frage: Inwieweit kann die Science Education, die internationale Didaktik der Naturwissenschaften, schon heute einen vollständigen theoretischen Rahmen bieten, um das Lehren und Lernen anzuleiten? Wie in jedem Teil gehe ich auch hier in vier Schritten vor: Vorbetrachtung – Suche – Analyse – Zusammenfassung. Die Suche und Kodierung der Daten wird durch einen konzeptuellen Rahmen und ein PRISMA-Diagramm dargestellt. In diesem Kapitel sind die Daten Themenfelder von „Critical Reviews“ der Journals der Science Education (vgl. zum Begriff des Critical Reviews und zur Abgrenzung zu Systematic Reviews das Vorwort). Am Ende werden durch diese Suche neun Forschungsgebiete der Science Education gefunden, eingeordnet und analysiert sein: Die Lerntheorien Conceptual Change (CC) und Model-Based Reasoning (MBR), die Bildungstheorien Scientific Literacy (SL), Attitudes/Interests (ATT) und Learning Progressions (LP) und die Erziehungstheorien Science-Technology-Society (STS), Socio-Scientific Issues (SSI), History and Philosophy of Science (HPS) und Nature of Science (NOS). Diese Theorien liefern eine vollständige Möglichkeit alles zu erklären, was bei Didaktik passiert. Vor dem Hintergrund ihrer spezifischen Semantik des Erklärens steht die Didaktik der Naturwissenschaften damit heute auf einer Stufe mit der Allgemeinen Didaktik: Mit ihr allein ist es möglich, über Lernen, Bildung und Erziehung im Unterricht zu reden, ohne dass dabei Wesentliches ungesagt bleiben muss.

3. 1 Vorbetrachtung: Die verborgenen Forschungsprogramme

Die folgende Suche und Analyse geht sehr tief in das Feld der Science Education hinein. Das geschieht unter der Grundannahme, dass die Forschungsprogramme der Science Education und ihre Theorien nicht in didaktischen Handbüchern oder Einführungen offensichtlich dargestellt sind. Eine Didaktik muss also erst mühsam rekonstruiert werden, sie ist in diesem Forschungsfeld nicht offensichtlich. Sie ist in einzelne Teile zerstreut und an manchen Stellen hinter Forschungsapparaten, die für andere Zwecke errichtet wurden, verborgen.

Natürlich bietet die Science Education in Teilen heute auch schon eine explizite Anleitung des Lehrens und Lernens, die die Funktion der Allgemeinen Didaktik in der Lehrerbildung bereits bewusst auf Grundlage didaktischer Theorien übernimmt und so Terharts Erbe von sich aus antritt. Ein herausragendes Beispiel ist sicherlich die Conceptual Change Theorie, die mittlerweile auch in Deutschland die fächerübergreifenden und fachspezifischen Lehrbücher erreicht hat (z.B. Barke & Harsch, 2011; D. Krüger, 2007; Möller, 2013). Diese Theorie ist auch in universitären Prüfungen in den naturwissenschaftlichen Fächern mittlerweile weit verbreitet und macht den Kern der wohl bekanntesten nationalen Bereichsdidaktik, der sog. Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann et al. aus (Duit et al., 2012; Kattmann et al., 1997). Die Conceptual Change Theorie hat dabei aber exponierte und introvertierte Formen. Was sich tatsächlich in den Lehrbüchern niederschlägt, ist weder der aktuelle Stand der interna-

tionalen Forschung, noch ein historisch früherer Zustand in quasi nur zeitverzögerter Abbildung, so dass die nationalen Diskurse „hinterherhängen“ würden. Stattdessen ist es ein erst in der Lehre der Lehre entstandenes rudimentäres Modell von Conceptual Change, dass hier vermittelt wird und sich vor allem in Schlagwörtern und einfachen Anleitungen verbreitet: Man müsse bei Schülervorstellungen ansetzen. Selbst Reinders Duit, der Sammler des weltweit größten Archivs an Präkonzepten (Duit, 2009) und ein Kenner der Conceptual Change Theorie, hat kürzlich in „Unterricht Physik“ in dieser Art und Weise guten Frontalunterricht generalisiert:

„Hier geht es um Anforderungen, die an die Schülerinnen und Schüler gestellt werden müssen, damit sie angeregt werden, sich intensiv und eigenständig mit einer Sache auseinanderzusetzen. Ein Beispiel sind kognitive Konflikte, die eine Aufgabe hervorrufen.“ (Duit, Hepp, & Rincke, 2013, p. 10)

Die Conceptual Change Theorie wird hier z.B. nur in Form der „kognitive(n) Konflikte“ angesprochen. In der Lehrerbildung kommt von dieser Theorie nur ein ganz einfaches Gerüst an, dass die theoretisch interessanten Widersprüche und Konflikte der *vielen verschiedenen* Conceptual Change Theorien, die es tatsächlich gibt, nicht thematisiert (Duit & Treagust, 2012; Duit & Widodo, 2013).

Wenn es hier im Folgenden um die Mechanik einer Theorie geht, also genau den Teil, den ich wissenschaftstheoretisch in Kapitel 2. 3. 3 als besonders vorteilhaft für eine Anleitung des Lehrens herausgestellt habe, dann muss man die theoretischen Programme weiter verfolgen in den Teil, der weit vor der Vermittlung an Lehrer liegt. Meine erste Vorannahme für die Suche ist also, dass paradoxerweise gerade die Aufbereitungen für Lehrer für die Suche nach didaktischen Forschungsprogrammen *keine* guten Ansatzpunkte sind.

Ein großer Teil der „Middle Range Theories“, die in der Wissenschaft der Science Education zum Lehren und Lernen erarbeitet wurden, wird bisher nur sehr bedingt in die Form einer Anleitung für Lehrer gebracht. Besonders das zentrale Theorem der Scientific Literacy wurde zu allererst durch die Messung in den großen Assessments und den Bildungsstandards verbreitet. In den Dokumenten, die als Leitlinie für Lehrer gelten, tauchen diese Konzepte dann aber nur noch als Stichwort auf. Sie haben in diesen Dokumenten eher politisch-programmatischen Charakter und schlüsseln das Erklärungswissen der Theorie nicht näher auf. Das geschieht selbst da, wo eine neue und noch nicht weit verbreitete Theorie wie die Learning Progressions in den Rahmenplänen vorkommt, Hier ist ein Beispiel aus dem amerikanischen K-12 Science Education Rahmenplan von 2012:

„To develop a thorough understanding of scientific explanations of the world, students need sustained opportunities to work with and develop the underlying ideas and to appreciate those ideas' interconnections over a period of years rather than weeks or months. This sense of development has been conceptualized in the idea of learning progressions.“ (National Research Council, 2012, p. 26)

Die Rede von Chancen, Wertschätzung, Sinn und Entwicklung ist diskursanalytisch interessant, nicht aber für eine Suche nach Forschungsprogrammen und deren späterer Analyse, die herausarbeiten will, wie die kausalen Mechanismen im Kern dieser Theorien arbeiten. Die im K-12 Rahmenplan angesprochene Theorie der „Learning Progressions“ wird in diesem Dokument nicht weiter mit Studien aus der Forschung belegt, sondern anhand von Expertisen, die für das „National Research Council“ erstellt wurden. Ganz ähnlich verhält es sich mit den für Lehrer erstellten Dokumenten der Large Scale Assessments. Internationale Vergleichstests wie PISA oder TIMSS basieren auf einem theoretisch elaborierten „Framework“, der die Definition der gemessenen Kompetenzen liefert. In 2013 hat ACER, das Australian Council for Educational Research, erstmals einen nationalen „Teachers Guide to PISA Scientific Literacy“ herausgegeben. In den meisten Ländern fehlt so ein Dokument völlig. Selbst aber im australischen Guide werden die Theorien wieder nur grob und sehr prosaisch angeschnitten. Die Erläuterung von Scientific Literacy ist zum Beispiel diese hier:

„An understanding of science and technology is central to a young person's preparedness for life in modern society, in which science and technology play a significant role.“(Thomson, Hillman, & DeBortoli, 2013)

Das Dokument kommt ohne Literaturhinweise aus. Assessments und Bildungsstandards konvergieren dabei, sie gleichen sich über längere Zeiträume an (Britton & Schneider, 2007). Die didaktische Logik ist aber auch hier wieder geradezu paradox. Die für eine Theorie des Lehrens und Lernens interessanten Mechanismen werden verwendet, um ein Framework eines Large-Scale-Assessments wie PISA zu generieren oder einen Rahmenplan zu schreiben. Sowohl in den Lehrerbegleitdokumenten der Large-Scale-Assessments als auch in den Rahmenplänen gibt es dann aber keinen Hinweis auf die Theorie mehr. Gerade diese Theorie zu kennen, wäre aber der Weg im Unterricht, um die implizierten Visionen von Scientific Literacy, Learning Progressions oder Conceptual Change umzusetzen. Mit einem Wissen um die Theorien wäre es allerdings auch möglich diese Theorien und die Tests überhaupt erst selbst kritisch einschätzen zu können (vgl. den Assessment-Kontext in Kap 1. 3. 2).

3. 1. 1 Zum Verhältnis von Diskursanalyse und Systematic Review

Zu Beginn der Suche nach den Forschungsprogrammen der Science Education hier stand ich also vor dem Problem, dass die expliziten Lehrerdokumente und auch die Frameworks und Rahmenpläne gar nicht direkt und offensichtlich auf die Theorien hinter ihnen verwiesen. Mir schien es, als müsse man sich erst einmal durch eine unüberschaubare Menge programmatischen, politischen, letztlich rein diskursiv gestalteten Textes arbeiten, um möglicherweise dann an Studien zu kommen, die relevant für die Suche sein könnten. Daher habe ich für diese Suche einen konzeptuellen Rahmen mit Hilfe von diskursanalytischen Instrumenten gebildet, die diese Problematik vermeiden.

Eine Diskursanalyse kann dort, wo der Korpus der Analyse genau definiert ist, Suche und Analysemethodik beschrieben und dokumentiert werden, im Prozedere einem

Review so nahe kommen, dass nur die unterschiedlichen Reporting Standards diese beiden Methoden noch unterscheiden. Auch Diskursanalysen können kohärent, „unbiased“ oder sogar „exhaustive“ (vgl. das Vorwort) sein und so letztlich jede relevante Studie in die Untersuchung einbeziehen. Das Review ist wohl alleine durch eine andere Zieldimension von der Diskursanalyse unterschieden. Das übergreifende Ziel einer Vielzahl von Diskursanalysen ist letztlich Gesellschaftskritik, das gilt insbesondere für die vielen Analysen wissenschaftlicher Diskurse, in denen die Konstruktionsbedingungen hegemonialen Wissens offen gelegt werden und so die Machtförmigkeit von Wissen gezeigt wird. Sinn solcher Analysen ist ein epistemischer Reduktionismus. Dieser Reduktionismus ist dort besonders gravierend, wo Wissen auf monokausale Ursachen wie Macht, Habitus etc. reduziert wird. Das Ziel von Reviews hingegen ist eine epistemische Erweiterung. Während in aggregativen Ansätzen ein bestimmtes wissenschaftliches Wissen über viele differente Studien hinweg festgestellt wird, werden durch konfigurative Ansätze in einem vormals festen Wissen Bedingungen, Variationen und Zusammenhänge gezeigt. Das ist ein epistemischer Maximalismus. Letztlich muss aber auch das allerdings nicht heißen, dass Diskursanalysen nicht auch zum Wissen beitragen können und dass Reviews nicht auch kritisch gegenüber den durch die Studien transportierten Wissenskonstrukten sein können. Ein gutes Beispiel für eine eher diskursiv-kritisches Review ist das Meta-Narrativ (Greenhalgh et al., 2005). Da die Übergänge einer Diskursanalyse in ein Systematic Review also fließend sind, ist es an dieser Stelle legitim, sich diskursanalytischer Instrumente im konzeptuellen Rahmen zu bedienen, die Ergebnisse aber dennoch nach den Reporting Standards von Systematic Reviews zu berichten.

3. 2. Suche: Inskriptionen und Manifestationen

In dem Fall des Science Education Reviews hier war ein diskursanalytisches Instrument also nötig, um im Diskurs eine tiefere Ebene zu erreichen und die vorhandenen Ideen prozessuraler Kausalitäten, die Mechanismen der Science Education, überhaupt sichtbar zu machen. Vor einem ähnlichen Problem standen Steve Woolgar und Bruno Latour in ihren klassischen ethnographischen Studien zur sozialen Konstruktion wissenschaftlicher Fakten. Woolgar und Latour bemerkten, dass textliche Dokumente im Labor des späteren Nobelpreisträgers Roger Guillemin eine große Rolle spielten (Latour & Woolgar, 1979). Was an ihnen aber entscheidend war, war gar nicht die Wissenschaftsprosa, der eigentliche Text von Studien z.B., sondern der Teil, den Latour eine „Inscription“ nennt. Das sind oft Diagramme oder Bilder von Dingen, die vorher im Labor erzeugt wurden (Latour, 1987). Diese „Inscriptions“ sind ein guter Startpunkt für die Suche nach den Mechanismen der Science Education. Die betreffenden Forscher manifestieren ihre Theorien in Grafiken, Metaphern, logischen Folgen etc. Der Text ist eher Beiwerk. Inskriptionen in der Science Education finden ihren Weg in die Large-Scale Assessments und Bildungsstandards und werden dort in weitere Inskriptionen eingeschrieben, etwa in Core Ideas, Kompetenzmodelle, Wright- und Strand-Maps. Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), die auf Woolgar und Latours Arbeiten zurückgeht, dient oft zur Diskursanalyse, obwohl sie einer Menge anderer Formen von Diskursanalysen widerspricht, die einen Fokus auf Sprache legen. Um nur

einige zu nennen sind das: Faircloughs soziolinguistische, kritische Diskursanalyse (Fairclough, 2003), die Analyse von Hegemonie in politischen Diskursen und Institutionen durch die Essex-School um Ernesto Laclau und Chantal Mouffe (Laclau & Mouffe, 1985), die Analyse von Sagbarkeiten mit Foucault (Kendall & Wickham, 1999), die Analyse von Dispositiven mit Foucault (W. Schneider & Bührmann, 2008), oder soziolinguistische Korpusanalysen mit Foucault, wie Siegfried Jägers Schule kritischer Diskursanalyse sie vornimmt (vgl. Keller, 2007). Diese linguistisch verorteten Formen der Diskursanalyse würden angewendet auf die Science Education gerade etwas ganz anderes zeigen, z.B. die Sprache eines Legitimationsdiskurses. Gerade der nicht-sprachliche Fokus der ANT ist für das folgende Review hilfreich. Auch die frühe Position der ANT, die eher Konstruktionsbedingungen von Wissen offen legen wollte und somit eigentlich auch wie eben beschrieben eher an der Reduktion von Wissen arbeitete, wurde in der jüngsten Wendung dieser Theorie aufgehoben (Latour, 2007). Es geht danach darum, „Dinge von Belang“ in Diskursen zu finden, die zwar nicht *facto ipso* da sind, aber um die sich soziale Akteure gruppieren können, so dass ihr materieller Wert in dieser sozialen Konvergenz liegt.

Neben der Akteur-Netzwerk-Theorie kommt dem hier benötigten Ansatz unter den etablierten Theorien der Diskursanalyse auch Reiner Kellers „Scientific Knowledge Approach to Discourse“ (SKAD) nahe (Keller, 2011a, 2011b, 2012). SKAD integriert die Wissenssoziologie Bergers und Luckmanns mit bestimmten Aspekten der Diskurstheorie Foucaults. Dadurch rücken bestimmte symbolische Gehalte, über die im Alltag gesprochen wird, in das Zentrum der Analyse (P. L. Berger & Luckmann, 2007). Foucaults Perspektive ergänzt eine weitere Dimension, nämlich die diskursive Formation dieser Gehalte (Foucault, 1973). Die Kombination in SKAD fokussiert dann konkrete Materialisierungen von beidem:

„It is emphasized that discourse is concrete and material, it is not an abstract idea or free floating line of arguments. This means that discourse appears as speech, text, discussion, visual image, use of symbols, which have to be performed by actors following social instructions and therefore discourses are a real social practice.“ (Keller, 2011a, p. 48)

Auch dieses Instrument fokussiert eher die nicht-linguistischen Teile, nämlich reale soziale Praktiken, die sich materialisieren in festen Formen. Woolgar und Latour analysieren aus einer wissenschaftssoziologischen Sicht den Prozess der Etablierung eines wissenschaftlichen Fakts und fokussieren daher „Inscriptions“. SKAD lässt hingegen diese Gehalte als Konkretisierungen und Materialisierungen in der sozialen Praxis erscheinen. Von Materialisierungen gibt es im Feld der Science Education zwei Formen. Erstens die distalere Varianten in den wirkmächtigen Frameworks und Rahmenplänen, die soziale Praktiken der Messung und Bewertung nach sich ziehen. Zweitens aber die eigentlich nur für die wissenschaftliche Community bestimmte Materialisierung in Zusammenfassungen eines Forschungsprogramms, sog. „Critical Reviews“ (vgl. zum Begriff des „Critical Review“ das Vorwort). Diese Reviews dienen dazu, weitere Forscher unter der Fahne einer Theorie zu sammeln, Sie haben eigentlich also eine sozial-konsolidierende Funktion. Durch Materialisierung des Theorems ermöglichen

sie aber auch ein explizites Reden über Didaktik unter den wissenschaftlichen Akteuren. Damit ist ein theoretischer Rahmen für die folgende Suche aufgestellt, der in Abbildung 10 dargestellt ist. Durch die Materialisierungen in den Critical Reviews gelingt es Forschern untereinander über die in der Didaktik wichtigen Inskriptionen zu reden. Wenn das jedoch den Forschern gelingt und man der Grundannahme von Hoyningen-Huene's Wissenschaftstheorie folgt (Hoyningen-Huene, 2013), dass wissenschaftliches Wissen sich nicht kategorisch von Alltagswissen unterscheidet, dann kann es auch Akteuren der Praxis gelingen, hierdurch wieder über Didaktik zu reden. Dieser konzeptuelle Rahmen klingt komplex, ist es in der Analyse aber nicht. Materialisierungen enthalten oft bildliche Darstellungen, die ich in den folgenden Kapiteln auch als solche abgedruckt habe, in ihnen sind die Inskriptionen sichtbar, z.B. bestimmte Konzeptwechselmechanismen, die durch Forschung ins Leben gerufen wurden. Diese *gibt* es seitdem als wären es echte mechanische Objekte, obwohl sie natürlich nur von Forschung angenommene Entitäten sind. Man kann sie dennoch sehen und ich werde sie dem Leser im Folgenden zeigen.

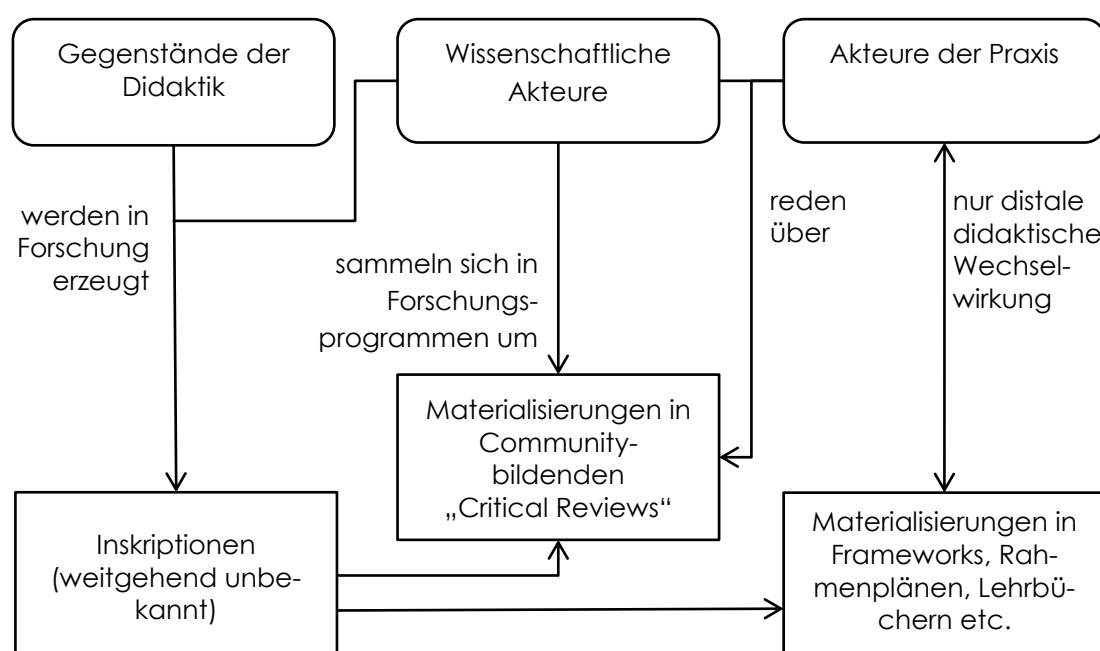


Abbildung 10: Konzeptueller Rahmen der Suche nach Forschungsprogrammen der Science Education: Forschung erzeugt Inskriptionen, diese werden für die Praxis in Frameworks und Rahmenplänen verarbeitet, die jedoch ihre jeweilige Didaktik nicht explizit machen. Interessant sind im Review die Materialisierungen von Inskriptionen, die für die wissenschaftliche Community gedacht sind. In sog. „Critical Reviews“ sammeln sich Forscher um einen Gegenstand. Diese expliziten Materialisierungen ermöglichen auch wieder ein Reden über Didaktik – auch für Praktiker. Solch ein Reden war auch in der Allgemeinen Didaktik möglich. Über die Suche nach Materialisierungen komme ich schließlich auf die Forschungsprogramme, ihre Theorien und ihre Inskriptionen. Eigene Darstellung.

3. 2. 1 Die Ordnung der Science Education anhand der epistemischen Struktur der Allgemeinen Didaktik

Die in der Suche nach Manifestationen gefundenen Theorien und ihre Inskriptionen werden noch in der Suche hier geordnet und vor diesem Hintergrund dann analysiert. Das geschieht mit Hilfe der Kategorien der Allgemeinen Pädagogik: Lernen, Bil-

derung und Erziehung. Dies ist nun der Punkt, an dem einige Betrachtungen der vorigen Kapitel wieder zusammenkommen. In diesem Unterkapitel 3. 2 werden Mertons Middle Range Theorien mit Hilfe des eben beschriebenen konzeptuellen Rahmens gesucht. Sobald diese Theorien gefunden wurden, ist die in Kap. 2. 4. 1 bereits besprochene Aufgabe der Kodierung die Ordnung dieser Theorien. Schon die Kategorien dieser Ordnung müssen sich die Frage nach der Vollständigkeit stellen. Das führt aber direkt zu der Frage, was mit dem Begriff der Vollständigkeit hier gemeint sei. Wie in Kap. 2. 5. 1 beschrieben, ist eine Idee von Realismus die Idee bestimmter epistemischer Strukturen, die auch über den Wandel von Forschungsprogrammen hinweg erhalten bleiben. Das kommt jetzt an dieser Stelle wieder zum Tragen, weil die Wissensstruktur der Allgemeinen Didaktik hier wieder als Ordnungsraster und als Kriterium der Vollständigkeit der Science Education dient. Die Science Education wird in der Analyse dann als vollständig angesehen, wenn mit ihr in gleicher Weise wie mit der Allgemeinen Didaktik über das Lehren und Lernen geredet werden kann, ohne dass etwas Wesentliches dabei ungesagt bleiben muss.

Es war ein Erfolgsmodell der Allgemeinen Didaktik, eine epistemische Struktur der Didaktik angeboten zu haben, die es möglich machte, mit den Theorien und Modellen der Allgemeinen Didaktik über das Lehren und Lernen im Alltag reden zu können. Gerade auf dieser epistemischen Ebene ist die Allgemeine Didaktik heute inkonsistent geworden. Von Olberg spricht zum Beispiel von einem „inzwischen arg verwachsenen und konturlosen Grundverständnis[ses] der Allgemeinen Didaktik als Wissensform von Lehr-Lernprozessen“ (von Olberg, 2014, p. 9). Die Allgemeine Didaktik war deshalb als Didaktik vollständig, weil sie epistemisch eng verknüpft mit der Allgemeinen Pädagogik war und daher im Unterricht kaum etwas auftrat, über das man noch auf andere Weise reden konnte als mit Hilfe der Allgemeinen Didaktik. Das lag vor allem daran, dass sich beide, Allgemeine Didaktik und Allgemeine Pädagogik, an den sog. Grundbegriffen der Pädagogik orientierten, die bis heute die großen epistemischen Gebiete des Faches kennzeichnen. Bei der Geisteswissenschaftlichen Didaktik war der alleinige Grundbegriff der Megabegriff Bildung, der aber weiter zergliedert wurde. Wilhelm Flitner schrieb:

„Was also in einem unzerteilten Zusammenhang gehört, was eine sinnvolle Rede geben muß, um die gesamte Erziehungssituation und Aufgabe auszulegen, das muß zum Zweck einer kritischen Prüfung zergliedert werden.“ (Flitner, 1962, p. 67)

Und auch schon bei Eduard Spranger gab es diese grundsätzliche Idee der Aufschlüsselung der Rede über das Pädagogische in wenige Grundbegriffe. Die pädagogische Wissenschaft...

„ordnet [...] die Mannigfaltigkeiten der pädagogischen Erscheinungen in der geschichtlich-gesellschaftlichen Welt unter die vier Hauptgesichtspunkte: Bildungsideal, Bildsamkeit, Bildner und Bildungsgemeinschaft.“ (Spranger, 1928, p. 180)

Mit einer Ordnung in die Grundbegriffe der Pädagogik ist die Idee aus dem epistemischen Strukturenrealismus in doppelter Weise integriert. Wenn die gleiche epistemische Struktur in der Allgemeinen Erziehungswissenschaft, der Allgemeinen Didaktik

und in der Science Education gezeigt werden kann, so ist das vor dem Hintergrund von ESR ein Indiz für den *Realismus* dieser Struktur. Wenn die Grundbegriffe der Pädagogik überall Gültigkeit besitzen, so sind sie ein realistisches Charakteristikum der Didaktik.

Die Kataloge der Grundbegriffe der Erziehungswissenschaft sind heute etwas länger geworden als noch zu Zeiten Flitners und Sprangers (Bellmann, 2009; Brezinka, 1990; H.-C. Koller, 2012a; Raithel, Dollinger, & Hörmann, 2007; Wulf & Zirfas, 2014). In der Regel werden die folgenden aber hinzugezählt: Lernen, Bildung, Erziehung, Sozialisation und Entwicklung. Raithel, Dollinger und Hörmann zählen auch die Didaktik hinzu, die aber bei der Suche hier als Oberkategorie fungiert und daher herausfällt. Didaktisch zentral und in den Listungen wiederkehrend sind nur diese drei: Lernen, Bildung und Erziehung. Das liegt daran, dass für die Erziehungswissenschaft der Begriff der Sozialisation und der Entwicklung Prozesskategorien sind, auf die man dort Einfluss hat. Formen der Hilfe oder Pflege sind in der Erziehungswissenschaft möglich. Die Didaktik hingegen braucht diese beiden Begriffe nur indirekt, nämlich als Bedingungen der anderen drei: Lernen, Bildung und Erziehung.

Dass der Begriff des *Lernens* zum festen Bestand der Didaktik gehört, ist heute Konsens; schon Blankertz schreibt:

„selbstverständlich enthält eine jede Didaktik, ja jeder pädagogisch gemeinte Zusammenhang eine ausgesprochene oder unausgesprochene Vorstellung von „Lernen“, die im weiteren Sinne des Wortes als „Theorie“ bezeichnet wird“ (Blankertz, 1975, p. 90)

Der Begriff der *Bildung* ist hingegen eher umstritten und wird immer wieder debattiert (Masschelein & Ricken, 2003; Stojanov, 2012; Tenorth, 2011). Hier interessiert der Begriff jedoch nur in seiner Funktion als epistemische Leitlinie für das Reden über Didaktik und dabei kann man wohl auch heute noch von der, wie Koller es nennt, „Orientierungsfunktion“ des Bildungsbegriffs ausgehen (H.-C. Koller, 1999, p. 11).

Der letzte Begriff, der Begriff der *Erziehung*, ist im Feld der Erziehungswissenschaft unumstritten und auch viele Didaktiker gehen von der erzieherischen Funktion von Didaktik aus. Das ist bereits in Herbarts Rede vom erziehenden Unterricht angelegt, die wie in Kap. 2. 5. 2 beschrieben ja noch eine Mischung aus Theorie des Unterrichts und Theorie der Didaktik war. Dennoch ist Erziehung auch in Didaktik zentral:

„Und ich gestehe gleich hier, keinen Begriff zu haben von Erziehung ohne Unterricht; so wie ich rückwärts in dieser Schrift wenigstens keinen Unterricht anerkenne, der nicht erzieht“ (Herbart, 1985, p. 75).

3. 2. 2 Zur Trennschärfe der Kategorien Lernen, Bildung und Erziehung

Fraglich ist, ob sich das Reden über diese drei Dinge voneinander überhaupt plausibel trennen lässt. Obwohl es sicherlich Fälle gibt, in denen Menschen z.B. nur lernen ohne erzogen zu werden oder lernen/erziehen ohne dabei gebildet zu werden, sind dies doch nur extreme Beispiele für etwas, das in aller Regel Hand in Hand geht.

Unser Sprachgebrauch spiegelt das wieder, indem er meist nur ungenau trennt. Ein Lerninhalt kann in der Regel auch Bildungsinhalt genannt werden. Wenn jemand eine gute Erziehung genossen hat, ist er in den meisten Fällen danach auch gebildet. Die Debatte um Dominanz unter diesen drei Begriffen folgt Konjunkturen. Disziplinengrenzen wie Learning Science, Bildungsforschung oder Erziehungswissenschaft werden hierüber verhandelt. Wie eben diese drei aktuellen Disziplinbeispiele zeigen, geschieht das aber parallel. Als Alltagsheuristiken im Sinne eines analytischen Verständnisses werden die drei Begriffe im Folgenden aber erst am jeweiligen Material voneinander unterschieden. Um Missverständnissen vorzubeugen: Diese drei Begriffe sind im Folgenden nicht irgendein bestimmtes Verständnis von *mir* oder eine einzelne Position der Allgemeinen Didaktik, sondern eine ganz grobe und offene Alltagsheuristik, die dann mit Inhalten der *Science Education* gefüllt wird. Wenn im Kapitel 3. 3. 3 also über Erziehung etwa im Sinne ständig wechselnder Bildungsreformen nach Bernfelds Erziehungsbegriff geredet wird, dann weil sich im empirischen Material der Science Education genau diese Idee von Erziehung gefunden hat, nicht weil sie von außen durch das Instrument oder meine persönliche Meinung herangetragen wurde. Sicherlich sind diese Begriffe wenig elaboriert und im Vergleich zu den in der begründenden Semantik der Didaktik entwickelten Ansätzen strikt defizitär. Es geht in diesem Kapitel aber nicht darum, Begriffe zu entwickeln, sondern um eine Ordnung von Mechanismen unter grobe Kategorien. Was in der Science Education unter „Lernen“ oder „Erziehung“ verstanden wird, hängt viel mehr an den dann herausgestellten psychosozialen Mechanismen als an irgendeiner begrifflichen Definition.

3. 2. 3 Searching, Screening, Coding: Das systematische Vorgehen bei der Suche und die Erstellung einer Karte der Forschungslandschaft der Science Education

Eine erste Suche fand, wie teils eben schon beschrieben, über die Frameworks der naturwissenschaftlichen Teile der Large-Scale-Assessments PISA, TIMSS und NAEP, die nationalen Bildungsstandards Deutschlands und der USA, sowie die großen internationalen Handbücher der Science Education statt (Sandra K Abell & Lederman, 2007; Fraser & Tobin, 1998; Gabel, 1994; Tobin, Fraser, & McRobbie, 2012). Außerdem wurden Materialien der Lehrerbildung und die Lehrerbegleitbänder der großen Assessments gesichtet. Den Kern der Suchstrategie machte aber eine sog. Systematic Map, eine Kartographierung der Forschungsprogramme in der Science Education, anhand von Critical Reviews der Journals im Gebiet aus. Die Grundannahme der Systematic Map folgt dem konzeptuellen Rahmen aus Abbildung 10, in dem angenommen wird, dass sich Wissenschaftler um einen interessanten Mechanismus herum organisieren und ein Forschungsprogramm bilden. So kann man über die Critical Reviews Forschungsprogramme finden wie z.B. Conceptual Change und dann über die referierten explorativen Originalstudien die Inskriptionen herausarbeiten, durch die z.B. „Konzepte“ oder „Konzeptwechsel“ erst konstruiert werden (Latour, 2007).

Bei der Systematic Map der Science Education habe ich eine Suche durchgeführt, die tatsächlich „exhaustive“ (Gough, Oliver, et al., 2012) angelegt war, also jede überhaupt zu findende Studie im Feld auch finden sollte. Zunächst wurden über Re-

suchen und Fragen an Experten eine möglichst große Zahl von Zeitschriften im Gebiet der Science Education ermittelt. Abbildung 11 zeigt die Zeitschriften im Diskursfeld, die geschätzte durchschnittliche Anzahl der Artikel pro Jahr und die ebenfalls geschätzte Anzahl der Artikel im Erhebungszeitraum. Insgesamt flossen somit ca. 8025 einzelne Artikel in die Analyse ein.

Journal Search	App. Art/y	First Incl.	Last Incl.	App. Incl.
Cultural Studies of Science Education	82	2007	2013	410
Education in Science	0			0
Electronic Journal of Science Education	10	2003	2013	100
European Journal of Science and Mathematics Education	15	2013	2013	15
International Journal of Maths and Science Education	5	2003	2013	50
International Journal of Science Education	119	2003	2013	1190
International Journal of Technology and Design Education	25	2003	2013	250
Journal of Research in Science Teaching	60	2003	2013	600
Journal of Science Education and Technology	54	2003	2013	540
Research in Science and Technological Education	20	2003	2013	200
Research in Science Education	35	2003	2013	350
Science and Education	70	2003	2013	700
Science as Culture	32	2003	2013	320
Science Education International	24	2003	2013	240
Science Education	60	2003	2013	600
Science in School	68	2006	2013	680
Studies in Science Education	8	2003	2013	80
The Journal of Science Teacher Education	40	2003	2013	400
The Science Education Review	70	2003	2013	700
The Science Teacher	60	2003	2013	600
Total				8025

Abbildung 11: Journals der Science Education mit Anzahl der in die Suche inkludierten Artikel. Die Zeitschrift „Education in Science“ war nicht zugänglich, da der Zugriff auf das Onlinearchiv hier eine Mitgliedschaft in der britischen „The Association for Science Education“ (ASE) erforderte. App. Art/y: Durchschnittliche Artikel pro Jahr. First Incl.: Erster vollständig in die Suche eingeflossener Jahrgang. Last Incl.: Letzter vollständig in die Suche eingeflossener Jahrgang. App Incl.: Geschätzte Gesamtzahl der durchsuchten Zeitschriften. Eigene grafische Darstellung.

Diese Journals der Science Education boten jeweils ein Online-Archiv, das auf Critical Reviews hin durchsucht werden konnte. Diese Archive waren alle über die gegebenen Lizenzen der Universität Münster zugänglich. Einzige Ausnahme war das Archiv der Zeitschrift „Education in Science“, das eine Mitgliedschaft in der britischen „Association for Science Education“ (ASE) erfordert hätte, so dass diese Zeitschrift wegen der zu erwartenden geringen Zugänglichkeit für die Community der Wissenschaftler an dieser Stelle wieder aus der Suche herausgenommen wurde.

Die gesuchten Critical Reviews von Forschungsprogrammen konnten nicht, wie es sonst in vielen Suchen möglich ist, über eine bestimmte Verschlagwortung oder ein bestimmtes Wort im Titel gefunden werden. In diesem Fall gibt es jedoch die Möglichkeit einer manualbasierten Suche. Zu diesem Zweck wurde einer Testperson ein Manual mit drei Beispielartikeln gegeben, die jeweils Critical Reviews zu unterschied-

lichen Forschungsprogrammen im Feld darstellten und deren Titel auch unterschiedlich aufgebaut waren (Krapp & Prenzel, 2011; Salinas, 2009; Yore, Bisanz, & Hand, 2003). Die Testperson, Frau Lara Schlingmann-Bergmann, war zu diesem Zeitpunkt eine Studierende der Erziehungswissenschaft, die mit dem Diskurs der Science Education inhaltlich nicht vertraut war, so dass von dieser Seite keine Vorannahmen zu möglichen Forschungsprogrammen zu erwarten waren. Während der Erhebung Ende 2014 wurden insgesamt 163 Artikel gefunden. Abbildung 12 zeigt das Screening und die Codierung im PRISMA Diagramm (Moher et al., 2009). Die Codierung habe ich in diesem Fall wie bei der Suche in Kapitel 1 selbst durchgeführt. Ein Excel-Sheet mit allen Daten und Rechnungen findet sich auf den Seiten des Verlages inklusive einer Begründung der Einordnung für jeden Artikel, so dass der Leser die Kategorisierung jeweils im Detail nachvollziehen kann. Im Screening schieden von den 163 Artikeln nochmals 73 aus. Vor allem die Doppelbedeutung des Begriffes „Review“ im Englischen, der auch eine Buch-Rezension meinen konnte, wurde hier relevant, ebenso wie die Verwechslungen, die mit historischen Studien existierten. Im Coding war insbesondere die Codierung von distalere Reviews („Not teaching/learning“), die der Science Education Community ein anderes Forschungsprogramm aus einer Bezugswissenschaft nahe zu bringen suchten, schwierig. In zwei Fällen, war die Grenze in die Science Education recht fließend, so dass ich diese beiden Programme hier noch einmal extra erwähnen möchte. Die „Metacognition“ (Georghiades, 2004) wurde als eher psychologisches Forschungsfeld codiert, und die „Phenomenology“ (Ostergaard, Dahlin, & Aksel, 2008) als eher philosophische Richtung. Grund für die Einteilung waren hier mehr qualitative Eindrücke. So wird im Review von Georghiades zum Beispiel davon gesprochen, dass „Metacognition“ erst noch mit der Science Education vermischt werden müsse, was dafür sprechen mag, dass dies kein bereits im Feld etabliertes Programm ist.

In der Codierung stellte sich heraus, dass die in der Tiefenanalyse der Frameworks und Standards gefundenen Forschungsprogramme, die auch das Manual bildeten, hier wieder über Critical Reviews gefunden wurden (z.B. Duit & Treagust, 2003; Duschl et al., 2011; Lerman, 2007). Das ist ein erwartungsgemäßes Ergebnis; es verdeutlicht aber die grundsätzliche Effektivität der Suche. Neben klassischen Critical Reviews fanden sich auch Intro-Artikel zu Forschungsprogramm-bezogenen Sonderausgaben von Zeitschriften (z.B. M. R. Matthews, 2007) und dezidiert didaktische Lehreranleitungen in praxisnahen Journals (z.B. J. Krajcik & Merritt, 2012), die eine ganz ähnliche Funktion wie Critical Reviews besitzen und so hier auch als solche behandelt wurden. Sie sind tatsächlich so etwas wie die im konzeptuellen Rahmen erwähnte direkte Praxiswirkung der Forschungsprogramme. Neben 41 Artikeln zu Forschungsprogrammen im Feld wurden auch vier sog. Meta-Reviews zur *ganzen* Science Education gefunden, die noch einmal einzeln gesichtet wurden. Keines dieser Reviews war allerdings ein Systematic Review; sie waren eher im Stil wissenschaftlicher Trendbarometer gehalten, die Forschern Vorhersagen zur Forschungsförderung erleichtern sollen. Forschungsfelder neueren Datums wurden jeweils nur einmal gefunden, so die Socio-Scientific Issues und die Learning Progressions.

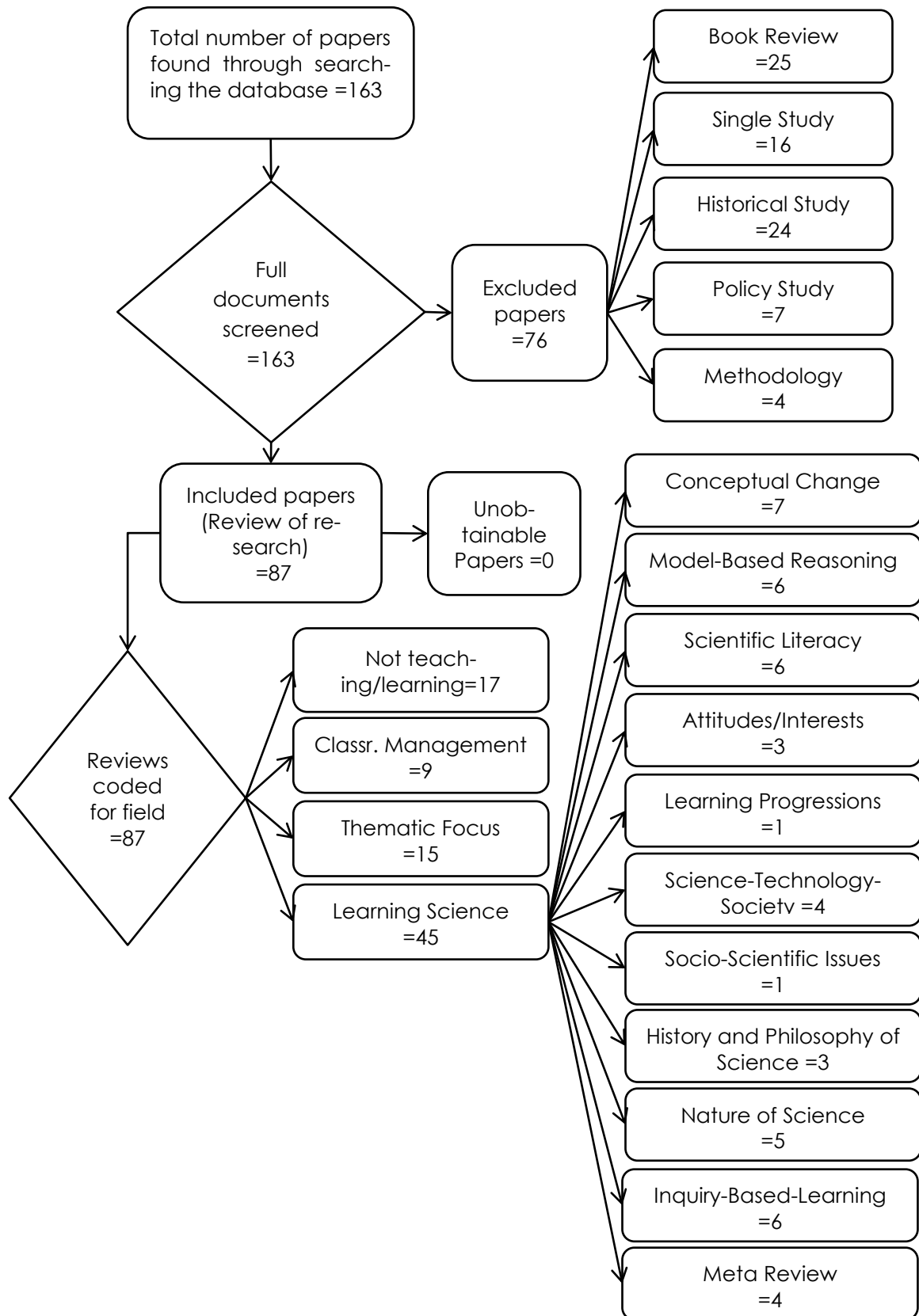


Abbildung 12: PRISMA-Diagramm der Suche und Codierung des Science Education Diskursfeldes. Eigene grafische Darstellung.

Im Vergleich zu der Systematic Map der EPPI-Centre Reviews zu den kulturellen Kontexten aus Kapitel 1 sind hier die einzelnen Werte nur wenig gesättigt. Zwar ist jede Fundstelle relevant wegen der Breite eines Forschungsprogramms, die notwendig ist, damit solch ein Review überhaupt erstellt werden kann. Die geringe Sättigung ist aber ein Hinweis auf mögliche Blindstellen, die solch eine Suche aufweisen kann. D.h. möglicherweise wurden relevante Forschungsprogramme nicht gefunden. In Kombination mit der eingangs erwähnten Suche über die Frameworks, Handbücher etc. gehe ich aber insgesamt doch davon aus, zumindest einen *großen Teil* der relevanten Programme erschlossen zu haben.

3. 2. 4 Systematik der Ordnung der Forschungsprogramme nach Theorien des Lernens, der Bildung und der Erziehung

Abbildung 13 zeigt die kategoriale Passung der Theorien auf die Struktur, die sich aus den Grundbegriffen der Allgemeinen Erziehungswissenschaft ergab. Zu beachten ist, dass die Theorien im Feld „Erziehung“ eine historische Entwicklung durchlaufen haben, so ist History and Philosophy of Science (HPS) auch als Vorgänger von Nature of Science (NOS) zu sehen, ebenso folgt Socio-Scientific Issues (SSI) auf Science-Technology-Society (STS). Die entfernten dargestellten Theorien in den einzelnen Kategorien sind gegensätzlich, ergänzen sich aber zu einem vollständigen Spektrum. Ähnlich wie in einem Farbkreis sind sie also auch komplementär zueinander.

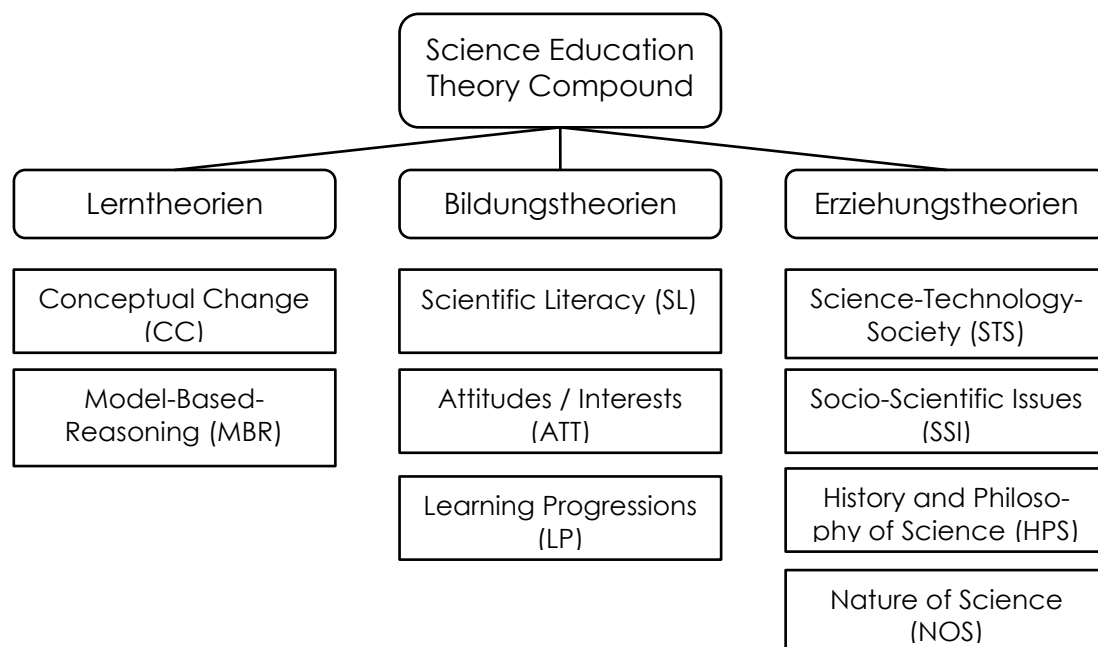


Abbildung 13: Karte des Science Education Theory Compounds durch die Ordnung der Forschungsprogramme im Feld nach den Grundbegriffen Allgemeiner Erziehungswissenschaft. Attitudes/Interests können dabei heute als Teil von Scientific Literacy gesehen werden. Socio-Scientific Issues ist ein Nachfolgeprogramm von Science-Technology-Society (STS), ebenso Nature of Science von History and Philosophy of Science (HPS). Eigene grafische Darstellung. CC und MBR, SL und LP, SSI und NOS sind in ihrem Feld jeweils konträre, aber auch komplementäre Forschungsprogramme. Eigene grafische Darstellung.

Es gab im Ordnungsprozess eine Theorie, die quer zu dieser Einteilung lag, zu der es jedoch viele Veröffentlichungen gibt. Sie postuliert einen direkten Mechanismus zwischen Experiment und Lernen und wird meist unter dem Titel „Inquiry-Based Learning“ geführt. Ich vermute, dass diese Theorie weitgehend durch andere Theorien im Feld erklärt werden kann, insbesondere durch Conceptual Change und Nature of Science. Die Kontribuenten zu „Inquiry Based Learning“ sind oft auch in einem dieser Felder engagiert (z.B. Abd-El-Khalick et al., 2004). Ich habe sie letztlich aus der Ordnung herausgelassen.

Bei dem ganzen eben beschriebenen Vorgehen ging es vor allem darum, keine wichtige und für die Struktur interessante Theorie zu übersehen. Überraschend ist bereits an dieser Stelle, dass eine ganze Reihe von Theorien gefunden wurden, die der Kategorie der Erziehung entsprechen. Eine Ausgangsvermutung von mir vor Beginn der Suche war, dass für solche Theorien größere, moralerzieherische Zusammenhänge nötig werden, die nicht auf pädagogischem Fach- oder Bereichsniveau stattfinden können, sondern „allgemein“ sein müssen.

Mit diesem auf den ersten Blick recht vollständigem Schema ist aber noch in keiner Weise gesagt, dass einzelnen Forschungsprogramme auch *intern* konsistent sind. Vielleicht widersprechen sich die Theorien, sprechen über nicht vergleichbare Dinge oder sind nicht plausibel. In den folgenden Analysekapiteln arbeite ich daher die einzelnen Theorien in dem Theory Compound (vgl. zum Begriff Kap. 2. 3. 3. 7) der Science Education noch einmal einzeln auf und prüfe, ob sie auch nach einem näheren Blick zum epistemischen Pendant der Allgemeinen Didaktik taugen. Kann man mit ihnen also genauso gut oder vielleicht besser über Didaktik reden? Dem Leser sollen die folgenden Kapitel auch dazu dienen, die Theorien der Science Education näher zu verstehen. An ihnen soll jeweils die Form der hier vorkommenden Erklärungen deutlich werden, die psychosozialen Mechanismen, die eine prozessuale und/oder manipulative Kausalität zeigen, die dann auch wieder in Vicos Wissenschaft der Didaktik genutzt werden können.

3. 3 Analyse: Der Streit der Forschungsprogramme

Streit in den Wissenschaften ist ein weit verbreitetes Phänomen. Wie der meiste Streit zwischen Menschen entsteht er aber meist nicht zwischen weit entfernten Unbekannten, sondern unter nächsten Verwandten. Die Analyse in diesem Kapitel soll die Konsistenz und Verträglichkeit der didaktischen Theorien innerhalb des Science Education Theory Compounds prüfen. Inwieweit können die einzelnen Positionen innerhalb der Theoriesegmente auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden? Wenn das nicht geht – inwieweit ist es dann zumindest möglich, dass die Theorien zumindest zusammenarbeiten? Oder ist die Didaktik der Naturwissenschaft ein wissenschaftliches Babel, in der jeder Theoretiker nur seine eigene Sprache spricht und für eine didaktische Anleitung unbrauchbar? Dies ist die zentrale Frage dieser Arbeit und das folgende Unterkapitel macht daher – nicht nur vom Umfang her – den zentralen Teil des Buches aus.

3. 3. 1 Lerntheorien

In der Systematic Map der Science Education konnten zwei bedeutende Lerntheorien innerhalb des Diskursfeldes ausgemacht werden, die unterschiedliche Verständnisse eines im Kern gleichen Prozesses bieten. Personell sind sie oft nicht zu unterscheiden; Der Begriff des Konzepts und des Modells werden im Sprachgebrauch der Science Education sowie in der Kognitionspsychologie nicht trennscharf verwendet (Machery, 2009; z.B. Nersessian, 1999). Dennoch macht es Sinn, diese beiden Forschungsprogramme hier zu trennen, weil sie in ihren Extremen doch sehr unterschiedlich sind. Das betrifft insbesondere die für eine kausale Sicht wichtigen manifesten, symbolischen Gehalte. Während Conceptual Change (CC) eine kognitive Struktur fokussiert, also ein internes symbolisches Zentrum hat, um das herum sie die Phänomene des Lernens ordnet, hat das Model-Based Reasoning (MBR) eine externalisierte und oft tatsächlich materielle Form des Lernens, die sog. Modelle. So ist CC eher eine psychische Theorie während MBR eher eine kulturelle ist.

In der Conceptual Change Theorie vereint die Forscher daher ein eher internalistisches Verständnis eines psychologischen Wandels von einem kognitiven Konzept zum anderen, der wie Keil und Newman formuliert haben, auch „under a sea of calm“ stattfinden kann (F. C. Keil & Newman, 2008, p. 85). Gleichzeitig ist es aber auch möglich, dass sich ein mit den Mitteln der Psychologie messbarer „Surface Change“ einstellt, ohne aber dass wirklich „Deep Conceptual Change“ auf kognitiver Ebene stattgefunden hat (F. C. Keil & Newman, 2008, p. 92). Insofern ist der Blick auf Konzepte ein Blick auf Entitäten einer weitgehend opaken, mentalen Ebene, die nur bedingt kausal mit sichtbaren oder messbaren Änderungen des Verhaltens oder Erlebens zusammenhängen. Die Conceptual Change Forschung hat ein klares Forschungsprofil innerhalb der Pädagogischen Psychologie und Kognitionspsychologie und ist fest in didaktische Forschung integriert. So hat die European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI) eine Special Interest Group (SIG) zu dieser Theorie; übrigens die einzige Gruppe neben „Educational Theory“ (siehe Kap 2. 1. 2. 3), die um eine Theorie firmiert (EARLI, 2014). Die American Educational Research Association (AERA) hat schon seit 1983 eine SIG zu Conceptual Change (vgl. Hewson, 1992, p. 2).

Dem Conceptual Change gegenüber steht das Model-Based Reasoning, das mit Externalisierungen arbeitet, eben den Modellen. Auch auf dieser Seite gibt es Organisationen wie die Modeling Teachers Association, die aber auch einen symbolischen Zentralgehalt der CC-Theorie, das Force Concept Inventory (s.u.) verwaltet. Vor allem in den 90er Jahren gab es ein hohes Interesse an Modellen, das auch zur Gründung von Forschungsinstituten wie dem CMISTRE an der University of Reading führte. Im Gegensatz zur Conceptual Change Theorie ist heute der Zusammenhalt des Forschungsgebietes MBR eher gering. Der Begriff des Model-Based Reasoning, den ich hier von Nancy Nersessian übernommen habe, ist keine Fahne, unter der sich alle entsprechenden Ansätze sammeln würden (Nersessian, 2008). So firmieren Zweige unter dem Terminus „Models in Science Education“ (J. K. Gilbert, Boulter, & Elmer, 2000), „Model-Based Teaching and Learning“ (Gobert & Buckley, 2000) oder „Mode-

ling Theory“ (Hestenes, 1987). Ihnen gemeinsam ist aber immer, dass sie keine internen, sondern externe Prozesse betrachten: Modellierungen von Schülern, den Umgang von Schülern mit Modellen oder Eigenschaften der im Unterricht verwendeten Modelle – völlig ab von der jeweiligen Lehr-Lern-Situation. David Hestenes, einer der Pioniere dieses Feldes, hat die zentrale Stellung von Modellen, wie dem Projektil-Modell der Kinematik, in der Wissenschaft und Didaktik der Naturwissenschaft einmal auf den Punkt gebracht als: „The model is the message“ (Hestenes, 1987, p. 446). Im Gegensatz zu den Forschungen der Conceptual Change Theorie, die eher psychologisch verortet ist, sind die Proponenten des Model-based Reasoning eher fachwissenschaftlich und wissenschaftshistorisch orientiert. Model-Based Reasoning ist anders als Conceptual Change nicht nur eine Lerntheorie, sondern auch eine Theorie progressiven fachwissenschaftlichen Fortschritts in Forschung und Entwicklung (Magnani & Li, 2007; Magnani, 2006; Nersessian, 2008). Es besteht eine gewisse Nähe zu Instructional Design and Technology (vgl. J. K. Gilbert et al., 2000). Während die Instructional Technology aber Objekte eher als Träger von Information einschätzt, hat das Model-Based Reasoning eine Idee von fachlichem Inhalt, der den Modellen selber *intrinsisch* ist. Diese Unterschiede zwischen Conceptual Change und Model-Based Reasoning sind allerdings nur graduelle Abstufungen. Wie eingangs beschrieben gibt es einen nahtlosen Übergang, zum Beispiel in der Idee von „Mental Models“ im Model-Based Reasoning (Johnson-Laird, 1990, 2011) oder in der Situated Cognition im Conceptual Change, wo zufällig im Klassenraum vorhandene, physische Modelle wieder einen wichtigen Faktor beim Konzeptwechsel ausmachen (Halldén & Caravita, 1994; Halldén, 1999; Larsson & Halldén, 2009).

3. 3. 1. 1 Conceptual Change

Conceptual Change ist derzeit bereits ein Teil der Lehrerausbildung in den Fachdidaktiken der naturwissenschaftlichen Fächer und Bestandteil von Lehrbüchern. Für den Erfolg der Theorie ist eine Verkürzung mitverantwortlich. Wenn ich mit SKAD symbolische Gehalte der Theorie suche, dann sind vor allem erfolgreiche, komplette, didaktische Szenarien mit Fachbezug eine zentrale Materialisierung der Theorie und die Variante, in der diese Theorie tatsächlich bei den Lehrenden und damit in der konkreten Didaktik ankommt. Eines dieser Szenarien ist das folgende Beispiel aus der Chemiedidaktik, das ich hier paraphrasiert wiedergebe:

Schüler haben oft eine Vorstellung von der Verbrennung, die der Phlogiston Theorie in der Chemie vor Entdeckung des Sauerstoffs durch Priestley entspricht. Bei der Verbrennung kann man beobachten, dass Ruß und Flamme aufsteigen. Deshalb denken Schüler bevor sie Chemieunterricht hatten, dass bei der Verbrennung ein Stoff entweichen muss. Nun kann der Chemielehrer folgendes Experiment durchführen: Er legt ein Stück Eisenwolle auf eine Waage und fragt die Schüler zuvor, ob sie denken, dass die Eisenwolle durch Verbrennung schwerer oder leichter wird. Die Schüler werden aufgrund ihrer Fehlvorstellung antworten, dass die Wolle leichter wird. Durch die große Oberfläche der Wolle ist der reale Effekt aber deutlich sichtbar; die Wolle wird schwerer, weil Sauerstoff hinzukommt. Damit ist die Fehlvorstellung widerlegt und es wird so möglich, das wissenschaftliche Konzept der

Verbrennung als Oxidation anzubringen, weil man beim Vorwissen der Schüler angesetzt hat. (vgl. Barke, 2006, p. 21ff)

Neben diesen sozialen Situationen erfolgreichen Unterrichts gibt es die Möglichkeit, Schülervorstellungen zu bestimmten fachlichen Themen zu erheben, was in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung genauso geschehen kann wie im Unterricht. Diese Schülervorstellungen liegen oft in der Form von Zeichnungen oder kurzen, transkribierten Interviewsituationen vor und haben eine starke Wirkung, weil der Betrachter das Gefühl hat, das dahinterliegende Konzept direkt zu „sehen“. In Multiple Choice Tests zur Naturwissenschaft, wie den bekannten Concept Inventorys, sind die gängigen Fehlvorstellungen als falsche Lösungen, sog. Distraktoren, integriert. Dass diese Optionen auf niedrigen Kompetenzstufen tatsächlich bedient werden, macht die Schülerfehlvorstellung gerade in der Praxis zu einer ganz erstaunlich festen Entität. Abbildung 14 zeigt das aktuelle Example-Item des sog. „Force Concept Inventory“ (Hestenes & Halloun, 1995; Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992). Das FCI ist mittlerweile über 20 Jahre alt und immer noch im Einsatz. Solche Standards geben der Existenz von Konzepten und Fehlvorstellungen eine erstaunliche Festigkeit. Im Beispielimitem sei besonders auf die Antworten D und A hingewiesen. Antwort D ist die aristotelische Deutung des freien Falls vor dem Hintergrund der Theorie aus seiner „Physik“, nach der jedes Ding danach strebt, die seinem Sein entsprechende Bewegung auszuführen. Der Vogel fliegt, das Pferd läuft und der Stein liegt auf der Erde. Antwort A entspricht einer Impetus-Erklärung, die davon ausgeht, dass in dem Moment des Loslassens eine bestimmte Kraft (Impetus) in den Körper gelegt wird, die nach kurzer Zeit jedoch verbraucht ist. Die korrekte Antwort ist übrigens nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz C.

SAMPLE QUESTION:

A stone dropped from the roof of a single story building to the surface of the earth:

- (A) reaches a maximum speed quite soon after release and then falls at a constant speed thereafter.
- (B) speeds up as it falls because the gravitational attraction gets considerably stronger as the stone gets closer to the earth.
- (C) speeds up because of an almost constant force of gravity acting upon it.
- (D) falls because of the natural tendency of all objects to rest on the surface of the earth.
- (E) falls because of the combined effects of the force of gravity pushing it downward and the force of the air pushing it downward.

Abbildung 14: Force Concept Inventory Beispielimitem. Released Item, abgedruckt mit Erlaubnis der American Modeling Teachers Association (AMTA). Eigene grafische Aufbereitung des Textes.

Darüber hinaus gibt es seit längerer Zeit Forschungen zu niedrigschwelliger Diagnostik von Präkonzepten im Unterricht (J. A. Morrison & Lederman, 2003) und inzwischen recht ausgearbeitete Questionnaires zu einzelnen konzeptuellen Problembereichen (z.B. Lederman et al., 2002). Präkonzepte sind vielleicht die inzwischen am stärksten manifestierten Entitäten im ganzen Science Education Diskurs. Diese Überzeugung, dass Konzepte real sind, geht dabei weit über die Grenzen des Science Education Diskurses hinaus. Wie Jerry Fodor sagt, sind Konzepte „the heart of cognitive science“ (J. A. Fodor, 1998 Buchdeckel). Die Mechanismen rund um den Konzeptwechsel sind heute jedoch umstritten, scheinen sich gegenseitig zu widersprechen und arrangieren sich im Diskurs im Clinch ihrer Entdecker oder Erfinder. Mittlerweile ist es weitgehend Konsens, dass es nicht nur einen einzigen relevanten Mechanismus gibt, dass also mehr als nur eine Theorie des Conceptual Changes existiert. Es ist allerdings fraglich, ob nicht doch eine deckelnde Theorie möglich ist, die einzelne Mechanismen wieder unter einem neuen Dach namens Conceptual Change ordnet. Diese Idee hat Anna-Mari Rusanen kürzlich so zusammengefasst:

„A theory of conceptual change just cannot be the list of all possible mechanisms underlying conceptual change, but it must also constraint mechanisms in theoretically principled way. A theory of conceptual change should be able to tell, why certain mechanisms are required or are appropriate for achieving conceptual change, and why some other aren't.“ (Rusanen, 2013)

3. 3. 1. 1. 1 Grundmechanismus: Posners und Strikes klassischer Ansatz des Conceptual Change

Heute gilt die Publikation von George Posner und Kenneth Strike: „Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change“ in der Zeitschrift Science & Education (Posner et al., 1982) innerhalb des Diskurses als die Geburtsstunde der Conceptual Change Theorie (Duit & Treagust, 2012). In diesem ersten Theorieansatz werden im Kern drei Analogien gemacht, die das folgende Feld der Conceptual Change Mechanismen symbolisch aufspannen.

Der erste und im Ansatz von Posner und Strike zentrale Bezug ist Kuhns und Lakatos Theorie wissenschaftlicher Revolutionen. Die Analogie zu Kuhns Paradigmen und Lakatos' Forschungsprogrammen ist entstanden aus der erstaunlichen Passform der beobachtbaren Schülervorstellungen auf in der Wissenschaftsgeschichte überholte Konzepte. Die zeitliche Koinzidenz der wissenschaftshistorischen Arbeiten von Kuhn mit den ersten empirischen Arbeiten zu Schülervorstellungen hat hier sicherlich etwas zu dieser Analogie beigetragen. Wie in der historischen Entwicklung der Naturwissenschaften ist demnach auch beim Lernen im Kern ein qualitativer Wechsel notwendig. Im Kuhnschen Sinn ist das eine Umordnung existierender Phänomene unter ein neues Paradigma durch eine Krise. Wie in Kuhns Theorie spielen dabei Anomalien eine entscheidende Rolle, also diejenigen Phänomene, die sich im alten Paradigma nicht erklären lassen, wie eben die Eisenwolverbrennung aus dem Beispiel oben. Schon in dem 82er Text sind sich Posner und Strike der Grenzen dieser Analogie bewusst. Wissenschaftler hätten im Gegensatz zu Schülern „requisite standards of judgment“

(Posner et al., 1982, p. 224), die ihnen ermöglichen, die neue Theorie einzuschätzen. Nach Lakatos muss eine Theorie vier Eigenschaften erfüllen, um sich in der Wissenschaft zu etablieren (Lakatos, 1970). Erstens muss die alte Theorie so unbefriedigend sein, dass eine Modifikation der alten Theorie weniger nahe liegt als die Adaption der neuen. Zweitens muss die neue Theorie intelligibel sein, d.h. sie muss auch mit den Mitteln der bisherigen Denkart durchdacht werden können. Drittens muss die neue Theorie plausibel sein: Bei Lakatos meint diese Bedingung, dass vor allem alle Phänomene der alten Theorie auch hiermit wieder erklärt werden können. Schließlich muss viertens die neue Theorie fruchtbar sein, um ein neues Forschungsfeld zu eröffnen. Dies sind Theorieeigenschaften, die weder von Posner und Strike noch von Lakatos als zeitliche Folge gedacht waren, dennoch gab es schnell Ansätze, die hieraus einen vierstufigen Aufbau von Unterricht machten. Die Grenzen dieser ersten Analogie waren Posner und Strike schon hier klar: Man kann im Grunde nicht eine soziale Gruppe von Wissenschaftlern mit individuellen Schülern gleichsetzen. In der Revision ihres Theorieansatzes in 1992 machen sie diesen Punkt noch einmal stark. Insbesondere sind die konzeptuellen Wechsel wohl zu rationalistisch gedacht (K. A. Strike & Posner, 1992).

Die zweite Analogie von Posner und Strike war die titelgebende Akkomodation. Dieser sehr bekannte psychische Mechanismus ist ein Teil der Stadientheorie frühkindlicher Entwicklung von Jean Piaget. Nach Piaget verändern sich Verhaltensschemata und kognitive Schemata in frühkindlichen Stadien durch diese Akkommodation. Akkommodation meint die Anpassung des Organismus an seine Umwelt, während der gegenläufige Mechanismus namens Assimilation die Anpassung der Umwelt an den Organismus meint. Die Piagetsche Entwicklungspsychologie braucht das Konzept der Akkommodation vor allem, um die postulierten Entwicklungsstadien als qualitative Änderungen von Kognition und Verhalten erklären zu können. Während die wissenschaftstheoretische Analogie von der Seite der Wissenschaft operiert, ist diese Analogie bei Posner und Strike naturalistisch gedacht. Sie betrifft die Struktur und die Herkunft von Konzepten. Insbesondere stellt sie die in der Conceptual Change Forschung immer wieder auftauchende Frage, ob eine natürliche kognitive Entwicklung oder Lernen für Konzeptwechsel verantwortlich sind. Damit ist eine entwicklungspsychologische Perspektive in die Conceptual Change Forschung eingeschrieben, die fortan nicht mehr verschwindet. Dennoch ist auch dieser Bezug wieder in gewisser Weise fachbezogen, weil Posner und Strike sich auf Piagets spezielle Theorie der Entwicklung physischer Kausalität berufen und nicht auf seine allgemeine Entwicklungstheorie (Piaget, 1974). Posner und Strike deuten teilweise schon an, dass Conceptual Change durchaus ein langsamer oder zeitversetzter Prozess sein kann. Einige der beeindruckenden Beispiele für Konzeptwechsel, insbesondere die von Stella Vosniadou und William Brewer durchgeführten Forschungen zur Veränderung von Weltbildern (Vosniadou & Brewer, 1990), sind Prozesse, die in einem langen Zeitraum im Alter von 4 bis 10 stattfinden. Das trifft auch die Dauer und die Phase der von Piaget beobachteten Konzeptwechsel zum Beispiel zum Kraftkonzept oder der Fortbewegung des Fahrrads (Piaget, 2001, p. 114ff und 197ff).

Posner und Strikes dritte Analogie ist die der „Conceptual Ecology“. Das Beispiel aus der Chemiedidaktik (s.o.) scheint nur ein einziges Konzept zu behandeln. Das ist aber schon in Posner und Strikes Sicht nicht richtig; Konzepte ändern sich eigentlich nicht. Stattdessen tritt ein neues Konzept auf, das zwar anschlussfähig an das alte ist, in dem Sinne wie ein neues Kuhnsches Paradigma oder ein neues Forschungsprogramm in Lakatos' Deutung anschlussfähig sein muss. Dennoch tritt in gewisser Weise das neue Konzept erst einmal *neben* das alte. Wie eine in einem fremden Ökosystem ausgesetzte Spezies muss sich das neue Konzept an eine gegebene Ökologie anpassen. Auch das ist in dem Beispiel aus der Chemie nur unzureichend dargestellt. Spätere Ansätze multipler Konzepte knüpfen hier wieder an (Disessa, 2002). In Posners und Strikes Deutung gibt es allerdings hier ein Survival of the Fittest im darwinschen Sinn: Das *nützlichste* Konzept setzt sich letztlich durch.

Durch diese ursprünglichen Analogien (Paradigmenwechsel, Akkommodation, Ökologie) von Posner und Strike wird der gesamte Raum der Mechanismen der Conceptual Change Theorie bis heute aufgespannt. Diese Analogien sind natürlich nicht beliebig, sie konsolidieren empirisches Material. Dennoch werden damit symbolische Gehalte geschaffen, die den Diskurs vorstrukturieren und bestimmte Gruppen in- bzw. exkludieren. So gibt es allein schon durch diese Analogien direkte Bezüge zur Fachwissenschaft der Naturwissenschaften, so dass eine mögliche Übertragung auf alle Didaktiken bis heute nicht stattgefunden hat. Die Gruppe der Entwicklungspsychologen ist nach wie vor eine wichtige Bezugsgröße im Forschungsfeld. So findet auch viel Forschung im Grundschulalter statt. Konzepte und Konzeptwechsel in älteren Jahrgängen sind nicht hinreichend erforscht, wenn man die Anzahl der Schüler bedenkt, die in einem für Piagets Konzeptentwicklungen nicht mehr interessanten Alter sind. Im Folgenden möchte ich die wichtigsten aktuellen Konfliktlinien im Feld und die durch Debatten manifestierten Mechanismen kurz darstellen. Das so entstehende Bild ist eine *Differenzierung* des grundlegenden Mechanismus des Conceptual Change.

3. 3. 1. 1. 2 Mechanismus der Entstehung eines Konzeptes: Innateness vs Phenomenology

Die kognitionspsychologische Grundannahme der Conceptual Change Theorie, dass Lernende immer schon vor dem Unterricht etwas wissen (vgl. Ausubel, 1968), kann man beliebig in die Vergangenheit erweitern. Hier stellt sich dann die Frage, inwieweit Konzepte schon angeboren sind. Diese Innateness-Debatte geschieht auf der Grenzlinie zur Philosophie, weil dies direkt philosophische Grundannahmen tangiert. So ist zum Beispiel das peripatetische Axiom „Nihil est in intellectu quod non prius in sensu“, das eine der Grundlagen des britischen Empirismus war, dadurch direkt angegriffen. Wenn es angeborene Konzepte oder eine angeborene konzeptuelle Umwelt geben sollte, dann würden philosophische Positionen, die mit a priori Synthesismen arbeiten, wieder realistischer werden. So steht diese psychologische Forschung zum Angeborensein in ständigem Austausch mit theoretischer Philosophie und in einer interessanten Wende auch mit den strukturalistischen Teilen von Wissenschaftstheorie, bei denen es um mögliche psychologische Ursachen für menschliche

Vorstellungen von Kausalität geht. Die kognitions-entwicklungspsychologischen Forschungen hierzu werden natürlich nicht pränatal durchgeführt, sondern im Säuglingsstadium. Die Zeit zwischen Geburt und Messzeitpunkt wird vernachlässigt. Ein typisches Forschungsdesign ist zum Beispiel das Folgende von Alison Gopnik, das ich hier paraphrasiere:

Einem Säugling wird ein gelber Ball gezeigt und dann derselbe Ball in doppelter Distanz. Als Kontrolle wird dem Säugling der gelbe Ball gezeigt und dann in doppelter Distanz ein grüner Ball. Im ersten Fall guckt der Säugling weniger aufmerksam und mit Merkmalen des Wiedererkennens auf den entfernten Ball. Im zweiten Fall ist er so aufmerksam wie bei anderen, neuen Eindrücken. Die Aufmerksamkeit wird mit der Dauer des Blicks gemessen. (Gopnik, Kuhl, & Meltzoff, 2000, p. 89)

Aus diesem und anderen Experimenten schlussfolgern Alison Gopnik und ihre Arbeitsgruppe, dass selbst Säuglinge den dreidimensionalen Raum nicht lernen brauchen, wie der vom Empirismus inspirierte Bischof George Berkeley es Anfang des 18. Jahrhunderts aufgrund des zweidimensionalen Bildes des Auges noch annahm. Diese Forschungen scheinen zunächst weit weg von der Didaktik, die es in ihrer institutionalisierten Form eher mit Schulkindern, Jugendlichen oder Erwachsenen zu tun hat. Jedoch kann auch die Kognition von Säuglingen relevant sein, wenn so Kategorien der konzeptuellen Struktur aufgestellt werden, die auch später noch den Rahmen konzeptueller Entwicklungen bilden. Ein schönes Beispiel liefern hier die bereits erwähnten Forschungen von Stella Vosniadou zum Wandel von Weltbildern. Schüler haben demnach eine besonders feste Struktur von der dimensionalen Ordnung der Welt, die sie sich wie einen Cartesischen Raum vorstellen. Schülerzeichnungen von der Erde als dem Ort, an dem sie leben, beginnen im Alter von 4 Jahren mit Zeichnungen, die weitgehend ihre Nahwelt in dreidimensionaler Struktur nachbilden – oft mit Häusern, Bäumen und der Sonne oben in einer Ecke. Vosniadou und Brewer nutzten die sog. Methode des „generischen Fragens“, um die Grenzen dieses Weltbildes auszu-testen. Das folgende Beispiel ist die Antwortenkette von Matthew, einem Erstklässler aus den USA (Im Transkript ist „E“ der Experimentator und „C“ die Versuchsperson):

E: If you walked and walked for many days, where would you end up?

C: If we walked for a very long time we might end up at the end of the Earth.

E: Would you ever reach the edge of the Earth?

C: I don't think so.

E: Say we just kept walking and walking and we had plenty of food with us.

C: Probably.

E: Could you fall off the edge of the Earth?

C: No. Because if we were outside of the Earth we could probably fall off, but if we were inside the Earth we couldn't fall off." (Vosniadou & Brewer, 1992, p. 548)

Daraus konstruierten Vosniadou und Brewer sog. „Frameworks“ der Schüler, wie sie in Abbildung 15 zu sehen sind.

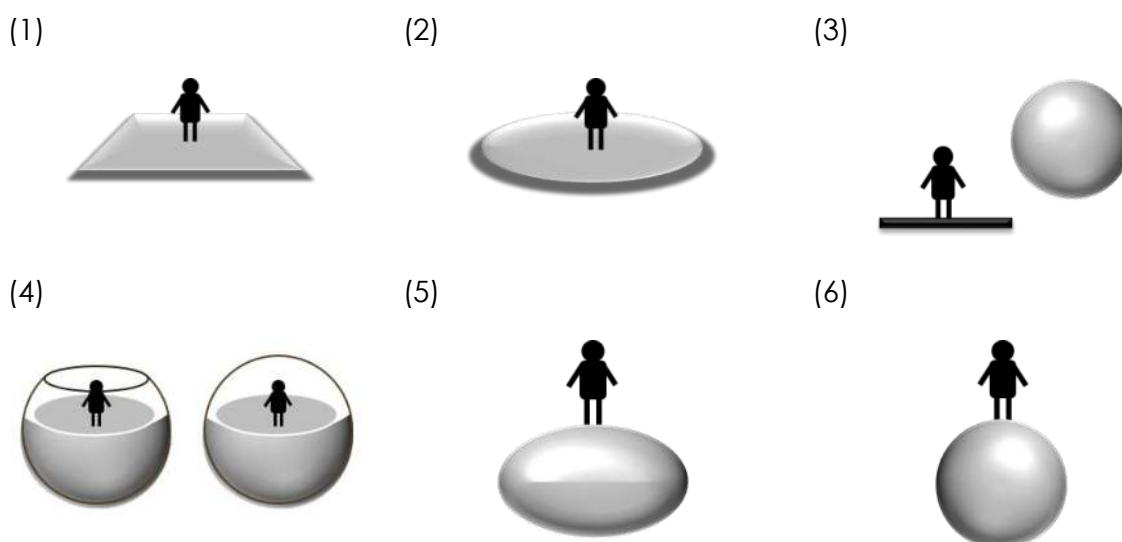


Abbildung 15: Inskription CC: Vosniadous „Mental Models of the Earth“. (Vosniadou & Brewer, 1992, p. 549). Ich habe die Darstellung hier wegen des Formates in zwei Teile getrennt. Die mentalen Modelle sind aufeinander aufbauend von den „initial models“, den Präkonzepten (1) und (2), über die sog. „synthetic models“, den Fehlvorstellungen (3), (4) und (5), bis zum wissenschaftlichen Konsens (6) gedacht. Eigener Nachbau der grafischen Darstellung von Vosniadou.

Dies sind die Quasi-Objekt-Vorstellungen der Schüler. Matthews Konzept ist z.B. hier-nach das einer hohlen Erde (Hollow Sphere), Nr. (4) in Abbildung 15. Wichtig an Frameworks ist, dass sich andere Konzepte daran funktionell umorientieren, so würde z.B. das Konzept Schwerkraft in Matthews Framework anders funktionieren, was beim Fragen ja auch schon ausgenutzt wurde. Für Vosniadou sind die Schülervorstellungen nicht falsch; sie sind in gewisser Weise naturalistische Vorgaben, ebenso wie das wissenschaftliche Konzept auch nicht falsch ist. Lediglich die synthetischen Modelle in der Mitte der Genese sind fehlerbehaftet. Damit knüpft Vosniadou sowohl wieder an Thomas Kuhn an, für den ein Paradigma nicht schlechter als ein anderes ist, andererseits aber auch an die Urgründe der Innateness. Die eigentlich antikonstruktivistischen Implikationen des Angeborensseins sind ihr als Kognitionspsychologin wohl aber noch suspekt (Vosniadou, 2008, p. 15f). Vosniadou kennt vier sog. Domänen, denen sich alle Frameworks zuordnen lassen: „physics, psychology, mathematics and language“ (Vosniadou, 2008, p. 16). Die Unterschiede dieser Domänen werden gut deutlich an einem Beispiel aus der Säuglingsforschung der Harvard-Entwicklungspsychologin Susan Carey. Carey untersuchte mit Studien zur Aufmerksamkeitsdauer, ob Säuglinge feststellen können, wenn ein zusätzliches, neues Objekt zu einer Menge von Objekten dazukommt. Dazu wurde so etwas wie eine Bühne mit einem Vorhang verwendet. Bis zu drei Objekte wurden mit Aufmerksamkeit verfolgt, danach war keine Aufmerksamkeit mehr bei Objektzuwachs zu sehen. Aus Experimenten wie diesem schlossen Carey und ihre Arbeitsgruppe, dass Säuglinge ein Konzept von Zahlen haben, das in etwa: „1, 2, 3, Viele“ entspricht (Carey, 2000). Carey hat eine interessante Idee entwickelt, wie diese konzeptuelle Sackgasse überwunden wird, die sie auch mit ihrem Harvard-Kollegen Jerry Fodor diskutiert hat und die die Innateness-Debatte wieder angeheizt hat. Carey glaubt, einen Mechanismus gefunden zu haben, der ein früheres Problem kognitiver „Sprünge“ gelöst hat (J. A. Fodor, 1985, 1998; Margolis &

Laurence, 2008; Rips, Asmuth, & Bloomfield, 2006). Die Idee geht eigentlich auf eine Figur aus der Theoretischen Philosophie von Quine zurück und Carey nennt sie deshalb „Quinian Bootstrapping“ (Carey, 2009). Wie der Baron Münchhausen ziehen sich die Säuglinge konzeptuell selbst aus dem Sumpf, indem sie das *Prinzip* der ersten drei Zahlen ab „Viele“ wieder anwenden. Das führt dann zu einem Konzept, wie es Vosniadou wiederum aus ihren Studien kennt. Die natürlichen Zahlen funktionieren wie das Abzählen, das Kleinkinder üben. Addition kann durch weiteres Abzählen geschehen, während bei Subtraktion rückwärts abgezählt werden muss. Multiplikation funktioniert durch mehrfaches Abzählen nach vorne und Division nach hinten. Anomalien ergeben sich dann erst wieder bei negativen Zahlen und Bruchrechnung (Vosniadou, 2008, p. 11f), die wieder einen Conceptual Change notwendig machen im Sinne eines Wechsels des Frameworks von den natürlichen zu den rationalen Zahlen. Das alles geschieht aber in der schon angeborenen Domäne der Mathematik.

3. 3. 1. 1. 3 Mechanismus der Konzeptgenese: Konzept, Konzeption und Konzeptualisierung

Auch dieser Mechanismus ergibt sich direkt aus den Forschungen von Vosniadou. Entweder man stellt sich Konzepte als feste und hochreferentielle Einheiten vor, quasi als den Grundstein des Denkens, der immer da sein muss. Dann wären sie ein Quasi-Objekt wie auf Vosniadous unterster kognitiver Ebene der sog. „Frameworks“ oder „Mental Models“. Oder aber man stellt sich Konzepte als nur rudimentäre Ad-Hoc-Gebilde vor. Das ist eigentlich ein totaler Gegensatz, aber auch das ist in Vosniadous Ansatz vertreten, denn dies sind nach Vosniadou die Konzepte z.B. der Erde, die man ohne generisches Fragen erhalten würde – bloße Worte, Ideen die hier oder dort einmal aufgeschnappt wurden, ohne dass diese wirklich ein mentales Modell bilden. Tatsächlich haben Vosniadou und Brewer die Kinder in ihrer Studie auch sprachlich nach der Form der Erde gefragt; selbst diejenigen, die auf das „generische Fragen“ später mit Konzepten wie der Hollow Sphere reagierten, antworteten hier treu, dass die Erde rund sei – sie hatten diese Information aufgeschnappt, ohne dass sich dadurch ihr mentales Modell geändert hätte.

Aber auch Vosniadous Ergebnisse, die „Mental Models of the Earth“, kann man als Ad-Hoc-Konstrukte kritisieren. Das ist der Tenor des bekannten Angriffs durch Andy Di-Sessas auf Vosniadous Studie. Tatsächlich ist generisches Fragen eine Methode, die Antworten stark lenkt. Durch die spätere Modellierung wird die Pluralität der sprachlichen Antworten in wenige, ikonische Schemen gebracht. Wenn man einmal vom Vorwurf des Experimentier-Bias, also des Einflusses auf das Experiment absieht, kann dies einerseits ein Hinweis auf die soziale Situation didaktischer Forschung sein, in der Forscher und Lehrer immer und zwangsläufig auch Einfluss auf die Konzepte haben. Andererseits ist hiermit aber auch etwas über die Festigkeit und Präsenz von Konzepten gesagt. In der Conceptual Change Forschung wurde inzwischen diese Festigkeit doch stark wieder zurückgenommen. Konzepte sind heute eher fluide Ad-Hoc-Konstrukte. Insbesondere die Vertreter der Ansätze der sog. „Situated Cognition“ verwenden daher gerne den Begriff der „Konzeption“ (Larsson & Halldén, 2009, p. 4f). Dieser Begriff soll genau die Liquidität, Individualität und Momenthaftigkeit bei

der Ad-hoc Konstruktion, Hervorrufung oder Vorstellung von Konzepten verdeutlichen. Auf den Unterschied zwischen festen Konzepten und Konzeptionen machten Posner und Strike schon in ihrer 1992er Revision aufmerksam mit dem sog. Baseball-Fred Beispiel. Auch hier paraphasiere ich den Inhalt:

Auf die Frage, wie die Kraft beim Wurf in den Ball kommt, schaut sich Fred seine Baseballkartensammlung an. So sieht er, wie die Werfer Kraft in den Ball legen. Das führt ihn in dem Moment zu einer Ad-Hoc-Theorie von Kraft als Impetus. Der Ball wird beim Werfen mit Kraft aufgeladen. Es ist vor diesem Hintergrund fraglich, ob Fred überhaupt ein Konzept der Kraft gehabt hätte, wenn er nicht danach gefragt worden wäre und nicht zufällig seine Baseballkarten dabei gehabt hätte. (K. A. Strike & Posner, 1992, p. 156f)

Diesen Charakter der momentanen Co-Konstruktion von Konzepten machen Posner und Strike durch die nachträgliche Betonung ihrer Analogie der „Conceptual Ecology“ deutlich. Das eigentliche „Konzept“ gibt es dann gar nicht. Es ist, wenn überhaupt, nur die Summe der Dispositionen, die zur Bildung genau dieser Konzeption führte. Damit sind dann aber auch die hierfür nötigen konzeptuellen und physischen Ressourcen in die Konzeption integriert.

Das ist allerdings kein Problem für die Verwendung der Conceptual Change-Theorie in der Didaktik. Die Differenz zwischen Konzept und Konzeption kann durch eine die Liminalität dieser beiden Zustände ausdrückende Bezeichnung als „Konzeptualisierung“ möglicherweise gelöst werden. Wegen der speziellen Form didaktischer Forschung ist es wohl generell immer notwendig, diejenigen Formen zu finden, die wieder gelehrt und gelernt werden können. Das sind Generalisierungen und Manifestationen wie Vosniadous „Mental Models of the Earth“. Die Problematik zwischen Konzept und Konzeption fällt weg, wenn man Conceptual Change als didaktische, also als responsive Lehr-Lern-Theorie begreift, die eine soziale Gesamtsituation erforscht und nicht ein festes Objekt im Geist der Kinder. Ein logisches Problem scheint man dann nicht wirklich zu haben, solange man verschiedene Ebenen konzeptueller Struktur mit Übergang annimmt, wie Vosniadou es in ihrem Schema von 2008 tut, in dem sie zwischen der Ebene der Beliefs (individuell, rudimentär), die den Konzeptionen entspricht und der der Modelle (überindividuell, fest), die den Konzepten gleichkommt, unterscheidet (Vosniadou, 2008, p. 8). Beide wären dann durch den Prozess der Konzeptualisierung, der beim Forschen aber auch beim Lehren und Lernen zwingend stattfindet, verbunden.

3. 3. 1. 1. 4 Mechanismus der strukturellen Federung eines Konzepts: Grain Size

Auch dieser Mechanismus wird schon in den Forschungen von Stella Vosniadou angerissen, großes Thema ist er dann aber erst in der Debatte zur Körnung von Konzepten, der sogenannten „Grain Size Debate“, die Vosniadou mit Andy DiSessa in den 00er Jahren führte. Ich hatte die entwicklungspsychologischen Einflüsse bei Vosniadou schon angesprochen, für diesen Punkt sind aber auch noch zwei andere Ansätze von Interesse. Vosniadou ist einerseits von Vygotskys Lernverständnis beeinflusst,

der den Einfluss von Gesellschaft und Kultur beim Lernen stark macht. Andererseits ist sie aber eine Kognitivistin. Denken ist für sie also nicht soziale Konstruktion, sondern ein physischer Prozess. Vor diesem Hintergrund geht Vosniadou seit den Anfängen ihrer Forschung davon aus, dass das Denken in Ähnlichkeiten und Analogien in einem kulturell bedingten, aber physischen Netzwerk stattfindet:

„Analogical reasoning involves the identification and transfer of structural information from a known system (the source) to a new and relatively unknown system (the target). [...] It is concluded that the productive use of analogy, the use of analogy to produce new knowledge about the explanatory structure of the target system, is often based on the recognition of some similarity in properties of the two systems and not on their explanatory structure, because the relevant structure of the target system is not known.“ (Vosniadou, 1989, p. 414)

Konzepte sind in diesem Verständnis *sui generis* hochgradig verknüpft. Wenn ein Konzept angegriffen wird, wird es durch ein Netz anderer Konzepte gefedert, das eigentlich erst bei den übergreifenden Rahmungen, Vosniadous Frameworks, endet. Wegen dieses Mechanismus struktureller Federung sind Konzeptwechsel in dieser Sicht eher großangelegte Projekte globaler Umstrukturierung.

Völlig anders ist die Sichtweise Andy DiSessas, der sich von Anfang an gegen die Theoretiker unter den Kognitionspsychologen wandte, vor allem gegen McClosky (McCloskey, 1983). Ihm lag nach eigenen Worten an einer Perspektive kognitiver Entwicklung „quite different from disabusing students of a theory competitive to Newton’s“ (A. A. DiSessa, 1988, p. 61). DiSessas basaler Prozess bei der Entstehung von Konzepten ist nicht die Analogie, sondern die Intuition (vgl. A. A. DiSessa, 1983). Intuitionen sind hier aber nicht wie in der Analytischen Philosophie untrügliche Indizien einer im Sprachgebrauch liegenden Wahrheit. Intuitionen, so DiSessa, können uns trügen, sie sind mit einem Begriff der Semiotik ausgedrückt: Arbiträr. DiSessa weist immer wieder darauf hin, dass Dinge in der Physik, die Schüler lernen, in dem Moment des Lernens selten so sehr durchdacht werden, wie der Physiklehrer es gerne hätte. DiSessa hat die Vermutung, dass Kollegen, die zum Beispiel in Erklärungen des freien Falls bei Schülern die Impetus-Theorie feststellen, diese in Wahrheit selber in die Antworten hineinlesen. Tatsächlich variieren die Erklärungen sehr stark. Was man stattdessen feststellen könne, so DiSessa, seien basale kognitive Einheiten auf einer anderen, phänomenologischen Ebene, die DiSessa P-Prims, phänomenologische Primitive, nennt. Ein Beispiel für solch ein P-Prim:

Beim Wurf wirken aus Lerner Sicht zwei Kräfte auf ein Objekt. Da ist erstens die Kraft des Armes und zweitens die Schwerkraft. Lernende deklarieren nun gerne die stärkere Kraft als „Gewinner“, anstatt die Vektoren beider Kräfte zu addieren. Hier scheint ein soziales Verständnis von Erfolg und Kampf vorzuliegen, ein P-Prim im Sinne diSessas. Diesem phänomenologischen Primitivum gab diSessa den Namen „Overcoming“ (A. A. DiSessa, 1988, p. 53).

Die P-Prims sind in einem kognitionspsychologischen Verständnis natürlich auch Konzepte, sie hängen aber nicht an den physikalischen Konzepten, bilden also ihrerseits

nicht wieder neue Theorien oder gar Frameworks. DiSessa geht deshalb davon aus, dass sich Wissen in kleinen Einheiten strukturiert; dies ist der sog. „Knowledge in Pieces“ Ansatz. Die Entstehung und Verknüpfung von Wissen ist dabei ein individueller und verquerer Prozess, in den die P-Prims involviert sein können. Für DiSessa gibt es also keinen Mechanismus struktureller Federung; Konzepte sind vereinzelt, intuitiv und hochgradig verschieden, sie stützen sich nicht gegenseitig. Vieles, was wie scheiternder Conceptual Change dank struktureller Federung wirkt, ist in Wahrheit gar kein Conceptual Change – ohne tieferen Grund. Nach DiSessa wird gar nicht so viel über ein neues Phänomen *nachgedacht*, sondern ganz banal die „primitivste“ Lösung gesucht.

Eine Möglichkeit, das Grain-Size-Problem integrativ zu lösen, wird weder von Vosniadou noch von DiSessa gesehen, sondern es wird eine Grundsatzdebatte um die reale Verknüpfungsstruktur von Konzepten auf kognitiver Ebene geführt (A. A. DiSessa, 2015; A. DiSessa, 2008). Eigentlich ist diese Debatte jedoch weder eine Debatte über die Verknüpfungen von Konzepten, noch um den Mechanismus der Federung bei Versuch der Initiation eines Konzeptwechsels. Letztlich geht es um verschiedene Prozesse der *Entstehung* von Konzepten durch Analogie und Intuition. Es ist zumindest fraglich, ob diese beiden nicht als Fallunterscheidung problemlos nebeneinander existieren können.

3. 3. 1. 1. 5 Mechanismus des radikalen Konzeptwechsels: Ontological Shift

Die ontologische Perspektive ist innerhalb der Conceptual Change Forschung schon lange etabliert (vgl. Frank C Keil, 1979) und die Differenz zwischen epistemisch und ontologisch ist mittlerweile als eine grundlegende und wichtige Differenz innerhalb des Diskursfeldes akzeptiert und Teil von Einführungen und Überblicken (vgl. Duit & Treagust, 2012). Um Verwirrung zu vermeiden, muss ich darauf hinweisen, dass diese Unterscheidung nicht die Differenz zwischen epistemisch und ontologisch meint, wie ich sie zum Beispiel im wissenschaftstheoretischen Teil getroffen habe, um zwischen realistischem Wissen und realistischem Sein zu unterscheiden (siehe Kap. 2. 5. 1). In dieser Differenz wäre auch der Ontological Shift natürlich *epistemisch*, er ist kein Phänomen, das man sehen kann, man kann von ihm nur wissen und reden. Was innerhalb der Conceptual Change Theorie unter der Differenz von epistemisch und ontologisch gemeint ist, wird am besten an einem Beispiel von Michelene Chi deutlich, die auch den Begriff des „Ontological Shifts“ geprägt hat (Michelene T. Chi, 2008, p. 74ff). Auch dieses Beispiel will ich hier kurz paraphrasieren, damit die wichtigen Aspekte deutlich werden:

Gänse fliegen in einer V-förmigen Formation, so dass Schüler oft denken, dass die erste Gans so etwas wie ein *Anführer* ist. Sie halten den Flug der Gänse damit für einen direkten und intentionalen Prozess, der von der Anführergans geleitet wird. In der Kognitionspsychologie wird hier von einem identifizierbaren kausalen Agenten geredet: Die Anführergans „macht“ die Formation. Tatsächlich aber ist der Flug der Gänse ein emergenter Prozess; die V-Form ergibt sich daraus, dass die Gänse sich jeweilig an ihrem nächsten Nachbarn orientieren und einen Windschatten suchen.

Rationalistische oder mit dem Terminus von Chi, „epistemische“ Gegenbeweise zeigen in diesem Fall im Unterricht keine nachhaltige Wirkung, wenn ein Schüler das Phänomen in die falsche Kategorie der intentionalen Prozesse einordnet. So könnte ein Lehrer zum Beispiel zeigen, dass nicht immer dieselbe Gans an der Spitze der V-Formation ist. In diesen Fällen haben die Schüler aber oft eine Erklärung, die in derselben direkten und intentionalen Denkweise bleibt. So hätte die Anführergans etwa aus Gerechtigkeitsgründen ihren Status abgegeben, sei kurz müde, habe vergessen wohin usw. Wichtig ist nach Chi dann ein Wechsel der „ontologischen“ Kategorie. Erst wenn die Schüler überhaupt ein Verständnis für den Unterschied zwischen einem emergenten und einem direkten Prozess entwickeln, sei es möglich, sich auch das Phänomen der V-Formation im Gänseflug wissenschaftlich korrekt zu erklären (Michelene T. Chi, Roscoe, Slotta, Roy, & Chase, 2012, p. 17 and 21).

In dem Gänse-Beispiel eben habe ich einen emergenten und einen direkten Prozess miteinander verglichen. Früher hat Chi für den Wechsel zwischen diesen Kategorien den Begriff *Ontological Shift* verwendet, mittlerweile tut sie das aber nur noch für die Wechsel zwischen denjenigen Kategorien, die keinerlei gemeinsame Eigenschaften mehr haben, so z. B. für den Wechsel zwischen Entität und Prozess. Dieser Unterschied ist in der *Conceptual Change* Forschung an vielen Stellen besprochen worden. So wird zum Beispiel der elektrische Strom als Entität wahrgenommen, oft sogar in Form eines Blitzes. Solomon et al. ließen Schüler beispielsweise auf Bildern einkreisen, wo sich die Elektrizität gerade befindet. Der herausgezogene Stecker ist auf diesen Schülerzeichnungen dann ein beliebter Ort, an dem sich die Elektrizität angeblich aufhält, solange die Lampe nicht leuchtet (Solomon, Black, Oldham, & Stuart, 1985, p. 291).

Wo auch immer man die Grenze ontologischer Wechsel zieht, Chi hat hier durch ihren Forschungsansatz einen für die gesamte CC-Forschung wichtigen Punkt angesprochen. Viele, schwierige Lernschritte in der Science Education operieren genau an diesen Grenzen verschiedener „Ontologien“. Michelene Chi hat ein Schema der gesamten konzeptuellen Struktur aufgestellt, das sich über die Jahre stark gewandelt hat (Michelene T. Chi, 1992, p. 114, 2008, p. 64). Die erste Manifestation der Baumstruktur findet sich in Abb. 16, die aktuelle Variante findet sich in Abb. 17.

Wichtig hieran ist, dass es in Chis heutigem Verständnis gleich drei Mechanismen des Lernens gibt (Michelene T. Chi, 2008). Es gibt erstens ein einfaches und unproblematisches Lernen innerhalb einer Kategorie, was eher so etwas darstellt wie „*Conceptual Growth*“ im Sinne eines Dazu-Lernens. Zweitens gibt es das Weiterlernen innerhalb eines der Bäume der Struktur. Ein gutes Beispiel ist der Lernfortschritt eines vierjährigen Jungen, den Chi 1992 in der Baumstruktur von Abbildung 18 dargestellt hat (Michelene T. Chi, 1992, p. 169). Hier wurde die darwinsche, ontologische Erschütterung erlernt, nämlich dass der Mensch keine eigene Kategorie unter den lebenden Wesen ausmacht, sondern unter die Kategorie der Tiere subsummiert werden kann. Tatsächlich ist dieser weltbildverändernde Fakt, der in der dritten Welle der Materialismusdebatte im 19. Jahrhundert massiv vor dem Hintergrund der Religion diskutiert wurde (Bayertz, 2012a), bei Chi kein wirklich radikaler Konzeptwechsel, weil es Eigenschaften gibt, die Mensch und Tier *teilen*. Der *Conceptual Change* Unterricht stößt

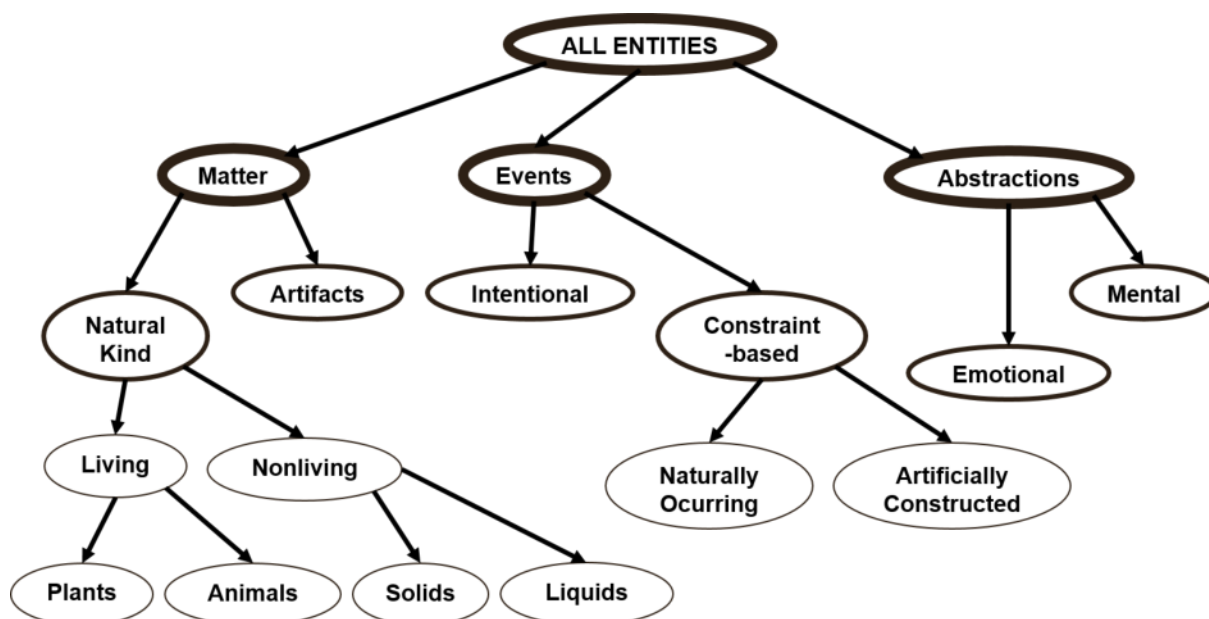


Abbildung 16: Inskription CC: Erste Version der Baumstruktur mit ontologischen Kategorien von Chi (Michelelene T. Chi, p. 131). Eigener Nachbau der grafischen Darstellung von Chi. Im Original sind noch jeweils beispielhafte Aussagen von Lernenden ergänzt.

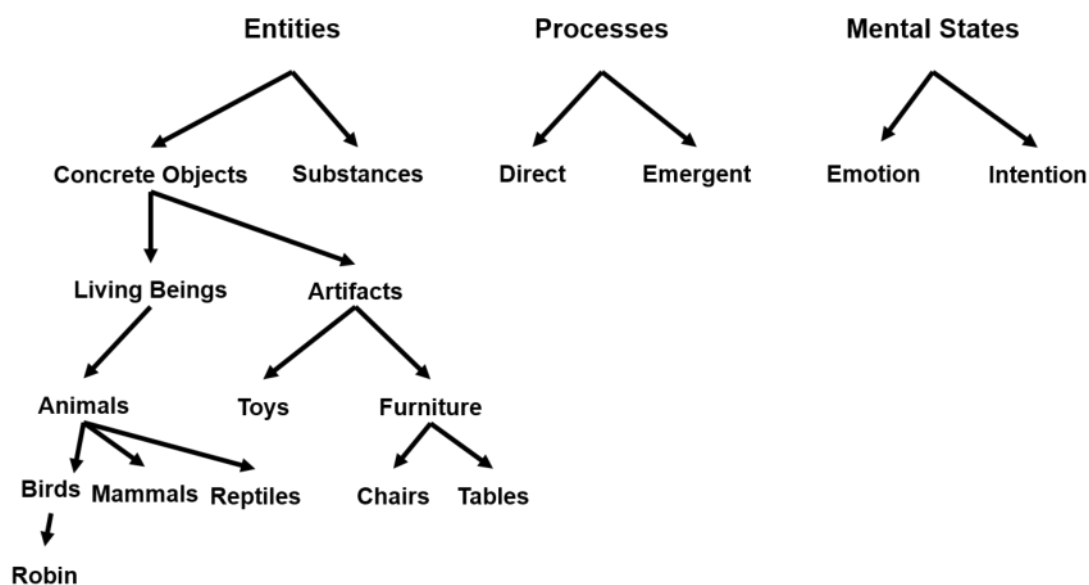


Abbildung 17: Inskription CC: Aktuelle Version der Baumstruktur mit ontologischen Kategorien (Michelelene T. Chi, 2008, p. 64). Eigener Nachbau der grafischen Darstellung durch Chi. Auch hier sind im Original noch jeweils beispielhafte Aussagen von Lernenden ergänzt.

hier zwar auf Probleme, kann aber mit Ähnlichkeit oder Verschiedenheit der Eigenschaften operieren und so diese überwinden. Die einzig wirklich schwierige, dritte Form des Lernens ist die Übertragung eines Konzepts von einer Ontologie in eine andere, also das „Springen“ zwischen den Bäumen. Zwischen den Bäumen gibt es keinerlei geteilte Eigenschaften, so dass hier auch keine Argumentation über Ähnlichkeiten oder Verschiedenheiten möglich ist. Hier versagt dann nach Chi auch die Kuhnsche Ausgangsanalogie von Posner und Strike, weil es keine „Anomalien“ ge-

ben kann. Eine rationale Widerlegung wie in dem Eingangsbeispiel aus der Chemiedidaktik wäre nicht möglich. Die Konsequenz hieraus ist, dass zunächst so etwas wie eine „Kategorienlehre“ gemacht werden müsste. Tatsächlich empfiehlt Chi daher eine neue Form von Conceptual Change Unterricht, dessen Ziel der Aufbau neuer Kategorien ist. Eine solche Instruktion hat Chi zusammen mit James Slotta am Thema der Elektrizität auch bereits getestet (Slotta & Chi, 2006). Der ganze Ansatz erinnert mich stark an Aristoteles' „Analytica Posteriori“; die peripatetischen Schulen Ägyptens in der Spätantike haben solch einen Unterricht in Kategorienlehre bereits betrieben. Im heutigen Fachunterricht ist solch einer Kategorienlehre des eigenen Denkens aber wohl eher ungewöhnlich.

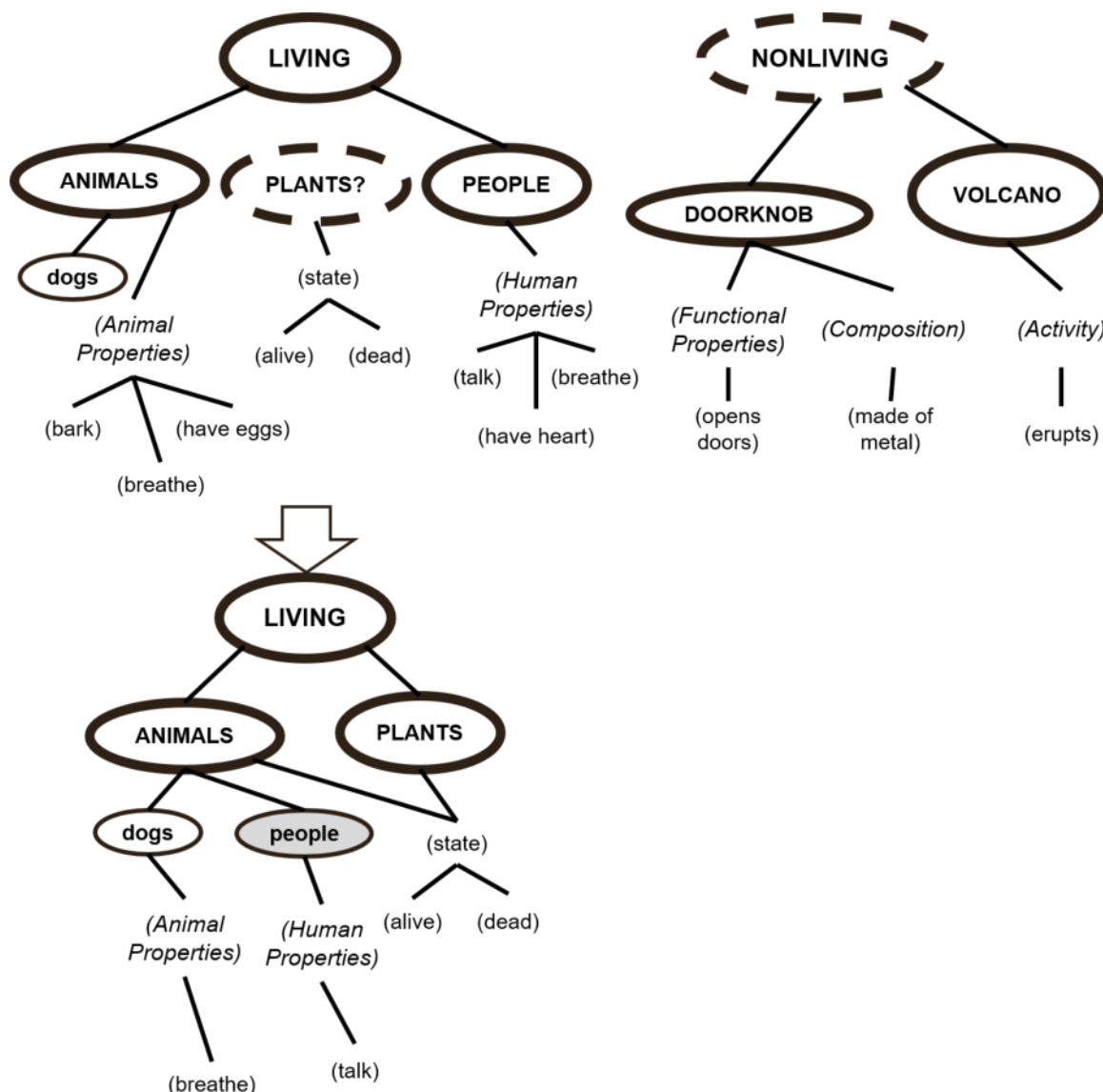


Abbildung 18: Inskription CC: Konzeptwechsel als Umstrukturierung innerhalb einer ontologischen Kategorie. (Michelene T. Chi, 1992, p. 169). Hier wird die Kategorie „Living“ umstrukturiert, „people“ werden der Kategorie der „Animals“ untergeordnet. Eigener Nachbau in Ausschnitten der grafischen Darstellung bei Chi.

Wie in der Grain-Size-Debatte gibt es auch bei der Differenz ontologisch-epistemisch eine Herkunft dieser Forschung aus einem bestimmten, einfacheren Erkenntnisprozess. Nicht Analogie oder Intuition, sondern Erklärung ist hier Chis Grundlage für die komplexe Manifestation kognitiver Struktur. Dieser Ansatz der sog. „Self-Explanation“ kommt interessanterweise eigentlich aus Forschungen zum Leseverhalten, wie Chi und de Leeuw 2003 erklären:

„When people are reading a difficult text, one of the things they may do is talk themselves through the difficulty. That is, they might start explaining to themselves the parts they do understand, try to think of related knowledge that might help them understand the rest and/or make an effort to problem-solve the gaps in their understanding.“ (de Leeuw & Chi, 2003, p. 55)

Viele kognitionspsychologische Ansätze zum Lernen beschäftigen sich mit der Wahrnehmung von Text. In der Conceptual Change Theorie ist Chi damit aber eine Ausnahme. Texte haben ein Thema und ganz ähnlich scheint Chi auch die Welt der Physik zu begreifen. Chis Bild von Konzepten ist also *sprach-ontologisch*. Dabei hält sie wie Aristoteles die Eigenschaften sprachlicher Beschreibung für die Eigenschaften der Dinge. Das ist vor dem Hintergrund anderer Conceptual Change Forschung eine wenig naheliegende Annahme. Im Gegensatz zu anderen Forschungen im Bereich gelingt es Chi auch nicht, ihren Mechanismus zu manifestieren. Das lässt einen im Rahmen der Analyse mit SKAD und ANT hier hellhörig werden. Zunächst einmal ist es Chi bisher nicht gelungen, eine vollständige Baumstruktur der ontologischen Strukturen innerhalb der „Conceptual Ecology“ aufzustellen. Die Struktur hat sich in den verwendeten Begriffen stark gewandelt, heute wird von Chi nur noch die relativ kleine Struktur gezeigt (Abb. 17), die vor allem um den Unterschied zwischen „Entities“ und „Processes“ kreist. Darüber hinaus ist der zentrale Lernprozess in den neueren Veröffentlichungen Chis anders. Während das Gänsebeispiel früher noch als „Ontological Shift“ gegolten hätte, wäre dies heute nur noch ein Beispiel für „Model Change“ (M.T. Chi, 2008).

Darüber hinaus scheinen sich viele der Probleme auch ohne Kategorienlehre lösen zu lassen. Der angegebene Strom kann durch die Vorstellung von Elektronen oder Leerstellen im Valenzband wiederum eine Teilchenform annehmen, die vielleicht das tiefere Problem auch beim Verständnis des Stromes darstellt. Das Problem beim Lernen des Vogelflugs ist möglicherweise eher der schon im 19. Jahrhundert für die Wissenschaft bereits schwer verständliche tierische Magnetismus und gar nicht vorrangig der Unterschied zwischen direkten und emergenten Prozessen.

Mit Chis Ontological Shift gibt es in der näheren Analyse hier erstmals einen Fall, in dem mit der Unterscheidung von epistemisch-ontologisch ein starker symbolischer Gehalt besteht, ohne dass danach eine überzeugende und konstante Manifestation stattfindet. Dass keine ontologische Ordnung in die „Conceptual Ecology“ kommt, kann möglicherweise auch daran liegen, dass es tatsächlich keine *geben kann* und Ontologie nur ein Auffangterminus ist für jede Art komplexeren Konzeptwechsels.

3. 3. 1. 1. 6 Mechanismus der Koexistenz: Koevaluation vs. Synthese

Der klassische Wechsel von einem Konzept in das andere, wie im Eingangsbeispiel aus der Chemiedidaktik, sieht keine Gleichzeitigkeit verschiedener Konzepte von ein und demselben Ding vor. Schüler können demnach entweder die Vorstellung der Verbrennung haben, in der das Phlogiston entfleucht, oder aber die der Oxidation, bei der Sauerstoff hinzukommt. Die beiden Vorstellungen sind in Kuhns Terminologie „inkommensurabel“ (Sankey, 1999). Die Frühphase der Conceptual Change Theory war inspiriert von den Arbeiten der sog. Cognitive Consistency School um Leo Festinger, auch der Begriff der kognitiven Dissonanz kommt hierher. Es gibt in Festingers kanonischem Buch zur kognitiven Dissonanz ein schönes Beispiel, das den Punkt hier gut deutlich macht. Ich paraphrasiere:

1934 gab es in Indien ein Erdbeben, von dem einige Menschen zwar den Schock wahrnahmen, aber keinen weiteren Schaden erlitten. Daraufhin zirkulierte das Gerücht, dass ein noch viel größeres Unglück dafür eintreten wird. Für Festinger war dieser Fall ein Beispiel dafür, dass kognitive Konsistenz um jeden Preis gehalten werden muss. Weil sich die Kausalkette (Erdbeben > Schaden) nicht erfüllte, wurde das Ereignis in die Zukunft verlegt, um die real empfundene Furcht in diesem Moment zu rechtfertigen. Man könnte auch sagen: ein neues Konzept vom Erdbeben wurde entwickelt, also ein Wandel der Kognition, um das Ereignis passend zu erklären. (Festinger, 1962)

Die frühe Conceptual Change Theorie hat Festingers starkes Verständnis von kognitiver Dissonanz in dieser lebensbedrohlichen Situation übernommen. In basalen Ansätzen zum Conceptual Change ist daher eine Weiterexistenz bestehender Konzepte unter Bedingungen von kognitiver Dissonanz nicht möglich. Kognitive Dissonanz führt dazu, dass ein inkonsistentes Konzept durch ein konsistentes Konzept ersetzt wird, wodurch die Unruhe wieder aus dem System genommen wird. Schon in Posner und Strikes Revision von 1992 wird aber auf die Koexistenz von Konzepten ohne Change noch Jahre nach einem *erfolgreichen* Konzeptwechsel hingewiesen (K. A. Strike & Posner, 1992). Das geschieht auch dann, wenn die koexistenten Konzepte unvereinbar sind, sich z.B. offen logisch widersprechen. Paul Thagard hat auf der Grundlage solcher Beobachtungen die Vorstellung einer nur lokalen Kohärenz von Modellen entwickelt (P. Thagard, 1989, 1992, 2000). Auch inkommensurable Konzepte können demnach entfernt voneinander koexistieren. Vor diesem Hintergrund sind z.B. auch Vosniadous synthetische Modelle von der hohlen Erde (Hollow Sphere, vgl. Abb. 15) eine Schwierigkeit, weil hier scheinbar inkommensurable Konzepte zumindest mittelfristig zusammengeführt wurden. Nach der ursprünglichen Theorie wäre dies eine Verletzung kognitiver Konsistenz, aber in Vosniadous Theorie schafft das synthetische Modell gerade die eigentlich unerwünschte Konsistenz des neuen Konzeptes *mit* dem Präkonzept. Freilich ist auch Vosniadous Modell wiederum ein Modell des „Changes“, in dem auf lange Sicht die Inkonsistenzen der synthetischen Modelle doch ins Gewicht fallen. Man könnte sagen, dass aufgrund der Schwerfälligkeit eines Wechsels des gesamten Frameworks der Change hier langsamer ist und direkte lokale Dissonanz auch hier nur kurzfristig ausgehalten wird. Aber auch diese Deutung wird

mittlerweile bestritten. Halldén und Larsson haben Vosniadous Studie unter leicht veränderten Bedingungen in einem „Situating Cognition“-Setting reproduziert (Larsson & Halldén, 2009). Die Versuchspersonen kamen dabei aus Schweden. In Schweden gibt es zwei sprachliche Ausdrücke für die Erde. Einerseits existiert eine Bezeichnung für das astronomische Objekt, die man mit „Erdball“ übersetzen könnte. Andererseits gibt es ein Wort für die Erde als „Umgebung“, in der wir leben – wobei der schwedische Begriff noch weiter gefasst ist. Halldén und Larsson haben Vosniadous Methode generischen Fragens angewandt, darüber hinaus aber auch Artefakte in den Gesprächen verwendet. Unter diesen Materialien war ein Globus, eine Karte von Schweden und Umgebung und ein Foto der Erde vom Weltraum aus. Halldén und Larsson fanden in ihrer Studie zwar ebenfalls die synthetischen Modelle (AB), das wissenschaftliche Modell (A) und das Präkonzept (B) waren aber sowohl vor als auch nach dem Change getrennt voneinander feststellbar. Einzig eine *Referenz* zum anderen Konzept ist das Ergebnis des Changes, den Halldén und Larsson durch die Indizes A_B und B_A kennzeichnen. Die grafische Darstellung dieses Prozesses konzeptueller Integration und Trennung ist in Abbildung 19 reproduziert (Larsson & Hallén 2009, p. 656-658). Vosniadous Theorie des Conceptual Change als Wechsel des Frameworks ist in diesem Modell immer noch integriert, nämlich als Weg $B > AB > A_B$.

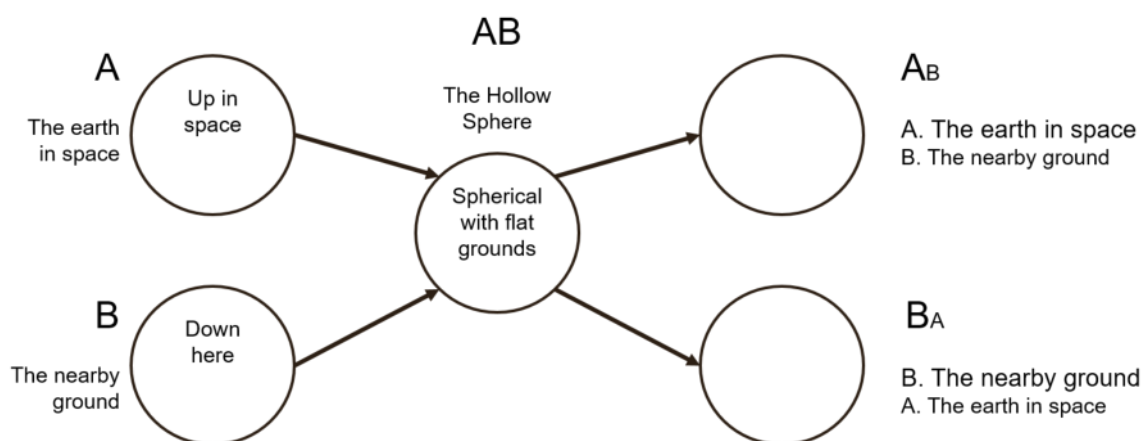


Abbildung 19: Inskription CC: Konzeptwechsel nach Halldén und Olsson, Ausgangskonzepte A und B existieren zwischenzeitlich in Synthese AB (Vosniadous Hollow Sphere, vgl. Abb. 15 (4)), werden dann aber mit Referenz zum jeweils anderen wieder voneinander getrennt A_B und B_A . Eigener integrierter Nachbau der Grafiken in (Larsson & Halldén 2009, p 656-658).

Jüngere Forschung zu Conceptual Change fokussiert nicht mehr so stark einzelne Konzepte, sondern Prozesse zwischen Konzepten. Von Posner und Strikes Ausgangsanalogien waren lange Zeit die Analogie wissenschaftlicher Revolutionen und die Analogie der Entwicklungsstufen dominant. Die dritte Analogie der „Conceptual Ecology“ rückt durch diese neueren Forschungen als symbolischer Gehalt mehr und mehr ins Zentrum des Diskursfeldes. Ein radikaler Ansatz vor diesem Hintergrund ist die sog. Resubsumptions-Theorie von Stellan Ohlsson (Ohlsson, 2009). Der Ablauf der unterschiedlichen Mechanismen während des „Konzeptwechsels“ – sofern man den Prozess der Resubsumption so überhaupt noch nennen kann – ist in Abb. 20 zu sehen.

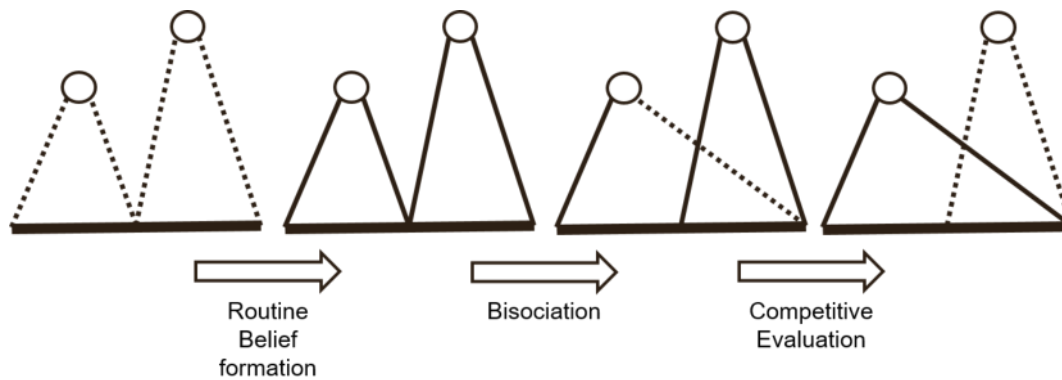


Abbildung 20: Inskription CC: Resubsumptions-Mechanismus. Die Konzepte stehen erst nebeneinander, überschneiden sich dann und werden schließlich im Alltag gegeneinander abgewogen. Eigener horizontaler Nachbau der im Original vertikalen Grafik bei (Ohlsson, 2009, p. 25).

Auch Ohlssons Theorie erläutere ich hier wiederum an einem paraphrasierten Beispiel, das von ihm selber stammt. In diesem Beispiel geht es um ein Konzept aus der Wirtschaftswissenschaft:

Man stelle sich einen Mann vor, der seine Schuhe mit der Überzeugung kauft, dass ein hoher Preis ein Zeichen von hoher Qualität der Verarbeitung und des Materials ist. Durch Zufall liest er von der Funktionsweise des internationalen Handels, insbesondere über den verschwindend geringen Preis der Transportkosten in der Containerfrachtschiffahrt und über die geringen Lohnkosten in anderen Ländern. Diese beiden Konzepte haben zunächst nichts miteinander zu tun, das nennt Ohlsson „Routine Belief Formation“. Bei seinem nächsten Besuch im Schuhladen entdeckt der Mann dann ein Paar Schuhe, die in Übersee gefertigt wurden. Dadurch wird ihm klar, dass er das wirtschaftswissenschaftliche Modell auch auf seinen Schuhkauf anwenden kann; diesen Prozess nennt Ohlsson „Bisociation“. In der Folge wendet er ein paar Mal bei Schuhkäufen sein Modell „gute Qualität = hoher Preis“ an und ein paar Mal sein Modell „niedrige Lohnkosten + niedrige Transportkosten = niedriger Preis“. Je nachdem welches Modell *nützlicher* für ihn ist, tendiert der Schuhkäufer eher zum einen oder zum anderen; beide Modelle bleiben aber erhalten.

Nützlichkeit definiert Ohlsson als Ersparnis kognitiver Last, was auch erklären kann, warum oft einfache Konzepte erhalten bleiben (Ohlsson, 2009, p. 29). Ohlssons Ansatz wurde angegriffen, weil er versuchte, andere Ansätze, insbesondere den Ontological Shift durch Chi und das Ursprungsmodell von Posner und Strike, dem er den Titel „Anomaly Accumulation Model“ gab, in seinem Ansatz zu vereinen (Ohlsson, 2009, p. 34f). Noch innerhalb derselben Ausgabe von „Educational Psychologist“ reagierten Michelene Chi, Clark Chinn und Andre Shtulman auf den Ansatz (Michelene T. Chi & Brem, 2009; Chinn & Samarapungavan, 2009; Shtulman, 2009). Insbesondere die Idee einer Integration aller Mechanismen in das Ohlssonsche Modell der Resubsumption stieß dabei auf Widerstand. Während Chi die Unterschiede zwischen Ohlssons Bisociation und ihrem Ontological Shift herausarbeitete, stellte Chinn die generelle Unvereinbarkeit aller Conceptual Change Theorien heraus. Die viel grundlegendere Problematik aber zwischen Synthese und Koevaluation taucht

hingegen in der Debatte und auch im Folgenden nicht weiter auf, weil Ohlsson hier wohl schon eine akzeptable Lösung im Prozess der Bisociation bietet.

Ein weiterer Ansatz, um die Problematik zwischen Synthese und Koevaluation zu integrieren, kann möglicherweise ein Modell sein, das Konzepte in einem quasi-sozialen Verhältnis untereinander sieht, so dass Individuen und Gruppen nebeneinander existieren können. Das ist bereits in Ohlssons Analogien deutlich, Bisociation und Competititon sind im Kern bereits soziale Metaphern. Vor diesem Hintergrund ist die Metapher der „Conceptual Mediation“ interessant, die sowohl den kommunikativen Aspekt der Lehrermediation als auch einer sozialen Verhandlungssituation zwischen zwei verschiedenen Konzepten umfasst (vgl. Dawson, 2013).

3. 3. 1. 1. 7 Faktoren der Emotion, des Metawissens und der Situation

Die eben benannten vier Mechanismen machen die Conceptual Change Theorie heute aus. Sie ergänzen den Grundmechanismus des Konzeptwechsels wie er bei Posner&Strike beschrieben wird. Das sind noch einmal zusammengefasst:

- Der Mechanismus der Entstehung eines Konzepts (Sind Konzepte angeboren?),
- Der Mechanismus der strukturellen Federung (Sind Konzepte vernetzt in größeren Frameworks und stützen sich gegenseitig?),
- Der Mechanismus des radikalen Konzeptwechsels (Gibt es Kategorien im konzeptuellen Netzwerk und wenn ja, wie kann man zwischen diesen einen Wechsel hervorrufen?),
- Der Mechanismus der Koexistenz von Konzepten (Überschneiden sich Konzepte oder existieren sie nebeneinander?).

Wie der Leser sieht, sind diese Mechanismen in sich umstritten – jeder von ihnen birgt offene Fragen. Neben ihnen gibt es noch von mir so genannte *Faktoren*, die sich im Feld der Conceptual Change Theorie etabliert haben. Im Diskurs treten die nun folgenden Bezüge eher als Kritik des Hauptprogramms auf. Obwohl die Diskussionen teils heftig sind, etablieren die nun folgenden Kritiken keine konkurrierenden, kognitiven Mechanismen. Stattdessen wird von den Kritikern ein – vorher vermeintlich unzureichend wahrgenommener Faktor postuliert, der den Mechanismus beeinflusst. Dieser Faktor kann dabei so gravierend sein, dass er den Effekt des eigentlichen Konzeptwechsel negiert oder in sein Gegenteil verkehrt.

Einer der wichtigsten Faktoren war dabei eigentlich schon immer der Faktor der Emotion in der Mechanik des Changes (Mason, Gava, & Boldrin, 2008; vgl. Pintrich, Marx, & Boyle, 1993). Den emotionalen Faktor hatten Posner und Strike 1982 auch schon bedacht aber definitorisch ausgeschlossen (Posner et al., 1982). Insgesamt hielten sie ihre Theorie durch die Exklusion von Emotionen für einfacher, was ein ganz vernünftiger Gedanke bei der ersten Konsolidierung eines Mechanismus ist. Die Idee eines „Warm Conceptual Change“ ist seitdem aber eine immer wieder aufkommende Kritik an dem rationalistischen, epistemischen Verständnis des Konzeptwechsels. Dabei wird insbesondere die Wissenschaftlermetapher des Paradigmenwechsels angegriffen, also die Idee, Schüler würden rationale und engagierte Untersuchungen anstel-

len, wie die Scientific Community es tut (Pintrich et al., 1993, p. 173). Andererseits ist gerade die Emotion auch so etwas wie ein *pädagogischer* Faktor. Obwohl die Conceptual Change Theorie beim Schülerwissen ansetzt, hat insbesondere die ursprüngliche Theorie eher ein Flair technischer Verfügbarkeit. Der Einbezug der Emotionen scheint die Technizität des Ansatzes schon aufzuheben, indem ein Teil der Persönlichkeit der Schüler im Prozess beachtet wird. Es wird sich hier besonders gern auf die Praxis berufen, die den emotionalen Faktoren Recht gäbe (Pintrich et al., 1993). Das halte ich aber eher für ein Feigenblatt, weil auch in den Theorien von Pintrich etc. Emotionen nur ein Mittel zum Zweck sind, um dann doch wieder kognitive Wechsel herbeizuführen. Vieles was unter dem emotionalen Faktor hier behandelt wird, ist übrigens auch Teil der Diskussion über Interesse und Motivation (vgl. Kap. 3. 3. 2. 2).

Ein weiterer Faktor ist das sog. Metawissen oder die Metakognition. Diese Sicht wird oft als „Epistemic Cognition“ beschrieben, obwohl es gar keine andere Art der Kognition darstellt, sondern eher eine weitere Ebene (vgl. Greene, Azevedo, & Torney-Purta, 2008). Die Idee ist, dass das, was Schüler überhaupt über die Nützlichkeit von Wissen und über den Aufbau von Wissenssystemen denken, einen entscheidenden Einfluss auf Konzeptwechsel und insbesondere auf Verhaltensänderungen hat. Das gilt insbesondere für das umstrittene Wissenssystem der Naturwissenschaft. Der Konzeptwechsel von der Lamarckschen Theorie der Entwicklung der Arten zur Evolutionstheorie wäre im Unterricht demnach verschieden, je nachdem, ob man im Bible-Belt oder in Kalifornien unterrichtet. Ein Grundstock von Wissen über die Naturwissenschaft überhaupt müsste darüber hinaus – egal vor welchem Hintergrund – vorhanden sein, um z.B. bestimmte Anomalien in Theorien überhaupt zu verstehen. Auch diesen Punkt hatten Posner und Strike eigentlich schon bedacht, indem sie darauf hingewiesen hatten, dass Schüler nicht die „Requisite Standards of Judgment“ besitzen, die Wissenschaftler haben. Der Faktor der Epistemic Cognition deutet auf einen anderen Bereich didaktischen Wissens in der Science Education, nämlich auf die Erziehungstheorie „Nature of Science“ (Sinatra & Chinn, 2012, p. 261).

Als letzter Faktor sei die „Situated Cognition“, die schon mehrfach indirekt in diesem Kapitel Thema war, direkt angesprochen. Hier hat man im Kern drei verschiedene bedeutende Vorstellungen von „Situation“ oder „Context“, die Caravita und Halldén beschrieben haben (Caravita & Halldén, 1994). Erstens sind die *wissenschaftlichen Theorien* im Conceptual Change nicht frei von den kulturellen und sozialen Bedingungen, unter denen sie entstanden sind. Ein Beispiel hierfür ist die berühmte und umstrittene Forman-These, die besagt, dass die Quantenphysik nicht ohne die feindliche und unsichere intellektuelle Stimmung in der Weimarer Republik denkbar gewesen wäre (Forman, 1971). Zweitens ist die *Interviewsituation*, in der die Conceptual Change Forschung meistens stattfindet, nicht frei von einem sozialen Kontext. Meist werden die Studien in der Schule gemacht und es ist bedeutend, ob z.B. ein Modell des Sonnensystems im Klassenzimmer ist, wenn Vosniadous Framework abgefragt wird. Drittens ist über diesen kleinen Kontext hinaus noch ein größerer *aktueller kultureller oder sozialer Kontext* relevant. Bryan Wee hat hierzu eine interessante, international-vergleichende Studie vorgelegt, in der kulturbedingte Unterschiede des Kon-

zepts Umwelt deutlich werden. Je nach Selbstverständnis der Kultur konnte Wee diese in Kategorien ordnen wie „Built Environment“, „Poetry“ oder „Harmony as Social Culture“ (Wee, 2012). Während die Umwelt als Bauwerk eher ein westliches Konzept ist, stellen asiatische Lernende sich die Umwelt poetisch oder als soziale Harmonie vor.

Von den drei Kontexten der Situated Cognition deutet der erste Kontext, die Entstehungsgeschichte wissenschaftlicher Theorien in die Erziehungstheorie Nature of Science innerhalb der Science Education vor. Der dritte Kontext, die kulturelle Abhängigkeit von der Gegenwartsgesellschaft, nimmt die Erziehungstheorien wie STS oder SSI vorweg. Der zweite Kontext der Situated Cognition aber, der des direkten, sozialen Kontextes in der Situation des Experiments oder des Lehrens, weist hingegen auf eine Leerstelle der gesamten Science Education und eine besondere Problematik innerhalb der psychologistischen Conceptual Change Theorie hin. In Conceptual Change wird die Lehr-Lern-Situation oder die experimentelle Situation nicht als eine *soziale Situation* begriffen (Vgl. hierzu auch Kap. 4). Konzepte enden nach der Situated Cognition aber gerade nicht im Geist des Lernenden. Konzepte sind demnach nicht zu befreien von der jeweiligen sozialen Situation.

Der Psychologismus-Vorwurf, den die Situated Cognition der Conceptual Change-Theorie macht, ist direkt auch eine passende Überleitung in das Model-Based Reasoning, das nämlich diesen Fehler zumindest teilweise vermeidet. Das schafft das MBR, indem es Konzepte nicht nur im Geist der Lernenden, sondern auch als reale Objekte, als Modelle im Raum, untersucht. Das ist noch lang nicht die soziale Situation des Lehrens und Lernens, wie ich sie in Kap. 4 behandle. Das MBR ist aber zumindest eine um eine externe Perspektive erweiterte Theorie des Lernens innerhalb der Science Education.

3. 3. 1. 2 Model-Based Reasoning

Während es Konzepte nur in einem epistemischen Sinn gibt, gibt es Modelle natürlich auch in einem ontischen Sinn. Modelle sind physisch vorhandene Gegenstände, die in der Didaktik der Naturwissenschaft und in der Naturwissenschaft von Anfang an da waren. Diogenes Laertios berichtet z.B. von dem miletischen Naturphilosophen Anaximander aus dem 6. Jahrhundert vor Christus, dass er eine *sphaera* gebaut habe, einen Himmelsglobus, der als ein Modell der astronomischen Bewegungen diente. Schon hier ist der Zweck dieses Gegenstandes nicht ganz klar, Insbesondere weiß man nicht, ob Anaximander das Modell zu Forschungszwecken, zur Anwendung bei kalendarischen Berechnungen oder als didaktisches Modell gebaut hat (Diog. Laert. 2,1 nach Gemelli Marciano, 2007). Hier interessiert im Folgenden das Modell als epistemische Struktur – als die Frage, was man in der Science Education über Modelle weiß. Das hat vor dem Hintergrund, dass man seit den 80er Jahren zunehmend Möglichkeiten besitzt, Modelle zu bauen, und – was bedeutender ist – Modellierungen als Prozess selber im Unterricht durchzuführen, eine besondere Bedeutung. Modellierung ist dabei ein Synonym für den Prozess des Lernens in Externalisierung geworden, der eine mentale Ebene mit einer objektiven Dingwelt verknüpft. Ein Modell im Kopf ent-

spricht einem Modell auf dem Demonstrationstisch. Das Model-Based Reasoning hat vier diskursive Ursprünge, die ich auf den nächsten Seiten diskutiere.

Erstens gibt es seit den 90er Jahren verstärkt neue Möglichkeiten der Modellierung durch grafische Interfaces am Computer, die weit über die mathematische Modellierung hinaus gehen, mit denen der Modell-Diskurs Ende der 80er Jahre begonnen hat (Hestenes, 1987). Nicht nur in der Mathematik, sondern auch in den Naturwissenschaften verschwimmt damit die Grenze von Algebra, Geometrie und Natur, man kann in gewisser Weise zeigen, was an Natur hinter den Zahlen steckt und umgekehrt (Bu & Schoen, 2011; Sins, Savelsberg, & van Joolingen, 2005). Der PISA 2015 Test von Scientific Literacy wird erstmals nicht nur Zeichnungen (Constructed Response), sondern auch Modellierungen am Computer (Interactive Task) als Item-Response-Formate verwenden (OECD, 2013, p. 45). Eine Beispielaufgabe hierfür ist der sog. Zeer Pot, ein Kühlschrank aus Ton, der durch Verdunstungskälte und Isolation per Sandschicht funktioniert (Abbildung 21). In dieser Beispielaufgabe wird eine Computer-Simulation des Geräts durchgeführt. Die Probanden können die Dicke der isolierenden Schicht, die Wässerung und die Menge des aufbewahrten Essens im Zeer Pot variieren (OECD, 2013, p. 34f).

PISA 2015 Unit Name: ZEER POT

Task 1

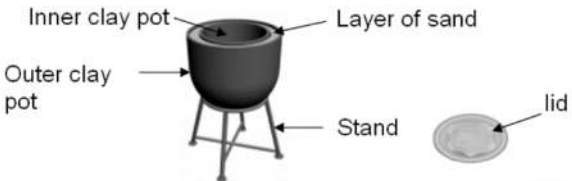
You have been asked to investigate the best design of a Zeer pot for a family to keep their food fresh.

Food is best kept at a temperature of **4°C** to maximise freshness and minimise bacterial growth.

Use the simulator opposite to work out the maximum amount of food that can be kept fresh (at 4°C) by varying the thickness and moisture condition of the sand layer.

You can run a number of simulations, and repeat or remove any data findings.

Maximum amount of food kept fresh at 4°C is kg



Thickness of Sand Layer (cm)	Amount of Food (kg)	Sand moisture (Damp/Dry)	Temperature (°C)

Constant variables

Air Temp 38°C Humidity 20%

Thickness of sand layer (cm): 1 2 3 4 5

Amount of Food (kg): 0 4 8 12 16 20

Sand moisture: Damp Dry

Record Data Clear Data

Abbildung 21: Zeer-Pot-Modellierung im Pisa 2015 Test. (OECD, 2013, p. 35). Beispielitem aus dem im Vorfeld veröffentlichten Framework, das so nicht im Test verwendet wurde, aber den Aufgabentypus exemplarisch vorführt. Für wissenschaftliche Zwecke freigegeben. © OECD.

Die Modellierungsaufgabe kann viel stärker als Multiple-Choice oder Open-Response-Items selbst didaktisch sein, also die Kompetenzen zur Lösung der Aufgabe erst in der Aufgabe bereitstellen. Innerhalb des Pisa-Tests fungiert die Aufgabe als Abfrage von Procedural Knowledge. Hier wird also ein Wissen über die Prozesse der Naturwissenschaft abgefragt, weil man hier dazu aufgefordert ist, quasi selber ein Experiment am Modell durchzuführen (Gott, Duggan, & Roberts, 2010; vgl. auch Kap. 3. 2. 1. 2 ff).

Ein zweiter wichtiger Bezugsrahmen von Model-Based Reasoning ist die Model-Based View in der Wissenschaftstheorie, die hier ja bereits schon mehrfach aufgetaucht ist (R. N. Giere, 1988, 1999; Suppe, 1974; Suppes, 1960). In der Model-Based View wurden nicht nur die Modelle zum Kern der Wissenschaft und lösten die Theorien ab. Auch die historische Bedeutung von Modellen in der Wissenschaftsgeschichte bei Forschung und Vermittlung wurde dargestellt (vgl. Develaki, 2007). Nancy Nersessian hat als MBR-Forschung zum Beispiel die Modelle Maxwells in einer kognitiv-historischen Sicht nachverfolgt, die ihn letztlich zur Aufstellung der bekannten Maxwell-Gleichungen geführt haben. Im Wesentlichen kombinierte Maxwell nach Nersessians Aufschlüsselung ein Modell drehender Räder und ein Modell des Vortex aus der Fluidodynamik, um zu einem Verständnis elektromagnetischer Felder zu kommen (vgl. Nersessian, 2002). Gerade Maxwells Modelle wurden zuvor von Wissenschaftshistorikern und Philosophen eher als Heuristik behandelt, die von dem Kerngeschäft, der mathematischen Arbeit, zu trennen sei (A. F. Chalmers, 1973).

Direkt hieran knüpfen als dritter Bezugsrahmen des MBR diejenigen Forschungen an, die wissenschaftlichen Fortschritt im Experiment mit Naturwissenschaftlern in Laborsituationen analysieren. Dieser Ansatz wurde insbesondere am Scientific Reasoning Research Institute der University of Massachusetts rund um John Clement in den 80er Jahren entwickelt (Clement, 1983, 1988, 1989, 2006, zusammenfassend: 2008; Magnani & Li, 2007; Magnani, 2006). Eine wichtige Quelle ist hier ein kognitives Verständnis wissenschaftlichen Fortschritts und ein psychologisches Verständnis von Kreativität in der Wissenschaft, das sich in den 50er und 60er Jahren entwickelt hat (Hadamard, 1945; Polya, 1954; Wertheimer, 1959). Der „göttliche Funke“, wie die deutsche Übersetzung des bekannten Buches von Arthur Koestler „The Act of Creation“ lautet, ist demnach kein nur ästhetisch oder transzendental verstehbares Phänomen, sondern ein mit psychologischer Forschung begreifbarer kognitiver Prozess (Koestler, 1964).

Der vierte Bezugsrahmen des MBR ist ganz direkt kognitionspsychologisch und hat eine große Schnittmenge mit Conceptual Change. Dieser Rahmen ist die Annahme von sog. mentalen Modellen, die nicht nur einfach Dinge auf kognitiver Ebene mit bestimmten, sprachlich beschreibbaren Eigenschaften sind, sondern dort als Quasi-Objekte funktionieren (Johnson-Laird, 1990, 2011; vgl. Schnotz, 2006). Das ist wohl auch der Grund, warum es im Model-Based Reasoning gerne „Reasoning“ heißt und nicht „Thinking“ oder „Reflecting“. „Reasoning“ ist danach ein objektiver Prozess, der nicht unbedingt sprachlich gebunden ist, sondern Modellen folgt. Für das Denken in nicht-sprachlichen Modellen gab es im Conceptual Change Abschnitt (s.o.) auch

schon einige Beispiele, als es um die „Mental Models of the Earth“ von Stella Vosniadou ging.

Diese drei Bezüge führen zu drei Manifestationen unterschiedlicher Modelle, die Boulter und Gilbert am Ende ihrer Forschungen am Centre for Models in Science and Technology: Research in Education (CMISTRE) an der Universität von Reading durchgeführten Projekts zum Model-Based Reasoning quasi als Paradigma dieser Forschungsrichtung ausformulierten:

„Underlying [...] are the assumptions, that mental modeling is a universal way of thinking, that expressed models are a universal component of communication, and that consensus models are produced by all social groupings that have some degree of permanence“ (Boulter & Gilbert, 2000, p. 343)

Es gibt also demnach erstens „Mental Models“ als Quasi-Objekte auf kognitiver Ebene. Es gibt zweitens die sog. „Expressed Models“ als die Modellierungen der Schüler, z.B. mit Mathematik, am Computer oder in Zeichnungen. Und es gibt drittens externe „Consensus Models“, die Modelle der Wissenschaft, wie sie sich in den Sammlungen der naturwissenschaftlichen Fachschaften finden oder im Lehrbuch abgebildet sind. Wichtig ist dabei, dass die „Expressed Models“, die Modellierungen der Lernenden, nicht nur Objekte sind, sondern Dinge im Fluss. Eine Modellierung ist dabei sowohl Ding *als auch* Mechanismus – ein komplizierter Gedanke, der aber neben der Didaktik auch z.B. auf das Design oder Ingenieursleistungen zutrifft, es bezeichnet sowohl den Prozess als auch das Ergebnis. Abbildung 22 zeigt alle möglichen Interaktionen von Lernenden mit Modellen in einem Nachbau einer Darstellung von Norbert Seel, die ikonisch für das gesamte MBR stehen kann (vgl. Buckley, 2012).

In der Darstellung sind die Consensusmodelle der Wissenschaft als „(External) Representations“ beschrieben, die in Differenz zu den Phänomenen, die sie beschreiben, stehen. Im Schema von Seel werden zwei Lernmechanismen des Model-Based Reasoning deutlich. Der erste Mechanismus ist ein vollständig intern ablaufender Zyklus der „Model-Revision“, in dem mit den internen mentalen Modellen weiter umgegangen wird durch einen Denkprozess, also ein „Reasoning“. Der zweite Mechanismus ist die Modellierung an Dingen in der Außenwelt, die „Model Formation“. Tatsächlich sind dies die einzigen Materialisierungen des Model-Based Reasoning. Im Gegensatz zum Conceptual Change widersprechen sich diese beiden Lernmechanismen nicht und es gibt keine konkurrierenden Postulate. Es gibt auch nicht wie bei Conceptual Change viel Forschung, die unterschiedliche Inskriptionen gefunden hat. Das MBR ist ein stark konsensuales Forschungsprogramm, so dass hier nur diese beiden zentralen Prozesse der Model-Revision und der Model Formation besprochen werden müssen. Selbst intern gibt es nur innerhalb der Model-Formation gibt es hier einen Streit der Forschungsprogrammen. Bei der Model-Revision herrscht erstaunliche Einigkeit.

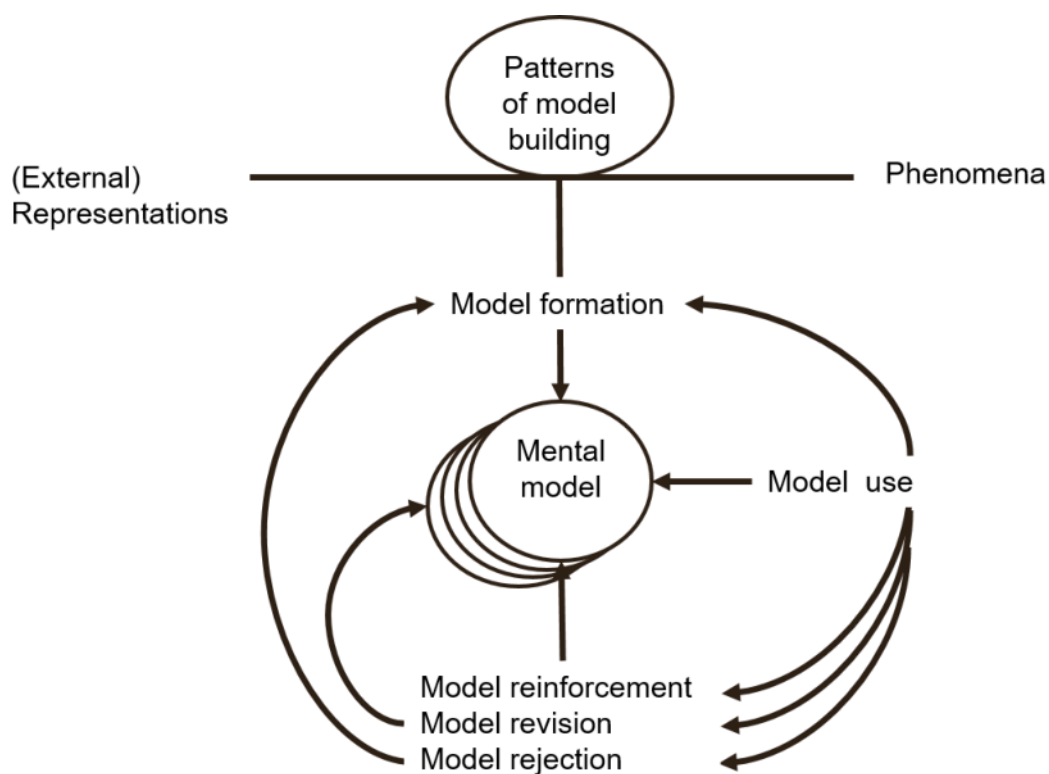


Abbildung 22: Inskription MBR: Model-Based-Learning, Ausschnitt aus einer Grafik, die im Original auch die Seite der Instruktion umfasst, also das Lehren, oberhalb des hier abgebildeten Lernprozesses. (N. Seel, 2003, p. 73). Eigener Nachbau der Originalgrafik bei Seel.

3. 3. 1. 2. 1 Mechanismus der Model-Revision: Modelle durch problembasiertes Nachdenken (Reasoning)

Die Model-Revision wird am besten an einem Experiment deutlich, dass John Clement im Rahmen seiner Studien zu kognitiven Prozessen von Wissenschaftlern durchgeführt hat. Abbildung 23 zeigt einige Grafiken aus den entsprechenden Publikationen, die dabei helfen, nachzuvollziehen, wie der Mechanismus der Model-Revision in Inskription aussieht. Das hier beschriebene Experiment wurde mit zehn Professoren und fortgeschrittenen Doktoranden in naturwissenschaftlichen Feldern durchgeführt. Clements Ausgangsfrage im Experiment war das sog. „Spring Problem“. Die Versuchspersonen erhielten folgendes Szenario und die Grafik unter (1):

„A weight is hung on a spring. The original spring is replaced with a spring made of the same kind of wire, with the same number of coils, but with coils that are twice as wide in diameter. Will the spring stretch from its natural length more, less, or the same amount under the same weight? (Assume the mass of the spring is negligible.) Why do you think so?“ (Clement, 2006, p. 1f)

Clement und Nersessian fokussieren in ihrer Analyse besonders Versuchsperson S2. Dieser Wissenschaftler war ein Spezialfall, weil er keine sofortige Lösung mit Begründung präsentierte, sondern sich die Ersatzfrage „Wie funktioniert eine Feder?“ stellte, was ihn letztlich zur „invention of a new model of hidden mechanisms in the spring that [S2] had not observed“ brachte (Clement, 1989, p. 378).

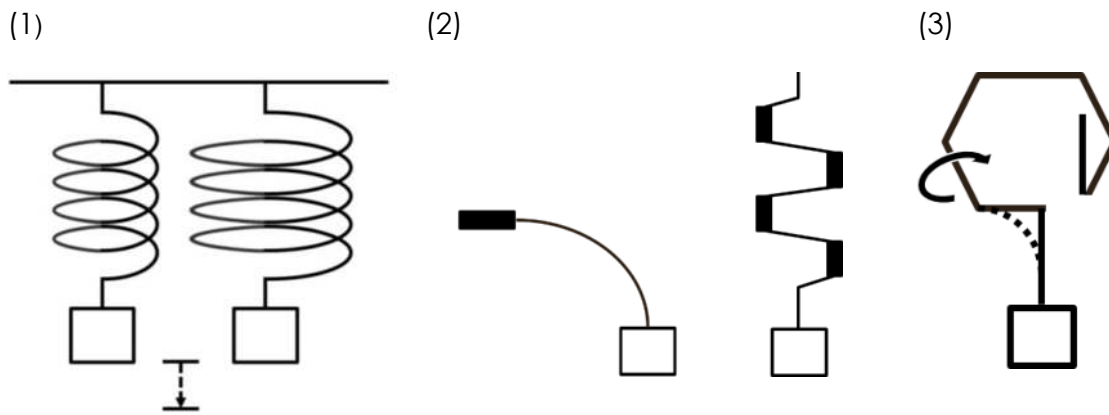


Abbildung 23: Inskription MBR: Model Revision. Eigener Nachbau der Veränderung mentaler Modelle bei S2 wie er bei Clement ((1)=2006, p. 2; (2)=2008b, sp. 4; (3)=2006, p. 4) bebildert wird. (1) zeigt die Aufgabenstellung, das sog. „Spring Problem“. (2) zeigt die Schritte, in denen das Problem erst reduziert und dann wieder erweitert wurde. (3) ist schließlich die Lösung des Problems: Nicht nur Biegung, sondern auch Torsion findet statt.

S2 war ein Doktorand der Geologie, so dass er die Physik hinter dem Effekt nicht kannte, aber einiges Wissen insbesondere über das Verhalten von Materialien aus der Topologie bereits mitbrachte (Nersessian, 2008, p. 67). Clement wertete sowohl die Zeichnungen aus, die S2 während der Model-Revision anfertigte, als auch seine Gestik in einer begleitenden Videostudie. Außerdem waren die Versuchspersonen aufgefordert, ihre Gedankengänge mit dem Experimentator zu teilen. Aus diesen Quellen schlossen Nersessian und Clement auf die mentalen Modelle von S2. S2 konstruierte danach zunächst mental das Modell, wie es in Abb. 23 (2) links zu sehen ist. Hier ist die Feder aufgedreht und das Problem auf den Prozess des Biegens einer flexiblen Stange reduziert. Damit fühlte S2 aber eine gewisse Unbehaglichkeit und zeichnete mehrere Perspektiven gedehnter und entspannter Federn. Das führte ihn zu der Einsicht, dass im Gegensatz zu seinem Modell die Biegung einer realen Feder an allen Stellen der Feder gleich ist. Allein durch Biegung funktioniert das Modell der Feder also nicht so wie S2's Bild einer realen Feder (Nersessian, 2008, p. 72). Im Folgenden konstruierte er ein Modell mit starren Elementen und Scharnieren (Abb. 23 (2) rechts). Auch dieses Modell war unbefriedigend, weil auch hier die Biegung nicht über die ganze Feder verteilt war. Als nächstes versuchte er ein Modell mit Konnektoren und flexiblen Zwischenstücken zu zeichnen, das aber wieder das Problem vom Anfang besaß, also nicht an allen Stellen gleichförmig bog. An dieser Stelle reduzierte S2 das Problem auf nur ein Segment (Abb. 23 (3)). Er approximiert den Kreis durch ein Sechseck, was ihn auf das nun entscheidende Gedankenexperiment brachte: Wenn man hier den letzten Abschnitt biegt, *dreht* sich der vorletzte Abschnitt. Nicht nur Biegung, sondern auch *Torsion* sind innerhalb des Problems also wichtig. Diese Einsicht wurde nach Nersessian von Gesten und Ausrufen wissenschaftlicher Entdeckung begleitet (Nersessian, 2008, p. 89). Heureka.

Dieser Fall des Wissenschaftlers S2 wurde mehrfach ausgewertet und kann mittlerweile als ein zentraler, symbolischer Gehalt des Diskursfeldes des MBR gelten, obwohl er in der Studie von Clement eigentlich eher ein Sonderfall war. Ich konnte keine abweichende Inskription zum Prozess der Model-Revision finden. Weniger ergiebige Fäl-

le werden als unvollständige oder fehlerhafte Versionen dieses einen Mechanismus begriffen. Es gibt wohl noch bestimmte fachliche Einflussfaktoren (Magnani & Li, 2007; Magnani, 2006), aber im Gegensatz zu Conceptual Change ist der Prozess der Model-Revision des Model-Based Reasoning damit erstaunlich eindeutig und unumstritten.

3. 3. 1. 2. 2 Mechanismus der Model-Formation: Modelle durch Ausprobieren

Der Prozess der Model-Formation ist ein umstritteneres Feld als die Model-Revision, aber nicht weil der Mechanismus selber umstritten wäre. Dass es Modelle und Modellierungen im Unterricht gibt, ist Konsens. Umstritten ist vielmehr, was ein Modell *ist*. Man beachte den interessanten Umstand an dieser Stelle: Um zu erklären, wie ein psychologischer Lernprozess namens Model-Formation funktioniert, ist es von entscheidender Bedeutung, wie ein externes Ding in der Welt, nämlich ein Modell, funktioniert. Vor diesem Hintergrund gibt es eine unübersichtliche Vielfalt an Versuchen, eine spezifische Definition des Begriffs für die Science Education aufzustellen (J. K. Gilbert et al., 2000; Halloun, 2006; Ingham & Gilbert, 1991; M. R. Matthews, 2007; Oh & Oh, 2010). Neben einer Definition wurde auch eine Typologie gesucht. Solch eine Typologie soll all diejenigen Objekte im Unterricht unterscheiden helfen, die als Modell bezeichnet werden können. Harrison und Treagust z.B. kommen dabei insgesamt auf neun verschiedene Modelltypen (Harrison & Treagust, 2000). Eine entscheidende Frage für den Mechanismus der Model-Formation ist auch: Was stellen sich Lehrer überhaupt unter einem Modell vor – sie sind es ja schließlich, die im Unterricht das Modell bereitstellen (Chittleborough, Treagust, Mamiala, & Mocerino, 2005; Harrison, 2001; Justi & Gilbert, 2002, 2003; J. Van Driel & Verloop, 1999). Im Diskurs des MBR werden Modelle generell eher als ein Konstrukt wahrgenommen. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig, was Lehrer über Modelle denken, weil sie diese weitgehend beliebig konstruieren können. Ab diesem Punkt übernehmen die Modelle dann jedoch im Lernprozess, der Model-Formation, eine eigene und entscheidende Wirkung auf die mentalen Modelle der Lernenden. Es wird im MBR kaum darüber gesprochen, wie Lehrer sich beim Lernprozess verhalten sollen – der Lehrer ist hier, anders als bei Conceptual Change, weitgehend nur vermittelt *über das Modell* in einer Art Lernumgebung involviert. Die folgenden strittigen Punkte im Prozess der Model-Formation finden weitgehend abstrahiert vom Lernprozess der Modellierung statt und arrangieren sich an Konfliktlinien, die ich im Folgenden besprechen will. Das sind die Grenzziehungen im Modellverständnis zwischen physischer Kopie und kommunikativem Konstrukt, zwischen Erklärung und Beschreibung und zwischen Analogie und Realismus.

3. 3. 1. 2. 3 Physische Kopie vs. Kommunikatives Konstrukt – Modelle als Ikonen

Eine wichtige Studie innerhalb des Diskurses war Lorraine Grosslights Untersuchung von Schülervorstellungen des Modells. Grosslight untersuchte Konzepte zu dem, was ein Modell ist, von 33 7th-Grade-Middle-School-Schülern und 22 11th-Grade-Honors-Students und verglich diese mit den Konzepten von vier Experten (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991). In beiden Schülergruppen stellte sie eine Sicht fest, die Modelle

für „Physical Copies of Reality“ hält. Das hieße z. B., dass das Kalottenmodell eines Wasserstoffatoms so „ist“ wie das Wasserstoffatom, also nur eine größere Kopie des realen Dinges. Die Experten hingegen äußerten eine Sicht, die Grosslight als „Constructivist Framework“ beschrieb, in der Modelle Konstrukte sind, die bestimmte theoretische Annahmen inkorporieren und als Mittel der Kommunikation dienen. In 2005 wiederholte David Treagust diese Untersuchung mit dem Ergebnis, dass zwar mehr Schüler die konstruktivistische Sicht vertraten, aber die Differenz hier immer noch sichtbar war (Chittleborough et al., 2005). Vor diesem Hintergrund gibt es auch im MBR-Diskurs die Tendenz einen naiven Realismus von einem Konstruktivismus abzugrenzen. Das macht vor einem Nature-of-Science-Hintergrund, wie er der Studie von Grosslight zugrunde liegt, auch Sinn, ist aber in der Lerntheorie MBR eher problematisch. Die Teile des Modells, die nämlich zur Model-Formation verwendet werden, sollen ja gerade *ikonisch* für das Phänomen stehen, das sie theoretisch beschreiben. Das macht diese Differenz im speziellen Lehr-Lern-Prozess der Model-Formation unnötig und sorgt eher für Verwirrung. Das ist ein etwas komplizierterer Gedanke, den ich an einem Beispiel etwas näher ausführen möchte:

Im Modell soll der Kapillareffekt gezeigt werden, wie er z. B. in Bäumen stattfindet, so dass das Wasser auch die Baumkrone erreicht. Dafür ist ein schmales Glasröhrchen ein ikonisches Modell, weil es genauso funktioniert, wie der theoretisch beschriebene Effekt in der Natur. Gerade in dieser Funktion „ist“ das Röhrchen tatsächlich so wie das Modell, die naive Schülervorstellung wäre also *beschränkt auf diesen Aspekt* gerade richtig.

Das Glasröhrchen steht also nicht *symbolisch* sondern *ikonisch* für das Original, eine Unterscheidung, die auf Charles Sanders Peirce zurückgeht (vgl. Legg, 2008). Ein gutes Beispiel für diese Unterscheidung zwischen Symbol und Ikon sind tatsächlich die Ikonen in der katholischen Kirche. Einerseits sind sie Symbole für die Heiligen, die sie abbilden, andererseits kann man sie auch in Prozessionen führen und zu ihnen beten, als wären sie die Heiligen – sie haben *dieselbe* Funktion. Dieser Punkt wird im Diskurs kaum gesehen. Gute Modelle sind in ihrer *Funktion* wirklich wie das Original. Diese Ikonizität ist dann auch die Lösung des Konflikts von physischer Kopie und kommunikativem Konstrukt. Weder ist ein Modell eine physische Kopie, noch ist es ein kommunikatives Konstrukt.

3. 3. 1. 2. 4 Erklärung vs. Beschreibung – Modelle als Vorhersagen

Schon 1999 veröffentlichte Jan van Driel eine Studie mit Lehrern der Naturwissenschaft, die in den Niederlanden einen neuen modellbasierten Unterricht durchführen sollten (J. Van Driel & Verloop, 1999). Die Lehrer konnten in der Regel eine gängige Definition eines Modells reproduzieren, die van Driel so zusammenfasste: „a model is a simplified or schematic representation of reality“ (J. Van Driel & Verloop, 1999, p. 1146). Diese Uniformität der Antworten wurde dann aber in einem anderen Teil der Studie gebrochen, in dem es darum ging, bestimmte Objekte als Modelle zu kennzeichnen. Abbildung 24 ist eine Nachstellung der Versuchsreihe.

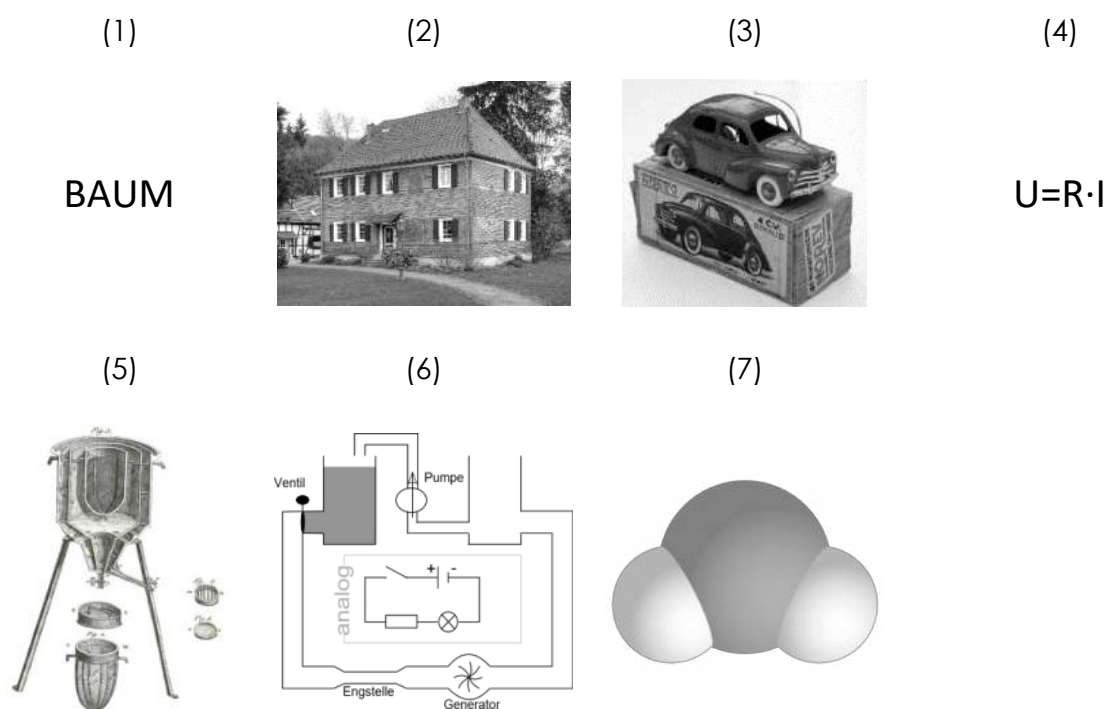


Abbildung 24: Inskription MBR: Sind diese Dinge Modelle? Das Wort „Baum“ (1), eine Fotografie eines Hauses (2), ein Spielzeugauto (3), das Ohmsche Gesetz (4), Kalorimeter von Lavoisier (5), Stromkreislauf als Wasserkreislauf (6), ein Wassermolekül in Kalottendarstellung (7). Eigene Grafik angelehnt an van Driel (1999).

Von mir zusammengestellt aus Creative-Commons (CC) Bildern: Odenthal Ortszentrum Pfarrhaus © A.Savin, Wikimedia Commons https://de.wikipedia.org/wiki/Haus#/media/File:Odenthal_Ortszentrum_Pfarrhaus.jpg. Renault 4cv made in France by Norev © Pantoine, Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Norev_4cv.jpg. Lavoisiers Kalorimeter. Gemeinfrei. © Sadi Carnot. <https://de.wikipedia.org/wiki/Kalorimeter#/media/File:Ice-calorimeter.jpg>. Strom-Wasser-Analogie der Physikdidaktik Gemeinfrei. © Adel Moussa: https://de.wikipedia.org/wiki/Physikdidaktik#/media/File:Strom_wasseranalogie.svg. Kalottenmodell des Wassers. © Sakurambo. Gemeinfrei. H₂O by Solkoll. Corrected by Plenz: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Water_molecule.svg. Alle Bilder abgerufen am 04.11.2016.

Van Driel fasste das Ergebnis hier so zusammen:

„When asked to respond to seven specific examples, one teacher classified all these, including a picture of a house and a toy car, as a model, referring to each example's potential to represent specific aspects of reality. On the other hand, other teachers rejected almost all the examples, including a molecule of water. In the view of these teachers, explanatory potential appeared to be an important criterion for an example to qualify as a model. The teachers emphasized different *functions* of models. Specifically, the explanatory function and the descriptive function of models were stressed. However, some important functions (e.g. using models to make predictions) were rarely mentioned. [...] Teachers emphasizing the explanatory function would normally accept only a few of the given examples as models (see point 1), whereas teachers stressing the descriptive function seemed to accept most of the examples mentioned above as scientific models.“ (J. Van Driel & Verloop, 1999, p. 1147)

Die Studie von van Driel zeigt einen bedeutenden Punkt. Hier gibt es die Idee der Lehrer, dass Modelle im Unterricht so etwas sind wie ein Werkzeug, das Funktionen übernehmen kann, die sonst der Lehrer hätte. Zum Beispiel die Funktion, Phänomene zu beschreiben oder zu erklären. Die bedeutendste Funktion von Modellen in der Wissenschaft ist aber, wie van Driel zu Recht anmerkt, die Funktion der Vorhersage (vgl. auch Kap 2. 3. 2. 2). Das wird beim Model-Based Reasoning *innerhalb* des Lernprozesses wieder genutzt. Wir hatten oben bereits die Versuche von Clements Testperson S2 zur Modell-Revision gesehen, bei denen Vorhersage („Lenkt die Feder weiter oder kürzer aus?“) unter bekannter Ausgangslage („Feder biegt an allen Stellen gleich“, „Segmente wiederholen sich“) die Funktion des Modells war. Das Modell wurde dann *nach* dieser Funktion konstruiert. Bei der Modell-Formation ist es genau umgekehrt: Das Modell ist gegeben, aber die Funktion ist das, was erst noch gelernt werden soll. Das Lernen und Forschen am Modell macht gerade aus, dass eine vorher nicht sichtbare Funktion aus gegebenen Bedingungen entstehen kann. Ob etwas *im Lernprozess* als Modell dienen kann oder nicht, hängt dann aber von der bekannten Ausgangslage des Lernens ab. Ob die Dinge in Tabelle 2 also Modelle für eine Modell-Formation sein können, hängt davon ab, ob der Lernfortschritt, der gerade gemacht werden kann, durch eine Vorhersage des Modells möglich ist. Übergänge von Realität, Theorie und Experiment in das Modell sind fließend. Modellierungen von Galileos schiefer Bahn sind wohl auch mit dem Spielzeugauto in Van Driels Studie möglich, während mit dem Kalottenmodell die Tetraederbildung im Wassercluster bis hin zur Simulation der Dichteanomalie modelliert werden kann. Ob dies jeweils auch Lernfortschritte darstellt, hängt von den bereits vorhandenen mentalen Modellen ab (vgl. N. Seel, 2003, p. 73).

3. 3. 1. 2. 5 Analogie vs. Realismus – Abkürzungen bei der Model-Formation

Analogien sind eigentlich ein eigenes Forschungsfeld innerhalb der Science Education, das aus der Beobachtung entstanden ist, dass Lehrer zur Erklärung oder Beschreibung naturwissenschaftlicher Modelle Analogien heranziehen; Analogien sind andererseits auch ein nutzbares Instrument im Unterricht (Duit, 1991; J. K. Gilbert et al., 1998a; J. K. Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998b; Glynn, 1991, 1995; Harrison, 2001; Heywood, 2002; Hutchison & Padgett, 2007; Treagust, Harrison, & Venville, 1998; Treagust, Duit, Joslin, & Lindauer, 1992; Treagust & Duit, 1998).

Mit Dedre Gentners „Structure Mapping“ hat sich Anfang der 80er Jahre in der Science Education eine Bauanleitung für Analogien etabliert, die bis heute Bestand hat (Gentner & Holyoak, 1997; Gentner & Markman, 1997; Gentner, 1983). Gentner erläuterte die Analogiebildung dort an einem bekannten Beispiel aus der Atomphysik: Der Nukleus und das Elektron sind wie die Sonne und ein Planet. Analogien, so Gentner, sind dadurch gekennzeichnet, dass die „source domain“ (Sonne+Planet) nur wenige Attribute, aber viele Relationen (kreist durch anziehende Kraft in bestimmter Distanz mit großem Masseunterschied) mit der „Target Domain“ (Nukleus+Elektron) teilt. Aus diesen Relationen ist ein „Mapping“ möglich, das genau hieraus ein Modell bildet. Gentner beschreibt, wie Rutherford eben dies in seinem Atommodell getan hat (Gentner, 1983, p. 163). Schon dieses Beispiel zeigt, dass Analogien sehr nah an Mo-

dellen sein können. Vosniadous Ansatz der „Mental Models“ entstand z.B. aus Forschungen zur Analogiebildung (vgl. Vosniadou, 1989). Tatsächlich nutzen Schüler zur Beschreibung ihrer mentalen Modelle Analogien, wenn diese nicht sogar an sich bereits analogisch konstruiert sind (Ingham & Gilbert, 1991). Wie Gentner beschrieben hat, wird sich so zum Beispiel der elektrische Strom als Wasserfluss oder als Menschenmenge vorgestellt (Gentner & Gentner, 1983). Die Analogiebildung funktioniert dann besonders gut, wenn bereits viel über die Source-Domain gewusst wird (Braasch & Goldman, 2010). Analogien können so quasi als Katalysator im Prozess der Modell-Formation dienen. Einige materialisierte Modelle sind daher bereits als Analogie aufgebaut. Ein schönes Beispiel ist Darwins Analogie der Evolution aus „On the Origin of Species“, der sog. „Baum des Lebens“ (Darwin, 1859) in Abbildung 25.

Darwin selber hatte die Evolution in einem Modell aus Punkten und Strichen dargestellt, die vor allem die Koexistenz von Variationen erklären sollte (Abb. 25(1)). Schon in der Darstellung von Ernst Haeckel (Abb. 25(2)), dem wohl größten Darwin-Didaktiker, findet sich dann aber die Baum-Analogie (Haeckel, 1866). Die MBR-Forscher Marcelos und Nagem beurteilen diese Analogie als hilfreich, wenn sie auch als solche beschrieben würde. Stattdessen wird diese Darstellung unter Biologielehrern inzwischen aber als Modell der Evolution *an sich* verwendet (Marcelos & Nagem, 2010, 2012). Das Modell ist heute problematisch, weil es bestimmte, humanzentristische Annahmen impliziert, die so nicht aus dem Evolutionsprozess abzuleiten sind. In Abbildung 25(3) ist ein neueres Modell des „Baum des Lebens“ dargestellt, das die aufstrebende Form aufgibt und stattdessen den Mechanismus der genetischen Variation auch in seinem quantitativen Maßstab darstellt. Die Astlängen zeigen jeweils die Menge unterschiedlicher Gene zum direkten Vorfahren. Das Modell wird automatisch nach dem genetischen Scan erzeugt und erweitert. Das Baummodell von Haeckel war sicherlich 1866 mit dem damaligen Vorwissen gut zu lernen und hat einige Schärpen aus dem eigentlichen Modell der Evolution bei Darwin genommen. Ein Beispiel hierfür sind die bei Darwin noch dargestellten gleichen Höhen aller Variationen auf der Zeitachse. Nach heutigem Wandel der Evolutionstheorie, zeigt sowohl Haeckels als auch Darwins Modell aber nicht mehr die jetzt entscheidende Funktion in der Evolution, nämlich die Variation durch genetische Mutation. Dieses Beispiel zeigt, wie im Prozess der Model-Formation immer zwischen Analogie und wissenschaftlichem Realismus abgewogen werden muss. Dies ist im Science Education-Diskurs eine offene Differenz.

In gewisser Weise macht die Analogiebildung im MBR eine ähnliche Versprechung wie sie später in den Learning Progressions mit Krajciks Big Ideas wieder auftaucht (vgl. Kap. 3. 3. 2. 3. 5). Auch die Analogien sollen – richtig eingesetzt – eine Überholspur des Lernens bereitstellen. Der Prozess der Model-Formation kann mit ihrer Hilfe an schon bestehende mentale Modelle anknüpfen und wäre dann deutlich einfacher. Im Einzelnen muss aber geprüft werden, inwieweit durch die Analogie nicht Aspekte des realen Phänomens abgehängt werden. Besonders bei den lange etablierten Analogien wie dem Stromkreislauf als Wasserkreislauf oder dem Baum des Lebens werden *in der Analogie* einige Fehlvorstellungen transportiert.

tegrierbar und existieren heute schon nebeneinander. Im Conceptual Change ist der Grundmechanismus des Konzeptwechsels weit verbreitet, aber seine einzelnen Untermechanismen sind umstritten. So ist etwa der Mechanismus der strukturellen Forderung ganz unklar. Andy DiSessas Theorie der P-Prims geht davon aus, dass es diesen Mechanismus fast gar nicht gibt, wohingegen Stella Vosniadous Frameworks riesige Netzwerke von Konzepten darstellen, die ein einzelnes Konzept innerhalb dieses Netzwerks (z.B. Schwerkraft im mentalen Modell der Erde) bei einem Angriff durch eine Anomalie sofort auffangen und so einen Conceptual Change strukturell abfedern.

Dennoch scheint eine Integration durch Fallunterscheidungen auch innerhalb von Conceptual Change möglich zu sein. So etwas wurde von Michelene Chi bereits angedacht in ihrem Artikel „Three Types of Conceptual Change“ (Michelene T. Chi, 2008). Chi unterschied hier einfache Fälle, die als „Belief Revision“ ohne weiteres nach dem Modell von Posner und Strike oder DiSessa integrierbar sind, Fälle mittlerer Schwierigkeit, die eine „Mental Model Transformation“ notwendig machen und schwere Fälle, die einen „Categorical Shift“ verlangen. Problematisch ist hingegen, dass auch Chi hier hierarchisch andere Theorien in den von ihr entwickelten Ansatz als einfachere Formen einordnet. Insgesamt lässt sich eine Tendenz im CC-Forschungsfeld feststellen, aus einer einzelnen Theorie, die auf begrenzten empirischen Forschungen mit klaren Vorannahmen beruhte, Empfehlungen für die gesamte Didaktik abzuleiten. Während Vosniadou klassische Fachstrukturen auflösen will und Didaktik in den entwicklungspsychologischen Domänen organisiert haben möchte (Vosniadou, 2008), will Chi eine Kategorienlehre wie in der Spätantike im Unterricht durchführen (Michelene T. Chi, 2008). DiSessa hätte hingegen gerne eine hochgradig individualisierte und phänomenologisch orientierte Didaktik basierend auf seiner partiellen Theorie (A. DiSessa, 2008). Diese Verkürzung zieht sich auch durch Theorien des Model-Based Reasoning. Hier werden insbesondere die Forschungsmethode und der Forschungsgegenstand des Modells als zentraler Gegenstand jeder Didaktik angenommen. Wer mit Schülerzeichnungen, Designs oder Modellen arbeitet, ist wohl schnell dazu verleitet, diese Methode als zentral für sämtliche Didaktik anzunehmen. Mit einem weiteren, integrativen Blick sind folgende fünf problematische Trends für das ganze Feld der Lerntheorien in der Science Education sichtbar.

1. Trend: Einfluss von Wissenschaftstheorie und Psychologie. Beide Lerntheorien sind nicht frei von wissenschaftstheoretischen Bezügen und den Entwicklungen angrenzender Disziplinen. Vor allem die Theorien von Kuhn und Piaget waren für Posner und Strike grundlegend. Teilweise wird auch in jüngerer Forschung noch ein Spezialproblem theoretischer Philosophie zu einem integrativen Teil eines kognitiven Mechanismus gemacht wie beim „Quinian Bootstrapping“ bei Susan Carey. Da es sich um epistemische Strukturen handelt, fördern solche Querverbindungen über Disziplinengrenzen hinweg den Realismus der Theorie, weil sie nur detaillierte und begrenzte Probleme betreffen. In der Allgemeinen Didaktik gab es ebenfalls epistemische Querverweise, aber es wurden in großzügiger Geste eher ganze Gesellschafts- oder

Erkenntnistheorien auf die Gesamtsituation des Unterrichts übertragen. Dagegen nimmt sich die Verknüpfung des Science Education Diskurses bescheiden aus. An dieser Stelle wird aber ein möglicher Ansatzpunkt für schon bestehende bildungsphilosophische und –historische Forschung deutlich, die sich bisher weitgehend aus diesen Detailproblematiken einzelner Lerntheorien heraushält. In der Conceptual Change Theorie wurde die wissenschaftstheoretische Sicht der 80er Jahre kaum aktualisiert und wird nun über die Lerntheorien perpetuiert. Das ist problematisch. Dringend ist hier auch die Arbeit von Wissenschaftstheoretikern an einer Neumodellierung des Konzeptwechsels nach aktuellem Stand der Wissenschaftstheorie nötig.

2. Trend: „Pädagogische“ Aussparungen. In vielen Kritiken und Erweiterungen der letzten 20 Jahre werden die Verkürzungen der Lerntheorien in der Wahrnehmung von Didaktik als soziale Gesamtsituation deutlich. So sind manche Sichtweisen, wie die „Situating Cognition“ oder die Integration von Emotionen, zuvor absichtlich vernachlässigt worden, um die Theorien einfacher zu halten. Im Gegenzug wirken gerade diese Teile dann besonders „pädagogisch“, wenn sie angemahnt werden. Sowohl die Verkürzungen als auch die Erweiterungen sind dabei aber notwendige Teile eines Gesamtverständnisses und kein unlösbarer Disput von Weltanschauungen, wie es im Diskurs oft erscheint. Hier hilft es schon alleine, die Lerntheorien nicht isoliert zu betrachten, sondern im größeren Zusammenhang der Science Education.

3. Trend: Problematische Einflüsse anderer Felder der Science Education. Auf der anderen Seite werden problematische Überlagerungen aus anderen Feldern der Science Education deutlich. Bei der Frage „Was ist ein Modell?“ im Model-Based Reasoning z.B. wurde Wissen aus dem Nature-of-Science Diskurs auf die andere Domäne ohne Verständnis für die speziellen Mechanismen des MBR übertragen. Insofern ist nicht nur eine Gesamtsicht der Science Education angeraten, sondern auch eine Ordnung innerhalb dieser, damit es nicht zu solchen Verwechslungen kommt.

4. Trend: Internalismus vs. Externalismus. Die beiden Felder des Model-Based Reasoning und der Conceptual Change Theorie sind gut vereinbar, wenn man ein anderes Verständnis von kognitiven und/oder physischen Dingen entwickelt. Insbesondere im fließenden Übergang der mentalen Modelle in reale Modellierungen wird deutlich, dass in der Trennung dieser beiden Forschungsprogramme ein auch in Kognitionspsychologie und Instructional Design bestehender Unterschied zwischen Subjekt und Objekt gemacht wird. Das ist besonders in der Conceptual Change Theorie deutlich. In ihrer in der Lehrerbildung verwendeten Grundform nach Posner&Strike ist sie internalistisch und individuell. Konzepte und Modelle sind aber sozial eingebunden und überindividuell, wie sich im Detail zeigt. Eine rein kognitionspsychologische Sicht scheint hier eine höchst problematische diskursive Verkürzung.

5. Trend: Dinge beim Lernen vs. Konstruktionen des Schülers. Im Model-Based Reasoning entsteht ein Verständnis für die Autonomie von Dingen beim Lernen. Lernen wird hingegen im Conceptual Change oft noch als konstruktivistische Operation des Schülers oder Folge von Interaktion mit dem Lehrer dargestellt, wie es auch unser Eingangsbeispiel aus der Chemiedidaktik gezeigt hat. Das liegt wohl diskursiv auch

an der weitgehenden Exklusion kulturwissenschaftlicher Einflüsse im Diskurs. Gerade die Material Cultural Studies haben in den letzten Jahren die Dingwelt in allen sozialen Bezügen stark gemacht, das könnte für das stark materiell gebundene Lernen in der Naturwissenschaft durchaus von Interesse sein (vgl. Kap. 4).

Mit diesen Problemlagen verlasse ich nun das Feld der Lerntheorien und betrete das Feld der Bildungstheorien. Hier finden sich die Theorien der Science Education, die im konkreten Lernen und Lehren am deutlichsten sichtbar sind, die den direktesten Einfluss auf die Veränderung der Realität in den Schulen haben und die so oft auch fälschlicherweise für die *gesamte* „Theorie“ der Science Education stehen. Es ist vor allem das Forschungsprogramm „Scientific Literacy“, das inmitten des Epizentrums der Science Education steht und das auch den Ausgangspunkt meiner Analyse der Bildungstheorien ausmacht.

3. 3. 2 Bildungstheorien

Die Orientierungsfunktion von Bildungstheorien (H.-C. Koller, 1999, p. 11) besteht auch innerhalb des Diskursfeldes der Science Education. Lern- und Erziehungstheorien arrangieren sich tatsächlich auch hier um Bildungstheorien herum. Ein gutes Beispiel in Persona ist Rodger W. Bybee, wohl die Zentralfigur des amerikanischen Diskurses zur naturwissenschaftlichen Bildung, der erst an einer Erziehungstheorie, nämlich STS arbeitete (Bybee, 1985a, 1989; NSTA, 1982), sich auch mit Lerntheorien befasste (Bybee, 2002a), diese aber immer in das Projekt namens Scientific Literacy integrierte (Bybee, 1997, 2010a; Trowbridge, Bybee, & Carlson-Powell, 2006). Die großen Materialisierungen der Bildungs-Mechanismen, wie die Frameworks der Large Scale Assessments, die gleich hier noch ausführlich behandelt werden, verknüpfen die Seite des Lernens mit der Seite der Erziehung über Bildung. Die großen sprachlichen Dokumente des Diskurses, wie die Bildungsstandards oder die prosaischen Texte der Bildungsprogramme wie „Science for All Americans“, fokussieren fast ausschließlich den Begriff der Bildung in seiner Variante der Literalität, also der basalen, dem Lesen und Schreiben ähnlichen, welterschließenden Kulturtechnik. Die Annahme, dass es sich bei Scientific Literacy um eine klassische Theorie handelt, die ganz im Sinne der Allgemeinen Didaktik alles Lehren und Lernen um diesen Kerngedanken arrangiert, liegt zwar nahe, ist aber nicht korrekt. In Rodger W. Bybee hätte man sicherlich einen passenden Konstrukteur einer Allgemeinen Didaktik namens „Scientific Literacy“. Eine solche Sicht hält aber der nun folgenden Analyse von Manifestationen und Inskriptionen im Diskurs nicht stand und widerspricht auch dem wissenschaftstheoretischen Modus des Science Education Theory Compounds (vgl. Kap. 2. 3. 3. 6). Der für Scientific Literacy (SL) zentrale Mechanismus der der Anforderung im Alltag - die Herausforderung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen in Alltagskontexten - ist in den vergangenen Jahren um den wichtigen Mechanismus des Interesses (ATT) erweitert worden. Darüber hinaus ist das Forschungsprogramm der Learning Progressions (LeaPs) heute eine didaktische Antwort auf die Leerstellen im Prozess der Bildung, die durch die Formulierung von Bildungszielen in den Literacyprogrammen geschaffen wurden. Ich verwende den Plural „Literacyprogramme“, denn das Forschungsprogramm, das in der Systematic Map als „Scientific Literacy“ beschrieben wurde, kann

eigentlich in zwei Richtungen noch näher unterteilt werden: Science Literacy und Scientific Literacy – eine Unterscheidung die originär von Douglas Roberts stammt (Roberts, 2007).

3. 3. 2. 1 Science Literacy und Scientific Literacy

Der Terminus Science Literacy ist vor allem in den USA bekannt, weil er in Materialien und Veröffentlichungen des „Project 2061“ der American Association for the Advancement of Science (AAAS) verwendet wird. Wie Douglas Roberts bemerkte, wandelte sich dieser Titel von 1989 auf 1990. Während es im ersten Druck des Projekts „Science for All Americans“ noch „Scientific Literacy“ auf dem Titel hieß, war die bei Oxford University Press erschienene Edition mit „Science Literacy“ betitelt. Dies war keine nur rein sprachliche Änderung, sondern eine theoretische Positionierung, wie der damalige Projektleiter F.J. Rutherford auf Anfrage Roberts berichtete:

„science literacy refers to literacy with regard to science, while scientific literacy properly refers to properties of literacy, namely literacy that is scientifically sound no matter what content domain it focused on“ (Rutherford zitiert nach: Roberts, 2007, p. 731).

Roberts zeigt im Folgenden, dass es im US-amerikanischen Diskurs über naturwissenschaftliche Bildung diese beiden Ideen von Literacy gab:

- Vision I, Science Literacy, als eine Bildung mit starkem Fachbezug. Science Literacy soll Menschen qualifizieren, selber Naturwissenschaft zu betreiben.
- Vision II, Scientific Literacy, als eine Bildung mit starkem Bezug zur gesellschaftlichen Teilhabe. Scientific Literacy soll Menschen dazu qualifizieren, in gesellschaftlichen Situationen, die den Umgang mit Naturwissenschaft und Technik erfordern, kompetent zu agieren (Roberts, 2007).

Viele gegenwärtige Versuche, naturwissenschaftliche Bildung zu arrangieren, liegen zwischen diesen beiden Visionen.

Die meisten psychometrischen Messungen naturwissenschaftlicher Bildung heute sind Messungen von Science Literacy. Das liegt auch an einem zu beobachtenden Outcrowding von Scientific Literacy in den Large Scale Assessments aus messtechnischen Gründen. Dies ist bisher am deutlichsten sichtbar bei der von Jon Miller, dem Direktor des International Center for the Advancement of Scientific Literacy (ICASL) an der Northwestern University, durchgeführten, inneramerikanischen Längsschnittstudie Longitudinal Study of American Youth (LSAY). Aus Gründen der Reliabilität in diesem Längsschnitt wird hier nur Vision I betrieben, weil die gesellschaftlich relevanten Themen temporäre Phänomene seien. Das stünde im Gegensatz zur überzeitlichen Bedeutung von naturwissenschaftlichem Grundwissen:

„my colleagues and I attempted to identify a set of basic constructs, such as atomic structure or DNA, that form the intellectual foundation for reading and understanding contemporary scientific issues but that will have a longer durability

than specific terms, such as „the fallout of strontium 90 from atmospheric testing.“ (Miller, 2010)

Die Entscheidung gegen aktuelle gesellschaftliche Probleme im LSAY wurde nach Roberts ungefähr zur selben Zeit Ende der 90er Jahre getroffen, als auch der TIMSS-Test begann, sich von Scientific Literacy hin zu Science Literacy zu bewegen. Graham Orpwood, der maßgeblich an der Entwicklung dieses Tests beteiligt war, resümiert das so:

„many draft items, that went beyond strict knowledge of science or mathematics context were either eliminated on psychometric grounds or on the grounds of unacceptability to participating countries“ (Orpwood, 2002, p. 56)

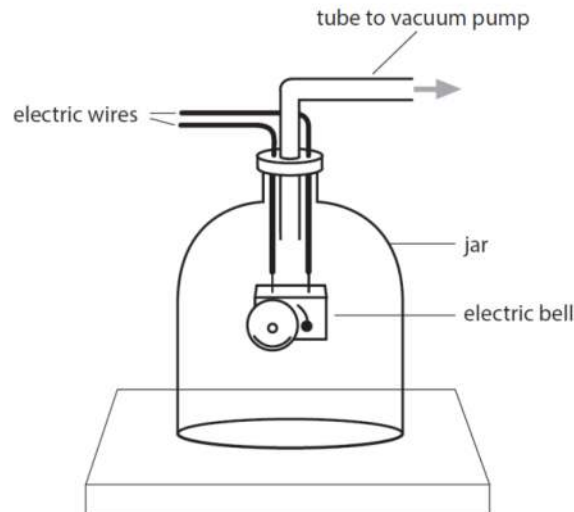
Neben dem Längsschnitt, den alle Large Scale Assessments anstreben, sind also auch die Internationalität der Tests und psychometrische Qualitätsmaßstäbe Gründe für eine Mitigation von Scientific Literacy in Science Literacy. Der TIMSS-Test verfolgt im Framework von 2015 wie schon seit 1993 die Trennung von „Science Knowledge“ und „Thinking Skills“, also einer inhaltlichen und einer kognitiven Kategorie, aus denen sich die Items jeweils zusammensetzen. Stärker gesellschaftlich kontextualisierte Items gibt es seit 2003 nicht mehr, dem letzten Jahr, in dem noch eine integrierte Einheit „Inquiry“ naturwissenschaftliche Untersuchungen als Alltagsbezug darzustellen suchte (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), 2001). Die heutige Idee von TIMSS ist diese:

„At the heart of TIMSS is a wide-ranging state-of-the-art assessment of how well students master the essential science content, concepts, and procedures that countries expect them to learn as they progress through primary and lower secondary school“ (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), 2013, p. 1)

Vor dem vermittelnden Hintergrund von Bildungstheorien ist bedeutend, dass Tests und Unterricht, die eine starke Version von Science Literacy bedienen, allein mit *Lerntheorien* ausreichend instauriert sind. Tatsächlich wird seit 2011 im TIMSS-Test die Erhebung lerntheoretisch relevanter Daten nach der Conceptual Change Theorie als Ziel der Open-Response-Items angegeben:

„Diagnosis of common learning difficulties in mathematics and science as evidenced by misconceptions and errors is an important aim of the study.“ (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), 2013, p. 91)

Ein Beispiel für eine solche Verbindung von Lern- und Bildungstheorien über Tests, die stark in die Richtung von Science Literacy gehen, ist die Aufgabe aus dem TIMSS-Assessment von 2011 in Abbildung 26. Aus den freien Antworten der Probanden zu dieser Aufgabe mit der Glocke im Vakuum können wieder Präkonzepte zur Akustik abgeleitet werden. Wie das Force Concept Inventory aus Kap. 3. 3. 1. 1 ist diese TIMSS Aufgabe stark an der Conceptual Change Theorie orientiert.



The diagram shows an electric bell inside a jar. The electric bell is switched on and a ringing sound is heard. The air is then pumped out of the jar.

What will happen to the sound of the bell when the air is pumped out of the jar?
Explain your answer.

Abbildung 26: TIMSS Beispielitem zum Schall aus dem TIMSS 2011 Framework. (TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, 2013, p. 83). Grafische Darstellung aus dem Framework, der daneben noch eine antizipierte richtige Schülerantwort enthielt, die ich hier weglasse. Grafik für wissenschaftliche Zwecke freigegeben. Copyright © 2013 International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Publisher: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Chestnut Hill, MA and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), IEA Secretariat, Amsterdam, the Netherlands.

Dem entgegen ist die Messung naturwissenschaftlicher Kompetenzen in PISA der bekannteste Test, der Scientific Literacy misst. Ein schon erwähntes Beispiel für eine solche stark *gesellschaftlich* kontextualisierte Form naturwissenschaftlicher Bildung ist die Zeer-Pot-Aufgabe aus Kap. 3. 3. 1. 2 (Abb. 21). Auch hier spielt eine Lerntheorie, nämlich das Model-Based Reasoning (MBR), eine wichtige Rolle in der Aufgabenstruktur. Allerdings wird der lebensweltliche und regionale Kontext der Kühlung von Lebensmitteln in heißen und kommerziell wenig erschlossenen Regionen mit der Anwendung naturwissenschaftlicher Kompetenzen verbunden. Solche Aufgaben sind stark durch die Science-Technology-Society-Theorie beeinflusst, die eine Erziehungstheorie nach der Kategorisierung in der Karte der Science Education ist (vgl. Kap 3. 2. 4). Erziehung heißt in diesem Zusammenhang, dass die Verbindung von Alltag und Naturwissenschaft hier auch zum Umbau der Gesellschaft dient. Mit der Zeer-Pot Aufgabe wird nicht nur ein Modell der Kühlung über Verdunstung gelernt. Die Probanden des Tests werden auch dazu *erzogen*, erstens naturwissenschaftlichen Alltagsbezug zu sehen und zweitens den Kulturen Afrikas naturwissenschaftliche Denkweisen zuzusprechen. Wie ich im folgenden Teil dieses Kapitels hier zeigen werde, ist der Alltagsbezug der Naturwissenschaft tatsächlich nämlich nicht bereits schon *da*, weil man sonst nicht an der Gesellschaft teilhaben könnte wie beim Lesen, Schreiben und Rechnen. Naturwissenschaft und Technik im Alltag, das Ziel der Theorie STS, ist ein *Erziehungsziel*.

Die Differenz von Science Literacy und Scientific Literacy hat hier bereits zwei wichtige Ergebnisse gezeigt, die ich kurz festhalten will. Erstens haben Bildungstheorien die Funktion, Lern- und Erziehungstheorien zu koordinieren; in extremen Versionen (z.B. Science Literacy) bestehen Bildungstheorien nur aus Lerntheorien oder nur aus Erziehungstheorien. Der eigene Anteil der Bildungstheorie in der Zielvorgabe ist dabei eher gering. Bildungstheorien, wie sie im Folgenden besprochen werden, beschreiben eher einen Prozess, der über Literacy, Interesse oder Lernprogressionen zum Lernen oder zur Erziehung führt. Zweitens gibt es einen Trend internationaler Assessments, der eine Mitigation des Erziehungsanteils hin zu Lerntheorien bewirkt. So ist die Verbindung von Lernen und Erziehung nicht in der Waage. Es gibt einen Überhang des Lernens.

3. 3. 2. 1. 1 Die deutsche Debatte um Scientific Literacy in PISA und den Bildungsstandards

Mit der eben beschriebenen Differenz vor Augen ist nur schwer begreiflich, wie gerade Scientific Literacy (und nicht Science Literacy) im Zuge der regionalen Adaptation der Science-Education in Deutschland auf so viel Gegenwehr gestoßen ist. Ich möchte diesen diskursiven Effekt einmal erklären, auch um noch einmal zu rechtfertigen, warum mit der Analyse von Manifestationen und Inskriptionen gerade solche sprachlichen Dispute in Kapitel 3 ausgespart worden sind. An dieser Stelle wird dem Leser hoffentlich auch deutlich, welchen Vorteil der Umweg über die Critical Reviews und der Blick auf die Inskriptionen geboten hat. Die von den Vorreitern von Scientific Literacy und ihren Gegnern geführte Debatte war nämlich oft weit ab von der Realität der tatsächlichen Assessments und ihrer Grundannahmen über das Wesen von naturwissenschaftlicher Bildung. Ich werde an dieser Stelle also ausnahmsweise einmal die *diskursive* Ebene der Science Education aufleuchten lassen.

Die Kritik an der Reform des Bildungswesens im Bereich der Naturwissenschaften hat in Deutschland wohl so stark die Bildungstheorie Scientific Literacy getroffen, weil diese über den PISA-Test sehr sichtbar war und scheinbar im direkten Widerspruch mit der vorherigen Bildungstheorie hierzulande stand. So gab es geradezu Scheindebatten in drei Phasen, an denen man zeigen kann, wie groß der Unterschied zwischen der sprachlichen Diskussion um die Bildungstheorien in Scientific Literacy und den Manifestationen durch die Frameworks in den Tests ist. In den Tests und Theorien tun sich ganz andere Differenzen auf, als in der Debatte hier. Die drei Stufen der Debatte sind an drei Streits um Wissenschaft festzumachen: Der Bybee-Shamos Debatte, die noch bevor Scientific Literacy in Deutschland weit verbreitet war ein klassisches fachliches Bildungsverständnis gegen eine idealisierende Vision von Bildung stellte (1), der Schecker-Fischer-Debatte, in der ein reines Lern-Verständnis von Scientific Literacy entwickelt wurde (2), und der Köller-Klein-Debatte, in der gerade die gesellschaftlichen Kontexte der an PISA orientierten Aufgabenformate als Verlust von „Bildung“ in einem tradierten deutschen Sinn begriffen wurde (3).

Auf einer ersten Stufe – noch in der amerikanischen Diskussion – fokussierte die Kritik von Scientific Literacy die unausgesprochenen normativen Grundannahmen der

Theorie. Diese Debatte wurde Anfang der 00er Jahre aus dem amerikanischen System importiert und von Rodger W. Bybee und Morris Shamos am IPN in Kiel stellvertretend und vorgelagert ausgetragen, noch bevor Jürgen Baumert die Ergebnisse der PISA Studie in 2001 vorstellte. Bybee war damals Executive Director am National Research Council in Washington, wesentlich an der Entwicklung der National Science Education Standards beteiligt und, wie bereits erwähnt, einer der prominentesten Fürsprecher von Scientific Literacy. Morris Shamos war Kernphysiker und vor allem bekannt für sein Buch „The Myth of Scientific Literacy“, aus dem er die Kernargumente in Kiel nochmals vortrug (vgl. Shamos, 1995). Naturwissenschaftliche Bildung für alle, so Shamos, sei erstens illusorisch, weil es keinen Beweis gäbe, dass naturwissenschaftliches Wissen wirklich im Alltag hilft, Probleme mit naturwissenschaftlich-technischem Inhalt zu lösen. Wissenschaft und Technik sei so komplex, dass sie weitgehend unverständlich ist. Zweitens sei auch der Fachkräftemangel, der gerne aufgeführt wird, wenn es um naturwissenschaftliche Bildung geht, kein hinreichendes Argument. Erstens sei er übertrieben dargestellt, und zweitens keine Begründung für eine Beschulung aller Bürger mit Naturwissenschaft, mache dieser Sektor doch nur 5% der Wirtschaft aus. Stattdessen wäre ein Unterricht notwendig, der eine gewisse Offenheit gegenüber den Ergebnissen von Naturwissenschaft vermittele, aber nicht *jeden* zu einem Naturwissenschaftler macht. Shamos führte die Idee von Scientific Literacy letztlich auf Deweys Ideal einer „naturwissenschaftlichen Geisteshaltung“ zurück (Shamos, 2002). Scientific Literacy sei demnach unrealistischer, pädagogischer Idealismus.

Rodger W. Bybee argumentierte hingegen, dass Scientific Literacy ein *Programm* sei und insofern tatsächlich ein Mythos, weil eben programmatisch und noch nicht Realität: „Den Mythos von Scientific Literacy zu verwerfen, würde bedeuten, eine Reise ohne Ziel fortzusetzen und zudem alle Landkarten wegzwerfen.“ (Bybee, 2002b, p. 41). Bybee betonte, dass er selbst den Begriff seit 1952 verwende und damals auf James Bryant Conant zurückgeführt habe. Seitdem gäbe es klare und immer wieder modernisierte Definitionen von Scientific Literacy, die durch Tests wie den *Benchmarks for Scientific Literacy* gemessen werden könnten und durch Standards wie den *National Science Education Standards* definiert seien. Diese Tests und Standards seien die Basis einer weitergehenden Reform und man könne daher nicht kurz vor der Umsetzung die Segel streichen (Bybee, 2002b). In der Bybee-Shamos Debatte wurde Scientific Literacy also vor dem Hintergrund Realität vs. Idealismus diskutiert.

In der deutschen Diskussion wurde Shamos als Vertreter von Scientific Literacy als einer „Meta-Kompetenz“ im Gegensatz zu einem Verständnis als „Sachkompetenz“ bei Bybee begriffen (Gräber, Nentwig, & Nicolson, 2002, p. 139). In der deutschen Debatte wurde Scientific Literacy schon früh in die Kompetenzbereiche „Wissen“, „Handeln“ und „Bewerten“ unterteilt (Gräber et al., 2002, p. 139). In dieser Einteilung wäre Bybees Verständnis also noch stark auf der Seite des Wissens und so eigentlich eher eine Idee von Science Literacy. Ein deutsches Verständnis würde hingegen noch viel mehr „Handeln“ und „Bewerten“ betonen.

Die deutsche Debatte um Scientific Literacy erreichte eine zweite Stufe nachdem klar wurde, dass die Teile von Scientific Literacy neben der Sachkompetenz, die in den Lehrplänen später als Kompetenzbereiche „Kommunikation“ und „Bewertung“ definiert waren, nicht passend operationalisiert werden konnten, um sie 2012 in den einheitlichen Bildungsstandards zu messen. Die Physikdidaktiker Horst Schecker und Hans Fischer haben das 2009 kontrovers in einem offenen Briefwechsel in der Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZFDN) diskutiert, der auch im zweiten Kapitel als Streit um Identität in der Wissenschaft bereits Erwähnung fand. Dieser Konflikt entstand exakt an der Trennlinie von Science Literacy und Scientific Literacy. Horst Schecker schreibt:

„Ich habe das bereits 2007 in einem Schreiben an Olaf Köller (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen, IQB) als falsches Signal gekennzeichnet. Zitat: ‚Wenn es für eine breite Überprüfung der Standards mangels einer Operationalisierung und Umsetzung der Bereiche Kommunikation und Bewertung im Rahmen von Querschnittserhebungen zu früh ist, muss das Gesamtvorhaben ggf. zurückgestellt oder durch andere Maßnahmen ergänzt werden. Zumindest dürfen aus der Konzentration auf Fachwissen und Erkenntnisgewinnung keine Kollateralschäden entstehen.‘ Ich sehe die Gefahr, dass der Test bei den Lehrpersonen folgende Reaktion verursacht: ‚Es kommt also doch nur auf Fachwissen an. Warum habe ich in den letzten Jahren eigentlich ständig gehört, man solle Kommunikations- und Bewertungskompetenz fördern?‘“ (H. E. Fischer & Schecker, 2009, p. 346)

In der Messung der Bildungsstandards schlugen also auch in Deutschland die psychometrischen Gründe durch, die international ebenfalls zu einer eher das Fachwissen fokussierenden Messung von Science Literacy führten. Hans Fischer, damals Leiter der Forschergruppe nwu-essen, antwortete darauf:

„Wenn ich zwischen den Zeilen interpretiere, geht es Dir [Horst Schecker, mb] bei einer zeitgemäßen Aufgabekultur um Alltagskontexte, die bei vielen IQB-Aufgaben zu den Standards zu wenig berücksichtigt wurden. Was wissen wir über Kontexte? Sie steigern unter bisher nicht klar beschreibbaren Rahmenbedingungen die Motivation, sie wirken geschlechtsspezifisch und sie beeinflussen vermutlich die Selbstwirksamkeitserwartung. [...] wir wissen nicht, wie Kontexte gestaltet werden müssen, damit sie ihre Wirkung vorhersagbar entfalten können. Diesen Zusammenhang wollen wir in den nächsten drei Jahren in einem physikdidaktischen Forschungsprojekt der nwu-essen zu klären versuchen.“ (H. E. Fischer & Schecker, 2009, p. 349)

Auch hier geht es um den Kern von Scientific Literacy, eben den Mechanismus des Kontextes, den ich später im Kapitel noch genauer beschreiben werde. Fischer sieht aber Kontexte hier nur noch in ihrer Wirkung als Lernfaktor, nicht aber als Erziehungsziel. Kontexte sind hier bei Fischer also mehr oder weniger hilfreich, um Fachwissen zu erwerben. In dieser Perspektive kann man gar nicht aus Science Literacy herausdenken. Hiernach gibt es gar keine Seite der Erziehung in der naturwissenschaftlichen Bildung.

Auf einer dritten Stufe hat sich der deutsche Diskurs dann nochmals gewandelt. Auf Initiative von Andreas Gruschka, der als Vertreter einer kritischen Position im allgemeinen Diskurs um Didaktik in diesem Buch schon vorkam, gründete sich 2010 in Köln die Gesellschaft für Bildung und Wissen (GBW). Ihr programmatisches Ziel war eine Kritik der Neuen Steuerung im Bildungswesen. Auf der Gründungskonferenz namens „Bildungsstandards auf dem Prüfstand“ am 26.06.2010 hielt der Biologiedidaktiker Hans Peter Klein einen Vortrag mit dem Titel „Exzellenz durch Nivellierung“. Darin stellte er eine Studie vor, in der er 27 Neuntklässlern die Abiturklausur des Leistungskurses Biologie in NRW von 2009 gab, die nach Scientific Literacy kontextual formuliert war. In dieser Aufgabe ging es um eine Population von Streifenhörnchen. 23 der Probanden aus dem neunten Jahrgang bestanden die Abiturklausur, einer absolvierte sie gar mit der Note „sehr gut“. Klein schloss, dass dies am Niveauverlust durch Kompetenzorientierung und vor allem an der Kontextualisierung der Aufgabe lag, die lediglich „Lesekompetenz“ erfordere. So stehe in der kontextuellen Beschreibung der Aufgabe: „Wenn die Eichen sehr viele Eicheln haben, spricht man von ‚Mastjahren‘. In solchen Mastjahren ist die Überlebensrate von kleinen Nagetieren im Winter allgemein höher“. Im sog. Erwartungshorizont der Aufgabe, der Lehrern bei der Bewertung helfen soll, ist dann die Schlussfolgerung „dass „die Streifenhörnchen u.a. Eicheln fressen“, „in Mastjahren mit besonders vielen Eicheln die Überlebensrate von Streifenhörnchen im Winter höher ist“ und „deshalb die Zahl der Streifenhörnchen zeitversetzt mit der Zahl der Eicheln (Nahrungsangebot) stark schwankt“ mit „Anforderungsbereich III - selbstständiges Entwickeln von Arbeitshypothesen, Interpretation, eigenständige Urteilsbildung, Bewertung“ gekennzeichnet (H. P. Klein, 2010, p. 21f, vgl. auch die spätere Studie Kleins: 2014). Auf einer Tagung in Kiel im Rahmen des Programms „Stadt der jungen Forscher“ 2011 wurde diese Kritik an Scientific Literacy zwischen Hans Peter Klein und Olaf Köller, der inzwischen nicht mehr das IQB, sondern das IPN in Kiel leitete, diskutiert. Klein trug die Ergebnisse seiner Streifenhörnchen-Studie vor (H. P. Klein, 2011). Köller argumentierte, dass Kleins Ergebnisse nicht verallgemeinerungsfähig wären, aber jeder Rückschritt zu einer Pädagogik ohne Evidenz die Aufgabenstellungen im Abitur wieder zur Willkür machen würde. Sie wäre dann wie ein „Stricken ohne Wolle“ (Köller, 2011). Man beachte an dieser Stelle die abermalige Verschiebung des Diskurses. Vor dem „pädagogischen“ und kritischen Hintergrund der GEW griff Hans Peter Klein hier eine Scientific Literacy Aufgabe an, argumentierte aber stark auf Fachinhalte hin, also im Sinne von Science Literacy! Das geschah, obwohl Scientific Literacy viel stärker erziehungstheoretische Überlegungen beinhaltet. Mit dieser Kritik spielte Klein also einer stärkeren Psychometrisierung der Aufgabekultur noch in die Hände!

Insgesamt lässt sich beobachten, wie der deutsche Diskurs zwar um die zentrale Differenz von Science Literacy und Scientific Literacy kreist, sie im Kern aber gar nicht debattiert. Diskutiert wurde über weite Strecken geradezu abwegig und zumindest im letzten Fall von Hans Peter Klein auch gegen die eigenen Interessen. Der Diskurs auf sprachlicher Ebene war eher eine Verhandlung von Akzeptanz und hat sich in Teilen so weit verselbständigt, dass sich so Ideen von Scientific Literacy finden, die gar nicht Teil der Manifestationen von Wissenschaft in den Frameworks und Stan-

dards sind. Die Diskussion über Scientific Literacy hatte darüber hinaus keinerlei Wirkung auf die Messungen. Die Frameworks der Assessments wurden in den Jahren seit TIMSS 1998 nie durch Diskursbeiträge verändert, sondern immer nur durch neue Inskriptionen, die in Forschung herausgestellt wurden. Entgegen selbst der Darstellung bei Bybee ist Scientific Literacy keine pädagogische Vision, sie ist auch kein lernförderlicher Faktor wie Fischer sie sieht und auch keine schleichende Selbsterklärung von Aufgaben, wie in der Kritik von H.P. Klein. Scientific Literacy ist auf der manifesten Ebene der Tests ein klar definierbarer psychosozialer Mechanismus in Bildungsprozessen: Die Anforderung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen durch Alltagskontexte.

3. 3. 2. 1. 2 Scientific Literacy als Mechanismus

Die stärkste Materialisierung von Scientific Literacy ist nach wie vor der Framework des PISA Tests. Abbildungen 27 und 28 zeigen das PISA-Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Bildung, wie es in 2015 administriert wurde. Dem Leser wird bereits hier auffallen, dass das Kompetenzmodell in zwei Varianten abgebildet ist, dem von mir hier sog. Bildungsszenario (Abbildung 27) und dem Messszenario (Abbildung 28). Die Unterschiede dieser beiden Szenarien werden im folgenden Abschnitt eine Rolle spielen. In beiden Szenarien gleich sind die Kompetenzen, die Knowledge-Disposition und der Kontext. Kompetenz, wahrscheinlich der Zentralbegriff der Outputorientierung des Bildungssystems, ist dabei eine Verhaltensdisposition (vgl. Weinert, 1999). Personen mit dieser Disposition zeigen in einem bestimmten Kontext mit höherer Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Verhalten. Dazu bedienen sie sich bestimmter kognitiver Ressourcen, hier z.B. dem Wissen. Das Verhalten ist in diesem Fall manifest, man kann es im Experiment sehen oder im Fragebogen wie bei PISA nachlesen, die Kompetenzen hingegen sind latente Konstrukte, d.h. man kann sie nicht direkt sehen oder messen, aber mit statistischen Mitteln auf ihre Existenz schließen. Diese drei Kompetenzen in PISA machen also wesentlich das Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung in Scientific Literacy aus und bestimmen ganz zentral, was ein naturwissenschaftlich gebildeter Mensch heute können muss:

- explain phenomena scientifically,
- evaluate and design scientific enquiry,
- interpret data and evidence scientifically.

Richtig deutlich werden diese Kompetenzen erst, wenn man sie mit Wissen und Einstellungen in Verbindung sieht. Dann erkennt man in diesen Kompetenzen auch Inhalte die eher in Richtung von Science Literacy und solche, die eher in Richtung von Scientific Literacy gehen. Wenn man z.B. aus dem Kompetenzmodell nur die Kompetenzdimension „Explain phenomena scientifically“ und den „Content-Knowledge“-Teil der „Scientific Knowledge“ herausnimmt, quasi das Wissen „on Science“, dann hätte man z.B. eine sehr harte Variante von Science Literacy.

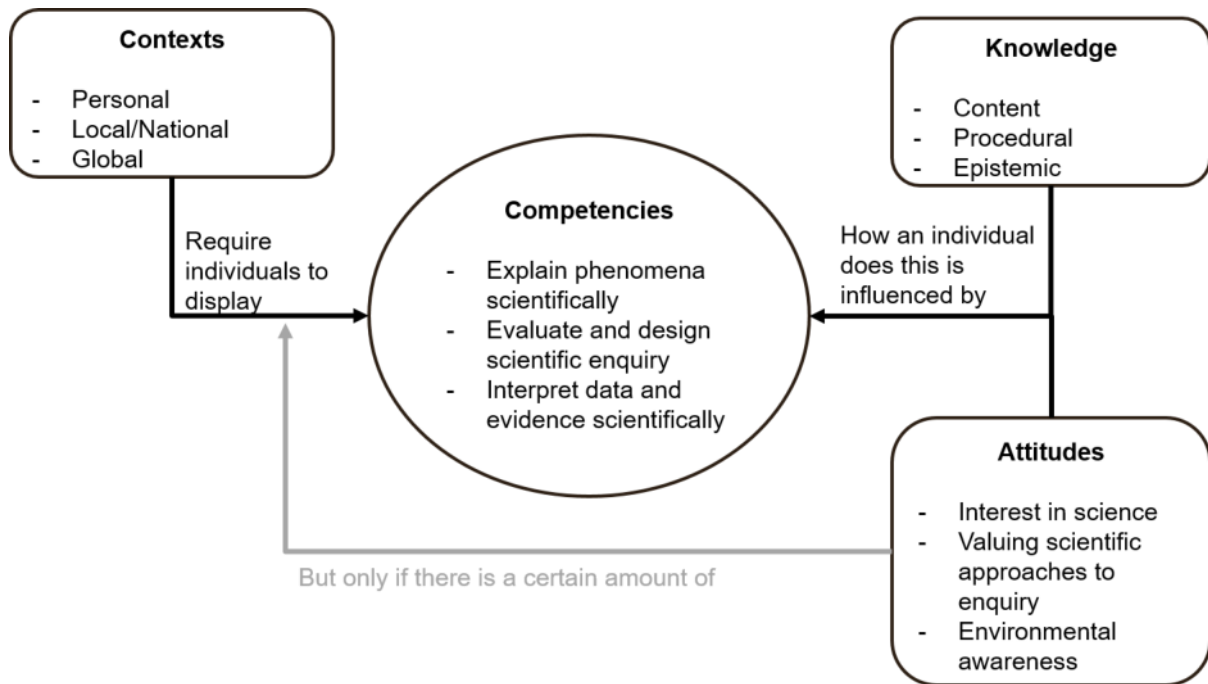


Abbildung 27: Inskription SL: Bildungsszenario aus dem Framework von PISA 2015. Mechanismus zwischen Kontext und Kompetenzen und zwischen Kompetenzen und Knowledge/Attitudes. (OECD, 2013, p. 12). Die graue Linie und der Text „But only if ...“ wurden von mir ergänzt, um den Einfluss des Interesses auf den Effekt des Kontextes in PISA darzustellen: Nur wenn ein Minimum an Interesse vorhanden ist, werden Individuen von Kontexten zur Anwendung ihrer Kompetenzen. Das geht aus dem Text des Frameworks hervor, wird aber so nicht im Modell dargestellt. Eigener Nachbau der grafischen Darstellung der OECD.

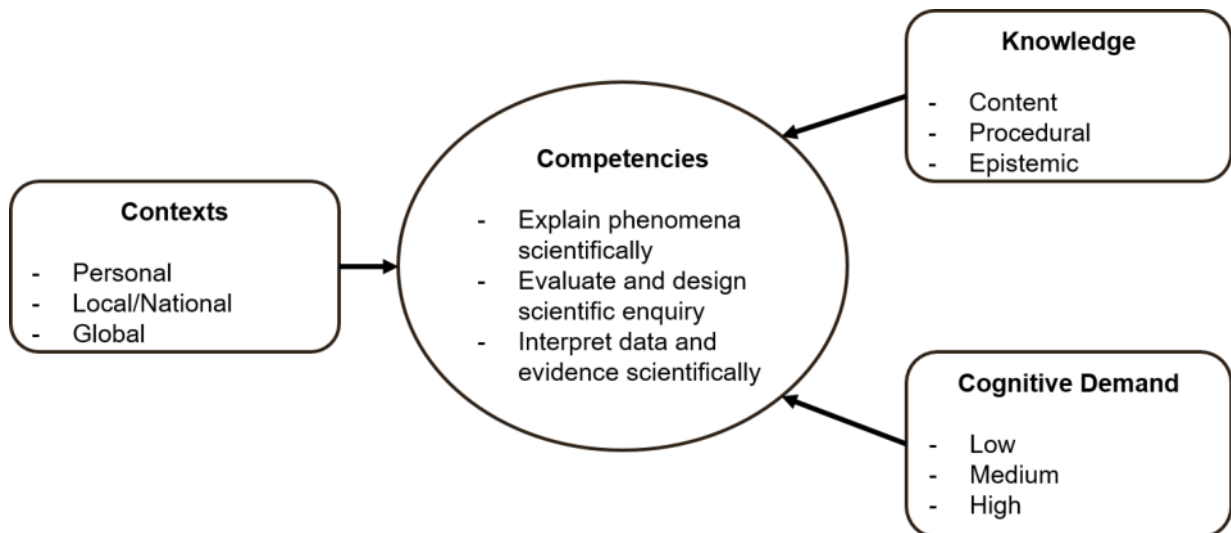


Abbildung 28: Inskription SL: Messszenario aus dem Framework von PISA 2015 (OECD 2013, p. 44) (OECD, 2013, p. 45). Auffällig sind die im Vergleich zum Bildungsszenario fehlenden Attitudes und der hier ergänzte Cognitive Demand – eine Meßgröße, die bestimmt, wieviel „gesunden Menschenverstand“ man zum Lösen der Aufgabe benötigt. Eigener Nachbau der grafischen Darstellung der OECD. Im Original ist die Grafik vertikal abgebildet. Ich habe sie umgedreht, damit der Leser sie besser vergleichen kann.

Der prozedurale Teil des Wissens, quasi „How to Do Science“, also wie man z.B. Experimente macht, Hypothesen aufstellt etc. (vgl. Gott et al., 2010), befindet sich genau zwischen Inhaltswissen und einem Wissen „About Science“ also einer kritischen, eher gesellschaftlich orientierten Haltung gegenüber der Naturwissenschaft und ihrem Wissen, daher liegt es auch genau zwischen *Science Literacy* und *Scientific Literacy*. Das „Procedural Knowledge“ ist einerseits nämlich eine praktische Anleitung, um z.B. Experimente durchzuführen oder Graphen zu interpretieren. Andererseits ist aber auch das prozedurale Wissen bereits umstritten und Erziehungssache, weil auch hier über schon unterschiedliche Bilder von der Naturwissenschaft vermittelt werden: Ist zum Beispiel die Diskussion mit anderen Forschern eine Arbeitsweise des im Kern vielleicht doch sozialen Geschäfts naturwissenschaftlicher Erkenntnis? Weitgehend umstritten und auch von Gesellschaft zu Gesellschaft unterschiedlich ist dann aber in jedem Fall die letzte Kategorie „Epistemic Knowledge“, ein reines Wissen „About Science“. Hier kann die Naturwissenschaft z.B. auch historisch und philosophisch reflektiert werden und Grenzen der Anwendbarkeit naturwissenschaftlichen Wissens werden deutlich. „Epistemic Knowledge“ deutet klar in die Erziehungstheorie *Nature of Science* vor, ist aber auch an die Gesellschaftstheorie STS gebunden. Man kann es nämlich auch als Wissensziel setzen, sich der Alltagsbedeutung von Naturwissenschaft und Technik bewusst zu sein. Die epistemische Wissensкатегоріe in PISA ist daher stark mit den unterschiedlichen Theorien verwoben, die in Kap. 3. 3 als Erziehungstheorien behandelt werden und daher ein Teil des Frameworks, der klar *Scientific Literacy* darstellt (vgl. Duschl, 2008; Ford & Wargo, 2012). So ist die Frage, ob *Scientific Literacy* oder *Science Literacy* im Framework gemessen wird, auch eine Frage der Gewichtung dieser Wissensinhalte. Man kann demnach die Differenz *Science Literacy* / *Scientific Literacy* auch von der Seite der Dispositionen der Kompetenzen *innerhalb* des PISA-Tests aufspannen (im Bildungs-Szenario in Abbildung 27). Diese Differenz ist allerdings nur ein Spiegelbild derselben Differenz auf der Seite des Kontextes, der die Kompetenzen erst entstehen lässt und herausfordert.

Hauptsächlich ist *Scientific Literacy* die ursprünglich aus STS stammende Idee der Anforderung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen durch den Alltag. Der Unterschied zwischen *Science Literacy* und *Scientific Literacy* lässt sich an zwei unterschiedlichen psychosozialen Mechanismen verdeutlichen. Diese Mechanismen bestimmen, wann und wodurch naturwissenschaftliche Kompetenzen im Alltag getriggert werden. In *Science Literacy* erfordern nur solche Situationen den Einsatz von Kompetenzen, die per se schon fachwissenschaftlich vorstrukturiert sind, also Situationen im Labor oder in der industriellen technischen Produktion. Hingegen triggern nach *Scientific Literacy* eine Vielzahl von Situationen *im Alltag* den Einsatz naturwissenschaftlicher Kompetenzen. Wie bei den Kulturtechniken des Schreibens, Lesens und Rechnens, hat man es im Leben dann schwer, wenn einem die naturwissenschaftliche „Literacy“ fehlt.

3. 3. 2. 1. 3 Der Kontext-Mechanismus der Anforderung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Alltag in Scientific Literacy

Beide Darstellungen in Abbildung 27 und Abbildung 28, das Bildungs- und das Mess-szenario, gehen vom sog. Kontext aus. Er ist in Leserichtung von links nach rechts Ausgangspunkt des Schemas. Der Kontext ist einerseits die Situation, durch die Scientific Literacy erst entsteht, nämlich durch ein an den Alltag geknüpfted Lehren und Lernen der Naturwissenschaft. Andererseits ist derselbe Kontext im Messszenario auch wiederum der testtheoretische Impuls, um die Probanden herauszufordern, sich ihrer Kompetenzen im PISA-Test wieder zu bedienen. Die einzelnen Items sind so gestaltet, das vorher ein Kontext durch einen vorangestellten Stimulus (Text, Bild o.ä.) immer erst hergestellt wird.

Hinter dem Kontext-Mechanismus steht die Annahme aus der STS-Theorie, dass es im Alltag Momente gibt, in denen man völlig ohne Lehrer oder Testung allein durch die Welt dazu genötigt ist, seine naturwissenschaftlichen Kompetenzen anzuwenden. Dieser hier von mir sog. Kontext-Mechanismus ist der zentrale psychosoziale Mechanismus von Scientific Literacy. Ein Beispiel einer Kontextualisierungen im Messszenario in PISA ist der Stimulus der Zeer Pot Beispielaufgabe (vgl. Kap 3. 3. 1. 2). Der kontexterzeugende Stimulus ist hier folgender:

„A Zeer pot refrigerator is an invention to keep food cool without electricity, usually found in african countries. [...] Local people make zeer pots out of clay, a locally available resource.“(OECD, 2013, p. 34).

Dieser Stimulus soll auch Verzerrungen aufheben, indem er allen, auch den nicht-afrikanischen Probanden, den Alltagskontext verdeutlicht. Die Zeer-Pot Aufgabe ist ein Beispiel für einen lokalen oder nationalen Kontext, der aber in der PISA-Messung trotzdem auch international administriert wird, selbst dort, wo Schüler nicht den Zeer-Pot sondern Kühlschränke aus ihrem Alltag kennen. Das ist messtheoretisch manchmal ein Problem, aber verdeutlicht eine theoretisch bedeutende Sache am Kontext-Mechanismus: Er findet, wie es die STS-Theorie vorsieht (vgl. Kap 3. 3. 3. 3), oft in einem Nahbereich der direkten gesellschaftlichen Umgebung statt.

Die regionale Problematik ist bei den anderen beiden Kontext-Dimensionen ausgeschlossen („Personal“ und „Global“). Sie sind nicht an eine konkrete abgegrenzte Gesellschaft gebunden. „Personal“ meint Kontexte, die jede Person betreffen, etwa der medizinische Kontext des eigenen Körpers, den Menschen überall auf der Welt in ähnlicher Weise teilen. „Global“ hingegen sind naturwissenschaftliche Kontexte, die keine Grenzen am Rand von Gesellschaften haben, sondern eine globale Gesellschaft betreffen, z.B. der Klimawandel. Auch die Kontexte „Personal“ und „Global“ sind aber im Alltag verankert.

3. 3. 2. 1. 4 Die Parität der Messungen und warum es Scientific Literacy nicht gibt

Scientific Literacy hängt also wesentlich an diesem Kontext-Mechanismus, der in alltäglichen Situationen Menschen dazu nötigt, sich ihrer naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu bedienen. Seit PISA 2006 gibt es neben dem Bildungsszenario nun aber auch noch ein von mir hier sog. Messszenario (Abb. 28). In den bisher in diesem Kapitel besprochenen Teilen des Kompetenzmodells, den Wissensdispositionen und dem Alltagskontext haben sich diese beiden Szenarien nicht unterschieden. Nun komme ich aber zur Differenz zwischen Bildung und Messung. Es gibt im PISA-Assessment Faktoren, die bei Bildung wichtig aber nicht messbar sind, oder aus bestimmten Gründen nicht gemessen werden sollen, nämlich „Attitudes“: Einstellungen zur Naturwissenschaft (vgl. Bybee & McCrae, 2011). Der neueste Test, PISA 2015, macht die Kluft zwischen Mess- und Bildungsszenario auch noch von der anderen Seite auf. Erstmals gibt es hier auch einen Faktor, der gemessen wird, um ihn herauszurechnen, weil er explizit kein Teil naturwissenschaftlicher Bildung sein soll, nämlich die kognitive Anforderung der Aufgabe („Cognitive Demand“). Bei der Messung von PISA ist also die sonst in der Testtheorie angenommene didaktische Parität verletzt. Wie bei einem Automobil, das nicht ausgeparkt werden kann, indem man die Bewegungen des Einparkens einfach rückwärts ausführt, ist die *Messung* nicht auf demselben Weg möglich, auf dem man sich den *Erwerb* von Kompetenzen im Alltag vorstellt. Die Paritätsverletzung zwischen Bildungs- und Messszenario ist also diesen zwei Faktoren geschuldet, die den Kontext-Mechanismus verändern: Dem „Cognitive Demand“ und den „Attitudes“.

3. 3. 2. 1. 5 Cognitive Demand: Das kognitive Anforderungsniveau der Aufgabe

Cognitive Demand ist einfach ausgedrückt ein Faktor für die Möglichkeit, die Items in PISA auch mit gesundem Menschenverstand zu lösen. In gewisser Weise ist die Notwendigkeit, diesen Faktor herauszurechnen, erst durch die Idee von einer alltäglichen Bedeutung naturwissenschaftlicher Bildung entstanden. Traditionell hat eine kulturelle Grenze eigentlich immer verhindert, dass Naturwissenschaft und Technik durch gesunden Menschenverstand erschlossen werden konnten (Brockman, 1995; Snow, 1964; Stichweh, 2007). Diese kulturelle Grenze führte dazu, dass die Naturwissenschaft wie eine exotische Kultur wirkte, die ihre eigenen Symbole und Praktiken hatte, die Außenstehenden schleierhaft waren. Die Naturwissenschaft war in ihrer kryptischen Technizität gerade *kein* Alltag. Durch die generelle Zugänglichkeit des Alltags in den Scientific Literacy-Szenarien jedoch ist auch eine Schlussfolgerung der Lösung eher möglich. Die Aufgabe mit dem Zeerpot aus Kap. 3. 3. 1. 2 z.B. kann man auch durch Ausprobieren der Schalter lösen, weswegen hier der „Cognitive Demand“ auch hoch ist. Die Aufgabe ist also gut mit gesundem Menschenverstand lösbar. Im Messszenario ist dies gerade aber *nicht* erwünscht, sondern man will ja den Unterschied messen, den naturwissenschaftliche Bildung bei der Lösung macht. PISA ist kein Vergleich kognitiver Leistung, sondern ein Längsschnitt naturwissenschaftlicher Bildung. Mit dem Cognitive Demand wird also absichtlich ein psychosozialer Mecha-

nismus ausgeschlossen: Die Lösung von naturwissenschaftlichen Anforderungen im Alltag mit Hilfe des gesunden Menschenverstandes.

3. 3. 2. 1. 6 Attitudes: Einstellungen zur Naturwissenschaft

Seit 2006 ist die PISA-Variante von Scientific Literacy so konstruiert, dass der Alltag *alleine* nicht ausreicht, um den Einsatz von Kompetenzen herauszufordern. Stattdessen braucht es auch noch einen gewissen Satz von „Attitudes“: Einstellungen zur Naturwissenschaft. Dieser Mechanismus wird nicht in der Grafik, sondern nur im Text des Frameworks genannt: „Peoples' attitudes towards science play a significant role in their interest, attention, and response to science and technology, and to issues that affect them in particular“ (OECD, 2013, p. 36). In Abbildung 27 habe ich diese Wirkung nachträglich grau eingezeichnet, so dass dem Leser klar wird, wie die Mechanik hier in das Kompetenzmodell greift. Eine in einem Mindestmaß positive Einstellung zur Naturwissenschaft ist seit PISA 2006 eine *notwendige* Bedingung dafür, dass die Anforderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen über den Alltag überhaupt stattfindet. Der Effekt wird im Framework argumentativ mit der Selbstwirksamkeitserwartung der Schüler in der Situation verbunden (vgl. Bandura, 1997). In den nachträglich begründenden Texten des 2006er-Tests für die Scientific Community ist der eigentliche Grund für den Mechanismus genau an dieser Stelle sehr viel deutlicher formuliert, passenderweise durch Rodger W. Bybee persönlich:

„There is an important, and often unquestioned, assumption about achieving higher levels of scientific literacy and the ability to apply scientific knowledge in life situations. The assumption can be stated as follows: ‚If an individual knows enough science, he or she will apply that knowledge in life situations.‘ Stated another way, there is an assumption that scientific knowledge directly influences personal decisions and behaviours. This assumption gives little or no recognition of a domain that includes interests, attitudes, beliefs, and values which influence personal decisions.“ (Bybee & McCrae, 2011, p. 8)

Scientific Literacy ist also selbst nach Bybee im Alltag qua Alltag erst einmal nicht notwendig. Man kann an dieser Stelle etwas in der wissenschaftstheoretischen Sicht von Kapitel 2 Problematisches beobachten. Hier wird nämlich ein Hilfstern konstruiert, um einen zentralen Theoriekern zu halten. Die mechanische Lösung dieses Problems ist subtil: Die Attitudes werden schlicht in die Kompetenzen gezogen, obwohl sie eigentlich benötigt werden, damit der Alltagskontext seine Wirkung überhaupt entfalten kann. Ohne Interesse gibt es keine Herausforderung von naturwissenschaftlichen Fertigkeiten und Fähigkeiten im Alltag – nicht einmal mehr in der PISA-Konstruktion.

3. 3. 2. 1. 7 Das Interesse als Prädisposition zur Verwendung von Kompetenzen

Die sog. Attitudes werden seit PISA 2006 über das Interesse an der Naturwissenschaft in die Kompetenzen gezogen (vgl. Abbildung 27). Von den drei im Framework angegebenen „Attitudes“ kann „Valueing Scientific Approaches to Enquiry“ wieder den Erziehungstheorien zugerechnet werden und ist eher distanziert. „Environmental

Awareness“ hingegen kann als Spezialfall der ersten Attitude, des „Interest in Science“ gesehen werden. Hier ist nicht die Naturwissenschaft selbst Ziel der Verbindung über das Interesse, sondern die Umwelt, die dann aber doch als Natur auch entscheidend mit der Naturwissenschaft verbunden ist (vgl. J. Osborne, Simon, & Collins, 2003). Durch die Integration von Interesse in die Kompetenzen wird ein eigentlich soziopsychischer Mechanismus zu einem rein psychischen. Das PISA-Kompetenzmodell verschleiern auf diese Weise, dass es die Alltags-Anforderungen von Naturwissenschaft und Technik nicht für alle Menschen gibt, sondern nur für diejenigen, die schon Interesse mitbringen.

Spätestens jetzt ist es innerhalb der Theorie auch notwendig zu *begründen*, warum man Scientific Literacy samt Interesse erzeugen will, wenn es im Nullzustand keine mechanische Anforderung von außen gibt, wie es in den anderen Feldern von Literacy der Fall ist. Die Idee einer Kulturtechnik setzt eine grundsätzliche Anforderung der Lebenswelt voraus. Lese-, Schreib- oder mathematische Illiteralität führt zu konkreten Problemen bei alltäglichen Handlungen. Der Philosophiedidaktiker Ekkehard Martens, der die grundlegend orientierende Funktion der Philosophie als Literalität anerkannt haben wollte, hat z.B. auch genau an dieser Stelle für Philosophie als Kulturtechnik plädiert (E. Martens, 2003). Ob dies auf die Philosophie zutrifft sei dahingestellt, aber jemand der die Kulturtechniken nicht beherrscht, *muss* im Alltag auf Widerstände stoßen. Wenn ihm Literalität im Schreiben, Lesen und Rechnen fehlt, dann kann er keinen Einkaufszettel schreiben, im Supermarkt die Schilder nicht lesen und an der Kasse später die Summe nicht überprüfen. Die Integration der Interest-Items wird von den Erstellern und Auswertern der PISA-Studie tatsächlich auch *begründet*. Manfred Prenzel, der bei der Integration des Interesses eine entscheidende Rolle spielte, argumentiert z.B. so:

„From a literacy perspective, science education is not confined to the development of scientific and science-related knowledge. The participation in a society that is highly influenced by science and technology also depends on motivational orientations, for example the willingness to further engage in scientific questions, topics, and discussions.“ (Drechsel, Carstensen, & Prenzel, 2011, p. 74)

Prenzel argumentiert also mit der kulturellen Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für die gesamte Gesellschaft. Insofern gibt es den Kontext-Anforderungsmechanismus vielleicht nicht direkt, wohl aber *vermittelt* über gesellschaftliche Partizipation, die auch die motivationalen Grundlagen von Scientific Literacy einfordert. Zumindest haben sich die Argumentationen innerhalb von Scientific Literacy stark verändert, wie auch immer man diese Entwicklung betrachtet. Durch Modifikationen im Kontextmechanismus muss Scientific Literacy nun auch und zwingend vor dem Hintergrund von Interessetheorien behandelt werden. Der Komplex namens „Attitudes“ und auch das Interesse wird seit 2006 im PISA-Test durch zusätzliche Items am Ende eines Itemclusters gemessen. In die Auswertung fließen die so erhobenen Werte des Interesses nicht ein. Abbildung 29 zeigt ein Beispiel für ein Interesse-Item, das in PISA immer hinter einem Itemcluster zu dem entsprechenden Thema (hier: Saurer Regen) steht.

ACID RAIN – QUESTION 10N (S485Q10N)

How much interest do you have in the following information?

Tick only one box in each row.

	High Interest	Medium Interest	Low Interest	No Interest
d) Knowing which human activities contribute most to acid rain.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
e) Learning about technologies that minimise the emission of gases that cause acid rain.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
f) Understanding the methods used to repair buildings damaged by acid rain.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

Abbildung 29: Ein Item zur Abfrage des Interesses aus dem PISA 2006 Technical Report (OECD, 2009b, p. 36). Grafische Darstellung der OECD. Für wissenschaftliche Zwecke freigegeben. © OECD.

3. 3. 2. 2 Mechanismen des Interesses

Die basale Theorie hinter den Interessemessungen von PISA ist die sog. Person-Object-Theorie der Münchner Gruppe um Prenzel, Krapp und Schiefele. Diese Theorie ist in ihrer Mechanik seit Ende der 80er Jahre festgelegt (Prenzel, 1988), ihre Ursprünge liegen in der Motivationspsychologie (H. Schiefele, 1978) und ihr Ziel ist es, eine spezifisch pädagogische Theorie des Interesses bereitzustellen:

„What is common among other things to existing theories [of interest, mb] is a tendency to define interest as an individual related trait. What we are here suggesting as an alternative is a („pedagogic“) theory of interest that interprets the construct interest as a specific person-object-relationship. Thus, a basic theoretical conception would be established that from the very beginnings would allow simultaneous analyses from varying perspectives of proven relationships between person and object, from the course of action and the result of action.“(H. Schiefele, Krapp, Prenzel, Heiland, & Kasten, 1983, p. 4)

In dem Fall einer weitgehend statischen, vielleicht gar angeborenen Eigenschaft namens Interesse („trait“), würde kein Mechanismus existieren, der didaktisch wieder eine operative Größe darstellt. Naturwissenschaftler wären dann als Naturwissenschaftler geboren oder über lange Zeiträume dazu geworden und kein Lehrer hätte einen weiteren Einfluss hierauf. Um dem Leser die neue Perspektive der Person-Object-Theorie hier zu verdeutlichen, möchte ich kurz einmal eine klassische Trait-Theorie des Interesses vorstellen.

Interesse als Trait, als feste Eigenschaft, ist dann z.B. wichtig, wenn Menschen eine Berufsentscheidung treffen. Hier wird aufgrund der Tragweite und Konsequenz dieser Entscheidung in der Regel nicht angenommen, dass sich das Interesse für den neuen Beruf erst noch bilden kann, wenn man in diesem Beruf kurz vor dem Einstieg steht. Die Grundlage von John L. Hollands weit verbreitetem RIASEC-Modell der Berufswahl ist dementsprechend ein basaler psychologischer Mechanismus, den Holland von Murray adaptiert hat und der von anderen recht stetigen Faktoren abhängt: Verhal-

ten ist immer sowohl von der Persönlichkeit als auch von der Umgebung abhängig (Murray, 1938) und Interesse ist eine Folge dieser beiden weitgehend stabilen Faktoren. Auf dieser Grundlage entwickelte Holland einen Test zur Studienwahl, den er an College-Freshmen testete (J. L. Holland, 1958); bald darauf formulierte er die Grundzüge seiner Theorie (J. L. Holland, 1959). Der psychosoziale Mechanismus bei der Berufswahl ist nach Holland eine Topf-und-Deckel-Mechanik; im RIASEC-Modell gibt es fünf Persönlichkeitstypen: Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising and Conventional (J. L. Holland, 1966). Passend dazu gibt es in Hollands Theorem exakt diese 5 RIASEC Felder auch als Arbeitsumgebungen. So ist z.B. der investigative Typ als Naturwissenschaftler gut aufgehoben, der realistische Typ als Techniker usw. Holland formte das Modell über die Jahre so um, dass sich Testpersonen gleichmäßig über das als Kreis angeordnete Spektrum von RIASEC verteilen. Im Moment der Berufswahl kann so eine Richtung auf einem geschlossenen Spektrum an Möglichkeiten abgelesen werden.

Diese Idee von Interesse und Persönlichkeit in Hollands Theorie des Interesses wäre innerhalb von Scientific Literacy denkbar schlecht, weil Interesse bei Holland eine Konstante ist und so nicht als Teil von Scientific Literacy erzeugt werden kann. Interesse wäre da oder eben nicht; in jedem Fall wäre es kein Ergebnis eines Bildungsprozesses. Vor dem Hintergrund von Hollands statischem Modell von Interesse wäre im Umkehrschluss übrigens Schiefeles, Krapps und Prenzels Idee von Interesse aus der Person-Object-Theorie geradezu Indoktrination. Alle Versuche, Interesse über kurze Zeiträume zu entwickeln, müssten – wenn man Interesse von Hollands Modell aus denkt – darin enden, Schülern entweder ein falsches Selbstbild oder ein falsches Bild der Umgebung zu vermitteln. Hiernach würde man dann den Schülern ihr Interesse an der Naturwissenschaft nur *vorgaukeln*, während sie tatsächlich an einem Leben als Tänzer oder Musiker auf *authentische* Art Interesse hätten. In diesem Fall wäre es wohl höchst unpädagogisch, Interessen zu entwickeln.

Schiefele, Prenzel und Krapp berufen sich aus diesem Grund auch gerade nicht auf Trait-Theorien des Interesses, sondern auf eine ganze Reihe von Säulenheiligen der Pädagogik von Comenius über Rousseau und Herbart bis zu Dewey, die Interesse alle auch als *Ziel* pädagogischer Prozesse gesehen haben (vgl. Prenzel, 1988; H. Schiefele, 1978). Ulrich Schiefele fasst z.B. Herbarts Interessetheorie so zusammen:

„In Herbart's view, interest is closely related to learning. It allows for correct and complete recognition of an object, leads to meaningful learning, promotes long-term storage of knowledge, and provides motivation for further learning. Herbart's Work was later continued by, among others, Kerscheinstainer and Lunk.“(U. Schiefele, 1991, p. 300)

Dieser Referenzrahmen an Klassikern findet sich schnell auch in der amerikanischen Person-Object-Theorie (vgl. Hidi, 1990). Mit dem Herbart-Bezug wird die Idee von Interesse als erzeugbare Ressource des Lernens herausgestellt, die grundlegend für die Person-Object-Theorie ist. Krapp und Prenzel sprechen z.B. vom „Wecken“ von Interesse als pädagogischem Akt. Die Grundfrage auch des Lernens der Naturwissen-

schaft ist dann: „How can interest in science be awakened and maintained in general?“ (Krapp & Prenzel, 2011, p. 28). Wie bereits oben beschrieben kann ein solch gestaltbares Interesse aber nicht mehr alleine stehen, wie es noch die Kontextanforderung von Scientific Literacy konnte. Es gibt einen gesellschaftlichen Rahmen, einen größeren soziologischen Mechanismus, der die psychosoziale Förderung von Interesse an Naturwissenschaft und Technik in didaktischen Prozessen erst rechtfertigt.

3. 3. 2. 2. 1 STEM-Education: Ökonomische Effekte hinter der Erzeugung des Interesses

In einem größeren Zusammenhang ist letztlich ein ökonomischer Mechanismus die Grundlage, Interessenentwicklung in der Person-Object-Theorie zu rechtfertigen. In ihren ersten Arbeiten beschreiben Krapp und Prenzel z.B. eine Studie von Dainton zum „Flow of Candidates into Science and Technology“ (Dainton, 1968) aus den 60ern als ausschlaggebend für eine ganze Reihe von Forschungen zum Interesse an der Naturwissenschaft auf nationaler Ebene (Krapp & Prenzel, 2011, p. 29f). In Deutschland wurde solche Forschung außer in München auch z.B. am IPN in Kiel betrieben (Hoffmann, Häussler, & Lehrke, 1998; Hoffmann, Krapp, Renninger, & Baumert, 1998; Lehrke, Hoffmann, & Gardner, 1985). Erst danach etablierte sich ein internationaler Diskurs, der auch die deutsche Person-Object-Theorie mit der amerikanischen Theorie von Hidi und Renninger auf Grundlage des gemeinsamen Ziels zusammenbrachte (Hidi, Renninger, & Krapp, 1992, 2004; Renninger & Hidi, 2011).

Der Person-Object-Mechanismus des Interesses ist vor diesem Hintergrund gar nicht das „Wecken“ des Interesses, sondern das Erzeugen eines *gesamtgesellschaftlich* zunehmend verlorenen Interesses. Diese Idee läuft in den USA unter dem Titel STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) und ist nicht nur ein Bild vom Zusammenhalt dieser Disziplinen, sondern auch gleichzeitig das Programm ihres Erhalts. Rodger W. Bybee hat dieses programmatische Ziel des Erhalts des naturwissenschaftlich-technischen Bereichs – in Deutschland würde man „MINT-Fächer“ sagen – 2010 im Journal „Science“ zusammengefasst:

„That strategy should include all the STEM disciplines and address the need for greater diversity in the STEM professions, for a workforce with deep technical and personal skills, and for a STEM-literate citizenry prepared to address the grand challenges of the 21st century“ (Bybee, 2010b, p. 996)

Mittlerweile existiert auch ein Test, der mögliche STEM-Berufswahl bei Schülern misst, der STEM-CIS (Kier, Blanchard, Osborne, & Albert, 2013). STEM ist im Gegensatz z.B. zu STS vor allem eine Modernisierungsthese (Bybee & Fuchs, 2006; vgl. Hidi & Harackiewicz, 2000). Das Gefühl des Verfalls des eigenen Wissenssystems ist dabei inzwischen weltweit in der Science Education verbreitet und muss nicht zwingend an realer Abwanderung in andere Berufsfelder hängen. Oon und Subramaniam fragten Lehrer in Singapur, einer der aufstrebenden Technologienationen, nach ihrer Einschätzung zum Interesseverlust an Physik (Oon & Subramaniam, 2010). Der Interesseverlust wurde hier z.B. der steigenden Schwierigkeit des Faches und der erweiterten

Kluft zwischen den Geschlechtern zugeschrieben. Kein Lehrer in der Studie kam aber auf die Idee, dass es diesen Interessesverlust in Singapur so gar nicht gibt.

3. 3. 2. 2 Die Erzeugung von Interesse im Vier-Phasen-Modell der Person-Object-Theorie

Die Möglichkeit der Erzeugung von Interesse ist der weitgehenden Entkopplung von Einstellungen und Interesse geschuldet. PISA subsummiert ja im Kompetenzmodell Interesse unter den Einstellungen. In der Messung wird Interesse aber separat behandelt (Bybee & McCrae, 2011). Das Interesse hängt hiernach nicht mit dem zusammen, was man vorher an Einstellungen gegenüber dem Themenfeld hatte. Während Einstellungen gegenüber einem Objekt eher distanziert und unpersönlich seien, sei Interesse persönlich und emotional:

„General, nonpersonal evaluation viewpoints are decisive for an attitude towards a particular object, whereas the subjective value attached to the knowledge about this object is important for interest“ (Krapp & Prenzel, 2011, p. 31).

Es ist also auch möglich, sich für Sachen zu interessieren, die man offensichtlich als sehr negativ einschätzt, z.B. Drogen, Alkohol oder Glücksspiel. Der Interesse-Mechanismus wie er sich in PISA manifestiert hat, basierte ursprünglich auf zwei unterschiedlichen Mechanismen des Interesses in der Person-Object-Theorie (Hidi, 1990). Interesse ist immer eine Relation der interessierten Person und des interessanten Gegenstands ist. Die Frage ist aber, von wem der beiden der *Impuls zur Etablierung dieser Relation* ausgeht. Wenn das Objekt das Interesse auslöst, spricht man in der Person-Object-Theorie von situationalem Interesse, wenn das Interesse von der Person ausgeht, von individuellem Interesse. Das ist eine strukturelle Unterscheidung, die auch im Zusammenhang mit der Unterscheidung von extrinsischer und intrinsischer Motivation in der Selbstbestimmungstheorie der Motivationspsychologie steht (Deci & Ryan, 1985; Gagné & Deci, 2005; Ryan & Deci, 2000a, 2000b). In vielen Fällen wurden die Interessestudien der Person-Object-Theorie mit Texten durchgeführt oder waren Korrelationsstudien. K. Ann Renninger führte sie aber auch z.B. als Laborexperiment mit spielenden Kindern durch. Dabei reagierten Renningers Probanden zwar auf einen ersten interessanten Stimulus mit erhöhter Aufmerksamkeit und positiver emotionaler Reaktion, nicht alle Probanden behielten diese Indikatoren aber ganze Einheiten lang bei. Bei denen, die dies taten, kamen Wissen um und Wertschätzung für den Inhalt hinzu (vgl. Hidi & Renninger, 2006; Renninger, 1989, 1990). Krapp übernahm diese Differenz, die heute sowohl von der amerikanischen als auch der deutschen Seite der Person-Object-Theorie vertreten wird, und nannte die erste Phase „entstehendes“ und die zweite „stabilisiertes“ situationales Interesse (Hidi et al., 1992; Krapp, 2002). Auch das individuelle Interesse wurde noch weiter getrennt. Es gibt einen sichtbaren Unterschied zwischen Testpersonen, die auf einen Gegenstand mit wiederholtem Interesse reagieren, wenn sie ihn präsentiert bekommen und Personen, die selber das Objekt suchen, für das sie sich interessieren (Hidi & Renninger, 2006). Der bis heute elaborierteste Mechanismus der Interessenentwicklung ist das aus allen Phasen bestehende sog. Vier-Phasen-Modell in Abbildung 30.

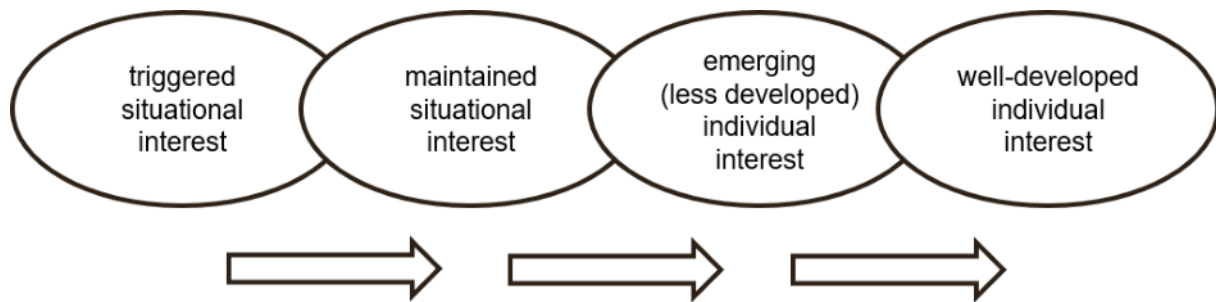


Abbildung 30: Inskription ATT: Vier-Phasen-Modell der Verfestigung von Interesse in pädagogischen Prozessen. Eigene grafische Darstellung des Modells bei (Hidi & Renninger, 2006, p. 111).

Grafische Darstellungen des vierstufigen Interessenverlaufs wie diese findet man vor allem in den Anwendungen des Vier-Phasen-Modells auf bestimmte Fachgebiete und in der Forschung zu Aktivitäten und Aufgaben (Renninger & Hidi, 2011, p. 178ff). Die Idee hier ist die alte methodische Hoffnung der Didaktiker, dass man durch die Sozialform des Unterrichts oder die Form der Aufgaben alleine das Interesse der Schüler wecken könne. Ferdinand nennt z.B. Gruppenarbeit und Puzzle als mögliche Form in Phase 1, Projektlernen oder kooperative Gruppenarbeit in Phase 2, Peers und Experten in Phase 3, Interaktion und Herausforderung in Phase 4 (Ferdinand, 2014, p. 30). Häussler und Hoffmann hatten in einer Tabelle von 2000 die Interessenentwicklung schon einmal unabhängig von Hidi und Renninger in vier Phasen eingeteilt, diesmal nicht nach Sozialform, sondern nach Format der Aufgabe. Sie nennen rezeptive Formate in Phase 1, manipulative in Phase 2, höhere kognitive in Phase 3 und evaluative Formate in Phase 4 (Häussler & Hoffmann, 2000, p. 695). Eine ganze Reihe weiterer Forschungen zu unterrichtspraktischen Umsetzungen der Person-Object-Theorie findet sich bei Renninger und Hidi (Renninger & Hidi, 2011, p. 178). Die Hoffnungen über Sozialformen, Aufgabenformate oder Methoden Interesse für die Naturwissenschaft zu wecken, erklären sich durch die grundlegende Mechanik der Person-Object Theorie: Es gibt einen Übergang von situationalem zu individuellem Interesse.

Problematisch ist bei dieser Mechanik des Interesses ab, wenn naturwissenschaftliche Kontexte *künstlich* interessant gemacht werden. Mit solch einer Generierung von Interesse durch äußere Einflüsse hat die psychologische Interesseforschung keine guten Erfahrungen gemacht. Die Idee z.B. mit sog. „Seductive Details“, verführerischen Details, einen Text interessanter zu machen, hat auch nach 15 Jahren Forschung in der Psychologie keine belastbaren Ergebnisse gebracht. Diese Idee klingt zunächst ja verlockend und ich möchte ein Beispiel geben:

Man modifiziert einen Text, sagen wir über Evolution, mit interessanten Details, etwa über Dinosaurier. Die Hoffnung ist dann, dass die Modifikation auf den ganzen Text ausstrahlt, und auch die harte „Scientific Knowledge“ über die Evolutionstheorie interessanter macht. Der gegenteilige Effekt ist hier aber auch möglich. Die Schüler könnten ihre einfach-zielgerichtete Aufmerksamkeit auf die Details lenken, anstatt auf den wissenschaftlichen Teil und so später in einem Test sogar schlechter abschneiden (zusammenfassend: Lehman, Schraw, McCrudden, & Hartley, 2007). Außerdem ist der Text durch die „Seductive Details“ nicht mehr derselbe, sondern

verändert sich in der Regel um mindestens 30% und kann so nicht mehr sauber mit dem Original verglichen werden (Sadoski & Paivio, 2001).

Die textbasierte Interesseforschung hat abschließend lediglich Kohärenz und Verständlichkeit als förderliche Faktoren herausstellen können (Silvia, 2006, p. 78f). Vor ähnliche Probleme sind alle Forschungen in der Person-Object-Theorie gestellt, die in der Phase des situativen Interesses die Spannung von außen an die Naturwissenschaft tragen wollen. Aber auch die internen Stellschrauben des naturwissenschaftlichen Unterrichts sind nicht auf einfache Weise so zu drehen, dass sie den Unterricht interessanter machen. In einer bekannten Studie haben Tapola et al. den Grad an Konkretheit und Abstraktion einer Computersimulation zum Stromkreis manipuliert. So konnten sie in den Schaltkreis eingebaute Lampen eben als solche darstellen oder aber schematisch als Widerstand. Die Ergebnisse zeigten aber kaum Einfluss auf das situationale Interesse der Schüler (Tapola, Veermans, & Niemivirta, 2013) – die Naturwissenschaft an sich war für sie einfach uninteressant.

Das Vier-Phasen-Modell der Person-Object-Theorie ist trotz dieser deutlichen Probleme im Detail die zentrale Manifestation des Interesses in naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen. Ihr Kernmechanismus ist der Prozess in dem ein situationales Interesse langsam zu einem individuellen Interesse wird und so Interesse durch Konfrontation in einer Situation erzeugt werden kann. Fraglich ist dabei aber, inwieweit die Situationen von Naturwissenschaft und Technik didaktisch manipuliert werden können, so dass sie interessanter werden.

Neben der Person-Object Theorie gibt es in der Psychologie des Interesses heute noch zwei alternative Theorien, die Interesse anders erklären: Berlynes ältere Idee des Interesses als Eigenschaft von Objekten und Silvias Diktum von Interesse als Emotion. Ähnlich wie die alternativen Conceptual Change Theorien sind auch diese Interestheorien kaum beachtet in den Large-Scale Assessments der Science Education. PISA basiert allein auf der Person-Object-Theorie. Daher möchte ich insbesondere den Lesern aus der Fachdidaktik hier zumindest diese beiden Theorien kurz vorstellen, damit die Person-Object-Theorie nicht mehr so monolithisch im Forschungsfeld steht. Interesse als Objekteigenschaft und Interesse als Emotion sind zwei vielleicht in Zukunft wichtige alternative Mechanismen des Interesses.

3. 3. 2. 2. 3 Interesse als intrinsische Eigenschaft von Lerngegenständen

Der Urvater der Interesseforschung Daniel E. Berlyne kannte vier sog. „Collative Variables“, die jeden Gegenstand immer interessanter machen – völlig ab von der Person, die mit ihm interagiert. Das waren bei Berlyne Neuheit, Komplexität, Unsicherheit und Konflikt (Berlyne, 1960). „Neuheit“ meinte dabei nur, dass man den interessanten Gegenstand nicht sofort zuordnen kann. „Komplexität“ war ein eher generelles Prinzip aufgrund psychologischer Tests mit dem Ergebnis, dass Einöde nicht interessant war und komplexe Formen z.B. länger betrachtet wurden als sehr einfache geometrische Gebilde. „Unsicherheit“ war bei Berlyne informationstheoretisch gedacht und meinte die Vielzahl möglicher folgender Ereignisse einer Situation. „Konflikt“ war

schließlich kognitionspsychologisch verortet und im Prinzip sehr ähnlich angelegt wie die Idee kognitiver Konflikte in der Conceptual Change Theorie. Ein Beispiel für Berlynes „Collative Variables“:

Nach Berlynes Variablen hätte Einsteins Experimentum Crucis zur Relativitätstheorie, die Messung der Verschiebung des Lichts aufgrund der speziellen Relativitätstheorie während der Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919 durch Arthur Stanley Eddington, für einen Anhänger der klassischen Mechanik von nahezu unerträglichem Interesse sein müssen. Die Idee war erstens fundamental neu, die einsteinsche Theorie ist hoch komplex, das Experiment war im Ausgang völlig offen und schließlich hatte der Anhänger Newtons ein Weltbild, das im Konflikt zum Ergebnis des Experiments stand.

Diese Faktoren erzeugen etwas, was Berlyne „Arousal Potential“, Erregungspotential, nannte. Er ging davon aus, dass dieses Erregungspotential dann mit einem biologischen(!) Mechanismus direkt im aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem im Gehirn ansetzt. Je nachdem, wie hoch das aktuelle Aktivierungsniveau ist, wird auf den Stimulus anders reagiert. In Berlynes Modell gab es keine bleibenden Interessen, sondern Interesse war immer ein neuer Stimulus; lediglich die Gegenstandsvariable der Neuheit änderte sich. Berlyne veränderte sein Modell mehrfach, worauf ich hier nicht näher eingehen will (vgl. Silvia, 2006, p. 31ff). Vor dem Hintergrund von Berlyne liegt natürlich die Idee nahe, die Naturwissenschaft durch eine richtige Auswahl der fachlichen Gegenstände interessant zu machen. Das ist allerdings nur bedingt möglich, spielt sich doch jede Fachdidaktik wie in Kap 2. 3. 3. 1 besprochen vor dem Hintergrund einer nicht beliebig veränderbaren Fachkultur ab.

Ich möchte aber noch einen anderen Ansatzpunkt von Berlynes Theorie in der Science Education aufzeigen. Zu den Daten von PISA 2006 gab es in 2011 eine ganze Reihe von Meta-Studien, die gebündelt in einer Ausgabe von Science&Education veröffentlicht wurden. Im Kontext von Berlynes Interessetheorie ist hier die Metaanalyse von Bybee und McCrae bemerkenswert, die Interesse nach Themengebieten aufspaltet. Auf Platz 1 und 2 befinden sich mit weitem Abstand die Astronomie und der menschliche Körper. Bybee und McCrae kommentieren dieses Ergebnis so:

„The trend of decreasing interest as the topic moves further away from personal experience and immediate relevance is consistent with the finding of Osborne and Collins (2001) that students are most interested in the aspects of science that they perceive as being relevant to their lives, and least interested in topics that they perceive as being of little personal relevance.“ (Bybee & McCrae, 2011, p. 20)

Das ist eine Erklärung ganz im Sinne der Alltagsanforderung von Scientific Literacy. Nach Berlynes Collative Variables sind die interessanten Themengebiete wie Medizin oder Astronomie aber möglicherweise auch besonders neue, komplexe, unsichere und konfliktbeladene Bereiche, weil sie gerade ein *anderes* Bild der Welt und des Selbst zeigen, als es Menschen im Alltag begegnet. Die Konsistenz mit der bestimmte Themengebiete empirisch interessanter sind als andere zeigt zumindest, dass Berlynes klassische Interessentheorie möglicherweise auch noch ihr Erklärungspotential hat.

Gerade der Mikro- und Makrokosmos, das innere des Menschen in der Medizin und die fernen Welten der Astronomie erfüllen Berlynes Variablen gut.

3. 3. 2. 2. 4 Interesse als Emotion

Die Forschungen Berlynes waren wie die Person-Object-Theorie motivationspsychologischer Natur. Seit den 90ern gibt es daneben noch eine emotionspsychologische Sicht auf das Interesse, in der Bewertungen von Situationen eine große Rolle spielen (Lazarus, 1991, 2001; Silvia, 2006). Auch diese Alternative zur Person-Object-Theorie möchte ich hier vorstellen. In der Emotionstheorie des Interesses wird Berlynes „Arousal Potential“ um ein „Coping Potential“ ergänzt. Das „Coping Potential“ lässt sich wohl mit dem Begriff Bewältigungspotential übersetzen. Die Idee dahinter ist, dass Interesse grundsätzlich eine Emotion darstellt, die aber nicht rein spontan auftritt, sondern unbewusst vorbearbeitet wird durch *Einschätzungen* der Situation. Eine Übungsaufgabe zum Bohrschen Atommodell wäre danach z.B. nicht per se interessant, sondern erst nach einer vorherigen Einschätzung, ob diese Aufgabe auch zu bewältigen ist. Die Erzeugung des Interesses kann nach der emotionalen Theorie des Interesses also auch durch Ermutigung entstehen und dadurch, pädagogische Interventionen so zu modellieren, dass sie „Arousal Potential“ und „Coping Potential“ besitzen. Nach Silvias emotionaler Interessentheorie unterliegen auch Berlynes „Collative Variables“ einem ständigen Prozess der Evaluation. Dinge *sind* demnach nicht neu – sie werden als neu *bewertet*. Wenn sie als bewältigbar eingestuft und dann tatsächlich auch erreicht wurden, steigt das Bewältigungspotential in einem länger währenden Prozess. So ist hier Interessenentwicklung möglich durch didaktische Prozesse, nämlich als Steigerung des Bewältigungspotentials in Relation zu immer neuen, schwereren Aufgaben.

Hidi und Renninger halten das Interesse als Emotion prinzipiell für integrierbar in ihre Theorie, entweder als situationales Interesse oder aber als weitere Eigenschaft jedweden Interesses (Renninger & Hidi, 2011). Silvia entwirft seine Interessetheorie aber bewusst als Gegensatz zu einer motivationspsychologischen Theorie der Interessenentwicklung (Silvia, 2006). Interesse als Emotion müsste zumindest ganz anders gemessen werden als das Interesse in der Person-Object-Theorie. Nicht die Dauer der Auseinandersetzung oder die spätere Selbsteinschätzung wären dann relevant, sondern Interesse als körperlicher Ausdruck. In Ekmans bekannter Definition, sind Emotionen neben ihrer Plötzlichkeit auch dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht von Dauer sind (Ekman, 1992). Es gibt innerliche, körperliche Indizien von Emotionen, etwa die Veränderungen von Puls und Blutdruck, die aber nicht eindeutig sind. Als ein Hinweis auf den emotionalen Zustand gilt in der psychologischen Emotionsforschung daher vor allem der Gesichtsausdruck (Ekman, 1978, 1993). Das Hauptproblem an der Identifikation von Emotionen über den Gesichtsausdruck ist aber die fehlende Trennschärfe. In Abbildung 31 zeigt die linke Person die Emotion Interesse und die rechte Person die Emotion „Happiness“, auf deutsch: Freude. Der Leser kann an dieser Stelle selbst einmal die beiden Bilder und die Marker vergleichen.

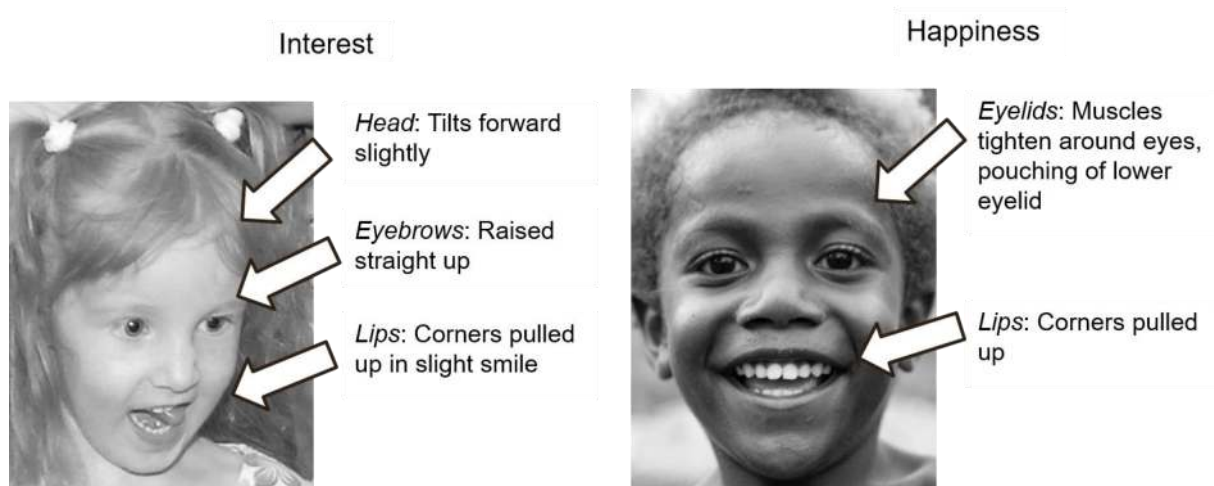


Abbildung 31: Inskription ATT: Marker der Emotion Interesse im Vergleich zur Emotion Freude. Der Wortlaut der Marker ist einem Test zur emotionalen Intelligenz der Universität Berkeley entnommen (Greater Good Science Center, 2014). Eigene grafische Darstellung basierend auf zwei Creative-Commons-lizenzierten Bildern.

Bild Links: © Chelsea Kennedy. Gemeinfrei. Derived from public domain Image:Cathy Conheim and Henry the Cat · 070628-N-4995K-052.JPEG. [https://de.wikipedia.org/wiki/Interesse_\(Psychologie\)#/media/File:Interest_\(emotion\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Interesse_(Psychologie)#/media/File:Interest_(emotion).jpg). Bild Rechts: © Graham Crumb. Gemeinfrei. [https://en.wikiversity.org/wiki/File:Dandan_\(Imagicity_294\).jpg](https://en.wikiversity.org/wiki/File:Dandan_(Imagicity_294).jpg). Abgerufen jeweils am 04.11.2016.

3. 3. 2. 2. 5 Die Unterschiede der drei Interessetheorien in der Didaktik

Die Person-Object-Theorie, Berlynes „Collative Variables“ und Silvias Emotionstheorie unterscheiden sich deutlich in ihren didaktischen Konsequenzen. Auch hier ist ähnlich wie bei den unterschiedlichen Conceptual Change Ansätzen im vorigen Kapitel eine Synthese nur durch Fallunterscheidung möglich. In ihrer konkreten Konsequenz für den Unterricht unterscheiden sie sich darin, was ein Lehrender letztlich versucht zu verändern, um Interesse bei seinen Schülern zu fördern.

Eine didaktische Position zum Interesse nach der Person-Object-Theorie müsste an äußeren Variablen der Situation arbeiten, um das Interesse als Relation von Gegenstand und Person zu beeinflussen. Ihr Ziel wäre es, den Wirkmechanismus des Interesses zwischen Person und Objekt umzudrehen, so dass der Impuls nicht mehr vom Gegenstand ausgeht, sondern von der Person. Dazu wäre es auch legitim und eigentlich auch das einzige Mittel des Didaktikers, eine Situation erst einmal anzureichern mit interessanten Details, um letztlich dann Interesse auf Dauer zu stellen. Ziel ist dauerhafte Motivation durch intrinsisches Interesse. Die Person-Object-Theorie sieht vor allem die Aufmerksamkeit (z.B. auch durch Verfolgung der Augenbewegung), die Länge der Auseinandersetzung und die subjektive Einschätzung als Indikatoren des Interesses.

In Berlynes Perspektive müsste ein Didaktiker den Gegenstand so auswählen oder verändern, dass er je nach aktuellem biologischem (!) Zustand der Schüler das richtige Maß der „Collative Variables“ Neuheit, Komplexität, Unsicherheit und Konflikt bietet. Hier ist das Ziel Motivation als extrinsisches Interesse. Diese Position misst direkte

physische Marker, im besten Fall sogar neurophysiologische Aktivität. Ihre Stell-schrauben sind die Lerngegenstände.

Eine didaktische Position aufgrund der emotionspsychologischen Sicht bei Silvia müsste anders als die anderen beiden an den *Bewertungen* der Schüler arbeiten. Durch den Steigerungsmechanismus des Bewältigungspotentials bei erfolgreicher Bewältigung ist hier eine Entwicklung möglich, die zunehmend Dinge in greifbarer Reichweite aufstellt. Diese Reichweite kann man, wenn man denn möchte, auch mit Vygotskys Zone der nächsten Entwicklung identifizieren. Eine didaktische Position, die auf der emotionalen Interessentheorie aufbaut, arbeitet eigentlich immer an einer psychischen Entwicklung von Bewertungen, wobei aber in diesem Prozess auch Kompetenzen und Dinge gesteigert werden. Marker hierbei sind vor allem die körperlichen Signifikanten von Interesse als Emotion, z.B. der Gesichtsausdruck.

Die vermeintlichen Unvereinbarkeiten der psychologischen Interessetheorien hier – vor allem die Differenz zwischen Interesse als Motivation und Emotion – lassen sich lösen, wenn Interesse als größeres psychosoziales Konstrukt verstanden wird. Das entspricht auch mehr der Wortbedeutung von Interesse. Dieser Begriff spielte in der Sozi-o-ökonomie eine entscheidende Rolle noch bevor er im 17. Jahrhundert ein psycholo-gischer Begriff wurde; Menschen hatten im römischen Recht erst einmal ökonomi-sche Interessen an Dingen, später dann *politische* Interessen und erst zuletzt dann psychologische Interessen (Swedberg, 2003). Interesse ist wohl auch in der Didaktik nichts, dass eine Person mit sich alleine verhandelt. Interesse – das Dazwischensein – ist ein sozialer Begriff, was in der psychologischen Interessenforschung insgesamt wohl zu wenig beachtet wird.

3. 3. 2. 3 Learning Progressions

Das Forschungsprogramm der Learning Progressions ist recht jung und in gewisser Weise als eine Antwort auf Scientific Literacy zu verstehen. Den Leser hat vielleicht in der Ordnung der Systematic Map bereits irritiert, dass der Begriff des Lernens in die-sem Forschungsprogramm schon im Namen steckt und es dennoch hier unter den Bildungstheorien einsortiert wurde. Learning Progressions sind tatsächlich akkumulier-te Lernschritte, die aber allein durch ihre Quantität hier zu Bildungsprozessen werden. Wie in Science Literacy gibt es hier also einen deutlichen Übergang von Lern- in Bil-dungstheorien, der aber sehr viel offensichtlicher ist als der oben beschriebene Zu-sammenhang zwischen den Kompetenzen und den Konzeptwechseln, die sich z.B. in den Testitems als falsche Antworten (Distraktoren) wiederfinden. Lernprogressionen gehen davon aus, dass aus vielen kleinen Lernschritten didaktisch ein großer Bil-dungsprozess werden kann.

Learning Progressions sind in den USA besonders wegen der starken föderalen Struk-tur des Bildungssystems und den mindestens drei Übergängen im Schulsystem ein Thema. In den meisten Schuldistrikten durchlaufen Schüler die vier Stufen Kindergar-ten, Primary School, Middle School und High School. Die Progression eines Schülers durch das ganze System wird mit dem Begriff K-12, gesprochen „K through 12“, be-

zeichnet, weil sie mit dem Kindergarten beginnt und mit dem 12. Schuljahr der High School endet. Durch die im Kapitel 1. 3. 2 behandelte Assessmentkultur in den USA muss auch die Vergleichbarkeit der Bildungsverläufe im Querschnitt über alle Schuldistrikte gesichert werden, was in einem föderalen System an sich bereits problematisch ist. Gleichzeitig fällt dabei auch die Uneinheitlichkeit im Längsschnitt eines typischen Bildungsganges ins Auge. Beide Probleme werden in der Science Education in den USA seit 2012 mit einem vom National Research Council herausgegebenen Framework angegangen, das als nationale Empfehlung für regionale Steuerung dient (National Research Council, 2012). Dieser Framework ist bisher die wichtigste Manifestation der Learning Progressions:

„Too often, standards are long lists of detailed and disconnected facts, reinforcing the criticism that science curricula in the United States tend to be ‚a mile wide and an inch deep‘“ (National Research Council, 2012, p. 10)

In den ersten kompetenzorientierten, nationalen Bildungsstandards, wie in den deutschen Innovationen in der Folge der Klieme-Expertise (Eckhard Klieme et al., 2003), ist dieses amerikanische Problem genauso sichtbar. Hier ist es nicht die Streuung, sondern das weitgehende Fehlen oder die nur vage Beschreibung fachlicher Inhalte, die eine Steuerung durch Standards schwer macht. Die seit 2004 existierenden Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss Physik definieren z.B. als erste Kompetenz im Bereich Fachwissen: „Die Schülerinnen und Schüler [...] verfügen über ein strukturiertes Basiswissen auf der Grundlage der Basiskonzepte“ (Kultusministerkonferenz, 2004, p. 11) Diese Basiskonzepte sind: „Materie, Wechselwirkung, System und Energie“ (Kultusministerkonferenz, 2004, p. 7). Und hier ist beispielhaft die *vollständige* Beschreibung, was alles Teil des Basiskonzepts Materie ist:

„Körper können verschiedene Aggregatzustände annehmen. Diese können sich durch äußere Einwirkungen ändern. Beispiel: Teilchenmodell./Körper bestehen aus Teilchen. Beispiel: Teilchenmodell, Brownsche Bewegung./Materie ist strukturiert. Beispiel: Atome, Moleküle, Kristalle.“ (Kultusministerkonferenz, 2004, p. 8)

Dies kann maximal als eine sehr grobe Orientierung für Lehrer und Schulbuchautoren dienen. Der amerikanische Framework für K-12 kennt auch vier Basiskonzepte der Physik, die ebenfalls ein fachliches Minimum darstellen sollen. Zumindest die ersten drei zeigen eine gewisse Ähnlichkeit zu den deutschen Standards:

„The committee developed four core ideas in the physical sciences – three of which parallel those identified in previous documents, including the *National Science Education Standards* and *Benchmarks for Science Literacy*. The three core ideas are PS1: Matter and Its Interactions, PS2: Motion and Stability: Forces and Interactions, and PS3: Energy [...] PS4: Waves and Their Applications in Technologies for Information Transfer.“ (National Research Council, 2012, p. 103)

Die Bildungsstandards des amerikanischen Frameworks werden noch um sog. „Crosscutting Concepts“, Konzepte, die alle Naturwissenschaften teilen, ergänzt (National Research Council, 2012, p. 83ff). Jedes Konzept wird sehr viel ausführlicher als in den

deutschen Standards beschrieben. Den entscheidenden Unterschied des amerikanischen Frameworks zum deutschen stellen aber die hier eingeführten Lernprogressionen dar. Lernprogressionen zeigen einen exemplarischen Weg aus Sicht des Lernalers, auf dem Kompetenzen erreicht und Kernkonzepte etabliert werden können:

„If mastery of a core idea in a science discipline is the ultimate educational destination, then well-designed learning progressions provide a map of the routes that can be taken to reach that destination. Such progressions describe both how students' understanding of the idea matures over time and the instructional supports and experiences that are needed for them to make progress.“ (National Research Council, 2012, p. 26)

Im Gegensatz zu den meisten anderen Forschungsprogrammen der Science Education, die längere wissenschaftsinterne Diskurse darstellen, ist erst mit diesem Problem der Entwicklung der Basiskonzepte, der Core Ideas, die Forschung zu Learning Progressions ins Leben gerufen und staatlich gefördert worden. So konnte Ivan Salinas in 2009 auf der ersten Konferenz zu dem Thema in Iowa City nur ganz bedingte Ansätze vor dem Jahr 2006 nennen. In 2006 gab es aber bereits eine ganze Reihe von Definitionen der Lernprogressionen (vgl. Mohan & Plummer, 2012; Salinas, 2009). Auslöser für dieses Geburtsjahr der Learning Progressions war die von Wilson und Berthenthal ausgegebene Expertise des NRC Committee on Test Design for K-12 Science Achievement. Die dort zu findende, ursprüngliche Definition einer Lernprogression ist diese hier:

„descriptions of successively more sophisticated ways of thinking about an idea that follow one another as students learn: they lay out in words and example what it means to move toward more expert understanding.“ (National Research Council, 2006)

Im Gegensatz zu fachwissenschaftlichen Abfolgen im Lehrplan (z.B. Thomson-Rutherford-Bohr bei den Atommodellen in der Physik) sind diese Lernprogressionen also immer aus Lernalersicht formuliert und greifen Konzepte der Schüler auf. Jede Stufe ist eine Schüler-Aussage, die man beim Abfragen auf der jeweiligen Stufe erhalten könnte, wie z.B.: „Telescopes magnify the appearance of some distant objects in the sky“ – ein schon recht elaboriertes Konzept des Teleskops (vgl. die Lernprogression in Abb. 33).

Kein Ansatz innerhalb des Feldes stellt sich eine Lernprogression als stetigen Fluss des Lernens vor, der kontinuierlich ein Potenzial auffüllt wie bei den Kompetenzen. Lernprogressionen sind immer eine Reihe von Plateaus stabiler Lernzustände. Zwischen diesen Plateaus sind Sprünge möglich. Diese Sprünge sind der zentrale Mechanismus der Learning Progressions und gleichzeitig auch die Abkürzung des Forschungsfeldes: LeaPs (Learning Progressions). Abbildung 32 zeigt eine der ersten bildlichen Darstellungen einer Lernprogression (Salinas, 2009, p. 6). Hier sind die Stufen in Reihe aufeinander aufbauend dargestellt.

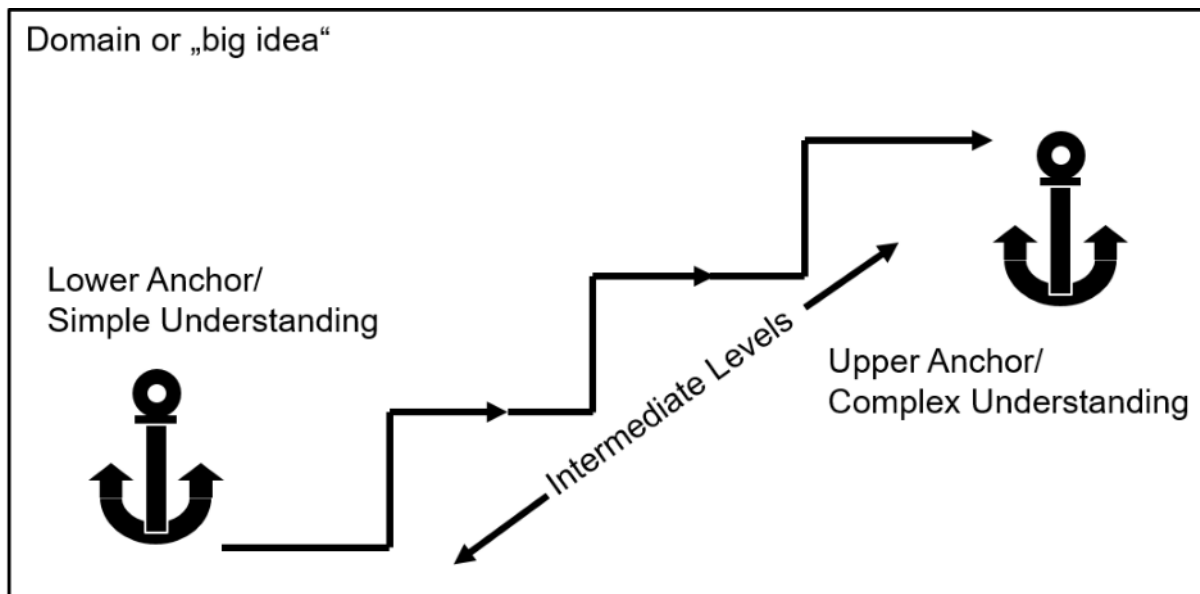


Abbildung 32: Inskription LP: Lernprogression als aufeinanderbezogene Folge einzelner Stufen (Salinas, 2009, p. 6). Diese Vorstellung ist in einem Ansatz, der auf mehreren Konzeptwechseln beruht, sinnvoll. Eigener Nachbau der Grafik bei Salinas.

Die weitere Mechanik der Learning-Progressions kann man sich am besten auf einem Spektrum zwischen drei radikalen Ansätzen vorstellen, die auch je andere Ansatzpunkte der Forschung haben: Lernprogression als Konzeptwechsel, Lernprogression als Wirkungsmaximierung und Lernprogression als Modell der Wissenschaft. In der Literatur innerhalb des Feldes werden der erste und der dritte Ansatz in der Regel zusammengefasst. Weil sie aber unterschiedliche Inskriptionen haben, muss ich hier noch einmal eine Binnendifferenzierung einziehen und so drei Typen von Lernprogressionen unterscheiden (vgl. J. S. Krajcik, 2012; Salinas, 2009; Shavelson & Kurpius, 2012).

3. 3. 2. 3. 1 Lernprogression als Konzeptwechsel

Viele der Forscher, die heute zu LeaPs arbeiten, haben vorher fachspezifische Schülvorstellungen untersucht. Es gibt eine starke theoretische Verbindung von Conceptual Change und Learning Progressions. So mag man einerseits LeaPs so verstehen, dass hier mehrere unterschiedliche Konzepte wie Perlen auf einer Schnur verbunden werden oder aber ein einziges großes Kernkonzept (Core Idea), wie die Materie aus den Bildungsstandards, in vielen kleinen Progressionsschritten entwickelt wird (Smith, Wiser, Anderson, & Krajcik, 2006). LeaPs hat dasselbe Problem mit der Körnung wie Conceptual Change (vgl. Kap. 3. 3. 1. 1. 4) und zwar gleich doppelt: Einmal auf der Mikroebene der einzelnen Progressionsschritte und auf der Makroebene der gesamten Progression als einem einzigen, großen, verbundenen Konzept. Derzeit variieren die Größen der entworfenen Lernprogressionen noch sehr stark, ebenso wie die Anzahl der einzelnen Lernschritte (Gotwals & Alonzo, 2012). Man kann aber Learning Progressions von Konzeptwechseln aus denken, obwohl die Progressionen in aller Regel sehr viel langfristiger gedacht sind. Wer Lernprogressionen auf Grundlage der CC-Theorie entwickelt, kann dies auch im Labor tun und bräuchte keine Bildungstheorie, sondern nur eine Theorie des Lernens. Die Instruktionen sind dann lineare Progressio-

nen und vielleicht ganz gut mit dem Bild einer Gangway zu vergleichen. Sie haben einen Startpunkt, den Mohan „Lower Anchor“ nennt, und ein Ziel, den sog. „Upper Anchor“ (Mohan, Chen, & Anderson, 2009), dazwischen existieren feste Stufen; das gesamte Konstrukt ist aber mobil und kann im Curriculum beliebig verschoben werden. Diese im kognitionspsychologischen Labor entwickelten Instruktionen können im Unterricht auf ihre Wirkung getestet und dann in einem iterativen Prozess verbessert werden (Salinas, 2009, p. 6). Ihre Inskriptionen sind aber wesentlich die gleichen wie in der Forschung zu Conceptual Change.

3. 3. 2. 3. 2 Lernprogression als Wirkungsmaximierung

Learning Progressions als Konzeptwechsel kann man noch recht gut als bloß zeitlich ausgedehnte Lerntheorie verstehen und es wäre danach wohl auch sinnvoller gewesen sie im vorigen Kapitel schon behandelt zu haben. Spätestens aber in der zweiten Forschungsrichtung kommt ein Eigenwert von Bildungsprozessen hinzu, der es auch sinnvoll macht, Lernprogressionen als eigenen, von Conceptual Change unabhängigen Forschungsansatz zu begreifen. Lernprogressionen sind hiernach nämlich auch eine Curriculumtheorie. Angenommen zwei Konzepte haben keine gemeinsamen Elemente und sind nicht unter das Dach eines gemeinsamen Großkonzepts zu bringen. Die Wissenschaftler in LeaPs müssen dann dennoch ein Curriculum entwerfen, in dem sie forschungsbasiert rechtfertigen, warum sie den einen Inhalt vor den anderen setzen. Dazu gibt es das Mittel der Wirkungsforschung. Möglicherweise hat irgendein noch nicht bekannter Effekt in der komplexen, sozialen Situation eine Wirkung. So kann man LeaPs auch verstehen als eine Reihe an sich getrennter Instruktionen, deren Lernziele wie Perlen auf eine Schnur gesteckt eine gemeinsame Wirkung entfalten. Auf diese Art und Weise kann in LeaPs letztlich eine einzige große Instruktion entwickelt werden, ein Master-Curriculum, das schließlich die gesamte K-12 Erziehung und Bildung in einem Fach umfasst. Die Hoffnung des zweiten Forschungsansatzes in LeaPs ist es, dies allein aus den Inskriptionen zu schaffen, die sich in der Wirkungsforschung ergeben (vgl. Gotwals, Songer, & Bullard, 2012; M. Wilson, 2009). Lernprogressionen lassen sich hiernach durch „Big Data“ in den Ergebnissen aller bestehenden Assessments finden. Ihre Progressionen sind dann nicht linear, sondern es gibt viele Wege zwischen „Upper Anchor“ und „Lower Anchor“. Dies kann durch Bayessche Netzwerke dargestellt werden und ergibt ein Bild, wie das von vielen, kleinen Trittsteinen in einem Bach. Über diesen Bach gibt es jedoch einen einzigen, statistisch gangbaren, besten Weg (P. West et al., 2012).

Dieser zweite Ansatz ist tendenziell hyperkomplex, auch wenn er die empirischste Herangehensweise an das Problem darstellt. Er ist in gewisser Weise aber erst praktikabel, wenn entweder die Konzepte der Schüler oder der fachliche Inhalt schon einen deutlich sichtbaren Weg vorgeben. Man mag auch sagen, dieser zweite Ansatz sei nur die Notlösung, falls man weder sichtbare Konzepte noch konsensuale Fachinhalte hat. Wenn man also etwa der Idee von „Knowledge in Pieces“ folgt, wie in Andy DiSessas Conceptual Change Theorie und darüber hinaus von kulturell sehr verschiedenen Fachinhalten ausgeht, dann ist der stochastische Weg, Lernprogressionen zu finden, der einzig mögliche Weg (vgl. Shavelson & Kurpius, 2012). Die Ergeb-

nisse der rein empirischen Herangehensweise werden in sog. „Strand Maps“ dargestellt, in denen dann meist nicht eine einzige Progression, sondern viele gangbare Wege – wie auf einem Strand auf dem Weg ins Meer – sichtbar sind. Die rein empirischen Karten, in denen je ein Schüler-Konzept einen Steppingstone ausmacht, können dann natürlich wieder didaktisch gewendet und direkt zum Lernen eingesetzt werden. Abbildung 33 zeigt solch ein didaktisch gewendetes Beispiel einer Strandmap, die Lernprogression zu „Stars“ aus dem NASA Wavelength-Project (NASA, 2016). Diese in Kooperation mit der Universität Berkeley und dem American Association for the Advancement of Science (AAAAS) Project 2061 entstandene Sammlung enthält in dieser Map auch die Forschungsfrage von Vosniadou (vgl. Kap. 3. 3. 1. 1. 2) aus der Conceptual Change Theorie: Wie entwickeln Kinder das Konzept der Erde als Himmelskörper und erklären sich so z.B. auch den Tag-Nacht-Zyklus?

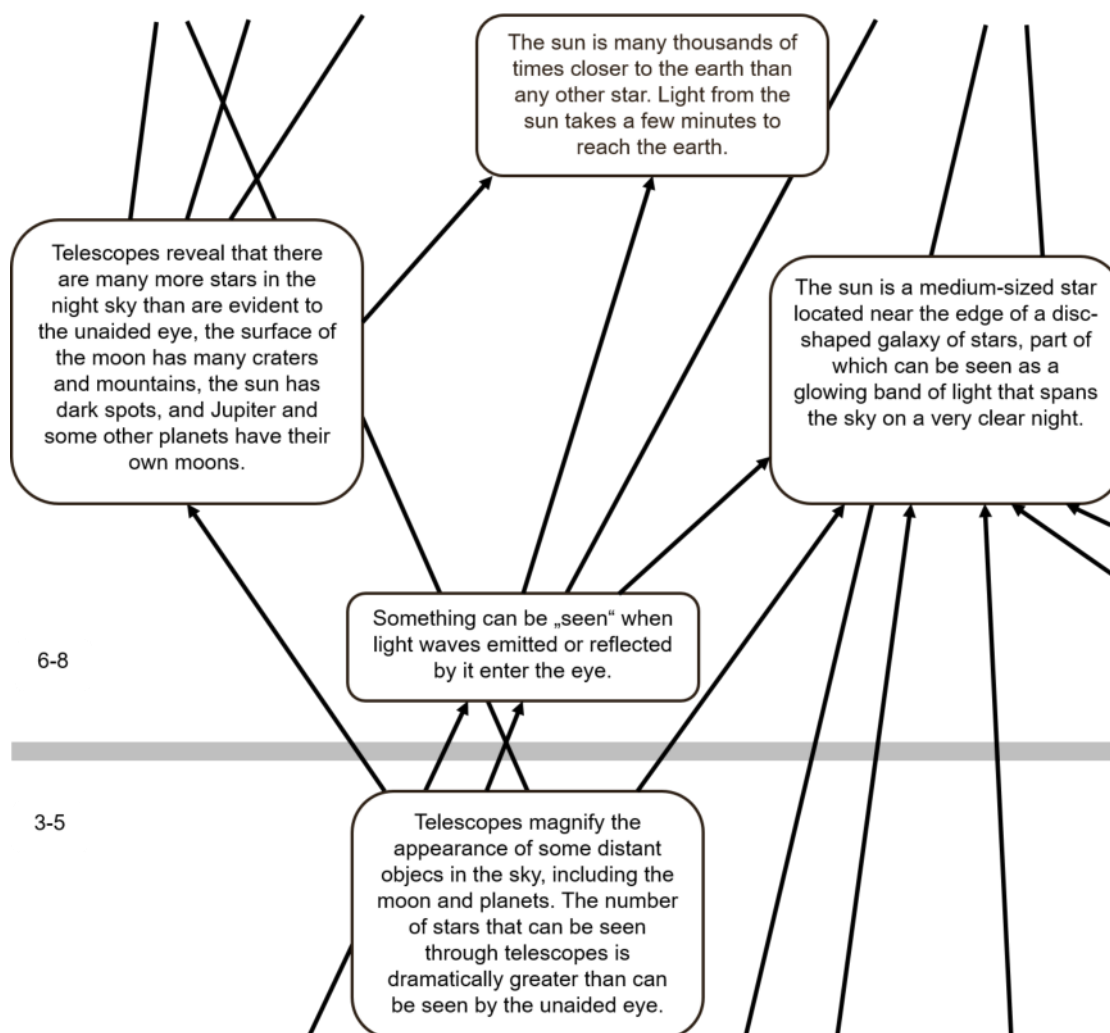


Abbildung 33: Inskription LP: Ein kleiner Ausschnitt aus der Strandmap zu „Stars“ des NASA Wavelength Projects (NASA 2016). Eigener Nachbau der grafischen Darstellung aus der PDF von der NASA-Website. Der Schritt „The sun is many thousands of times closer to the earth than any other star. Light from the sun takes a few minutes to reach the earth“ kann ausgehend vom Teleskopverständnis über drei verschiedene Hilfskonzepte erreicht werden. Die abgebildete Linie ist die Trennlinie der Jahrgangsstufen 3-5 und 6-8. Die gesamte Progression geht vom Kindergarten bis zur 12 (K-12). Die offenen Linien kommen von oder führen zu Lernprogressionsschritten, die ausserhalb des Ausschnitts liegen.

Dem Leser wird an diesem Beispiel auch gut deutlich, wie unterschiedlich Lernprogressionen und Conceptual Change sind. Lernprogressionen sind sehr viel längere Prozesse (K-12), in ihnen sind unterschiedliche Wege machbar, es kommt nicht notwendig zu einem „Change“ von Konzepten und die kognitiven Bereiche, die abgedeckt werden, sind viel weiter. In der NASA-Progression zu „Stars“ wird u.a. Licht, das Vergrößerungsglas, das Teleskop und die Sonne behandelt, um schließlich bei Supernova-Explosionen und multistellaren Systemen zu enden.

3. 3. 2. 3. 3 Lernprogression als Modell der Wissenschaft

Der dritte Ansatz denkt die Lernprogression vom fachlichen Inhalt her. In den Learning Progressions ist dieser Ansatz nur noch indirekt in den anderen Designs vertreten, weil er hier in der Regel als das überholte Vorläufermodell der Curriculumentwicklung gilt (Gotwals & Alonzo, 2012; J. S. Krajcik, 2012). Man kann natürlich aber auch weiterhin Lernprogression anhand der fachlichen Themengebiete modellieren. Die Standardwerke des Faches geben immer bereits eine Struktur vor. Vor diesem Hintergrund kann man auf mögliche Schülervorstellungen auf den Niveaus schließen. Daneben sind auch Progressionen vor dem Hintergrund der tatsächlichen historischen Entwicklung eines Gebietes möglich. Science Education ist immer auch Propädeutik für Wissenschaft, die später eine Struktur hat, die nicht mehr durch Steuerung des Bildungssystems beeinflusst wird. In sie müssen sich Absolventen wieder hineindenken können, egal in welcher effektiven Lernprogression sie vorher waren. Ein radikaler historischer Ansatz innerhalb dieser dritten Sicht auf Lernprogressionen mag sogar davon ausgehen, dass es einen *natürlichen* Weg gibt, einen Gedankenfortschritt zu machen, der sich nicht nur onto- sondern auch phylogenetisch zeigt. Diese Idee ist wegen der Irrungen der Forschung, wie Kuhn sie beschrieben hat, wohl aber kaum noch weit verbreitet. Dennoch ist die Idee, Lernprogressionen anhand eines spezifischen Wissenschaftsbildes zu modellieren, noch präsent. Richard Duschl et al. legten so einen Weg in ihrer K-8 Expertise nahe (National Research Council, 2007). In einem jüngeren Text schreibt Duschl:

“the teaching and learning of science should be based on an image of science [...] taken from the learning sciences community and from the science studies community (Duschl & Grandy, 2013, p. 2117)“

Dies ist gleichzeitig auch immer ein Weg, die Natur der Naturwissenschaft (Nature of Science) implizit zu unterrichten und knüpft damit an die Forschungsprogramme an, die sich im folgenden Kapitel der Erziehungstheorien finden. Die an der Wissenschaft orientierte Arbeit an Lernprogressionen startet im Archiv des Wissenschaftshistorikers oder im Lehnstuhl des Wissenschaftsphilosophen. Hier gibt es kein so klares Bild davon, wie eine Lernprogression tatsächlich aussehen müsste, aber eine ständige Referenz zu einem bestimmten Bild von Wissenschaft. Die Idee ist – wieder bildlich gesprochen – die einer Navigation mit einem Kompass in einer Landschaft, in der bestimmte Wege gangbarer sind als andere. Die Expertise von Duschl et al. wurde recht zeitgleich mit den Geburtsdokumenten der Learning Progressions veröffentlicht und spricht Lernprogressionen auch offen als ihr Ziel an (National Research Council, 2007

ch. 8). Dadurch wurde aber auch Nature of Science (NOS) als Gegenposition von LeaPs in einem Teil der der Science Education Community wahrgenommen. NOS ist aus der Sicht von eher kognitionspsychologisch orientierten Forschern in LeaPs ein eher rückständiges Programm, das ein hergebrachtes, am Fachinhalt orientiertes Curriculum etablieren möchte – anstatt auf die Lernerperspektive einzugehen. So wird der dritte Ansatz in LeaPs von ihnen als fachfremd wahrgenommen.

3. 3. 2. 3. 4 Die Vereinbarkeit der unterschiedlichen Ansätze von Learning Progressions

Insgesamt enthalten die meisten Forschungen zu Lernprogressionen Ansätze aller drei beschriebenen Reinformen. Die Learning Progressions sind insgesamt wieder ein gutes Beispiel für die Mittlerfunktion, die Bildungstheorien in der Science Education einnehmen. Auch hier müssen lerntheoretische Überlegungen aus dem Conceptual Change und erziehungstheoretische Überlegungen aus Nature of Science vermittelt werden. Als möglicher Weg wird zunehmend exploratives Design-Based Research als „Action Research“ mit Wissenschaftlern und Lehrern im Team angedacht (J. S. Krajcik, 2012; Shavelson & Kurpius, 2012). Dies hätte den Vorteil, dass die Zeit wegfällt, die Learning Progressions nach dem Ansatz als Konzeptwechsel im Zyklus Entwurf-Evaluation brauchen. So könnten auch Progressionen im Prozess selber manipuliert werden. Dies könnte die Hyperkomplexion reduzieren, die von den Ansätzen der Idee der Lernprogression als Wirkungsmaximierung ausgeht und die rein fachlichen Überlegungen im Modell-der-Wissenschaft-Ansatz empirisch an konkreten Unterricht rückbinden.

3. 3. 2. 3. 5 Big Ideas als Progressionsbeschleuniger

Eine didaktisch zutiefst verlockende Idee ist Krajciks Vorstellung von „Big Ideas“ als „Superhighway“ der Lernprogression (J. S. Krajcik, 2012). Hier wird nicht noch einmal eine weitere Form von Lernprogressionen aufgemacht; Krajcik postuliert einen Mechanismus, der *jede* Lernprogression *schneller* machen kann. Möglicherweise, so Krajcik, gibt es sog. „Big Ideas“ jenseits der aus der Conceptual Change-Forschung und der Fachwissenschaft bekannten Konzepte. Sie könnten eine ganze Lernprogression strukturieren und so etwas wie Katalysatorvorstellungen sein, die einen bestimmten Bildungsweg viel einfacher machen. Das ist quasi die Idee von Transportmitteln, die einzelne Strecken in der Bildung viel leichter überwinden. Krajcik nennt folgendes Beispiel als mögliche „Big Idea“ innerhalb des Materie-Core-Concepts:

„The properties of matter can change with scale. In particular, as the size of a material transitions between the bulk material and individual atoms or molecules, it often exhibits unexpected properties that lead to new functionality – generally at the nanoscale – a material often exhibits unexpected properties that lead to new functionality.“ (Stevens, Sutherland, & Krajcik, 2009, p. 37)

Krajciks „Big Idea“ ist hier eine sowohl im Sinne der Konzeptwechsel als auch im Sinne der Fachwissenschaft bedenkliche Vorstellung. Für Konzeptwechsel ist sie problematisch, weil hier eine Fallentscheidung innerhalb eines Konzeptes gemacht werden

muss. Fachwissenschaftlich kann die Newtonsche Mechanik als Grenzfall der Quantenmechanik durchaus beschrieben werden. Solch ein Konstrukt könnte nur alleine aus einer Bildungstheorie heraus gerechtfertigt werden, wenn es nämlich tatsächlich im Bildungsprozess helfen sollte. Krajciks Vorstellung von „Big Ideas“ ist verlockend, sie verspricht viel; ob sie aber auch vielversprechend ist, muss sich erst noch beweisen. Es ist hierzu wohl noch zu wenig geforscht worden, um diesen Ansatz bewerten zu können.

Insgesamt sind die Lernprogressionen ein junges und aufstrebendes Forschungsfeld, das in die Lücken springt (LeaPs), die Scientific Literacy mit Einführung der Bildungsstandards aufgerissen hat. Ehr wahrscheinlich wird hierzu in Zukunft auch in Deutschland viel geforscht. Auch in dieser Theorie zeigen sich aber Konfliktlinien der gesamten Science Education, so z.B. der schwelende Streit zwischen Conceptual Change und Nature of Science Ansätzen, zwischen Psychometrie und Wissenschaftsphilosophie/-geschichte.

3. 3. 2. 4 Fazit Bildungstheorien

In diesem Kapitel wurden zwei konkurrierende Bildungstheorien vorgestellt. Science Literacy bzw. Scientific Literacy manifestiert sich in Kompetenzmodellen der großen Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA und in den kompetenzorientierten Standards und hat eine bestimmte Varianz, die den Fokus eher auf die Seite des Lernens oder die Seite der Erziehung legt. So ist der TIMSS Test beispielsweise stark an Konzepten orientiert, während der PISA-Test auch die Erziehungsseite der Naturwissenschaft in der Gesellschaft behandelt. Die genauere Analyse von Scientific Literacy hat ergeben, dass es die eigentlich grundlegende Mechanik dieser Theorie, nämlich die Anforderung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen in Alltagssituationen, so gar nicht mehr gibt. Das Modell in PISA geht von ganz anderen Inskriptionen aus, nämlich denen aus der Person-Object-Theorie des Interesses. Nach dieser Theorie beschäftigt sich nur jemand auch im Alltag mit naturwissenschaftlichen Anforderungen, wenn er vorher in einem vierschrittigen Prozess ein Interesse an der Naturwissenschaft erworben hat. Hinter der Integration von Interesse in PISA steht die drohende Gefahr eines gesamtgesellschaftlichen Interesseverlustes am gesamten STEM-Bereich. Scientific Literacy ist insofern wohl tatsächlich ein Mythos, aber auf eine andere Art als Morris Shamos es meinte. Während es eine Literacy im Alltag jedes Einzelnen nicht gibt, existiert dennoch ein hoher globalgesellschaftlicher Druck Naturwissenschaft und Technik in der ganzen Gesellschaft zu fördern. STEM-Education funktioniert dabei nicht über Fortschrittsverheißungen, sondern über die Ängste vor einem Rückschritt, einem Outcrowding der naturwissenschaftlich-technischen Arbeitsfelder, einem gesellschaftlichen Zerfall. So gehört Interesse an der Naturwissenschaft in der Science Education heute zur naturwissenschaftlichen Bildung. Wenig beachtet wird noch, dass es ganz unterschiedliche Interessetheorien im angrenzenden Feld der Psychologie gibt und vor allem dass Interesse auch ein soziologisch deutbarer Begriff ist.

Kritisch lässt sich hier sicherlich anmerken, dass mit der Integration des Interesses die ehemalige Grundlage von Scientific Literacy wegfällt und so letztlich jeder kulturelle

Inhalt eine vermeintliche Alltagsbedeutung erhalten kann. Scientific Literacy könnte durch eine auch grafische Umstellung des Modells im Framework von PISA sehr viel ehrlicher formuliert werden. Die Integration des Interesses nimmt dem Science-Bereich seine Sonderfunktion als Kulturtechnik. Scientific Literacy müsste nun eigentlich aus dem Kanon der Literacys Lesen-Schreiben-Rechnen herausgenommen werden. Prinzipiell funktioniert die hier nun etablierte Bildungstheorie, in der über Interesse eine Alltagsbedeutung erst einmal noch erzeugt werden muss, nämlich bei jedem Fach, das eine gesellschaftliche Bedeutung und konzeptuelle Grundlagen bietet. Es ist wohl nur die große kulturelle Bedeutung des MINT-Bereichs, der das weitere Verbleiben im Kanon der Literacys rechtfertigt, auch wenn man naturwissenschaftliche Bildung tatsächlich im Alltag nicht braucht.

Lernprogressionen sind im Gegensatz zu den Scientific Literacy Kompetenzmodellen vergleichsweise konkrete Möglichkeiten curriculare Vorgaben zu machen und Lehrpläne bis in die einzelnen Lernschritte von Schülern hinein zu entwickeln. Auch hier vermittelt die Bildungstheorie lerntheoretische Seiten mit erziehungstheoretischen Aspekten. Der Konflikt zwischen eher an NOS und eher an CC orientierten Forschern in LeaPs lässt sich als Scheitern dieser Vermittlung verstehen. Lernprogressionen laufen Gefahr, insbesondere wo sie als Wirkungsforschung angelegt sind, hyperkomplex zu werden. Hier wird die Forschung voraussichtlich in praxisnahe Design-Based Research Forschung übergehen müssen, um dies zu verhindern. Es gibt mit Krajciks „Big Ideas“ eine verheißungsvolle Theorie im Feld, die von Katalysator-Konzepten in Bildungsgängen ausgeht. Ob sich diese wirklich auch nachweisen lassen, ist allerdings noch offen. Lernprogressionen sind ein Programm, das die Ansätze in Conceptual Change weiterführt und höchstwahrscheinlich für weitere naturwissenschaftsdidaktische Forschung allein aus diesem Grund schon ansatzfähig ist. LeaPs sind andererseits aber auch als Kritik der Kompetenzmodelle zu begreifen und daher auch ein Gegenprogramm der wissenschaftlichen Hauptströmung innerhalb der Science Education in vielen Ländern. Durch LeaPs sind Bildungstheorien in der Science Education ein umstrittenes Feld geworden. Grundsätzlich scheinen aber beide Ansätze auch integrierbar. Während die Kompetenzen die Richtungen vorgeben, zeigen die Progressionen mögliche Wege.

Nun bleibt in der Analyse noch das letzte Feld in der Ordnung des Science Education Theory Compounds offen: die Erziehungstheorien. Während die Lerntheorien quasi die Basis der Science Education darstellen, sind die Bildungstheorien der Teil, der Lehrern im Alltag ständig als Vorgabe begegnet – sei es in den Tests, den Bildungsstandards oder im Curriculum. Die Erziehungstheorien sind aber der gesamte Überbau der Science Education – wenn sich hier der Wind dreht, dann dreht er sich im gesamten Feld. So wäre das Forschungsprogramm Scientific Literacy, wie es in diesem Kapitel beschrieben wurde, ohne die Erziehungstheorie Science-Technology-Society überhaupt nicht denkbar.

3. 3. 3 Erziehungstheorien

Erziehungstheorien sind in der Science Education notwendig, weil auch diese Didaktik in einer Gesellschaft stattfindet. Eine Bildung, die sehr weitgehend auf Lernen ausgerichtet ist, ist auch in einer konventionellen Gesellschaft möglich, die Erziehung gar nicht erst zum Problem macht. Dort aber, wo die Gesellschaft sich *verändert*, sind immer auch Erziehungstheorien notwendig.

3. 3. 3. 1 Erziehung in der Science Education als Wechsel der Bildungsformen

Erziehung ist in der Science Education nach Bernfelds bekanntem Diktum die „Reaktion der Gesellschaft auf die Entwicklungstatsache“ (Bernfeld, 1928, p. 123). Sie ist daher auch immer ein Spiegel der Gesellschaft. Siegfried Bernfeld, hatte für die Arbeit des Erziehers eine Allegorie aus der griechischen Mythologie, die man an zentraler Stelle in der Science Education wiederfindet: Das Bild von Sisyphos (Bernfeld, 1928, p. 117f). Der Ephyrerkönig Sisyphos wurde bestraft für seinen Frevel an den Göttern. Immer wieder musste er einen Felsblock im Tartaros einen Berg hinaufrollen, aber kurz vor dem Gipfel rollte dieser wieder von alleine herunter. Bernfeld fand dieses Bild treffend für die Arbeit des Erziehers, weil auch hier ein unerreichbares Ziel verfolgt wird – eine Idealvorstellung der Gesellschaft. Bernfeld meinte damit vor allem das auf eine Kosmopolis zielende Erziehungsziel der Geisteswissenschaftlichen Pädagogik. In Wahrheit, so Bernfeld, betreibe jeder Erzieher aber nur die Reproduktion der *eigenen* Gesellschaft. Eigentlich stecken in Bernfelds Diktum also zwei Steine des Sisyphos. Den ersten Sisyphosstein tragen die Erzieher. Dieser Stein ist die ständige Arbeit an der Reproduktion der Gesellschaft, die in jeder Generation wieder neu geleistet werden muss. Den zweiten Sisyphosstein tragen die Wissenschaftler – in jeder Generation müssen sie sich eine neue Täuschung ausdenken, um vor veränderten gesellschaftlichen Bedingungen den Erziehern immer wieder ein neues Ideal vorzugaukeln. Beide Steine sind bei Bernfeld Reaktionen der Gesellschaft auf die Entwicklungstatsache. „Entwicklungstatsache“ meint dabei den Fakt, dass Schüler sich von selbst z.B. durch Entwicklung oder Sozialisation in eine bestimmte unerwünschte Richtung verändern.

In einem der Gründungsdokumente des Science-Technology-Society (STS) Forschungsprogramms in der Science Education der 80er Jahre verwendete Rodger Bybee genau dieses Bild von Sisyphos (Bybee, 1985b), weshalb ich es hier auch zum Einstieg in das Kapitel verwende. In Rodger Bybees „The Sisyphean Question in Science Education“ ist der Brocken, den es immer wieder raufzurollen gilt, aber noch ein dritter. Neben dem Sisyphosstein der Erzieher und der Wissenschaftler gibt es in Bybees Sicht noch den Stein der Reformer. Dieser Stein ist ein *politischer* Brocken, der mit wechselnden Regierungen und neuen politischen Ideen in der politischen Steuerung der Science Education immer wieder den Hügel hochgetragen werden muss. Die ständig wechselnden Bildungsreformen im amerikanischen System, die kaum einmal erklärt, verstanden und halbwegs im Unterricht implementiert, wieder von der nächsten Reform abgelöst werden, sind nach Bybee der größte Sisyphosstein der Science Education.

Trotz dieses quälenden Wechsels der Reformen ist allen folgenden Erziehungstheorien ein amerikanischer, demokratisch-pragmatischer Grundtenor zu eigen. Dies lässt sich vor allem an den Referenzen ablesen, die durch die Bank der Reformen fast immer gleich bleiben und als Referenzrahmen der Behandlung „sozialer Probleme“ im Unterricht generell gelten können (vgl. Totten & Pedersen, 2012a, 2012b). In vielen der sprachlichen Dokumente dieser Erziehungstheorien wird sich in bestimmter Weise z.B. auf John Dewey berufen. Cheek nennt Dewey als Urvater der Moralerziehung; so hätte Dewey drei Ziele der Erziehung ausgegeben: „transmission of cultural heritage, training of the intellect and promotion of individual growth.“ (Cheek, 1992, p. 99) Das bekannte 5E-Unterrichts-Modell von Rodger Bybee baut auf Deweys Konzept des Lernens durch Erfahrung auf (Bybee et al., 2006). Nach Egan schwanken Rechtfertigungen für Erziehungsprogramme in den USA immer zwischen pragmatischen und idealistischen Positionen (Egan, 1996). Deweys Philosophie verbindet in gewisser Weise dann auch genau diese beiden Pole (Bellmann, 2007). Erst Anfang der 90er hat sich die STS Reformbewegung innerhalb der Science Education mit konstruktivistischen Lerntheorien vereint und bildete so die Grundlage für PISA und andere Assessments der folgenden Dekaden (Cheek, 1992; Yager & Tamir, 1993; Yager, 1996). Dass diese Assessments überhaupt erziehungstheoretische Teile enthalten, ist vielleicht an sich hier schon eine überraschende Erkenntnis. Die Erziehungstheorien, die ich im Folgenden behandle, bewegen sich alle in einem Spektrum zwischen idealistisch und pragmatisch. Die sprachliche Ebene scheint hier, wie auch im übrigen Diskurs der Science Education, nicht von entscheidender Bedeutung zu sein. Auch hier sind Mechanismen wichtig, die durch Inskriptionen in Forschungen etabliert werden. Die Mechanismen, die in dieser Forschung manifest sind, sind allerdings nicht psychosoziale oder psychologische Prozesse. Sie sind stattdessen gesellschaftliche Zusammenhänge von Ursache und Wirkung, also *makrosoziologische Mechanismen*. Auch sie sind aber Theorien mittlerer Reichweite im Sinne Mertons, sie erklären nicht die ganze Gesellschaft, sondern nur bestimmte Prozesse in Bezug auf Naturwissenschaft und Technik. Anders als in den vorherigen Kapiteln fehlen in diesem Bereich grafische Manifestationen weitgehend. Die Idee gesellschaftlicher Mechanismen findet sich meist in Texten. Ich habe auf den folgenden Seiten daher selbst Grafiken erstellt, die die jeweiligen Theorien ähnlich wie in den vorherigen Kapiteln auch visuell darstellen. Ziel der Analyse ist auch in diesem dritten Kapitel die Prüfung der Kohärenz und Konsistenz der Mechanismen der Science Education.

3. 3. 3. 1. 1 Mechanismen in Erziehungstheorien

Ich habe die folgenden Theorien rund um das Forschungsprogramm Science-Technology-Society (STS) arrangiert. Diese Theorie hatte ihre spezifische Bedeutung für die USA und Kanada zu einer bestimmten Zeit, wie ich zeigen werde. STS ist deshalb so wichtig, weil sich hier die Bedeutung von Scientific Literacy manifestiert hat, also der Kontext-Anforderungsmechanismus an naturwissenschaftliche Bildung aus Kap 3. 3. 2. 1. 3, wie man ihn z.B. aus den PISA-Tests kennt. Die Mechanismen innerhalb der Erziehungstheorien sind aber keine Bildungs- oder Lern-Mechanismen, sondern Mechanismen zwischen der im naturwissenschaftlichen Unterricht stattfindenden

den Erziehung und der Gesellschaft. Global sind nur diejenigen Teile hier von Bedeutung, die im Sinne einer Erziehung in der Weltgesellschaft zu verstehen sind. Im Folgenden wird auch augenscheinlich werden wieviel der Erziehung in STS an die konkrete *amerikanische* Gesellschaft gebunden ist. Man kann sich von daher auch sicherlich die Frage stellen, ob es sinnvoll ist, solch eine Erziehungstheorie in PISA weltweit zu einer Grundlage naturwissenschaftlicher Bildung zu machen. In gängigen Historisierungen von STS oder in programmatischen Texten dieser Reformbewegung wird dieser Aspekt kaum herausgestellt, stattdessen wird meist gesellschaftsunspezifisch argumentiert (Aikenhead, 2003; Bybee, 1985a, 1993; Yager, 1996). Besonders auffällig ist die Gesellschaftsspezifität von STS, wenn man dieses Programm mit vorherigen und nachherigen Erziehungstheorien im Feld vergleicht. Ich werde STS also im Sinne von Bybees perennierender Sisyphosarbeit an vorherigen und späteren Reformprogrammen in den USA kontrastieren. Das geschieht einerseits an dem vorangegangenen Entwurf US-amerikanischer Erziehung im sog. „Golden Age of Science Education“, das durch den Sputnik-Schock ausgelöst wurde (Wissehr, Concannon, & Barrow, 2011). Andererseits werde ich auch das Programm SSI analysieren, das sich in der vergangenen Dekade bewusst als Alternative zu STS darstellte (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005). Zunächst folgen aber ein paar Zeilen zum grundlegenden Verhältnis von Naturwissenschaft und Gesellschaft in der Science Education.

3. 3. 3. 1. 2 Verschiedene Gesellschaften – verschiedene Naturwissenschaften: Die Debatte um die Native Science

Verschiedene Gesellschaften organisieren naturwissenschaftlichen Unterricht prinzipiell auf unterschiedliche Art und Weise. So sind wegen des deutschen Verständnisses von Naturwissenschaft, Technologie und Gesellschaft in den letzten Jahren z.B. die sog. Neuen Energien ein Thema im naturwissenschaftlichen Unterricht geworden. In diesem Fall hat sich die Gesellschaft verändert. Andere Gesellschaften unterrichten andere Naturwissenschaften. Diese grundlegende Wirkung von Gesellschaft auf naturwissenschaftlichen Unterricht ist die basale Mechanik dieses ganzen Kapitels.

Die gesellschaftliche Spezifität der Naturwissenschaft und ihrer Didaktik wird dabei aus der Sicht der sog. „Western Science“ oft unterschätzt. Jean Ladriere war wohl der erste, der auf diesen Zusammenhang hinwies (Ladrière, 1977). Heute gibt es mit den Postcolonial Science and Technology Studies ein ganzes Forschungsfeld innerhalb der Science Studies, das sich zur Aufgabe macht, die Abhängigkeiten von Wissenschaft und Gesellschaft zu zeigen (Harding, 1998, 2011). Die stärksten Beispiele aus der Science Education für die Abhängigkeit der Fachdidaktik von der Gesellschaft sind Programme und Reformen, die sehr gesellschaftsspezifische Zuschnitte von naturwissenschaftlichem Unterricht an *kulturellen Grenzen* anbieten (z.B. Chambers, 1999; Koul, 2003; Mansour, 2011). „Multicultural Science Education“ steht seit Beginn der 90er Jahre vor der schweren Aufgabe diese Spezifitäten zu integrieren (Atwater & Riley, 1993; Hodson, 1993; Southerland, 2000). Aber auch die hier nachfolgenden, behandelten Erziehungstheorien in den USA, das „Golden Age“, „STS“ und „SSI“ haben eine je andere Naturwissenschaft weil sie eine je andere Gesellschaft zu Grunde legen.

Neben diesem stetigen Wechsel gibt es die *integrierende* Funktion einer Vorstellung von der Natur der Naturwissenschaft (M. Matthews, 1994, 2009). Zwei internationale Forschungsbereiche, die Fachwissenschaft der Naturwissenschaft und die Wissenschaftstheorie, die bedingte Konsense schaffen, wie Naturwissenschaft aussehen kann, können als Richtschnur genommen werden, um zumindest ein minimal-konsensuales Bild der Naturwissenschaft zu schaffen (Abd-El-Khalick, 2011a; J. Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003). Die Erziehungstheorie, die diese Grundlagen der Naturwissenschaft als erste vertrat, History and Philosophy of Science (HPS), startete in den 90er Jahren als Gegenprogramm zu STS (M. Matthews, 1994). Statt Naturwissenschaft im Alltag und in der Gegenwart suchte man sie historisch und abstrakt. Auch das bettet die Wissenschaft in die Gesellschaft ein, erstens in die Social Community der Wissenschaftler, die mitsamt des Wissenschaftssystems auch Teil der Gesellschaft ist. Außerdem bindet es die Naturwissenschaften zurück an die Gesellschaften vergangener Epochen. So lag damals die Idee nahe, dass HPS auch ein vollständiges Curriculum ausmachen kann (Monk & Osborne, 1997). Letztlich kann HPS und das Nachfolgeprogramm Nature of Science (NoS) aber auch begriffen werden als erziehungstheoretisches Korrektiv anderer Programme, quasi als „Friendly Reminder“, das Bild der Wissenschaft *nicht zu stark zu verändern* (Duschl, 2008). Die Möglichkeit einer integrativen Lösung des Grundlagenproblems „Diversität der Gesellschaften vs. Einheit der Wissenschaft“ wird dabei aber auch bestritten. Cobern und Loving argumentieren, dass „Western Science“ sich immer wieder als Hegemonie durchsetzt (Cobern & Loving, 2001). Stanley und Brickhouse hingegen bestreiten überhaupt die Möglichkeit einer universalen Sicht auf die Naturwissenschaft, die jeder Integration, selbst im Unterricht, widerspricht (Stanley & Brickhouse, 2001).

Ein Beispiel, das passend das Problem zeigt, ist die Debatte um die sog. „Native Science“ in den USA (vgl. Medin & Bang, 2014). Vertreter der amerikanischen Ureinwohner streiten schon länger dafür, dass auch ihre Sicht einer beseelten und vielfach ineinander verwobenen Natur im naturwissenschaftlichen Unterricht passend vertreten wird (vgl. Cajete, 2000). Die amerikanischen Ureinwohner wollten hierüber ihre spezifische Gesellschaft und Kultur an ihre Kinder weitergeben. Eine für beide Seiten letztlich unbefriedigende Lösung war es, die Naturwissenschaft der Ureinwohner als „Naive Science“ quasi als Satz von Fehlvorstellungen für die Primary School zu modellieren. Die heftige Kontroverse konnte letztlich nur durch politische Entscheidung gelöst werden, auf die man sich im Nature of Science Diskurs fortan berufen konnte, wenn die Idee einer Native Science wieder aufkam (vgl. Abd-El-Khalick, 2011a). Durch das Beispiel der „Native Science“ ist die Frage aufgeworfen, was eine Gesellschaft eigentlich ist und wo sie endet. Die zentrale amerikanische Sicht, die Rodger Bybee in den 80ern zu Beginn des Programms STS stetig wiederholte, ist die von Science „as a citizen“ (Bybee, 1985b, p. 72), also als *Bürger* eines Staates. So kann, angelehnt an Bernfeld, Erziehung auch die Reaktion eines Staates auf die Entwicklungstatsache sein, auch wenn die Gesellschaft in sich gespalten ist, wie es in den USA an vielen Stellen der Fall ist. Das ist in vielerlei Hinsicht unbefriedigend und es gibt durchaus Alternativen. Medin und Bang haben z.B. auf Grundlage der Idee multipler Epis-

temologien aus den Learning Sciences in einigen Native Communities naturwissenschaftliche Programme getestet, die nur Kohärenz auf kommunaler Ebene suchen (Bang & Medin, 2010). Die Idee verschiedener Epistemologien, also eines Wissens um des Wissens, ist dabei gut anschlussfähig an die Conceptual Change Forschung (vgl. Kap. 3. 3. 1. 1. 7) (Sinatra & Chinn, 2012). Ihr fehlt allerdings der integrative, eine Gesellschaft zumindest politisch konsolidierende Effekt der Erziehung.

Im Folgenden behandle ich die einzelnen Forschungsprogramme der Science Education in Erziehungsfragen jeweils für sich, bevor ich abschließend wieder zu den übergreifenden Problemstellungen der Erziehung in der Science Education zurückkommen werde. Die nächsten Abschnitte sind ein chronologisch aufgebauter Abriss der Reformen im US-Bildungswesen und ihrer Wirkungen auf die Science Education. Mit jeder Reform wird eine neue Mechanik in den Theorien des „Golden Age“, STS und SSI etabliert. Diese Mechaniken werden im Folgenden jeweils auch als vergleichbares Schema dargestellt. Die Theorie des „Golden Age“ wurde dabei nicht in der Suche in Kap. 3. 2 gefunden, wird hier aber aus historischen Gründen berichtet. Aktuell sind nur STS und SSI bedeutend in der Science Education.

3. 3. 3. 2 Ein Vorläufer: The Golden Age of Science Education

Wie schon in Kapitel 1. 3. 2 und 2. 5. 2. 2 beschrieben, wurden zwei auch heute noch entscheidende Instrumente der US-amerikanischen Idee von Didaktik, die Assessments und das Instructional Design, in den Weltkriegen entwickelt. Das Instructional Design wurde eingesetzt in Instruktionen für schnell rekrutierte und nicht speziell ausgebildete Truppen, insbesondere in der Air Force. Es fand aber auch Anwendung in der Instruktion der Hilfskräfte, die die Armeeerkruten an den Werkbänken der Betriebe ersetzten. Die ersten Formen der Assessments waren Teil des Rekrutierungsprozesses und maßen Lese- und Schreibfähigkeit, mathematische Grundfertigkeiten und generelle Gesundheit. Schon hier wurde ein weiterer Mangel an „Literacy“ festgestellt, der in den Folgejahren Aufmerksamkeit auf das Bildungssystem lenkte. Gleichzeitig war der Kriegserfolg und der Erfolg der didaktischen Programme aber auch ein Beispiel für die Möglichkeit, Potentiale in jedem Bürger zu wecken. Diesen demokratischen Grundsatz nennt DeBoer „Universal Education“ (DeBoer, 1991, p. 129). Nach dem zweiten Weltkrieg herrschte in den USA zunächst ein Gefühl der technologischen und wissenschaftlichen Überlegenheit durch einige wenige Spitzenwissenschaftler. Bestes Beispiel hierfür ist die Gruppe um Oppenheimer und Fermi, die im Manhattan-Projekt die Atombombe entwickelt hat.

Der Sowjet-Satellit Sputnik war in 1957 vor diesem Hintergrund vor allem eine Herausforderung für das amerikanische Bildungssystem. Dass der Sputnik einen wissenschaftlichen und technologischen Vorsprung in der Weltraumfahrt der Sowjetunion in ungeahnter Größe zeigte, war dabei gar nicht so bedeutend wie die durch ihn ebenfalls demonstrierte Fähigkeit der Sowjets, mit Interkontinentalraketen das amerikanische Festland zu erreichen. Der Transport des Satelliten ins All beruhte nämlich auf derselben Raketentechnologie, die auch atmosphärische Langstrecken überwindbar machte. Dabei waren die amerikanischen Informationen über das sowjetische

Bildungssystem dürftig. Man wusste lediglich, dass hier naturwissenschaftliche Bildung sehr viel breiter angelegt war als in den USA. Seit den Materialismusdebatten des 19. Jahrhunderts war es eine Grundidee der marxistischen Staatsorganisation, dass Bildung und Staat auf naturwissenschaftlichen Prinzipien beruhten. Der sog. polytechnische Unterricht basierte auf Naturwissenschaft und Technik als Allgemeinbildung. Wissenschaft und Technik galten in den USA hingegen als Teil der Higher Education, in der man sich als weitgehend unangefochten wähnte (Douglass, 2002). Die Beschäftigung von Laien mit Naturwissenschaft und Technik war hier vor allem eine „Avocation“, ein intensiv betriebenes Hobby einiger Privatleute, das aber keine weitere Verbindung zu Anwendungsfeldern hatte. Charakteristisch war ein System von Science Clubs und Science Fairs, also Vereinen naturwissenschaftlich interessierter Laien und ein kompetitives Ausstellungssystem, auf dem vor allem Experimente gezeigt wurden (Terzian, 2013). Auf diese Grundlagen wurde ab 1958 aufgebaut, als auch in den USA die Idee naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung etabliert wurde.

Vor diesem Hintergrund interessant ist das von Fred L. Whipple initiierte sog. „Project Moonwatch“, das erst in den 00er Jahren historisch bekannt wurde. Whipple, Astronom in Harvard, organisierte Laien zur Beobachtung des Himmels in Antizipation der ersten künstlichen Erdtrabanten. Der Sputnik war gegen die Sonne als dunkler Punkt in den frühen Morgen- und Abendstunden sichtbar und Bürger konnten so mithelfen, die Trajektorie des Satelliten zu rekonstruieren (McCray, 2008). Übrigens wurde dieselbe Methode der Gegenlichtbeobachtung auch dazu verwandt, nach möglichen russischen Bombern Ausschau zu halten. Sehr viel wichtiger für die weitere Entwicklung der Erziehungstheorien, als die wissenschaftlichen Ergebnisse hier, war die beginnende Idee, dass *einfache Bürger* eine Rolle in Naturwissenschaft und Technik spielen konnten. Das ganze Szenario war hier eine seltsame Ersatzhandlung, wenn man bedenkt, dass der Sputnik ein Substitut der Möglichkeit interkontinentaler Atomraketen war. Anstatt selber einen Satelliten zu bauen, wurde jeder einzelne dadurch beruhigt, in Reminiszenz amerikanischer Bürgerwehr gen Himmel zu blicken und den Einschlag, wenn nicht verhindern, dann doch zumindest akkurat aufzeichnen zu können.

In den USA folgte auf den Sputnik-Schock „eine Art Pisa-Debatte“, wie Angela Schwartz sagt (Schwartz, 2009, p. 36). Der Erfolg der Sowjets wurde dem Festhalten an einer überholten und autoritären Art von Erziehung zugeschrieben, im Gegensatz zu den reformpädagogischen Bemühungen, die auch in den USA stattfanden. Interessanterweise wurden auch die „New Computing Machines“ für den Rückstand verantwortlich gemacht, die die Kreativität junger Wissenschaftler blockiert hätten. Das Time-Magazine interviewte den Kybernetiker Norbert Wiener, der von einer unangemessen hohen Verantwortung der wenigen Naturwissenschaftler sprach („The Danger of Importance,” 1957). Innerhalb des Higher Education Diskurses kam schnell der Tenor auf, dass nicht der eigene Bereich für den Rückstand verantwortlich war, sondern der fehlende Fokus auf Science Education im *gesamten* Bildungssystem. Thomas N. Bonner schrieb 1958 im Journal of Higher Education:

„For several years independent observers have been warning us about what the Soviets were doing in education, especially in science education [...] Science and

education have now become the main battleground of the Cold War." (Bonner, 1958; Douglass, 2002)

Am 2. September 1958 erließ der US-Kongress den National Educational Defense Act (NDEA), der über vier Jahre mit insgesamt ca. 800 Millionen US-Dollar Überholspuren in das amerikanische Bildungssystem einbaute mit dem Ziel eines „Shifts to Science“:

„We must increase our efforts to identify and educate more of the talent of the Nation. This requires programs that will give assurance that no student of ability will be denied an opportunity for higher education because of financial need; will correct as rapidly as possible the existing imbalances in our educational programs which have led to an insufficient proportion of our population educated in science, mathematics, and modern foreign language and trained in technology." (Congress of the United States of America, 1958)

Das Programm bestand vor allem aus der Finanzierung von Studentendarlehen und Förderprogrammen für die Higher Education. Mit den eben erwähnten, modernen Sprachen sind Russisch und Chinesisch gemeint, die ebenfalls kriegstechnische Bedeutung haben könnten. Wichtig an dem Act war auch, dass er die Bildungshoheit der Staaten aus dem 10. Verfassungszusatz aufweichte. Für die Fortentwicklung der Science Education seien noch drei weitere Dinge erwähnt. Erstens wurde auch das Sprachenlernen naturwissenschaftlich organisiert, nämlich in einem Boom von Sprachlaboren, der bis 1969 anhielt (Roby, 2004, p. 525). Zweitens wurden mit dem NDEA Fernsehsendungen produziert, die naturwissenschaftlichen Unterricht nachstellten. Drittens wurden sog. „Kit-Based Programs“ eingeführt. Vor allem die Lehrer der Primary Schools wurden durch die Zusendung solcher Hilfspakete mit Unterrichtsmaterialien aus Naturwissenschaft und Technik unterstützt (Wissehr et al., 2011, p. 374).

Die Inhalte dieser Zeit bauten sehr viel stärker auf naturwissenschaftlichem Fachwissen auf als heute. Das erste Journal der Science Education „School Science and Mathematics“, das Hausjournal der School Science and Mathematics Association (SSMA), druckte 1958 einen Artikel des Chemienobelpreisträgers Harold Urey (Urey, 1958). In diesem forderte er einen Wechsel des Erziehungsziels von Persönlichkeitsentwicklung zu wissenschaftlichem Wissen. Naturwissenschaft war nicht nur der Inhalt, sondern auch die Methode des Unterrichtens, das Inquiry-Based Learning, ein Lernen am Experiment, erlebte Aufwind (Wissehr et al., 2011, p. 374).

Paradigmatisch für die Didaktik dieser Zeit ist die Geschichte von Homer Hickam, der auf der National Science Fair 1960 mit einem Projekt zu Raketenexperimenten eine Goldmedaille gewann und so vom Sohn eines Zechenleiters in Colewood schließlich zu einem NASA-Mitarbeiter wurde (vgl. Hickam, 1998). Im „cold war of the classroom“ (J. R. Oakley, 1986, p. 346) wurde jeder Bürger in das naturwissenschaftliche Bildungssystem integriert und mit Fachwissen ausgestattet, um letztlich dann nur eine kleine Elite von Spitzenwissenschaftlern und -ingenieuren zu generieren, die aber wichtig für den Fortbestand der gesamten Gesellschaft war. Das entsprechende Schema der Wirkungen von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft aufeinander findet sich in Abbildung 34.

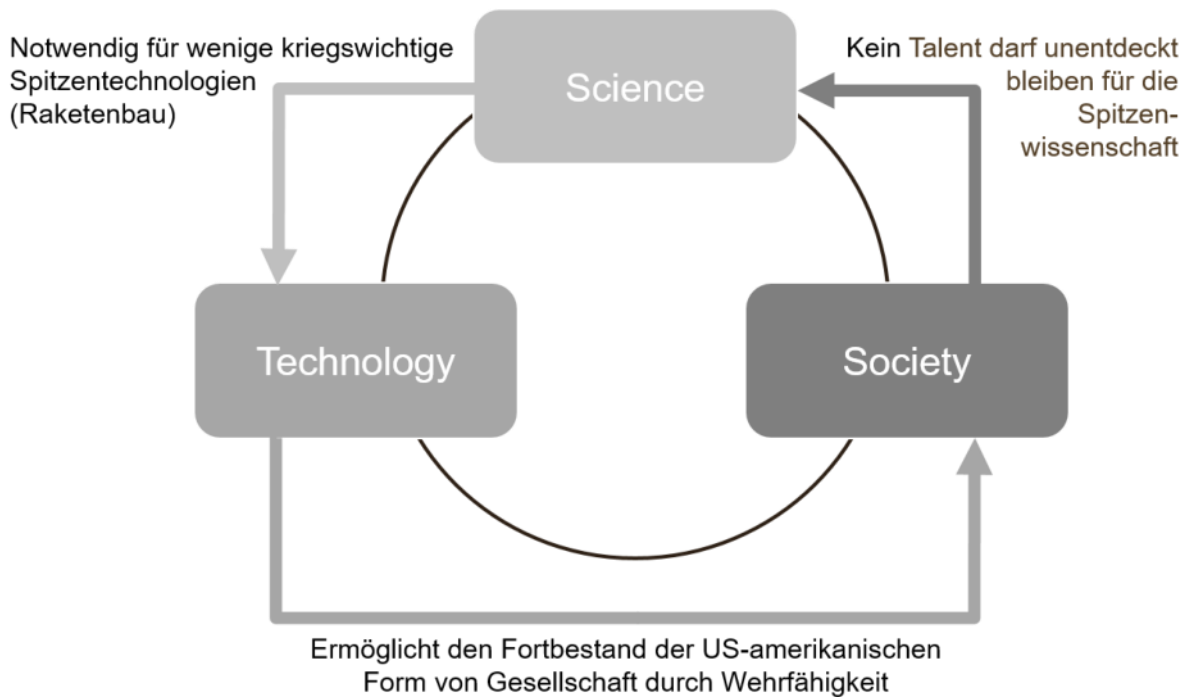


Abbildung 34: Mechanismen zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Technologie während des Goldenen Zeitalters der Science Education. Dieses System erhält sich selber. Eigene Darstellung.

Daraus ergibt sich ein katalytischer Prozess: Je wichtiger die Spitzentechnologien in der Wahrnehmung der Gesellschaft waren, desto stärker wurde der „Drain to Science“ und desto erfolgreicher wurden die Projekte zur Förderung. Katalysator war hier das positive Gesellschaftsbild demokratischer Erziehung im Gegensatz zu den Vorstellungen über das autoritäre, russische Erziehungssystem. In jedem einzelnen US-Bürger konnte das für den gesellschaftlichen Fortbestand entscheidende Ausnahmetalent schlummern. Hieraus folgte eine langanhaltende, nationale Aufmerksamkeit auf den Bereich von Wissenschaft und Technik, der auch nach Auslaufen des NDEA in 1962 stark finanziell gefördert wurde (Hutcheson & Kidder, 2011, p. 230). Die Erziehungstheorie des Golden Age war aber spätestens nach Ende des Weltraumwettlaufs und dem Beginn der Entspannungspolitik ihrer Grundlage beraubt.

3. 3. 3 Science-Technology-Society (STS)

Die Erziehungstheorie STS entstand zunächst aus dem Problem, Inhalte und Lernziele für fächerübergreifenden Unterricht zu entwickeln (Hurd, 1975), der mehr oder minder als Sparmaßnahme in den 70er Jahren eingeführt wurde. Weder die Fachbücher, die den universitären Disziplinen nachgebildet waren, noch die interdisziplinäre Forschung, die zu sehr an Spezialproblemen hang, schien hierfür geeignet. Ein anderer Ursprung war der Einfluss der Science Studies; Joan Solomon nennt hier besonders den Sammelband „Science, Technology, and Society“ von Rösing und Price (Rösing & Price, 1977) als ausschlaggebend...

„which examined the economic and political aspects of current science-based issues, as well as the history, sociology and philosophy of science itself.“ (Solomon, 1988, p. 267).

Die in den 70er Jahren aufkommenden Science and Technology Studies untersuchten die Interdependenzen von Wissenschaft und Gesellschaft mit soziologischen Mitteln. In diesem Zusammenhang ist die Reaktion der Science Education Community auf einen Bericht der National Science Foundation von 1983 mit dem Titel "Educating Americans for the 21st Century" höchst interessant. Dieser Bericht hatte im Kern wieder ein ähnliches Ziel wie der NDEA, aber war in 1983 auf andere Basis gestellt (National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics Science and Technology, 1983). Auch hier ist wieder „Science for All“ wegen einer internationalen Konkurrenzsituation gefragt, diesmal aber auf wirtschaftlichem Gebiet. Der Gegner ist vor allem die aufstrebende Technologienation Japan. Die National Science Teachers Association hat 2010 im Zuge von Project 2061, das auch wieder „Science for All“ vor dem Hintergrund wirtschaftlichen Rückfalls argumentiert, einen Sammelband zu „Science Education Leadership“ herausgegeben, in dem George DeBoer diesen Report in eine Reihe mit bisherigen Bemühungen stellt, alle Bürger in die Naturwissenschaft zu integrieren von der Sputnik-Ära bis zu Project 2061. Auch der NSF-Bericht erscheint vor dem Hintergrund pragmatisch-demokratischer Erziehung, inklusive Dewey-Zitat (DeBoer, 2010, p. 286). Ganz anders als noch im Golden Age war aber die Reaktion der in STS involvierten Science Education-Wissenschaftler der 80er Jahre auf diesen Bericht. Peter Fensham schreibt etwa über den 1983er Report:

"It is suprising to find this recurrence of such an uncritical stance about science in society in the 1980s, but the NSF report referred to above is indeed as devoid of reference to the disastrous state of the environment and the contribution of American industry and technology to it as were its 1960s counterparts." (Fensham, 1988, p. 3)

Die Wissenschaftler hatten aufgrund der Science and Technology Studies und der Erfahrung zentraler gesellschaftlicher Ereignisse mittlerweile ein gänzlich anderes Verständnis des Zusammenspiels von naturwissenschaftlicher Erziehung und Gesellschaft entwickelt, das Glen Aikenhead als „Citizen Science“ bezeichnete. Besonders die Kritik der 1970er Jahre an den Reformen der Sputnik-Ära, die neuen sozialen Bewegungen und die bleibende Hoffnung einer Minderheit von Lehrern „to present school science in a humanistic way (rather than the elitist pre-professional training through a 'pipeline')“, wären ausschlaggebend für STS gewesen (Aikenhead, 2003, p. 59). Durch die Vielzahl der Ansätze von STS wurde die Grundidee bis in die 90er Jahre zunehmend verwässert und in etliche Richtungen ausgedehnt, so dass es im Rückblick schwer ist, die zentralen Manifestationen hier festzumachen (vgl. Ziman, 1994).

In der Rückschau wird das Jahr 1985 als das große Jahr von STS herausgestellt. Gleich zwei Jahrbücher von Lehrerverbänden, der Association for the Education of Teachers in Science (AETS) und der National Science Teachers Association (NSTA), widmeten sich in diesem Jahr STS (Bybee, 1985a; James, 1985). Auslöser war ein technologischer Super-GAU, das sog. Bhopal-Unglück im Dezember 1984. Aus dem Werk des Chemiekonzerns Union Carbide im indischen Bhopal traten mehrere Tonnen Methylisocyanat nach einer exothermen Reaktion mit Wasser aus. Die schweren Verätzungen innerer Organe, die bei den fast eine halbe Million Verletzten und Toten festge-

stellt wurden, beruhten auf einem erst zehn Jahre nach dem Vorfall endgültig geklärten biologischen Prozess (Varma & Guest, 1993). Die Katastrophe fand breite mediale Öffentlichkeit wegen der Verantwortung, die der US-Konzern in dem damaligen Entwicklungsland Indien hatte. Diese Verantwortung nahm der Konzern in der Folge aber nur bedingt wahr. Das Unglück machte schlagartig drei Dinge klar:

- Naturwissenschaft und Technik sind immer Teil des Alltags. Die großen industriell-technischen Komplexe wie in Bhopal sind mitten in der Alltagswelt und haben Auswirkungen auf das tägliche Leben.
- Um Naturwissenschaft und Technik beherrschen zu können, braucht man naturwissenschaftliches Wissen. So musste man in diesem Fall z.B. wissen, wie genau die exotherme Reaktion abläuft, damit man mit ihr souverän umgehen kann – was in Bhopal nicht der Fall war.
- Als Bürger eines hochentwickelten Industrielandes trägt man darüber hinaus aber auch eine Verantwortung „as a citizen“. Jeder Bürger muss Naturwissenschaft und Technik einschätzen können, um sich im Zweifel begründet auch gegen sie entscheiden zu können.

Diese drei Punkte führten zu der Manifestation von STS, wie sie in Abbildung 35 dargestellt ist (vgl. Bybee, 1985a).

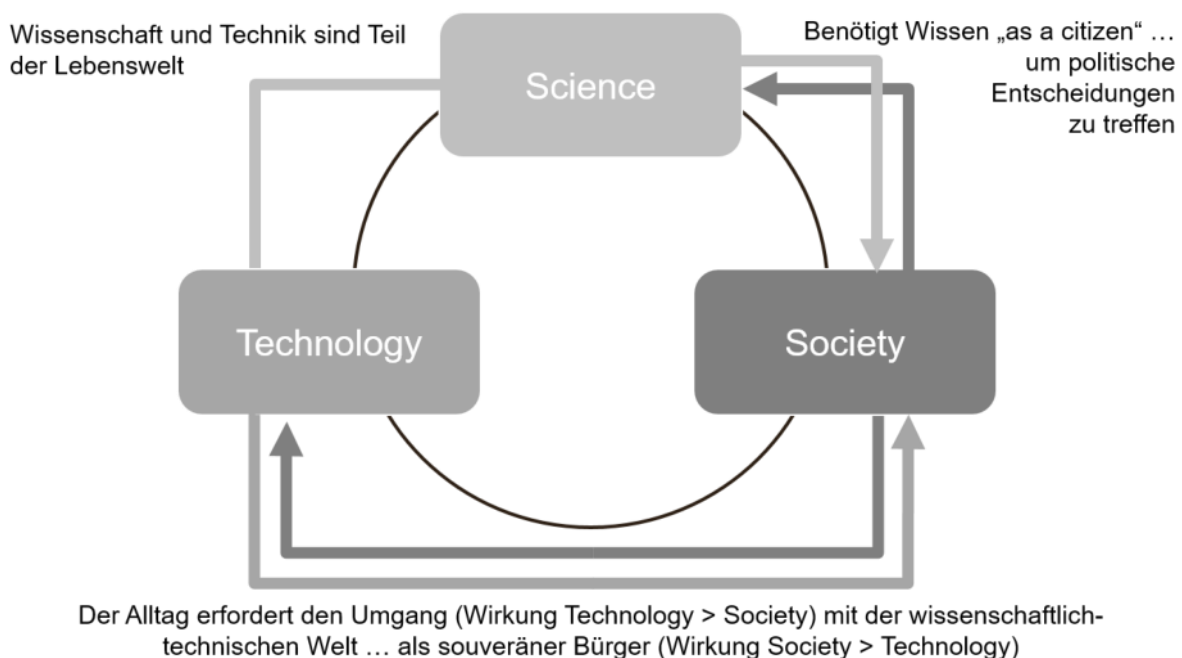


Abbildung 35: Inskription STS: Mechanismen zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Technologie in STS. Eigene Darstellung.

Man beachte, dass es hier zwei Logiken gibt. Zunächst ist da die vorangestellte Logik der Bürgerverantwortung. Die naturwissenschaftlich-technische Lebenswelt erfordert eine kritische Einschätzung, daher muss sich der Bürger mit Naturwissenschaft und Technik beschäftigen, um sie zu begrenzen. Diese Logik führt zu einer Mitigation von Naturwissenschaft und Technik in den Alltag. Dahinter aber liegt ein ganz ähnlicher, katalytischer Mechanismus wie im Golden Age of Science Education: Naturwissenschaft und Technik spielen eine große Rolle im Alltag, deshalb muss man sich mit ihnen beschäftigen, auch um sie einschätzen zu können. Naturwissenschaft und Technik *als Problem* erfordert hier die Erziehung und Bildung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Dadurch werden aber wiederum neue Naturwissenschaftler und Techniker herangezogen, die den Einfluss von Science and Technology auf die Gesellschaft weiter steigern. Die Science for All Programme des Science Education Leadership greifen hier also *genauso*. In späteren Manifestationen von STS wurden noch weitere Rückwirkungen eingebaut. So gibt es dann auch z.B. noch eine Rückwirkung der Technologie auf die Wissenschaft (Aikenhead, 2003, p. 64), aber im Kern zeigt Abbildung 35 die grundlegenden Mechanismen.

Vor dem *aktuellen* Stand der Science Studies könnte man in die Grafik auch noch eine weitere Rückwirkung der Gesellschaft auf die Technologie einzeichnen. Benutzer verändern nämlich ihre Artefakte wie Autos, Fahrräder oder Mobiltelefone und schaffen so selber Technologie durch Modifikation der Technik (W. E. Bijker, 2009; W. Bijker, Hughes, & Pinch, 1987; Kline & Pinch, 1996). Auch die soziale Konstruktion von Wissenschaft ist wohl im Schema nicht hinreichend bedacht (vgl. H. Collins, 2009). Im Kern bleibt aber der Mechanismus in dieser Form selbst nach einer Aktualisierung auf alle heute relevanten Wechselwirkungen erhalten: STS als politisches Problem im Nahbereich erfordert, dass jeder Bürger ein Wissen über die Naturwissenschaft besitzt, damit er seiner politischen Verantwortung nachkommen kann.

STS hat eine ganze Reihe von Kritik erfahren, an der auch neuere Modifikationen wie STSE (+Environment) nicht viel ändern konnten. Der STS-Anteil wurde in Schulbüchern teils weitgehend isoliert von gesellschaftlichen Problemen veranstaltet. Eine Chemiestunde über exotherme und endotherme Reaktionen, wäre z.B. nur durch einen Eingangsimpuls mit dem Unglück in Bhopal eingeleitet worden, nach dem dann wieder klassischer Fachunterricht folgte. Auch in STS gab es schon Design-Based Research Ansätze als „Action Research“ an gesellschaftlichen Problemen mit naturwissenschaftlichem Kontext im direkten Umfeld der Schule. Solche Einzelfälle waren aber äußeren Umständen geschuldet, z.B. dem Zufall, dass die technischen Anlagen der Schule nicht funktionierten und so selbst ein Umweltproblem auslösten (Pedretti & Hodson, 1995; Pedretti, 1997). Selten haben aber die großen, gesellschaftlichen Probleme die gewünschte Alltagsnähe zum Leben der Schüler (Shamos, 1995). Aus der Sicht meiner Analyse auf die Mechanismen der Manifestation von STS ist der bedeutendste Einwand gegen STS sicherlich, dass die Manifestation des Golden Age, die „Drain to Science“-Mechanik, wie eben bereits beschrieben hier indirekt immer noch aufrecht erhalten bleibt. STS ist daher anfällig für Feigenblatt-Argumente. So ist der Chemieunterricht am Bhopal-Unglück zu endothermen und exothermen Reaktionen

didaktisch zwar dazu gedacht, das jeder Bürger Naturwissenschaft und Technik kritisch einschätzen kann. Letztlich produziert er aber ein Wissen über die Chemie, das auch zur Grundlage der zukünftigen Arbeit bei einem Chemiekonzern werden kann, der die *nächste* Fabrik in Indien baut. Der humanistische Anspruch, den STS durchaus hatte, ist relativiert, weil die Mechanismen dieser Theorie und der Golden Age Erziehungstheorie, von der man sich ja eigentlich absetzen wollte, im Endeffekt ganz gut ineinandergreifen.

Wie in Kapitel 3. 3. 2. 1. 3 beschrieben, entstand in STS auch der Anforderungsmechanismus, der die Grundlage für die Vorstellung von Bildung in Scientific Literacy wurde. Die Alltagstechnik hat sich aber mittlerweile gewandelt, sie ist nicht mehr dieselbe kalte Großraumtechnologie der 1980er Jahre. Zwar gibt es immer noch Chemiefabriken, aber die uns im Alltag umgebende Technik ist heute deutlich freundlicher und zugänglicher. Haptische Interfaces und ihre Kombination mit Design nehmen der Technik ihre Bedrohlichkeit. Technik verschwindet zunehmend im Hintergrund, wie im Ubiquitous Computing, der Ausstattung vieler Alltagsgegenstände, z.B. Kühlschränken, mit Informationselektronik. Augmented Reality wird zunehmend dazu beitragen, die alltägliche Orte und Wahrnehmungen über Technologie mit Informationen anzureichern und so Technik und Wirklichkeit zu verschmelzen (Nordmann, 2008). Eine Kritik aus einer hermeneutischen Sicht, die von Technik auch zurücktreten kann, ist daher heute nicht mehr möglich (Gessmann, 2012). Von daher ist einer der Grundgedanken vieler frühen Ansätze der Science and Technology Studies mittlerweile überholt. Es gibt kein *Ausserhalb* von Technik und Wissenschaft mehr und damit auch keinen Standpunkt, den eine Kritik wie STS überhaupt noch sinnvoll einnehmen kann. Zusammengefasst: Technik ist heute kein Problem mehr – sie ist gar nicht mehr da, weil sie tatsächlich überall ist. Folgerichtig gibt es in SSI eine neuere Erziehungstheorie in der Science Education, die diese Probleme von STS zu lösen sucht.

3. 3. 3. 4 Socio-Scientific Issues (SSI)

Die jüngere Bewegung SSI macht ganz bewusst Opposition gegen STS und hat sich im Rahmen der jüngsten Bildungsreform gegen Mitte der 00er Jahre herausgebildet (Sadler & Dawson, 2011; Zeidler et al., 2005). Der hier entscheidende Faktor ist, dass naturwissenschaftliche Erziehung nicht mehr geschlossen verstanden wird. Im Golden Age und bei STS war alles, was man zum Umgang mit Naturwissenschaft und Technik braucht, in Naturwissenschaft und Technik *selbst* wieder enthalten. SSI bettet nun die erzieherische Funktion der Naturwissenschaft in einen größeren Kontext der persönlichen, kognitiven und moralischen Entwicklung ein. Diese Entwicklung wird psychometrisch gemessen, so dass man den tatsächlichen Anteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts hieran nachzeichnen kann. Modelle dazu basieren z.B. auf Kohlbergs Stufen der Moralentwicklung. Scientific Literacy ist dann kein Selbstzweck mehr, sondern hat auch eine Funktion innerhalb größerer Erziehungszusammenhänge. Abbildung 35 zeigt das Modell dieser sog. „Functional Scientific Literacy“ von Zeidler et al.

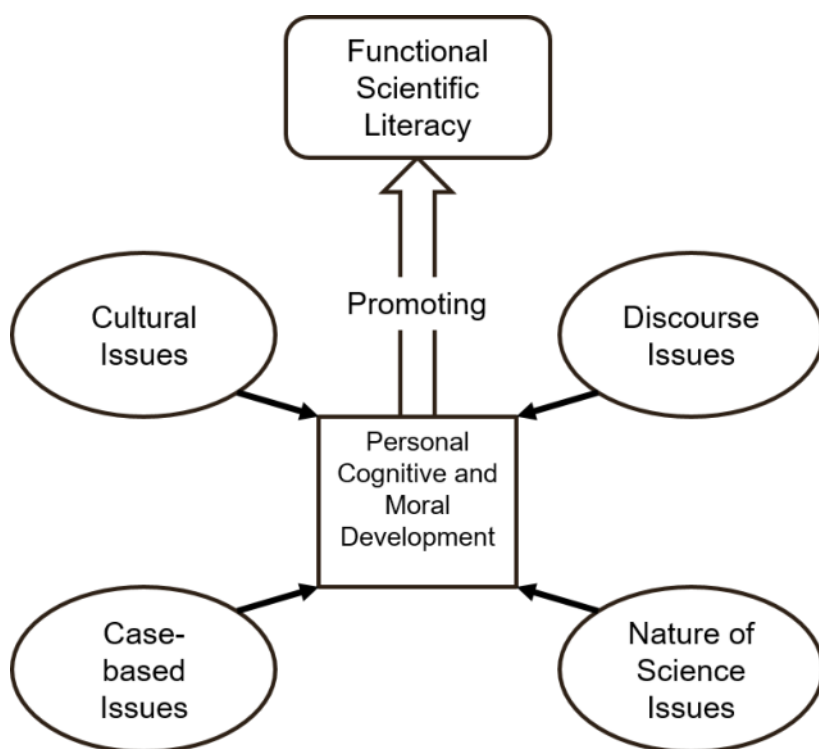


Abbildung 36: Inskription SSI: Mechanismus der „Functional Scientific Literacy“ in SSI. (Zeidler et al., 2005, p. 361). Eigener Nachbau der Grafik bei Zeidler et al..

Dieser in einem größeren Rahmen von Erziehung sinnvolle Teil naturwissenschaftlicher Bildung entsteht durch kognitive und moralische Entwicklung und kann nach SSI durch vier Arten der Thematisierung gesellschaftlicher Probleme im Unterricht erreicht werden. Case-Based Issues würden mit einem gesellschaftlichen Problem beginnen, etwa den Dilemmata der Humangenetik (Zohar & Nemet, 2002). Discourse Issues würden hingegen erst nach dem Inhalt eröffnet werden, etwa in einer Debatte über Gentherapie, nachdem die Grundlagen der Genetik behandelt wurden (Nielsen, 2012). In Cultural Issues würden verschiedene, kulturelle Perspektiven auf die Naturwissenschaft behandelt werden, wie etwa die „Native Science“ (vgl. oben). Nature of Science Issues würden schließlich genau die Probleme thematisieren, bei denen eine je andere Sicht auf die Natur der Naturwissenschaft das Ergebnis verändert (Simmons & Zeidler, 2003; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Ein solcher Fall, bei dem die Tragweite und Aussagekraft der Naturwissenschaft als Wissenssystem eine Rolle spielt, ist z.B. die Präimplantationsdiagnostik, in der auch z.B. religiöses Wissen einbezogen werden muss. Zunächst scheinen hiermit erst einmal eine ganze Reihe der Probleme vorheriger Theorien gelöst. Der „Drain to Science“ ist kein selbstgenügsamer Mechanismus, mit dem naturwissenschaftliche Erziehung doch wieder nur eine Erziehung zur Naturwissenschaft ist. Es gibt in SSI ein über-naturwissenschaftliches Erziehungsziel, nämlich die Moralerziehung. Das Forschungsprogramm der Nature of Science, das unten noch näher beschrieben wird, ist hier kein Gegensatz sondern integraler Bestandteil. Auch das Problem der Diversität der Gesellschaft wird hier angegangen und ganz treffend gelöst.

Harold Urey, der Nobelpreisträger in Chemie, der 1958 im Golden Age die Rede gegen die Moralerziehung und für mehr wissenschaftliches Wissen gehalten hat (s.o.), hätte mit SSI allerdings arge Probleme. Nach SSI wird nämlich der relevante inhaltliche Teil der Bildung eingedampft auf die Teile, die zur Moralerziehung dienen. Vor dem STEM-Education Hintergrund müsste dann tatsächlich die wirtschaftliche Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik als Kulturgut offen angesprochen werden, um auch die Teile naturwissenschaftlicher Bildung zu rechtfertigen, die schwer zu lernen sind, für die kein Interesse besteht, die nicht der Moralerziehung dienen und mit deren Hilfe man nichts über die Natur der Naturwissenschaft lernt – das sind meiner Einschätzung nach in gegenwärtigen Curricula aber ein großer Teil. Sie hätten keinen erzieherischen Rückhalt mehr nach SSI.

3. 3. 3. 5 Nature of Science (NOS)

Ich hatte oben bereits die zentrale, korrigierende Funktion, die der Nature of Science Diskurs innerhalb der Erziehungstheorien besitzt, angesprochen. Ebenso habe ich gezeigt, dass mit SSI durchaus eine Integration von NOS in diese Theorie möglich und plausibel ist. Die Frage nach der Natur der Naturwissenschaft ist heute in der Science Education tief verwurzelt und eines ihrer größten Forschungsprogramme. Dabei muss man zuerst dem Missverständnis vorbeugen, das NOS in der Science Education lediglich den aktuellen Stand der Wissenschaftstheorie über das Wesen der Naturwissenschaft ausliest und in didaktische Einheiten überträgt – danach wäre NOS eigentlich auch nur eine Stoffdidaktik (vgl. Kap. 2. 3. 3. 1). Stattdessen gibt es aber eine Korrespondenz der didaktischen Vermittlung, die es rechtfertigt sie als Erziehungstheorie einzusortieren, die Norman G. Lederman in seinen drei didaktischen Fragen von 2004, quasi einer NOS-Sachanalyse, gefasst hat:

- „1. Is knowledge of the aspect of NOS accessible to students (can they learn and understand)?
- 2. Is there general consensus about the aspect of NOS?
- 3. Is it useful for all citizens to understand the aspect of NOS?“ (Lederman, 2004, p. 304)

Ledermans dritter Punkt hier beschreibt genau die erzieherische Perspektive, die NOS in sich trägt. Hiernach ist also für die Auswahl eines NOS Aspektes wichtig, ob mit diesem Wissen eine nützliche Wirkung „For All Citizens“ erzielt werden kann. NOS ist heute ein Teil vieler großer Assessments und Standards und wird auf zwei Arten eingebunden: eine operative NOS und eine evaluative NOS.

3. 3. 3. 5. 1 Die Operative Seite der Natur der Naturwissenschaft in NOS: Knowing How to Do Science

Die stärker an Science Literacy orientierten Tests wie TIMSS räumen der operativen Seite der Natur der Naturwissenschaft einen Platz ein, der zunehmend größer wird:

“In 2015, TIMSS Science also will assess science practices. These practices include skills from daily life and school studies that students use in a systematic way to con-

duct scientific inquiry and that are fundamental to all science disciplines. Increasing emphasis has been placed on science practices and science inquiry in many countries' current science curricula, standards, and frameworks" (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), 2013, p. 31)

Schon im Goldenen Zeitalter der Science Education, spielte ein operatives Wissen über die Naturwissenschaft, die Fähigkeit zum Experimentieren, eine zentrale Rolle. Im NOS Diskurs und auch in den großen Assessments wird kaum noch eine Unterscheidung gemacht zwischen *Episteme* und *Techne*, Theorie und Praxis, oder „Knowing How“ und „Knowing That“ (Ryle, 1949, 1971). Die meisten Dispositionen, das war im Kern auch die Idee des Philosophen Gilbert Ryle, sind eine Kombination aus beidem. Für Didaktik ist es daher sinnvoll mit dem Wissen gleichzeitig auch die operative Seite seiner Erzeugung zu behandeln. Der gegenwärtige Konsens der Science Education ist es, beides gleichzeitig zu lehren. Die Naturwissenschaft ist also kein Wissenssystem aus Fakten, sondern eine „Working Knowledge“. Das reiht sich natürlich ein in den pragmatischen Unterton aller Erziehungstheorien der Science Education bisher. Vom Golden Age bis zu SSI kann die Naturwissenschaft immer auch als „Enquiry Into Enquiry“ gelehrt werden (Schwab & Brandwein, 1962). Auf dieser Basis existiert bis heute das Forschungsprogramm namens Inquiry-Based Learning. Neuere Versionen von NOS dehnen den Begriff von Scientific Practices weiter aus und integrieren die Quasi-Forschung, wenn Schüler z.B. Experimente durchführen, mit der Quasi-Rechtfertigung der Ergebnisse, wenn Schüler z.B. Ergebnisse bewerten und kommunizieren. Auch diese Teile gehören in den neueren Bildungsstandards zum „Knowing How“ (National Research Council, 2012). Richard Duschl ist der wichtigste Vertreter einer Position im NOS-Forschungsprogramm, die davon ausgeht, dass letztlich *alles*, was epistemisch über die Naturwissenschaft gelehrt werden muss, in kongruenter Weise auch in den Dualismus von „Knowing How“ und „Knowing That“ integriert werden kann und so z.B. Lernprogressionen möglich sind, die auch das Wissen über die Naturwissenschaft beinhalten (Duschl & Grandy, 2013; Duschl et al., 2011). Die operative Seite von Nature of Science ist dann im Unterricht immer ein impliziter Lerninhalt. Man lernt z.B. etwas über das Experimentieren, indem man ein bestimmtes Experiment etwa zu endothermen und exothermen Reaktionen macht. Auch diese operative Seite hat einen erzieherischen Aspekt; so ist zum Beispiel in STS die Idee verwurzelt, dass Bürger, wenn sie sich denn bei einer gesellschaftlichen Entscheidung unsicher sind, in der Lage sein müssten, selber ein Experiment durchzuführen, um ihre politische Entscheidung wissenschaftlich zu untermauern. In der Science Education ist Derek Hodsons Unterscheidung von „Learning Science“ (konzeptuelles und theoretisches Wissen), „Learning About Science“ (Natur und Methoden der Naturwissenschaft) und „Doing Science“ (Fertigkeit und Vertrauen selbst Naturwissenschaft betreiben zu können) schon seit längerem verbreitet (Hodson, 1993). Ergänzt wird sie in jüngerer Zeit durch eine gesellschaftliche Perspektive: „Engaging in Sociopolitical Action“ (moralisches Handeln in naturwissenschaftlich-technischen Gesellschaftszusammenhängen) (Hodson, 2011). In Duschls Idee des impliziten Lernens der Natur der Naturwissenschaft über ein integriertes Prozess- und Inhaltswissen sollen alle diese vier Lernziele gleichzeitig erworben werden, indem man Naturwissenschaft *betreibt*.

3. 3. 3. 5. 2 Die evaluative Seite von Nature of Science in HPS und NOS: Knowing about Science

Daneben gibt es aber derzeit noch zwei Positionen, die die Natur der Naturwissenschaft als "Knowing About" auch *explizit* im Unterricht thematisiert wissen wollen. Hier tritt der Lernende quasi zurück und betrachtet die Naturwissenschaft von außen. Die eine Position, die vor allem von Michael Matthews vertreten wird, will insbesondere die Wissenschaftsgeschichte der Naturwissenschaft in der korrigierenden Funktion der History and Philosophy of Science erhalten. Das ist das Forschungsprogramm HPS, das in der Suche gefunden wurde. HPS will „Features of Science“ durch den historischen Längsschnitt herausarbeiten (M. Matthews, 2012). Ein solcher Unterricht kann auch in einer interessegeleiteten Perspektive und in einem Erziehungsverständnis, das über die Fachgrenzen hinaus geht, reizvoll sein und es gibt mittlerweile auch einige Design-Beispiele hierzu (z.B. Höttecke, Henke, & Riess, 2012).

Die zweite Position, die NOS selbst auch zum Thema und Ziel des Unterrichts machen möchte, nimmt die integrierende Funktion im Querschnitt war. Auch hier ist NOS mehr als nur die Praxis aus „Knowing How“ und „Knowing That“, wie Fouad Abd-El-Kalick betont:

„Equating NOS with scientific practice is an unfounded and unfruitful approach to teaching and learning about NOS in precollege classrooms.“ (Abd-El-Khalick, 2011b, p. 371).

Diese vor allem durch Fouad Abd-El-Kalick und Norman Lederman im NOS Forschungsprogramm vertretene Position sucht nach einem Minimalkonsens der Wissenschaftstheorie, um Schülern und Lehrern eine Leitlinie an die Hand zu geben, was die Natur der Naturwissenschaft eigentlich ist und wo ihre Grenzen verlaufen. So ist hier aus der Warte der Wissenschaftstheorie auch eine moralerzieherische Position wie in SSI möglich, in der die Naturwissenschaft zu einem kritischen Gegenstand wird. In dieser Forschung war es besonders wichtig zu zeigen, dass „Knowing About Science“ selbst ein epistemisches Konzept ist, einen Einfluss auf Konzepte der Schüler hat und auch Lehrer hier Fehlvorstellungen besitzen (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Abd-El-Khalick, 2001, 2005). Es gibt mittlerweile mehrere verschiedene Assessments für dieses *explizite* Wissen über die Natur der Naturwissenschaft (Allchin, 2011; Lederman et al., 2002). Der explizite NOS-Ansatz ist aber vor das Problem gestellt, dass er eine Antwort geben muss auf die Frage: Was ist die Natur der Naturwissenschaft? Das gilt freilich in dem eingangs von Lederman beschriebenen, didaktischen Sinn und nicht als Conclusio der Wissenschaftstheorie. Aber auch hier gilt es konstruktivistische (Tobin & Tippins, 1993; Tobin, 2012) und antikonstruktivistische (J. F. Osborne, 1996) Positionen zu vereinen. In den vergangenen Jahren wurden zunehmend Listen veröffentlicht, die deutlich Stellung beziehen (Abd-El-Khalick, 2011a; Niaz, 2009). Am bekanntesten und umstrittensten sind die sog. „Ledermans Seven“ über die Natur der Naturwissenschaft (Abbildung 36).

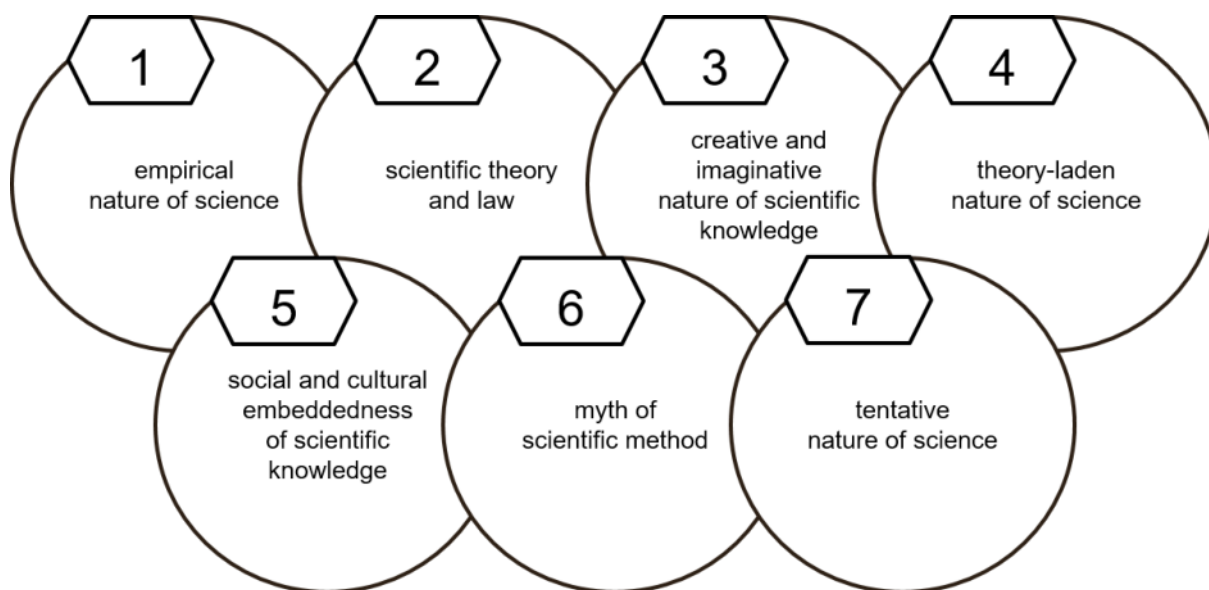


Abbildung 37: Inskription NOS: Ledermans Seven. (zusammengefasst in Duschl & Grandy, 2013, p. 2123f; Lederman et al., 2002) Eigene grafische Darstellung.

„Ledermans Seven“ sind die stärkste Manifestation im NOS-Diskurs; diese Punkte sind Inskriptionen in den Diskurs der Natur der Naturwissenschaft. Auffällig ist, dass diese Liste vor allem eine Einschränkung der epistemischen Reichweite der Erkenntniswerte der Naturwissenschaft vermittelt und so auch wieder gut zur Kritik von Naturwissenschaft und Technik im Alltag dienen kann. „Ledermans Seven“ sind auch die Grundlage des VNOS-Tests, dem bekanntesten NOS-Assessment. Sowohl von Duschls praktischer Position, als auch von Matthews historischer Position aus wurde diese Liste attackiert. Man könne die Natur der Naturwissenschaft nur als „complex settings of cognitive, epistemic and social practices“ (Duschl & Grandy, 2013, p. 2132) oder als „Features of Science“ (M. Matthews, 2012) begreifen, nicht aber als überzeitlichen Katalog von Eigenschaften. Ob Lederman wirklich einen zumindest mittelfristig gültigen Minimalkonsens gefunden hat, bleibt offen. Einige Punkte, etwa die Theoriebeladenheit der Naturwissenschaft, sind im Diskurs der Wissenschaftstheorie mittlerweile schon wieder überholt. Andere Punkte hier, etwa der Mythos der wissenschaftlichen Methode, sind hingegen so weit verbreitete Fehlannahmen über die Natur der Naturwissenschaft, dass es wohl auch in der nächsten Generation noch sinnvoll ist, sie im Unterricht zu behandeln.

3. 3. 3. 6 Fazit Erziehungstheorien

Bei den Erziehungstheorien herrscht die schon eingangs mit dem Bild des Sisyphos bei Bybee eingeführte Besonderheit, dass diese sich mit den Reformen im US-Bildungssystem historisch abwechseln. Es gibt insofern hier auch Varianten, die schlicht nicht mehr auf die Gesellschaft passen. Die Golden-Age Erziehungstheorie hat wohl nur vor dem Hintergrund des Kalten Krieges Sinn gemacht. Vor dem Hintergrund des Wechsels der Reformen ist allerdings auch fraglich, wie instruktiv heute noch die STS-Theorie ist, deren Wurzeln in den 80er Jahren liegen und die nach wie vor die Basis beispielsweise für den PISA-Test stellt. STS basiert insbesondere auf der fraglichen Idee, dass eine kritische Einschätzung von Naturwissenschaft und Technik

nur wieder durch naturwissenschaftliches Wissen möglich ist. Hier scheint die SSI-Theorie realistischer. STS ist darüber hinaus auch für den problematischen Mechanismus der Anforderung von Kompetenzen im Alltag aus Kap. 3. 3. 2. 1. 3 verantwortlich. Insgesamt ist STS wohl auch deshalb überholt, weil das hier vermittelte Bild von Naturwissenschaft und Technik im Alltag nicht mehr der Realität entspricht. Technologien sind niedrigschwelliger und – wenn man diesen sozialen Begriff hier verwenden möchte – „freundlicher“ geworden; es gibt nicht mehr die Idee eines Ausstiegs oder Rücktritts von der Technik, der für STS noch ganz grundlegend war (vgl. hierzu auch die neueren Arbeiten von Birgit Recki und Rahel Jaeggi). Danach ist STS als Erziehungstheorie heute schlicht gesellschaftlich überholt – ihre gegenwärtige Bedeutung als Theorie hinter PISA-Science ist fraglich.

In den Nature of Science Theorieansätzen gibt es hingegen verschiedene Positionen, die auch noch gegenwärtig Bedeutung haben. Der operative Ansatz bei Duschl, der eine implizite Form der Natur der Naturwissenschaft über z.B. das aktive Experimentieren lehren möchte, steht dem Ansatz einer expliziten Thematisierung von Nature of Science bei Abd-El-Khalic/Lederman und Matthews gegenüber. Der explizite Ansatz Ledermans stellt dabei auch einen Minimalkatalog dessen auf, was die Naturwissenschaft tatsächlich vor dem Hintergrund ihrer didaktischen Vermittlung überzeitlich sein soll (Ledermans Seven). Das steht im Widerspruch zu Matthews Position aus dem HPS-Forschungsprogramm, der eher den historischen Wandel von Aspekten der Naturwissenschaft in das Zentrum rückt. Es gibt wohl innerhalb der NOS-Ansätze wie schon bei den unterschiedlichen Interesse- und Conceptual Change-Ansätzen in den vorigen Kapiteln auch hier die Möglichkeit, die drei streitenden Positionen durch Fallunterscheidung zu integrieren. Für eine solche Unterscheidung gibt es bereits auch ein praktisches Beispiel (Allchin, Andersen, & Nielsen, 2014). Alle drei NOS-Ansätze nehmen unterschiedliche Funktionen wahr. Während die praxisintegrative Perspektive von Duschl an Lernprogressionen und Kohärenz mit Lerntheorien arbeitet, operieren die anderen beiden Perspektiven vor allem als Erziehungstheorie und sind Korrektive für gesellschaftlich orientierte Theorien im Feld. Während der HPS-Ansatz von Matthews zeigen kann, dass Naturwissenschaft nicht immer in jeder Gesellschaft und zu jeder Zeit gleich war, kann NOS nach Abd-El-Khalick und Lederman das überzeitliche Wesen der Naturwissenschaft darstellen, um so epistemische Überschätzungen zu relativieren.

Insgesamt sind die Erziehungstheorien einerseits dazu da, einen Großteil der Bevölkerung an Naturwissenschaft und Technik heranzuführen (Golden-Age, STS, zum Teil auch noch SSI), andererseits aber auch ein Korrektiv für die Heilsversprechen des Fortschritts zu bieten (STS, NOS). So muss man das vielfach bediente Idealbild des Lehrers als überzeugt von seinem eigenen Fach doch stark relativieren. Folgt man den Erziehungstheorien der Science Education hier, so ist ein zentrales Erziehungsziel ein kritisch-reflexives Wissen über den begrenzten Erkenntniswert und die Wirren der Produktionsbedingungen von Naturwissenschaft und Technik. Der unreflektiert von der Naturwissenschaft begeisterte Physiklehrer, wie er noch im Golden Age unterrichten konnte, ist schon seit den 80er Jahren geradezu eine Horrorvision der Didaktiker.

Damit ist auch die Analyse des letzten Teilgebiets der Science Education abgeschlossen. Erziehungstheorien sind die Richtschnüre des Feldes. Scientific Literacy oder der PISA-Test wären ohne STS z.B. nicht denkbar gewesen. Die Erziehungstheorien sind auch gleichzeitig das älteste Feld der Science Education – man kann behaupten, dass die Science Education erst im Golden Age entstanden ist. Ich habe gezeigt, wie stark die Erziehungstheorien von der jeweiligen Gesellschaft abhängen. Vor diesem Hintergrund ist ganz erstaunlich dass etliche Länder – auch Deutschland – das amerikanische Modell schlicht übernehmen und keine eigenen Theorien vor diesem Hintergrund entwickeln, die besser auf ihre jeweilige Gesellschaft passen.

3. 4 Zusammenfassung: Lernen, Bildung und Erziehung

In den vorgängigen Analysekapiteln habe ich die epistemische Struktur der Science Education in Abgleich mit den Grundbegriffen der Allgemeinen Erziehungswissenschaft gebracht. Zunächst sind ein paar Anmerkungen zum generellen Aufbau dieser Struktur und zu ihren inneren Verhältnissen notwendig. Das grundlegende Feld der Science Education sind die Lerntheorien. Blankertz Vermutung bestätigt sich:

„selbstverständlich enthält eine jede Didaktik, ja jeder pädagogisch gemeinte Zusammenhang eine ausgesprochene oder unausgesprochene Vorstellung von ‚Lernen‘, die im weiteren Sinne des Wortes als ‚Theorie‘ bezeichnet wird“ (Blankertz, 1975, p. 90)

Dies ist innerhalb des Theory Compounds auch der wichtigste Bestandteil, denn selbst mit einer starren Vorstellung von Science Literacy, die gesellschaftliche und soziale Bedingungen des Lehrens und Lernens weitgehend ausblendet, ist eine konventionelle und restriktive Version einer vollständigen Didaktik schon bereitgestellt, mit der man einen vollständigen Unterricht planen kann.

Schon bei den Lerntheorien wurde aber deutlich, dass selbst hier die Forschung nicht ohne ein Verständnis von Didaktik als sozialer Situation machbar ist. Das zeigt sich einerseits an den vielen Problemstellen der Conceptual Change Theorie, andererseits aber auch am Model-Based Reasoning, das die rein kognitive Dimension des Lernens in den sozialen Raum der Interaktion mit Modellen erweitert. Die Conceptual Change Forschung geht ihrerseits immer stärker in die Richtung eines Design-Based Research mit zusätzlichen Artefakten oder Methoden wie Vosniadous generischem Fragen. Die schlichten Concept Inventorys, die ihren Weg in die Assessments gefunden haben, spiegeln diese Situation nicht wieder. Wie in den anderen Bereichen ist ein erstaunliches Maß an Philosophie und Geschichte der Wissenschaft notwendig, um überhaupt das Lernen der Naturwissenschaft zu erforschen. Darüber hinaus sind Querverbindungen in die theoretische Philosophie sichtbar wie bei Careys Quinian Bootstrapping. Auffällig ist, wie material diese Dimension sich darstellt; Lernen scheint in der Science Education weitgehend an Dinge gebunden zu sein. Es war zwar schon eine meiner Vorannahmen, dass die Science Education sich mit Austins „Medium-Sized Dry Goods“ befasst. Das Model-Based Reasoning basiert aber vollständig auf manifesten Dingen, eben Modellen, und ihrer Veränderung. Auch in der Conceptual

Change Forschung gibt es kaum ein neueres Forschungsdesign ohne Artefakte oder Gegenstände, *an denen* dann das Lernen stattfindet.

Der Bereich der Bildungstheorien hat in der Science Education eine Entwicklung durchlaufen und ist zunehmend komplexer geworden. Auch hier gewannen soziale Faktoren an Bedeutung. Mit Wegfall des Alltagsanforderungsmechanismus hat man keine objektive Umgebung mehr, die Scientific Literacy erfordert, so wie die Zeichen im Supermarkt Lesen, Schreiben und Rechnen erfordern. Dabei nimmt das Interesse eine neue Schlüsselfunktion ein. Nur derjenige bedient sich naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Alltag, der auch ein Interesse an diesem Wissensgebiet hat. Das Interesse ist in der Science Education ein klar umgrenztes Konstrukt und allein durch die Person-Object-Theorie bestimmt. Es kann hiernach in vier Stufen erzeugt werden. In der Psychologie des Interesses konkurriert diese Vorstellung allerdings mit Ideen von Interesse als Emotion und Interesse als Eigenschaft von Gegenständen. So ist Interesse nicht einfach erzeugbar und ist vor allem keine psychische Eigenschaft (Trait) von Personen. Sie hängt an mehreren Bedingungen, die sich in einer sozialen Situation immer erst noch entfalten (Swedberg, 2003). Learning Progressions sind eine Kritik an der wenig konkreten Formulierung von Kompetenzen in Bildungsstandards, ergänzen diese aber, insofern sie Wege in die Richtungen zeigen, die durch die Kompetenzen im Raum der Bildung vorgegeben sind. Diese Progressionen werden zunehmend als Design-Based Research im Team mit Lehrenden und im Unterricht erforscht. Weil diese Lernprogressionen nicht nur als Progressionen des Lernens, sondern immer auch als Progressionen des *Lehrens* verstanden werden müssen, ist diese Forschung zwingend in eine Didaktik als soziale Situation eingebettet.

Die Erziehungstheorien haben sich als stark gesellschaftsabhängig gezeigt – auch in Feldern, in denen man dies nicht unbedingt erwarten würde. So ist auch Nature of Science, ein Feld, das sich im Kern mit einem Abstraktum beschäftigt, stark gesellschaftlich eingebunden. Das Diktum „Science Is Tentative“ z.B. (Lederman et al., 2002) widerspricht dem Feld der Interessecforschung. Warum sollte man sich für etwas interessieren, das nur vorläufige Ergebnisse liefern kann? Als Kritik des Einflusses von Naturwissenschaft und Technik macht dies aber durchaus Sinn. Dieses Feld könnte sich selbst auch noch stärker als Erziehung wahrnehmen. Insgesamt sieht man spätestens in den Erziehungstheorien die Notwendigkeit von Einzelforschungen, die von Gesellschaft zu Gesellschaft variieren. Bilder der Natur der Naturwissenschaft und Socioscientific Issues in Deutschland und Indien sind schlichtweg nicht gleich, weil diese Gesellschaften so verschieden sind. Auffällig ist, dass das Feld der Erziehungstheorien mit SSI nicht mehr in sich geschlossen ist und sich einer vorgelagerten Moralerziehung bedient. Mit dieser Theorie ist das Feld tatsächlich nicht mehr in sich geschlossen und die Science Education wäre in sich nicht vollständig. Wenn man auf SSI den Fokus legt, dann müssten letztlich zumindest Außenbeziehungen zu Theorien der Moralentwicklung und zu den Fächern des moralisch-evaluativen Bereichs aufgenommen werden.

Man kann die Struktur von Lernen, Bildung und Erziehung vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse auch in drei Hauptbezügen noch einmal neu fassen:

- Lernen: der materiale Bezug von Didaktik,
- Bildung: der soziale Bezug von Didaktik,
- Erziehung: der gesellschaftliche Bezug von Didaktik.

Als Fazit der Diskursanalyse lässt sich sagen, dass die Vielzahl und Aspekte dieser Didaktik das Maß jeder Form Allgemeiner Didaktik zuvor sprengen. Mit der Science Education ist daher ein – tatsächlich in der Didaktik vorher so noch nie erreichtes – Differenzierungsmaß des Redens über das Lehren und Lernen erreicht. Sie *übererfüllt* also die Kriterien, die ich zu Beginn der Analyse aufgestellt habe. Die epistemischen Strukturen Allgemeiner Erziehungswissenschaft konnten sehr weitgehend angewendet werden; es gab in jedem Bereich gleich mehrere Theorien, die auch in Konkurrenz zueinander standen und/oder sich komplementär zueinander verhielten. In allen drei Feldern gibt es jedoch einen psychologistischen Zusammenhang, der immer wieder – bei Conceptual Change, beim Interesse, bei der zwingenden Psychometrisierung von NOS im VNOS-Test – eine Rolle spielt. Die Science Education könnte wahrscheinlich mit einer stärker soziologisch orientierten Perspektive viele ihrer internen Probleme lösen.

An dieser Stelle möchte ich nahelegen, über mögliche Konsequenzen des Bildes dieser Analyse nachzudenken. Ich will zwei hypothetische Szenarien modellieren, um weitere Perspektiven der Science Education in der Didaktik aufzumachen: Das Szenario einer Bereichsdidaktik und das Szenario einer Übertragung der Struktur auf jede Didaktik.

3. 4. 1 Science Education als Bereichsdidaktik

Die Idee einer Bereichsdidaktik liegt bei der Science Education nahe, sind doch die Fachgrenzen der einzelnen Naturwissenschaften in dem gesamten dritten Kapitel nie Thema gewesen. Jede der fachdidaktischen Theorien hier trifft auf alle Naturwissenschaften zu. Einige Lehrpläne gehen bereits in die Richtung einer Bereichsdidaktik dieser Fächergruppe, wie der amerikanische K-12 Lehrplan, wenn er fachübergreifende „Crosscutting Concepts“ als Ziel formuliert:

„we describe concepts that bridge disciplinary boundaries, having explanatory value throughout much of science and engineering. These crosscutting concepts were selected for their value across the sciences and in engineering. These concepts help provide students with an organizational framework for connecting knowledge from the various disciplines into a coherent and scientifically based view of the world.“ (National Research Council, 2012, p. 83)

Mit STEM-Education stellt sich zwar darüber hinaus noch die Frage, wie die Ingenieurwissenschaften und die Mathematik integriert werden könnten. Gerne wird aber an dieser Stelle ein kognitionspsychologisches Argument verwendet, dass das Denken in sog. Domänen einteilt, wobei Mathematik, Technik und die Naturwissenschaften eng beieinander lägen (vgl. Schnotz, 2006). Diese Idee ist aber wohl problematisch. Es ist zwar einleuchtend, dass Domänen im Geist sich nicht an den historisch gewordenen Disziplinargrenzen von Universitätsfächern orientieren. Wenn Konzepte

aber nicht an Disziplinargrenzen wie der Physik aufhören, warum dann an der doch recht willkürlichen Grenze von STEM? Innerhalb des Feldes der Naturwissenschaft gibt es weitere Binnendifferenzierungen, die auch andere Trennungen möglich machen. So ist vor allem ein Unterschied in der konzeptuellen Struktur zwischen den materiellen oder physischen Wissenschaften (Physik, Chemie, Geologie etc.) und den Lebenswissenschaften (Biologie, Medizin, Pharmazie etc.) gut argumentierbar. Gegenwärtig verwenden die Forschungen zu Konzepten und Modellen in den Lerntheorien der Science Education immer noch fachlich bezogene Forschungsdesigns, die an Inhalte und Geschichte einer spezifischen Wissenschaft rückgebunden sind. Lange Zeit war dies fast ausschließlich die Physik.

Der fächerübergreifende Unterricht findet sich tatsächlich innerhalb der Erziehungstheorien ganz explizit als eine der Vorläuferideen von STS (D. J. Kuhn, 1972). Auch wenn damals die vielen neuen gesellschaftlich relevanten Problemfelder übergreifender Natur waren und sicherlich bis heute noch sind, sind doch die Dinge dahinter in eine Fachkultur eingebunden, die ihre Grenzen hat. Die Organisation des Wissens und die Organisation der Wissenschaft einer Gesellschaft sind eng verknüpft – wie sehr zeigen etwa die Science Advisory Boards, der Untersuchungsgegenstand von Sheila Jasanoff in den Science and Technology Studies (Jasanoff, 1990).

Letztlich möchte ich noch ein rein praktisch-prospektives Argument an dieser Stelle verwenden, warum die deutschen Fachdidaktiken nicht zu einer Bereichsdidaktik auf Basis der Einheitlichkeit der Science Education gebündelt werden sollten. Dies würde letztlich zu einer schulischen Zusammenlegung der Fächer führen, die wohl zwangsläufig auch zu indirekten Sparmaßnahmen beiträgt. Das widerspricht aber der politischen Emphase auf STEM.

3. 4. 2 Science Education als Struktur jeden Wissens um Didaktik

Das Ziel der hier vorgelegten Analyse war es, die epistemische Struktur der Allgemeinen Erziehungswissenschaft auf die Science Education anzuwenden. Diese Struktur ist von Grund auf bereits so angelegt, dass sie im Prinzip auf jede Didaktik passt. Die Vorannahme war ja alleine schon, dass jede Didaktik zumindest eine Lerntheorie, Bildungstheorie und Erziehungstheorie braucht. Auch die Fassung als materialer, sozialer und gesellschaftlicher Bezug der Didaktik ist wohl universell. Die Didaktik des Faches Deutsch muss sich gesellschaftlich verhalten und tut dies, wenn sie z.B. politische Reden analysieren lässt. Auch hier gibt es in der Sprachwissenschaft materiale Gehalte. Konzepte als Grundlage der Science Education sind in der Kognitionspsychologie ein „Cornerstone“ des Verständnisses jedweden Lernens, wie Elsbeth Stern und Michael Schneider es formuliert haben (M. Schneider & Stern, 2010). Eine Übertragung der Lernforschung der Science Education auf andere Fächer ist vor diesem Hintergrund grundsätzlich möglich und wird so auch bereits praktiziert. Ein frühes Beispiel ist Georg Weissenos Concept Inventory zur politischen Bildung (Weissenso & Eck, 2010).

Es gibt in Deutschland Fachtraditionen, die sich stark gegen den spürbaren Einfluss der naturwissenschaftlichen Didaktiken zur Wehr setzen (Demantowsky, 2013; Tiedemann, 2011). Es ist fraglich, ob manche Fachdidaktiken sich dadurch nicht selbst Entwicklungsmöglichkeiten nehmen. Man kann sicherlich zumindest vermuten, dass auch z.B. Historiker Konzepte haben, etwa Konzepte von einer Revolution. Auch dieses Fach muss zwischen der eigenen Wissenschaft und dem gesellschaftlichen Auftrag vermitteln. Es gibt unter den Fächern, die sich am stärksten einer Lehr-Lern-Forschung verwehren mit der Philosophie ein Fach, das eigentlich ganz stark konzeptuell arbeitet. Hier gibt es zwar anders als in der Science Education kaum so gesicherte Konsense über den aktuellen Wissensstand im Fach, dennoch habe ich an anderer Stelle bereits die Möglichkeiten einer Übertragung angedacht (Bohlmann, 2014). Offen ist wie ein ästhetisches Lernen oder körperliche Lernformen in das von der Science Education vorgezeichnete Bild passen.

Vor dem Hintergrund einer möglichen Übertragung auf andere Gebiete wäre es sicherlich hilfreich, wenn die Science Education ihren Sonderstatus als Literacy aufgibt. So kann letztlich Bildung ganz ähnlich modelliert werden wie bei jedem anderen Fach, das eine kulturelle Bedeutung in der Gesellschaft hat. Interessenprobleme liegen dabei natürlich von Fach zu Fach ganz anders, so hat etwa das Fach Musik eher ein Problem mit zu spezifischen Interessen – Schüler interessieren sich oft nur für eine Musikrichtung und nicht für die ganze Breite der Musik. Die Idee fachlicher Kompetenzen ist in jedem Fach mittlerweile über die Kernlehrpläne angekommen; Lernprogressionen könnten daher auch in anderen Fächern die Hoffnung auf konkretere Curricula bedienen. Die prozeduralen Kompetenzen, wie sie in der Naturwissenschaft vor allem durch die Fertigkeit zu Experimentieren vermittelt werden, finden sich über die Methodenkompetenzen auch in anderen Fächern. So sind spezifische Arbeitsweisen, die eine „Working Knowledge“ darstellen, in fast jedem Fach etabliert, werden aber an vielen Stellen noch überlagert von den sog. „Methoden“ die als Sozialformen des Unterrichts eher ein Element der sozialen Ordnung sind und an sich keinen Fachbezug mitbringen wie Think-Pair-Share etc.. Solche „Methoden“ bieten kein mit dem Fach verknüpft prozedurales Wissen. Echte „working knowledge“ ist erst gegeben, wenn z.B. in der Philosophie das Gedankenexperiment oder die Dilemma-Diskussion als Methode gelehrt wird. Was noch kaum in Fächern ausserhalb der Naturwissenschaften stattfindet, ist ein explizites Lehren der Natur der je eigenen Wissenschaft wie es in „Nature of Science“ angedacht ist. Letztlich hat jedes Schulfach durch seinen Beitrag zur Allgemeinen Bildung immer eine gesellschaftliche Bedeutung und gesellschaftliche Grenzen. Bisher ist die Didaktik der Naturwissenschaft der Bereich, der am stärksten die Natur und Historie der eigenen Wissenschaft auch im Unterricht zum Thema macht. Für die Naturwissenschaft liegt allerdings auch eine elaborierte Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte bereits vor, während die spezielle Wissenschaftstheorie divergenter Wissenschaften ja, wie bereits in Kap. 2. 1. 1. erwähnt, ein neues Fach ist. Das in der Naturwissenschaft vermittelte Wissen wird auch deshalb auf einer Metaebene stark reflektiert, weil dieses Wissen nicht nur als Chance, sondern auch als Gefahr für die Gesellschaft gesehen wird. Letztlich hat die Naturwissenschaftsdidaktik aber davon profitiert, auch die problematischen Sei-

ten des eigenen Faches zu behandeln. Von den etablierten Fächern ist mir einzig in der Religionsdidaktik, in Ansätzen auch in der Geschichtsdidaktik, eine Problemhaltung zur eigenen Fachkultur und zur gesellschaftlichen Bedeutung des Faches bekannt. Abschließend komme ich zu dem Fazit, dass eine Übertragung grundlegender Strukturen der Science Education auf die Struktur der Didaktik anderer Fächer mit je facheigenen Spezifikationen durchaus möglich ist. Qua Modus der Wissenschaft der Didaktik liegt auch in anderen Wissenschaften eine explorative experimentelle Forschung im Design-Based Research nahe, in der die Science Education schon viel Vorarbeit geleistet hat.

Die größte bisherige Lücke der Science Education ist die nur rudimentär vorhandene Sicht auf die soziale Dimension der Didaktik. Fast ausschließlich wird mit den Mitteln der pädagogischen Psychologie das Lehren und Lernen erforscht. Gerade in der internen Analyse der Lerntheorien, hat sich aber gezeigt, wie etwa in der Situated Cognition andere Personen oder Dinge in der Umgebung das Lehren und Lernen beeinflussen. Diesen blinden Fleck beim Blick auf das soziale Element der Didaktik sah man auch bei den Kompetenzmodellen etwa in den Gegenstandsbezügen des Interesses, das in der Person-Object-Theorie ebenfalls als psychologisch-intrinsisches Interesse gesehen und nicht von seinen Außenbezügen her gedacht wird. Einzig in den Erziehungstheorien wird die soziale Seite der Didaktik deutlich, wenn klar wird, dass auch die naturwissenschaftlichen Kompetenzen an eine Gesellschaft gebunden sind. Die hier bediente Perspektive ist aber makrosoziologisch, sie nimmt ganze Gesellschaften in den Fokus.

Vor diesem Hintergrund ist eine sinnvolle Ergänzung der Science Education eine mikroskopische Sozialtheorie des Lehrens und Lernens. Wie bereits in Kap. 2. 3. 4 angedeutet, ist unter den neueren Sozialtheorien der Didaktik, Pranges Operative Pädagogik eine Theorie, die auch im Kontext sozialwissenschaftlicher Forschung in der Erziehungswissenschaft eingesetzt wird. Im letzten Kapitel dieses Buches soll es daher darum gehen, die Operative Pädagogik als Instrumentarium vorzustellen und so auch in der Science Education einen Zugang zu sozialwissenschaftlicher Forschung zu ermöglichen.

4 Operative Pädagogik

Die Operative Pädagogik bildet den Kern einer Reihe neuer Forschungen zur Didaktik innerhalb der Erziehungswissenschaft, die vor allem durch das Netzwerk „Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen“ für neue Bereiche des Lehrens und Lernens von der frühkindlichen Bildung über die Gedenkstättenpädagogik bis hin zur Gaztagsschule etabliert wurde (vgl. Kap. 2. 3. 4. 1). Diese neuen Bereiche haben gemeinsam, dass in ihnen Didaktik in gewisser Weise *neu* erfunden werden muss. Man muss hier erst einmal wieder sehen und verstehen, was Didaktik überhaupt ist. Im Rahmen dieser Forschungen hat sich Klaus Pranges Theorie der Operativen Pädagogik als hilfreiches Instrument erwiesen. Sie füllt so möglicherweise die größte Lücke, die sich innerhalb der Analyse der Science Education aufgetan hat und bietet eine Perspektive auf die soziale Seite des Lehrens und Lernens. Daher möchte ich sie in diesem Kapitel den Lesern aus der Fachdidaktik als Sozialtheorie der Didaktik vorstellen. Wie in Kap. 2. 3. 4 beschrieben, folgt diese Theorie der beweisenden Semantik, sie bietet also eine *formale* Theorie des Lehrens und Lernens, und ist daher so etwas wie eine Mathematik des Lehrens und Lernens, die jeder sozialen Interaktion zu Grunde liegen *muss*. Ziel dieses Kapitels ist es, zu prüfen, inwieweit Pranges Operative Pädagogik in sich konsistent ist. Der Leser wird so auch einen Einblick erhalten, aus welchen Elementen die Operative Pädagogik aufgebaut ist und was ihre Quellen sind.

In diesem Kapitel wird in Unterkapitel 4. 5 die bloße Beschreibung wie bereits in Kap. 2. 5 verlassen, um eine Entwicklungsmöglichkeit der Prangeschen Theorie zu zeigen. In diesem Kapitel werde ich die Möglichkeit darstellen, das bekannte Didaktische Dreieck mit Pranges Theorie neu zu denken. Neben den Grundbegriffen Lernen, Bildung und Erziehung war das Didaktische Dreieck immer ein ganz zentraler symbolischer Inhalt der Allgemeinen Didaktik. Das Dreieck zeigte schematisch die Situation, die sozial stattfindet in dem Moment, in dem etwas gelehrt und gelernt wird. Im vorigen Kapitel über die Science Education war diese soziale Situation an vielen Stellen bereits sichtbar, z.B. wenn im Model-Based-Reasoning Schüler und Lehrer an einem Modell interagieren, eine Lernprogression an den aktuellen Lernstand des Schülers angepasst wird oder eine gesellschaftliche Debatte als „Discursive Issue“ im SSI-Unterricht vom Lehrer initiiert wird. Die Forschungsprogramme der Science Education behandeln aber jeweils nur Theorien begrenzter Reichweite, die ein Reden über Didaktik ermöglichen, wie es die Grundbegriffe der Allgemeinen Erziehungswissenschaft tun. Das Didaktische Dreieck rückt dabei gerade *nicht* in den Blick. Die soziale Mikrostruktur der Didaktik ist ein Forschungsgebiet, das derzeit vor allem in der soziologischen Forschung in der Schulpädagogik bearbeitet wird. Dennoch zeigt z.B. die Didaktische Rekonstruktion von Kattmann, dass auch die Fachdidaktik einen Blick auf das soziale Ganze der Didaktik braucht (Duit et al., 2012; Kattmann et al., 1997). Wie in Kap. 2. 5. 1. 2 erläutert, ist die Perspektive, die ich hier anlege, die eines ontischen Strukturenrealismus (OSR). Das bedeutet, die formale Theorie ist dann besonders realistisch, wenn es eine bestimmte Struktur, nämlich die Didaktik, wirklich gibt. Während im vorigen Kapitel das Kriterium für Realismus war, dass auch andere – in diesem Fall

die Allgemeine Erziehungswissenschaft in ihren Grundbegriffen – auf ähnliche Art über die selbe Struktur reden, ist hier das Kriterium, dass die Struktur, so wie sie ist, tatsächlich auch *da* ist. „Da“ ist nicht in einem naiv-ontischen Sinne gemeint, sondern so wie z.B. Zahlen *da* sind: in einer rein formalen Sicht. Dazu müssen die einzelnen Teile der Struktur an formale Axiome gebunden werden – an anthropologische oder systemtheoretische Säulen, von denen man schlicht *beweisen* kann, dass sie so sind und nicht anders. Der Gedankengang hier ist kompliziert, aber wird im Folgenden sicherlich noch plastisch werden. Pranges Theorie ist an sich recht einfach.

Zunächst einmal gilt es im nächsten Abschnitt (4. 1), die formalen Teile von Klaus Pranges Theorie in ihren Einzelheiten zu erläutern. Danach wird die Operative Pädagogik auf ihre Grundlagen in formalen Wissenschaften zurückgeführt (4. 2). Diese Bezugstheorien werden einzeln analysiert (4. 3), bevor ich schließlich die Operative Pädagogik und ihre Leerstellen zusammenfasse (4. 4). Im letzten Kapitel entwickle ich aus den Ansätzen bei Prange dann ein neues Didaktisches Dreieck, das sog. „Didaktische Design“ (4.5).

In dem folgenden ersten Abschnitt stelle ich einige Vorüberlegungen an, die auch dazu dienen sollen, dem Leser die Prangesche Theorie zu erläutern. Hierfür verwende ich die Besonderheit der Operativen Pädagogik, dass sie aus ihrer formalen Theorie eine Beobachtungstheorie gewonnen hat, also ein Instrument, mit dem man Didaktik als soziale Situation in den Fokus nehmen und tatsächlich *sehen* kann. Das wird anhand eines Fotos geschehen, das Klaus Prange mit auf einen Workshop unserer Arbeitsgruppe in Münster gebracht hat. Wichtig ist an dieser Stelle, dass der folgende Abschnitt 4. 1 nur *eine* mögliche Lesart der Operativen Pädagogik ist, die, wie in Kap 2. 3. 4 beschrieben, die beweisende Seite der Theorie herausarbeitet und die begründenden, eher philosophischen Aspekte nicht weiter verfolgt. Sie geht stark in die Richtung von Klaus Pranges formalistischen und soziologischen Texten (z.B. Prange, 2003), die in mancher Hinsicht im Gegensatz zu seinen eher philosophisch orientierten Schriften stehen (z.B. Prange, 2010b). Die Operative Pädagogik hat mittlerweile auch Ausformungen durch andere Theoretiker erhalten, darunter auch teils neue, vorher nicht dagewesene Bausteine (Brinkmann, 2009; z.B. Fuhr, 1999; Korning, 1999; Kraft, 2007; Paschen, 2009). Außerdem gibt es eine Vielzahl an kritischen Positionen gegenüber Pranges Theorie (Diederich, 2003; Dinkelaker, 2009; Kade, 2009; Paschen, 2009; Ricken, 2009; Rieger-Ladich, 2009; Schwarz, 2009). In der Folge erwähne ich nur diejenigen Autoren an den passenden Stellen, die Pranges Entwurf einer formalen Didaktik näher bearbeitet oder entscheidend eingeschränkt haben.

4. 1 Vorbetrachtung: Die Operative Pädagogik als Beobachtungstheorie

Klaus Prange war im Frühjahr 2014, kurz bevor diese Zeilen hier geschrieben wurden, auf Besuch zu einem Workshop unseres Arbeitsbereiches in Münster (Prange, 2014). Hierzu brachte er ein Bild aus der Oldenburger Lokalausgabe der Northwest-Zeitung mit, das hier in Abbildung 38 zu sehen ist und an dem ich nun die formalen Grundzüge der Theorie besprechen will (Schick, 2014).



Abbildung 38: Von Klaus Prange zur Illustration der Operativen Pädagogik verwendetes Bild. Aus Nord-west-Zeitung, Oldenburg. Abgedruckt mit Genehmigung der NWZ (Schick, 2014). © NWZ.

Zunächst ist hervorzuheben, dass dies überhaupt ein *Bild* ist und kein Video oder transkribiertes Gespräch. Pranges Theorie setzt auf den phänomenalen visuellen Eindruck der Situation; es geht ihm um eine bestimmte Konstellation, die unmittelbar auch für den Betrachter sichtbar wird. Ich habe es hier deshalb einmal ohne weitere Erläuterungen im Untertitel abgedruckt. Wer dieses Buch das erste Mal liest, sollte sich an dieser Stelle das Bild einmal in Ruhe ansehen.

In Klaus Pranges Theorie ist das, was man hier sieht, Didaktik. Diese Didaktik ist eine bestimmte soziale Konstellation; Prange nennt das eine „Form“ (Prange, 2003). Pranges Operative Pädagogik als formale Theorie kann in einer didaktischen Lesart als Theorie des Lehrens und Lernens auf das Bild angewendet werden und die stattfindenden Teile erklären. Andererseits ist aber auch der erste phänomenale Eindruck der Situation für Prange schon ein Beweis für die Richtigkeit der Theorie. Man erkennt nach Prange quasi „auf den ersten Blick“, dass hier Didaktik stattfindet.

Didaktik ist insofern ein Phänomen und keine Konstruktion, wenn man von der Beobachtung ausgeht. Prange hatte in Münster die Bildunterschrift mitgedruckt, was natürlich sofort dieses erste Phänomen der Didaktik mit der Bedeutung des Kontextes anreichert. Ich will sie dem Leser nun nicht mehr vorenthalten:

„Als Wissensvermittler gefragt: Internationale Gäste trainieren bei Herzchirurg Prof. Dr. Otto Dapunt (3. von links) im Klinikum Oldenburg das Einsetzen von Herzklappen.“

Pranges Theorie postuliert, dass ein Betrachter hier instantan die im Bild dargestellte Situation kennt. Das könne er auch dann, wenn er nicht weiß, wer die betreffenden Personen sind und was dort eigentlich gelehrt oder gelernt werden soll. Für Prange ist

die Didaktische Dreieckskonstellation, die sog „deiktische Tryade“, und das Zeigen, das sie stiftet, daher ein Phänomen und keine Konstruktion (Prange, 2000, 2004b). Wichtig bei sozialen Phänomenen ist, dass sie nicht durch einen psychologischen Blick auf Einzelmenschen und ihre Handlungen, sondern aus der sozialen Situation durch Relationen entstehen (R. K. Sawyer, 2005). Für Formalisierungen, wie sie z.B. in soziologischen Simulationen verwendet werden, sind die Teile des Sozialen, die erst durch Wechselwirkung von sozialen Akteuren entstehen, eine Herausforderung (G. N. Gilbert & Troitzsch, 2005). Die Simulationen gehen zunächst einmal von sozialen Agenten und ihren rationalen Entscheidungen aus, auch weil das der einfachste Fall ist (vgl. Braun, 2009). Phänomene, wie die Entstehung von Normen in einer Gesellschaft, sind aber erst modellierbar, wenn man in Wechselwirkungen denkt (vgl. Andrighetto, Campenni, Cecconi, & Conte, 2010). In Pranges Beispielbild hat man jedoch gar keine Prozesse, sondern nur eine Momentaufnahme. Die soziale Konstellation ist keine ganze Gesellschaft mit tausenden von sozialen Agenten, sondern auf wenige Elemente reduzierbar, die einen irreduziblen Kern besitzen. Dieser Kern ist das Zeigen (Kraft, 2007; Prange, 2012a). Man sieht es im Bild unten in der Mitte, alle Bildachsen deuten hierhin.

4. 1. 1 Das Zeigen

Raymond Tallis beschreibt den phänomenalen Gehalt des Zeigens so: „At first sight, nothing could be more straightforward, natural and unpuzzling than pointing“ (Tallis, 2010, p. 1). Schon der Sophist Cratylos habe gehofft, so Tallis, alle menschlichen Missverständnisse könnten verschwinden, wenn man nur noch zeigt und nicht redet. Es gibt eine Debatte unter Sozial- und Kulturanthropologen, ob das Zeigen mit dem ausgestreckten Indexfinger als kulturuniversale Geste gelten kann. Der ausgestreckte Zeigefinger ist schon bei Kleinkindern festzustellen. Die Yimas und Watam in Papua Neuguinea zeigen aber z.B. mit ihrer ausgestreckten Unterlippe. Die Arrernte-sprechenden Stämme im Northern Territory von Australien haben unterschiedliche Handgesten für grobe Richtungen (ausgestreckter Daumen, Indexfinger und kleiner Finger), Areale (ganze Hand), nicht-sichtbare Dinge (Indexfinger) und sichtbare Dinge (Mittelfinger) (Wilkins, 2003). Zumindest aber irgendeine deiktische Operation – also eine Möglichkeit eine Handlung auszuführen, um anderen etwas zu zeigen – haben alle Kulturen. In Pranges Zusammenhängen ist nur diese Funktion einer deiktischen (von deixis – gr. das Zeigen) Operation wichtig, nicht die Geste. Folgerichtig wird auf dem Beispielbild auch gar nicht mit dem Finger gezeigt. Prof. Dapunt verwendet eine Pinzette. Der Zeigende ist ein Operateur.

4. 1. 2 Die Form

Das Zeigen ist in Pranges Theorie ein Handwerk, wie die Chirurgie in dem Beispielbild ebenfalls ein Handwerk ist; das Zeigen verändert in diesem Sinne etwas. Das ist nicht unbedingt das Lernen des Schülers, aber das Zeigen stiftet immer die deiktische Tryade, also eine bestimmte soziale Kleinform mit drei Ecken, Prange nennt das eine „Form“ (Prange, 2012b). Im Kern geht es hier um Niklas Luhmanns erste Frage: Was ist Soziales und wie setzt sich Soziales fort? (vgl. Göbel, 2000) Wie schon in Kap. 2. 3. 4. 8

beschrieben, ist Pranges Theorie hier systemtheoretisch gedacht, aber der Formbegriff ist in der Soziologie sehr alt und geht in seinen Anfängen auf Weber und Simmel zurück. Für Simmel fängt die Soziologie eigentlich erst da an, wo Interaktion verstanden als das Aktio-Reaktio-Handeln kausaler und intentionaler Akteure aufhört und die Menschen sich in *Formen* sozial verhalten:

„Man kann aber die Grenze des eigentlich sozialen Wesens vielleicht da erblicken, wo die Wechselwirkung der Personen untereinander nicht nur in einem subjektiven Zustand oder Handeln derselben besteht, sondern ein objektives Gebilde zustande bringt, das eine gewisse Unabhängigkeit von den einzelnen daran teilhabenden Persönlichkeiten besitzt.“ (Simmel, 1906, p. 16)

Aus diesen kleineren sozialen Formen entsteht bei Simmel durch Institutionalisierung dann erst die Gesellschaft. An dieser Stelle ist zunächst nur entscheidend, dass eine Form keine Kausalanalyse ist, sondern die Analyse einer Struktur oder eines Musters der sozialen Welt und daher Soziologie in einem Sinne als formale Wissenschaft, die nach Weber eine Realwissenschaft an ihrer Seite weiß, nämlich die sog. Sozialforschung (Karafillidis, 2010). Ich habe in Kap 2. 3. 2 und 2. 3. 4 unterschiedliche Formen von Didaktik vorgestellt, die Erklärungen betreiben. Der Formbegriff in der theoretischen Soziologie ist anders gedacht und *beweist* eine Struktur ohne sie im einzelnen erklären zu müssen. Er ist daher ein theoretisches Konstrukt und kein empirisches Ergebnis. Im Gegensatz zu manch anderen sozialen Kleinformen, die in der Mikrosoziologie analysiert werden, wie Kooperation, Dank, Begrüßungen oder Klatsch, sind Menschen aber auch empirisch schnell dazu bereit, in die deiktische soziale Form zu wechseln (B. Hollstein, 2013), so dass man diese Grundform des Sozialen ständig auch beobachten kann. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die alltägliche Frage nach dem Weg: Jemand möchte den Bahnhof finden, ein anderer zeigt es ihm. Dabei scheint die deiktische Kleinform von Kontextbedingungen weitgehend frei zu sein. Im Gegensatz zum Geständnis oder dem Bekenntnis braucht es hier z.B. keine Einbettung in das Recht oder die Religion. Die deiktische Tryade ist also eine universelle soziale Form.

4. 1. 2. 1 Form vs. Figuration

Eine alternative soziologische Beschreibung von kleinen sozialen Konstellationen ist der Begriff der Figuration. Dieser von Norbert Elias stammende Begriff will genau wie die Soziologie der Form eine Idee des Sozialen als Gegenstand mittlerer Größe etablieren und die alte Perspektivenverengung der Soziologie „hier Individuum, dort Gesellschaft“ aufheben (Elias, 2006, p. 103). Wie die soziale Form geht auch die Figuration davon aus, dass diese sozialen Konstellationen Menschen wechselseitig in Abhängigkeiten, also in eine Interdependenz der Machtverhältnisse setzen. Beide Seiten werden von der Form oder der Figuration gezwungen. Die klassische Sozialforschung zur Sozialtheorie der Figuration war eine Feldstudie, in der Elias und Scotson die Figuration Etablierte/Außenseiter am eigenen Leib in einer Kleinstadt bei Leicester in England testeten (Elias & Scotson, 1990). Der große Unterschied zu sozialen Formen ist, dass Figurationen zumindest mittelfristig dauerhaft sind. So blieb Elias ein Außensei-

ter in der gesamten Zeit, die er in Winston Parva, so hieß das britische Dorf, lebte. Weitere Beispiele für soziale Figurationen sind Autorität, Stellvertretung und Koalition (Sofsky & Paris, 1991). Die deiktische soziale Form ist im Gegensatz zu diesen verschwindend kurzfristig und ganz in dem Sinne von Pranges Bild – eine Momentaufnahme. Im Gegensatz zur zentralen Konsequenz der Figuration kann man aus dem Bild, genauso wie aus dem Begriff der Form, nichts über das soziale Verhältnis der Personen sagen. Man kann noch nicht einmal sagen, dass der eine der Lehrer des Anderen ist. Es könnte ja auch sein, dass Dapunt hier im Bild in Wahrheit der gade examinierte Schüler ist. So kann der Begriff der Figuration die Lehrer/Schüler-Konstellation fassen, aber nicht die Didaktik, während die Form das Lehrer/Schüler-Sozialverhältnis weitgehend ausblendet und nur die Interdependenzen des Zeigens zu beweisen sucht (Willems, 2008, p. 121).

4. 1. 2. 2 Form bei Aristoteles

Prange selber verwendet einen sehr, sehr viel älteren Begriff von sozialer Form, der einerseits anschlussfähig zu dem soziologischen Formbegriff ist und andererseits den Bogen zu Didaktik als *Vicos* Wissenschaft schlägt. Diese Idee der Form stammt von Aristoteles „Causa Formalis“. Aristoteles ging davon aus, dass es bestimmte Muster oder Ideen in allem Seienden gibt, die bestimmen, wie sich die Dinge zusammenfügen können (vgl. Prange, 2012a). Auf Latein heißt das „Forma“, im Griechischen „Idea“ oder „Eidos“. Aristoteles hat für solche Formen in der „Physik“ ein bekanntes Beispiel (Aristoteles, 1988 3, 194b23ff), das ich hier paraphrasieren möchte:

Was ist der Grund, warum die Bronzestatue so ist, wie sie ist? Neben dem Hammer, der Bronze und dem späteren Zweck, kann man als Grund auch die Form benennen, also beispielsweise die Form eines Pferdes, die der Handwerker bei der Arbeit im Kopf hat, die aber auch in der Wirklichkeit natürlich existiert. Genauso muss man sich Didaktik als soziale Form nach Prange vorstellen, sie wird zwar erzeugt, aber das kann sie nur, weil es sie auch natürlich gibt.

Auf Pranges Bild bezogen kann man fragen: Was ist der Grund, warum diese vier Personen so und nicht anders dort zusammen stehen? Die Antwort ist, dass es Didaktik nur so gibt.

4. 1. 3 Zeigen als Operation und Machtverhältnis

Über diese Grundform hinaus ist das Bild aus der Oldenburger Lokalpresse natürlich gut geeignet, die Operative Pädagogik zu illustrieren, weil es in einem Operationssaal aufgenommen wurde. Das öffnet einerseits den Metaphernkreis der Medizin, der in der Pädagogik generell beliebt ist (vgl. das Vorwort), aber nicht als Diagnose und Therapie oder Medikation, quasi als Innere Medizin wie sonst meist (vgl. z.B. Hargreaves, 1996; Spitzer, 2010), sondern als Chirurgie. Im Gegensatz zu anderen Ärzten ist der Chirurg ein Operateur; er verwendet einen punktuellen Eingriff durch die Ausübung eines Handwerks. Der Chirurg hat aufgrund des Risikos seiner Verrichtung die längste Ausbildung. In dieser Ausbildung wird aber wiederum in einem Prangeschen Sinne gezeigt. Jüngere Ärzte lernen den handwerklichen Teil der Ausbildung

durch Assistieren während realer Operationen. In der Operativen Pädagogik gibt es entsprechend auch keine Trennung von Theorie und Praxis. Wie gezeigt wird ist gleichzeitig in dem Ryleschen Sinn, den ich in Kap. 3. 3. 5 bereits erwähnt hatte, auch das was gezeigt wird. Das geht in Pranges Pädagogik nur dann, wenn man selber auch sozial involviert ist. „Zeigend sich selber zeigen“ ist eine Formel in Pranges Operativer Pädagogik, die genau diesen Punkt verdeutlicht (Prange, 2002a). Der Handwerker ist mit seinem Handwerk sozial verwoben, wie Richard Sennett es illustriert hat (Sennett, 2008). Wie bei Handwerkern an der Werkbank geht es aber um die Sache. Das, was dort gezeigt wird, nämlich das Einsetzen von Herzklappen, steht im Mittelpunkt der sozialen Form und nicht einzelne Personen. So spielen auch soziale Gefälle kaum eine Rolle. Im Bild wird das deutlich, indem alle Ärzte dieselbe Kleidung tragen und es keine körperlichen Orientierungen aufeinander gibt, sondern nur auf den Gegenstand.

Norbert Ricken hat Prange vor diesem Hintergrund kritisiert. Er blende weitgehend aus, dass das Zeigen auch eine Struktur der „Adressierung“ und „Subjektivierung“ habe, ein Anerkennungsverhältnis konstituiere und letztlich von Machtstrukturen durchherrscht sei (Ricken, 2009). Dass die Didaktik nicht von Macht strukturiert ist, ist quasi eine Grundannahme von Pranges Theorie. Vielleicht hat Pranges Ansatz hier bereits einen Bias, der ihn besonders gut für Naturwissenschaft und Mathematik nutzbar macht, aber nicht für andere Fachgruppen, sofern man vermuten kann, dass es in diesem Fachbereich erst einmal um eine Sache geht. In diesen Fächern sind darüber hinaus handwerklich zu erlernende Dinge wie das Experimentieren in der Science Education zentral. Das Titelbild von „Erziehung als Handwerk“ ist so auch eine Szene aus dem Mathematikunterricht (Prange, 2012b). Die Häufigkeit der Beispiele aus dem STEM-Gebiet in der Operativen Pädagogik ist tatsächlich auffällig. Die sachliche Seite des Unterrichts lässt, der Operativen Pädagogik zufolge, die Machtstrukturen in der konkreten Operation des Zeigens verschwinden, weshalb Prange Rickens Kritik auch kaum angenommen hat. Wie beim Lösen einer mathematischen Aufgabe muss der Lehrer sein eigenes Handwerk auf den Gegenstand bezogen ebenfalls zeigen und kann vom Schüler hier auch kritisiert werden. So zeigen sich auf dem Bild der Chirurgen letztlich keine Machtgefüge. Die Insignien des Chirurgenstandes sind ähnlich, alle Personen sind erwachsen, es ist ein Zeigen unter Gleichen.

4. 1. 4 Der Unterschied zwischen der Sache, auf die gezeigt wird, und der Operation des Zeigens

Die Sache, um die es in der Operativen Pädagogik geht, ist diffiziler, sie ist nämlich nicht per se schon da, sondern wird erst durch die Operation des Zeigens zu einem Gegenstand des Lehrens und Lernens. Erst das Handwerk des Didaktikers – im Beispiel: das Zeigen auf die Herzklappe – erschaffe den didaktischen Gegenstand. Zentral ist also in Pranges Theorie nicht das Ding selber, sondern das *Zeigen auf das Ding*. So sind die Gegenstände, die in der Operativen Pädagogik vorkommen, oft auch Manifestationen dieser Operation, etwa der Zeigestock oder die Tafel (Prange, 2012a). Dahinter steckt die grundlegende Idee, dass so ziemlich alles zum Lernen herangezogen werden kann, wenn es denn zum *Thema* gemacht wird. Im Mittel-

punkt des Bildes aus der Oldenburger Lokalausgabe steht hier die künstliche Herzklappe. Um diese als solche identifizieren zu können, muss man entweder die Bildunterschrift lesen, oder es wird spezielles Vorwissen benötigt, tatsächlich ist aus dem Phänomen allein in Pranges Bild die Art des Gegenstands nicht klar. Interessant an dem Ding in diesem Falle ist, dass die Herzklappe nicht nur ein Objekt ist, sondern auch eine bestimmte Funktion hat. Sie ist ein ikonisches Modell der Funktion eines menschlichen Herzens (vgl. das Model-Based Reasoning in Kap 3. 3. 1. 3. 3). Das wird im Bild aber nicht vorgeführt, hierzu bräuchte es zwei Bilder: Herzklappe auf, Herzklappe zu. Möglicherweise geht es in der Szenerie aber auch um etwas ganz anderes, etwa diverse Methoden des Einsetzens oder die Materialbeschaffenheit der Klappe – man kann es aus dem Bild allein heraus schlichtweg nicht sagen. Prange nennt die Dinge in seiner Didaktik zumindest aus der Beobachtung heraus folgerichtig grob und vage ein „Thema“, weil es so ziemlich alles Mögliche sein könnte.

Entscheidend ist also, dass die Herzklappe nicht ohne weiteres Thema ist, sondern dazu gemacht wird. Wie bei einer Weihe oder Segnung wird in der Operativen Pädagogik der Gegenstand also erst durch symbolisches Handeln per Zeigegeste zum zentralen Element (Prange, 2012a). Obwohl alle Personen sich den Gegenstand hier angucken, ist er für Pranges Theorie alleine keine hinreichende Bedingung. Hinreichend ist erst die Zeigegeste, weil in ihr alle drei Elemente, A zeigt B ein C, integriert sind. Der Gegenstand entsteht dabei erst *durch* die Geste. Die dritte Person von links könnte auch genauso auf seine Hand oder die leere Stelle in seiner Handfläche zeigen. Wie Anathemata in der Antike Entäußerungen von Dingen an Gottheiten waren, etwa als Weihegeschenke, so ist das Themata hier umgekehrt Aneignung von so ziemlich allem (Czech-Schneider, 2006). In diesem Sinn ist Pranges grundlegende Theorie tatsächlich auch keine Theorie der Selektion von Unterrichtsinhalten. Auch didaktische Reduktion spielt bei ihm keine Rolle, weil das Thema immer in der Situation erst erschaffen wird und nicht vorher bereits da ist. Das Thema ist erst einmal tendenziell beliebig, muss aber in der sozialen Situation manifestierbar sein. Idealistisch entrückte Bildungsziele wie Freiheit und Mündigkeit könnten nicht Teil der direkten sozialen Situation hier sein und sind deshalb auch kein notwendiger Teil der Pädagogik nach Prange, wenn man sie mit einem solchen mikrosoziologischen Blick betrachtet (Prange, 2006, 2013). Man könnte sagen, Pranges Didaktik ist eine Politik der kleinen Schritte. Konzepte oder der nächste Schritt einer Learning Progression könnten etwa gut zu solche einem *Thema* der Operativen Pädagogik werden.

Wenn die Pädagogik nicht im Gegenstand selber liegt, was macht dann das Zeigen des Operators Dapunt in dem Bild zu einem pädagogischen Zeigen? Das Zeigen muss „auf das Lernen gerichtet“ sein (Prange, 2009). Erst dann ist es pädagogisches Zeigen oder „Erziehen“, wie Prange sagt, und nicht Zeigen in dem Sinne, wie ein Pharmavertreter sein neuestes Produkt vorstellt. Diese Unterscheidung und die Denomination des Erziehens für diese Operation scheint vor allem ein Eingeständnis an den Diskurs der Erziehungswissenschaft zu sein. Dieser Akt ist erst einmal Lehren, dieses Lehren kann im Sinne von Herbarts erziehendem Unterricht dann aber auch ein erzieherisches Ziel haben.

4. 1. 5 Vergleich der Operativen Pädagogik mit älteren bildlichen Darstellungen der Lehre

In anderen bildlichen Darstellungen der sozialen Form der Didaktik wird die Pädagogik der Situation meist durch die bildliche Darstellung eines Machtunterschieds gekennzeichnet. Abbildung 39 zeigt eine sehr bekannte Darstellung des Lehrens und Lernens, den sog. Schulmeister von Esslingen. Diese Darstellung entstammt der Manessischen Liederhandschrift, die um 1300 entstanden ist (*Cod. Pal. germ. 848 Große Heidelberger Liederhandschrift (Codex Manesse), 1300*). Wie in vielen älteren Darstellungen der Didaktik handelt es sich hier tatsächlich um eine Karikatur.

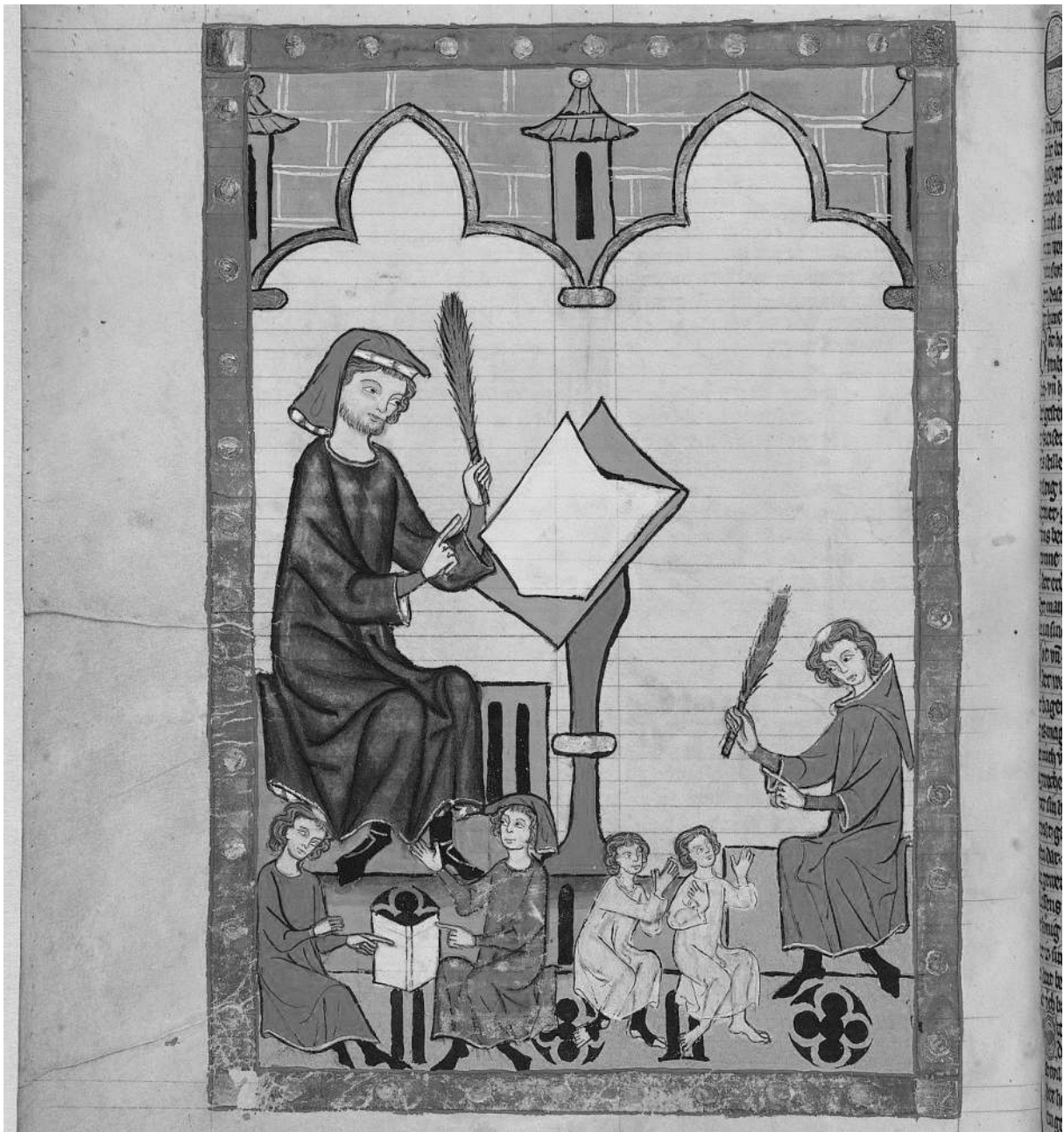


Abbildung 39: Schulmeister von Esslingen, Abbildung aus dem online zugänglichen Digitalsatz der Universitätsbibliothek Heidelberg. (*Cod. Pal. germ. 848 Große Heidelberger Liederhandschrift (Codex Manesse), 1300, p. 292v*). Creative-Commons-Lizenz.

Der sog. Schulmeister von Esslingen war dem Stand der historischen Aufarbeitung nach ein Minnesänger, der *nicht* noch nebenbei unterrichtete. In manchen Quellen wird der Titel „Schulmeister“ auf die vermeintliche lateinische Bildung des Minnesängers zurückgeführt. Es ist aber doch wahrscheinlicher, dass er diese Titulatur wegen der erzieherischen Haltung gegenüber dem deutschen König Rudolf von Habsburg bekam. Seine Lieder waren nämlich voller ätzender Polemik gegen die Gier des Potentaten. Da der Schulmeister also eine Vielzahl solcher tugendethisch fundierter Verse auf den König dichtete, galt es für den unbekannten Meister des Codex von Manesse, gerade die Eigenschaft als Erzieher im Porträt darzustellen. Die Erziehung wird hier in drei sozialen Formen gezeigt. Ihr Verhältnis und ihre Wertigkeit wird durch die geometrischer Ordnung im Bild sichtbar, die drei Bildkreise eröffnet (vgl. hierzu Humbert, 2013): Die „Lectio“, „Misericordia“ und „Disputatio“.

Zunächst hat man hier die Figur der Lehre vom Katheder, der „lectio“ als Vorlesung, den die größte Lehrerfigur vollzieht. Dies war die gängige Lehrform an den stark theologisch geprägten Universitäten um 1300 und ein gängiges Bild eines „Magisters“ als eines gelehrten Theologen (Kintzinger, 2011; Rüegg, 1993). Allein durch die hier gegebene soziale Form könnte die Person selbst auch gerade eigenständig lernen. Der Sinn als „lectio“ wird hier nicht unmittelbar, sondern erst durch die Symbolik der Gesten und Gegenstände deutlich. Die Quelle der Lehre in Buchform wird gezeigt, aber erst das Pult ist die eigentliche Insignie des Lehrenden (Riese, 2007, p. 130). Auch das Rutenbündel, das diese und andere Figuren tragen, hat eine symbolische Bedeutung. Die Faszie, Zeichen des römischen Magistrats, ist Abbild der Amts- und Zuchtgewalt und beim heiligen Benedikt Symbol der Mönchszucht (Riese, 2007, p. 361). In dieser Darstellung fehlt der Lerner, die Lehre kriegt so universellen Charakter. Man beachte auch, wie die lehrende Figur nur zeigt, ohne *auf* etwas zu zeigen.

Im unteren, rechten Bildausschnitt sieht man eine geringere Form der Lehre, verdeutlicht durch die etwas kleinere, bildliche Darstellung der lehrenden Figur. Die Darstellung von Nacktheit der zwei kleineren Figuren ist kein Zeichen von Untugend, stattdessen wird Nacktheit hier wohl als soziales Problem dargestellt, wie in anderen gotischen Marginalillustrationen (vgl. Sattler, 2008). Diese Darstellung ist höchstwahrscheinlich ein Bild für Hilfe und Erziehung durch das Pastoral. Die Figur mit Rute und erhobenem Finger trägt die Tonsur und die zwei kleinen Figuren vollziehen Gesten der Demut und Frömmigkeit. Insgesamt sieht man hier vermutlich eine Darstellung der pastoralen Misericordia, der Barmherzigkeit.

In der kleinsten Darstellung unten links fehlt dies. Hier sind Mönch und Gelehrter (Pastoral und Doktoral) mit einem zum Leser gewandten Buch abgebildet. Die Gestik der Figur im grünen Gewand ist die der Exegese; auf offener rechter Handfläche legt er mit Blick nach oben etwas in Bezug zum Text dar. Die Figur im roten Gewand hingegen führt die Geste aus, die wir auch in Pranges Bild sehen. Sie zeigt etwas *im* Text und nicht *am* Text. Dies ist vermutlich eine Darstellung der „Disputatio“, der doktoralen Form zur Verteidigung eines heiligen Textes.

Vergleicht man diese Darstellung mit Pranges Fotografie fallen deutliche Unterschiede in der Depiktation des sozialen Phänomens auf. Während man in der Darstellung aus dem Codex Manesse Lehre oder Erziehung über die Bildsymbolik erkennen kann, ist dies in Pranges Darstellung nicht der Fall. Es gibt keine Insignien, die die Rollen zwischen Lehren und Lernen klar aufteilen wie im Codex. Gängige Möglichkeiten allein aus dem Bild, also aus der bloßen Beobachtung das Lehren, Lernen oder die Erziehung zu identifizieren, scheitern an Pranges sozialer Form. Es wäre natürlich hilfreich an dieser Stelle, wenn das Lernen selber sichtbar wäre und man sehen könnte, wie das Zeigen darauf gerichtet sein soll. Das Lernen ist hier aber opak.

Zur Illustration habe ich an dieser Stelle die Prangesche Darstellung um eine tetraedische Konstruktion der gerichteten Aufmerksamkeit ergänzt (Abbildung 40, vgl. zur Aufmerksamkeit auch: Dinkelaker, 2015).

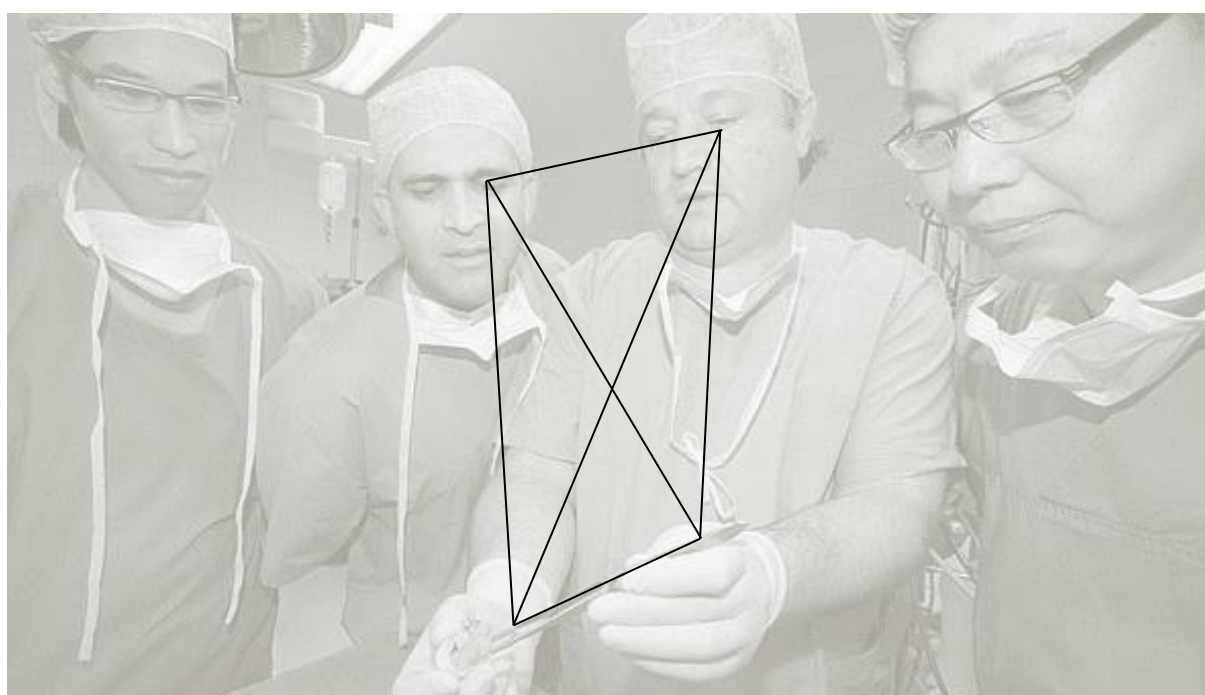


Abbildung 40: Blick- und Zeigekonstellation ergeben eine tetraedische Raumfigur. Das Lernen selbst bleibt opak. Aus Northwest-Zeitung, Oldenburg. Abgedruckt mit Genehmigung der NWZ (Schick, 2014). © NWZ.

Die Zeigegeste formt mit den Blickrichtungen eine tetraedische Konstellation, die die Geste mit beiden Blickrichtungen verbindet. Die Geste geht von der Hand von Prof. Dapunt aus. Bei genauerer Betrachtung führt zumindest die zweite Person von links eine Mimik des Interesses aus (vgl. Kap 3. 3. 2. 2. 4). Ob dabei aber gelernt wird, kann nicht weiter gesagt werden. Innerhalb von Pranges Operativer Pädagogik ist das Lernen selber opak. Prange schreibt nur wenige Seiten ohne weitere Referenz über das Lernen im Entwurf der Operativen Pädagogik (Prange, 2012a). In einem älteren Text wird Prange an dieser Stelle deutlicher (Prange, 2002b). Das Lernen ist auf dem Bild schlicht nicht sichtbar, weil es nicht sozial ist, sondern rein psychisch. Lehrer haben daher nur die Möglichkeit, es als gegeben anzunehmen. Die ganze soziale Form

der Didaktik wäre aber hinfällig, wenn es das Lernen nicht gäbe, auch wenn man es nicht sieht:

„Es muss nicht erst hergestellt werden; man kann nicht erst das Lernen lehren und dann wird gelernt. Dazu müsste man schon lernen können. Es muss schon gegeben sein, sonst käme es „pädagogisch“ gar nicht in Gang. Das Lernen ist dem Erziehen vorgegeben, ein ursprüngliches Können, das zur menschlichen Verfassung gehört wie der Herzschlag und die Leberfunktion.“ (Prange, 2002b, p. 6)

Das Problem der Unterscheidung zwischen jedweddem Zeigen und pädagogischem Zeigen löst Prange in der Theorie durch eine fast schon tautologische Konstruktion. Das Zeigen ist erzieherisch, wenn es auf Lernen gerichtet ist; Lernen ermöglicht das Wiederzeigen. Das Wiederzeigen würde dann aber in dem Bild tatsächlich auch genauso aussehen. Der Chirurg hat die Operation gelernt, sobald er sie selber wieder ausführen kann. Dasselbe Bild zeigt Prof. Dapunt als *Lernenden*, der sein Lernen hier kommuniziert (vgl. auch Dinkelaker, 2007). Darin erkennbar ist die grundlegende Idee, das Zeigen und Lernen einen Regelkreis bzw. – in systemtheoretischer Nominatation – ein System bilden, dessen Teile gar nicht separat betrachtet werden können. Es gibt also nicht nur auf Beobachtungsebene diese von Prange postulierte Parität von Lernen und Zeigen. Prange sagt, die Aufgabe der Didaktik sei es, diese beiden zu „vermitteln“ oder zu „synchronisieren“. Die Struktur schließt dabei auch nicht aus, dass hier beide Seiten gleichzeitig lehren und lernen. Gerade das von Prange hier vorgeführte Lernen unter Experten schließt solch eine paritätische Form mit ein, die z.B. auch Etienne Wenger im Sinn hatte, als er seine Arbeiten zu den „Communitys of Practice“ begann (Wenger, 1998).

Diese Bildinterpretation zeigt bereits die zentralen Stärken der Operativen Pädagogik. Da ist vor allem die Geschlossenheit und Einfachheit des Grundrisses, der einem Lehrer ein zugängliches Gefühl vermittelt, was bei Didaktik eigentlich – phänomenal – passiert. Prange redet nicht über *eine* Didaktik, wie es die Allgemeine Didaktik getan hat. Theorien und Modelle Allgemeiner Didaktik sind prinzipiell auch anders denkbar und man muss Lehrer erst noch überzeugen, warum sie diese Didaktik und keine andere verwenden sollen. Prange redet stattdessen über *die* Didaktik als ganz einfache, soziale Form, die wir alle kennen und die man als Lehrer ständig nutzt, über die aber kaum geredet wird. Andererseits wurden bei der Interpretation gerade auch schon einige offene Baustellen der Operativen Pädagogik deutlich, was aber auch nicht weiter problematisch ist. Pranges Theorie ist ja bewusst eine Prototheorie, deren erstes Ziel die Elimination zusätzlicher Elemente des erziehungswissenschaftlichen Diskurses über Didaktik war (vgl. Kap. 2. 3. 4. 9). In diesem Kapitel habe ich gezeigt, wie die Operative Pädagogik als Beobachtungstheorie funktioniert und dabei auch schon einige anthropologischen und systemtheoretischen Fundamente der Theorie erwähnt. Im nächsten Schritt soll es darum gehen, alle Einzelteile des prototheoretischen Formalismus der Operativen Pädagogik herauszuarbeiten.

4. 2 Suche: Pranges Bezugstheorien

Heute hat die Operative Pädagogik drei wichtige Bezugstheorien. Das ist erstens eine neue Anthropologie um Michael Tomasello, zweitens die sog. Neue Phänomenologie um Alfred Schütz mit ihren Verbindungen zum Erlanger Konstruktivismus und drittens die Systemtheorie von Niklas Luhmann und seinen Schülern. Diese drei Bezüge sind das Ergebnis meiner Suche in den Veröffentlichungen von Klaus Prange und der im vorigen Kapitel genannten weiterführenden Autoren – Pranges Schülern und Kritikern. Diese Suche fand hauptsächlich über den Corpus aus Referenzen im Werk statt, die aber durch qualitative inhaltliche Analysen ergänzt wurden. Ausgangspunkt der Suche war die Publikationsliste Pranges auf seiner dienstlichen Homepage auf Seiten der Universität Tübingen (Prange, 2012e). Da diese Liste seit 2012 nicht mehr geführt wird, sind neuere Werke Pranges über den Katalog der WWU und über die Fernleihe gefunden worden. Während der Bezug zu Luhmann in älteren Schriften Pranges recht eindeutig ist (z.B. Prange, 1985, 1987), wurden die Bezüge in die Anthropologie erst durch Volker Kraft herausgearbeitet und von Prange erst vor kurzem in die Haupttheorie aufgenommen (Kraft, 2007; Prange, 2014); hier war mir Krafts Theorieergänzung vor der Suche bereits bekannt. Pranges grundlegender Bezug zum Erlanger Konstruktivismus und letztlich zu Heidegger ist hingegen sehr alt (z.B. Prange, 1969) und bedurfte einer gewissen archäologischer Arbeit in Pranges Oeuvre, die extensive Suchen über mehrere Autorenverweise notwendig machte. Die Theorien wurden jeweils mit den in Kap. 2. 3. 4 entwickelten Mitteln auf ihren Charakter als formale Theorien und ihre beweisende Semantik hin geprüft. Abbildung 40 zeigt den konzeptuellen Rahmen der Suche in Kapitel 4. Diese drei Theorien können als formale Bezugswissenschaften der Operativen Pädagogik verstanden werden: Anthropologie, Systemtheorie und Phänomenologie.

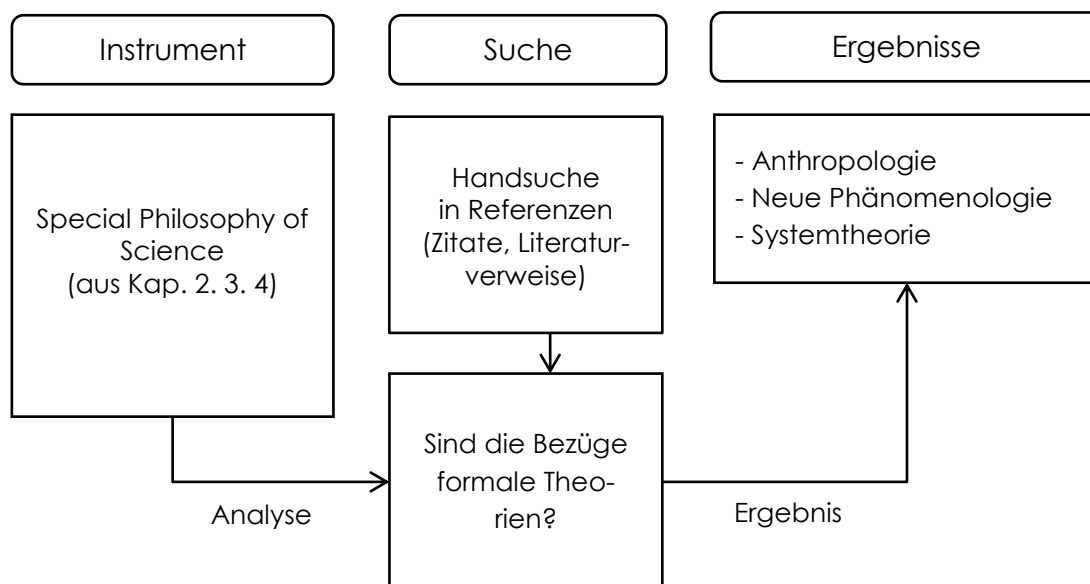


Abbildung 41: Konzeptueller Rahmen der Suche nach Pranges Bezugstheorien. Eigene Darstellung.

Ich habe, um diese Liste abzusichern, einen einfachen Weg eingeschlagen und Prange auf seinem Besuch in Münster in 2013 zu den drei Theorien befragt. Auf Grund des begrenzten Corpus und der Möglichkeit der kommunikativen Absicherung halte ich es für nicht sehr wahrscheinlich, dass ich eine Theorie vergessen habe oder eine der folgenden drei formalen Bezugstheorien doch nicht zentral für die Operative Pädagogik ist. Die Operative Pädagogik als formale Wissenschaft wird also durch die Bezüge zur Anthropologie, Phänomenologie und Systemtheorie aufgespannt.

4. 3 Analyse: Die innere Konsistenz der Bezugstheorien

Mit diesen drei gefunden Bezugstheorien ist ähnlich wie in Kapitel 3 aber noch nicht gesagt, dass diese Theorien auch zusammenpassen, intern konsistent sind, und eine vollständige mikrosoziale Theorie der Didaktik formieren können. Um diese Vollständigkeit zu prüfen, habe ich in diesem Kapitel ähnlich wie in Kapitel 3 ein Vorbild aus der Allgemeinen Didaktik für soziale Formalismen genommen: Das sog. „Didaktische Dreieck“. Abbildung 41 zeigt das Didaktische Dreieck in seiner Grundform, wie es in Manfred Bönschs „Allgemeiner Didaktik“ abgebildet ist (Bönsch, 2006, p. 149). Das Dreieck, das seit dem Herbartianismus existiert, hatte bei Heimann in der sog. Berliner Didaktik eine zentrale Bedeutung und darüber auch großen Einfluss auf die Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik (vgl. Bönsch 2006, p. 18). Noch heute werden dort regelmäßig Neuauflagen produziert (Bönsch 2006, p. 150; Gruschka 2013a, p.38 ff). Reichen die Bezüge der Theorie Pranges aus, um diese einfachste und bekannteste Abbildung der didaktischen Sozialform darzustellen? Was verändert sich an dem Dreieck durch die Bezüge? Was müsste ergänzt werden? Bevor ich in Kap. 4.5 auf Grundlage der Bezugstheorien und einer ergänzenden Formaltheorie (die Akteur-Netzwerk-Theorie) dieses neue didaktische Dreieck vorstelle, werde ich in diesem Kap. 4. 3 die drei einzelnen Theorien analysieren. In der Zusammenfassung 4. 4 gehe ich auf ihre gemeinsame Vollständigkeit ein.

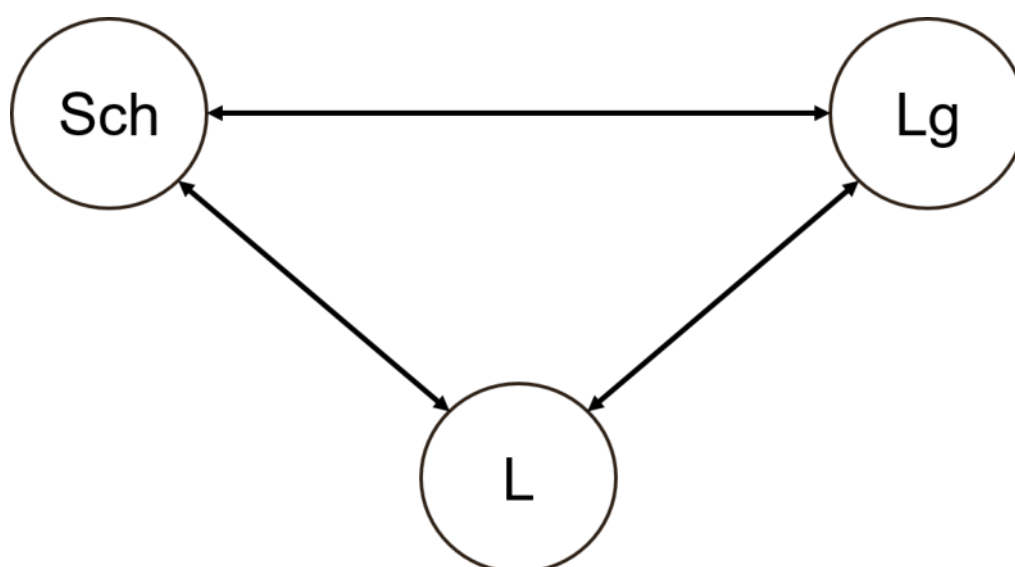


Abbildung 42: Grundform des didaktischen Dreiecks: Eigener Nachbau der Darstellung bei Bönsch (Bönsch, 2006, p. 149). Sch: Schüler. L: Lehrer. Lg: Lerngegenstand.

4. 3. 1 Die Anthropologie als formale Grundlage der deiktischen Tryade

Die Anthropologie galt lange Zeit als totes Kind der Wissenschaft und auch die pädagogische Anthropologie spricht heute vom „Homo Absconditus“, vom verborgenen oder unerkennbaren Menschen (Wulf & Zirfas, 2014). Alle Versuche ein Kriterium zu bestimmen, das den Menschen vom Tier unterscheiden sollte, sind philosophisch unzureichend geendet. Als die Zoologen z.B. den aufrechten Gang als einen guten Kandidaten für den Unterschied zwischen Mensch und Tier bestimmten, löste die Entdeckung von Pinguinen und Schimpansen nacheinander ein allzu menschliches Ego-Problem aus (Bayertz, 2012b). Erziehung und Kindheit als kulturübergreifendes Phänomen in autochthonen Gesellschaften wurde in der Pädagogik aufgrund der Arbeiten von Uwe Krebs noch vor einem ähnlichen Hintergrund diskutiert (Krebs, 2011; Ricken, 2011). Mit der neuen Anthropologie bei Michael Tomasello oder Peter Hobson (Hobson, 2014; Tomasello, 2011, 2014a), die den Menschen als „Ultra-Social Animal“ (Tomasello, 2014b) darstellt, können sich aber auch Kritiker wie Norbert Ricken mittlerweile anfreunden (Ricken, 2015).

Anthropologie ist in einer Sozialtheorie wie der Theorie der mikrosozialen Struktur namens Didaktik bei Prange ein formaler Bestandteil, weil die hierüber getroffenen Annahmen über die im Sozialen involvierten Menschen unabhängig von Kultur und Zeit immer und überall gelten müssen. Ich hatte in dem Zitat zum Lernen in Kap. 4. 1. 5 schon Pranges Sicht referiert, dass das Lernen anthropologisch gegeben ist. Diese Idee vertritt Prange schon lange, wobei er das Lernen nur deshalb als anthropologische Konstante begreift, weil es sozialen Systemen, wie der Didaktik, unzugänglich bleibt (Prange, 1987, 1989). Das ist mehr oder minder eine Negativ-Bedingung oder eine Hilfshypothese, weil Didaktik sich ohne das Lernen nicht aufbauen würde. Anthropologische Grundannahmen finden sich schon in Luhmanns ersten Entwürfen (Luhmann, 1967). Die Idee der Reduktion von Komplexität als Ziel von Systemen ist z.B. eine anthropologische Annahme, wie Joachim Fischer argumentiert (J. Fischer, 2009, p. 335). Generell ist die Systemtheorie allerdings anthropologischen Annahmen gegenüber skeptisch. Zu zahlreich waren für ihren Gründungsvater Niklas Luhmann die Enttäuschungen der *Conditio Humana*. Das Lernen z.B. ist wohl heute eher kein Alleinstellungsmerkmal des Menschen. So hat Eric Kandel die neuronalen Bedingungen sehr einfachen Lernens an der Meeresschnecke *Aplysia californica* erforscht (Kandel, 2006). Vor diesem Hintergrund muss man – will man denn das Lernen als menschliche Fähigkeit verteidigen – für einen qualitativen Unterschied des Lernens von Mensch und Schnecke argumentieren. „Anthropologisch“ ist dann aber wohl nur eine Chiffre für all das, was nicht durch die Soziologie und ihre Formalismen alleine gefasst werden kann. In der deutschen Soziologie gibt es in den letzten Jahren eine Renaissance der philosophischen Anthropologie um Gehlen, Plessner und Scheler (J. Fischer, 2006), sowie eine große Nähe dieser Strömung zu anderen sozialtheoretischen Positionen (Lindemann, 2002).

Wenn man in kleineren sozialen Einheiten denkt und wie hier deren formale Struktur herausarbeiten will, sind anthropologische Faktoren bedeutend, auch wenn sie heute als sehr viel komplexer angenommen werden müssen und der Mensch in unklarer

Abgrenzung zu anderen Lebewesen steht. Die anthropologische Sicherheit der Jahrhunderte, als der aufrechte Gang noch als alleiniges Merkmal des Menschen galt, ist zumindest dahin.

Vor diesem Hintergrund gibt es eine gewichtige Erweiterung der Prangeschen Theorie. Durch die über Volker Kraft vermittelten Experimente Michael Tomasellos am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, sieht Klaus Prange inzwischen die ganze tryadische Sozialstruktur der Didaktik – nicht nur das Lernen – von einer anthropologischen Warte (Prange, 2014). Ausgangspunkt ist hier, wie in Kap. 4. 1. 3 bereits, der Kern der deiktischen Operation, die Geste des Zeigens.

Zunächst erstmal gibt es Hinweise, dass im Alter von wenigen Monaten kulturunabhängig Kleinkinder mit dem Zeigen beginnen (Butterworth, 2003). Tomasello, Carpenter und Liszkowski haben Eltern gebeten, Tagebuch über Situationen zu führen, in denen Kinder im Alter von etwa einem Jahr die Zeigegeste verwenden. Hier sind ein paar gleich noch nützliche Beispiele:

„Jaron, 11 [Monate, mb], 5 [Tage, mb]. J, alone in his room starts crying. Mom rushes in and asks ‚What happened?‘ J points to the coat rack which had fallen down.“

„Jaron, 11, 19. Mom pours water in J’s glass. A few minutes later, J points to the pitcher to tell her to pur him some more.“

„Jaron 13, 3. J watches quietly as Dad arranges the Christmas tree. When Grandpa enters the room J points to the tree and says ‚Oh!‘“

„Lisa 13, 20. Mom is looking for the missing refrigerator magnets. L points to the basket of fruit where they are (hidden under fruit).“ (Tomasello, Carpenter, & Liszkowski, 2007, p. 709)

Klassisch gibt es die These, dass Kleinkinder zwei Arten von Zeigegesten verwenden (Bates, Camaioni, & Volterra, 1975; Tomasello, 2011). Die erste Form wären deklarative Gesten, die wie das berühmte Beispiel aus der Philosophy of Language „The Cat Is on the Flat“, etwas mit Wahrheitswert benennen: So ist es! Das geschehe besonders bei neuen Eindrücken. Jarons Hinweis auf das herabgestürzte Regal im Alter von 11 Monaten und 5 Tagen wäre ein gutes Beispiel für diese These. Daneben gäbe es noch imperative Gesten, mit deren Hilfe Kinder Erwachsene mehr oder minder als Werkzeug gebrauchen, wie es Jaron im Alter von 11 Monaten und 19 Tagen tut, als er die Mutter zum Nachfüllen des Glases anleitet. Das sind beides wenig soziale Interpretationen der Zeigegesten von Kleinkindern in dem im vorigen Kapitel erklärten, mikrosoziologischen Sinn, weil hier keine Wechselwirkung stattfindet.

Die anderen beiden Beispiele von Jaron und Lisa mit 13 Monaten hingegen sind nach Tomasello Hinweise auf die „breitgefächerten sozialen Intentionen“, die den Zeigegesten tatsächlich unterliegen (Tomasello, 2011). Jaron deutet z.B. auf den Weihnachtsbaum, der für den Großvater neu ist, nicht aber für ihn. Lisa hilft der Mutter bei der Suche nach den Kühlschranksmagneten. In den „Ursprüngen menschlicher

Kommunikation“ erarbeitet Tomasello in der Folge anhand der Auswertung experimenteller Studien eine Reihe kognitiver und sozialer Bedingungen, die gegeben sein müssen, damit Kleinkinder sich in Zeigesituationen wie in den letzten beiden Beispielen engagieren.

Die kognitiven Grundlagen hierfür werden in der Regel mit der sog. „Neunmonatsrevolution“ gelegt, die Kraft als die „entwicklungspsychologische Fundierung der Zeigestruktur“ ansieht (Kraft, 2007, p. 147). Der Begriff der Neunmonatsrevolution beschreibt einen qualitativen Schritt, in dem bestimmte kognitive Fähigkeiten erlernt werden, die nicht angeboren sind. Darunter sind in der Philosophie des Geistes stark diskutierte Fälle. Einige hiervon galten auch für eine Zeit als Alleinstellungsmerkmal des Menschen, aber es gibt Forschungen, die belegen, dass z.B. Bonobo-Schimpansen sie auch besitzen. Weil Tomasello auch Etologe ist, weiß er, dass diese kognitiven Kapazitäten kein Spezifikum des Menschen sind (Call & Tomasello, 2008). Wichtig sind für Tomasello in diesem Zusammenhang vor allem die Fähigkeiten, kooperieren zu können, also „geteilte Intentionalität“ zu besitzen und die Vorstellung des anderen als „intentionalem und rationalem Akteur“ (Tomasello, 2011). Ich beginne mit Letzterem. Hier ist es wichtig zwischen Akteur und Agent zu unterscheiden. Ein Agent ist ein Ding oder ein Lebewesen, das etwa bewirken kann, nach Susan Carey ist „Agency“ beim Menschen ein angeborenes Konzept (Carey, 2009). Andere aber als *intentionale* Akteure zu verstehen, setzt voraus, dass man das besitzt, was in der Entwicklungspsychologie eine „Theory of Mind“ genannt wird, also eine Vorstellung davon, dass andere auch Vorstellungen haben. Gleiches gilt für die Fähigkeit zu kooperieren. Diese beiden kognitiven Fähigkeiten sind aber nur dann ausschlaggebend dafür, dass sich Kleinkinder an „Episoden tryadischer Interaktion“ (Tomasello, 2011) beteiligen, wenn gleichzeitig auch einige *soziale* Bedingungen gegeben sind. Die kognitiven Funktionen *alleine* sind keine ausreichenden anthropologischen Merkmale, wohl aber ihre soziale Ausformung.

Der eigentlich entscheidende Punkt im Zusammenhang mit der Didaktik ist daher bei Tomasello nicht die entwicklungspsychologische, sondern die sozialanthropologische Fundierung der Zeigestruktur. Tomasello nennt zwei soziale Bedingungen, die gegeben sein müssen, damit Kinder sich in der tryadischen Interaktion engagieren: *gemeinsamer Hintergrund* und referentielle Intention, die ich mit einem einfacheren Begriff hier *geteilte Aufmerksamkeit* nennen will (Tomasello, 2011). Auch hier erkläre ich das Letztere, die geteilte Aufmerksamkeit, zuerst. Lizkowski, Carpenter und Tomasello haben Kleinkinder und Erwachsene in einen Raum gesetzt und ihnen interessante Gegenstände gezeigt. Wenn das Kind auf einen Gegenstand zeigte, suchte es die geteilte Aufmerksamkeit des Erwachsenen. Erst wenn der Blick des Erwachsenen zwischen dem Kind und dem Gegenstand hin und her ging, zeigten sich die Kinder zufrieden. Dabei war der Gegenstand selbst nicht entscheidend, was Lizkowski et al. mit einer Kontrollgruppe nachprüften. Die bloße Zuwendung und Aufmerksamkeit auf einen anderen, „falschen“ Gegenstand gerichtet, der vom Kind nicht intendiert war, führte zu Unzufriedenheit und erneutem Zeigen (Lizkowski, Carpenter, & Tomasello, 2007). Die Kleinkinder bestehen also auf der Herstellung der geteilten Aufmerksamkeit

selbst dann, wenn sie in der Interaktion ihr Ziel, zum Beispiel einen bestimmten Gegenstand zu erhalten, erreicht haben – die soziale Seite hat hier einen Wert an sich (Shwe & Markman, 1997). Der *gemeinsame Hintergrund* hingegen wurde in einem Experiment getestet, in dem ein Erwachsener – meist ist das die Mutter – in einen Raum kam, grob in die Richtung mehrerer Gegenstände zeigte und das Kind aufforderte, „to hand ‚it‘ to her“. In der Studie waren die Kinder ca. 14 Monate alt. Direkt zuvor hatten sie unterschiedliche gemeinsame Hintergründe mit der Mutter aufgebaut, unter anderem ein Szenario, in dem die Mutter einen der Gegenstände besonders lobend hervorhob. Nur vor dem gemeinsamen Hintergrund dieses Szenarios wurde dann signifikant öfter der eine spezielle Gegenstand gebracht. (Moll, Richter, Carpenter, & Tomasello, 2008). Kraft geht von einer weitgehend psychologischen Fundierung der Zeigestruktur aus (Kraft, 2007). In Tomasellos experimenteller Anthropologie ist es aber gerade die soziale Komponente hier, die den Menschen ausmacht, während auch Tiere weitgehend über die entwicklungspsychologischen Fundamente wie die „Theory of Mind“ verfügen. Letztlich ist die Fundierung hier also sozialanthropologisch, die deiktische Tryade entsteht erst durch die soziale Konstitution des Menschen *in* sozialen Situationen.

4. 3. 2 Die Neue Phänomenologie und der Erlanger Konstruktivismus als formale Bezugstheorien der Operativen Pädagogik

Für die Operative Pädagogik als formale Wissenschaft ist – *nomen est omen* – der Begriff der Operation tatsächlich auch der Hinweis auf zwei wichtige Bezugstheorien, die allerdings in eine ganz ähnliche Richtung gehen, so dass ich sie hier unter demselben Punkt behandle. Dies ist die Neue Phänomenologie um Hermann Schmitz (Schmitz, 1980) und der Erlanger Konstruktivismus um Paul Lorenzen (Lorenzen, 1974). Diese zwei Referenzen gibt Prange, neben einem weiten Begründungshorizont von Kant bis Peirce, auch in der Einleitung der „Zeigestruktur der Erziehung“ an (Prange, 2012a, p. 24f). In dem für die Operative Pädagogik entscheidenden Gedanken braucht man diese beiden Schulen in der Besprechung nicht trennen; auch die Unterscheidung von Phänomenologie und Konstruktivismus macht hier kaum einen Unterschied in der Anwendung. Ihre Ursprünge und Ziele sind zwar verschieden (vgl. Janich, 1996). Von beiden Forschungsprogrammen wird prinzipiell erwartet, dass sie „formal-ontologische Wahrheiten“ herausarbeiten (Gleixner, 1986, p. 234) und sie haben beide ihren Ursprung bei Martin Heidegger.

Der in der Operativen Pädagogik entscheidende phänomenologische Aspekt von Operationen lässt sich sowohl bei der Neuen Phänomenologie als auch beim Erlanger Konstruktivismus weiter zurückverfolgen bis man letztlich bei Martin Heidegger anlangt. Es gibt eine kaum bekannte Schrift Heideggers aus dem Jahr 1933, die den Ursprung der formalen Idee einer „Operation“ darstellt. Weiter als bis hierhin konnte ich die Idee jedenfalls nicht zurückverfolgen. Das vermutlich im Jahre 1933 entstandene, erstmals 2009 edierte Material hat eine Reihe weiterer Schriften zur Folge, die unter anderem auch Edmund Husserls Spätwerk beeinflussten. Hierüber kam diese Idee in die neueren Schulen der Phänomenologie und letztlich auch in die Operative Pädagogik.

Heideggers Manuskript von 1933 ist eine „Ausprache“, das Heidegger als „kein Gemisch aus Vorlesung und Übung, sondern eine eigene Form der lehrenden Erziehung“ beschrieb (Heidegger, 2009, p. 53). Der Titel dieser Ausprache lautet: „Die Grundbegriffe der Metaphysik. Vorbemerkungen und Erläuterungen an den >Grundbegriffen< der Wissenschaften.“ Heidegger ging hier von einem didaktischen Problem aus, das später auch Husserl in der „Krisis der Wissenschaften“ hervorhebt: Die erfolgreichen wissenschaftlichen Programme insbesondere in der Naturwissenschaft haben sich von dem Leben der Menschen entfernt, sie haben inhaltlich kaum noch etwas mit dem Alltag zu tun und operieren mit technischen Begriffen, zu denen man keine Vorstellung mehr hat. Ich hatte in Kap. 2 bereits die Newtonsche Kraft mehrfach erwähnt, die eine theoretische Entität ist, man kann sie nicht direkt sehen etc. Heideggers Ausprache geht nun so vor, dass er mit seinen Schülern zunächst den Begriff der Kraft bespricht, dann den der Masse und schließlich den des Gewichts, mit dem z.B. im Schulunterricht Kräfte tatsächlich gemessen werden. Heidegger notiert in seine Aufzeichnungen zur Stunde:

„Gewicht: Kraft eines Körpers, mit der er auf seine Unterlage drückt“,

„Gewicht: Wägezeug, geeicht zur Messung von >Gewichten< (Meßzeug). Wieviel etwas wiegt“,

„Diese >Gewichte< nicht >Metapher< des physikalisch begriff[lich] gedachten Gewichts. Metapher: z.B. die lachende Wiese. Dort keine Übertragung des Wesens des Gewichts auf solches, was eigentlich keinen Gewichtscharakter hat, sondern im Gegenteil: >Gewichte< solches, worin das physikalische Gewicht in bestimmter Weise wirklich und wirksam ist“ (Heidegger, 2009, p. 63).

Heidegger nahm also an, dass die abstrakten Größen der Physik auf das Phänomen zurückzuführen sind, das in dem Moment auftritt, indem man die Dinge *misst*. So ist das physikalische Gewicht eigentlich etwas ganz einfaches und menschliches, nämlich das auftretende Phänomen bei der Operation der Messung des Gewichts. Man beachte, dass dieser Gedanke Heideggers nicht nur in einem didaktischen Kontext gewonnen ist, sondern eine starke didaktische Implikation hat, nämlich die Inhalte – auch und vor allem die Inhalte der Naturwissenschaften – wieder *an den Menschen* anzupassen.

Eine ganz ähnliche Idee ergab sich etwa zur selben Zeit auch im Operationalismus in der Wissenschaftstheorie, der sich als Kritik an der Relativitätstheorie entfaltete (Bridgman, 1927; Dingler, 1938). Aus beiden Quellen entstand der Grundgedanke der Erlanger Schule, die abstrakten Ergebnisse der Physik wieder auf die handfesten Operationen zurückzuführen, auf denen sie irgendwann mal als Relativierung des physikalischen Weltbildes beruhten. In dieser „Protophysik“ sind Messungen, wie die Messung der Zeit, nicht Messungen einer empirisch gegebenen Realität, sondern der Operateur des Instruments erzeugt sie durch die Art, wie er misst. Klaus Prange nennt das die „operativ-handfesten Grundlagen der Physik“ (Prange, 2012a, p. 24). Das Ziel des Erlanger Konstruktivismus war die Sensibilisierung für die Konstruktion der Wissenschaft im Moment der Messung. Das ging sehr weit und die Protophysik sollte Vieles

erklären können, was die Schulphysik auch erklären konnte. Manche Postulate der Relativitätstheorie lehnte sie aber schlichtweg ab, wie die Krümmung des Raumes, weil sich hier kein operatives Pendant finden ließ.

Das Zeigen des Lehrers in Pranges Theorie ist eine solche Operation im Sinne der Erlanger Schule und der frühen Phänomenologie bei Heidegger. Wie der Physiker seinen Gegenstand erst durch die Messung erzeugt, erzeugt auch der Lehrer die Didaktik inklusive der Gegenstände erst durch das Zeigen. Es gibt Didaktik also nur dadurch, dass man sie macht. Dies ist in dieser Perspektive auch schon der maximale Realismus, weil selbst die ganze Natur erst in Messungen hergestellt wird. Dieses Machen selber, die Operation, ist aber gerade wegen dieses schöpferischen Charakters ein Phänomen. Prange trifft damit ganz gut den Charakter der Didaktik als Vicos Wissenschaft, aber er kann kaum mehr eine realistische Perspektive außerhalb der Operation bieten. Hier hört die Anschlussfähigkeit der im vorigen Kapitel erwähnten Soziologie der Form abrupt auf. Die ganze soziale Dimension spielt vor dem Hintergrund der Neuen Phänomenologie und des Erlanger Konstruktivismus kaum eine Rolle, insofern sie ja hergestellt ist. Ich hatte bereits in Kapitel 2. 3. 1. 1 den experimentellen Realismus Hackings als Perspektive für die Didaktik eröffnet. Ein Experiment kann auch als Messung begriffen werden, dann aber ist der explorative Eigenwert des Experiments und Hackings bekannte Formel: „Experimentation has a life of it's own“ aufgegeben (Hacking, 1983, p. 183, 1999; Resnik, 1994). Wenn die Operation erst das „Thema“ erschafft, wie in der Operativen Pädagogik, dann kann vom didaktischen Gegenstand kein eigener Impuls ausgehen. Von Deborah Mayo wurde insbesondere die Funktion des Fehlers beim Experimentieren herausgestellt (Mayo & Spanos, 2011; Mayo, 1996). In dieser Sicht auf Operationen könnte man aber so gut wie nichts wirklich falsch machen, weil die Messung gar keine Messung von Etwas ist, sondern ein *Herstellen* durch das Messen.

Ich vermute, dass die Formalisierung über die Neue Phänomenologie Prange die Seite der Dinge, also das, was er das „Thema“ nennt, unterschätzen lässt. So sagt er zum Beispiel:

„Überhaupt werden nicht ‚Dinge‘ oder gar ‚Stoffe‘ gelernt [...] Wir haben die Entstehung eines Dinges vorzuführen“ (Prange, 2012d, p. 84f).

Alle Dinge, die er dann vorführt, sind aber Dinge, die als Hilfsmittel dazu dienen, jeweils etwas *anderes* zu lernen: Spielzeuge (z.B. den Ball), Werkzeuge (z.B. die Schreibfeder) und lebende Wesen (z.B. Hunde) (Prange, 2012d, p. 85). Prange kennt wohl auch Materialisierungen der Form, aber auch hier ist das Ganze nur gedacht als Werkzeug in einer Operation. Ein Beispiel ist der schon erwähnte Zeigestock, der es den Lehrern ermöglicht, Didaktik entstehen zu lassen, so wie die Physiker der Neuen Phänomenologie zu Folge mit Uhren, Messlaten und Wagen, Zeit, Raum und Kraft entstehen liessen (Prange, 2012b, p. 170). In dem Sonderheft der Zeitschrift für Pädagogik, das dem Thema „Die Materialität der Erziehung“ gewidmet war, findet sich Prange dann auch in der Kategorie „Verortungen“ dargestellt als Gegenposition zum Leitartikel der Kulturwissenschaftlerin Gudrun König, die ganz im Sinne der dort

wiederentdeckten „Material Cultures“ die Bedeutung der Dinge heraushebt (G. König, 2012). Pranges Dinge sind alle nur bloße Werkzeuge.

An einer anderen Stelle in Pranges Theorie hat jedoch ein Ding einen Eigenwert und stiftet hier sogar die didaktische Form. Prange gibt in „Die Form erzieht“ das Beispiel eines Merkschilds an einer Ampel (Prange, 2003, p. 26). Diese Merkschilder, die die deutsche Verkehrswacht an Ampeln anbringt, sollen Erwachsene darauf hinweisen, dass Kinder sie beobachten, damit sie sich nach dem sog. „Ampelgehorsam“ verhalten, also bei Rot warten und bei Grün gehen. In der Situation ist aber dennoch der Erwachsene dann der Erzieher und nicht das Schild. Es ist dennoch schlüssig, denke ich, hier anzunehmen, dass das *Schild* die Form der Didaktik erzeugt hat. An dieser einen Stelle bei Prange wird der Bezug zur Neuen Phänomenologie in der Operativen Pädagogik verlassen – es ist ein Ding mit Eigenwert, das hier die Didaktik stiftet.

4. 3. 3 Prange und die Systemtheorie

Der dritte für die formale Struktur der Operativen Pädagogik wichtige Bezug ist der zur Systemtheorie. Die kybernetischen Grundlagen der Systemtheorie machen sie zu einer formalen Wissenschaft, die sich, wie in Kap. 2. 3. 4 beschrieben, gerade an der Grenze der Mathematik zur Welt der lebenden Organismen bewegt. Es gibt dabei aber auch eine andere Perspektive auf die Systemtheorie, die sie eher als ein Paradigma der Sozialforschung begreift (Kneer & Schroer, 2013; Lindemann, 2010). Ich sehe sie hier im Folgenden als formale Wissenschaft.

Markus Rieger Ladich hat angeklagt, dass Klaus Prange genau diesen formalen Hintergrund in der Systemtheorie gar nicht so offen nennt (Rieger-Ladich, 2009). In Pranges Plädoyer für eine „Pädagogische Systematik“ von 2001, in der er gegen Ende auch die Grundzüge der Operativen Pädagogik programmatisch umschreibt, bezieht er den Systemgedanken von Heidegger und nicht von Luhmann (Prange, 2001). Offensichtliche und direkte Bezüge in die Systemtheorie finden sich jedoch Ende der 80er Jahre (Prange, 1985, 1987) und auch den neueren Entwürfen der Operativen Pädagogik sieht man ihre systemtheoretischen Grundgedanken an, selbst wenn Prange das in der „Zeigestructur“ nur mit drei eher beiläufigen Luhmann-Zitaten deutlich macht (Prange, 2012a). Luhmanns Denken erlebte in der erziehungswissenschaftlichen Theoriebildung in den 00er Jahren durchaus wieder mehr Aufmerksamkeit (z.B. Ehrenspeck & Lenzen, 2006; Lenzen, 2004). Das geschah unter den geänderten Vorzeichen einer zweiten und teilweise dritten Generation systemtheoretischen Denkens (Kieserling, 1999; Kranz, 2007; Markowitz, 2006) und dem Erscheinen oder der Neuedition von Luhmann-Texten direkt zum Problembereich (Luhmann & Lenzen, 2004; Luhmann, 2011). So wird Prange z.B. von Volker Kraft systemtheoretisch gelesen (Kraft, 2007) und es gibt kaum einen Grund, diese Tradition nicht offen hervorzuheben. Es gab bereits eine explizit systemtheoretische Didaktik Anfang der 70er Jahre von König und Riedel, die aber, wie Manfred Bönsch sagt, als „Adaption pädagogikferner Denkansätze“ schien (Bönsch, 2006, p. 41), weil sie nicht die soziale Seite des Systems betonte, sondern, wie die anderen Ansätze in der Didaktik ihrer Zeit auch, ih-

re informationstheoretischen Aspekte. Der Schritt von der Kybernetik zur Systemtheorie wurde hier nicht vollzogen (vgl. Ziemann, 2009).

Man muss Luhmann in diesem Bezug nicht als den Theoretiker der Ausdifferenzierung der Gesellschaft, als der er bekannt wurde, verstehen, sondern als Theoretiker „einfacher Sozialsysteme“ (Luhmann, 1975). Insofern spielt in Pranges Theorie auch das Bildungssystem keine Rolle. Pranges Theorie könnte eine Anleitung des Lehrens und Lernens in jeder Gesellschaft und unter allen Bedingungen sein. Der wohl bedeutendste Einfluss der Systemtheorie auf die Perspektive Pranges ist die schon in Kap 2. 3. 4. 7 erwähnte Rückkopplung und Entpersonalisierung des Systems namens Didaktik unter Hervorhebung der sozialen Relata. Didaktik als Interaktionssystem hat dabei keinen Startschuss durch eine Operation, sondern ist bereits gekoppelt, sobald es ein System gibt. Dieser Grundgedanke der Relationalität findet sich spätestens bei Hegel; Durkheim und Elias dachten teils so. Helmut Plessner war vielleicht der erste Soziologe, der diese relationale Sicht dann auch zum Programm machte (vgl. Emirbayer, 1997).

Zur Erläuterung der Systemtheorie innerhalb der Prangeschen Theorie kann ich noch einmal das oben bereits erwähnte Ampelszenario aus „Die Form erzieht“ verwenden (Prange, 2003, p. 26). Der Erwachsene kann in dieser Situation an der Ampel durch die Erwartung, die er selbst an die Erwartung des Kindes hat, nicht nicht-lehren und das Kind wird qua System immer diesem Lehren ausgesetzt sein. Dies ist tatsächlich auch der einzige Grund für das Schild, das eigentlich nur dazu da ist, damit Erwachsene eine reflektierte Erziehungshandlung vollziehen und sich der Situation bewusst sind, die sie in dem Augenblick, wenn sie an der Ampel stehen, gar nicht vermeiden können. Auch ohne Reflexion würden Kind und Erwachsener ein System bilden. Das Beispiel funktioniert auch dann, wenn der Erwachsene und das Kind keine Intentionen haben, also gar nicht handeln, sondern sich nur verhalten. Es ist vielmehr die durch den räumlichen Aufbau allein gegebene, soziale Relation Erwachsener-Kind-Ampel, die dazu führt, dass sich hier ein Interaktionssystem herausbildet. Ein entscheidender neuer Punkt in der Didaktik kommt hinzu, wenn man die formale Idee der Autopoiesis der Systeme mitdenkt, die eigentlich aus der Mikrobiologie stammt. In der Systemtheorie Luhmanns ist so das psychische System vom sozialen System getrennt, es ist nur „Umwelt“ und beide erhalten sich selber (vgl. Luhmann, 2006). Prange bezieht sich direkt auf dieses Schisma der Systeme; es ist in der Systemtheorie der Grund, warum Lehren nicht mit mathematischer Präzision zum Lernen führen kann (Prange, 2003, p. 31).

In den nun folgenden Erläuterungen zur Autopoiesis von psychischem und sozialem System beziehe ich mich auf einen Text Luhmanns, der in 2011 in der Zeitschrift „Soziale Systeme“ abgedruckt wurde. Er beruht auf einem Manuskript aus dem Jahr 1975 namens „Strukturauflösung durch Interaktion“. Schon im Kapitel 3. 3. 1. 1 über die Science Education wurde deutlich, dass z.B. Konzepte verstanden werden können als Strukturen in einem größeren Zusammenhang an Kognitionen, Luhmann würde dies ein psychisches System nennen. In der einfachsten Version der Conceptual-Change Theorie müssen diese Strukturen wie bei Luhmann aufgelöst werden, damit dann ein wissenschaftliches Konzept vermittelt werden kann (Posner et al., 1982).

Strukturen – egal ob psychisch oder gesellschaftlich – überhaupt zu ändern sieht Luhmann dabei als Konzeption der Neuzeit (Luhmann, 2011, p. 8); sie vor dem Hintergrund ungewisser Neustrukturierung dennoch aufzulösen sei eine Konzeption kritischer Moderne (Luhmann, 2011, p. 12). Die Frage, die Luhmann im Folgenden zu beantworten sucht, ist die, ob und wie man solche Prozesse durch soziale Interaktion hervorrufen kann. Das ist die grundlegende mikrosoziologische Frage der Didaktik.

Jeder Mensch durchläuft nach Luhmanns Systemtheorie einen Bewusstseinsprozess, der sein psychisches System autopoietisch durch Sinn stetig neu erzeugt. Alles andere ist erst einmal nur Umwelt und tangiert das psychische System nicht. Die Dinge, die Teil unseres Bewusstseinsprozesses sind – über die wir uns also in irgendeiner Art und Weise Vorstellungen machen und die wir reflektieren – können die kognitiven Strukturen, die wir allemal bereits haben, in eine bestimmte zielgerichtete („selbstselektiver Systemaufbau“) oder ziellose Entwicklung („Evolution“) führen (Luhmann, 2011, p. 14). Diese beiden Prozesse würde man aber nicht in einem modernen Sinne „Lernen“ nennen. Anders ist das bei der dritten Möglichkeit der Entwicklung psychischer Systeme, die Luhmann aus biologischen Prinzipien ableitet, nämlich der *Auflösung von Strukturen*. Diese Strukturauflösung entspricht auch Luhmanns systemtheoretischer Grundannahme der Reduktion von Komplexität (Luhmann, 1967). Die Auflösung kognitiver Strukturen ist jedoch ein Prozess, der in aller Regel nicht von selbst abläuft, sondern zu dem das psychische System eine Überlappung mit anderen Systemen benötigt.

Neben dem psychischen System gibt es in Luhmanns Systemtheorie auf einer anderen Ebene soziale Systeme. Die Autopoiesis sozialer Systeme funktioniert über Kommunikation und Wahrnehmung. Im Bezug zur individuellen Förderung wurde schon in Kap. 1. 3. 3 deutlich, dass andere soziale Ordnungen von Unterricht zu anderen Codes der Kommunikation führen – Schüler und Lehrer kommunizieren andere Dinge und nehmen andere Dinge wahr, um das soziale System Unterricht am Laufen zu halten. Ich hatte in Kapitel 2. 5. 2 schon erwähnt, dass Unterricht in der ethnographischen Unterrichtsforschung beobachtet wird, ohne dass Lernen in einem psychischen Sinn dafür ein Kriterium ist. Mit der Systemtheorie kann für diese Differenz von sozialem System Unterricht und psychischem System der Schüler an dieser Stelle nun ein tieferliegender formaler Grund benannt werden. Unterricht als soziales System und das psychische System von Schülern liegen auf anderen Ebenen, weil sie nach anderen Codes funktionieren und andere Prozesse durchführen, um sich selbst wieder zu erzeugen. Ein spezieller Fall ist nun aber die Didaktik. Didaktik befindet sich zwischen diesen Systemen und ist deshalb grundsätzlich ebenfalls von der Differenz von psychischem und sozialem System betroffen, sie ist in Pranges Worten „eine soft technology. Sie bezieht sich auf Adressaten, die sich in ihren Reaktionen immer auch auf sich selbst beziehen, die sich verweigern und weghören“ (Prange, 2012a, p. 52).

Dennoch gibt es Momente, in denen das soziale System und das psychische System *überlappen* und in denen sich durch „Interpenetration“ das einstellen kann, was Luhmann ein „Interaktionssystem“ nennt (Luhmann, 2011, p. 6) Durch Interaktion ist die Barriere zwischen psychischem und sozialem System zwar immer noch da, aber

es gibt psychosoziale Wechselwirkungen zwischen den Systemen. Die Didaktik ist ein solches Interaktionssystem. So kann in Pranges Theorie ein Lehrer etwas auf eine pädagogische Art zeigen (sozial), nämlich so, dass es auf das Lernen (psychisch) gerichtet ist. Durch eine weitere Interaktion kann er feststellen, ob das Gelernte (psychisch) vom Schüler wiedergezeigt (sozial) werden kann, etwa in einem Test oder in einer Prüfung. Dabei bleibt aber das Lernen selber „im wesentlichen unsichtbar“ (Prange, 2012a, p. 88), weil es in einem anderen System stattfindet und so einer Wahrnehmung oder Kommunikation gar nicht zugänglich ist. Aus der Trennung von psychischem System und sozialem System heraus ist Lernen also in der Operativen Pädagogik gar kein Lernen im psychischen System; dieses Lernen ist opak (Prange, 2003, p. 31). Stattdessen wird Lernen hier oft bezeichnet als Wieder-Zeigen also eigentlich erst als das soziale Herstellen des Gelernt-Habens. In diesem Sinne ist es natürlich auch möglich, dass jemand in einem sozialen Sinn etwas gelernt hat, *ohne* dass er es in einem psychischen Sinn gelernt hat, indem er schlicht erfolgreich sozial das eigene Lernen durch Wieder-Zeigen herstellen konnte. Schüler, die in einem Test etwas vorher Gelehrtes wieder zeigen können, könnten dies auch z.B. vorher schon gewusst haben, sich in der Aufgabe mit gesundem Menschenverstand die Lösung erschlossen haben etc. – dieser soziale Effekt muss nicht auf ein psychisches Lernen und dieses nicht auf ein wieder soziales Lehren rückführbar sein. Das ist, was Luhmann das Technologiedefizit der Erziehung genannt hat und was im Unterricht dazu führt, dass man lauter Ersatztechnologien aufführt. Man kontrolliert beispielsweise die Lautstärke, die Sitzordnung etc. (Luhmann & Schorr, 1982, p. 11 ff). Das geschieht mehr oder minder aber nur als Ersatzhandlung, weil man die einzig wichtige Wirkung nicht direkt auslösen kann.

Wenn nun aber psychisches und soziales System überlappen, wenn es also ein Interaktionssystem im systemtheoretischen Sinne gibt, dann bilden diese beiden Systeme *Systemreferenzen* in das jeweils andere System. Vor dem Hintergrund der Science Education kann das zum Beispiel passieren, wenn ein Schüler ein psychisches Modell in seinem Geist zum realen Modell auf dem Tisch ins Verhältnis setzt, wenn eine Lernprogression den nächsten auch psychisch möglichen Schritt vorsieht oder aber wenn ein gesellschaftlich relevanter Inhalt von STS oder SSI auch eine Entsprechung im sozialen Alltag des Schülers findet. Personale Systeme in Interaktionen sehen soziale Systeme nicht mehr nur als Umwelt, sondern in Referenz zu sich – und umgekehrt. So bilden sie ein umfassenderes Interaktionssystem aus, in dem nur referenziell mit dem äußeren System, eigentlich aber innerhalb des Systems interagiert wird. Der Schüler wäre dann nicht mehr nur der Schüler, sondern der Schüler bei der Arbeit an einem Modell oder an einem sozialen Problem. Für die Systemreferenz verwendet Prange in der Operativen Pädagogik den Begriff der „Synchronisierung“ von Zeigen und Lernen:

„Dieser Treffpunkt [...] tritt nicht besonders hervor, solange das Lernen nicht ausdrücklich thematisiert wird, sondern sich mitgänglich einstellt, ‚bei einem Verhalten, das andere Ziele verfolgt‘ (Luhmann, 1970, p. 93); er wird eingeebnet, wenn das Zeigen in der Weise dominant wird, dass es nur um die Logik eines gegebenen

Sachverhalts geht; und er wird ausdrücklich und gewissermaßen pädagogisch entfaltet, wenn wir uns die Mühe machen, einem anderen mit Rücksicht auf seine Lage und Fassungskraft etwas so zu zeigen, dass er von dem, was wir zeigen, auch wirklich getroffen wird.“ (Prange, 2012a, p. 117)

Dieses „Synchronisierte Lernen“ hat im Unterschied zum generellen Lernen bei Prange auch eine Erfolgsbedingung, die von der Organisation der sozialen Form und den jeweiligen Erwartungserwartungen abhängt. Sehr grob gesagt: Die Didaktik ist als soziale Form nicht zugänglich, wenn Schüler oder Lehrer „zu viel“ oder „zu wenig“ voneinander erwarten. Das Lehren und Lernen ist nur mit dem passenden Maß synchron und kann gelingen.

In dem Fall der Synchronisierung hier wäre Lernen dann nicht, wie in dem anderen Sinne, Lernen als Wieder-Zeigen-Können, sondern dies wäre genau das ansonsten opake Lernen als soziale Interaktion. Dieses Lernen ist intrinsisch sozial und muss deutlich von dem sog. selbstgesteuerten Lernen (Schwarz, 2009) unterschieden werden, das auch auftreten kann, wenn kein Interaktionssystem existiert. Außerdem muss man das synchronisierte Lernen unterscheiden von dem Lernen als Kommunikation des Lernens oder des Wieder-Zeigens (Dinkelaker, 2007, 2008, 2009). In der auf Schatzki basierenden praxeologisch orientierten Unterrichtsforschung in der Schulpädagogik liegt es nahe, erst dann von Lernen zu sprechen, wenn der Schüler auch als Gelernter adressiert wird (Fritzsche et al., 2010; vgl. auch Ricken, 2014). In den vielen heute zugänglichen Formen des selbstständigen Lernens ohne soziale Interaktion rücken diese Herstellungsprozesse verstärkt in den Blick (vgl. Dinkelaker, 2009; Kade, 2009). Diese Herstellung des Selbst als Lernendem ist als soziale Konstellation eine andere als die Didaktik, wie sie die Operative Pädagogik beschreibt. Und in der Operativen Pädagogik ist das sozial verhandelte Wieder-Zeigen eine andere Konstellation als das synchronisierte Lernen.

Luhmann selber hat sich leider nie innerhalb einer Monographie mit Interaktionssystemen befasst. Selbst sein Manuskript zum Erziehungssystem der Gesellschaft enthielt nur eine kurze Passage über das dort so genannte Interaktionssystem Unterricht, das als Qualifizierungssystem und nicht als System zur Strukturauflösung innerhalb des psychischen Systems begriffen wird (Luhmann, 2002). Mikrosoziologische Interaktionssysteme wie die Didaktik, sind dezidiert und in formal-systemtheoretischer Manier erst von Luhmanns Schüler André Kieserling ausgearbeitet worden (Kieserling, 1999). Grundlegend für Interaktion, in der eben auch Lernen stattfinden kann, ist dabei Kopräsenz, also tatsächliche, gegenseitige Wahrnehmung von gleichzeitig Anwesenden. Andere Interaktionstheoretiker, etwa Simmel mit dem Begriff der „Wechselwirkung“ oder Goffman mit dem Begriff der „Interaction“, haben auch *vermittelte* Formen wie Telefonate oder Briefe als Interaktion beschrieben (Knoblauch, 2000, p. 391). Das wären aber keine Interaktionen im systemtheoretischen Sinn. Interaktionssysteme besitzen die systemtheoretische Besonderheit, dass sie von den großen, sozialen Systemen der Gesellschaft wie dem Erziehungssystem, dem Recht oder der Wirtschaft mit ihrer binären Codierung der Kommunikation durch die Negation binärer Codes entkoppelt sind. Den binären Code des Wirtschaftssystems (gezahlt-nicht ge-

zahl) beschreibt Luhmann z.B. so: „Es besteht aus Zahlungen, die auf Grund von Zahlungen möglich sind und weitere Zahlungen ermöglichen“ (Luhmann, 1984b, p. 308). Interaktionssysteme folgen keiner solcher Regel der Kommunikation, sind aber auch kein Raum völlig freien und selbstbestimmten Handelns. Allein durch das Fehlen von Codes der Kommunikation müssen sich Teilnehmer an der Interaktion aber mehr auf die Geschichte der jeweiligen Kommunikation beziehen (Kieserling, 1999). So ist auch bei Didaktik besonders wichtig, was vorher zwischen den beteiligten Menschen passiert ist, während ein Bankgeschäft auch gut ohne Historie funktioniert. Kieserlings Begriff der Interaktion ist insgesamt sehr nahe am Begriff der Form aus der in Kapitel 4. 1. 2. beschriebenen Soziologie der Form, obwohl es auch kleinere Unterschiede gibt (vgl. Kieserling, 2011).

4. 4 Zusammenfassung: Formale Bezüge

Ich habe drei Bezüge der Operativen Pädagogik zu formalen Bezugstheorien herausgestellt: Das ist erstens Pranges Bezug zur Anthropologie um Michael Tomasello. Hier habe ich gezeigt, dass Tomasello vor allem soziale Bedingungen der tryadischen Struktur hervorhebt und nicht deren entwicklungspsychologische Vorbedingungen. Diese Bedingungen sind nicht im Menschen als sozialem Wesen angelegt, sondern entstehen erst sozialanthropologisch dadurch, dass kurz nach der Neunmonatsrevolution menschliche Interaktionspartner auf Zeigestrukturen eingehen. Diese Vorbedingungen der Didaktik sind aber insofern formale Bedingungen, weil sie bei jedem Menschen vorausgesetzt werden können: Wer in die soziale Mikrostruktur des Lehrens und Lernens eintritt kann bei ca. 12 Monaten damit rechnen, dass Menschen diese *qua conditio humana* beherrschen. Zweitens habe ich die Neue Phänomenologie und den Erlanger Konstruktivismus behandelt. Bei dieser Theorie ist es fraglich inwieweit die Phänomenologie überhaupt als eine formale Theorie gelten kann. Für Phänomenologen in der Tradition des Erlanger Konstruktivismus oder der Neuen Phänomenologie ist die Formalität ihrer Theorie dadurch gegeben, dass selbst die Gesetze der Natur und Mathematik auf die grundlegenden Phänomene menschlicher Verrichtungen zurückzuführen sind – die Operationen wie das Messen erschaffen erst die Größen, die dann selbst in ihrer abstrakten Form noch den phänomenalen Gehalt der Lebenswelt besitzen, der sie entstammen. So sei die Kraft nicht Newtons $F=ma$, sondern tatsächlich das, was wir im Alltag *erfahren, wenn wir die Kraft messen*. In der Operativen Pädagogik war deshalb immer auch das Zeigen diejenige Operation, die das Lehren und Lernen erst stiftete. Prange selbst weicht diesen Bezug zunehmend auf. So hat er auf dem Workshop in Münster in 2013 bereits angekündigt, zukünftig auch das *Fragen* der Schüler näher zu behandeln. Das Zeigen kann so zumindest nicht mehr allein die stiftende Operation sein. Der Erlanger Konstruktivismus ist aber nicht nur bei Prange, sondern auch als formale Theorie an sich fraglich geworden, weil er als Protophysik nicht alle Phänomene der Physik erklären kann; bestes Beispiel ist die Relativitätstheorie. Ich vermute, dass die Operationen des phänomenologischen Bezugs von Pranges Theorie letztlich dazu führen, dass er die Adressatenseite und vor allem den Eigenwert, den Dinge in der Didaktik haben können – insbesondere wenn man an experimentelle Gebiete wie die Science Education

denkt – vernachlässigt. Drittens habe ich Pranges Bezüge in die Systemtheorie herausgearbeitet. Die Systemtheorie beruht auf mikrobiologischen Annahmen, die deshalb formal sind, weil sie nicht nur auf den Menschen, sondern auf jede Form von Leben und deshalb auch auf jede Form von Sozialität, zutreffen. Die Systemtheorie macht einen Unterschied zwischen psychischem und sozialem System in der Art und Weise, wie sich diese Systeme jeweils wieder selbst erzeugen. Während sich das psychische System über einen Bewusstseinsprozess neu konstituiert, geschieht die Autopoiesis in sozialen Systemen auf Grund von Wahrnehmung und codierter Kommunikation. So lässt sich innerhalb der Operativen Pädagogik auch erklären, das Lernen letztlich opak für das soziale System Unterricht ist. Dennoch gibt es nach Luhmann sog. Interaktionssysteme, die durch Überlappung, Luhmann nennt das Interpenetration, Systemreferenzen von einem System in ein anderes erzeugen. So gibt es auch in der Operativen Pädagogik einen Moment der dort sogenannten „Synchronisierung“, so dass das soziale System eine Entsprechung im psychischen System hat und auch das psychische Lernen der Schüler verknüpft ist mit dem sozialen Lehren. Dabei ist von Bedeutung, dass Didaktik in dieser Sicht eine soziale Interaktion ist, die qua formaler Theorie nicht durch eine völlige Selbststeuerung des Lernens ersetzt werden kann.

Die formal-mikrosoziologische Perspektive, die Prange in Texten wie „Die Form erzieht“ (Prange, 2003) einnimmt, konnte in allen drei Bezugstheorien in unterschiedlicher Beweisführung wiedergefunden werden. Ebenso ist überall die grundlegende deiktische Tryade oder vielmehr der Tetraeder der Aufmerksamkeiten, wie er in Kapitel 4. 1. 5 beschrieben wurde, zentral. Eine große Baustelle der Operativen Pädagogik ist aber die Bezugstheorie der Neuen Phänomenologie. Dieser theoretische Bezug qualifiziert nur sehr bedingt zu einer formalen Theorie. Die Vernachlässigung der Seite der Dinge in Lehr-Lern-Prozessen, die etwa in der Bezugstheorie der Anthropologie doch von deutlich größerer Bedeutung ist, führt zu einem starken Überhang auf Seiten des Lehrerhandelns, so dass sich aus Pranges Theorie allein deshalb schon kaum ein Didaktisches Dreieck darstellen lässt. Genau solch einen Formalismus will ich hier aber konstruieren. Insgesamt ergeben sich für eine Weiterentwicklung der Operativen Pädagogik aus der Analyse der drei Bezugstheorien folgende drei Additiva:

- der Einbezug der Dinge der Didaktik, dem was gelehrt und gelernt wird in die soziale Mikrostruktur,
- der Einbezug von Relationen von Akteuren in Interaktionen (Lehrer-Schüler) zu diesen Dingen,
- der Einbau von Synchronität – Wechselseitigkeit und Gleichzeitigkeit.

Im nächsten Kapitel wird eine weitere formale Bezugstheorie verwendet, um diese Leerstellen zu füllen: Die Akteur-Netzwerk-Theorie in ihrer anthropologischen Wendung als Soziomaterialität der Material Cultural Studies.

4. 5 Entwicklung: Dinge und Zeit im Didaktischen Dreieck

In diesem Kapitel werde ich aus den Vorlagen bei Prange und den Lücken seiner Theorie ein neues Didaktisches Dreieck konstruieren, das sog. Didaktische Design. Ich hoffe, dieses Instrument wird Forschern und Lehrenden dabei helfen, sich die soziale Grundsituation der Didaktik differenzierter vorstellen zu können als es das bisherige Dreieck erlaubte. Wie schon Kapitel 2. 5 ist auch dieses Kapitel ein nicht mehr rein deskriptiver Teil dieser Arbeit. Die Arbeit der Kartographie ist mit Kapitel 4. 4 auch für die Operative Pädagogik abgeschlossen. Nun geht es auch hier um zukünftige Entwicklungen der Prangeschen Theorie, zu denen ich einen bescheidenen Beitrag leisten möchte mit der Idee der Didaktischen Designs. Dem Leser aus der Fachdidaktik wird auffallen, dass diese Designs besonders gut auf die Naturwissenschaftsdidaktik passen, weil sie endlich die *Dinge*, die dort besonders augenscheinlich sind, einbeziehen.

4. 5. 1 Dinge in der Didaktik und ihre Relationen

In den naturwissenschaftlichen Sammlungen hinter den Biologie-, Chemie- und Physikräumen gibt es eine Vielzahl an Dingen, die, wenn in Pranges Sinne die „Synchronisation“ des Lernens geschieht, eine wichtige Rolle spielen. Dieses Phänomen ist nicht auf die Naturwissenschaft beschränkt; es geht in jeder Didaktik darum, *Dinge* zu klären. Erstaunlich wenig Schriften zur Didaktik behandeln die Dinge überhaupt in irgendeiner Weise (Beck & Wellershoff, 1993; Musolff & Hellekamps, 2003). Das lange Schweigen ist verwunderlich, hatte doch schon der große Klassiker der Pädagogik Jean-Jacques Rousseau zu diesem Perspektivwechsel gemahnt: „Nicht aus Büchern, sondern von den Dingen selbst“ lerne man (Rousseau, 2001, p. 181). „Ding“ ist heute der Zentralbegriff der neueren materiellen Kulturwissenschaft (I. Woodward, 2007). Derzeit sind die Cultural Studies im Feld der Erziehungswissenschaft noch ein junger Trend und etablieren sich zum Teil bereits in der qualitativen Unterrichtsforschung (z.B. G. König, 2012; Röhl, 2013). Dabei scheinen die Cultural Studies auch im Feld der Erziehungswissenschaft eher eine Kulturgeschichte oder Kulturosoziologie mit speziellem Gegenstand zu sein. Auch wenn Niklas Luhmann gegen Ende seines Schaffens selber konstruktive Schriften zur Kulturtheorie veröffentlichte (Burkart & Runkel, 2004), sein Veto gegen die Kulturwissenschaft auf soziologischem Feld hat immer noch Gewicht. Kultur, so Luhmann, sei einer der „schlimmsten Begriffe, die je gebildet wurden“ (Luhmann, 1995, p. 398) und die Systemtheorie mache den Begriff glücklicherweise überflüssig (Luhmann, 1997, p. 109). Kulturwissenschaft könne so ziemlich alles behandeln und sage letztlich kaum etwas. Rainer Winter, einer der bekanntesten Vertreter innerhalb der Cultural Studies in der Soziologie, sagt hingegen:

„Weder spiegelt die Kultur einfach die Sozialstruktur, noch determiniert sie das Verhalten der Subjekte. Bei den Kulturanalysen der Cultural Studies dominieren soziale Fragestellungen nach Macht, sozialer Ungleichheit, Unterdrückung, Widerstand und Handlungsfähigkeit der Subjekte.“ (Winter, 2009, p. 82)

Ob sie damit mehr ist als eine Soziologie mit anderen Mitteln, sei dahingestellt. In meiner Argumentation war an anderer Stelle wichtig, dass diese Form von Kulturoso-

ziologie vor allem den Teil der Soziologie ergänzt, der ständigen Wandel und Wechsel unter je anderen soziokulturellen Bedingungen untersucht. In Kap. 1. 1 habe ich darauf hingewiesen, dass auch die Didaktik solchen kulturellen Trends wie den Assessments, der Inklusion oder dem Professional Development ausgesetzt ist. Eine Mikrosoziologie könnte hier auch die neuen Dinge (Wochenplan, Lernmaterial, Stillarbeit-Kopfhörer) und Subjekte (Inklusionshelfer, Teaching Assistant) analysieren. Für eine Soziologie der Formen sind solche Kulturanalysen des Wandels aber gerade *nicht* relevant. Die Cultural Studies haben jedoch noch eine andere Seite.

Tony Bennett, einer der bekanntesten Vertreter der Cultural Studies, der Kulturen aus einer epochalen Perspektive betrachtet (T. Bennett, 1998), hat in 2007 im Journal „Cultural Studies“ einen Artikel verfasst, in dem er eine Perspektive darauf eröffnet, wie kulturelle Materialitäten selbst das Soziale konstituieren können:

„Culture [...] is produced and sustained through the assemblage of materially heterogeneous elements. This is related to an account of the ways in which culture acts on the social through the distinctive 'working surfaces on the social' that it organises“ (T. Bennett, 2007, p. 610)

Hier ist Kultur also nicht eine Ergänzung oder ein Pendant zum Sozialen, sondern durch materielle Kulturen wird eine „Arbeitsoberfläche“ des Sozialen gebildet, die das Soziale wieder herstellt. Bennett beruft sich hierbei auch auf die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), die beschreibt, in welcher Form Menschen und Dinge zueinander in Relation treten. Hier wird mit der Perspektive der Material Culture Studies und der ANT nun der Kulturbegriff in einer Mikroperspektive verwendet: Die Kultur in Dingen beim konkreten Lehren und Lernen.

4. 5. 2 Die Beschreibung von anthropologischen Soziomaterialitäten in der Akteur-Netzwerk-Theorie

Im Zentrum der ANT in formaler Lesart steht Latours Kritik der Moderne. „We Have Never Been Modern“ ist das zentrale Diktum dieser Kritik und der gleichnamigen Monographie hat Latour den Untertitel „Versuch einer symmetrischen Anthropologie“ gegeben (Latour, 1993). Die Moderne und der moderne Mensch beruhen auf dem Gedanken, dass die Natur und die Gesellschaft getrennt sind, das war aber nie der Fall, so Latour. Diese anthropomateriale Grundannahme Latours baut auf den frühen Studien von Latour und Woolgar zur Wissenschaftssoziologie auf, die mir bereits in Kap. 3. 1. 5 als diskursanalytisches Instrumentarium der Science Education dienten (Latour & Woolgar, 1979; Latour, 1987). In diesen Studien haben Latour und Woolgar die These aufgestellt, dass wissenschaftliche Fakten größtenteils Konstruktionen sind, deren Überzeugungskraft auf „Inskriptionen“ beruhen, die auf echte Dinge verweisen. Diese Dinge sind jedoch selbst immer schon modifiziert. In *Laboratory Life* gibt es das Beispiel von TRF(H), das erst in verschiedenen Kontexten festgestellt, dann isoliert, als Peptid klassifiziert und schließlich in anderen Anwendungen appliziert wurde (Latour & Woolgar, 1979, p. 105ff). Ein solches Ding ist nicht frei von all dem, was die Wissenschaftler im Labor mit ihm gemacht haben. Latour nennt sowas eine „Überset-

zung“ oder „Vermittlung“. Durch solche Vermittlungen gehen die Wissenschaftler und – so die anthropologische Wendung hier – alle Menschen Allianzen mit Dingen ein. Im Zweifel kann dann auch das Ding als Akteur agieren und sich, wenn jemand nachfragt, im Labor selbst beweisen (Latour, 1987, p. 63ff). Auch diese Dinge sind also Akteure und können Netzwerke zu anderen Akteuren aufbauen. In „We Have Never Been Modern“ argumentiert Latour dann später, dass *alle* Dinge, nicht nur die durch moderne Wissenschaft hergestellten, immer schon soziomateriell waren, dass sie also immer erst vermittelt werden mussten. In einem noch neueren Text geht er schließlich auch davon aus, dass diese Dinge keine Konstrukte sind; im Gegenteil: sie sind die feste Basis von der man diskursive Konstruktionen aus kritisieren kann:

„Einerseits ist ein Ding ein Objekt da draußen, andererseits ein Anliegen *da drinnen*, in jedem Fall ein *Versammeln* [engl. Thing: Versammlung, mb]. Um den von mir zuvor eingeführten Begriff jetzt genauer anzuwenden: dasselbe Wort Ding bezeichnet *matters of fact*, Tatsachen, und *matters of concern*, Dinge, die uns angehen.“ (Latour, 2007, p. 24)

Dieser neue kulturwissenschaftliche Begriff des Dings, die Möglichkeit der Relationierung in Allianzen wie im Labor und die Möglichkeit der Vermittlung oder Übersetzung von Dingen sind passende Ergänzungen des im Analysekapitel 4. 3 zerlegten formalen Verständnisses von Didaktik. Die Definition von Didaktik in kulturwissenschaftlicher Perspektive ist also diese hier: Die Vermittlung von Tatsachen mit dem, was uns angeht. Dabei muss man beachten, dass didaktische Dinge immer Teil von beidem sind. Es gibt Dinge, die *Tatsachen* sind und es gibt welche, die uns *angehen*, in Didaktik sind sie zusammengebracht.

Es gab reichlich Kritik an der Akteur-Netzwerk-Theorie in diesem formalen Zuschnitt. Diese Kritik traf vor allem die vielen Symmetriehauptungen: Mensch gleich Ding, Natur gleich Gesellschaft, Moderne gleich Vormoderne (vgl. Kneer, 2009, p. 34ff). Der hohe Grad an Symmetrie wird besonders unter Soziologen eher als Verengung des Blicks gewertet. Für eine Formalisierung der Didaktik scheint er mir hingegen hilfreich. Für einen Lehrer – besonders der Naturwissenschaft – ist es eine kopernikanische Wende im Denken, zu begreifen, dass er nicht alleine lehrt, sondern ein Ding mit ihm.

4. 5. 3 Die Punktförmigkeit der Synchronisation: Die Vernachlässigung der Zeit

Ebenso wichtig wie die Dinge in die Didaktik zurückzuholen, ist es meines Erachtens, den didaktischen Prozess nicht auf Zeit zu denken. Es war ein Vorteil des Didaktischen Dreiecks, dass hier nie eine Zeitachse eingezeichnet war. Mir scheint die Integration der Zeit in die Theorie der Operativen Pädagogik, wie sie Prange an manchen Stellen selbst macht, für einen Formalismus nicht förderlich. Zeit alleine ist nur dann hilfreich, wenn der Schüler für sich selbst lernt, nicht aber in der sozialen Interaktion. Die Zeit spielte in keinem der formalen Theorieansätze Pranges, die bisher behandelt wurden eine Rolle. Zentrale Beispiele bei Prange sind Fotos und Geschichten in Momentaufnahme. Der Begriff der Synchronisierung von Zeigen und Lernen legt bereits nahe,

dass in den Wechselwirkungen der Faktor Zeit schlicht keine Rolle mehr spielt. Wie ein Physiker zwei Prozessgrößen synchronisiert, um sie unabhängig von der Zeit zu messen, sind Zeigen und Lernen über die Dinge immer bereits synchronisierte Prozesse, wenn denn das Ding richtig gewählt wurde.

Prange selber – völlig ab von seinen theoretischen Bezügen – hat eigenständig eine dezidierte Theorie der Zeit in der Didaktik entwickelt, die ich nicht für zielführend halte. Das Zeigen beschreibt Prange mit einer Metapher von Aristoteles als „Vorstoß“, wie in den Heeresbewegungen griechischer Phalanx. Auf diesen Vorstoß müsse sich der Schüler dann sammeln, indem er lernt. Für Prange ergibt sich aus einzelnen Vorstößen letztlich ein Lernprozess als Pendelbewegung, den er die „Artikulation“ von Unterricht nennt. Der Schüler stößt, nachdem er sich gesammelt hat, selber vor, das ist das Wieder-Zeigen. Nun muss der Lehrer sich sammeln usw. So etabliert sich hier ein Austausch in der Zeit (Prange, 2012a, p. 117f), der aber letztlich dennoch auf einzelne punktuelle didaktische Interventionen reduziert werden kann. Insbesondere wenn man von der Synchronisierung der Didaktik ausgeht, ist jeder einzelne Prozess ja bereits eine Wechselwirkung und schon beidseitig, der Vorstoß und das Sammeln werden dann gleichzeitig von beiden Seiten geführt. Hier ist meines Erachtens kein zeitlicher Prozess notwendig.

Gleiches gilt für die Einbettung in Unterricht als Anschluss der Didaktik „an die real bestehenden Institutionen und Formen sozialer Organisationen“ (Prange, 2012a, p. 130). Prange hat eine komplizierte Theorie der Bauformen des Unterrichts, die auf drei verschiedenen Zeitebenen beruhen: „was jetzt hier für mich ist“, „was für jedermann war“ und „was für mich kommt“ (Prange, 2012a, p. 134). In diesen drei Ebenen wird je anders gezeigt. Im ersten Fall darstellend, im zweiten Fall direktiv-appellierend und im letzten Fall ostensiv. Der erste Fall beschreibt all die beiläufigen Fälle von „Gelegenheitserziehung“ (Prange, 2012a, p. 132), wenn auf der Neckarbrücke gerade eine Ente schwimmt und das Kind darauf zeigt, an der Ampel mit dem Schild, das zum Ampelgehorsam mahnt, usw. Diese Formen finden immer im Hier und Jetzt statt, sie können auch als Übung ablaufen, sind aber nicht weiter institutionalisiert. Im zweiten Fall werden Lern-Arrangements geschaffen; z.B. wird einem Kind ein Tier gekauft. Diese Arrangements haben „Appellcharakter“; das Tier muss z.B. gefüttert werden. Diese Formen sind nach Prange häufig in der frühen Erziehung, allerdings nicht hierauf beschränkt (Prange, 2012a, p. 133). Der klassische Fall im dritten Zeitraum „was für mich kommt“ ist Unterricht vermittelt durch Zeichen. Bei Pranges „Artikulation“ muss man zwei unterschiedliche Ideen von Zeitlichkeit in der Operativen Pädagogik differenzieren, um auch hier zu sehen, dass Zeit ebenfalls im Kern unbedeutend ist. Erstens ist da eine Zeitlichkeit der didaktischen *Perspektive*: „Was jetzt hier für mich ist“, „was für jedermann war“, „was für mich kommt“ bilden *Tempi* von Didaktik als Präsens, Präteritum und Futur. Zweitens sind verschiedene Formen von Starrheit der zeitlichen Struktur gemeint. Während die Gelegenheitserziehung sehr flüchtig ist, zwingt das Lernarrangement zu längerer Auseinandersetzung, der Unterricht schließlich ist starr strukturiert. Auch diese Darstellung der Artikulation im Unterricht betrifft also wiederum nicht die konkrete Didaktik, sondern die *Perspektive*, in der sie geschieht. Auch hier muss der

didaktische Formalismus keine Zeitebene haben, wie es auch das Didaktische Dreieck nie hatte.

Das eigentliche Zeitproblem der Operativen Pädagogik in didaktischer Hinsicht ist vielmehr die Frage, ob es einen „Zeitkern der Form“ gibt (Prange, 1999, p. 301). Prange hat in dem Aufsatz, der sich speziell mit diesem Thema beschäftigt, noch eine andere Perspektive entwickelt. Hier kommt die Zeit dadurch in die Didaktik, dass der Lehrer das Lehren „zeitigt“, indem er methodisch, das heißt Schritt für Schritt, bei der Ausführung des Handwerks des Zeigens vorgeht. Dieses methodische Vorgehen charakterisiert Prange als Charakteristikum der Moderne seit Descartes (Prange, 1999, p. 304). Hier entsteht die Zeitlichkeit über die Methodik im Unterricht, es ist die Planung von Unterricht und letztlich die Sozialordnung des Unterrichtens, die eine Zeitlichkeit an dieser Stelle erzeugt. Unterricht ist aber nicht Didaktik (vgl. Kap. 2. 5. 2).

Solange ich in Pranges Theoriebezügen gesucht habe, finde ich doch keinen *formalen* Grund für die Beibehaltung der Zeitebene, wie sie die Operative Pädagogik andenkt. Sie herauszulassen wird die folgende Formalisierung stark vereinfachen. Didaktik muss bei Elimination der Zeit nicht zeitgleich ablaufen, sondern eben synchron. Um diesen Gedanken zu illustrieren eignet sich ein Beispiel, das man bei Wolfgang Sünkel findet (Sünkel, 2013, p. 78f) und das ich an dieser Stelle leicht modifiziert paraphrasieren möchte:

In einem bürgerlichen Viertel öffnet ein Student um 10 Uhr morgens das Fenster, es hat geschneit, die Straßenseite des Nachbarn ist bereits von Schnee befreit. Die Personen sind in diesem Beispiel nicht zeitgleich anwesend, die Operation des Zeigens ist erst vollendet als der Student das Fenster öffnet, dennoch kann man wohl sagen, dass hier gelehrt wurde, wenn auch nicht explizit. Nehmen wir an, der Student hat hieraus tatsächlich die Gepflogenheiten des frühen Schneeräumens im bürgerlichen Milieu erlernt. Die Synchronisation innerhalb des Interaktionssystems der Didaktik hier dauerte insgesamt mehrere Stunden. Sie ist nicht zeitgleich geschehen; es kam erst in dem Moment, in dem das Fenster geöffnet wurde, zu einer Synchronisierung der vorher diskreten Elemente. Dennoch ist die didaktische Situation punktuell und auch denkbar innerhalb eines einzigen Momentes. Dieselbe Didaktik würde auch ablaufen, wenn der Nachbar gerade den Schnee räumen würde, in dem Moment als der Student das Fenster öffnet.

In Sünkels Beispiel wird deutlich: Didaktik braucht keine Zeit. Oft geschieht Didaktik nicht zeitgleich, aber es gibt keine *Funktion* der Zeit beim Lehren und Lernen. Deshalb werde ich im Didaktischen Design die Zeitebene aussparen.

4. 5. 4 Ein neues Didaktisches Dreieck

Auf Grundlage des bisher entwickelten didaktischen Formalismus stelle ich nun eine neue Darstellung der sozialen Form des Lehrens und Lernens vor. Für solche Darstellungen hat sich in der Tradition der Allgemeinen Didaktik der Begriff „Didaktisches Dreieck“ etabliert. Das hier von mir sog. Didaktische Design ist ein neues Didaktisches Dreieck; es soll die formalen Grundlagen der Didaktik, die bisher entwickelt wurden,

anwendbar machen. Dieses Design ist dazu geeignet, jede didaktische Intervention oder Instruktion darzustellen als einen möglichen Übergang von einem Ding in ein anderes. Es gibt also die Seite des Dings in dieser Darstellung in zwei Stufen oder Phasen. In einer jüngeren Version des Didaktischen Dreiecks bei Andreas Gruschka, der sog. „didaktischen Pyramide“ (Gruschka, 2013a, p. 38ff) ist die klassische „Sache“ im Unterricht ebenfalls doppelt vorhanden, nämlich als unterschiedliche Bezugspunkte von Schüler und Lehrer auf einen Gegenstand, der objektiv für beide nicht zu erkennen ist. So sind die beiden Zustände im Didaktischen Design hier aber nicht gemeint, sondern als Anfangs- und Endzustand eines didaktischen Dings, das sich in der Didaktik selber *verändert*. Der fundamentale Perspektivwechsel, der sich mit dem didaktischen Design einstellt, ist, dass sich beim Lehren und Lernen nicht etwas Nur-Psychisches im Kopf des Schülers tut oder etwas am Verhalten des Lehrers verändert, sondern sich tatsächlich und wesentlich die *Dinge* durch Didaktik wandeln. Abbildung 43 zeigt die Grundelemente des Didaktischen Designs.

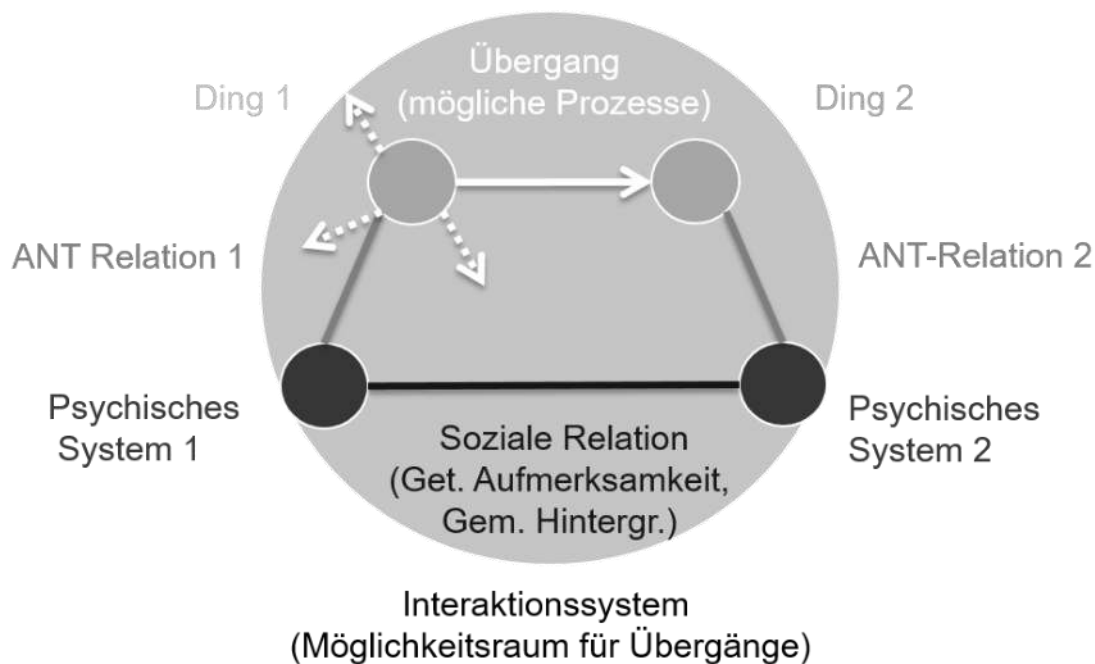


Abbildung 43: Didaktisches Design. Hier ein Beispiel, in dem mehrere Übergänge möglich wären. In den Übergängen werden die Dinge verändert und nur hierüber die ANT-Relationen und letztlich die psychischen Systeme. Das System ist von beiden Seiten denkbar, wer wen was lehrt ist durch das Interaktionssystem alleine nicht vorgegeben. Eigene grafische Darstellung.

Innerhalb des Kreises sind die aus der Systemtheorie bezogenen Teile eines Interaktionssystems, in dem zwei psychische Systeme (schwarz) sowie ein Ding im Übergang von Zustand 1 in Zustand 2 (hellgrau) mit dem sozialen Hintergrundsystem synchronisiert sind. In diesem Interaktionssystem sind die einzelnen Systeme jeweils Referenzen. Die soziale Situation der Didaktik wird hergestellt durch die sozial- und kulturanthropologisch fundierten Faktoren der geteilten Aufmerksamkeit und des gemeinsamen Hintergrundes. Aufgrund dieser sozialen Bedingungen wird der weiß dargestellte Möglichkeitsraum an Übergängen eröffnet. Jeder im sozialen System gebundene Akteur

besitzt eine Akteur-Netzwerk-Relation (mittelgrau). Dinge werden nur Teil des Interaktionssystems, wenn sie vor diesem Hintergrund eine erfolgreiche Vermittlung ihrer zwei kultursoziologischen Seiten darstellen. Sie müssen einerseits von Belang sein und zweitens Tatsachen darstellen, das heisst auch in einem größeren kulturellen Referenzrahmen einen festen Gehalt haben. Zwischen den Dingen sind Übergänge möglich, weil sich diese Dinge in Didaktik mental oder real verändern. Von vielen möglichen Übergängen wird letztlich einer realisiert, was der Auflösung der vorherigen Struktur in der Interaktion gleichkommt, die sich auch auf die psychischen Systeme auswirkt. Wie genau der Prozess des Übergangs aussieht und wann sein Zeitpunkt ist, ist nicht näher formal bestimmt.

Um dieses Schema für den Leser plastischer zu machen, habe ich in Abbildung 44 ein Beispiel dargestellt, das aus der Science Education stammt. Es ist der einfache Fall des Experimentierens mit Eisenwolle in der Chemiedidaktik, den ich bereits in Kap. 3. 3. 1. 1. vorgestellt hatte.

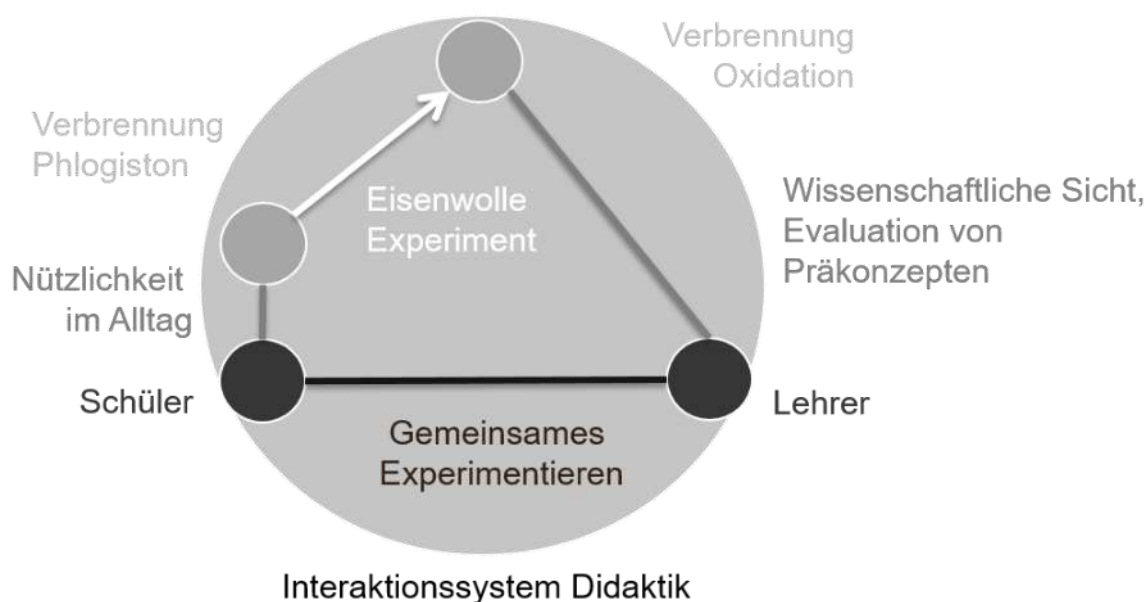


Abbildung 44: Idealfall eines geglückten experimentellen Unterrichts mit dem Eisenwolle-Experiment dargestellt im didaktischen Design. Eigene grafische Darstellung.

Die Eisenwolle eignet sich als didaktisches Ding in dieser Interaktion ganz gut, weil sie einerseits – mit leichten Einschränkungen – von *Belang* für Schüler und Lehrer ist, andererseits eine *Tatsache*. Für Schüler ist der Gegenstand nur in ihrer Lebenswelt verortet, weil sie das Material Eisen von Gerüsten etc. kennen. Noch besser wäre es im Didaktischen Design, wenn der konkrete Gegenstand Eisenwolle auch *im Alltag* der Schüler von Belang wäre – so ist dieses Ding hier im Design nicht optimal geeignet, er *belangt* die Schüler nicht hinlänglich. Wohl von Belang ist für sie aber das Feuer beim späteren Verbrennen – eine anthropologische Faszination. Die Eisenwolle ist auf der anderen Seite, der Seite als *Tatsache*, hingegen gut verortet. Eisen ist ein Element nach dem Elementesystem Lavoisiers mit bestimmten chemischen Eigenschaften, hierüber ist es mit den Phlogiston-Experimenten Priestleys und der Oxidation von Metallen verknüpft. Das wissen Schüler nicht unbedingt, dennoch ist dies das, was La-

tour eine wissenschaftliche Tatsache (fact) nennt. Das Ding Eisenwolle ist also auch als Tatsache bedeutend. Es ist gespalten in eine Seite von *Belang* und eine Seite *als Tatsache*, die in der Didaktik vermittelt werden müssen, damit der Gegenstand zum Lehren und Lernen eingesetzt werden kann. Das geschieht in dem Beispiel dadurch, dass die Verbrennung der Eisenwolle das Zentrum der Interaktion ausmacht, in der genau die alltägliche Seite und die Tatsachenseite zusammenkommen. In der didaktischen Interaktion geht dann die Eisenwolle von Zustand 1 in Zustand 2 über durch einen realen Prozess – sie wird tatsächlich verbrannt. Dabei verändert sich aber auch die Relation des Schülers zu ihr. Die Phlogiston-ähnliche Vorstellung des Schülers des Entweichens von Stoff bei der Verbrennung ist für den Schüler das, was er in der brennenden Eisenwolle in Ding 1 sieht. Seine Akteur-Netzwerk-Relation hierzu besteht vor allem aus den vielen Erfahrungen im Alltag, in denen sich Rauch bei der Verbrennung gezeigt hat. Der Lehrende hingegen bezieht sich mit Hilfe der aus der Fachkultur stammenden Konsensmeinung, des Lehrplans und seines Vorwissens über häufige Präkonzepte der Lernenden auf dasselbe materiale Objekt, das für ihn dann auch schon zu Beginn des Experiments ein anderes Ding ist. Der Lehrer kann also nicht anders als selbst von Ding 2 auszugehen, für ihn ist es viel schwieriger Ding 1 zu verorten und in der Didaktik zu lernen, damit er lehren kann. Der Lehrer muss also lernen zu wissen, welche Dinge für Schüler von Belang sind. Erst das Wissen um diese Dinge ermöglicht ihm, Übergänge zu den Dingen zu schaffen, die (wissenschaftliche) Tatsachen sind.

Man kann Didaktik als soziale Situation mit Hilfe der Didaktischen Designs nachvollziehen und planen, indem man den Weg der Dinge – nicht der Schüler oder Lehrer – durch die Didaktik verfolgt. Ein Ding wird zu einem didaktischen Ding durch einen Vermittlungsvorgang nach der neuen Definition in der Akteur-Netzwerk-Theorie: Der Vermittlung von Tatsachen, mit dem, was uns angeht (Latour, 2007, p. 24). Diese Vermittlungsleistung ist die Bedingung der Möglichkeit, dass innerhalb des Interaktionssystems Didaktik ein Ding für jemanden nicht mehr dasselbe wird. Das bedeutet nicht, dass man durch Teilnahme an didaktischen Interaktionen eine neue „Perspektive“ oder einen anderen „Bezug“ zu den Dingen bekommt, sondern die Dinge *sind* dann tatsächlich andere. Das muss dadurch geschehen, dass sie sich in der Interaktion selber wandeln. Bisherige Darstellungen des Didaktischen Dreiecks haben entweder das Lehren als Einwirkung, Instruktion oder Intervention fokussiert. Oder sie haben das Lernen als psychischen Konstruktionsprozess in Vorher- und Nachher-Zuständen gemessen. Diese Prozesse und Messungen deuten aber lediglich auf das sozial tatsächlich entscheidende Tertium der Didaktik hin, das erst im Interaktionssystem hergestellt wird, aber sich auch dort direkt wieder zeigt: Dinge verändern sich in und durch Didaktik.

Für Lehrer kann das Design wie die bisherigen Darstellungen des Didaktischen Dreiecks als Denkhilfe dienen, um bestimmte Interventionen mit Schülern zu planen. Der größte Unterschied zu bisherigen Darstellungen liegt dabei einerseits in dem eben beschriebenen Fokus auf die Veränderung von Dingen in der Didaktik. Andererseits sind mit dem Schema auch bereits die entscheidenden sozialen Fallstricke einer nicht

stattfindenden Didaktik aufgeführt. Der häufigste formale Grund, warum Didaktik nicht entsteht, liegt dabei darin, dass Lehrer und Schüler überhaupt gar nicht in *Interaktion* treten, d.h. dass sie keine Aufmerksamkeit füreinander haben und dass ihnen ein geteilter Hintergrund fehlt. Das ist aber auf keinerlei soziale Unzulänglichkeit aufgrund fehlender personaler Kompetenzen zurückzuführen, sondern liegt immer allein nur daran, dass kein passendes Ding im Unterricht gefunden wurde, dass Lehrende und Lernende angeht und gleichzeitig eine Tatsache im Sinne der neueren Akteur-Netzwerk Theorie ist. Das Interaktionssystem mag man sich verdeutlichen als einen „Treffpunkt“ (Prange, 2012a, p. 117), an dem die sozialen Relationen und die Relationen zu den Dingen zusammenkommen. Mit dem Vokabular der Systemtheorie gesprochen, sind hier aber die Systemreferenzen, die diese Interaktion aufrecht halten, nicht unendlich dehnbar. Ab einer bestimmten Distanz zu den Dingen im Interaktionssystem können sich psychische und soziale Systeme nicht mehr stimmig zu dem Ganzen verhalten und klinken sich aus. Dieser Raum ist also begrenzt.

Anders als bisherige Darstellungen legt das Didaktische Design keinen Determinismus der sozialen Situation nahe. Selbst wenn ein passendes Ding gefunden wurde, muss Didaktik keinesfalls zwangsläufig gelingen. Wie schon in Kap. 2. 3. 4 beschrieben, hat ein Formalismus so viel mit der sozialen Realität zu tun, wie die Mathematik mit der physikalischen Wirklichkeit. Man kann lediglich feststellen, dass es keine schon rein formalen Hindernisse gibt. Diese formalen Gründe basieren auf wissenschaftlichen Theorien, die Axiome der Didaktik als soziobiologisches System (Systemtheorie) von Menschen (Anthropologie) als Kulturwesen (ANT) aufstellen. Während bisherige Darstellungen des Didaktischen Dreiecks mehr eine alltägliche Intuition waren, ist diese Darstellung hier wissenschaftsbasiert. Wie die Wissenschaft der Mathematik die Zahlen, Formen etc. beweist, beweisen die sozialtheoretischen Bezugswissenschaften die Axiome der Didaktik. Dabei muss man sich aber stets vor Augen führen, dass dies nicht bedeutet, dass die Realität ein Abbild des formalen Raumes ist. Wie ein Ingenieur, dessen Motordesign in allen vorher durchgeführten Kalkulationen besteht, kann auch dieses Design in der Realität immer noch scheitern. Man kann lediglich einfache formale Probleme dadurch erkennen.

Selbst auf der rein formalen Ebene des Interaktionssystems Didaktik sind im Didaktischen Design anders als bei bisherigen Darstellungen des Dreiecks immer auch unterschiedliche Übergänge von Dingen möglich. So legt das Design nahe, Didaktik als Möglichkeitsraum zu begreifen, in dem sich verschiedene Endzustände ergeben können, die zumindest zum Teil auch vorhergeahnt werden können, nämlich dadurch, dass sich die Dinge nicht beliebig verändern können, sondern nur auf bestimmten Wegen. Wie solch ein Prozess des Übergangs eines Dings von einem Zustand in den anderen im Detail aussieht, ist dabei für Didaktik als soziales System nicht entscheidbar und auch nicht entscheidend. Man wird rein formal lediglich beweisen können, dass in einem Interaktionssystem in dem Moment erfolgter Didaktik (instantan) ein Ding in seiner Relation in diesem Interaktionssystem (d.h. auch für die in diesem Moment eingebundenen psychischen Systeme) nicht mehr dasselbe ist.

In zwei wesentlichen Punkten unterscheidet sich also das Didaktische Design von allen bisherigen Darstellungen des Didaktischen Dreiecks und verändert so auch die Vorbereitung des Lehrers mit seiner Hilfe. Erstens wählt der Lehrer nicht mehr vor dem Unterricht eine für sich genommene „Sache“ oder einen „Gegenstand“ aus, an dem der Schüler sich abarbeiten kann, noch macht er irgendetwas im Unterricht zum „Thema“, über das dann gesprochen wird. Stattdessen sind die Dinge im Didaktischen Design fluide. Wer also mit dem didaktischen Design plant, plant die Veränderung von Dingen im Unterricht und nicht die Veränderung von Schülern.

Der zweite Unterschied zu bisherigen Darstellungen des Didaktischen Dreiecks ist die Beachtung der fragilen sozialen Situation, in der Didaktik als Interaktion stattfindet. In bisherigen Darstellungen waren Lehrer und Schüler funktional in das Dreieck eingebunden. Rein formal gesehen ist Didaktik als Interaktionssystem aber fragil und bedingungsreich. Die in ihm involvierten psychischen Systeme treten in Interaktion und sind dann auch nicht mehr jeder für sich, sondern in diesem Moment allesamt involviert. Es ist eine soziale Form, die sich aus anthropologischen Gründen leicht einstellt, aber ebenso leicht auch wieder überlagert werden kann durch andere soziale Relationen (vgl. Kap. 4. 1. 2). Die Dinge in der Didaktik sind ein Teil dieser Sozialbeziehung, so dass im Didaktischen Design das Soziale als Lehrer-Schüler-Beziehung nicht unabhängig von den Dingen betrachtet werden kann. Didaktik ist hier ein soziales Gesamtgefüge, aus dem man keinen Aspekt isolieren kann.

Ob in Didaktik bei einem erfolgreichen Übergang aber auch *gelernt* wird, steht auf einem anderen Blatt. Während der Übergang zweier Dinge in dem Experiment rein formal schlüssig ist, ist es die Sache einer erklärenden Wissenschaft und ihrer epistemischen Struktur zu bestimmen, inwieweit es sich hierbei auch um ein „Lernen“ handelt. Der Gegenbeweis im Experiment in diesem Beispiel wäre nach der alten Theorie von Posner & Strike aus den 80er Jahren z.B. als Lernschritt deklariert worden, schon aber in Vosniadous Theorie Anfang der 90er ist er aber geradezu kontraproduktiv und verhindert ein Lernen. Gleiches gilt für die Erziehungsvorstellungen: Im Golden Age war das technische Knowhow zur Oxidation hier bedeutend, schon in den 80er Jahren vor dem Hintergrund von STS wäre aber gefragt worden, welche gesellschaftliche Bedeutung das Experiment und die Oxidation für politische Entscheidungen der Gegenwart haben. Es gibt also keinerlei Ontik der Grundbegriffe Lernen, Bildung und Erziehung – diese Begriffe und ihre Mechanismen werden durch Wissenschaft immer wieder neu bestimmt. Es gibt wohl eine Ontik von Strukturauflösungen in biologischen Systemen – daraus lässt sich aber kein elaborierter Lernbegriff ableiten. Es ist vielmehr Aufgabe einer erklärenden Wissenschaft, die Mechanismen des Lernens, der Bildung und der Erziehung erst noch herauszustellen – sie sind nicht formal gegeben.

Ziel dieses Kapitels war es, einen didaktischen Formalismus aufbauend auf der Semantik des Beweisens herzuleiten. Alle hier getroffenen Annahmen sind zurückzuführen auf soziale oder sozialmateriale Grundlagen der Anthropologie oder auf die ebenfalls formalen Annahmen der Mikrotheorie sozialer Systeme, die auch für einfache biologische Systeme Gültigkeit haben. Das didaktische Design ist eine – hoffentlich immer noch recht anschauliche – Darstellung dessen, was sich nach gegenwärtigem

Stand einer formalen Wissenschaft der Didaktik, sozial einstellen muss, wenn Didaktik stattfindet. Dabei muss natürlich beachtet werden, dass für diese Darstellung der Unterschied der Semantiken aus Kap. 2 gilt. Das Didaktische Design ist keine Beschreibung, Begründung oder Erklärung dessen, was bei Didaktik passiert. Es ist eine Beweisgrundlage.

4. 5. 5 Möglichkeiten und Grenzen des Didaktischen Designs

Im vorliegenden vierten Kapitel dieser Arbeit habe ich eine in den meisten Teilen der didaktischen Wissenschaft längst vergessene Tradition aufgegriffen: Die in der sog. Kybernetischen Didaktik zuletzt verbreitete Vorstellung, dass es eine formale Wissenschaft des Lehrens und Lernens geben kann. Solch eine Wissenschaft kann neben beschreibenden, erklärenden und begründenden Ansätzen in der Didaktik bestehen. Ihr Sinn ist nämlich ein anderer: Durch diese Wissenschaft kann man sich klar machen, wie Didaktik auf Grund von formalen Strukturen sein müsste – nicht wie sie wirklich ist. Diese Didaktik bietet mit dem Didaktischen Design nun auch wieder einen Formalismus, mit dem man empirisch gefundene Verhältnisse auch in dieser formalen Sprache ausdrücken kann. Das erlaubt ähnliche Möglichkeiten wie die Mathematisierung in der Physik sie bietet. So sind auch begrenzte Kalküle möglich, die vorhersagen können, was passieren wird, wenn man eine konkrete Didaktik in bestimmter Weise verändert. So wie die Mathematik, Logik, Systemtheorie etc. als Wissenschaft nie vollständig und abgeschlossen ist, ist auch diese formale Didaktik nie vollständig. Erst recht ist meine Analyse in Kapitel 4.3 und die darauf basierende Entwicklungsarbeit in Kap. 4.5 nicht vollständig. Die Analyse basiert wesentlich auf den Vorarbeiten von Klaus Prange. Meine Ergänzung der Akteur-Netzwerk-Theorie ist sehr grob – ich wollte in in keinem Fall eine abgeschlossene formale Didaktik aufstellen. Sie ist jedoch eine, wie ich hoffe, mit der man zumindest arbeiten kann und an der man weiterarbeiten mag. Viele ihrer formalen Bezüge basieren auf Axiomen dazu, wie der Mensch grundsätzlich sein muss und wie biologische und soziale Systeme grundsätzlich funktionieren müssen. Ansätze hierzu und einen Formalismus der Didaktik gibt es schon sehr lange in den sog. Didaktischen Dreiecken. Auch hiermit waren schon Beweise möglich, z.B. der Beweis, dass es mindestens die drei Elemente Lehrer-Schüler-Sache braucht für Didaktik oder dass Lehrer und Schüler sowohl in Relation zu der Sache als auch untereinander stehen. Das didaktische Design ist hier lediglich eine an aktuelle formale Theorien gebundene Neuauflage.

Mögliche Erweiterungen des Didaktischen Designs bieten sich in vielerlei Hinsicht an. Z.B. haben einige Sozialtheoretiker mittlerweile angemerkt, dass die Funktion des sog. „Dritten“ in der sozialen Konstellation der Didaktik beachtet werden müsste (Lindemann, 2010; Sünkel, 2013, auch Bellmann an div. Stellen). Gerade für Konstellationen individuellen Lernens, in denen dritte Personen öfter in die didaktische Triade einbezogen sind, könnte dies eine interessante formale Ergänzung sein (Rabenstein et al., 2015). Ich habe noch keine Idee, was im Formalismus passieren muss, wenn nicht zwei, sondern drei soziale Akteure in Interaktion treten. Vor einem formalen Hintergrund müsste man hier wohl zunächst beweisen, warum diese Situation nicht wieder auf die Tryade reduziert werden kann. Gerne möchte ich andere Theoretiker zu der weiteren Arbeit an einem Formalismus der Didaktik einladen.

Fazit: Ein Weg durch das Feld der Didaktik

Wenn man die vorliegende Studie abschließend wieder mit den eingangs erwähnten beiden großen Vorläufern vergleicht, die das gesamte Feld der Didaktik auf einer Meta-Ebene analysiert haben – Blankertz „Theorien und Modelle der Didaktik“ und Terharts „Didaktik. Eine Einführung“ (Blankertz, 1969; Terhart, 2009) – wird deutlich, dass das Wissen um das Lehren und Lernen heute um so Vieles komplexer geworden ist. Ein umfassender Überblick wie noch Blankertz und Terhart ihn liefern konnten, dürfte kaum mehr möglich sein. Die Trends und Moden der internationalen Kulturen der Didaktik gab es in früheren Zeiten in dieser Form nicht; Didaktik war wie Erziehung und Bildung überhaupt eine nationale und sehr divergente Angelegenheit. Im Kalten Krieg und auch noch in den 90er Jahren war Didaktik noch ein Mittel der politischen Abgrenzung. Dieser politische Faktor ist mittlerweile nahezu verschwunden, stattdessen gibt es eine Weltgemeinschaft des Lehrens und Lernens. Die Wissenschaft der Didaktik ist in ihren Formen zeitgleich viel komplexer geworden. Bestimmte Ideen wie die in Blankertz Werk noch so bedeutenden kybernetischen Beweise des Lehrens und Lernens sind verschwunden, aber eine ganze Reihe neuer Möglichkeiten sind dafür entstanden.

Nach einer heute viel zitierten Einteilung des Informatikers Jim Gray, der für Microsoft und IBM arbeitete und 1998 den Turing-Preis erhielt, hat sich Wissenschaft generell in der Moderne in vier Zweige (Branches) ausdifferenziert (Gray, 2007). Neben den älteren Zweigen einer Empirie durch Beobachtung und einer Theorie durch Beweisen und Begründen sind im zwanzigsten Jahrhundert zwei weitere Zweige gewachsen: Eine Wissenschaft der Simulation und eine Wissenschaft der sekundären Datenauswertung. Die in diesem Buch in den Kapiteln über die Empirische Bildungsforschung behandelten Formen der Wissenschaft und auch ihre Inspirationsquellen aus der Medizin im Vorwort sind wohl am ehesten diesen beiden letzten Zweigen von Gray zuzuordnen, die bei Blankertz und Terhart kaum eine Rolle spielten und auch interessanterweise in der Debatte zur Empirischen Bildungsforschung noch wenig Beachtung finden. Im Zuge der Entstehung von Simulationen in den Wissenschaften im 20. Jahrhundert sind in allen Sozialwissenschaften experimentelle Studien hinzugekommen. Die Didaktik hat hier mit dem Design-Based Research einen eigenen Typus entwickelt. Bei den sekundären Datenauswertungen werden im Feld systematische Zusammenfassungen immer wichtiger, die qualitativ oder quantitativ operieren und eigene Forschungen sind, ohne im hergebrachten Sinn noch empirisch zu sein. Mit ihren Mitteln sind auch Überblicke und Ordnungen wieder möglich trotz der Masse an verfügbarer Empirie und Theorie. Ich habe mich selbst teilweise dieser Möglichkeiten bei der Suche und Ordnung der Kulturen in Kapitel 1 und der Science Education in Kapitel 3 bedient.

Es wäre aber ein Trugschluss anzunehmen, dass die beiden neuesten Branches der Wissenschaft in Grays Baum die heute einzig tragfähigen wären. Ein simpler Vergleich macht das augenscheinlich: Was wäre die heutige Physik, wenn sie nur Simulationen und Datenauswertungen hätte? Auch heute noch braucht es dort Theorie und Empirie. Auch in der Didaktik sind die anderen Zweige von Gray nicht verkümmert und es

wird aktiv an ihnen gearbeitet. So ist die theoretische Debatte etwa durch die Wiederentdeckung der Anthropologie und die Neuausrichtung der Systemtheorie bereichert worden.

Die gefundenen Semantiken im zweiten Kapitel der Arbeit zeigen, wie unterschiedlich heute die Wissenschaft des Lehrens und Lernens betrieben werden kann. Ich habe den Fokus im weiteren Verlauf auf die Analyse eines fachdidaktischen Feldes gelegt, nämlich der Science Education, weil sich hier stärker als in anderen Bereichen die wissenschaftstheoretisch interessante Möglichkeit einer erklärenden Wissenschaft mit einem kausalprozess- oder agencytheoretischen Verständnis von Kausalität verwirklicht. Die Fachdidaktiken sind insgesamt ein didaktischer Bereich von wachsender Relevanz, auch wegen der globalen Trends zur Professionsentwicklung und zum Professionswissen (PCK), in denen das Wissen generell fachlich verankert ist. Ein anderer aktueller Trend ist die Mikrosoziologie der Didaktik, die hier mit Pranges Theorie und den Projekten einer „Empirie des Pädagogischen“ behandelt wurde. Dies wird sicherlich gestärkt durch den globalen Trend einer „Neuen Lernkultur“. Die Neue Lernkultur reduziert dabei die Sozialstruktur des Lehrens und Lernens auf ein Maß, in dem nur noch Didaktik relevant ist und nicht mehr das Konzept „Unterricht“. Diese beiden Foki hatten ihre Gründe, hätten aber auch anders liegen können. In keinem Fall ist mit diesem Buch wie bei Blankertz und vielleicht auch noch bei Terhart Vollständigkeit erreicht.

Insgesamt war diese Studie nur *ein* möglicher Weg durch die didaktische Landschaft. Sicherlich sind eine Vielzahl anderer Wege heute ebenfalls gangbar. Bedeutende Gebiete wie die Mathematik- und Sprachdidaktik sind z.B. kaum behandelt worden. Bei den Suchen, die diese Arbeit in allen Kapiteln begleitet haben, war an vielen Stellen nicht ausgeschlossen, dass etwas Wichtiges übersehen wurde, von dem hier dann entsprechend auch in keiner Weise die Rede war. So kann es z.B. durchaus möglich sein, dass es ein Forschungsprogramm in der Science Education oder eine globale didaktische Kultur gibt, die ich schlichtweg nicht gefunden habe. Insbesondere bei der Suche nach den Semantiken im Feld der Didaktik ist es wahrscheinlich, dass es noch weitere gibt. So ist letztlich der Weg, der mit dieser Studie gezeichnet wurde, ein Weg durch die Didaktik und nicht der Weg.

Eine Theorie der Didaktik der Naturwissenschaften

Man kann dieses Buch, wie eingangs beschrieben, vor allem auch als eine Theorie der Didaktik der Naturwissenschaften lesen, die wesentlich auf der Analyse der Science Education beruht. Daher auch der Titel. Viele Bereiche die in der Didaktik der Naturwissenschaften heute wichtig sind, wurden mit großer Breite und hoffentlich nicht zu geringer Tiefe beschrieben. Wer dieses Buch liest, bekommt einen Überblick über das Lehren und Lernen in dieser Fächergruppe. In dieser Lesart ist das Didaktische Design, das in Kapitel 4 entwickelt wurde, als neues Didaktisches Dreieck dann ein Konkurrenzmodell zur Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann (Duit et al., 2012; Kattmann et al., 1997) und eine Wiederaufnahme älterer Traditionen einer Kybernetischen Didaktik. Die Traditionslinien der Science Education und der Allgemeinen Di-

daktik wurden über das gesamte Werk hinaus zusammengeführt, um die Science Education letztlich als anschlussfähig zu zeigen. Sie ist eine eigenständige, volle Didaktik.

Die Perspektive, die in dieser Studie auf Didaktik eröffnet wurde, war selbst in den wissenschaftstheoretischen Teilen über weite Strecken naturwissenschaftlich, was auch eine Gefahr bot. Im ersten Teil habe ich mit der Analytischen Wissenschaftstheorie eine Messlatte an die Didaktik gehalten, die an der Physik geeicht wurde. Sicherlich kann man diesem Teil – und möglicherweise der ganzen Arbeit – vorwerfen, dass sie an „physics envy“ – Physikneid – krankt; ein Vorwurf, mit dem Dennis Phillips auch die neuesten Bewegungen im Feld des Educational Research bedenkt (D. C. Phillips, 2014a, p. 9). Als eine mögliche Form didaktischer Forschung habe ich eine explorativ-experimentelle Forschung und das Design-Based Research auch für andere Didaktiken angedacht. Dies sind an sich bereits eher naturwissenschaftliche bzw. ingenieurwissenschaftliche Methoden. Im letzten Teil über die didaktischen Designs habe ich letztlich sogar eine Formalisierung am Vorbild der Mathematik vorgeschlagen. Solche Formalismen werden z.B. auch in der theoretischen Physik genutzt. Erschwerend kommt hinzu, dass ich selbst Physiker bin. In allen Kapiteln und besonders in Bezug auf die Science Education wurde jedoch hoffentlich auch deutlich, wie viele soziologische und philosophische Annahmen nötig waren, damit sich diese Forschung ausbilden konnte. So ist selbst die tiefste kognitionspsychologische Konzeptforschung in der Conceptual Change Theorie nicht frei von der sozialen Situation, in der sie stattfindet und bedient sich philosophischen Wissenschaftsmodellen z.B. Kuhns Paradigmen. In dem Teil über die Erziehungstheorien der Science Education (Kap. 3. 3. 3) habe ich gezeigt, wie stark diese in ihre je spezifische Gesellschaft eingebunden sind. Auch in der Formalisierung der Operativen Pädagogik sind die anthropologischen Axiome soziokultureller Natur und nicht biologisch. Hier habe ich eine Ergänzung aus der Akteur-Netzwerk-Theorie vorgenommen, die letztlich keinen technischen, sondern einen kulturellen Begriff der Didaktik bietet: Die Vermittlung von dem, was uns angeht, mit den Tatsachen.

Eine Kritik der Empirischen Bildungsforschung

Im Fazit kann man diese Studie auch als Kritik der gegenwärtigen Praxis der Empirischen Bildungsforschung verstehen, die derzeit vor allem in großangelegten Surveys stattfindet. Ein guter Teil dieser Forschung scheint dazu zu dienen, die schon stattgefundenen großen Umwälzungen, die Trends und Moden aus Kapitel 1, im Nachhinein jeweils lokal zu rechtfertigen. Die großen Surveys bedienen sich in ihrer Modellierung von PCK und in ihren Kompetenzmodellen bei fachdidaktischen Theorien und Modellen, die nicht in Surveys, sondern durch explorative, experimentelle Forschungsdesigns und Design-Based Research gewonnen wurden. Die Datenerhebungen dienen der politischen Steuerung, sie können aber keine Anhaltspunkte für mögliches „Veränderungswissen“ (Prenzel, 2012) liefern. Auch experimentelle Forschung nach probabilistischen oder kontrafaktischen Kausalmodellen, wie sie vor allem im angloamerikanischen Raum mit RCTs betrieben wird, ist kaum dazu geeignet das Lehren und Lernen auf der konkreten didaktischen Ebene zu verbessern. Hierzu ist ein Wissen nö-

tig, das nicht nur klären kann, „ob“ etwas wirkt, sondern auch erklärt „wie“. Eine Forschung hierzu muss kausalprozess-theoretischen oder agency-theoretischen Modellen der Kausalität folgen, die nur in kleineren, iterativen Forschungsdesigns untersuchbar sind, weil sie auch hier dann wieder angewendet werden. Daneben wäre es sicher sinnvoll mehr Forschungsaufwand in die theoretische Debatte innerhalb der Modellierungen zu stecken. Wie diese Arbeit hier gezeigt hat, wird zum Beispiel der PISA-Test auch in 2015 nach der Science-Technology-Society Theorie administriert. Diese Theorie liefert kaum noch ein aktuelles Bild der Wechselwirkungen von Naturwissenschaft und Gesellschaft. Gerade die Fragen die durch die Erziehungstheorien der Science Education (Kap. 3. 3. 3) aufgeworfen wurden, kann man kaum durch empirische Forschung allein klären. Hier kann erklärende empirische Forschung zeigen, dass es einen makrosoziologischen Mechanismus zwischen Gesellschaft und Naturwissenschaft gibt, wie dieser aussieht und wie Erziehung hierbei Veränderungen bewirken kann. Sie kann aber nicht begründen, warum Erziehung diese Veränderungen auch bewerkstelligen *sollte*. Es braucht letztlich auch plausible Argumente einer begründenden Wissenschaft, um zu klären, ob man Schüler eher mit den Gefahren oder den Erfolgen der Naturwissenschaft konfrontiert, ob die Kinder indigener Bevölkerungsteile auch die traditionellen Naturbezüge vermittelt bekommen und ob der Gesellschaftsbezug der Naturwissenschaft eher am Beispiel des Atomkraftwerks oder des Smartphones hergestellt wird. So zeigt sich in der erklärenden Semantik auch wieder der Bedarf nach der begründenden Semantik der Didaktik.

Nüchtern fällt hingegen die Bilanz aus, betrachtet man alleine die beschreibende Semantik der in den 00er Jahren so massiv geförderten Empirischen Bildungsforschung. Dieses neue Forschungsgebilde entstand aus der Verschwägerung der distalen Laborwissenschaft der deutschen Pädagogischen Psychologie mit der Korrelativen Psychologie in der psychometrischen Tradition des angloamerikanischen Raumes seit Yerkes. Die horrenden Datenmengen der rein beschreibenden Forschung dienen dabei der Steuerung des Bildungssystems, sagen aber didaktisch wenig aus. Es gibt kaum Rückwirkungen in die erklärende Semantik. Die fachdidaktischen Theorien und Modelle sind die einzige Grundlage der großen Assessments wie TIMSS und PISA und auch der Messungen von Paedagogical Content Knowledge (PCK) in den Professionsstudien – aber die Ergebnisse der beschreibenden Studien sind für die Fortentwicklung der Theoreme dahinter weitgehend irrelevant. Nur an einer einzigen Stelle, nämlich bei der Integration des Interesses in den Kompetenzmechanismus von PISA (vgl. Kap. 3. 3. 2. 1. 2 ff) hat eine Korrelation in der Messung dazu geführt, dass auch der Mechanismus dahinter verändert wurde. So ist durch die Ergebnisse letztlich aber die Grundlage von Scientific Literacy, dass nämlich naturwissenschaftliche Kontexte im Alltag Menschen dazu auffordern, sich ihrer naturwissenschaftlichen Fertigkeiten und Fähigkeiten zu bedienen, revidiert worden. Seit PISA 2009 wirkt der Anforderungsmechanismus der Naturwissenschaft im Alltag nur noch bei solchen Menschen, die auch ein *Mindestmaß* an Interesse mitbringen. Der Interesse-Mechanismus ist dabei ein Hilfstern, wie die Wissenschaftstheorie seit Quine sagt (vgl. Kap. 2. 3. 1. 2), und für die ganze Kompetenzmessung in PISA eigentlich peinlich. Die Existenz des Interesse-Mechanismus stellt den Bezug zur Gesellschaftstheorie STS in Frage und wi-

derspricht der Grundidee einer Literacy. Bis auf dieses Interesse-Konstrukt, das wesentlich auch dazu diente, dass man wieder weitermessen konnte, ist *keine* Entwicklung innerhalb der Theorien in Kapitel 3 aus der Unmenge beschreibender Messungen von naturwissenschaftlichen Kompetenzen entstanden. Erklärende fachdidaktische Forschung ist für beschreibende Psychometrie unverzichtbar, die Surveys und ihre Ergebnisse sind hingegen für die fachdidaktischen Mechanismen nahezu irrelevant. So ist die Empirische Bildungsforschung großen Stils – was didaktische Theorie angeht – nur der Kellner. Der Koch sind die Didaktiker der Science Education, die mit kleineren Studien die Theorien und Modelle erst entwickeln, die in den Surveys dann nur noch vermessen werden. Schaut man sich die möglichen Semantiken der Didaktik in Kapitel 2 an, dann ist die beschreibende Semantik Empirischer Bildungsforschung nur eine von vier Möglichkeiten, Didaktik zu betreiben. Von den dort vorgestellten Semantiken ist sie für eine Wissenschaft nach Vico (vgl. Kap 2. 3. 1. 1) wohl auch bereits aus wissenschaftstheoretischen Gründen derzeit die schwächste Semantik. Verum Ipsum Factum: Wissenschaftliches Wissen, das kein Lehrender nutzen kann, ist auch kein Teil didaktischer Wissenschaft. Das heißt aber in keiner Weise, dass Empirische Bildungsforschung in Surveys obsolet ist – viel zu wichtig ist ihre Funktion innerhalb der Steuerung des Bildungssystems, die durch die Doppelbindung Politik-Bildungsforschung auf Dauer gestellt ist.

Eine Theorie Genereller Didaktik

Ich hatte eingangs bereits erwähnt, dass man diese Arbeit auch als Studie über Generelle Didaktik lesen mag. Demnach ist Didaktik als die Summe dessen, was über das Lehren und Lernen gewusst werden kann, heute auch kulturell bedingt und folgt Trends und Moden. Nicht mehr Wissenschaft alleine bestimmt, was Didaktik ist und wie das Lehren und Lernen konkret organisiert wird. Didaktik ist aber dennoch zumindest *auch* durch eine Wissenschaft bestimmt, deren Wissen über das Lehren und Lernen an vielen Stellen nützlicher ist als das alltägliche Wissen. Im Begründen, Beschreiben, Erklären und Beweisen des Lehrens und Lernens ist Wissenschaft immer noch erfolgreicher als das alltägliche Wissen. Die Didaktik als Wissenschaft hat dabei einige Besonderheiten. Wie die Ingenieurwissenschaft oder die Informatik ist sie Vicos Wissenschaft. Sie folgt damit dem Prinzip: Verum Ipsum Factum – was nachgemacht werden kann, ist wahr. Dabei ist die Didaktik wohl die einzige Wissenschaft nach Vico, die *in* einer sozialen Beziehung *eben diese* soziale Beziehung ständig umgestaltet. Das macht Didaktik zu einer hochspannenden und komplexen Wissenschaft, die vielleicht aus diesem Grund komplexer ist als andere Wissenschaften und so auch mehr wissenschaftliche Semantiken aufweist als vergleichbare Disziplinen. Nicht zuletzt ist Didaktik aber auch sehr konkret: Sie manifestiert sich in bestimmten Dingen und es kommt auf diese Dinge an. Diese materielle und ontische Seite der Didaktik, die lange unterbelichtet war, habe ich durch meine Entwicklungsarbeit an Pranges Operativer Pädagogik im vierten Kapitel der Arbeit hervorzuheben gesucht.

Anschlussmöglichkeiten der Forschung

An die vorliegende Arbeit gibt es eine Vielzahl möglicher Anschlüsse, die ich in den Schlussabschnitten der jeweiligen Kapitel bereits behandelt habe. Daher findet hier abschließend nur ein kursorischer Überblick über die Implikationen statt. Zunächst ist hier die Idee einer Übertragung empirischer Forschung aus der Science Education auf andere Felder der Didaktik zu nennen. Die Fachdidaktiken der Kulturwissenschaften scheinen gute Anschlussmöglichkeiten zu bieten, wird hier doch empirischer Forschungsbedarf beklagt (Köller, 2014b). Die Science Education kann für andere didaktische Wissenschaften, die gerade erst eine eigene empirische Forschung etablieren, Richtschnur sein, bevor sie die epistemische Struktur einer Didaktik mit ihren je eigenen spezifischen Inhalten füllen. Mit den Möglichkeiten explorativer experimenteller Forschung und des Design-Based Researchs sind Methoden gegeben, die keine millionenschwere Ausstattung benötigen, um mit relevanter Forschung praxisnah zu beginnen. Gerade die Erforschung der fachlich zentralen Konzeptionen der Lernenden bietet sich in den meisten Fächern an, deren Lerninhalte kognitiver Natur sind. Für die Philosophiedidaktik habe ich selbst bereits einen entsprechenden Ansatz entwickelt (Bohlmann, 2014). Schwieriger wird eine Übertragung dieser Didaktik wohl auf künstlerische oder motorische Fächer.

Auch innerhalb der Science Education gibt es Möglichkeiten und geradezu Notwendigkeiten der weiteren Arbeit. Hier möchte ich nur die größten Baustellen aufführen. Im dritten Teil der Studie habe ich gezeigt, dass der erzieherische Teil der Science Education z.B. stark von der Gesellschaft abhängt. Hier scheinen gesellschaftsspezifische Erziehungskonzepte außerhalb der USA nahezu zu fehlen. Bedenklich scheint mir, dass mit STS noch ein Bild der amerikanischen Gesellschaft Mitte der 80er Jahre im PISA Test gezeichnet und der Bildungsstand weltweit daran gemessen wird. Außerdem ist Scientific Literacy mittlerweile in der Konzeption von Bildung in der Science Education zu einem Problem geworden. Die Idee der Alltagsanforderung von Literacy ist, wie beschrieben, mit dem Interessenkonzept ergänzt worden und dadurch insbesondere in Bezug zu Science-Technology-Society nicht mehr plausibel. Das neue Konzept der Socio-Scientific Issues, das Moralerziehung in der Naturwissenschaft vorsieht, weicht hingegen den vorher in sich geschlossenen Erziehungsbereich der Science Education auf und öffnet ihn für eine allgemeine Moralerziehung. Das führt jedoch zu etlichen Abgrenzungsproblemen, etwa zum Unterricht in den moralisch-evaluativen Fächern wie Religion und Philosophie, aber auch zu den Gesellschaftswissenschaften. Insbesondere im Bereich der Erziehungstheorien sehe ich also einen großen Arbeitsbedarf in der Science Education.

Zu dem Formalismus der Didaktik wären weitere Forschungen wünschenswert, insbesondere eine stärkere Einarbeitung aktueller Systemtheorie, die ich hier nicht leisten konnte. Auch mikrosoziologische Studien, die weitere sozioanthropologische Fundamente offen legen, wären denkbar. Eine dezidierte Einarbeitung der Ergebnisse einer „Empirie pädagogischer Ordnungen“ ist sicherlich hilfreich. In den letzten Jahren wurde sehr viel Forschung im Kontext der Inklusion betrieben, die hier ihre Ergebnisse

beisteuern könnte. Vor dem Hintergrund der Renaissance der Anthropologie in den Wissenschaften ergeben sich zahlreiche weitere Möglichkeiten der Übertragung.

Zu guter Letzt, möchte ich auf die Notwendigkeit hinweisen, im Feld der Didaktik nicht nur Wissen bereitzustellen, sondern auch zu sammeln und zu ordnen. Viel relevantes Wissen hat die Didaktik als Kollektivsubjekt bereits, ohne dass selbst die größten Experten hiervon wissen. Ein Überblick ist unmöglich geworden. In den Wissenschaften der Didaktik sollten alle Forscher sensibler werden für andere Forschungen im selben Feld. Nur am Rande sei erwähnt, dass etwa bei der Erforschung von Schülerkonzeptionen schlicht *dieselben* Forschungsergebnisse weltweit mehrere Male zeitgleich produziert wurden. So etwas kann vermieden werden. Ein besonderes Anliegen war es mir, den Blick der didaktischen Forschung über die jeweilige Funktionslogik der eigenen Semantik hinaus zu öffnen. Diese Studie hat nur einen kleinen Ausschnitt des weiten Horizontes der didaktischen Wissenschaften erhellt. Von der Menge an potentiell relevantem Wissen völlig unbeeindruckt werden aber auch heute noch Bücher über Didaktik geschrieben, die an den Grenzen der Allgemeinen Didaktik aufhören. Das ist anachronistisch.

Ich habe dieses Buch im Vorwort mit einem Klassiker der Naturwissenschaft und Philosophie, nämlich Thales von Milet, begonnen. Ich will enden mit einem Klassiker der Pädagogik, der den umgekehrten Blick aus der Pädagogik auf eine Didaktik mit den Dingen aus der Natur hatte: Jean-Jacques Rousseau. Rousseaus *Émile* ist wohl das klassische Werk der Pädagogik, in dem am ehesten didaktische Wissenschaft im Sinne einer kurzweiligen, iterativen, experimentellen Forschung bereits angedacht war. Kurz bevor Rousseau seinen Schützling *Émile* der „Ordnung der Dinge“ aussetzt, ihn also mit der Gesellschaft konfrontiert, gibt er die folgende Definition von Didaktik:

„In diesem Alter ist es deshalb auch, wo für den geschickten Lehrer die eigentliche Aufgabe des Beobachters und Philosophen anfängt, der die Kunst versteht, die Herzen zu erforschen, indem er an ihrer Bildung arbeitet.“ (Rousseau, 2012, p. 36)

Rousseau war selbst Naturwissenschaftler, er hat ein 1500 Seiten langes Chemiebuch übersetzt, bevor er mit der Ausschreibung der Akademie von Dijon als Autor berühmt wurde. Er hat in Paris den Kurs des bekannten Chemiedidaktikers Guillaume-Francois Rouelle besucht und arbeitete im Alter an der Verbreitung der Linnésschen Nomenklatur in der Botanik. Zwei Pflanzen, *Roussea simplex* und *Rousseauxia chrysphalla* sind heute nach ihm benannt (Bohlmann, 2013). Rousseau verbindet in diesem Zitat didaktische Forschung in einem naturwissenschaftlichen Sinn mit der Sozialität der didaktischen Tryade. Der didaktische Wissenschaftler ist dabei immer und notwendig auch Didaktiker, weil man das Lehren und Lernen nicht erforschen kann, ohne es zu betreiben. Vicos Wissenschaft der Didaktik, die Arbeit des Philosophen, besteht darin, etwas zu erforschen das erst durch die Didaktik entsteht, in Rousseaus Sprache der Empfindsamkeit: die Bildung der Herzen. In der Praxis des Lehrens und Lernens dürften „geschickte“ Lehrer, wie Rousseau sie nennt, dies auf eine alltägliche Weise immer schon getan haben. Mit Hilfe der Wissenschaft der Didaktik können auch sie dies aber systematischer tun – und somit das Bessere lehren und lernen.

Literatur

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... *Journal of Science Teacher Education*, 12, 215–233.
- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing Deeper Understandings of Nature of Science: The Impact of a Philosophy of Science Course on Preservice Science Teachers' Views and Instructional Planning. *International Journal of Science Education*, 27, 15–42.
- Abd-El-Khalick, F. (2011a). Nature of Science in Science Education: Toward a Coherent Framework for Synergistic Research and Development. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1041–1060). Dordrecht; New York: Springer.
- Abd-El-Khalick, F. (2011b). Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34, 353–374.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. (2009). The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 31, 2161–2184.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 673–699.
- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397–419.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665–701.
- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Research on Science Teacher Education* (pp. 1105–1149). New York: Routledge.
- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does Pedagogical Content Knowledge Remain a Useful Idea? *International Journal of Science Education*, 30, 1405–1416.
- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abraham, M. R. (1998). The Learning Cycle Approach as a Strategy for Instruction in Science. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 513–524). Dordrecht: Kluwer.
- Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 121–143.
- Agamben, G. (2008). *Was ist ein Dispositiv?* Zürich; Berlin: Diaphanes.
- Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. In R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham* (pp. 59–75). London, New York: Routledge.
- Albert, H. (1994). *Kritik der reinen Hermeneutik: der Antirealismus und das Problem des Verstehens*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).
- Aljets, E. (2015). *Der Aufstieg der Empirischen Bildungsforschung Ein Beitrag zur institutionalistischen Wissenschaftssoziologie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95, 518–542.
- Allchin, D., Andersen, H., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98, 461–486.
- Allwood, C. (2012). The Distinction Between Qualitative and Quantitative Research Methods Is Problematic. *Quality & Quantity*, 46, 1417–1429.
- Althoff, J., & Zeller, D. (2006). Antike Textzeugnisse und Überlieferungsgeschichte. In M. Asper & J. Althoff (Eds.), *Die Worte der Sieben Weisen* (pp. 5–81). Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- Amann, K., & Hirschauer, S. (1997). Die Befremdung der eigenen Kultur: Ein Programm. In *Die Befremdung der eigenen Kultur: Zur ethnographischen Herausforderung soziologischer Empirie* (pp. 7–52). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Anderson, C. (2008). The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete. *WIRED*, 16. Retrieved from http://archive.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory
- Anderson, J. D. (2004). *Inventing Flight: The Wright Brothers & Their Predecessors*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41, 16–25.
- Andrighetto, G., Campenni, M., Cecconi, F., & Conte, R. (2010). The Complex Loop of Norm

- Emergence: A Simulation Model. In K. Takadama, C. Cioffi-Revilla, & G. Deffuant (Eds.), *Simulating Interacting Agents and Social Phenomena SE - 2* (Vol. 7, pp. 19–35). Springer Japan.
- Angrist, J. D., Imbens, G. W., & Rubin, D. B. (1996). Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables. *Journal of the American Statistical Association*, 91, 444–455.
- Antman, E. M., Lau, J., Kupelnick, B., Mosteller, F., & Chalmers, T. C. (1992). A Comparison of Results of Meta-Analyses of Randomized Control Trials and Recommendations of Clinical Experts: Treatments for Myocardial Infarction. *JAMA*, 268, 240–248.
- Aristoteles. (1988). *Physik. Vorlesung über Natur; griechisch-deutsch. Band 2. Bücher V (Epsilon) - VIII (Theta)*. (H.-G. Zekl, Ed.). Hamburg: Meiner.
- Arnold, K.-H. (2009). Lehr-Lernforschung ohne Allgemeine Didaktik? Über die Notwendigkeit einer integrierten Wissenschaft vom Unterricht. In K.-H. Arnold, S. Blömeke, R. Messner, & J. Schlömerkemper (Eds.), *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht* (pp. 27–45). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Arnold, K.-H., Blömeke, S., Messner, R., & Schlömerkemper, J. (2009). *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Arrow, K. J. (1963). *Social Choice and Individual Values*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ashby, W. R. (1956). *An Introduction to Cybernetics*. New York: J. Wiley.
- Ashmore, M. (1993). The Theatre of the Blind: Starring a Promethean Frankster, a Phoney Phenomenon, a Prism, a Pocket, and a Piece of Wood. *Social Studies of Science*, 23, 67–106.
- Atkin, J. M., & Coffey, J. (2003). *Everyday Assessment in the Science Classroom*. Arlington, Virginia: NSTA.
- Atwater, M. M., & Riley, J. P. (1993). Multicultural Science Education: Perspectives, Definitions, and Research Agenda. *Science Education*, 77, 661–668.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology; a Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bacon, F. (1640). *Of the Advancement and Proficiency of Learning or The Partitions of Sciences*, IX Bookes. (G. Watts, Ed.). Oxford: Printed by Leon. Lichfield for Rob. Young & Ed. Forrest.
- Baecker, D. (2005). *Form und Formen der Kommunikation*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Baier, A. (1986). Trust and Antitrust. *Ethics*, 96, 231–260.
- Bailey, R., Barrow, R., Carr, D., & McCarthy, C. (2010). *The SAGE Handbook of Philosophy of Education*. London: Sage Publications.
- Baker, A. (2008). Simplicity. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved January 17, 2016, from <http://plato.stanford.edu/entries/simplicity/>
- Bakhshi, P., Kett, M., & Oliver, K. (2013). *What Are the Impacts of Approaches to Increase the Accessibility to Education for People with a Disability Across Developed and Developing Countries and What Is Known About the Cost-Effectiveness of Different Approaches?* London: Epri Centre, Institute of Education, University of London.
- Ball, S., Bogatz, G. A., & Workshop., C. T. (1970). *The First Year of Sesame Street: An Evaluation; a Report to the Children's Television Workshop*. Princeton, N.J.: Educational Testing Service.
- Ballauf, T., & Schaller, K. (1969). *Pädagogik. Eine Geschichte der Bildung und Erziehung. Band 1: Von der Antike bis zum Humanismus*. Freiburg: Alber.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman.
- Bang, M., & Medin, D. (2010). Cultural Processes in Science Education: Supporting the Navigation of Multiple Epistemologies. *Science Education*, 94, 1008–1026.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Introduction: Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13, 1–14.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Barke, H.-D., & Harsch, G. (2011). Schülervorstellungen. In *Chemiedidaktik kompakt* (pp. 9–34). Springer Berlin Heidelberg.
- Barnes, B., Bloor, D., & Henry, J. (1996). *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*. Chicago: University of Chicago Press.
- Barnett-Page, E., & Thomas, J. (2009). Methods for the Synthesis of Qualitative Research: A Critical Review. *BMC medical research methodology*, 9, 59.
- Bartelmann, M., Bühler, F., Großmann, S., Herzog, W., Hüfner, J., & Lehn, R. (2013). Gutachten über den Karlsruher Physikkurs. In Auftrag gegeben von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Bad Honnef: DPG. Retrieved from http://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/stellungnahmen_gutachter/Stellungnahme_KPK.pdf
- Bartels, A. (2007). Wissenschaftlicher Realismus. In A. Bartels & M. Stöckler (Eds.), *Wissenschaftstheorie. Ein Studienbuch* (pp. 199–220). Paderborn: mentis.
- Bastian, H. (1994). *The Power of Sharing Knowledge: Consumer Participation in the Cochrane Collaboration*. Oxford: UK Cochrane Centre.
- Bates, E., Camaioni, L., & Volterra, V. (1975). The Acquisition of Performatives Prior to Speech. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*, 21, 205–226.

- Bayertz, K. (2012a). *Der Darwinismus-Streit*. Hamburg: Meiner.
- Bayertz, K. (2012b). *Der aufrechte Gang*. München: Beck.
- Beatty, J. (1980). What's Wrong with the Received View of Evolutionary Theory? In *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* (Vol. 1980, pp. 397–426).
- Bechtel, W. (2013). Addressing the Vitalist's Challenge to Mechanistic Science: Dynamic Mechanistic Explanation. In S. Normandin & C. T. Wolfe (Eds.), *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010* (Vol. 2, pp. 345–370). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Beck, J., & Wellershoff, H. (1993). *SinnesWandel: die Sinne und die Dinge im Unterricht*. Frankfurt am Main: Cornelsen Scriptor.
- Becker, N. (2014). Mehr verstehen, besser handeln? Zum Verhältnis von Pädagogik und Neurowissenschaften. In R. Fatke & J. Oelkers (Eds.), *Das Selbstverständnis der Erziehungswissenschaft: Geschichte und Gegenwart. Zeitschrift für Pädagogik Beiheft 60.* (pp. 208–225). Weinheim: Juventa.
- Beebe, H., Hitchcock, C., & Menzies, P. (2009). Introduction. In H. Beebe, C. Hitchcock, & P. Menzies (Eds.), *The Oxford Handbook of Causation* (pp. 1–12). Oxford: Oxford University Press.
- Bell, B. (2007). Classroom Assessment of Science Learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 965–1006). New York: Routledge.
- Bell, P. (2004). On the Theoretical Breadth of Design-Based Research in Education. *Educational Psychologist*, 39, 243–253.
- Bellmann, J. (2006). Bildungsforschung und Bildungspolitik im Zeitalter "Neuer Steuerung." *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 487–504.
- Bellmann, J. (2007). *John Deweys naturalistische Pädagogik: Argumentationskontexte, Traditionslinien*. Paderborn: Schöningh.
- Bellmann, J. (2009). Schwierigkeiten und Möglichkeiten einer Allgemeinen Pädagogik heute. Über das Projekt einer Einführung. In E. Anhalt (Ed.), *In welche Zukunft schaut die Pädagogik? Herbarts Systemgedanke heute.* (pp. 85–104). Jena: IKS.
- Bellmann, J. (2012). Das weite Feld der Bildungswissenschaften und die pädagogische Perspektive – Überlegungen zum Gegenstand der Erziehungswissenschaft. Münster: unveröff. Manuskript.
- Bellmann, J. (2013). "A tide that lifts all boats"? Neue Steuerung im Schulsystem und die Nachfrage nach Exzellenz. Vortrag und Einladung der DFG-Forscherguppe "Mechanismen der Elitebildung im deutschen Bildungssystem" in Halle/Saale am 11.10.2013. unveröff. Manuskript.
- Bellmann, J. (2014a). Vom Taylorismus über Organisationsentwicklung zum New Public Management und darüber hinaus – Zur Rezeptionsgeschichte ökonomischen Qualitätsmanagements im pädagogischen Feld. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 47–65.
- Bellmann, J. (2014b). Educational Theory, Nature of. In D. C. Phillips (Ed.), *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy. Volume I.* (pp. 273–280). London: Sage.
- Bellmann, J. (2016). Datengetrieben und/oder evidenzbasiert? Wirkungsmechanismen bildungspolitischer Steuerungsansätze. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19(Supplement 1. Empirische Bildungsforschung. Der kritische Blick und die Antwort auf die Kritiker), 147–161.
- Bellmann, J., & Müller, T. (2011a). Wissen, was wirkt. Kritik evidenzbasierter Pädagogik. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bellmann, J., & Müller, T. (2011b). Evidenzbasierte Pädagogik - ein Déjà-vu? Einleitende Bemerkungen zur Kritik eines Paradigmas. In J. Bellmann & T. Müller (Eds.), *Kritik evidenzbasierter Pädagogik* (pp. 9–32). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bellmann, J., & Weiß, M. (2009). Risiken und Nebenwirkungen Neuer Steuerung im Schulsystem. Konzeptualisierung und Erklärungsmodelle. *Zeitschrift für Pädagogik*, 55, 286–308.
- Benacerraf, P. (1965). What Numbers Could Not Be. In P. Benacerraf & H. Putnam (Eds.), *Philosophy of Mathematics: Selected Reading* (pp. 272–294). Cambridge: Cambridge University Press.
- Benner, D. (2009). Auf der Suche nach einer Didaktik der Urteilsformen und einer auf ausdifferenzierte Handlungsfelder bezogenen partizipatorischen Erziehung. *Pädagogische Rundschau*, 39, 5–20.
- Benner, D., & Brüggen, F. (2011). *Geschichte der Pädagogik. Vom Beginn der Neuzeit bis zur Gegenwart*. Stuttgart: Reclam.
- Bennett, R. E. (2011). Formative Assessment: A Critical Review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18, 5–25.
- Bennett, T. (1998). *Culture: A Reformer's Science*. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Bennett, T. (2009). Making Culture, Changing Society. *Cultural Studies*, 21, 610–629.
- Bennewitz, H. (2014). "doing teacher" - Forschung zum Lehrerberuf in kulturtheoretischer Perspektive. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 262–284). Münster: Waxmann.
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (2007). *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit: eine Theorie der Wissenssoziologie*. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch-Verl.
- Berger, R. (2014). Institut für angewandtes Schulmanagement. Retrieved from <http://www.ifas-schulmanagement.de/>

- Berger, R., Granzer, D., Looss, W., & Waack, S. (2013). "Warum fragt ihr nicht einfach uns?": Mit Schüler-Feedback lernwirksam unterrichten: Unterrichtsentwicklung nach Hattie. Weinheim: Beltz.
- Berliner, D. C. (2001). Learning About and Learning From Expert Teachers. *International Journal of Educational Research*, 35, 463–482.
- Berliner, D. C. (2002). Comment: Educational Research: The Hardest Science of All. *Educational Researcher*, 31, 18–20.
- Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, Arousal, and Curiosity*. New York: McGraw-Hill.
- Bernfeld, S. (1928). *Sisyphos oder die Grenzen der Erziehung* (2nd Ed.). Leipzig: Internationaler Psychoanalytischer Verlag.
- Best, M., Knight, P., Lietz, P., Lockwood, C., Nugroho, D., & Tobin, M. (2013). *The Impact of National and International Assessment Programmes on Education Policy, Particularly Policies Regarding Resource Allocation and Teaching and Learning Practices in Developing Countries* (Final Repo.). London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Biagioli, M., & Riskin, J. (2012). *Nature Engaged: Science in Practice From the Renaissance to the Present*. New York; Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Biesta, G. (2007). Why "What Works" Won't Work. Evidence-Based Practice and the Democratic Deficit of Educational Research. *Educational Theory*, 57, 1–22.
- Biesta, G. (2010). Why "What Works" Still Won't Work. From Evidence-Based Education to Value-Based Education. *Studies in Philosophy and Education*, 29, 491–503.
- Biesta, G. (2011). Disciplines and Theory in the Academic Study of Education: A Comparative Analysis of the Anglo-American and Continental Construction of the Field. *Pedagogy, Culture & Society*, 19, 175–192.
- Biesta, G. (2013a). On the Idea of Educational Theory. In B. Irby, G. H. Brown, R. Lara-Alecio, & S. A. Jackson (Eds.), *Handbook of Educational Theories* (pp. 5–15). Charlotte: Information Age Publishing.
- Biesta, G. (2013b). *The Beautiful Risk of Education*. Boulder: Paradigm Publishers.
- Bijker, W. E. (2009). Social Construction of Technology. In *A Companion to the Philosophy of Technology* (pp. 88–94). Wiley-Blackwell.
- Bijker, W., Hughes, T., & Pinch, T. (1987). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5, 7–74.
- Blankertz, H. (1969). *Theorien und Modelle der Didaktik*. München: Juventa.
- Blankertz, H. (1975). *Theorien und Modelle der Didaktik* (2nd Ed.). München: Juventa.
- Blankertz, H. (1982). *Die Geschichte der Pädagogik von der Aufklärung bis zur Gegenwart*. Wetzlar: Büchse der Pandora.
- Blömeke, S. (2009). Allgemeine Didaktik ohne empirische Lernforschung? Perspektiven einer reflexiven Bildungsforschung. In K.-H. Arnold, S. Blömeke, R. Messner, & J. Schlömerkemper (Eds.), *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung. Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht*. (pp. 13–25). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Blömeke, S. (2014). Forschung zur Lehrerbildung im internationalen Vergleich. In E. Terhart, M. Rothland, & H. Bennewitz (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 441–468). Münster: Waxmann.
- Blömeke, S., & Müller, C. (2009). Zum Zusammenhang von Allgemeiner Didaktik und Lehr-Lernforschung im Unterrichtsgeschehen. In M. Meyer, M. Prenzel, & S. Hellekamps (Eds.), *Perspektiven der Didaktik* (pp. 239–258). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. F. (1971). *Handbook on the formative and summative evaluation of student learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Bluma, L. (2005). *Norbert Wiener und die Entstehung der Kybernetik im Zweiten Weltkrieg: eine historische Fallstudie zur Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft*. Münster: Lit.
- Boaz, A., Ashby, D., Denyer, D., Egan, M., Harden, A., Jones, D., ... Tranfield, D. (2006). A Multitude of Syntheses: A Comparison of Five Approaches From Diverse Policy Fields. *Evidence & Policy*, 2, 479–502.
- Boban, I., & Hinz, A. (2003). Index für Inklusion. Lernen und Teilhabe in der Schule der Vielfalt entwickeln. Halle: Martin-Luther-Universität. Retrieved July 2, 2015, from <http://www.eenet.org.uk/resources/docs/Index German.pdf>
- Bohlmann, M. (2013). Naturwissenschaft, Technik und philosophische Gegenstände bei Jean-Jacques Rousseau. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 35, 83–93.
- Bohlmann, M. (2014). Experimental Philosophy, Analytic Philosophy and Conceptual Change. In J. Rohbeck (Ed.), *Experimentelle Philosophie und Philosophiedidaktik* (pp. 11–25). Dresden: Thelem.
- Bohlmann, M. (2016). Wissenschaft im Modus 3 und die Semantic View auf Theorien in den neuen Feldern der Erziehungswissenschaft. In W. Meseth, J. Dinkelaker, S. Neumann, K. Rabenstein, M. Hummrich, & K. Kunze (Eds.), *Empirie des Pädagogischen und Empirie der Erziehungswissenschaft*

- (im Ersch., pp. 177–184). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Bohlmann, M. (2016b). *Die Dinge in Ordnung bringen. Metaethnography der Arbeiten im Netzwerk "Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen."* Münster. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Bohnsack, R. (2013). Dokumentarische Methode und die Logik der Praxis. In A. Lenger, C. Schneickert, & F. Schumacher (Eds.), *Pierre Bourdieus Konzeption des Habitus* (pp. 175–200). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Bohnsack, R., & Marotzki, W. (1998). *Biographieforschung und Kulturanalyse: Transdisziplinäre Zugänge qualitativer Forschung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Boltanski, L., & Thevenot, L. (2007). *Über die Rechtfertigung: Eine Soziologie der kritischen Urteilskraft*. Hamburg: Verlag Hamburger Ed.
- Bonner, T. N. (1958). Sputniks and the Educational Crisis in America. *Journal of Higher Education*, 29, 177–184.
- Bönsch, M. (2006). *Allgemeine Didaktik: Ein Handbuch zur Wissenschaft vom Unterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Bonsen, M., & Berkemeyer, N. (2014). Lehrerinnen und Lehrer in Schulentwicklungsprozessen. In E. Terhart, M. Rothland, & H. Bennewitz (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 921–936). Münster: Waxmann.
- Bonsen, M., & Frey, K. A. (2013). Schulentwicklungsforschung zur Nutzung von Leistungstests. *Journal für Schulentwicklung*, 17, 38–45.
- Booth, T., Ainscow, M., & Centre for Studies on Inclusive Education. (2002). *Index for Inclusion: Developing Learning and Participation in Schools*. Bristol: CSIE.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. Chichester, U.K.: John Wiley & Sons.
- Bork, P., & Litunic, I. (2016). Interactive tree of life (iTOL) v3: an online tool for the display and annotation of phylogenetic and other trees. *Nucleic Acid Research*, 44, 242–245. Retrieved from <http://itol.embl.de/itol.cgi>
- Bos, W., & Wendt, H. (2015). *Auf dem Weg zum Ganztagsgymnasium. Erste Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Projekt Ganz In*. Münster: Waxmann.
- Bottery, M. (1996). The Challenge to Professionals from the New Public Management: Implications for the Teaching Profession. *Oxford Review of Education*, 22, 179–197.
- Boudon, R. (1991). What Middle-Range Theories are. *Contemporary Sociology*, 20, 519–522.
- Boudry, M., Blancke, S., & Braeckman, J. (2010). How Not to Attack Intelligent Design Creationism: Philosophical Misconceptions About Methodological Naturalism. *Foundations of Science*, 153, 227–244.
- Boulter, C. J., & Gilbert, J. K. (2000). Challenges and Opportunities of Developing Models in Science Education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 343–362). Dordrecht: Kluwer.
- Bowen, J. (2003). *A History of Western Education. Volume 3* (repr. Meth.). London: Routledge.
- Braasch, J. L. G., & Goldman, S. R. (2010). The Role of Prior Knowledge in Learning From Analogies in Science Texts. *Discourse Processes*, 47, 447–479.
- Brady, H. E. (2002). Models of Causal Inference: Going Beyond the Neyman-Rubin-Holland Theory. Seattle, WS. Retrieved January 17, 2016, from <http://polmeth.wustl.edu/media/Paper/brady02.pdf>
- Braun, N. (2009). Rational Choice Theorie. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorien SE - 19* (pp. 395–418). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Breidenstein, G. (2006). *Teilnahme am Unterricht: Ethnographische Studien zum Schülerjob*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Breidenstein, G. (2010). Überlegungen zu einer Theorie des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 56, 869–887.
- Bresges, A., Beckmann, R., Schmoock, J., Quast, A., Schunke-Galley, J., Weber, J., ... Kreiten, M. (2013). Das „Reichshofer Experimentierdesign“ zur Entwicklung und Überprüfung des Einsatzes von iPad oder anderen Tablet-PC im Physikunterricht. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Retrieved from <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/467>
- Brezinka, W. (1971). *Von der Pädagogik zur Erziehungswissenschaft: Eine Einführung in die Metatheorie der Erziehung*. Weinheim; Basel: Beltz.
- Brezinka, W. (1978). *Metatheorie der Erziehung: Eine Einführung in die Grundlagen der Erziehungswissenschaft, der Philosophie der Erziehung und der praktischen Pädagogik*. München: Reinhardt.
- Brezinka, W. (1990). *Grundbegriffe der Erziehungswissenschaft: Analyse, Kritik, Vorschläge*. München: E. Reinhardt.
- Bridgman, P. W. (1927). *The Logic of Modern Physics*. New York: Macmillan Co.
- Brinkmann, M. (2009). Wiederholungen. Zur temporalen Differenz der pädagogischen Übung. In T. Fuhr &

- K. Berdelmann (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 93–110). Paderborn: Schöningh.
- Brint, S. (2013). The "Collective Mind" at Work: A Decade in the Life of U.S. Sociology of Education. *Sociology of Education*, 86, 273–279.
- Britten, N., Campbell, R., Pope, C., Donovan, J., Morgan, M., & Pill, R. (2002). Using Meta Ethnography to Synthesise Qualitative Research: A Worked Example. *Journal of Health Services Research & Policy*, 7, 209–215.
- Britton, E. D., & Schneider, S. (2007). Large-Scale Assessments in Science Education. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1007–1042). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brockliss, L. (2003). Science, the Universities, and Other Public Spaces: Teaching Science in Europe and the Americas. In R. Porter (Ed.), *The Cambridge History of Science. Volume 4. The Eighteenth Century* (Vol. 4, pp. 44–86). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Brockman, J. (1995). *The Third Culture*. New York: Simon & Schuster.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: H. Huber.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Ed.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie Band 3.* (pp. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R., & Hömberg, E. (1981). *Die andere Hälfte des Arbeitstages. Interviews mit Mathematiklehrern über alltägliche Unterrichtsvorbereitung*. Bielefeld: Hans Kock.
- Bromme, R., Prenzel, M., & Jäger, M. (2014). Empirische Bildungsforschung und evidenzbasierte Bildungspolitik. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 3–54.
- Bromme, R., & Tillema, H. (1995). Fusing Experience and Theory: The Structure of Professional Knowledge. *Learning and Instruction*, 5, 261–269.
- Brophy, J. E. (2000). *Teaching (Educational Practices Series, Vol. 1)*. Brussels: International Academy of Education & International Bureau of Education.
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141–178.
- Brügelmann, H. (2013). Die Hattie-Studie: Der heilige Gral der Didaktik? Metaanalysen: Nutzen und Grenzen von Allgemeinaussagen in der Bildungsforschung. *Grundschule aktuell*, 121, 25–26.
- Bryk, A. S., & Schneider, B. L. (2002). *Trust in Schools: A Core Resource for Improvement*. New York: Russell Sage Foundation.
- Bu, L., & Schoen, R. (2011). *Model-Centered Learning Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Buchmann, C. (2011). Frontiers in Comparative and International Sociology of Education: American Distinctiveness and Global Diversity. In M. T. Hallinan (Ed.), *Frontiers in Sociology of Education SE - 3* (Vol. 1, pp. 35–51). Springer Netherlands.
- Buckley, B. (2012). Model-Based Teaching. In N. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning SE - 590* (pp. 2312–2315). Springer US.
- Budde, J. (2012). Die Rede von der Heterogenität in der Schulpädagogik. Diskursanalytische Perspektiven. *Forum: Qualitative Sozialforschung*, 13.
- Bühler, P. (2012). *Negative Pädagogik*. Paderborn: Schöningh.
- Bund und Länder. (2013). Bund-Länder-Vereinbarung über ein gemeinsames Programm "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" gemäß Artikel 91 b des Grundgesetzes. Bonn: DLR. Retrieved July 2, 2015, from http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resources/a_dokumente/Bund-Laender-Vereinbarung-Qualitaetsoffensive-Lehrerbildung.pdf
- Bunge, M. (2001). Diagnosing Pseudoscience. In M. Bunge (Ed.), *Philosophy in Crisis. The Need for Reconstruction* (pp. 161–189). Amherst: Prometheus.
- Burchardt, M., & Krautz, J. (2013, May 10). "Neue Lernkultur" im Musterlände. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, p. 7. Frankfurt a. M.
- Bureau d'adresse et de Rencontre. (1664). *A General Collection of Discourses of the Virtuosi of France, Upon Questions of All Sorts of Philosophy, and Other Natural Knowledge Made in the Assembly of the Beaux Esprits at Paris, by the Most Ingenious Persons of That Nation.* (G. Havers, Ed.) (2nd ed.). London: Printed for Thomas Dring and John Starkey.
- Burian, R. M. (1997). Exploratory Experimentation and the Role of Histochemical Techniques in the Work of Jean Brachet, 1938–1952. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 19, 27–45.
- Burkart, G., & Runkel, G. (2004). *Luhmann und die Kulturtheorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Busch, J. (2008). No New Miracles, Same Old Tricks. *Theoria*, 74, 102–114.
- Butterfield, H. (1931). *The Whig Interpretation of History*. Cambridge: Cambridge University Library Butterfield Papers.
- Butterfield, J. (2005). On the Persistence of Particles. *Foundations of Physics*, 35, 233–269.
- Butterfield, J. (2007). On Symplectic Reduction in Classical Mechanics. In J. Butterfield & J. B. T.-P. of P. Earman (Eds.), *Philosophy of Physics. A Volume in Handbook of the Philosophy of Science* (pp. 1–

- 131). Amsterdam: North-Holland.
- Butterworth, G. (2003). Pointing Is the Royal Road to Language for Babies. In S. Kita (Ed.), *Pointing: Where Language, Culture, and Cognition Meet* (pp. 9–34). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bybee, R. W. (1985a). *Science-Technology-Society*. 1985 NSTA Yearbook. Washington D.C.: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (1985b). The Sisyphean Question in Science Education: What Should the Scientifically and Technologically Literate Person Know Value and Do - As a Citizen? In R. W. Bybee (Ed.), *Science-Technology-Society*. 1985 NSTA Yearbook. (pp. 79–93). Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (1989). *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*. Washington, D.C.: National Center for Improving Science Education.
- Bybee, R. W. (1993). The Sisyphean Question in Science Education. In *Reforming Science Education: Social Perspectives and Personal Reflections* (pp. 71–84). New York: Teachers College Press.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2002a). *Learning Science and the Science of Learning*. Science Educators' Essay Collection. Arlington, Va.: NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2002b). Scientific Literacy - Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Eds.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (pp. 21–43). Opladen: Leske + Budrich.
- Bybee, R. W. (2010a). *The Teaching of Science 21st Century Perspectives*. Arlington, Va.: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (2010b). What Is STEM Education? *Science*, 329, 996.
- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 349–352.
- Bybee, R. W., & McCrae, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006, 7–26.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., & Powell, J. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Cajete, G. (2000). *Native Science: Natural Laws of Interdependence*. Santa Fe, NM: MIT Press.
- California Department of Education. (2015a). Adequate Yearly Progress (AYP). Retrieved March 30, 2015, from <http://www.cde.ca.gov/ta/ac/ay/>
- California Department of Education. (2015b). *2014-15 PI School Report*. Retrieved from <http://ayp.cde.ca.gov/reports/Acnt2014/2014APRSchPIReport.aspx?allcds=19647336018352>
- Call, J., & Tomasello, M. (2008). Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind? 30 Years Later. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 187–192.
- Campbell Collaboration. (2015a). Campbell Systematic Reviews. The Monograph Series. Retrieved August 7, 2015, from <http://www.campbellcollaboration.org/lib/?go=monograph>
- Campbell Collaboration. (2015b). The Campbell Collaboration. What Helps? What Harms? Based on What Evidence? Retrieved August 7, 2015, from <http://www.campbellcollaboration.org/>
- Campbell, D. T. (1957). Factors Relevant to the Validity of Experiments in Social Settings. *Psychological Bulletin*, 54, 297–312.
- Campbell, D. T. (1991). Methods for the Experimenting Society. *American Journal of Evaluation*, 12, 223–260.
- Campbell, D. T., Stanley, J. C., & Gage, N. L. (1966). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago, Ill.: R. McNally.
- Campbell, R., Pound, P., Pope, C., Britten, N., Pill, R., Morgan, M., & Donovan, J. (2003). Evaluating Meta-Ethnography: A Synthesis of Qualitative Research on Lay Experiences of Diabetes and Diabetes Care. *Social Science & Medicine*, 56, 671–684.
- Caravita, S., & Halldén, O. (1994). Re-Framing the Problem of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4, 89–111.
- Carey, S. (2000). The Origin of Concepts. *Journal of Cognition and Development*, 1, 37–41.
- Carey, S. (2009). *The Origin of Concepts*. Oxford, MA: Oxford University Press.
- Carnap, R. (1966). *Philosophical Foundations of Physics; an Introduction to the Philosophy of Science*. New York: Basic Books, inc.
- Carnot, N., Koen, V., & Tissot, B. (2005). *Economic Forecasting*. New York: Palgrave Macmillan.
- Carrier, M. (2008). *Wissenschaftstheorie zur Einführung*. New York: Junius.
- Carroll, J. B. (1963). A Model for School Learning. *Teacher College Record*, 64, 723–733.
- Carroll, J. B. (1989). The Carroll Model: A 25-Year Retrospective and Prospective View. *Educational Researcher*, 18, 26–31.
- Cartwright, N., Shomar, T., & Suárez, M. (1995). The Tool Box of Science (Tools for Building of Models with a Superconductivity Example). In W. E. Herfel (Ed.), *Theories and Models in Scientific Processes* (pp. 137–149). Amsterdam: Rodopi.

- Caruso, M. (2007). Rezension zu: Rita Casale / Daniel Tröhler / Jürgen Oelkers (Hrsg .): Methoden und Kontexte. Historiographische Probleme der Bildungsforschung. Göttingen: Wallstein 2006. *Zeitschrift für Pädagogik*, 53, 865–869.
- Caruso, M. (2010). *Geist oder Mechanik Unterrichtsordnungen als kulturelle Konstruktionen in Preussen, Dänemark (Schleswig-Holstein) und Spanien 1800-1870*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Casale, R., Röhner, C., Schaarschuch, A., & Sünker, H. (2010). Entkopplung von Lehrerbildung und Erziehungswissenschaft: Von der Erziehungswissenschaft zur Bildungswissenschaft. *Erziehungswissenschaft*, 21, 43–66.
- Celikates, R. (2009). *Kritik als soziale Praxis*. Frankfurt a. M.: Campus.
- Chalmers, A. F. (1973). Maxwell's Methodology and his Application of It to Electromagnetism. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 4, 107–64.
- Chalmers, I. (1995). What do I Want From Health Research and Researchers When I Am a Patient? *BMJ*, 310, 1315–1318.
- Chalmers, I. (2001). Invalid Health Information is Potentially Lethal. *BMJ : British Medical Journal*, 322, 998.
- Chalmers, I. (2003). Trying to Do More Good than Harm in Policy and Practice: The Role of Rigorous, Transparent, Up-to-Date Evaluations. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 589, 22–40.
- Chalmers, I. (2007). The Lethal Consequences of Failing to Make Use of All Relevant Evidence About the Effects of Medical Treatments: The Need for Systematic Reviews. In P. Rothwell (Ed.), *Treating individuals: from randomised trials to personalised medicine* (pp. 37–58). London: Lancet.
- Chambers, D. W. (1999). Seeing a World in a Grain of Sand: Science Teaching in Multicultural Context. *Science & Education*, 8, 633–644.
- Chassin, M. R., Galvin, R. W., & The National Roundtable on Health Care Quality. (1998). The Urgent Need to Improve Health Care Quality. *Journal of the American Medical Association*, 280, 1000–1005.
- Cheek, D. W. (1992). *Thinking Constructively About Science, Technology, and Society Education*. Albany: State University of New York Press.
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. (2011). *The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood* (No. 17699). Cambridge, MA: NBER. Retrieved from http://obs.rc.fas.harvard.edu/chetty/value_added.pdf
- Chi, M. T. (1992). Conceptual Change Within and Across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. In *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (pp. 129–186). Minneapolis, MN: University of Minneapolis Press. Retrieved from <http://chilab.asu.edu/papers/Chi1992.pdf>
- Chi, M. T. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). Hillsdale, NJ: Erlbaum. Retrieved from http://chilab.asu.edu/papers/Chi_concpetualchange_chapter.pdf
- Chi, M. T. (2008). Three Types of Conceptual Change: Belief Revision, Mental Model Transformation, and Categorical Shift.
- Chi, M. T., & Brem, S. (2009). Contrasting Ohlsson's Resubsumption Theory With Chi's Categorical Shift Theory. *Educational Psychologist*, 44, 58–63.
- Chi, M. T., Roscoe, R. D., Slotka, J. D., Roy, M., & Chase, C. C. (2012). Misconceived Causal Explanations for Emergent Processes. *Cognitive Science*, 36, 1–61.
- Chinn, C., & Samarapungavan, A. (2009). Conceptual Change—Multiple Routes, Multiple Mechanisms: A Commentary on Ohlsson (2009). *Educational Psychologist*, 44, 48–57.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L., & Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science & Technological Education*, 23, 195–212.
- Ciccarelli, F. D., Doerks, T., von Mering, C., Creevey, C. J., Snel, B., & Bork, P. (2006). Toward Automatic Reconstruction of a Highly Resolved Tree of Life. *Science*, 311, 1283–1287.
- Clark, C. M. (1988). Asking the Right Questions About Teacher Preparation: Contributions of Research on Teacher Thinking. *Educational Researcher*, 17, 5–12.
- Clarke, M., Alderson, P., & Chalmers, I. (2002). Discussion Sections in Reports of Controlled Trials Published in General Medical Journals. *JAMA*, 287, 2799–2801.
- Clement, J. (1983). Use of Analogies and Apatial Transformations by Experts in Solving Mathematics Problems. In N. A. Chapter (Ed.), *Proceedings of the Fifth Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1–11). Montreal.: ERIC RIE #ED-225-809.
- Clement, J. (1988). Observed methods for generating analogies in scientific problem solving. *Cognitive Science*, 12, 563–586.
- Clement, J. (1989). Learning via Model Construction and Criticism: Protocol Evidence on Sources of Creativity in Science. In J. Glover, R. Ronning, & C. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research* (pp. 341–381). New York: Plenum.

- Clement, J. (2006). Thought Experiments and Imagery in Expert Protocols. In L. Magnani (Ed.), *Model-based Reasoning in Science and Engineering* (pp. 1–16). London: King's College Publications. Retrieved from <http://people.umass.edu/~clement/index2.html>
- Clement, J. (2008a). *Creative Model Construction in Scientists and Students. The Role of Imagery, Analogy, and Mental Simulation*. Dordrecht; London: Springer.
- Clement, J. J. (Ed.). (2008b). Imagistic Processes in Analogical Reasoning: Transformations and Dual Simulations. In *Creative Model Construction in Scientists and Students* (pp. 383–407). Dordrecht: Springer Netherlands. Zitiert wird das online verfügbare Konferenzpaper <https://www.sri.umass.edu/sites/sri/files/clement-2004ipa.pdf>
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32, 5–8.
- Coburn, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education. *Science Education*, 85, 50–67.
- Cochrane. (2015). <http://www.cochranelibrary.com/>. Retrieved August 7, 2015, from <http://www.cochranelibrary.com/>
- Cochrane, A. L. (1972). *Effectiveness and Efficiency: Random Reflections on Health Services*. London: Nuffield Provincial Hospitals Trust.
- Cochrane Collaboration. (2014). The Cochrane Collaboration. Trusted Evidence. Informed decisions. Better Health. Retrieved January 17, 2016, from <http://www.cochrane.org/>
- Cod. Pal. germ. 848 *Große Heidelberger Liederhandschrift (Codex Manesse)*. (1300). Zürich: Heidelberger Universitätsbibliothek Digitalisat. Retrieved from <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/cpg848>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Coll, R., & Taylor, N. (2012). An International Perspective on Science Curriculum Development and Implementation. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education SE - 51* (Vol. 24, pp. 771–782). Springer Netherlands.
- Collins, A. (1990). *Toward a Design Science of Education. CTE Technical Report. Issue No. 1*. New York, NY.
- Collins, H. (2009). Social Construction of Science. In J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen, & V. F. Hendricks (Eds.), *A Companion to the Philosophy of Technology* (pp. 84–87). Chichester, U.K.; Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Collins, J. D., Hall, E. J., & Paul, L. A. (2004). *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass.: MIT Press. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=122500>
- Comenius, J. A. (2013). Copy Letters In Scribal Hand?, Comenius To Morian And Hartlib, English Translation Of Latin Originals. 7 March 1641, 17 February 1641, 7 March 1641. Translation of 7/84/1A-4B. In M. Greengrass, M. Leslie, & M. Hannon (Eds.), *The Hartlib Papers* (Translated.). Sheffield: HRI Online Publications. Retrieved from <http://www.hrionline.ac.uk/hartlib/browse.jsp?id=7/84/3b-4b>
- Comenius, J. A., & Hartlib, S. (1642). *A Reformation of Schooles Designed in Two Excellent Treatises, the First Whereof Summarily Sheweth, the Great Necessity of a Generall Reformation of Common Learning: What Grounds of Hope There Are for Such a Reformation: How it May Be Brought to Passe*. London: Printed for Michael Sparke.
- Conant, J. B. (1947). *On Understanding Science: An Historical Approach*. New Haven: Yale Univ. Press.
- Congress of the United States of America. National Defense Education Act (1958).
- Congress of the United States of America. No Child Left Behind Act of 2001 (2002). Washington D.C.
- Cook, D. J., Guyatt, G. H., Laupacis, A., Sackett, D. L., & Goldberg, R. J. (1995). Clinical Recommendations Using Levels of Evidence for Antithrombotic Agents. *Chest*, 108, 227S–230S.
- Cook, D. J., Mulrow, C. D., & Haynes, R. B. (1997). Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions. *Annals of Internal Medicine*, 126, 376–380.
- Cook, T. D., Cooper, H., Cordray, D. S., Hartmann, H., Light, R. J., & Louis, T. A. (1992). *Meta-Analysis for Explanation: a Casebook*. New York: Russell Sage Foundation.
- Cronbach, L. J. (1957). The Two Disciplines of Scientific Psychology. *American Psychologist*. US: American Psychological Association.
- Cube, F. von. (1965). *Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens*. Stuttgart: E. Klett.
- Cultures of Knowledge. (2014). Networking the Republic of Letters, 1550-1750. Retrieved from <http://www.culturesofknowledge.org/>
- Czech-Schneider, R. (2006). *Anathemata. Weihgaben und Weihgabenpraxis und ihre Bedeutung für die Gesellschaft und Wirtschaft der frühen Griechen*. Münster: Universitäts- und Landesbibliothek der Westfälischen Wilhelms-Universität.
- DaCosta, N. C. A., & French, S. (1990). The Model-Theoretic Approach in the Philosophy of Science. *Philosophy of Science*, 57, 248–265.
- Dahncke, H., Duit, R., Gilbert, J., Östman, L., Psillos, D., & Pushkin, D. (2001). Science Education Versus

- Science in the Academy: Questions - Discussion - Perspectives. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross, & P. Reiska (Eds.), *Research in Science Education - Past, Present, and Future SE - 4* (pp. 43–48). Springer Netherlands.
- Dainton, F. S. (1968). *The Dainton Report: An Inquiry into the Flow of Candidates into Science and Technology*. London: HMSO.
- Daniels, M., & Hill, A. B. (1952). Chemotherapy of Pulmonary Tuberculosis in Young Adults. *BMJ*, 1, 1162–1168.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, Albemarle Street. Retrieved from <https://ia800404.us.archive.org/30/items/onoriginofspec00darw/onoriginofspec00darw.pdf>
- Davies, P. (2000). The Relevance of Systematic Reviews to Educational Policy and Practice. *Oxford Review of Education*, 26, 365–378.
- Dawson, C. (2013). Towards a Conceptual Profile: Rethinking Conceptual Mediation in the Light of Recent Cognitive and Neuroscientific Findings. *Research in Science Education*, 1–26.
- de Leeuw, N., & Chi, M. T. (2003). The Role of Self-Explanation in Conceptual Change Learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional Conceptual Change* (pp. 55–78). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- De Vreese, L. (2011). Evidence-Based Medicine and Progress in the Medical Sciences. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 17, 852–856.
- Deakin Crick, R., Coates, M., Taylor, M., & Ritchie, S. (2004). *A Systematic Review of the Impact of Citizenship Education on the Provision of Schooling*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- DeBoer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. E. (2010). Leadership for Public Understanding of Science. In J. Rhoton (Ed.), *Science education leadership: best practices for the new century* (pp. 277–311). Arlington, VA: NSTA Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum.
- Demantowsky, M. (2013). *Forschungsmethoden und Forschungsstand in den Didaktiken der kulturwissenschaftlichen Fächer*. Bochum: Projektverl.
- Demantowsky, M., & Waldis, M. (2014). Wirksamer Fachunterricht. Visible Learning in geichtsdidaktischer Perspektive. In E. Terhart (Ed.), *Die Hattie-Studie in der Diskussion. Probleme sichtbar machen* (pp. 101–116). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical Content knowledge: A systematic Review of the Way in Which the Concept has Pervaded Mathematics Educational Research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25.
- Department for Education and Skills. (2003). *Raising Standards and Tackling Workload: A National Agreement*. London: DfES Publications. Retrieved from http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/DfES_0172_200MIG1975.pdf
- Derrida, J. (1988). Heideggers Schweigen. In G. Neske & E. Kettering (Eds.), *Antwort. Martin Heidegger im Gespräch* (pp. 157–162). Pfullingen: Neske.
- Derrida, J. (1998a). Die Sprache (Le Monde am Telefon). In P. Engelmann (Ed.), *Auslassungspunkte. Gespräche* (pp. 183–192). Wien: Passagen.
- Derrida, J. (1998b). Voice II. In P. Engelmann (Ed.), *Auslassungspunkte. Gespräche* (pp. 167–181). Wien: Passagen.
- Develaki, M. (2007). The Model-Based View of Scientific Theories and the Structuring of School Science Programmes. *Science & Education*, 16, 725–749.
- Diaz-Bone, R., & Thévenot, L. (2010). Die Soziologie der Konventionen. Die Theorie der Konventionen als ein zentraler Bestandteil der neuen französischen Sozialwissenschaften. *Trivium*, 5. Retrieved from <http://trivium.revues.org/3557>
- Diederich, J. (2003). Wie erzieht die Form zum Medium? Kommentar zu Klaus Prange und Überleitung zu Maren Lehmann. In H.-E. Tenorth (Ed.), *Form der Bildung - Bildung der Form* (pp. 35–43). Weinheim: Beltz.
- Dilthey, W. (1924). *Die geistige Welt: Einleitung in die Philosophie des Lebens. Erste Hälfte*. Leipzig; Berlin: B. G. Teubner.
- Dingler, H. (1938). *Die Methode der Physik*. München: Reinhardt.
- Dinkelaker, J. (2007). Kommunikation von Lernen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10, 199–213.
- Dinkelaker, J. (2008). *Kommunikation von (Nicht-)Wissen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dinkelaker, J. (2009). Pädagogisches Handeln und Pädagogische Kommunikation. Analyse des Verhältnisses zweier Operationsweisen. In T. Fuhr & K. Berdelmann (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 135–150). Paderborn: Schöningh.
- Dinkelaker, J. (2015). Varianten der Einbindung von Aufmerksamkeit. In S. Reh, K. Berdelmann, & J. Dinkelaker (Eds.), *Aufmerksamkeit* (pp. 241–264). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

- Diogenes Laertius. (1998). *Leben und Lehre der Philosophen*. (F. Jürß, Ed.). Stuttgart: Reclam.
- DiSessa, A. (2002). Why "Conceptual Ecology" is a Good Idea. In M. Limón & L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice SE - 2* (pp. 28–60). Springer Netherlands.
- DiSessa, A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 35–60). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- DiSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 15–33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- DiSessa, A. A. (1988). Knowledge in Pieces. In G. Forman & P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the Computer Age* (pp. 49–70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- DiSessa, A. A. (2006). Design-Based Research. *London Knowledge Lab*. Retrieved from <http://www.lkl.ac.uk/video/dissessa1106.html>
- DiSessa, A. A. (2015). Alternative Conceptions and P-Prims. In R. F. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (forthcomin.). Heidelberg: Springer.
- DiSessa, A. A., & Cobb, P. (2004). Ontological Innovation and the Role of Theory in Design Experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 13, 77–103.
- DiSessa, A. A., Hammer, D., Sherin, B., & Kolpakowski, T. (1991). Inventing Graphing: Metarepresentational Expertise in Children. *Journal of Mathematical Behavior*, 10, 117–160. Retrieved from: [http://dhammer.phy.tufts.edu/home/publications_files/Inventing%20Graphing%20\(small\).pdf](http://dhammer.phy.tufts.edu/home/publications_files/Inventing%20Graphing%20(small).pdf)
- Dixon-Woods, M., Agarwal, S., Jones, D., Young, B., & Sutton, A. (2005). Synthesising Qualitative and Quantitative Evidence: A Review of Possible Methods. *Journal of Health Services Research & Policy*, 10, 45–53B.
- Dixon-Woods, M., Cavers, D., Agarwal, S., Annandale, E., Arthur, A., Harvey, J., ... Sutton, A. J. (2006). Conducting a Critical Interpretive Synthesis of the Literature on Access to Healthcare by Vulnerable Groups. *BMC medical research methodology*, 6, 35.
- DLR. (2015). Bund - Länder - Programm „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“. Kurzbeschreibungen der förderwürdigen Projekte für die 1. Bewilligungsrunde der 1. Förderphase. Bonn: DLR. Retrieved July 2, 2015, from http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resources/a_dokumente/bildungsforschung/KurzbeschreibungenQLB_PT.pdf
- Dolch, J. (1965). *Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache* (6., verbes.). München: Ehrenwirth.
- Dörner, O. (2010). Zur methodischen Erfassung und Rekonstruktion pädagogischer Ordnungen. Eine Bestandsaufnahme der Netzwerkarbeit. In S. Neumann (Ed.), *Beobachtungen des Pädagogischen. Programm - Methodologie - Empirie* (pp. 49–56). Luxemburg: Université du Luxembourg, INSIDE / ECEC.
- Dörner, O., & Schäffer, B. (2014). Babyboomer auf der Plateauphase - ihre Altersbilder und Weiterbildungsorientierungen. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 1–16.
- Douglass, J. A. (2002). A Certain Future: Sputnik, American Higher Education, and the Survival of a Nation. In R. D. Launius, J. M. Logsdon, & R. W. Smith (Eds.), *Reconsidering Sputnik. Forty years since the soviet satellite* (pp. 327–362). Cornwall: Routledge.
- Dowe, P. (1993). On the Reduction of Process Causality to Statistical Relations. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44, 325–327 CR – Copyright & #169; 1993 The British So.
- Dowe, P. (2009). Causal Process Theories. In H. Beebe, C. Hitchcock, & P. Menzies (Eds.), *The Oxford Handbook of Causation* (pp. 213–233). Oxford: Oxford University Press.
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The Role of Content and Context in PISA Interest Scales: A study of the embedded interest items in the PISA 2006 science assessment. *International Journal of Science Education*, 33, 73–95.
- Drerup, H. (1979). *Wissenschaftstheorie und Wissenschaftspraxis: Probleme der Vermittlung zwischen metawissenschaftlichen Forschungsprogrammen und einer Praxis der Sozial-/Erziehungswissenschaft*. Bonn: Bouvier.
- Drerup, J. (2014). Modus in Rebus? Zum Problem der Rekonstruktion praxisinhärenter Normen in Pranges Operativer Pädagogik. In *Workshop Operative Pädagogik am 22.01.2014 in Münster*.
- Duhem, P. (1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*. New York: Atheneum.
- Duhem, P. (1991). *The Aim and Structure of Physical Theory*. (P. Wiener, Ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75, 649–672.
- Duit, R. (2007). Zum Stand der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum. In *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. (pp. 81–97). Berlin.
- Duit, R. (2009). Bibliography - STCSE Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Retrieved from <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational

- Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe* (Vol. 5, pp. 13–37). Rotterdam: SensePublishers.
- Duit, R., Hepp, R., & Rincke, K. (2013). Guter Frontalunterricht. Lehrerzentrierte Phasen als wichtige Elemente guten Physikunterrichts. *Unterricht Physik*, 24, 4–12.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. *International Journal of Science Conceptual change*, 25, 671–688.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). How Can Conceptual Change Contribute to Theory and Practice in Science Education? In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 107–118). Dordrecht; New York: Springer.
- Duit, R., & Widodo, A. (2013). Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2. ed., pp. 487–503). New York: Routledge.
- Dupré, J. (1993). *The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Durkheim, E. (1980). *Die Regeln der soziologischen Methode* (6. Aufl.). Neuwied.
- Dury, J. (1649). *A Seasonable Discourse Written by Mr. Iohn Dury Upon the Earnest Requests of Many, Briefly Shewing These Particulars 1. What the Grounds and Method of Our Reformation Ought to be in Religion and Learning. 2. How Even in These Times of Distraction, the ...* (S. Hartlib, Ed.). London: printed for R. Woodnothe, at the Starre under Peters Church in Corne-hill.
- Duschl, R. (2008). Science Education at Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.
- Duschl, R., & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, 22, 2109–2139.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning Progressions and Teaching Sequences: a Review and Analysis. *Studies in Science Education*, 47, 123–182.
- Dworkin, A. G., & Tobe, P. F. (2014). High-Stakes Accountability, School Safety and Teacher Burnout: A longitudinal Study of Teacher Trust. In P. Forsyth, D. Van Maele, & M. Van Houtte (Eds.), *Trust and School Life* (pp. 121–143). Dordrecht: Springer Netherlands.
- EARLI. (2014). About the Association [Website]. Retrieved February 1, 2014, from http://www.earli.org/about_earli
- Egan, K. (1996). Competing Voices for the Curriculum. In *The Struggle for Curriculum: Education, the State, and the Corporate Sector* (pp. 7–26). Burnaby, BC: Institute for Studies in Teacher Education.
- Ehrenspeck, Y. (2009). Philosophische Bildungsforschung: Bildungstheorie. In R. Tippelt & B. Schmidt (Eds.), *Handbuch Bildungsforschung* (pp. 155–169). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ehrenspeck, Y., & Lenzen, D. (2006). *Beobachtungen des Erziehungssystems. Systemtheoretische Perspektiven*. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss.
- Eisner, E. (1967). Educational Objectives—Help or Hindrance? *The School Review*, 75, 250–260.
- Ekman, P. (1978). *Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition & Emotion*, 6, 169–200.
- Ekman, P. (1993). Facial Expression and Emotion. *American Psychologist*, 48, 384–392.
- Elias, N. (2006). Figuration, sozialer Prozeß und Zivilisation: Grundbegriffe der Soziologie. In *Aufsätze und andere Schriften. Band 3* (pp. 100–117). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Elias, N., & Scotson, J. L. (1990). *Etablierte und Aussenseiter. Ges. Schriften Band 4*. (M. Schröter, Ed.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Elliott, G., Granger, C. W. J., & Timmermann, A. (2006). *Handbook of Economic Forecasting*. Amsterdam; Boston: Elsevier North-Holland.
- Emirbayer, M. (1997). Manifesto for a Relational Sociology. *American Journal of Sociology*, 103, 281–317.
- Engelbrecht, A. (2003). *Kritik der Pädagogik Martin Wagenscheins: eine Reflexion seines Beitrages zur Didaktik*. Münster: LIT.
- Enk, S. J. van. (2014). Bayesian Measures of Confirmation from Scoring Rules. *Philosophy of Science*, 81, 101–113.
- Ennett, S. T., Tobler, N. S., Ringwalt, C. L., & Flewelling, R. L. (1994). How Effective Is Drug Abuse Resistance Education? A Meta-Analysis of Project DARE Outcome Evaluations. *American Journal of Public Health*, 84, 1394–1401.
- EPPI-Centre. (2015a). Knowledge Library. Retrieved August 7, 2015, from <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=60>
- EPPI-Centre. (2015b). Current and Previous Funders. Retrieved August 24, 2015, from <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=186>
- EPPI-Centre. (2015c). List of EPPI-Centre Systematic Reviews. *Evidence Library*. Retrieved August 24, 2015, from <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=62>
- EPPI-Centre. (2015d). Thinking Skills. *Knowledge Library*. Retrieved August 24, 2015, from

- <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=509>
- EPPI-Centre. (2015e). About the EPPI-Centre. Retrieved August 28, 2015, from <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=63>
- EPPI-Centre. (2015f). EPPI-Centre Keywording Strategy for Classifying Education Research Version 0.9.7. Retrieved August 27, 2015, from https://eppi.ioe.ac.uk/EPPIWebContent/downloads/EPPI_Keyword_strategy_0.9.7.pdf
- Ereshefsky, M. (1991). The Semantic Approach to Evolutionary Theory. *Biology and Philosophy*, 6, 59–80.
- Evans, J., Harden, A., Thomas, J., & Bennefield, P. (2003). *Support for Pupils With Emotional and Behavioural Difficulties (EBD) in Mainstream Primary School Classrooms: A Systematic Review of the Effectiveness of Interventions*. London: EpPI Centre, Institute of Education, University of London.
- Evetts, J. (2013). Professionalism: Value and ideology. *Current Sociology*, 61, 778–796.
- Fairclough, N. (2003). *Analysing Discourse: Textual Analysis for Social Research*. London; New York: Routledge.
- Fensham, P. J. (1988). Familiar But Different: Some Dilemmas and New Directions in Science Education. In P. J. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 1–26). New York: Falmer Press.
- Ferdinand, H. (2014). *Entwicklung von Fachinteresse: Längsschnittstudie zu Interessenverläufen und Determinanten positiver Entwicklung in der Schule*. Münster [u.a.]: Waxmann.
- Festinger, L. (1962). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Feuer, M. J., Towne, L., & Shavelson, R. J. (2002). Scientific Culture and Educational Research. *Educational Researcher*, 31, 4–14.
- Feyerabend, P. (1985). Science Without Experience. In *Realism, Rationalism, and Scientific Method (Philosophical Papers I)* (pp. 132–136). Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. (1988). *Against Method*. London; New York: Verso.
- Finn Jr., C. E., & Tomlinson, T. M. (1987). Response to Glass on "What Works." *Educational Researcher*, 16, 24–26 CR – Copyright & #169; 1987 American Educati.
- Finn, J. D., & Achilles, C. M. (1990). Answers and Questions about Class Size: A Statewide Experiment. *American Educational Research Journal*, 27, 557–577.
- Fischer, A. (1950). Deskriptive Pädagogik. In K. Kreitmair (Ed.), *Leben und Werk* (Bd. 2., pp. 5–29). München.
- Fischer, C. (2015). *(Keine) Angst vor Inklusion: Herausforderungen und Chancen gemeinsamen Lernens in der Schule*. Münster [u.a.]: Waxmann.
- Fischer, H. E. (2005). Developing Standards in Research on Science Education. In *proceedings of the Conference on Developing Standards in Research on Science Education—the 7th ESERA Summer School, Muelheim, Germany, 28 August–4 September 2004*. Leipzig: Taylor & Francis.
- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R., & Wirth, J. (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179–209.
- Fischer, H. E., & Schecker, H. (2009). Kontroversen zu den Standards in Deutschland - ein Briefwechsel. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 343–370.
- Fischer, J. (2006). Philosophische Anthropologie – Ein wirkungsvoller Denkansatz in der deutschen Soziologie nach 1945. *Zeitschrift für Soziologie*, 35, 322–347.
- Fischer, J. (2009). Philosophische Anthropologie. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorien* (pp. 323–343). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fisher, R. A. (1925). *Statistical Methods for Research Workers*. Edinburgh; London: Oliver and Boyd.
- Fisher, R. A. (1935). *The Design of Experiments*. London: Oliver and Boyd.
- Flitner, W. (1958). *Das Selbstverständnis der Erziehungswissenschaft in der Gegenwart*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Flitner, W. (1962). *Allgemeine Pädagogik*. Stuttgart: Klett.
- Flitner, W. (1983). *Pädagogik. Systematische Pädagogik. Allgemeine Pädagogik*. Paderborn: Schöningh.
- Fodor, J. (1984). Observation Reconsidered. *Philosophy of Science*, 51, 23–43.
- Fodor, J. A. (1985). Fodor's Guide to Mental Representation: The Intelligent Auntie's Vade-Mecum. *Mind*, XCIV, 76–100.
- Fodor, J. A. (1998). *Concepts: Where Cognitive Science Went Wrong*. Oxford: Oxford University Press.
- Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic Framing of Scientific Content for Conceptual and Epistemic Understanding. *Science Education*, 96, 369–391.
- Forman, P. (1971). Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918–1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, 1–115.
- Forster, E. (2014). Kritik der Evidenz. Das Beispiel evidence-informed policy research der OECD. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60, 868–885.
- Forster, M. R. (2002). The New Science of Simplicity. In A. Zellner, H. Kreuzenkamp, & M. McAleer (Eds.), *Simplicity, Inference, and Modeling* (pp. 83–119). Cambridge: Cambridge University Press.

- Forster, M., & Sober, E. (1994). How to Tell When Simpler, More Unified, or Less Ad Hoc Theories will Provide More Accurate Predictions. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 45, 1–35.
- Forum Bildung. (2001). *Empfehlungen des Forum Bildung*. Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.
- Foucault, M. (1973). *Archäologie des Wissens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Foucault, M. (1974). *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Foucault, M. (1978). *Dispositive der Macht. Über Sexualität, Wissen und Wahrheit*. Berlin: Merve-Verlag.
- Francis, B., Skelton, C., & Archer, L. (2002). *A Systematic Review of Classroom Strategies for Reducing Stereotypical Gender Constructions Among Girls and Boys in Mixed-Sex UK Primary Schools*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Frank, H. G. (1976). Bildungstechnologie und Lehrplanung. In Issing & Knigge-Illner (Eds.), *Unterrichtstechnologie und Mediendidaktik* (pp. 91–106). Weinheim: Beltz.
- Frank, H. G., & Graf, K.-D. (1967). Über eine formale Didaktik. In F. Biglmaier & K. Alsleben (Eds.), *Praxis und Perspektiven des programmierten Unterrichts* (pp. 87–91). Quickborn: Schnelle.
- Fraser, B. J., & Tobin, K. G. (1998). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic.
- Fraser, B. J., Tobin, K. G., & McRobbie, C. J. (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht; New York: Springer.
- Freedman, D., Collier, D., Sekhon, J. S., & Stark, P. B. (2010). *Statistical Models and Causal Inference: A Dialogue with the Social Sciences*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Frické, M. (2015). Big Data and its Epistemology. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66, 651–661.
- Friedman, M. (2011). Carnap on Theoretical Terms: Structuralism without Metaphysics. *Synthese*, 180, 249–263.
- Friedrichs, W. (2008). *Passagen der Pädagogik: zur Fassung des pädagogischen Moments im Anschluss an Niklas Luhmann und Gilles Deleuze*. Bielefeld: Transcript.
- Fritzsche, B., Idel, T.-S., & Rabenstein, K. (2010). Pädagogische Ordnungen. Praxistheoretisch beobachtet. In S. Neumann (Ed.), *Beobachtungen des Pädagogischen. Programm - Methodologie - Empirie* (pp. 97–116). Luxemburg: Université du Luxembourg, INSIDE / ECEC.
- Frost-Arnold, G. (2010). The No-Miracles Argument for Realism: Inference to an Unacceptable Explanation. *Philosophy of Science*, 77, 35–58.
- Fuhr, T. (1999). Zeigen und Erziehung - Das Zeigen als "zentraler Gegenstand" der Erziehungswissenschaft. In T. Fuhr (Ed.), *Zur Sache der Pädagogik. Untersuchungen zum Gegenstand der allgemeinen Erziehungswissenschaft. Klaus Prange zum 60. Geburtstag gewidmet*. (pp. 109–121). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gabbay, D., Thagard, P., & Woods, J. (2007). *Handbook of the Philosophy of Science*. Amsterdam: Elsevier.
- Gabel, D. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan.
- Gagné, R. M., & Deci, E. L. (2005). Self-Determination Theory and Work Motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331–362.
- Garber, J. J. (2008). *Harmony in Healing: The Theoretical Basis of Ancient and Medieval Medicine*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Gasteiger, L. (2013). Zur Entstehung eines Feldes bildungswissenschaftlicher Evidenzproduktion als Grundlage evidenzbasierter Bildungspolitik. In K. Amos, J. Schmid, J. Schrader, & A. Thiel (Eds.), *Kultur-Ökonomie-Bildung. Eine Erkundung von Rekalibrierungsprozessen in der Bildungspolitik* (pp. 133–153). Baden-Baden: Nomos.
- Gauquelin, M. (1967). *The Cosmic Clocks: From Astrology to a Modern Science*. Chicago: H. Regnery Co.
- Gauquelin, M. (1969). *The Scientific Basis of Astrology*. New York: Stein and Day.
- Gauquelin, M. (1977). The Zelen Test of the Mars Effect. *The Humanist*, 37, 30–35.
- Geertz, C. (1978). "Deep Play". Bemerkungen zum balinesischen Hahnenkampf. In C. Geertz (Ed.), *Dichte Beschreibung* (pp. 202–260). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Gemelli Marciano, M. L. (2007). *Die Vorsokratiker*. Düsseldorf: Artemis & Winkler.
- Gentner, D. (1983). Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155–170.
- Gentner, D., & Gentner, D. R. (1983). Flowing Waters of Teeming Crowds: Mental Models of Electricity. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 99–129). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gentner, D., & Holyoak, K. J. (1997). Reasoning and Learning by Analogy: Introduction. *American Psychologist*. US: American Psychological Association.
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure Mapping in Analogy and Similarity. *American Psychologist*. US: American Psychological Association.
- Georgiades, P. (2004). From the General to the Situated: Three Decades of Metacognition.

- International Journal of Science Education*, 26, 365–383.
- Gessmann, M. (2012). *Zur Zukunft der Hermeneutik*. München: Wilhelm Fink.
- Ghiselin, M. T. (1974). A Radical Solution to the Species Problem. *Systematic Zoology*, 23, 536–544.
- Giere, R. (2012). History and Philosophy of Science: Thirty-Five Years Later. In S. Mauskopf & T. Schmaltz (Eds.), *Integrating History and Philosophy of Science* (Vol. 263, pp. 59–65). Springer Netherlands.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- Giere, R. N. (1999). *Science Without Laws*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gilbert, G. N., & Troitzsch, K. G. (2005). *Social Emergence: Societies as Complex Systems*. Maidenhead, England; New York, NY: Open University Press.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. Gilbert & C. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3–17). Springer Netherlands.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998a). Models in Explanations, Part 1: Horses for Courses? *International Journal of Science Education*, 20, 83–97.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998b). Models in Explanations, Part 2: Whose Voice? Whose Ears? *International Journal of Science Education*, 20, 187–203.
- Gilbert, R., Salanti, G., Harden, M., & See, S. (2005). Infant Sleeping Position and the Sudden Infant Death Syndrome: Systematic Review of Observational Studies and Historical Review of Recommendations From 1940 To 2002. *International journal of epidemiology*, 34, 874–87.
- Gilbert, W. (1900). *On the Magnet, Magnetick Bodies Also, and on the Great Magnet of the Earth; a New Physiology, Demonstrated by Many Arguments & Experiments*. (S. P. Thompson, Ed.). London: Chiswick Press. Retrieved from: <http://www.gutenberg.org/files/33810/33810-h/33810-h.htm>
- Giordano, G. (2005). *How Testing Came to Dominate American Schools: The History of Educational Assessment*. New York: P. Lang.
- Gjelsvik, O. (2007). Causal Explanation Provides Knowledge Why. In J. Persson & P. Ylikoski (Eds.), *Rethinking Explanation*. Springer.
- Glass, G. V. (1976). Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. *Educational Researcher*, 5, 3–8.
- Glass, G. V., & Smith, M. L. (1979). Meta-Analysis of Research on Class Size and Achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 1, 2–16.
- Glass, G. V. (1987). What Works: Politics and Research. *Educational Researcher*, 16, 5–10.
- Gleixner, W. (1986). *Die transzendente Phänomenologie als philosophische Grundlagenforschung. Dargestellt am Leiffaden der Husserlschen Wissenschaftstheorie. Vorarbeit zu einem phänomenologischen Positivismus*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Glynn, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model. In H. Yeany & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of Learning Science* (pp. 219–240). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glynn, S. (1995). Learning Science Meaningfully: Constructing Conceptual Models. In R. Duit & S. Glynn (Eds.), *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice* (pp. 3–33). Mahwah N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Göbel, A. (2000). *Theoriegenese als Problemgenese: Eine problemgeschichtliche Rekonstruktion der soziologischen Systemtheorie Niklas Luhmanns*. Konstanz: Univ.-Verl. Konstanz.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to Model-Based Teaching and Learning in Science Education. *International Journal of Science Education*, 22, 891–894.
- Gopnik, A., Kuhl, P., & Meltzoff, A. (2000). *Forschergeist in Windeln: Wie ihr Kind die Welt begreift*. München: Hugendubel.
- Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (2010). Concepts of Evidence. *University of Durham*. Retrieved January 17, 2016, from <http://community.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>
- Gotwals, A., & Alonzo, A. (2012). Introduction. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 3–12). Rotterdam: SensePublishers.
- Gotwals, A., Songer, N., & Bullard, L. (2012). Assessing Students' Progressing Abilities To Construct Scientific Explanations. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 183–210). SensePublishers.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). *An Introduction to Systematic Reviews*. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2013). *Learning from Research: Systematic Reviews for Informing Policy Decisions: A Quick Guide*. London. Retrieved from <http://www.alliance4usefulevidence.org/assets/Alliance-FUE-reviews-booklet-3.pdf>
- Gough, D., Thomas, J., & Oliver, S. (2012). Clarifying Differences Between Review Designs and Methods. *Systematic Reviews*, 1, 28.
- Gräber, W., Nentwig, P., & Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy — Von der Theorie zur Praxis. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Eds.), *Scientific Literacy* (pp. 135–145). Opladen: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gräsel, C. (2011). Was ist Empirische Bildungsforschung? In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel, & B.

- Gniewosz (Eds.), *Empirische Bildungsforschung* (pp. 13–27). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gray, J. (2007). *Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method*. Mountain View, CA. Retrieved from http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/4th_paradigm_book_jim_gray_transcript.pdf
- Greater Good Science Center. (2014). Body Language Quiz. *University of Berkeley*. Retrieved January 17, 2014, from http://greatergood.berkeley.edu/ei_quiz/
- Green, J., & Britten, N. (1998). Qualitative Research and Evidence Based Medicine. *BMJ: British Medical Journal*, 316, 1230–1232.
- Greene, J., Azevedo, R., & Torney-Purta, J. (2008). Modeling Epistemic and Ontological Cognition: Philosophical Perspectives and Methodological Directions. *Educational Psychologist*, 43, 142–160.
- Greenhalgh, T., Robert, G., Macfarlane, F., Bate, P., Kyriakidou, O., & Peacock, R. (2005). Storylines of Research in Diffusion of Innovation: A Meta-Narrative Approach to Systematic Review. *Social Science & Medicine*, 61, 417–430.
- Greenwood, J. D. (1990). The Social Constitution of Action: Objectivity and Explanation. *Philosophy of the Social Sciences*, 20, 195–207.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 799–822.
- Grossman, P., Cohen, J., Ronfeldt, M., & Brown, L. (2014). The Test Matters: The Relationship Between Classroom Observation Scores and Teacher Value Added on Multiple Types of Assessment. *Educational Researcher*, 43, 293–303.
- Gruschka, A. (2002). *Didaktik - das Kreuz mit der Vermittlung: Elf Einsprüche gegen den didaktischen Betrieb*. Wetzlar: Büchse der Pandora.
- Gruschka, A. (2005). *Auf dem Weg zu einer Theorie des Unterrichts*. Frankfurt am Main: Forschungsbericht Goethe Universität.
- Gruschka, A. (2009). Die Zukunft Allgemeiner Didaktik vor der Gegenwärtigkeit empirischer Unterrichtsforschung. In K.-H. Arnold, S. Blömeke, Messner, & Schlömerkemper (Eds.), *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht* (pp. 93–120). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gruschka, A. (2013a). *Lehren*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gruschka, A. (2013b). „Empirische Bildungsforschung“ am Ausgang ihrer Epoche. In *Bildungsforschung 2020*. Berlin: BMBF. Retrieved from bildung-wissen.eu/wp-content/uploads/2013/06/Gruschka-Bildungsforschung.pdf
- Gruschka, A., Herzog, W., Meseth, W., Proske, M., & Reh, S. (2011). Ein Streitgespräch zwischen Andreas Gruschka, Walter Herzog, Wolfgang Meseth, Matthias Proske und Sabine Reh: "In der Frage der Unterrichtstheorien stehen wir doch ziemlich am Anfang." In W. Meseth, M. Proske, & F.-O. Radtke (Eds.), *Unterrichtstheorien in Forschung und Lehre* (pp. 242–262). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gudjons, H., & Winkel, R. (1999). *Didaktische Theorien* (10. Aufl.). Hamburg: Bergmann&Helbig.
- Guthrie, J. W. (2003). *Encyclopedia of Education* (2nd Ed.). New York u.a.: Thomson Gale.
- Gutiérrez, K. D., & Penuel, W. R. (2014). Relevance to Practice as a Criterion for Rigor. *Educational Researcher*, 43, 19–23.
- Guyatt, G., Cairns, J., Churchill, D., & Al, E. (1992). Evidence-Based Medicine: A New Approach to Teaching the Practice of Medicine. *JAMA*, 268, 2420–2425.
- Guyatt, G. H., Haynes, B. R., Jaeschke, R. Z., Cook, D. J., Green, L., Naylor, C. D., ... Richardson, W. S. (2000). Users' Guides to the Medical Literature: XXV. Evidence-Based Medicine: Principles for Applying the Users' Guides to Patient Care. *JAMA*, 284, 1290–1296.
- Guyatt, G. H., Sackett, D. L., Cook, D. J., Bass, E., & Brill-Edwards, P. (1993). Users' Guides to the Medical Literature: II. How to Use an Article About Therapy or Prevention A. Are the Results of the Study Valid? *JAMA*, 270, 2598–2601.
- Guyatt, G., Rennie, D., Meade, M., & Cook, D. (2015). *Users' Guides to the Medical Literature*. New York: McGraw-Hill Medical: The JAMA Network.
- Haag, L., & Streber, D. (2012). *Klassenführung: Erfolgreich unterrichten mit Classroom Management*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Haas, A. (1998). *Unterrichtsplanung im Alltag: Eine empirische Untersuchung zum Planungshandeln von Hauptschul-, Realschul- und Gymnasiallehrern*. Regensburg: Roderer.
- Haas, A. (2005). Unterrichtsplanung im Alltag von Lehrerinnen und Lehrern. In A. Huber (Ed.), *Vom Wissen zum Handeln. Ansätze zur Überwindung der Theorie-Praxis-Kluft in Schule und Erwachsenenbildung* (pp. 5–19). Tübingen: Verlag Ingeborg Huber.
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, I. (1999). *The Social Construction of What?* Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hadamard, J. (1945). *Psychology of Invention in the Mathematical Field*. Princeton, N.J.: Princeton

- University Press.
- Haeckel, E. (1866). *Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie*. 2. Band. Berlin: G. Reimer. Retrieved from: <https://ia902304.us.archive.org/13/items/generellemorphol02haec/generellemorphol02haec.pdf>
- Halldén, O. (1999). Conceptual Change and Contextualization. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 53–65). London: Elsevier.
- Halldén, O., & Caravita, S. (1994). Reframing the Problem of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4, 89–111.
- Halloun, I. A. (2006). *Modeling Theory in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Hammersley, M. (2005). Is the Evidence-Based Practice Movement Doing More Good Than Harm? Reflections on Iain Chalmers' Case for Research-Based Policy Making and Practice. *Evidence & Policy*, 1, 85–100.
- Hammersley, M. (2007). *Educational Research and Evidence-Based Practice*. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Hammersley, M. (2015). Evidence-Based Policy and Practice: A Popular Myth. (Actual Talk, not Revised Text). In *Evidence-based Policy and Practice in Education: Methods for Research Synthesis*. Münster.
- Hammerstrøm, K., Wade, A., & Klint Jørgensen, A.-M. (2010). *Searching for Studies: A Guide to Information Retrieval for Campbell Systematic Reviews: Supplement 1*. Oslo: The Campbell Collaboration. Retrieved from http://www.campbellcollaboration.org/lib/download/969/Hammerstrom_Guide_IR_Supplement.pdf
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge: Univ. Press.
- Hardin, C. L., & Rosenberg, A. (1982). In Defense of Convergent Realism. *Philosophy of Science*, 49, 604–615.
- Harding, S. (1998). *Is Science Multicultural? Postcolonialism, Feminism and Epistemologies*. Bloomington; Indianapolis: Indiana University press.
- Harding, S. (2011). *The Postcolonial Science and Technology Studies Reader*. Durham: Duke University Press.
- Hargreaves, D. H. (1994). The New Professionalism: The Synthesis of Professional and Institutional Development. *Teaching and Teacher Education*, 10, 423–438.
- Hargreaves, D. H. (1996). Teaching as a Research-Based Profession: Possibilities and Prospects. In *The Teacher Training Agency Annual Lecture*. London: Teacher Trainer Agency.
- Harlen, W., & Deakin Crick, R. (2002). *A Systematic Review of the Impact of Summative Assessment and Tests on Students' Motivation for Learning*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Harlen, W., & Deakin Crick, R. (2003). *A Systematic Review of the Impact on Students and Teachers of the Use of ICT for Assessment of Creative and Critical Thinking Skills*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Harrison, A. G. (2001). How do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31, 401–435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011–1026.
- Hartlib, S. (1647). *Considerations Tending to the Happy Accomplishment of Englands Reformation in Church and State: Humbly Presented to the Piety and Wisdome of the High and Honourable Court of Parliament*. London: s.n.
- Hartlib, S. (1655). *The Reformed Common-Wealth of Bees. Presented in Severall Letters and Observations to Samuel Hartlib Esq. with The Reformed Virginian Silk-Worm, Containing Many Excellent and Choice Secrets, Experiments, and Discoveries*. books.google.com. London: Giles Calvert.
- Hartlib, S., & Dymock, C. (1651). *An Essay for Advancement of Husbandry-Learning, or, Propositions for the Er recting [sic] Colledge of Husbandry and in Order Thereunto for the Taking in of Pupills or Apprentices, and also Friends or Fellowes of the Same Colledge or Society*. London: printed by Henry Hills.
- Hassani, S. (2013). *Mathematical Physics: A Modern Introduction to Its Foundations*. Cham: Springer International Publishing.
- Hattie, J. (1992). Measuring the Effects of Schooling. *Australian Journal of Education*, 36, 5–13.
- Hattie, J. (2005). The Paradox of Reducing Class Size and Improving Learning Outcomes. *International Journal of Educational Research*, 43, 387–425.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers. Maximizing Impact on Learning*. London: Routledge.
- Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

- Hattie, J. (2014). *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Hattie, J. (2015). *Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible Learning."* (W. Beywl & K. Zierer, Eds.) (3. erw. Au.). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (2000). A Curricular Frame for Physics Education: Development, Comparison with Students' Interests, and Impact on Students' Achievement and Self-Concept. *Science Education*, 84, 689–705.
- Heckman, J. J. (2008). Econometric Causality. *International Statistical Review*, 76, 1–27.
- Heckman, J. J., Moon, S. H., Pinto, R., Savelyev, P., & Yavitz, A. (2010). Analyzing Social Experiments as Implemented: A Reexamination of the Evidence from the HighScope Perry Preschool Program. *Quantitative Economics*, 1, 1–46.
- Hedström, P., & Swedberg, R. (1998). Social Mechanisms: An Introductory Essay. In *Social Mechanisms. An Analytical Approach to Social Theory* (pp. 1–31). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedström, P., & Ylikoski, P. (2010). Causal Mechanisms in the Social Sciences. *Annual Review of Sociology*, 36, 49–67.
- Heidegger, M. (2009). Die Grundbegriffe der Metaphysik. Vorbemerkungen und Erläuterungen an den >Grundbegriffen< der Wissenschaften. In *Leitgedanken zur Entstehung der Metaphysik, der neuzeitlichen Wissenschaft und der modernen Technik. Gesamtausgabe Band 76* (pp. 53–281). Frankfurt am Main: Klostermann.
- Heidelberger, M. (2007). Das Experiment in den Wissenschaften. In M. Stöckler & A. Bartels (Eds.), *Wissenschaftstheorie. Ein Studienbuch* (pp. 155–176). Paderborn: Mentis.
- Heimann, P., Otto, G., & Schulz, W. (1970). *Unterricht: Analyse und Planung*. Hannover: Schroedel.
- Hellekamps, S., & Musolff, H.-U. (2010). Bildungsgänge und Seitenwege westfälischer Gymnasiallehrer 1600-1750. In J. Jacobi, J.-L. Le Cam, & H.-U. Musolff (Eds.), *Vormoderne Bildungsgänge. Selbst- und Fremdbeschreibungen in der Frühen Neuzeit* (pp. 131–148). Köln: Böhlau.
- Helmke, A. (2014a). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts; [berücksichtigt die Hattie-Studien]*. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Helmke, A. (2014b). Forschung zur Lernwirksamkeit des Lehrerhandelns. In E. Terhart, M. Rothland, & H. Bennewitz (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2nd ed., pp. 807–821). Münster: Waxmann.
- Helsper, W. (2008). Schulkulturen - die Schule als symbolische Sinnordnung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 63–80.
- Hentig, H. von. (1994). *Die Schule neu denken: Eine Übung in praktischer Vernunft; Eine zornige, aber nicht eifernde, eine radikale, aber nicht utopische Antwort auf Hoyerswerda und Mölln, Rostock und Solingen*. München; Wien: Hanser.
- Her Majesty's Stationery Office. Education Reform Act 1988 (1989). London. Retrieved from http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1988/40/pdfs/ukpga_19880040_en.pdf
- Herbart, J. F. (1985). *Systematische Pädagogik*. (D. Benner, Ed.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Herrmann, F. (2010). *Der Karlsruher Physikkurs: Ein Lehrbuch für den Unterricht der Sekundarstufe II. Thermodynamik*. Hallbergmoos: Aulis.
- Herrmann, F. (2013). Entgegnung zum Gutachten der DPG über den Karlsruher Physikkurs. Karlsruhe: KIT. Retrieved January 17, 2017, from http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/kpk/Fragen_Kritik/Entgegnung_DPG.pdf
- Herzog, W. (2005). *Disziplin und Profession im Dilemma - die Perspektive der Wissenschaftsforschung*. Vortrag – gehalten im Rahmen der Frühjahrstagung der Kommission Professionsforschung und Lehrerbildung in der DGfE mit dem Thema „Implementation, Akkreditierung und Evaluation gestufter Studiengänge in der Lehrerbildung. Rauschholzhausen, 26.-27. Mai.
- Herzog, W. (2014). Weshalb uns Hattie eine Geschichte erzählt - Oder: Ein missglückter Versuch, den Erkenntnisstand der quantitativen Unterrichtsforschung zur Synthese zu bringen. *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 3, 130–143.
- Hestenes, D. (1987). Toward a Modeling Theory of Physics Instruction. *American Journal of Physics*, 55, 440–454.
- Hestenes, D., & Halloun, I. A. (1995). Interpreting the Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 33, 502–506.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141–151.
- Heursen, G. (2005). Didaktischer Frühling oder ein Abschied in den Winter? Eine Sammelbesprechung über vier neue Einführungen in die Didaktik und ebenso viele Fragen. *Erziehungswissenschaftliche Revue*, 4. Retrieved from <http://www.klinkhardt.de/ewr/40725356.html>
- Hewson, P. W. (1992). Conceptual Change in Science Teaching and Teacher Education. National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Spain.
- Heywood, D. (2002). The Place of Analogies in Science Education. *Cambridge Journal of Education*, 32,

- 233–247.
- Hickam, H. H. (1998). *Rocket Boys: A Memoir*. New York: Delacorte Press.
- Hidi, S. (1990). Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning. *Review of Educational Research*, 60, 549–571.
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the Academically Unmotivated: A Critical Issue for the 21st Century. *Review of Educational Research*, 70, 151–179.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.
- Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (1992). Interest, Learning and Development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3–25). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (2004). Interest, a Motivational Construct That Combines Affective and Cognitive Functioning. In D. Dai & R. Sternberg (Eds.), *Motivation, Emotion and Cognition: Integrative Perspectives on Intellectual Functioning and Development* (pp. 89–115). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Hinz, A., & Boban, I. (2013). Der neue Index für Inklusion – eine Weiterentwicklung der deutschsprachigen Ausgabe. *Zeitschrift für Inklusion*; 2-2013.
- Hirschauer, S. (2001). Ethnografisches Schreiben und die Schweigsamkeit des Sozialen. Zu einer Methodologie der Beschreibung. *Zeitschrift für Soziologie*, 30, 429–451.
- Hitchcock, C. (2008). Causation. In S. Psillos & M. Curd (Eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (pp. 317–326). London: Routledge.
- Hobson, P. (2014). *Die Wiege des Denkens Soziale und emotionale Ursprünge symbolischen Denkens*. Gießen, Lahn: Psychosozial-Verlag.
- Hodson, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. *Science Education*, 77, 685–711.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hoffmann, L., Häussler, P., & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Hoffmann, L., Krapp, A., Renninger, K. A., & Baumert, J. (1998). *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon-Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN.
- Holland, J. L. (1958). A Personality Inventory Employing Occupational Titles. *Journal of Applied Psychology*, 42, 336–342.
- Holland, J. L. (1959). A theory of Vocational Choice. *Journal of Counseling Psychology*, 6, 35–45.
- Holland, J. L. (1966). *The Psychology of Vocational Choice: A Theory of Personality Types and Model Environments*. Waltham, Mass.: Blaisdell Pub. Co.
- Holland, P. W. (1986). Statistics and Causal Inference. *Journal of the American Statistical Association*, 81, 945–960.
- Hollstein, B. (2013). *Empirische Mikrosoziologie*. München: Oldenbourg.
- Hollstein, O. (2011). Das Technologieproblem der Erziehung revisited. In S. Amos, W. Meseth, & M. Proske (Eds.), *Öffentliche Erziehung revisited* (pp. 53–74). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Holmwood, J. (2005). Functionalism and its Critics. In A. Harrington (Ed.), *Modern Social Theory: An Introduction* (pp. 87–109). Oxford: Oxford University Press.
- Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, 21, 1233–1261.
- Howes, A., Farrell, P., Kaplan, I., & Moss, S. (2003). *The Impact of Paid Adult Support on the Participation and Learning of Pupils in Mainstream Schools*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Hoxby, C. M. (2003). *School Choice and School Productivity. Could School Choice be a Tide that Lifts All Boats?* (C. M. Hoxby, Ed.) (National B.). Chicago, Ill.: University of Chicago Press.
- Hoyningen-Huene, P. (1989). *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns. Rekonstruktion und Grundlagenprobleme*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Hoyningen-Huene, P. (2006). Context of Discovery Versus Context of Justification and Thomas Kuhn. In J. Schickorcke & F. Steinle (Eds.), *Revisiting Discovery and Justification* (pp. 119–131). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hoyningen-Huene, P. (2013). *Systematicity: The Nature of Science*. New York: Oxford University Press.
- Hüfner, J. (2014). Physiker im Streit um ein Schulbuch. In ZFW Ringvorlesung "Streit um Wissenschaft". Vortrag am 15.05.2014. Münster: Zentrum für Wissenschaftstheorie der WWU.
- Humbert, K. (2013). Die verborgene geometrischen Konstruktionenn in den Bildern der Manesse-Liederhandschrift. Freiburg. Retrieved January 17, 2016, from <http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/artdok/volltexte/2013/2265>
- Hummrich, M., & Kramer, R.-T. (2011). Zur materialen Rationalität pädagogischer Ordnungen. Reflexionen zur empirischen Erschließbarkeit am Beispiel einer objektiv-hermeneutischen

- Rekonstruktion pädagogischer Generationsbeziehungen. *Zeitschrift für qualitative Forschung*, 12, 217–238.
- Hummrich, M., & Rademacher, S. (2013). Zur Einführung in den Band. In M. Hummrich & S. Rademacher (Eds.), *Kulturvergleich in der qualitativen Forschung* (Vol. 37, pp. 9–12). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hurd, P. D. (1975). Science, Technology and Society: New Goals for Interdisciplinary Science Teaching. *The Science Teacher*, 42, 27–30.
- Husbands, C., Shreeve, A., & Jones, N. R. (2008). *Accountability and Children's Outcomes in High-Performing Education Systems: Analytical Maps of Approaches to Measuring Children's Education, Health and Well-Being Outcomes in High-Performing Education Systems*. London: Epri Centre, Institute of Education, University of London.
- Husen, T., & Postlethwaite, T. N. (1985). *The International Encyclopedia of Education. Research and Studies*. Oxford u.a.: Pergamon Press.
- Hutcheson, P., & Kidder, R. (2011). In the National Interest: The College and University in the United States in the Post-World War II Era. In J. C. Smart & M. B. Paulsen (Eds.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research* (Vol. 26, pp. 221–264). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hutchison, C. B., & Padgett, B. L. (2007). How to Create and Use Analogies Effectively in the Teaching of Science Concepts. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 44, 69–72.
- IES. (2014). WWC Procedures and Standards Handbook. Institute of Education Sciences, What Works Clearinghouse. Retrieved October 21, 2016, from http://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/referenceresources/wwc_procedures_v3_0_standards_handbook.pdf
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The Use of Analogue Models by Students of Chemistry at Higher Education Level. *International Journal of Science Education*, 13, 193–202.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2001). *TIMSS 2003 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College. Retrieved from <http://timss.bc.edu/timss2003i/frameworksD.html>
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- Isaac, J. (2012). *Working Knowledge: Making the Human Sciences from Parsons to Kuhn*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ivanova, M. (2010). Pierre Duhem's Good Sense As a Guide to Theory Choice. *Studies in History and Philosophy of Science. Part A*, 41, 58–64.
- Ivanova, M., & Paternotte, C. (2013). Theory Choice, Good Sense and Social Consensus. *Erkenntnis*, 78, 1109–1132.
- Jahnke. (1998). Zur Kritik und Bedeutung der Stoffdidaktik. *Mathematica Didactica*, 21, 61–74.
- James, R. K. (1985). *Science Technology and Society: Resources for Science Educators*. 1985 AETS Yearbook. Columbus, OH: Association for the Education of Teachers in Science.
- Janich, P. (1996). Gestaltung und Sensibilität. Zum Verhältnis von Konstruktivismus und Phänomenologie. In P. Janich (Ed.), *Konstruktivismus und Naturerkenntnis* (pp. 154–177). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Jank, W. (2011). *Didaktische Modelle*. Berlin: Cornelsen.
- Jank, W., & Meyer, H. (2011). *Didaktische Modelle* (10th ed.). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Jasanoff, S. (1990). *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jenkins, I. (1950). Logical Positivism, Critical Idealism, and the Concept of Man. *The Journal of Philosophy*, 47, 677–695.
- Jennings, J. L., & Bearak, J. M. (2014). "Teaching to the Test" in the NCLB Era: How Test Predictability Affects Our Understanding of Student Performance. *Educational Researcher*, 43, 381–389.
- Joas, H., & Knöbl, W. (2008). *Sozialtheorie: Zwanzig einführende Vorlesungen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Johnson, P. E., & Rodin, E. Y. (1989). *Formal Theories of Politics: Mathematical Modelling in Political Science*. Oxford; New York: Pergamon Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1990). *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2011). *How We Reason*. Oxford: Oxford University Press.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, and Implications for the Education of Modellers. *International Journal of Science Education*, 24, 369–387.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2003). Teachers' Views on the Nature of Models. *International Journal of Science Education*, 25, 1369–1386.
- Kade, J. (2009). Kommunikation und Zeigen. Zum Verhältnis von Operativer Pädagogik und Theorie Pädagogischer Kommunikation. In K. Berdelmann & T. Fuhr (Eds.), *Operative Pädagogik*.

- Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 191–210). Paderborn: Schöningh.
- Kahl, R., & Spiewak, M. (2005, March 10). Nur bedingt wissenschaftlich. Die Erziehungswissenschaften haben in der Forschung und der Lehrerbildung versagt. Eine Polemik. *Die Zeit*, pp. 33–35.
- Kalambouka, A., Farrell, P., Dyson, A., & Kaplan, I. (2005). *The Impact of Population Inclusivity in Schools on Student Outcomes*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Kalthoff, H., Hirschauer, S., & Lindemann, G. (2008). *Theoretische Empirie: Zur Relevanz qualitativer Forschung*. Frankfurt, M.: Suhrkamp.
- Kandel, E. R. (2006). *Auf der Suche nach dem Gedächtnis: Die Entstehung einer neuen Wissenschaft des Geistes*. München: Siedler.
- Kaptschuk, T. J. (1998). Intentional Ignorance: A History of Blind Assessment and Placebo Controls in Medicine. *Bulletin of the History of Medicine*, 72, 389–433.
- Karafilidis, A. (2010). *Soziale Formen: Fortführung eines soziologischen Programms*. Bielefeld: transcript.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengieser, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, 3–18.
- Kavanagh, J., Trouton, A., Oakley, A., & Harden, A. (2005). *A Scoping Review of the Evidence for Incentive Schemes to Encourage Positive Health and Other Social Behaviours in Young People*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Keil, F. C. (1979). *Semantic and Conceptual Development: An Ontological Perspective*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Keil, F. C., & Newman, G. E. (2008). Two Tales of Conceptual Change: What Changes and What Remains the Same. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 83–101). New York: Routledge.
- Keiner, E., & Alisch, L.-M. (2001). *Erziehungswissenschaft: Wissenschaftstheorie und Wissenschaftspolitik*. Weinheim; Basel: Beltz.
- Keller, R. (2007). Ansätze der Diskursforschung. In R. Keller (Ed.), *Diskursforschung* (pp. 13–60). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Keller, R. (2011a). The Sociology of Knowledge Approach to Discourse (SKAD). *Human Studies*, 34, 43–65.
- Keller, R. (2011b). Grundlagen der Wissenssoziologischen Diskursanalyse. In R. Keller (Ed.), *Wissenssoziologische Diskursanalyse* (pp. 179–277). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Keller, R. (2012). Entering Discourses: A New Agenda for Qualitative Research and Sociology of Knowledge. *Qualitative Sociology Review*, VIII, 46–75.
- Kendall, G., & Wickham, G. (1999). *Using Foucault's Methods*. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Kerry, R., Eriksen, T. E., Lie, S. A. N., Mumford, S. D., & Anjum, R. L. (2012). Causation and Evidence-Based Practice: an Ontological Review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 18, 1006–1012.
- Kiel, E., & Zierer, K. (2011). Die Allgemeine Didaktik ist tot! Es lebe die Allgemeine Didaktik! *Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Pädagogik*, 87, 302–321.
- Kier, M., Blanchard, M., Osborne, J., & Albert, J. (2013). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 1–21.
- Kieserling, A. (1999). *Kommunikation unter Anwesenden. Studien über Interaktionssysteme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kieserling, A. (2011). Simmels Sozialformenlehre: Probleme eines Theorieprogramms. In H. Tyrell, O. Rammstedt, & I. Meyer (Eds.), *Georg Simmels große "Soziologie". Eine kritische Sichtung nach hundert Jahren* (pp. 181–206). Bielefeld: transcript.
- Kim, J. (1988). What Is "Naturalized Epistemology?" *Philosophical Perspectives*, 2, 381–405.
- Kim, J. (2003). The American Origins of Philosophical Naturalism. *Journal of Philosophical Research*, APA Centen, 83–98.
- Kincaid, H. (2008a). Social Sciences. In S. Psillos & M. Curd (Eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (pp. 594–605). New York: Routledge.
- Kincaid, H. (2008b). Structural Realism and the Social Sciences. *Philosophy of Science*, 75, 720–731.
- Kincaid, H. (2012). How Should Philosophy of Social Science Proceed? *Metascience*, 21, 391–394.
- Kintzinger, M. (2008). Scientia mundus illuminatur. Gelehrtes Wissen zwischen Erkenntnis und Kontrolle. In R. C. Schwinges (Ed.), *Universität im öffentlichen Raum* (pp. 229–258). Basel: Schwabe.
- Kintzinger, M. (2011). Forschung zur Geschichte und Entwicklung des Lehrerberufs vom Mittelalter bis zum Ende des 17. Jahrhunderts. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 15–33). Münster: Waxmann.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-based, Experiential, and Inquiry-Based teaching. *Educational psychologist*, 41, 75–86.
- Kitchin, R. (2014). Big Data, New Epistemologies and Paradigm Shifts. *Big Data & Society*, 1. doi:10.1177/2053951714528481
- Klafki, W. (1958). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. *Die Deutsche Schule*, 450–

- 471.
- Klafki, W. (1963). *Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Klafki, W. (1977). Überlegungen zur Entwicklung einer kritisch-konstruktiven Didaktik. *Die neue Schule*, 703–715.
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: zeitgemässe Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6th ed.). Weinheim; Basel: Beltz.
- Klein, H. P. (2010). Die neue Kompetenzorientierung: Exzellenz oder Nivellierung? *Journal für Didaktik der Biowissenschaften*, 1, 15–26.
- Klein, H. P. (2011). Exzellenz oder Nivellierung. In *Vortrag gehalten anlässlich der Stadt der jungen Forscher*. Kiel.
- Klein, H. P. (2014). Die Hamburger See-Elefanten. Eine vergleichende qualitative Analyse von zwei Zentralabituraufgaben im Fach Biologie von 2005 und 2010. *Journal für Didaktik der Biowissenschaften*, 5, 71–90.
- Klein, J. (1968). *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
- Klewin, G., & Schüssler, R. (2012). Forschendes Lernen im Bielefelder Praxissemester. In C. Freitag & I. von Barga (Eds.), *Praxisforschung in der Lehrerbildung* (pp. 75–84). Berlin: lit.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: Aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 765–773.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., ... Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Eine Expertise*. Bonn: BMBF, Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- Klieme, E., & Warwas, J. (2011). Konzepte der Individuellen Förderung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, 805–818.
- Kline, R., & Pinch, T. (1996). Users as Agents of Technological Change: The Social Construction of the Automobile in the Rural United States. *Technology and Culture*, 37, 763–795.
- KMK. (1997). Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland – Konstanzer Beschluss –. Konstanz. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1997/1997_10_24-Konstanzer-Beschluss.pdf
- KMK. (2000). *Gemeinsame Erklärung des Präsidenten der Kultusministerkonferenz und der Vorsitzenden der Bildungs- und Lehrergewerkschaften sowie ihrer Spitzenorganisationen Deutscher Gewerkschaftsbund DGB und DBB - Beamtenbund und Tarifunion*. Bremen. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2000/2000_10_05-Bremer-Erkl-Lehrerbildung.pdf
- KMK. (2015). Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_11-Gesamtstrategie-Bildungsmonitoring.pdf
- KMK, & IQB. (2010). Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung. Retrieved January 23, 2015, from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_00_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf
- Kneer, G. (2009). Akteur-Netzwerk-Theorie. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorien* (pp. 19–39). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kneer, G., & Schroer, M. (2013). Soziologie als multiparadigmatische Wissenschaft. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorie* (pp. 7–18). Wiesbaden: Springer VS.
- Knobe, J., & Nichols, S. (2008). An Experimental Philosophy Manifesto. In J. Knobe & S. Nichols (Eds.), *Experimental Philosophy* (pp. 3–14). New York: Oxford University Press.
- Knoblauch, H. (2000). Rezension zu André Kieserling, Kommunikation unter Anwesenden. Studien über Interaktionssysteme. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1999, 520S. *Soziale Systeme*, 6, 389–392.
- Koch, J. (1931). Sind die Pygmäen Menschen? Ein Kapitel aus der philosophischen Anthropologie der mittelalterlichen Scholastik. *Archiv für Geschichte der Philosophie*, 40, 194–213.
- Koch, L. (1993). Negative Didaktik. *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Pädagogik*, 69, 279–296.
- Koch, L. (2005). Eine pädagogische Apologie des Negativen. In D. Benner (Ed.), *Erziehung - Bildung - Negativität*. (pp. 88–104). Weinheim.
- Koch, L. (2015). *Lehren und Lernen. Wege zum Wissen*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Koch-Priewe, B. (2007). Didaktik: Vermittlungswissenschaft oder (doch) bildungstheoretisches Konzept? *Pädagogische Rundschau*, 61, 545–558.
- Koertge, N. (2005). *Scientific Values and Civic Virtues*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Koestler, A. (1964). *The Act of Creation*. New York: Macmillan.
- Kolbe, F.-U., Reh, S., Fritzsche, B., Idel, T.-S., & Rabenstein, K. (2008). Lernkultur: Überlegungen zu einer kulturwissenschaftlichen Grundlegung qualitativer Unterrichtsforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 11, 125–143.
- Kollar, I., & Fischer, F. (2008). Was ist eigentlich aus der neuen Lernkultur geworden? Ein Blick auf Instruktionsansätze mit Potenzial zur Veränderung kulturell geteilter Lehr- und Lernskripts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 49–62.
- Köller. (2011). Stricken ohne Wolle. Ein Vortrag gehalten anlässlich der Stadt der jungen Forscher. Kiel.

- Koller, H.-C. (1999). *Bildung und Widerstreit: zur Struktur biographischer Bildungsprozesse in der (Post-)Moderne*. München: W. Fink.
- Koller, H.-C. (2005). Bildung und Biographie. Zur Bedeutung der bildungstheoretisch fundierten Biographieforschung für die Bildungsgangforschung. In B. Schenk (Ed.), *Bausteine einer Bildungsgangtheorie* (pp. 47–66). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Koller, H.-C. (2012a). *Grundbegriffe, Theorien und Modelle der Erziehungswissenschaft* (6. ed.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Koller, H.-C. (2012b). *Bildung anders denken: Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Koller, H.-C. (2014). Einleitung: Heterogenität - zur Konjunktur eines pädagogischen Konzepts. In H.-C. Koller, R. Casale, & N. Ricken (Eds.), *Heterogenität - zur Konjunktur eines pädagogischen Konzepts* (pp. 9–19). Paderborn: Schöningh.
- Koller, H.-C., & Czyzewski, M. (1994). *Lebensgeschichte als Text: Zur biographischen Artikulation problematischer Bildungsprozesse*. Weinheim: Dt. Studien-Verl.
- Koller, H.-C., & Wulffange, G. (2014). *Lebensgeschichte als Bildungsprozess? Perspektiven bildungstheoretischer Biographieforschung*. Bielefeld: transcript.
- Koller, I., Alexandrowicz, R., & Hatzinger, R. (2012). *Das Rasch-Modell in der Praxis. Eine Einführung mit eRm*. Wien: facultas.
- Köller, O. (2012). What works best in school? Hatties Befunde zu Effekten von Schul- und Unterrichtsvariablen auf Schulleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 1, 72–78.
- Köller, O. (2014a). Entwicklung und Erträge der jüngeren Empirischen Bildungsforschung. In R. Fatke (Ed.), *Das Selbstverständnis der Erziehungswissenschaft: Geschichte und Gegenwart* (Zeitschrift, pp. 102–122). Weinheim: Beltz.
- Köller, O. (2014b). Demographische Entwicklung, Reformen in der Lehrerbildung und naturwissenschaftlicher Wissens- und Kompetenzerwerb im 21. Jahrhundert. In S. Bernholt (Ed.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science - und Fachunterricht* (im Erschei.). Berlin: Lit.
- König, E., & Zedler, P. (1983). *Einführung in die Wissenschaftstheorie der Erziehungswissenschaft*. Düsseldorf: Schwann.
- König, G. (2012). Das Veto der Dinge. In K. Priem, G. König, & R. Casale (Eds.), *Die Materialität der Erziehung. Kulturelle und soziale Aspekte pädagogischer Objekte* (pp. 12–31). Beltz: Weinheim.
- Kordes, U. (1999). *Wolfgang Ratke (Ratichius, 1571-1635): Gesellschaft, Religiosität und Gelehrsamkeit im frühen 17. Jahrhundert*. Heidelberg: C. Winter.
- Korning, B. (1999). Erziehung und Information - Untersuchungen über das Zeigen als Grundoperation der Erziehung. In T. Fuhr (Ed.), *Zur Sache der Pädagogik. Untersuchungen zum Gegenstand der allgemeinen Erziehungswissenschaft. Klaus Prange zum 60. Geburtstag gewidmet*. (pp. 122–135). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Koski, T., & Noble, J. M. (2009). *Bayesian Networks: An Introduction*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley.
- Koul, R. (2003). The Relevance of Public Image of Science in Science Education Policy and Practice. *Science & Education*, 12, 115–124.
- Kounin, J. S. (2006). *Techniken der Klassenführung*. Münster [u.a.]: Waxmann.
- Krabbe, H., Zander, S., & Fischer, H. E. (2015). *Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Kraft, V. (1999). Pädagogisches Selbstbewusstsein. In T. Fuhr & K. Schultheis (Eds.), *Zur Sache der Pädagogik. Untersuchungen zum Gegenstand der allgemeinen Erziehungswissenschaft. Klaus Prange zum 60. Geburtstag gewidmet*. (pp. 84–98). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kraft, V. (2007). Operative Triangulierung und didaktische Emergenz: Zur Zeigestruktur der Erziehung. In J. Aderhold & O. Kranz (Eds.), *Intention und Funktion* (pp. 140–158). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Krajcik, J., & Merritt, J. (2012). Engaging Students in Scientific Practices: What does constructing and revising models look like in the science classroom? *Science Teacher*, 79, 38.
- Krajcik, J. S. (2012). The Importance, Cautions and Future of Learning Progression Research. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 27–36). Rotterdam: SensePublishers.
- Kranz, O. (2007). Pragmatische Verhaltensintegration im Medium sozialer Kontextualität. In J. Aderhold & O. Kranz (Eds.), *Intention und Funktion* (pp. 65–112). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Krapp, A. (2002). Structural and Dynamic Aspects of Interest Development: Theoretical Considerations From an Ontogenetic Perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383–409.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods, and Findings. *International Journal of Science Education*, 33, 27–50.
- Kratochwill, T. R., Hitchcock, J., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2010). Single-Case Designs Technical Documentation. Washington D.C.: What Works Clearinghouse. Retrieved from http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/wwc_scd.pdf
- Krebs, U. (2011). Biologische Wurzeln und ethnologische Varianz Grundlagen einer Anthropologie der Erziehung. *Erwägen, Wissen, Ethik*, 22, 155–168.

- Kremers, T. (2014). Wie lernwirksam ist das Kooperative Lernen? Lernen in kooperativen Strukturen auf dem Prüfstand der Hattie-Studie. In E. Terhart (Ed.), *Die Hattie-Studie in der Diskussion. Probleme sichtbar machen* (pp. 78–88). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Kroebe, W. (1967). Stellungnahme zu dem Buch: Martin Wagenschein, Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. *MNU*, 20, 152–156.
- Kron, F. W. (1999). *Wissenschaftstheorie für Pädagogen*. München; Basel: E. Reinhardt.
- Kron, F. W. (2008). *Grundwissen Didaktik* (5., neu be.). München; Basel: E. Reinhardt.
- Krüger, D. (2007). Die Conceptual Change-Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (pp. 81–92). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Krüger, H.-H., & Marotzki, W. (2006). *Handbuch erziehungswissenschaftliche Biographieforschung* (2nd ed.). Opladen: Leske + Budrich.
- Kuhn, D. J. (1972). Science Education in a Changing Society. *Science Education*, 56, 395–402.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1976). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kukla, A. (1998). *Studies in Scientific realism*. New York: Oxford University Press.
- Kukla, A. (2014). Observation. In M. Curd & S. Psillos (Eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (pp. 440–448). New York: Routledge.
- Kultusministerkonferenz. (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12. 2004*. München: Luchterhand.
- Kunze, K., Dzenel, J., & Wernet, A. (2014). Zur Fallarbeit in der seminaristischen Lehrerbildung: Theoretische Begründungen und empirische Analysen. In I. Pieper, P. Frei, K. Hauenschild, & B. Schmidt-Thieme (Eds.), *Was der Fall ist* (pp. 37–58). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Labudde, P. (2013). *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1-9. Schuljahr*. Bern: Haupt.
- Labudde, P., & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 11–36.
- Laclau, E., & Mouffe, C. (1985). *Hegemony and Socialist Strategy: Towards a Radical Democratic Politics*. London: Verso.
- Ladrière, J. (1977). *The Challenge Presented to Cultures by Science and Technology*. Paris: Unesco.
- Ladyman, J. (1998). What is Structural Realism? *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 29, 409–424.
- Ladyman, J., Ross, D., Spurrett, D., & Collier, J. G. (2007). *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*. Oxford: Oxford University Press.
- Lakatos, I. (1970). Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In A. Musgrave (Ed.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (pp. 91–195). Cambridge: Cambridge University Press.
- Larsson, Å., & Halldén, O. (2009). A Structural View on the Emergence of a Conception: Conceptual Change as Radical Reconstruction of Contexts. *Science Education*, 94, 640–664.
- Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B. (1993). *We Have Never Been Modern*. New York u.a.: Harvester Wheatsheaf.
- Latour, B. (2007). *Elend der Kritik. Vom Krieg um Fakten zu Dingen von Belang*. Zürich: Diaphanes.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1979). *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Laudan, L. (1977). *Progress and Its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth*. Berkeley: University of California Press.
- Laudan, L. (1981). A Confutation of Convergent Realism. *Philosophy of Science*, 48, 19–49.
- Laudan, L. (1984). *Science and Values: The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*. Berkeley: University of California Press.
- Lazarus, R. S. (1991). *Emotion and Adaptation*. New York: Oxford University Press.
- Lazarus, R. S. (2001). Relational Meaning and Discrete Emotions. In K. R. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research* (pp. 37–67). New York: Oxford University Press.
- Leach, J., & Scott, P. (2010). Learning Science. In P. Peterson, E. L. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education* (3rd ed., pp. 387–393). Oxford: Elsevier.
- Lecoq, H. (2001). Découverte du premier virus, le virus de la mosaïque du tabac : 1892 ou 1898 ? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 324, 929–933.
- Lederman, N. G. (2004). Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science Instruction. In N. G. Lederman & L. B. Flick (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 301–317). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521.
- Legg, C. (2008). The Problem of the Essential Icon. *American Philosophical Quarterly*, 45, 207–232.

- Lehman, S., Schraw, G., McCrudden, M. T., & Hartley, K. (2007). Processing and Recall of Seductive Details in Scientific Text. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 569–587.
- Lehner, M. (2012). *Didaktische Reduktion: Ein Praxisbuch*. Stuttgart: UTB.
- Lehrke, M., Hoffmann, L., & Gardner, P. L. (1985). Interests in Science and Technology Education. In *12th IPN Symposium*. Kiel: IPN.
- Lenzen, D. (2004). Irritationen des Erziehungssystems: Pädagogische Resonanzen auf Niklas Luhmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Leplin, J. (1984). *Scientific Realism*. Berkeley: Univ. of California Press.
- Lerman, S. (2007). Directions for Literacy Research in Science and Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 755–759.
- Lewis, D. K. (1973a). Causation. *Journal of Philosophy*, 70, 556–567.
- Lewis, D. K. (1973b). *Counterfactuals*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lewis, D. K. (1986). *Philosophical Papers: Volume II*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, D. K. (2000). Causation as Influence. *Journal of Philosophy*, 97, 182–197.
- Lind, G. (2013). *Meta-Analysen als Wegweiser? Zur Rezeption der Studie von Hattie in der Politik*. Konstanz. Retrieved from http://www.uni-konstanz.de/ag-moral/pdf/Lind-2013_meta-analysen-als-wegweiser.pdf
- Lindemann, G. (2002). *Die Grenzen des Sozialen. Zur sozio-technischen Konstruktion von Leben und Tod in der Intensivmedizin*. München: Wilhelm Fink.
- Lindemann, G. (2010). Die Emergenzfunktion des Dritten – Ihre Bedeutung für die Analyse der Ordnung einer funktional differenzierten Gesellschaft. *Zeitschrift für Soziologie*, 39, 493–511.
- Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P.-O., Erickson, G., & MacKinnon, A. (2011). *Exploring the Landscape of Scientific Literacy*. New York: Routledge.
- Litt, T. (1952). *Naturwissenschaft und Menschenbildung*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Litt, T. (1958). *Wissenschaft und Menschenbildung im Lichte des West-Ost-Gegensatzes*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Lizkowski, U., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2007). Reference and Attitude in Infant Pointing. *Journal of Child Language*, 34, 1–20.
- Lochner, R. (1960). Zur Grundlegung einer selbständigen Erziehungswissenschaft. *Zeitschrift für Pädagogik*, 6, 1–21.
- Lomas, J. (2005). Using Research to Inform Healthcare Managers' And Policy Makers' Questions: From Summative to Interpretive Synthesis. *Healthcare Policy*, 1, 55–71.
- Lorenzen, P. (1974). *Konstruktive Wissenschaftstheorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Los Angeles Times. (2014). Los Angeles Teacher Ratings. Retrieved January 23, 2015, from <http://projects.latimes.com/value-added/>
- Lotze, M., & Kiso, C. (2014). Von der Aufgabe, eine Haltung zu entwickeln - Zwischen ideellen und strukturellen Anforderungen innerhalb der Diskurse um individuelle Förderung, Inklusion und Bagabungsförderung. In C. Schwer & C. Solzbacher (Eds.), *Professionelle pädagogische Haltung. Historische, theoretische und empirische Zugänge zu einem viel strapazierten Begriff* (pp. 157–172). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Lubben, F., Bennett, J., Hogarth, S., & Robinson, A. (2005). *A Systematic Review of the Effects of Context Based and Science-Technology-Society (STS) Approaches in the Teaching of Secondary Science on Boys and Girls, and on Lower Ability Pupils*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Luce, R. D., & Suppes, P. (2002). Representational Measurement Theory. In S. Yantis, D. Medin, R. Gallistel, & J. Wixted (Eds.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology* (3rd ed., pp. 1–41). New York: Wiley.
- Lüders, M. (2003). *Unterricht als Sprachspiel. Eine systematische und empirische Studie zum Unterrichtsbegriff und zur Unterrichtssprache*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Luhmann, N. (1967). Soziologie als Theorie sozialer System. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 19, 615–644.
- Luhmann, N. (1970). Reflexive Mechanismen. In *Soziologische Aufklärung. Band 1* (pp. 92–112). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N. (1975). Einfache Sozialsystem. In N. Luhmann (Ed.), *Soziologische Aufklärung* (pp. 21–38). Opladen.
- Luhmann, N. (1984a). *Soziale Systeme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (1984b). Die Wirtschaft der Gesellschaft als autopoetisches System. *Zeitschrift für Soziologie*, 13, 308–327.
- Luhmann, N. (1995). *Die Kunst der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (1997). *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (2002). *Das Erziehungssystem der Gesellschaft*. (D. Lenzen, Ed.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (2006). *Das Kind als Medium der Erziehung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

- Luhmann, N. (2011). Strukturauflösung durch Interaktion. Ein analytischer Bezugsrahmen. *Soziale Systeme*, 1, 3–30.
- Luhmann, N., & Lenzen, D. (2004). *Schriften zur Pädagogik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N., & Schorr, K.-E. (1982). *Zwischen Technologie und Selbstreferenz. Fragen an die Pädagogik*. Frankfurt/M: Suhrkamp.
- Lutz, S. (2012). On a Straw Man in the Philosophy of Science: A Defense of the Received View. *HOPOS*, 2, 77–120.
- Lutz, S. (2014). What's Right with a Syntactic Approach to Theories and Models? *Erkenntnis*, 79, 1475–1492.
- Maaz, K., Baumert, J., Neumann, M., Becker, M., & Dumont, H. (2013). *Die Berliner Schulstrukturreform Bewertung durch die beteiligten Akteure und Konsequenzen des neuen Übergangsverfahrens von der Grundschule in die weiterführenden Schulen*. Münster: Waxmann.
- MacDonald, J. (1965). Myths About Instruction. *Educational Leadership*, 22, 571–576; 609–617.
- MacDonald, J., Wolfson, B., & Zaret, E. (1973). *Preschooling Society: A Conceptual Model*. Washington D.C.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Machery, E. (2007). What are Experimental Philosophers Doing? Retrieved January 24, 2016, from http://experimentalphilosophy.typepad.com/experimental_philosophy/2007/07/
- Machery, E. (2009). *Doing Without Concepts*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Magnani, L. (2006). *Model Based Reasoning in Science and Engineering: Cognitive Science, Epistemology, Logic*. London: College Publications.
- Magnani, L., & Li, P. (2007). *Model-Based Reasoning in Science, Technology, and Medicine*. Berlin; New York: Springer.
- Magner, L. N. (2002). *A History of the Life Sciences: Third Edition, Revised and Expanded*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Maier, U. (2010). Formative Assessment – Ein erfolgversprechendes Konzept zur Reform von Unterricht und Leistungsmessung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13, 293–308.
- Mancosu, P. (1998). *From Brouwer to Hilbert: The Debate on the Foundations of Mathematics in the 1920s*. New York: Oxford University Press.
- Mansour, N. (2011). Science Teachers' Views of Science and Religion vs. The Islamic Perspective: Conflicting or Compatible? *Science Education*, 95, 281–309.
- Marcelos, M., & Nagem, R. (2010). Comparative Structural Models of Similarities and Differences between Vehicle and Target in Order to Teach Darwinian Evolution. *Science & Education*, 19, 599–623.
- Marcelos, M., & Nagem, R. (2012). Use of the "Tree" Analogy in Evolution Teaching by Biology Teachers. *Science & Education*, 21, 507–541.
- Margolis, E., & Laurence, S. (2008). How to Learn the Natural Numbers: Inductive Inference and the Acquisition of Number Concepts. *Cognition*, 106, 924–939.
- Markowitz, J. (2006). Funktionale Differenzierung und strukturelle Folgen. In Y. Ehrenspeck & D. Lenzen (Eds.), *Beobachtungen des Erziehungssystems. Systemtheoretische Perspektiven* (pp. 67–75). Wiesbaden.
- Marks, H. M. (1997). *The Progress of Experiment: Science and Therapeutic Reform in the United States, 1900-1990*. Cambridge [England]; New York: Cambridge University Press.
- Marotzki, W. (2006). Qualitative Bildungsforschung – Methodologie und Methodik erziehungswissenschaftlicher Biographieforschung. In L. Pongratz, M. Wimmer, & W. Nieke (Eds.), *Bildungsphilosophie und Bildungsforschung* (pp. 125–137). Bielefeld.
- Martens, E. (2003). *Methodik des Ethik- und Philosophieunterrichts: Philosophieren als elementare Kulturtechnik*. Hannover: Siebert.
- Martens, K., & Jakobi, A. P. (2010). *Mechanisms of OECD Governance: International Incentives for National Policy-Making?* Oxford; New York: Oxford University Press.
- Martens, K., & Wolf, K. D. (2009). PISA als Trojanisches Pferd: Die Internationalisierung der Bildungspolitik in der OECD. In S. Botzem, J. Hofmann, S. Quack, G. F. Schuppert, & H. Strassheim (Eds.), *Governance als Prozess* (pp. 357–376). Baden-Baden: Nomos.
- Martial, I. von. (1985). *Geschichte der Didaktik*. Frankfurt: Fischer.
- Martial, I. von. (1996). *Einführung in didaktische Modelle*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Marzano, R. J. (2006). *Classroom Assessment & Grading That Work*. Alexandria, VA: ASCD.
- Marzano, R. J., Frontier, T., & Livingston, D. (2011). *Effective Supervision Supporting the Art and Science of Teaching*. Alexandria, VA: ASCD.
- Mason, L., Gava, M., & Boldrin, A. (2008). On Warm Conceptual Change: The Interplay of Text, Epistemological Beliefs, and Topic Interest. *Journal of Educational Psychology*, 100, 291–309.
- Masschelein, J., & Ricken, N. (2003). Do We (Still) Need the Concept of Bildung? *Educational Philosophy and Theory*, 35, 139–154.
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York:

- Routledge.
- Matthews, M. (2009). Science, Worldviews and Education: An Introduction. *Science & Education*, 18, 641–666.
- Matthews, M. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 3–26). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Matthews, M. R. (2007). Models in Science and in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 16, 647–652.
- Mauskopf, S., & Schmaltz, T. (2012). Introduction. In S. Mauskopf & T. Schmaltz (Eds.), *Integrating History and Philosophy of Science* (Vol. 263, pp. 1–10). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Maxwell, N. (2000). A New Conception of Science. *Physics World*, 13, 17–18.
- Mayo, D. G. (1996). *Error and the Growth of Experimental Knowledge*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mayo, D. G., & Spanos, A. (2011). *Error and Inference: Recent Exchanges on Experimental Reasoning, Reliability, and the Objectivity and Rationality of Science*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Mays, N., Pope, C., & Popay, J. (2005). Systematically Reviewing Qualitative and Quantitative Evidence to Inform Management and Policy-Making in the Health Field. *Journal of Health Services Research & Policy*, 10, 6–20.
- McAllister, J. W. (1989). Truth and Beauty in Scientific Reason. *Synthese*, 78, 25–51.
- McAllister, J. W. (1996). *Beauty & Revolution in Science*. Ithaca: Cornell University Press.
- McCaffrey, D. F., Lockwood, J. R., Koretz, D., Louis, T. A., & Hamilton, L. (2004). Models for Value-Added Modeling of Teacher Effects. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 29, 67–101.
- McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 75–98). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McCray, P. (2008). *Keep watching the skies! The story of Operation Moonwatch & the dawn of the space age*. Princeton; Oxford: Princeton University Press.
- McGrew, T. J., Alspector-Kelly, M., & Allhoff, F. (2009). *The Philosophy of Science: An Historical Anthology*. Chichester, U.K.; Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- McKay, H., Sinisterra, L., McKay, A., Gomez, H., & Lloreda, P. (1978). Improving Cognitive Ability in Chronically Deprived Children. *Science*, 200, 270–278.
- McMillan, J. H. (2013). *Sage Handbook of Research on Classroom Assessment*. Los Angeles: Sage.
- Medin, D. L., & Bang, M. (2014). *Who's Asking? Native Science, Western Science, and Science Education*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Meldrum, M. L. (2000a). A Brief History of the Randomized Controlled Trial: From Oranges and Lemons to the Gold Standard. *Hematology/Oncology Clinics of North America*, 14, 745–760.
- Meldrum, M. L. (2000b). "Departures From the Design": The Randomized Clinical Trial in Historical Context, 1946–1970. State University of New York at Stony Brook.
- Merkens, H. (2007). Zum Verhältnis von Erziehungswissenschaft und Bildungspolitik: Zwischen wissenschaftlichen Standards und politischen Erwartungen. *Die Deutsche Schule*, 99, 235–239.
- Merton, R. K. (1945). Sociological Theory. *American Journal of Sociology*, 50, 462–473.
- Merton, R. K. (1948). Discussion: The Position of Sociological Theory. *Sociological Review*, 13, 164–168.
- Merton, R. K. (1968). On Sociological Theories of the Middle-Range. In R. K. Merton (Ed.), *Social Theory and Social Structure. 1968 Enlarged Edition* (pp. 39–72). London, New York: The Free Press.
- Merton, R. K. (1970). *Science, Technology & Society in Seventeenth Century England*. New York: H. Fertig.
- Merzbach, U. C., & Boyer, C. B. (2011). *A History of Mathematics*. Hoboken, N.J.: John Wiley.
- Meseth, W. (2010). Aufbruch zu neuen Ufern empirischer Bildungsforschung. Disziplinäre Verortung, Fragestellung und Forschungsprogramm der Netzwerkinitiative "Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen." In S. Neumann (Ed.), *Beobachtungen des Pädagogischen. Programm - Methodologie - Empirie* (pp. 15–26). Luxemburg: Université du Luxembourg, INSIDE / ECEC.
- Meseth, W. (2011). Erziehungswissenschaft – Systemtheorie – Empirische Forschung. Methodologische Überlegungen zur empirischen Rekonstruktion pädagogischer Ordnungen. *Zeitschrift für qualitative Forschung*, 12, 177–197.
- Meyer, H. (2005). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen.
- Meyer, H. (2008). Im Gespräch mit Meinert Meyer: Disput über aktuelle Probleme und Aufgaben der Didaktik. In M. A. Meyer, M. Prenzel, & S. Hellekamps (Eds.), *Perspektiven der Didaktik. ZfE Sonderheft 9* (pp. 77–86). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meyer, H. (2010). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen-Scriptor.
- Meyer, M. A. (2004). Was ist Bildungsgangdidaktik? In M. Trautmann (Ed.), *Entwicklungsaufgaben im Bildungsgang* (pp. 78–113). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meyer, M. A. (2005). Stichwort: Alte oder neue Lernkultur? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8, 5–27.

- Meyer, M. A. (2009). Unterrichtsplanung aus der Perspektive der Bildungsgangforschung. In S. Hellekamps, M. Prenzel, & M. A. Meyer (Eds.), *Perspektiven der Didaktik. ZfE Sonderheft 9* (pp. 117–138). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meyer, M. A. (2012). Keyword: Didactics in Europe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 449–482.
- Meyer, M. A., Prenzel, M., & Hellekamps, S. (2009a). *Perspektiven der Didaktik. ZfE Sonderheft 9*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meyer, M. A., Prenzel, M., & Hellekamps, S. (2009b). Editorial: Perspektiven der Didaktik. In M. Meyer, M. Prenzel, & S. Hellekamps (Eds.), *Perspektiven der Didaktik. ZfE Sonderheft 9* (pp. 7–10). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meyer-Drawe, K. (1996). *Menschen im Spiegel ihrer Maschinen*. München: Fink.
- Miller, J. D. (2010). The Conceptualization and Measurement of Civic Scientific Literacy for the 21st Century. In J. Meinwald & J. G. Hildebrand (Eds.), *Science and the Educated American: A Core Component of Liberal Education* (pp. 241–255). Cambridge, MA: American Academy of Arts and Sciences.
- Millikan, R. A. (1911). The Isolation of an Ion, a Precision Measurement of its Charge, and the Correction of Stokes's Law. *Physical Review (Series I)*, 32, 349–397.
- Miner, R. C. (1998). Verum-Factum and Practical Wisdom in the Early Writings of Giambattista Vico. *Journal of the History of Ideas*, 59, 53–73.
- Mingfong, J., Yam, S. C., & Ming, T. E. (2010). Unpacking the Design Process in Design-Based Research. In *ICLS '10 Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences - Volume 2* (Vol. 2, pp. 470–471). International Society of the Learning Sciences.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2010). Rahmenkonzeption zur strukturellen und inhaltlichen Ausgestaltung des Praxissemesters im lehramtsbezogenen Masterstudiengang. Retrieved October 10, 2015, from https://www.uni-siegen.de/zb/praaxiselemente/ma/kooperationen/downloads/endfassung_rahmenkonzept_praxissemester_14042010.pdf
- Mirel, J. (1993). *The Rise and Fall of an Urban School System: Detroit, 1907-81*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Moebius, S., & Quadflieg, D. (2011). Kulturtheorien der Gegenwart – Heterotopien der Theorie. In S. Moebius & D. Quadflieg (Eds.), *Kultur. Theorien der Gegenwart* (pp. 11–18). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mohan, L., Chen, J., & Anderson, C. W. (2009). Developing a Multi-Year Learning Progression for Carbon Cycling in Socio-Ecological Systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 675–698.
- Mohan, L., & Plummer, J. (2012). Exploring Challenges to Defining Learning Progressions. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 139–147). Rotterdam; Boston: SensePublishers.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The Prisma Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6, e1000097.
- Moll, H., Richter, N., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2008). Fourteen-Month-Olds Know What "We" Have Shared in a Special Way. *Infancy*, 13, 90–101.
- Möller, K. (2013). Lernen von Naturwissenschaft heisst: Konzepte verändern. In P. Labudde (Ed.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1-9. Schuljahr* (pp. 57–72). Bern: Haupt.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81, 405–424.
- Moore, E. C. (1957). The Moralistic Fallacy. *The Journal of Philosophy*, 54, 29–42.
- Morgan, S. L. (2001). Counterfactuals, Causal Effect Heterogeneity, and the Catholic School Effect on Learning. *Sociology of Education*, 74, 341–74.
- Morgan, S. L., & Winship, C. (2007). *Counterfactuals and Causal Inference: Methods and Principles for Social Research*. New York: Cambridge University Press.
- Morreau, M. (2013). Mr. Fit, Mr. Simplicity and Mr. Scope: From Social Choice to Theory Choice. *Erkenntnis*, 79, 1253–1268.
- Morris, E. (2001, November 14). Professionalism and Trust - The Future of Teachers and Training. The Government's Next Step to Raise Standards in Schools. *The Guardian*. London. Retrieved from <http://www.theguardian.com/education/2001/nov/14/teachertraining.highereducation>
- Morrison, J. A., & Lederman, N. G. (2003). Science Teachers' Diagnosis and Understanding of Students' Preconceptions. *Science Education*, 87, 849–867.
- Morrison, M. (1999). Models as Autonomous Agents. In M. Morrison & M. Morgan (Eds.), *Models as Mediators* (pp. 38–65). Cambridge: Cambridge University Press.
- Morrone, A., Tontoranelli, N., & Ranuzzi, G. (2014). How Good is Trust? Measuring Trust and its Role for the Progress of Societies (No. 2009/3). doi:10.1787/220633873086
- Mosteller, F. (1995). The Tennessee Study of Class Size in the Early School Grades. *The Future of Children*, 5, 113–127.
- Müller-Wille, S. (1999). *Botanik und weltweiter Handel. Zur Begründung eines natürlichen Systems der*

- Pflanzen durch Carl von Linné (1707 - 78)*. Berlin: VWB, Verl. für Wiss. und Bildung.
- Murray, H. A. (1938). *Explorations in Personality. A Clinical and Experimental Study of Fifty Men of College Age*. New York; London: Oxford University Press.
- Musolff, H.-U., & Hellekamps, S. (2003). *Die Bildung und die Sachen: Zur Hermeneutik der modernen Schule und ihrer Didaktik*. Frankfurt am Main; New York: Lang.
- Musolff, H.-U., & Hellekamps, S. (2006). *Geschichte des pädagogischen Denkens*. München, Wien: Oldenbourg.
- NASA. (2016). Wavelength Strandmaps. Retrieved October 19, 2016, from <http://nasawavelength.org/strandmaps>. Die abgebildete Strandmap entstammt der Pdf-Version: http://strandmaps.dls.ucar.edu/cms1-2/jsapi/map_images/A7DFC4/4/100/SMS-MAP-1292.PDF
- Nardini, C., Annoni, M., & Schiavone, G. (2012). Mechanistic Understanding in Clinical Practice: Complementing Evidence-Based Medicine with Personalized Medicine. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 18, 1000–1005.
- National Council on Teacher Quality. (2014). *State-by-State Evaluation Timeline Briefs*. Washington. Retrieved from http://www.nctq.org/dmsStage/Evaluation_Timeline_Brief_Overview
- National Research Council. (2006). *Systems for State Science Assessment. Committee on Test Design for K-12 Science Achievement*. M.R. Wilson and M.W. Bertenthal. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: National Research Council.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=13165
- National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics Science and Technology. (1983). *Educating Americans for the 21st century: A Report to the American People and the National Science Board*. Washington, DC: National Science Foundation.
- Nersessian, N. J. (1999). Model-Based Reasoning in Conceptual Change. In L. Magnani, N. J. Nersessian, & P. R. Thagard (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery* (pp. 5–22). New York: Kluwer.
- Nersessian, N. J. (2002). Maxwell and "The Method of Physical Analogy": Model-Based Reasoning, Generic Abstraction, and Conceptual Change. In D. Malament (Ed.), *Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics* (pp. 129–166). Lasalle: Open Court.
- Nersessian, N. J. (2008). *Creating Scientific Concepts*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Neumann, S. (2010). Vorwort. In S. Neumann (Ed.), *Beobachtungen des Pädagogischen. Programm - Methodologie - Empirie* (pp. 7–12). Luxemburg: Université du Luxembourg, INSIDE / ECEC.
- Neumann, S. (2012). Teilnehmende Objektivierung unter Anwesenden. Zum Verhältnis von Feldtheorie und Ethnographie in der erziehungswissenschaftlichen Forschung. In B. Frieberthäuser, H. Kelle, & B. H. (Eds.), *Feld und Theorie. Herausforderungen erziehungswissenschaftlicher Ethnographie* (pp. 57–70). Opladen: Barbara Budrich.
- Neumann, S. (2013). Die anderen Dinge der Pädagogik. Zum Umgang mit alltäglichen Gegenständen in Kinderkrippen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16, 107–121.
- Neuweg, G. H. (2014). Das Wissen der Wissensvermittler. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 583–614). Münster: Waxmann.
- Newman, M. (2015). *Personal Communication via Mail*. London.
- Ng, I., Maull, R., & Smith, L. (2011). Embedding the New Discipline of Service Science. In H. Demirkan, J. C. Spohrer, & V. Krishna (Eds.), *The Science of Service Systems* (pp. 13–35). Boston: Springer US.
- Niaz, M. (2009). *Critical Appraisal of Physical Science as a Human Enterprise: Dynamics of Scientific Progress*. Milton Keynes: Springer.
- Nichols, S. L., & Berliner, D. C. (2007). *Collateral Damage: How High-Stakes Testing Corrupts America's Schools*. Cambridge, Mass.: Harvard Education Press.
- Nielsen, J. A. (2012). Science in Discussions: An Analysis of the Use of Science Content in Socioscientific Discussions. *Science Education*, 96, 428–456.
- Noblit, G. W., & Hare, R. D. (1988). *Meta-Ethnography: Synthesizing Qualitative Studies*. Newbury Park, CA: Sage.
- Nohl, A.-M. (2005). Dokumentarische Interpretation narrativer Interviews. *Bildungsforschung*, 2, 1–19.
- Nohl, A.-M., von Rosenberg, F., & Thomsen, S. (2015). *Bildung und Lernen im biographischen Kontext. Empirische Typisierungen und praxeologische Reflexionen*. Wiesbaden: Springer VS.
- Nohl, H. (1935). *Die pädagogische Bewegung in Deutschland und ihre Theorie*. Frankfurt am Main: G. Schulte-Bulmke.
- Nola, R., & Sankey, H. (2000). A Selective Survey of Theories of Scientific Method. In R. Nola & H. Sankey (Eds.), *After Popper, Kuhn and Feyerabend* (Vol. 15, pp. 1–65). Dordrecht; Boston: Springer Netherlands.
- Nordmann, A. (2005). Was ist TechnoWissenschaft? – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik. In T. Rossmann & C. Tropea (Eds.), *Bionik: Aktuelle*

- Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaft* (pp. 209–218). Berlin: Springer.
- Nordmann, A. (2008). *Technikphilosophie. Zur Einführung*. Hamburg: Junius.
- Normandin, S., & Wolfe, C. (2013). Vitalism and the Scientific Image: An Introduction. In S. Normandin & C. T. Wolfe (Eds.), *Vitalism and the Scientific Image in Post-Enlightenment Life Science, 1800-2010* (Vol. 2, pp. 1–15). Springer Netherlands.
- NSTA. (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s (NSTA Position Statement)*. Washington D.C.
- Nye, B., Konstantopoulos, S., & Hedges, L. V. (2004). How Large Are Teacher Effects? *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 26, 237–257.
- O'Donnell, A. M. (2004). A Commentary on Design Research. *Educational Psychologist*, 39, 255–260.
- Oakley, A., Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2005). The Politics of Evidence and Methodology: Lessons From the EPPI-Centre. *Evidence & Policy*, 1, 5–32.
- Oakley, J. R. (1986). *God's Country: America in the Fifties*. New York: Dembner Books.
- OECD. (2009a). *Creating Effective Teaching and Learning Environments. First Results from TALIS*. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/school/43023606.pdf>
- OECD. (2009b). *PISA 2006 Technical Report*. PISA: OECD Publishing. Retrieved from www.oecd.org/pisa/pisaproducts/42025182.pdf
- OECD. (2013). *Pisa 2015 Draft Science Framework*. Retrieved from [http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework .pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework.pdf)
- Oelkers, J., & Tenorth, H.-E. (1987). *Pädagogik, Erziehungswissenschaft und Systemtheorie*. Weinheim: Beltz.
- Oelkers, J., & Tenorth, H.-E. (1991). *Pädagogisches Wissen*. 27. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. Weinheim, Basel: Beltz.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2010). What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*, 33, 1109–1130.
- Ohlsson, S. (2009). Resubsumption: A Possible Mechanism for Conceptual Change and Belief Revision. *Educational Psychologist*, 44, 20–40.
- Okasha, S. (2011). Theory Choice and Social Choice: Kuhn versus Arrow. *Mind*, 120, 83–115.
- Olechowski, R. (2004). *Wolfgang Brezinka - Begründer der Wissenschaftstheorie der empirischen Erziehungswissenschaft*. Klagenfurt: Abt. für Historische und Systematische Pädag., Univ. Klagenfurt.
- Olsen, J. R., & Bass, V. B. (1982). The Application of Performance Technology in the Military: 1960–1980. *Performance & Instruction*, 21, 32–36.
- Oon, P., & Subramaniam, R. (2010). On the Declining Interest in Physics among Students—From the Perspective of Teachers. *International Journal of Science Education*, 33, 727–746.
- Orpwood, G. (2002). Diversity of Purpose in International Assessments. In D. Shorrocks-Taylor & E. Jenkins (Eds.), *Learning from Others* (Vol. 8, pp. 49–62). Springer Netherlands.
- Ort, C.-M. (2008). Kulturbegriffe und Kulturtheorie. In A. Nünning & V. Nünning (Eds.), *Einführung in die Kulturwissenschaften: Theoretische Grundlagen - Ansätze - Perspektiven* (pp. 19–38). Stuttgart: Metzler.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "Ideas-About-Science" Should be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692–720.
- Osborne, J. F. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80, 53–82.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079.
- Oser, F. (2001). Standards: Kompetenzen von Lehrpersonen. In F. Oser & J. Oelkers (Eds.), *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme* (pp. 215–342). Zürich: Ruegger.
- Ostergaard, E., Dahlin, B., & Aksel, H. (2008). Doing Phenomenology in Science Education: A Research Review. *Studies in Science Education*, 44, 93–121.
- Pahl, F. (1913). *Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts*. Leipzig: Quelle & Meyer.
- Park, H. (2013). Integrating Comparative and Theoretical Sociology of Education: A Reflection on "The 'Collective Mind' at Work: A Decade in the Life of U.S. Sociology of Education" by Steven Brint. *Sociology of Education*, 86, 284–285.
- Parsons, T. (1945). The Present Position and Prospects of Systematic Theory in Sociology. In *Twentieth Century Sociology* (pp. 42–69). New York: The Philosophical Library.
- Parsons, T. (1948). The Position of Sociological Theory. *Sociological Review*, 13, 156–164.
- Paschen, H. (2009). Eine pädagogisch-operative Interpretation von Pranges "Zeigen." In T. Fuhr & K. Berdelmann (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 163–173). Paderborn: Schöningh.
- Patterson, B. L., Thorne, S., Canam, C., & Jillings, C. (2001). *Meta-Study of Qualitative Health Research: A Practical Guide to Meta-Analysis and Meta-Synthesis*. Thousand Oaks, Calif.: Sage publications.
- Paul, L. (2009). Counterfactual Theories. In H. Beebe, C. Hitchcock, & P. Menzies (Eds.), *The Oxford*

- Handbook of Causation* (pp. 158–184). Oxford: Oxford University Press.
- Paul, L., & Hall, E. J. (2013). *Causation. A User's Guide*. Oxford: Oxford University Press.
- Pawson, R. (2006). *Evidence-Based Policy: A Realist Perspective*. London; Thousand Oaks, Calif.: SAGE.
- Pawson, R., Greenhalgh, T., Harvey, G., & Walshe, K. (2005). Realist Review – A New Method of Systematic Review Designed for Complex Policy Interventions. *Journal of Health Services Research & Policy*, 10, 21–34.
- Pearl, J. (2000). *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press.
- Pedretti, E. (1997). The Septic Tank Crisis: A Case Study of Action Research in Science, Technology and Society (STS) Education in Elementary School. *International Journal of Science Education*, 19, 1211–1230.
- Pedretti, E., & Hodson, D. (1995). From Rhetoric to Action: Implementing STS Education Through Action Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 463–485.
- Pelts, M., Maynard, B. R., Bowen, N., Thompson, A., & Ruhr, L. (2013, November 5). Self-Management Interventions for Reducing Challenging Behaviors Among School-age Students: A Systematic Review. *Campbell Systematic Reviews*. Retrieved from <http://www.campbellcollaboration.org/lib/project/264/>
- Peterson, P., Baker, E., & McGaw, B. (2010). *International Encyclopedia of Education*. Amsterdam: Elsevier.
- Peukert, H. (1976). *Wissenschaftstheorie, Handlungstheorie, fundamentale Theologie: Analysen zu Ansatz und Status theologischer Theoriebildung*. Düsseldorf: Patmos-Verlag.
- Phillips, D. C. (2014a). Research in the Hard Sciences, and in Very Hard “Softer” Domains. *Educational Researcher*, 43, 9–11.
- Phillips, D. C. (2014b). Introduction. In D. C. Phillips (Ed.), *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy* (manuscript., pp. xxvii–xxxiii). London: Sage.
- Phillips, D. C., & Burbules, N. C. (2000). *Postpositivism and Educational Research*. Lanham, Md.: Rowman & Littlefield Publishers.
- Phillips, R. (2003). *Stakeholder Theory and Organizational Ethics*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Piaget, J. (1974). *Understanding Causality*. New York: Norton.
- Piaget, J. (2001). *The Child's Conception of Physical Causality*. New Brunswick: Transaction.
- Pietsch, W. (2013). Big Data – The New Science of Complexity. In 6th Munich-Sydney-Tilburg Conference on Models and Decisions. Munich. Retrieved from http://www.wolfgangpietsch.de/pietsch-bigdata_complexity.pdf
- Pinnegar, S., Mangelson, J., Reed, M., & Groves, S. (2011). Exploring Preservice Teachers' Metaphor Plottines. *Teaching and Teacher Education*, 27, 639–647.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. a. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, 63, 167–199.
- Pitton, A. (2005). *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung. Tagungsband der GDGP. Heidelberg 2004*. Münster: Lit.
- Plöger, W. (1999). *Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik*. München: Fink.
- Polikoff, M. S., McEachin, A. J., Wrabel, S. L., & Duque, M. (2014). The Waive of the Future? School Accountability in the Waiver Era. *Educational Researcher*, 43, 45–54.
- Pollak, G. (2002). Wissenschaftsforschung und Wissenschaftstheorie (in) der Erziehungswissenschaft: Empirische und/oder normative Grundlagenforschung? In L. Wigger (Ed.), *Forschungsfelder der Allgemeinen Erziehungswissenschaft* (pp. 231–240). Opladen: Leske + Budrich.
- Polya, G. (1954). *Mathematics and Plausible Reasoning*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Pope, C., Mays, N., & Popay, J. (2007). *Synthesizing Qualitative and Quantitative Health Evidence. A Guide to Methods*. Maidenhead, England; New York, NY: Open University Press, McGraw Hill Education.
- Popham, W. J., & Baker, E. L. (1970). *Systematic Instruction*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Popkewitz, T. S., Franklin, B. M., & Pereyra, M. A. (2001). *Cultural History and Education: Critical Essays on Knowledge and Schooling*. New York: Routledge Falmer.
- Popper, K. R. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Basic Books.
- Porsch, R. (2016). *Einführung in die Allgemeine Didaktik. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für Lehramtsstudierende*. Münster: Waxmann /utb.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 211–227.
- Pound, P., Britten, N., Morgan, M., Yardley, L., Pope, C., Daker-White, G., & Campbell, R. (2005). Resisting Medicines: A Synthesis of Qualitative Studies of Medicine Taking. *Social Science & Medicine*, 61, 133–55.
- Powell, S., & Tod, J. (2004). *A Systematic Review of How Theories Explain Learning Behaviour in School Contexts*. London: Epri Centre, Institute of Education, University of London.

- Prange, K. (1969). *Form und Sinn. Untersuchungen zur Auseinandersetzung Heideggers und Ryles mit der cartesisch-dualistischen Ontologie*. Kiel. Dissertation an der Philosophischen Fakultät.
- Prange, K. (1985). Selbstreferenz in pädagogischen Situationen. In N. Luhmann & K.-E. Schorr (Eds.), *Zwischen Intransparenz und Verstehen* (pp. 247–274). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Prange, K. (1987). Reduktion und Respezifikation - Der systemtheoretische Beitrag zu einer Anthropologie des Lernens. In J. Oelkers & H.-E. Tenorth (Eds.), *Pädagogik, Erziehungswissenschaft und Systemtheorie* (pp. 202–215). Weinheim, Basel: Beltz.
- Prange, K. (1989). *Pädagogische Erfahrung: Vorträge und Aufsätze zur Anthropologie des Lernens*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Prange, K. (1999). Der Zeitaspekt des Formproblems in der Erziehung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 301–312.
- Prange, K. (2000). Phänomenologisch oder konstruktivistisch? Zur Frage, wie der Begriff der Erziehung zu bestimmen ist. In C. Adick, M. Kraul, & L. Wigger (Eds.), *Was ist Erziehungswissenschaft? Festschrift für Peter Menck* (pp. 15–34). Donauwörth: Auer.
- Prange, K. (2001). Fehlanzeige: Pädagogische Systematik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47, 375–388.
- Prange, K. (2002a). Zeigend sich zeigen. Zum Verhältnis von Professionalität und Engagement im Lehrberuf. In T. Hansel (Ed.), *Lehrerbildungsreform. Leitbilder einer alltagstauglichen Lehrerbildung* (pp. 111–122). Herbolzheim: Centaurus.
- Prange, K. (2002b). Was bedeutet eigentlich „Lernen“? *Praxis Schule* 5 - 10, 13, 6–8.
- Prange, K. (2003). Die Form erzieht. In H.-E. Tenorth (Ed.), *Form der Bildung - Bildung der Form* (pp. 23–34). Weinheim: Beltz.
- Prange, K. (2004a). Über die Kunst des Rezensierens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50, 606–612.
- Prange, K. (2004b). Konstruktion oder Phänomen? Zur Konstitution pädagogischer Kommunikation. *Neue Sammlung*, 44, 77–84.
- Prange, K. (2005). Recht in der Erziehung - Erziehung im Recht. Zum Spannungsverhältnis von Rechtsdenken und pädagogischer Reflexion. *Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Pädagogik*, 81, 52–62.
- Prange, K. (2006). Erziehung im Reich der Bildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 4–10.
- Prange, K. (2009). Warum operativ? Zur Begründung der Operativen Pädagogik. In *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 15–28). Paderborn: Schöningh.
- Prange, K. (2010a). *Die Ethik der Pädagogik. Zur Normativität erzieherischen Handelns*. Paderborn: Schöningh.
- Prange, K. (2010b). Die philosophische Dimension der Pädagogik. In D. Gaus & E. Drieschner (Eds.), *„Bildung“ jenseits pädagogischer Theoriebildung* (pp. 95–106). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Prange, K. (2011). Didaktik und Methodik. In J. Kade, W. Helsper, C. Lüders, B. Egloff, F.-O. Radtke, & W. Thole (Eds.), *Pädagogisches Wissen. Erziehungswissenschaft in Grundbegriffen* (pp. 183–190). Stuttgart: Kohlhammer.
- Prange, K. (2012a). *Die Zeigestruktur der Erziehung. Grundriss der Operativen Pädagogik* (2. korrig.). Paderborn: Schöningh.
- Prange, K. (2012b). *Erziehung als Handwerk. Studien zur Zeigestruktur der Erziehung*. Paderborn: Schöningh.
- Prange, K. (2012c). Form in Zeit. Anmerkungen zu einer Paedagogia Perennis. In *Die Zeigestruktur der Erziehung* (pp. 165–179). Paderborn: Schöningh.
- Prange, K. (2012d). Erziehung als Handwerk. In K. Priem, G. M. König, & R. Casale (Eds.), *Die Materialität der Erziehung. Kulturelle und soziale Aspekte pädagogischer Objekte* (pp. 81–91). Weinheim: Beltz.
- Prange, K. (2012e). Publikationen Prof. i. R. Dr. Klaus Prange. Retrieved from <http://www.erziehungswissenschaft.uni-tuebingen.de/abteilungen/allgemeine-paedagogik/personal/prof-i-r-dr-klaus-prange/publikationen.html>
- Prange, K. (2013). Pädagogisches Ethos. In M. Brumlik (Ed.), *Theorie der praktischen Pädagogik. Grundlagen erzieherischen Sehens, Denkens und Handelns* (pp. 117–169). Stuttgart: Kohlhammer.
- Prange, K. (2014). Grundlagen der Operativen Pädagogik. In *Workshop Operative Pädagogik am 22.01.2014 in Münster*.
- Prange, K., & Strobel-Eisele, G. (2015). *Die Formen des pädagogischen Handelns. Eine Einführung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hussmann, S., Ralle, B., & Thiele, J. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen. Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *MNU*, 65, 452.
- Prenzel, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Prenzel, M. (2000). Wir benötigen eine neue Lernkultur. In Verband Bildung und Erziehung (Ed.), *Schule und Leistung* (pp. 51–60). Bonn: VBE.
- Prenzel, M. (2006). Bildungsforschung zwischen Pädagogischer Psychologie und Erziehungswissenschaft. In H. Merckens (Ed.), *Erziehungswissenschaft und Bildungsforschung* (pp. 69–79). Wiesbaden: VS

- Verlag für Sozialwissenschaften.
- Prenzel, M. (2012). Empirische Bildungsforschung morgen: Reichen unsere bisherigen Forschungsansätze aus? In M. Gläser-Zikuda, T. Seidel, C. Rohlf, A. Gröschner, & S. Ziegelbauer (Eds.), *Mixed Methods in der Empirischen Bildungsforschung* (pp. 273–285). Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Bauer, J., Heininger, S., & Wenglein, S. (2015). Evidence for teachers (E4teach): Modellierung und Training der Kompetenz angehender und aktiver Lehrkräfte zum Umgang mit Evidenz. In D. Kienhues & R. Bromme (Eds.), *Science and the Public: Das Verständnis fragiler und konfligierender Evidenz* (pp. 34–35). Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Psillos, S. (1999). *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London; New York: Routledge.
- Psillos, S. (2009). Regularity Theories. In H. Beebe, C. Hitchcock, & P. Menzies (Eds.), *The Oxford Handbook of Causation* (pp. 131–157). Oxford: Oxford University Press.
- Psillos, S. (2012). What is General Philosophy of Science? *Journal for General Philosophy of Science*, 43, 93–103.
- Psillos, S., & Curd, M. (2008). *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. London; New York: Routledge.
- Psillos, S., & Curd, M. (2013). *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Putnam, H. (1975). *Mathematics, Matter, and Method*. London; New York: Cambridge University Press.
- Quine, W. V. O. (1963). Two Dogmas of Empiricism. In W. V. O. Quine (Ed.), *From a Logical Point of View* (Nachdruck., pp. 20–46). New York: Harper & Row.
- Rabenstein, K., Idel, T.-S., & Ricken, N. (2015). Zur Verschiebung von Leistung im individualisierten Unterricht. Empirische und theoretische Befunde. In J. Budde, N. Blasse, A. Bossen, & G. Rißler (Eds.), *Heterogenitätsforschung. Empirische und theoretische Perspektiven* (pp. 241–258). Weinheim: Beltz.
- Raithel, J., Dollinger, B., & Hörmann, G. (2007). *Einführung Pädagogik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ratke, W. (1957). *Die neue Lehrart; pädagogische Schriften Wolfgang Ratkes*. (G. Hohendorf, Ed.). Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag.
- Raz, J. (1999). Explaining Normativity. On Rationality and the Justification of Reason. *Ratio*, 12, 354–379.
- Rea, M. (1997). *Material Constitution: A Reader*. (M. Rea, Ed.). Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.
- Reble, A. (1999). *Geschichte der Pädagogik*. 19. durchgesehene Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Reckwitz, A. (2006). *Die Transformation der Kulturtheorien. Zur Entwicklung eines Theorieprogramms* (Studienaus.). Weilerswist: Velbrück.
- Reh, S., Idel, T.-S., Rabenstein, K., & Fritzsche, B. (2015). Ganztagschulforschung als Transformationsforschung. Theoretische und empirische Erträge des Projekts. In S. Reh, B. Fritzsche, T.-S. Idel, & K. Rabenstein (Eds.), *Lernkulturen* (Vol. 47, pp. 297–336). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Reh, S., Rabenstein, K., & Idel, T.-S. (2011). Unterricht als pädagogische Ordnung. In W. Meseth, M. Proske, & F.-O. Radtke (Eds.), *Unterrichtstheorien in Forschung und Lehre* (pp. 209–222). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Rehm, M. (2015). Verstehen im naturwissenschaftlichen Unterricht? In U. Gebhard (Ed.), *Sinn im Dialog* (pp. 199–216). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Reichenbach, H. (2006). The Philosophical Significance of the Theory of Relativity (1922). In S. Gimel & A. Walz (Eds.), *Defending Einstein: Hans Reichenbach's Writings on Space, Time and Motion* (pp. 95–160). New York: Cambridge University Library Butterfield Papers.
- Reichenbach, R. (2014). Über Neomanie und die "posttheoretische" Phase in der Erziehungswissenschaft. In Keynote DGFE Kongress März 2014. Berlin: DGFE.
- Reinders, H., Gräsel, C., & Ditton, H. (2015). Praxisbezug Empirischer Bildungsforschung. In H. Reinders, H. Ditton, & B. Gräsel, Cornelia Gniewosz (Eds.), *Empirische Bildungsforschung: Gegenstandsbereiche* (2. Überarb., pp. 259–272). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Reinmann, G., & Sesink, W. (2011). Entwicklungsorientierte Bildungsforschung. In *Herbsttagung der Sektion Medienpädagogik der DGFE am 3./4. November 2011 an der Universität Leipzig* (pp. 1–20). Leipzig.
- Reiser, R. A. (2001). A History of Instructional Design and Technology: Part I: A History of Instructional Media. *Educational Technology Research and Development*, 49, 53–64.
- Reiser, R. A. (2012). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. Boston: Pearson.
- Reiss, J. (2012). Counterfactuals. In H. Kincaid (Ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of the Social Sciences* (pp. 154–183). Oxford: Oxford University Press.
- Reiss, K., & Bernhard, M. (2014). Hatties Visible Learning im Kontext der Mathematikdidaktik. Das Beispiel Problemlösen. In E. Terhart (Ed.), *Die Hattie-Studie in der Diskussion. Probleme sichtbar machen* (pp. 89–100). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Renninger, K. A. (1989). Individual Differences in Children's Play Interest. In L. T. Winegar (Ed.), *Social Interaction and the Development of Children's Understanding* (pp. 147–172). Norwood, NJ: Ablex.
- Renninger, K. A. (1990). Children's Play Interests, Representation, and Activity. In R. Fivush & K. Hudson (Eds.), *Knowing and Remembering in Young Children* (pp. 127–165). New York: Cambridge

- University Press.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the Conceptualization, Measurement, and Generation of Interest. *Educational Psychologist*, 46, 168–184.
- Rescher, N. (1998). *Predicting the Future: An Introduction to the Theory of Forecasting*. Albany: State University of New York Press.
- Resnik, D. (1994). Hacking's Experimental Realism. *Canadian Journal of Philosophy*, 24, 395–412.
- Reusser, K. (2009). Empirisch fundierte Didaktik — Didaktisch fundierte Unterrichtsforschung. In M. Meyer, M. Prenzel, & S. Hellekamps (Eds.), *Perspektiven der Didaktik* (pp. 219–237). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rhodes, J. H. (2012). *An Education in Politics: The Origins and Evolution of No Child Left Behind*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Richards, R. A. (2010). *The Species Problem: A Philosophical Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Richter, D., Böhme, K., Becker, M., Pant, H. A., & Stanat, P. (2014). Überzeugungen von Lehrkräften zu den Funktionen von Vergleichsarbeiten. Zusammenhänge zu Veränderungen im Unterricht und den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60, 225–244.
- Ricken, N. (2009). Zeigen und Anerkennen. Anmerkungen zur Form pädagogischen Handelns. In K. Berdelmann & T. Fuhr (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 111–134). Paderborn: Schöningh.
- Ricken, N. (2011). Vom Nutzen und Nachteil der Anthropologie für die Erziehung. *Erwägen, Wissen, Ethik*, 22, 210–212.
- Ricken, N. (2014). Individualität. In C. Wulf & J. Zirfas (Eds.), *Handbuch Pädagogische Anthropologie* (pp. 559–566). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Ricken, N. (2015). Die Sozialität der Individualisierung. Grundagentheoretische Überlegungen. In *Individualisierung von Unterricht. Konferenz der DGFE Sektion Schulpädagogik. Göttingen 2015*. Göttingen: DGFE.
- Rieger-Ladich, M. (2009). Richtfest! Überlegungen zur Theoriearchitektur der "Operativen Pädagogik." In K. Berdelmann & T. Fuhr (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 191–210). Paderborn: Schöningh.
- Riese, B. (2007). *Seemanns Lexikon der Ikonografie: Religiöse und profane Bildmotive*. Leipzig: E.A. Seemann.
- Rinard, S. (2014). A New Bayesian Solution to the Paradox of the Ravens. *Philosophy of Science*, 81, 81–100.
- Rips, L., Asmuth, J., & Bloomfield, A. (2006). Giving the Boot to the Bootstrap: How not to Learn the Natural Numbers. *Cognition*, 101, B51–B60.
- Rix, J., Hall, K., Nind, M., Sheehy, K., & Warmouth, J. (2006). *A Systematic Review of Interactions in Pedagogical Approaches with Reported Outcomes for the Academic and Social Inclusion of Pupils with Special Educational Needs. Technical Report*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Rizza, D. (2013). Arrow's Theorem and Theory Choice. *Synthese*, 191, 1874–1856.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/ Science Literacy. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah, N.J.: Routledge.
- Roby, W. (2004). Technology in the Service of Language Learning: The Case of the Language Laboratory. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 523–541). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rogde, K., Lervåg, A., Melby-Lervåg, M., & Hagen, Å. M. (2013, November 5). The Effect of Language Comprehension Training on Standardized Tests: A Systematic Review. *Campbell Systematic Reviews*. Retrieved from <http://www.campbellcollaboration.org/lib/project/302/>
- Röhl, T. (2013). *Dinge des Wissens: Schulunterricht als sozio-materielle Praxis*. Stuttgart: Lucius et Lucius.
- Röhner, C., Büker, P., Bunte, N., Miller, S., Velten, K., & Wiesemann, J. (2014). Forschendes Lernen und Studieren in der neuen Grundschullehrerbildung. Konzepte und Projekte aus NRW. In B. Kopp, S. Martschinke, M. Munser-Kiefer, M. Haider, E.-M. Kirschhock, G. Ranger, & G. Renner (Eds.), *Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft* (Vol. 17, pp. 67–80). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Rolff, H.-G. (2014). Sind schulische Strukturfaktoren wirklich nicht so wichtig? Hattie und das deutsche Schulsystem. In E. Terhart (Ed.), *Die Hattie-Studie in der Diskussion. Probleme sichtbar machen* (pp. 67–77). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Rosa, H. (2011). *Weltbeziehungen im Zeitalter der Beschleunigung: Umriss einer neuen Gesellschaftskritik*. Berlin: Suhrkamp.
- Rose, D., & Machery, E. (2013). Experimental Philosophy. In H. Pashler (Ed.), *Encyclopedia of the Mind*. Vol. 5 (pp. 329–331). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Rösing, I., & Price, D. J. de S. (1977). *Science, Technology, and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*. London; Beverly Hills, Calif.: Sage.

- Ross, D. (2008). Ontic Structural Realism and Economics. *Philosophy of Science*, 75, 732–743.
- Roth, H. (1962). Die realistische Wendung in der pädagogischen Forschung. *Neue Sammlung*, 2, 481–490.
- Rothland, M. (2013a). Wiederbelebung einer Totgesagten. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16, 629–645.
- Rothland, M. (2013b). Wiederbelebung einer Totgesagten. Gegenwärtige Positionierungen und Konzeptualisierungen Allgemeiner Didaktik. Vortrag im Rahmen des Habilitationsverfahrens, 21.11.2012. Münster.
- Rousseau, J.-J. (2001). *Emil oder Über die Erziehung*. (L. Schmidts, Ed.). Paderborn: Schöningh.
- Rousseau, J.-J. (2012). *Emil oder Über die Erziehung. Zweiter Band*. (H. Denhardt, Ed.). Berlin: tredition, Projekt Gutenberg.
- Rudolph, J. L. (2014). Why Understanding Science Matters: The IES Research Guidelines as a Case in Point. *Educational Researcher*, 43, 15–18.
- Rüegg, W. (1993). *Geschichte der Universität in Europa. Band 1*. München: C. H. Beck.
- Rumpf, H. (1984). Zum Problem der didaktischen Vereinfachung. In J. Kahlke & F. Kath (Eds.), *Didaktische Reduktion und methodische Transformation* (pp. 81–95). Alsbach: Leuchtturm.
- Rusanen, A.-M. (2013). Towards to An Explanation for Conceptual Change: A Mechanistic Alternative. *Science & Education*, 23, 1413–1425.
- Russell, B. (1911). Knowledge by Acquaintance and Knowledge by Description. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 11, 108–128.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55, 68–78.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000b). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54–67.
- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Ryle, G. (1971). Knowing How and Knowing That. In G. Ryle (Ed.), *Collected Papers Vol. 2* (pp. 212–25). New York: Barnes and Nobles.
- Saban, A. (2010). Prospective Teachers' Metaphorical Conceptualizations of Learner. *Teaching and Teacher Education*, 26, 290–305.
- Sackett, D. L., & Rosenberg, W. M. C. (1995). The Need for Evidence-Based Medicine. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 88, 620–624.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M. C., Gray, J. A. M., Haynes, R. B., & Richardson, W. S. (1996). Evidence Based Medicine: What It Is and What It Isn't. *BMJ*, 312, 71–72.
- Sadler, T. D., & Dawson, V. (2011). Socio-Scientific Issues in Science Education: Contexts for the Promotion of Key Learning Outcomes. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 799–809). Dordrecht; New York: Springer.
- Sadoski, M., & Paivio, A. (2001). *Imagery and Text. A Dual Coding Theory of Reading and Writing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Salinas, I. (2009). Learning Progressions in Science Education: Two Approaches for Development. In *Learning Progressions in Science (LeaPs) Conference, June 2009*. Iowa City, IA. Retrieved from <http://www.education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Salinas.pdf>
- Salmon, W. C. (1998). Scientific Explanation. Causation and Unification. In W. C. Salmon (Ed.), *Causality and Explanation* (pp. 68–78). Oxford: Oxford University Press.
- Samuels, R. (2008). Psychology. In S. Psillos & M. Curd (Eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (pp. 581–593). New York: Routledge.
- Sandelowski, M., Voils, C. I., & Barroso, J. (2006). Defining and Designing Mixed Research Synthesis Studies. *Research in the Schools*, 13, 29.
- Sandelowski, M., Voils, C. I., Leeman, J., & Crandell, J. L. (2012). Mapping the Mixed Methods–Mixed Research Synthesis Terrain. *Journal of Mixed Methods Research*, 6, 317–331.
- Sankey, H. (1999). Incommensurability - an Overview. Opening remarks delivered at the Conference: "Incommensurability (and related matters)". University of Hanover, 13 June 1999. (pp. 1–16).
- Sass, R. R. (2008). *The Stability of Value-Added Measures of Teacher Quality and Implications for Teacher Compensation Policy*. The Urban Institute, National Center for Analysis of Longitudinal Data in Education Research (Calder). Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED508273.pdf>
- Sattler, V. (2008). Nacktheit am Rande. Die Darstellung von Nacktheit in der gotischen Marginalillustration. In S. Biessenecker (Ed.), *„Und sie erkannten, dass sie nackt waren.“: Nacktheit im Mittelalter* (pp. 185–210). Bamberg: Bamberg University Press.
- Sawyer, K. R. (2006). The New Science of Learning. In K. R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 1–16). Cambridge: MIT Press.
- Sawyer, R. K. (2005). *Social Emergence: Societies as Complex Systems*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Schaller, K. (2003). Johann Amos Comenius (1592-1670). In H.-E. Tenorth (Ed.), *Klassiker der Pädagogik: Von Erasmus bis Helene Lange. Band 1*. (pp. 45–59). München: C. H. Beck.

- Scheef, S. Y. (2009). *Systemtheorie und Pädagogik: Zur Relevanz von Edukation und Bildung*. Münster: Waxmann.
- Schenk, B. (2004). Der Bildungsgang. In M. Trautmann (Ed.), *Entwicklungsaufgaben und Bildungsgang* (pp. 41–47). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schenk, B. (2005). Entwicklungsaufgaben und Schule. In B. Schenk (Ed.), *Bausteine einer Bildungsgangtheorie* (Vol. 6, pp. 275–289). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schick, S. (2014, January 21). Herzchirurg Dapunt nach Graz berufen. *NWZ Online*. Oldenburg. Retrieved from http://www.nwzonline.de/oldenburg/wirtschaft/herzchirurg-nach-graz-berufen-herzchirurg-dapunt-nach-graz-berufen_a_12,5,2085707925.html
- Schiefele, H. (1978). *Lernmotivation und Motivlernen*. München: Ehrenwirth.
- Schiefele, H., Krapp, A., Prenzel, M., Heiland, A., & Kasten, H. (1983). Principles of an Educational Theory of Interest. In *Paper presented at the 7th meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development*. München.
- Schiefele, U. (1991). Interest, Learning, and Motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299–323.
- Schliesing, A., Wurster, S., Richter, D., & Pant, H. A. (2013). StaBil Teilvorhaben B: Wie sollten Rückmeldungen aus Vergleichsarbeiten gestaltet sein? In BMBF (Ed.), *SteBis Projektreader mit Forschungsbefunden* (p. 38). Berlin: Author.
- Schmitz, H. (1980). *Neue Phänomenologie*. Bonn: Bouvier.
- Schneider, M., & Stern, E. (2010). The Cognitive Perspective on Learning: Ten Cornerstone Findings. In H. Dumont, D. Istance, & F. Benavides (Eds.), *The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice* (pp. 69–90). Paris: OECD Publishing.
- Schneider, W., & Bührmann, A. (2008). *Vom Diskurs zum Dispositiv: Eine Einführung in die Dispositivanalyse*. Bielefeld: transcript.
- Schnotz, W. (2006). Conceptual Change. In D. H. Rost (Ed.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (Vol. 3., pp. 77–82). Weinheim: Beltz.
- Schochet, P., Cook, T., Deke, J., Imbens, G., Lockwood, J. R., Porter, J., & Smith, J. (2010). Standards for Regression Discontinuity Designs. What Works Clearinghouse. Retrieved from http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/wwc_rd.pdf
- Schöler, W. (1970). *Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im 17. bis 19. Jahrhundert. Erziehungstheoretische Grundlegung und schulgeschichtliche Entwicklung*. Berlin: De Gruyter.
- Scholz, O. R. (2010). Verstehen. In H.-J. Sandkühler (Ed.), *Enzyklopädie Philosophie* (CD-ROM., pp. 2905–2909). Hamburg: Meiner.
- Schröder, H. (2001). *Didaktisches Wörterbuch: Wörterbuch der Fachbegriffe von "Abbilddidaktik" bis "Zugpferd-Effekt."* München: Oldenbourg.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 Statement: Updated Guidelines for Reporting Parallel Group Randomised Trials. *BMJ*, 340. Retrieved from <http://www.bmj.com/content/340/bmj.c332.abstract>
- Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). *The Teaching of Science: The Teaching of Science as Enquiry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schwanenberg, J., Hoeft, M., & Burghoff, M. (2015). *Einführung des gebundenen Ganztags an Gymnasien. Praxistipps für Schulleitungen*. Münster: Waxmann.
- Schwartz, A. (2009). Das Tor in eine neue Dimension? Sputnik, Schock und die Popularität der Naturwissenschaften. In I. J. Polianski & M. Schwartz (Eds.), *Die Spur des Sputnik. Kulturhistorische Expeditionen ins kosmische Zeitalter* (pp. 31–55). Frankfurt am Main: Campus.
- Schwarz, B. (2009). Selbstgesteuertes Lernen und ‚Zeigen‘. Anmerkungen zu den Grenzen des Zeigens als Grundlage einer Bestimmung pädagogischen Handelns. In T. Fuhr & K. Berdelmann (Eds.), *Operative Pädagogik. Grundlegung, Anschlüsse, Diskussion* (pp. 151–162). Paderborn: Schöningh.
- Schweinhart, L. J., Barnes, H. V., & Weikart, D. P. (1980). *Significant Benefits: The HighScope Perry Preschool Study Through Age 27*. Ypsilanti: The High Scope Press.
- Scott, D. H. (2003). *From Boston to the Baltic: New England, Encyclopedics, and the Hartlib Circle*. Notre Dame. PhD Thesis.
- Scott, D., Posner, C., Martin, C., & Guzman, E. (2015). *Interventions in Education Systems Reform and Development*. London, Oxford: Bloomsbury.
- Scriven, M. (2005). Causation. In S. Mathison (Ed.), *Encyclopedia of Evaluation* (pp. 44–48). Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Scubarth, W., Speck, K., Seiddel, A., Gotmann, C., Kamm, C., & Krohm, M. (2012). Das Praxissemester im Lehramt – ein Erfolgsmodell? Zur Wirksamkeit des Praxissemesters im Land Brandenburg. In W. Schubarth, K. Speck, A. Seidel, C. Gottmann, C. Kamm, & M. Krohn (Eds.), *Studium nach Bologna: Praxisbezüge stärken?!* (pp. 137–169). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Sebba, J., Deakin Crick, R., Yu, G., Lawson, H., Harlen, W., & Durant, K. (2008). *Systematic Review of Research Evidence of the Impact on Students in Secondary Schools of Self and Peer Assessment. Technical Report*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Seel, A. (1997). *Von der Unterrichtsplanung zum konkreten Lehrerhandeln - Eine Untersuchung zum*

- Zusammenhang von Planung und Durchführung von Unterricht bei Hauptschullehrerstudentinnen. *Unterrichtswissenschaft*, 25, 257–274.
- Seel, A. (2011). Wie angehende Lehrer/innen das Planen lernen. Empirische Befunde zur ausbildungsbezogenen Unterrichtsplanung. In K. Zierer (Ed.), *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik* (pp. 31–45). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Seel, N. (2003). Model-Centered Learning and Instruction. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 1, 59–85.
- Seidel, T. (2014). Lehrerhandeln im Unterricht. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Eds.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (pp. 781–806). Münster [u.a.]: Waxmann.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade. *Review of Educational Research*, 77, 454–499.
- Sekhon, J. S. (2008). The Neyman-Rubin Model of Causal Inference and Estimation Via Matching Methods. In J. M. Box-Steffensmeier, H. E. Brady, & D. Collier (Eds.), *The Oxford Handbook of Political Methodology* (pp. 271–299). Oxford: Oxford University Press.
- Sellar, S., & Lingard, B. (2014). The OECD and the Expansion of PISA: New Global Modes of Governance in Education. *British Educational Research Journal*, 40, 917–936.
- Sen, A. (1966). A Possibility Theorem on Majority Decisions. *Econometrica*, 34, 491–499.
- Sen, A. (1977). On Weights and Measures: Informational Constraints in Social Welfare Analysis. *Econometrica*, 45, 1539–1572.
- Sennett, R. (2008). *Handwerk*. Berlin: Berlin-Verlag.
- Shadish, W. R., & Cook, T. D. (2008). The Renaissance of Field Experimentation in Evaluating Interventions. *Annual Review of Psychology*, 60, 607–629.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston ; New York: Houghton Mifflin.
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Shamos, M. H. (2002). Durch Prozesse ein Bewußtsein für die Naturwissenschaft entwickeln. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Eds.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung* (pp. 45–68). Opladen: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Shapiro, S. (2000). *Thinking About Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Shavelson, R., & Kurpius, A. (2012). Reflections on Learning Progressions. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 13–26). SensePublishers.
- Sheehy, K., & Rix, J. (2009). *A Systematic Review of Whole Class, Subject-Based Pedagogies with Reported Outcomes for the Academic and Social Inclusion of Pupils with Special Educational Needs*. London: Eppi Centre, Institute of Education, University of London.
- Sheynin, O. B. (1985). On the History of the Statistical Method in Physics. *Archive for History of Exact Sciences*, 33, 351–382.
- Shtulman, A. (2009). Rethinking the Role of Resubsumption in Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 44, 41–47.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Shwe, H. I., & Markman, E. M. (1997). Young Children's Appreciation of the Mental Impact of Their Communicative Signals. *Developmental Psychology*, 33, 630–636.
- Siebel, W., Ibert, O., & Mayer, H.-N. (2001). Staatliche Organisation von Innovation: Die Planung des Unplanbaren unter widrigen Umständen durch einen unbegabten Akteur. *Leviathan*, 29, 526–543.
- Siegel, E. (2013). *Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Siegel, H. (2009). *The Oxford Handbook of Philosophy of Education*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Silvia, P. (2006). *Exploring the Psychology of Interest*. Oxford: Oxford University Press.
- Simmel, G. (1906). *Über soziale Differenzierung: Sociologische und psychologische Untersuchungen*. Leipzig: Duncker & Humblot.
- Simmons, M., & Zeidler, D. (2003). Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Issues. In D. Zeidler (Ed.), *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education* (Vol. 19, pp. 81–94). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Sinatra, G. M., & Chinn, C. A. (2012). Thinking and Reasoning in Science: Promoting Epistemic Conceptual Change. In K. Harris & S. Graham (Eds.), *APA Educational Psychology Handbook. Volume 3: Application to Learning and Teaching* (pp. 257–282). Washington, DC: APA.
- Sins, P., Savelsberg, E., & van Joolingen, W. (2005). The Difficult Process of Scientific Modelling: An Analysis of Novices' Reasoning During Computer Based Modelling. *International Journal of Science Education*, 27, 1695–1721.
- Slavin, R. E. (1986). Best-Evidence Synthesis: An Alternative to Meta-Analytic and Traditional Reviews.

- Educational Researcher*, 15, 5–11.
- Slavin, R. E. (2002). Evidence-Based Education Policies: Transforming Educational Practice and Research. *Educational Researcher*, 31, 15–21.
- Slavin, R. E. (2008). Perspectives on Evidence-Based Research in Education—What Works? Issues in Synthesizing Educational Program Evaluations. *Educational Researcher*, 37, 5–14.
- Slotta, J. D., & Chi, M. T. H. (2006). Helping Students Understand Challenging Topics in Science Through Ontology Training. *Cognition and Instruction*, 24, 261–289.
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4, 1–98.
- Sneed, J. D. (1971). *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel.
- Snook, I. (1972). *Indoctrination and Education*. London: Routledge.
- Snow, C. P. (1964). *The Two Cultures. And a Second Look*. Cambridge: University Press.
- Sober, E. (1990). Let's Razor Ockham's Razor. In D. Knowles (Ed.), *Explanation and Its Limits* (pp. 73–94). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sober, E. (2014). Parsimony. In S. Sarkar (Ed.), *The Philosophy of Science - An Encyclopedia* (Manuskript., pp. 1–11). London: Routledge.
- Sofsky, W., & Paris, R. (1991). *Figurationen sozialer Macht: Autorität, Stellvertretung, Koalition*. Opladen: Leske + Budrich.
- Sokal, A. (1996). A Physicist Experiments with Cultural Studies. *Lingua Franca*, 6, 62–64.
- Solomon, J. (1988). The Dilemma of Science, Technology and Society Education. In P. J. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 266–281). London: Falmer Press.
- Solomon, J., Black, P., Oldham, V., & Stuart, H. (1985). The Pupils' View of Electricity. *European Journal of Science Education*, 7, 281–294.
- Southerland, S. (2000). Epistemic Universalism and The Shortcomings of Curricular Multicultural Science Education. *Science & Education*, 9, 289–307.
- Southwood, N., & Eriksson, L. (2011). Norms and Conventions. *Philosophical Explorations*, 14, 195–217.
- Spencer, L., Ritchie, J., Lewis, J., Dillon, L., & National Centre for Social Research. (2003). *Quality in Qualitative Evaluation: A Framework for Assessing Research Evidence (Short Report)*. (Government Chief Social Researcher's Office, Ed.). London: Cabinet Office. Retrieved from http://www.civilservice.gov.uk/wp-content/uploads/2011/09/a_quality_framework_tcm6-38740.pdf
- Spiewak, M. (2013, December 1). Genauer hinschauen. Nächste Woche gibt es neue Pisa-Ergebnisse. Doch die Leistungsvergleiche sagen wenig über gutes Lernen und Lehren aus. *DIE ZEIT*.
- Spitzer, M. (2010). *Medizin für die Bildung: Ein Weg aus der Krise*. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl.
- Spock, B. (1946). *The Common Sense Book of Baby and Child Care*. New York: Duell, Sloan and Pearce.
- Spock, B. (1966). *Baby and Child Care* (165th. ed.). New York: Pocket Books.
- Spranger, E. (1928). *Kultur und Erziehung. Gesammelte pädagogische Aufsätze*. Leipzig: Quelle & Meyer.
- Spranger, E. (1949). *Psychologie des Jugendalters*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Staley, K. W. (2014). *An Introduction to the Philosophy of Science*. Cambridge [England]; New York: Cambridge University Press.
- Stanley, W. B., & Brickhouse, N. W. (2001). Teaching Sciences: The Multicultural Question Revisited. *Science Education*, 85, 35–49.
- Stebner, F., Schiffauer, S., Schmeck, A., Schuster, C., Leutner, D., & Wirth, J. (2015). *Selbstreguliertes Lernen in den Naturwissenschaften Praxismaterial für die 5. und 6. Jahrgangsstufe*. Münster: Waxmann.
- Steele, J. M. (2000). *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers*. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Stegenga, J. (2015). Theory Choice and Social Choice: Okasha versus Sen. *Mind*, 124, 263–277.
- Steinle, F. (1997). Entering New Fields: Exploratory Uses of Experimentation. *Philosophy of Science*, 64, S65–S74.
- Steinle, F. (2005). *Explorative Experimente: Ampère, Faraday und die Ursprünge der Elektrodynamik*. Stuttgart: Steiner.
- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. S. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science & Engineering: A Guidebook for Secondary Teachers*. Arlington, Va.: NSTA Press.
- Stichweh, R. (2007). *Die zwei Kulturen? Gegenwärtige Beziehungen von Natur- und Humanwissenschaften*. Luzern: Luzerner Universitätsreden.
- Stigum, B. P. (1990). *Toward a Formal Science of Economics: The Axiomatic Method in Economics and Econometrics*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Stojanov, K. (2006). Philosophie und Bildungsforschung: Normative Konzepte in qualitativ-empirischen Bildungsstudien. In L. Pongratz, M. Wimmer, & W. Nieke (Eds.), *Bildungsphilosophie und Bildungsforschung*. (pp. 66–85). Bielefeld: Janus.
- Stojanov, K. (2012). Bildung als analytische Schlüsselkategorie pädagogischer Forschung. *Zeitschrift für*

- Erziehungswissenschaft*, 15, 393–401.
- Stoljar, D. (2010). *Physicalism*. London; New York: Routledge.
- Strauss, V. (2013, May 16). Seattle Teachers Boycotting Test Score a Victory. *The Washington Post*. Washington D.C.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R. Duschl & R. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice* (pp. 147–176). New York: University of New York Press.
- Strike, K., & Posner, G. (1983). Types of Synthesis and Their Criteria. In S. A. Ward & L. J. Reed (Eds.), *Knowledge Structure and Use: Implications for Synthesis and Interpretation* (pp. 343–362). Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Strunk, C., & Rincke, K. (2013). Protokoll eines Streitgesprächs über das DPG-Gutachten zum Karlsruher Physikkurs. *Diskussionspapier*. Universität Regensburg. Retrieved October 17, 2015, from urn:nbn:de:bvb:355-epub-300340
- Sumfleth, E., Emden, M., & Koenen, J. (2015). *Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung*. Münster: Waxmann.
- Sünkel, W. (1996). *Phänomenologie des Unterrichts*. Weinheim, München: Juventa.
- Sünkel, W. (2013). *Erziehungsbegriff und Erziehungsverhältnis. Allgemeine Theorie der Erziehung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Suppe, F. (1974). *The Structure of Scientific Theories*. Urbana, University of Illinois Press.
- Suppe, F. (1989). *The semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. Chicago: University of Illinois Press.
- Suppe, F. (2000). Understanding Scientific Theories: An Assessment of Developments, 1969–1998. *Philosophy of Science*, 67, 102–115.
- Suppes, P. (1960). A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences. *Synthese*, 12, 248–265.
- Swedberg, R. (2003). *Principles of Economic Sociology*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Symons, J., & Calvo, P. (2009). *The Routledge Companion to Philosophy of Psychology*. London; New York: Routledge.
- Taba, H., Reindel, H., & Edelstein, W. (1974). *Handbuch der Unterrichtsplanung und Curriculumentwicklung nach Hilda Taba*. Stuttgart: Klett Verlag.
- Tal, E. (2013). Old and New Problems in Philosophy of Measurement. *Philosophy Compass*, 8, 1159–1173.
- Tallis, R. (2010). *Michelangelo's Finger: An Exploration of Everyday Transcendence*. New Haven [Conn.]: Yale University Press.
- Tantner, A. (2011). *Adressbüros im Europa der Frühen Neuzeit*. Universität Wien Habilitationsschrift, Wien.
- Tapola, A., Veermans, M., & Niemivirta, M. (2013). Predictors and Outcomes of Situational Interest During a Science Learning Task. *Instructional Science*, 41, 1047–1064.
- Taylor, C. (1971). Interpretation and the Sciences of Man. *Review of Metaphysics*, 25, 3–51.
- Tenorth, H.-E. (2011). "Bildung" – ein Thema im Dissens der Disziplinen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14, 351–362.
- Tenorth, H.-E. (2012). Bildungsphilosophie – Bildungsforschung – Erziehungswissenschaft. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 403–407.
- Tenorth, H.-E. (2014). Politikberatung und Wandel der Expertenrolle oder: Die Expertise der Erziehungswissenschaft. In R. Fatke & J. Oelkers (Eds.), *Das Selbstverständnis der Erziehungswissenschaft: Geschichte und Gegenwart. Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 60* (pp. 139–171). Weinheim: Beltz Juventa.
- Terhart, E. (2002). *Standards für die Lehrerbildung. Eine Expertise für die Kultusministerkonferenz*. Münster: Zentrale Koordination Lehrerbildung.
- Terhart, E. (2004). *Über Traditionen und Innovationen oder: Wie geht es weiter mit der Allgemeinen Didaktik?* Vortrag gehalten im Rahmen der Ringvorlesung: "Am Ende der Pädagogik - Über den Umgang mit Denktraditionen," Münster.
- Terhart, E. (2005a). Über Traditionen und Innovationen oder: Wie geht es weiter mit der Allgemeinen Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik*, 51, 1–13.
- Terhart, E. (2005b). Wie geht es weiter mit der Allgemeinen Didaktik - und was bedeutet das für die Lehrerbildung? In A. Pitton (Ed.), *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung* (Band 25., pp. 44–55). Münster: Lit.
- Terhart, E. (2006a). Bildungsphilosophie und Empirische Bildungsforschung - (k)ein Missverhältnis? In L. Pongratz, M. Wimmer, & W. Nieke (Eds.), *Bildungsphilosophie und Bildungsforschung* (pp. 9–36). Bielefeld: Janus.
- Terhart, E. (2006b). *Didaktische Theorien und Modelle* (8. Aufl.). Hagen: Fernuniv., Fak. für Kultur- und Sozialwiss.
- Terhart, E. (2009). *Didaktik. Eine Einführung*. Stuttgart: Reclam.
- Terhart, E. (2011a). Hat John Hattie tatsächlich den Heiligen Gral der Schul- und Unterrichtsforschung gefunden? Eine Auseinandersetzung mit Visible Learning. In E. Keiner (Ed.), *Metamorphosen der*

- Bildung. Historie - Empirie - Theorie. Festschrift für Heinz-Elmar Tenorth* (pp. 277–292). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Terhart, E. (2011b). Lehrerberuf und Professionalität. Gewandeltes Begriffsverständnis - neue Herausforderungen. In W. Helsper (Ed.), *Pädagogische Professionalität. Zeitschrift für Pädagogik Beiheft 57*. (pp. 202–224). Weinheim: Beltz.
- Terhart, E. (2011c). *Didaktik. Eine Einführung*. Stuttgart: Reclam.
- Terhart, E. (2012a). „Bildungswissenschaften“: Verlegenheitslösung, Sammeldisziplin, Kampfbegriff? *Zeitschrift für Pädagogik*, 58, 22–39.
- Terhart, E. (2012b). Drifting Didactics. In K. Zierer (Ed.), *International Perspectives on the German Didactics Tradition* (pp. 65–76). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Terhart, E. (2013a). *Erziehungswissenschaft und Lehrerbildung*. Münster: Waxmann.
- Terhart, E. (2013b). Neuansätze in der Allgemeinen Didaktik: Ein Kommentar. In T. Bohl, U. Hanke, B. Koch-Priewe, & K. Zierer (Eds.), *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik* (pp. 219–228). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Terhart, E. (2014a). *Die Veränderung der Erziehungswissenschaft. Vortrag auf der Tagung zu Ehren Friedrich Brüggen*. Münster.
- Terhart, E. (2014b). *Die Hattie-Studie in der Diskussion*. Seelze: Friedrich.
- Terzian, S. G. (2013). *Science Education and Citizenship: Fairs, Clubs and Talent Searches for American Youth, 1918-1958*. New York: Palgrave Macmillan.
- Thagard, P. (1989). *Explanatory Coherence*. Cambridge [England]; New York, NY: Cambridge University Press.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Thagard, P. (2000). *Coherence in Thought and Action*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Thagard, P. R. (1978). Why Astrology is a Pseudoscience. In PSA (Ed.), *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Volume One: Contributed Papers* (pp. 223–234). Chicago: University of Chicago Press.
- The Danger of Importance. (1957, October 21). *Time*.
- The National Commission on Excellence in Education. (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington: US Department of Education Archive. Retrieved from <http://www2.ed.gov/pubs/NatAtRisk/title.html>
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the Thematic Synthesis of Qualitative Research in Systematic Reviews. *BMC medical research methodology*, 8, 45.
- Thompson, C. (2014). Autorisierung durch Evidenzorientierung. Zur Rhetorik der Evidenz als Versprechen gelingender pädagogischer Praxis. In A. Schäfer (Ed.), *Hegemonie und autorisierende Verführung* (pp. 93–111). Paderborn: Schöningh.
- Thomson, S., Hillman, K., & DeBortoli, L. (2013). *A Teacher's Guide to PISA Scientific Literacy*. Camberwell: ACER. Retrieved from http://www.acer.edu.au/documents/PISA_Thematic_Report_-_Science_-_web.pdf
- Thorne, S., Jensen, L., Kearney, M. H., Noblit, G., & Sandelowski, M. (2004). Qualitative Metasynthesis: Reflections on Methodological Orientation and Ideological Agenda. *Qualitative Health Research*, 14, 1342–1365.
- Tiedemann, M. (2011). *Philosophiedidaktik und empirische Bildungsforschung. Möglichkeiten und Grenzen*. Berlin: Lit.
- TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, B. C. (2013). *TIMSS 2011 Assessment. Released Science Items*. Chestnut Hill, MA. Retrieved from http://nces.ed.gov/timss/pdf/TIMSS2011_G8_Science.pdf
- Tobe, P. (2009). Value-Added Models of Teacher Effects. In L. Saha & A. G. Dworkin (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers and Teaching* (pp. 1113–1134). Springer US.
- Tobin, K. G. (2012). Sociocultural Perspectives on Science Education. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 3–18). Dordrecht: Springer.
- Tobin, K. G., Fraser, B. J., & McRobbie, C. J. (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Tobin, K. G., & Tippins, D. (1993). Constructivism as a Referent for Teaching and Learning. In K. G. Tobin (Ed.), *The Practice of Constructivism in Science Education* (pp. 3–21). Washington: AAAS Press.
- Tomasello, M. (2011). *Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Tomasello, M. (2014a). A Natural History of Human Thinking. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Tomasello, M. (2014b). The Ultra-Social Animal. *European Journal of Social Psychology*, 44, 187–194.
- Tomasello, M., Carpenter, M., & Liszkowski, U. (2007). A New Look at Infant Pointing. *Child Development*, 78, 705–722.
- Totten, S., & Pedersen, J. E. (2012a). *Educating About Social Issues in the 20th and 21st Centuries: A Critical Annotated Bibliography*. Charlotte, NC: Information Age Pub.
- Totten, S., & Pedersen, J. E. (2012b). John Dewey and Teaching and Learning about social issues. In S.

- Totten & J. E. Pedersen (Eds.), *Educating About Social Issues in the 20th and 21st Centuries: A Critical Annotated Bibliography* (pp. 37–58). Charlotte, NC: Information Age Pub.
- Totterdell, M., Woodroffe, L., Bubbs, S., Daly, C., Smart, T., & Arrowsmith, J. (2008). *What Are the Effects of the Roles of Mentors or Inductors Using Induction Programmes for Newly Qualified Teachers (NQTs) on Their Professional Practice, with Special Reference to Teacher Performance, Professional Learning and Retention Rates?* London: Epri Centre, Institute of Education, University of London.
- Trapp, E.-C. (1977). Von der Nothwendigkeit, Erziehen und Unterrichten als eine eigne Kunst zu studiren. In *Versuch einer Pädagogik* (Neuaufgabe., pp. 5–12). Paderborn: Schöningh.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (1998). Learning in Science, From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 3–25). Dordrecht: Kluwer.
- Treagust, D. F., Duit, R., Joslin, P., & Lindauer, I. (1992). Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. *International Journal of Science Education*, 14, 413–422.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J. (1998). Teaching Science Effectively With Analogies: An Approach for Preservice and Inservice Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 9, 85–101.
- Treml, A. K. (2006). Wie ist Erziehung möglich? In A. Scheunpflug & C. Wulf (Eds.), *Biowissenschaft und Erziehungswissenschaft. ZfE Beiheft* (pp. 163–176). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Trendel, G., & Fischer, H. E. (2007). Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 60, 388–394.
- Troman, G. (2000). Teacher Stress in the Low-Trust Society. *British Journal of Sociology of Education*, 21, 331–353.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Carlson-Powell, J. (2006). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy*. Upper Saddle River, N.J.: Merrill.
- Tschamler, H. (1996). *Wissenschaftstheorie: Eine Einführung für Pädagogen*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Tschannen-Moran, M. (2004). *Trust Matters: Leadership for Successful Schools*. San Francisco: Jossey-Bass.
- TUM. (2015). Clearinghouse Unterricht. Retrieved August 11, 2015, from <http://www.edu.tum.de/qualitaetsoffensive/clearing-house-unterricht/>
- Tyler, R. W. (1971). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago; London: University of Chicago Press.
- U.S. Department of Education. (2009). Supplemental Educational Services. Non-Regulatory Guidance. Retrieved October 14, 2015, from www2.ed.gov/policy/elsec/guid/suppsvcsguid.doc
- U.S. Department of Education. (2015a). ESEA Flexibility. Retrieved September 6, 2015, from <http://www2.ed.gov/policy/elsec/guid/esea-flexibility/index.html>
- U.S. Department of Education. (2015b). Number of Schools in Improvement, Year 2: 2012-13. *ED Data Express: Data about elementary & secondary schools in the U.S.* Retrieved October 14, 2015, from <http://eddataexpress.ed.gov/data-element-explorer.cfm>
- UN. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. New York. Retrieved from <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>
- UN. (2015). Latest Developments. *United Nations Enable*. Retrieved September 7, 2015, from <http://www.un.org/disabilities/latest.asp?id=169>
- United States Army Air Force First Motion Picture Unit. (1944). FLAK (TF 1-3389) — Treats of three types of enemy antiaircraft fire, the technique employed in their projection and the evasive action recommended for each type. Retrieved from <https://archive.org/details/TF1-3389Flak>
- United States Department of Education. (1986). *What Works: Research About Teaching and Learning*. Washington D.C.: Author.
- United States Department of Education. (2005). Scientifically Based Evaluation Methods: Notice of Final Priority. Retrieved from <http://www2.ed.gov/legislation/FedRegister/finrule/>
- Urey, H. C. (1958). Some Observations on Educational Problems in the United States with Particular Reference to Mathematics and Science. *School Science and Mathematics*, 58, 168–174.
- UTLA. United Teachers Los Angeles vs. Los Angeles Unified School District (2014). Retrieved from <http://law.justia.com/cases/california/court-of-appeal/3d/24/142.html>
- UTLA. Los Angeles Times vs. Los Angeles Unified School District (2015). Retrieved from <http://achieve.lausd.net/site/default.aspx?PageType=3&ModuleInstanceId=13442&ViewID=7b97f7ed-8e5e-4120-848f-a8b4987d588f&RenderLoc=0&FlexDataID=14617&PageID=6251>
- Van der Wilt, G. J., & Zielhuis, G. A. (2008). Merging Evidence-Based and Mechanism-Based Medicine. *The Lancet*, 372, 519–520.
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41, 26–28.
- Van Driel, J., & Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21, 1141–1153.
- Van Fraassen, B. C. (1980). *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.

- Varma, D., & Guest, I. (1993). The Bhopal Accident and Methyl Isocyanate Toxicity. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 40, 513–529.
- Vico, G. (1779). *Liber metaphysicus, (De antiquissima Italorum sapientia liber primus) 1710, Risposte, 1711–1712*. (S. Otto & H. Viechtbauer, Eds.). München: W. Fink.
- von Olberg, H.-J. (2004). Didaktik auf dem Wege zur Vermittlungswissenschaft. *Zeitschrift für Pädagogik*, Jg. 2004, 119–131.
- von Olberg, H.-J. (2014). Evidence - Based Teaching. Hat John Hattie eine Allgemeine Didaktik entwickelt? In E. Terhart (Ed.), *Die Hattie-Studie in der Diskussion* (pp. 51–66). Friedrich: Seelze.
- von Olberg, H.-J. (2016a). Die Vorgeschichte und Erfindung der Didaktik. In R. Porsch (Ed.), *Einführung in die Allgemeine Didaktik. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für Lehramtsstudierende* (pp. 51–72). Münster: Waxmann/utb.
- von Olberg, H.-J. (2016b). Etappen didaktischen Denkens von der Aufklärung bis 1945. In R. Porsch (Ed.), *Einführung in die Allgemeine Didaktik. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für Lehramtsstudierende* (pp. 73–100). Münster: Waxmann/utb.
- Vosniadou, S. (1989). Analogical Reasoning and Knowledge Acquisition: A Developmental Perspective. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, New York: Cambridge University Press (pp. 413–422). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. (pp. 3–34). New York: New York University Press.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1990). A Cross-Cultural Investigation of Children's Conceptions About the Earth, the Sun and the Moon: Greek and American Data. In H. Mandl, E. De Corte, N. Bennett, & H. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction: European Research in an International Context: Vol. 2.2. Analysis of Complex Skills and Complex Knowledge Domains* (pp. 605–629). Oxford: Perg.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585. Retrieved from https://web.stanford.edu/~kcarmel/CC_BehavChange_Course/readings/Vosniadou_mentalmodels_1992.pdf
- Wagenschein, M. (1964). *Zum Begriff des exemplarischen Lehrens*. Weinheim: Beltz.
- Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. Stuttgart: Klett.
- Wagenschein, M. (1977). Rettet die Phänomene! *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 129–137.
- Wagenschein, M. (1989). *Erinnerungen für morgen. Eine pädagogische Autobiographie*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Wagenschein, M. (1999). *Verstehen lehren: Genetisch - sokratisch - exemplarisch*. Weinheim; Basel: Beltz.
- Wallace, R. J. (2011). Konzeptionen der Normativität: Einige grundlegende philosophische Fragen. In R. Forst & K. Günther (Eds.), *Die Herausbildung normativer Ordnungen. Interdisziplinäre Perspektiven* (pp. 33–56). Frankfurt a. M.: Campus.
- Wallace, S. (2009). *A Dictionary of Education*. Oxford: Oxford University Press.
- Watermann, R., Stanat, P., Kunter, M., Klieme, E., & Baumert, J. (2003). Schulrückmeldungen im Rahmen von Schulleistungsuntersuchungen. Das Disseminationskonzept von PISA-2000. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48, 92–111.
- Watson, F. (2003). *The Encyclopedia and Dictionary of Education* (Reprinted.). Bristol: Thoemmes Press.
- Weber, M. (1976). *Wirtschaft und Gesellschaft: Grundriss der verstehenden Soziologie. Mit einem Anhang: Die rationalen und soziologischen Grundlagen der Musik*. (J. Winckelmann, Ed.). Tübingen: Mohr.
- Wee, B. (2012). A Cross-cultural Exploration of Children's Everyday Ideas: Implications for Science Teaching and Learning. *International Journal of Science Education*, 34, 609–627.
- Weed, M. (2005). "Meta Interpretation": A Method for the Interpretive Synthesis of Qualitative Research. *Forum: Qualitative Sozialforschung*, 6, Art. 37.
- Weiler, H. (2003). Bildungsforschung und Bildungsreform — Von den Defiziten der deutschen Erziehungswissenschaft. In I. Gogolin & R. Tippelt (Eds.), *Innovation durch Bildung* (pp. 181–203). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Weiner, I. (2013). Handbook of Psychology. Preface. In *Handbook of Psychology, Second Edition* (pp. xvii–xviii). John Wiley & Sons, Inc.
- Weinert, F. E. (1997). Lernkultur im Wandel. In E. Beck, T. Guldemann, & M. Zuber (Eds.), *Tagungsband der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung in der Schweizerischen Gesellschaft für Bildungsforschung* (pp. 11–29). St. Gallen: UVK.
- Weinert, F. E. (1999). Konzepte der Kompetenz. Paris: OECD.
- Weisseno, G., & Eck, V. (2010). Ein Wissenstest zum Fachkonzept Europäische Akteure. In I. Juchler (Ed.), *Kompetenzen in der politischen Bildung* (pp. 169–181). Schwalbach: Wochenschau.
- Welbers, U. (2003). Vermittlungswissenschaft. Legitimation, Konstruktion und Applikation eines Begriffs aus dem Selbstverständnis der Wissenschaft. In *Vermittlungswissenschaften: Wissenschaftsverständnis und Curriculumentwicklung* (pp. 9–70). Düsseldorf: Grupello.

- Wellman, K. A. (2003). *Making Science Social: The Conferences of Theophraste Renaudot, 1633-1642*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge, U.K.; New York, N.Y.: Cambridge University Press.
- Weniger, E. (1952). *Didaktik als Bildungslehre, Teil 1: Theorie der Bildungsinhalte und des Lehrplans*. Weinheim: Beltz.
- Wertheimer, M. (1959). *Productive Thinking*. New York: Harper.
- West, M. R., & Petersen, P. E. (2003). The Politics and Practice of Accountability. In M. R. West & P. E. Petersen (Eds.), *No Child Left Behind? The Politics and Practice of School Accountability* (pp. 1–22). Washington D.C.: The Brookings Institution.
- West, P., Rutstein, D., Mislevy, R., Liu, J., Levy, R., Dicerbo, K., ... Behrens, J. (2012). A Bayesian Network Approach To Modeling Learning Progressions. In A. Alonzo & A. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (pp. 257–292). SensePublishers.
- West, S. L., & O'Neal, K. K. (2004). Project D.A.R.E. Outcome Effectiveness Revisited. *American Journal of Public Health*, 94, 1027–1029.
- Westbury, I. (2000). Teaching as a Reflective Practice: What Might Didaktik Teach Curriculum. In I. Westbury, S. Hopmann, & K. Riquarts (Eds.), *Teaching as a Reflective Practice: The German Didaktik Tradition* (pp. 15–39). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Westbury, I., Hopmann, S., & Riquarts, K. (2000). *Teaching as a Reflective Practice: The German Didaktik Tradition*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Westhorp, G., Walker, D. W., Rogers, P., Overbeeke, N., Ball, D., & Brice, G. (2014). *Enhancing Community Accountability, Empowerment and Education Outcomes in Low and Middle-Income Countries: A Realist Review*. London: Epri Centre, Institute of Education, University of London.
- What Works Clearinghouse. (2015). Find What Works. Retrieved August 7, 2014, from <http://ies.ed.gov/ncee/wwc/findwhatworks.aspx>
- Wieman, C. E. (2014). The Similarities Between Research in Education and Research in the Hard Sciences. *Educational Researcher*, 43, 12–14.
- Wiener, N. (1954). *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*. Garden City, New York: Doubleday.
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York: MIT Press.
- Wigger, L. (2004). Didaktik. In D. Benner & J. Oelkers (Eds.), *Historisches Wörterbuch der Pädagogik* (pp. 244–278). Weinheim, Basel: Beltz.
- Wilkins, D. (2003). Why Pointing With the Index Finger is Not a Universal (in Sociocultural and Semiotic Terms). In S. Kita (Ed.), *Pointing: Where Language, Culture, and Cognition Meet* (pp. 171–216). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Willems, H. (2008). *Lehr(er)buch Soziologie. Für die pädagogischen und soziologischen Studiengänge. Band 1*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Williamson, J. (2009). Probabilistic Theories of Causality. In H. Beebe, P. Menzies, & C. Hitchcock (Eds.), *The Oxford Handbook of Causation*. Oxford University Press.
- Wilson, M. (2009). Measuring Progressions: Assessment Structures Underlying a Learning Progression. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 716–730.
- Wilson, R. A. (1999). *Species: New Interdisciplinary Essays*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Winter, R. (2009). Cultural Studies. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorien* (pp. 67–85). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wise, A. E., Darling-Hammond, L., McLaughlin, M. W., & Bernstein, Harriet, T. (1984). *Teacher Evaluation. A Study of Effective Practices. Prepared for the National Institute of Education*. Santa Monica: Rand.
- Wissehr, C., Concannon, J., & Barrow, L. H. (2011). Looking Back at the Sputnik Era and Its Impact on Science Education. *School Science and Mathematics*, 111, 368–375.
- Wittgenstein, L. (1958). *Philosophical investigations*. Oxford: Blackwell.
- Wood, R. W. (1904). The N-Rays. *Nature*, 70, 530–531.
- Woodward, I. (2007). *Understanding Material Culture*. Los Angeles: Sage Publications.
- Woodward, J. (2008). Explanation. In S. Psillos & M. Curd (Eds.), *The Routledge Companion to the Philosophy of Science* (pp. 171–181). London, New York: Routledge.
- Woodward, J. (2009). Agency and Interventionist Theories. In H. Beebe, C. Hitchcock, & P. Menzies (Eds.), *The Oxford Handbook of Causation* (pp. 234–264). Oxford: Oxford University Press.
- Word, E. R., Johnston, J., Bain, H. P., Fulton, B. D., Zaharias, J. B., Achilles, C. M., ... Breda, C. (1990). *The State of Tennessee's Student/Teacher Achievement Ratio (STAR) Project. Technical Report 1985-1990*. Nashville.
- Worrall, J. (1989). Structural Realism: The Best of Both Worlds? *Dialectica*, 43, 99–124.
- Worrall, J. (1990). Scientific Revolutions and Scientific Rationality: The Case of the "Elderly Holdout." In C. W. Savage & M. C. for P. of Science (Eds.), *Scientific Theories*. Minneapolis: University of Minneapolis Press.

- Worrall, J. (1994). How to Remain (Reasonably) Optimistic: Scientific Realism and the "Luminiferous Ether." *Philosophy of Science*, 61, 334–342.
- Wrana, D. (2012). Die pädagogische Ordnung reifizieren. In A. Schäfer & C. Thompson (Eds.), *Pädagogisierung. Wittenberger Gespräche 2012*. (pp. 55–68). Halle: Martin-Luther-Universität.
- Wright, C., & Bechtel, W. (2007). Mechanisms and Psychological Explanations. In P. Thagard (Ed.), *The Handbook of Philosophy of Science. Philosophy of Psychology and Cognitive Science* (pp. 31–79). Amsterdam: North Holland.
- Wu, J., & Coggeshall, S. (2012). *Foundations of Predictive Analytics*. Boca Raton: CRC Press.
- Wulf, C., & Zirfas, J. (2014). Homo educandus. In C. Wulf & J. Zirfas (Eds.), *Handbuch Pädagogische Anthropologie* (pp. 9–26). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- WWC. (2012). *Technology Enhanced Elementary and Middle School Science (TEEMSS). WWC Intervention report*. Washington D.C. Retrieved from https://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/intervention_reports/wwc_teemss_050812.pdf
- Yager, R. E. (1996). *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*. Albany: State University of New York Press.
- Yager, R. E., & Tamir, P. (1993). STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. *Science Education*, 77, 637–658.
- Yerkes, R. M. (1913). Comparative Psychology: A Question of Definitions. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 10, 580–582.
- Yerkes, R. M. (1921). *Psychological Examining in the United States Army*. Washington, DC: Govt. Print. Off.
- Yinger, R. (1979). Routines in Teacher Planning. *Theory into practice*, 18, 163–169.
- Yinger, R. (1980). A Study of Teacher Planning. *The Elementary School Journal*, 80, 107–127.
- Yinger, R., & Clark, C. (1979). *Three Studies of Teacher Planning*. East Lansing: Michigan State University. Institute for Research on Teaching.
- Ylikoski, P. (2012). Micro, Macro, and Mechanisms. In H. Kincaid (Ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of the Social Sciences* (pp. 21–46). Oxford: Oxford University Press.
- Yore, L., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research. *International Journal of Science Education*, 25, 689–725.
- Zahorik, J. (1975). Teachers' Planning Models. *Educational Leadership*, 33, 134–139.
- Zajda, J., & Zajda, R. (2008). Didactics/Didacticism. In G. McCulloch & D. Crook (Eds.), *The Routledge International Encyclopedia of Education* (pp. 169–170). London, New York: Routledge.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89, 357–377.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas. *Science Education*, 86, 343–367.
- Ziemann, A. (2009). Systemtheorie. In G. Kneer & M. Schroer (Eds.), *Handbuch Soziologische Theorien SE - 22* (pp. 469–490). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Zierer, K. (2011). *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik 2011: Thementeil: Entwicklung und Weiterentwicklung allgemeindidaktischer Modelle der Unterrichtsplanung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Zierer, K. (2012). *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik 2012. Thementeil: International Perspectives on the German Didactics Tradition*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Zierer, K. (2013). *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik 2013. Thementeil: Neuere Ansätze in der Allgemeinen Didaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Zierer, K. (2014). *Jahrbuch für Allgemeine Didaktik 2014 Thementeil: Allgemeine Didaktik für eine inklusive Schule*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Zierer, K. (2016). *Meta-Analysen für Erziehungswissenschaftler - Eine Einführung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Ziman, J. (1994). The Rationale of STS Education is in the Approach. In J. Solomon & G. S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 21–31). New York: Teachers College Press.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.
- Zucker, A., Tinker, R., Staudt, C., Mansfield, A., & Metcalf, S. (2008). Learning Science in Grades 3–8 Using Probeware and Computers: Findings from the TEEMSS II Project. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 42–48.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tiefenebene der Studie	4
Abbildung 2: Gesamtaufbau der Studie	8
Abbildung 3: Schritte im Arbeitsprozess eines systematischen Reviews	13
Abbildung 4: Konzeptueller Rahmen der Systematic-Map der EPPI-Centre Reviews .	16
Abbildung 5: PRISMA Diagramm, zeigt den Screening- und Kodierungsprozess	19
Abbildung 6: Konzeptueller Rahmen des wissenschaftstheoretischen Teils	76
Abbildung 7: Rating von Gruppen-Interventions-Studien durch das IES-WWC	111
Abbildung 8: Die Erfindung von Graphen als Beispiel für einen DBR-Forschungsprozess im Klassenzimmer	129
Abbildung 9: Mechanismus der Inklinatation nach William Gilbert	134
Abbildung 10: Konzeptueller Rahmen der Suche nach Forschungsprogrammen der Science Education	180
Abbildung 11: Journals der Science Education	184
Abbildung 12: PRISMA-Diagramm der Suche und Codierung des Science Education Diskursfeldes	186
Abbildung 13: Karte des Science Education Theory Compounds	187
Abbildung 14: Force Concept Inventory Beispielitem	191
Abbildung 15: Inskription CC: Vosniadous „Mental Models of the Earth“	196
Abbildung 16: Inskription CC: Erste Version der Baumstruktur mit ontologischen Kategorien von Chi	202
Abbildung 17: Inskription CC: Aktuelle Version der Baumstruktur mit ontologischen Kategorien	202
Abbildung 18: Inskription CC: Konzeptwechsel als Umstrukturierung innerhalb einer ontologischen Kategorie	203
Abbildung 19: Inskription CC: Konzeptwechsel nach Halldén und Olsson	206
Abbildung 20: Inskription CC: Resubsumptions-Mechanismus	207
Abbildung 21: Zeer-Pot-Modellierung im Pisa 2015 Test	211
Abbildung 22: Inskription MBR: Model-Based-Learning	214
Abbildung 23: Inskription MBR: Model Revision	215
Abbildung 24: Inskription MBR: Sind diese Dinge Modelle?	218
Abbildung 25: Inskription MBR: Baum des Lebens	221
Abbildung 26: TIMSS Beispielitem zum Schall aus dem TIMSS 2011 Framework	227
Abbildung 27: Inskription SL: Bildungsszenario aus dem Framework von PISA 2015 ...	233
Abbildung 28: Inskription SL: Messszenario aus dem Framework von PISA 2015	233
Abbildung 29: Ein Item zur Abfrage des Interesses aus dem PISA 2006 Technical Report	239
Abbildung 30: Inskription ATT: Vier-Phasen-Modell der Verfestigung von Interesse in pädagogischen Prozessen	243
Abbildung 31: Inskription ATT: Marker der Emotion Interesse im Vergleich zur Emotion Freude	247
Abbildung 32: Inskription LP: Lernprogression als aufeinanderbezogene Folge einzelner Stufen	251

Abbildung 33: Inskription LP: Ein kleiner Ausschnitt aus der Strandmap zu „Stars“ des NASA Wavelength Projects	253
Abbildung 34: Mechanismen zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Technologie während des Goldenen Zeitalters der Science Education	265
Abbildung 35: Inskription STS: Mechanismen zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Technologie in STS.....	267
Abbildung 36: Inskription SSI: Mechanismus der „Functional Scientific Literacy“ in SSI.	270
Abbildung 37: Inskription NOS: Ledermans Seven.....	274
Abbildung 38: Von Klaus Prange zur Illustration der Operativen Pädagogik verwendetes Bild.....	285
Abbildung 39: Schulmeister von Esslingen.....	291
Abbildung 40: Blick- und Zeigekonstellation ergeben eine thetraedische Raumfigur	293
Abbildung 41: Konzeptueller Rahmen der Suche nach Pranges Bezugstheorien	295
Abbildung 42: Grundform des Didaktischen Dreieicks.....	296
Abbildung 43: Didaktisches Design	315
Abbildung 44: Idealfall eines geglückten experimentellen Unterrichts mit dem Eisenwolle-Experiment.....	316

Liste der 24 Allgemeinen Terme zur Didaktik aus dem wissenschaftstheoretischen Teil

AT 1: Didaktische Theorien besitzen eine Semantik, sie sind nicht wahr oder unwahr, sondern im Alltag nützlicher oder weniger nützlich als das Alltagswissen.

AT 2: Didaktische Theorien sind sowohl wissenschaftssoziologisch als auch -philosophisch zu verstehen. Eine evolutionäre Sicht auf didaktische Theorien bietet sich an. Es gibt keine vorher definierbaren Gütekriterien von didaktischer Wissenschaft.

AT 3: Es gibt keine grundsätzliche Trennung zwischen Wissenschaftstheorie und wissenschaftlicher Forschungspraxis. Wissenschaftstheorie ist in Zeiten von Identitätskrisen auch für praktische Forschung notwendig.

AT 4: Es gibt keine Kluft zwischen Praxis und Wissenschaft in der Didaktik. Aus wissenschaftlichem Wissen lassen sich immer auch bedingte Vorhersagen für die Praxis ableiten. Diese Vorhersagen können besser oder schlechter sein.

AT 5: Didaktik muss nicht darauf warten, dass Lehren und Lernen erst aus der Praxis emergiert oder sozial konstituiert wird. Das Lehren und Lernen kann in bestimmtem Maße mit didaktischem Wissen geplant und aktiv gestaltet werden.

AT 6: Es gibt Didaktik als Wissenschaft und daneben Didaktik als eine Tatsache, die durch diese Wissenschaft untersucht wird. Didaktik als universitäre Lehre der anderen beiden – obwohl bedeutend – rückt kaum in den Blick.

AT 7: Didaktik ist zunächst in aller Regel eine Aufgabe, bevor sie eine Tatsache wird. Diese Aufgabe und ihre Bewältigung sind aber nicht beliebig, sondern an gegebene Möglichkeiten gebunden.

AT 8: Man kann Didaktik erklären und dadurch verstehen. Darin unterscheidet Didaktik nichts von einer Naturwissenschaft.

AT 9: Die gleichen wissenschaftlichen Semantiken können durch qualitative und quantitative Forschung erfüllt werden. Forschungsmethodik ist kein relevantes Kriterium, um (Natur)-Wissenschaftlichkeit von Didaktik zu bestimmen.

AT 10: Ein experimenteller Realismus liegt nahe im Hinblick auf die Dinge, die in der Wissenschaft der Didaktik postuliert werden. Theoretische Dinge werden in der Didaktik dadurch real, dass Lehrer sie im Unterricht verwenden.

AT 11: Didaktik ist eine Wissenschaft nach Vicos Prinzip. Alles, was postuliert wird, bestätigt sich durch Nachmachen. Verum Ipsum Factum: Das Wahre ist das Gemachte.

AT 12: Didaktik ist eine Anleitung, aber nicht die Antwort auf die Frage: „Was soll ich heute im Unterricht tun?“, sondern ein Modell des Lehrens und Lernens.

AT 13: Didaktische Modelle sind Konstruktionsmodelle, keine Abbildmodelle.

AT 14: Didaktische Theorien können durch Begründung entwickelt werden. Gründe sind notwendig, um Didaktiker zu involvieren. Lehrer sind selber immer Teil eines didaktischen Modells, wenn sie es anwenden.

AT 15: Durch „Big Data“ sind Vorhersagen aufgrund von Beschreibungen ohne vorgelagerte Theorie in allen Sozialwissenschaften möglich. Das gilt auch für die Didaktik.

AT 16: Entwicklungsforschung ist spezifisch für die Didaktik. Ziel von Entwicklungsforschung in der Didaktik ist nicht die Produktion von Unterrichtsmaterialien, sondern die Verbesserung des Erklärungswissens zum Lehren und Lernen. Bei Didaktik kann Wissen aber auch in Materialien „eingeschrieben“ werden, insofern kann in der Didaktik *am* Material geforscht werden.

AT 17: Didaktik ist immer das Lehren und Lernen von *etwas*. Dieses *etwas* muss man sich vorstellen können, sonst kann es weder gelehrt oder gelernt werden.

AT 18: Ziel didaktischer Theorie à la Merton ist die Erklärung der verborgenen Mechanismen des Lehrens und Lernens.

AT 19: Es gibt eine Komplexitätsbremse didaktischer Forschung. Didaktik muss immer noch von Lehrern verstanden werden können. Didaktische Wissenschaft kann also nicht endlos kompliziert werden.

AT 20: Man kann Didaktik als Tatsache auch beobachten. Ein gutes Indiz ist das Zeigen.

AT 21: Didaktik kann auch formal verstanden werden, dann ist sie eine abstrakte Form ähnlich den Gegenständen der Mathematik.

AT 22: Alle Didaktik wird von Menschen *innerhalb* der Didaktik angewendet, sie kann daher kein System technischer Verfügung sein.

AT 23: Didaktische Theorien sind dann realistisch, wenn sie auch auf andere, idealerweise gar natürlich vorkommende Formen von Didaktik passen.

AT 24: Aus Gründen der Parsimonie ist eine Theorie der Didaktik von einer Theorie des Unterrichts zu trennen.

Stichwortverzeichnis

„No Miracle“-Argument	78	Beweis	144
A Nation at Risk Report 1983	28	Bezugswissenschaften	61
A Tide That Lifts All Boats	42	Bhopal	266
AAAS	225	Big Data	101 , 252
Abd-El-Kalick, Fouad	273	Big Ideas	255
Accountability	24, 27, 28	Bildung	181, 182
ACER	iv, 177	Bildungsgangforschung	80
Adequate Yearly Progress	35 , 109	Bildungsmonitoring	36 , 104
Adressbüro	169	Bildungsstandards	81 , 183, 230, 249
Advancement of Learning	169	Bildungstheoretische Didaktik	84 , 92
AERA	v , 189	Bildungstheorie	59 , 88, 151, 228
AETS	266	Bildungswissenschaften	58
Agency- und Interventionstheorien der Kausalität	125	Biographie	81
Akkommodation	193	Black Diamond	xi
Akteur-Netzwerk-Theorie	178 , 311	Blankertz, Herwig	1 , 82, 147, 148, 182, 321
Allgemeine Didaktik	iv, xviii, 78, 83 , 172	BMBF-Rahmenprogramm zur Förderung der Empirischen Bildungsforschung	iv
Allgemeine Didaktik, Krise	78	Bourdieu, Pierre	15, 141
Allgemeine Erziehungswissenschaft	xix, 57, 150	Breidenstein, Georg	139
Allgemeine Terme über Didaktik als Wissenschaft	61	Bremer Erklärung 2000	29 , 31, 46
ALZUDI	148	Bresges, André	126
Analytische Wissenschaftstheorie	52 , 62	Brezinka, Wolfgang	60
Anaximander	210	Brügelmann, Hans	115
Anleitung des Lehrerhandelns	79, 89	Bybee, Rodger W.	224 , 229, 237, 241
Anomalie (Wissenschaftstheorie)	96	Bybee-Shamos Debatte	228
Anomalien	161	Cali-Studie	105
Anthropologie	297	Cambridge	170
Aristoteles	91, 288	Campbell Collaboration	xvi , 112
Arousal Potential	245	Carey, Susan	196 , 299
Assessment	22, 27, 33 , 262	Carnap, Rudolf	84
Assessment und Inklusion	42	Carroll, John B.	32
Assessment, Accountability	99	Caruso, Marcelo	43
Assessment, formativ	33, 99	Chalmers, Iain	viii
Assessment, summativ	33, 99	Chicago School Reform Act 1988	30
Assimilation	193	Classroom Assessments	99
Astrologie	79	Classroom-Observation Competency-Rating Scales	47
Attitudes	237	Clement, John	214
Attrition-Bias	110	CMISTRE	189, 213
Augmented Reality	269	Cochrane Collaboration	viii , 112
Austin, J.L.	133	Cochrane, Archie	vi
Autopoiesis	305	Cognitive Consistency School	205
Bacon, Francis	169	Cognitive Demand	236
Basiskonzepte	249	Collative Variables	244
Befremdung der eigenen Kultur	142	Comenius, Johann Amos	i, 163 , 170
Begründung	89	Communities of Practice	294
Behaviorismus	148	Conant, James Bryant	161, 229
Bellmann, Johannes	37	Concept Inventories	191
Benacerraf, Paul	146	Conceptual Change	190 , 226, 251
Benchmarks for Scientific Literacy	229	Conceptual Ecology	194 , 198, 204
Beobachtungstheorie	142	Conceptual Growth (Conceptual Change)	201
Bereichsdidaktik	278	Conceptual Mediation	208
Berliner Modell	172	CONSORT Richtlinien	vi
Berlyne, Daniel E.	244	Coping Potential	246
Bernfeld, Siegfried	258	Critical Review	xv , 184, 185
Berufswahl	239	Crosscutting Concepts	249
Beschreibung	99 , 141	Cultural Studies	310
Beschreibungswissen	104	Cultural Turn	10
Best Evidence Encyclopedia	109	Curriculumstheorie	82
Betreuung (pädagogisch)	151	DARE-Program	106

Deiktische Tryade	286	Erfahrung.....	145
Deklarative Zeigegesten.....	298	Erfindung der Didaktik	164
Design-Based Research v, 120, 124 , 129, 255, 268		Erklärung	124
Dewey, John	259	Erklärungswissen.....	104
DFG SPP „Kompetenzmodelle“	iv	Erlanger Konstruktivismus.....	60, 300
DGfE.....	59	Erziehung.....	182 , 258
Didache (Zeigekunst)	144	Erziehungsphilosophie.....	53, 59 , 151
Didaktik.....	59	Erziehungswissenschaft.....	iii, 57 , 182
Didaktik als Aufgabe	71	Evidence-Based Education	xvii, 9
Didaktik, negativ, nicht-affirmativ	64	Evidence-Based Medicine	vi , xix
Didaktik, normativ	66	Evidence-Based Policy and Practice . 12, 98, 112	
Didaktische Rekonstruktion.....	122, 175 , 283, 322	Evidenz	56 , 110, 113
Didaktische Wissenschaften	55	Evidenzpyramide.....	vii
Didaktisches Design	314	Experimental Philosophy	61
Didaktisches Dreieck	118, 157, 296 , 310, 314	Experimenteller Realismus.....	85
Differenz	41	Experimenter-Bias	69
Dilthey, Wilhelm.....	72	Expert Review.....	xiv
Ding.....	312 , 317	Explorative Experimente.....	128
DiSessa, Andy	120, 128, 197, 198	Fachdidaktik.....	2 , 55, 82, 121, 163
Diskursanalyse	177	Fachdidaktische Entwicklungsforschung	126
Disney, Walt	171	Fachpädagogik.....	123
Disputatio.....	292	Falsifikationismus	65
Dokumentarische Methode	141	FDA.....	vi
Dolch, Josef	iii, 168	Feedback (von Assessment-Daten).....	36
Domäne (psychologisch)	196	Feyerabend, Paul	143
Doppelbindung Politik- Bildungsforschung	98	Feynman, Richard	66
Duhem-Quine These	65	Figuration	287
Duit, Reinders	176	Fischer, Hans.....	130, 230
Duschl, Richard	272	Fisher, Ronald A.	107
EARLI	189	FLAK-Problem	147, 171
Echte Lernzeit.....	32	Flitner, Wilhelm	181
Education Reform Act 1988	45	Fodor, Jerry	192, 196
Educational Research	iv, xvi , xix, 105	Force Concept Inventory	191
Educational Revolution	169	Form (Operative Pädagogik)	286
Educational Theory	60	Formale Didaktik	147
Effektstärke	108	Formale Didaktik (Frank)	148
Einstein, Albert.....	144	Formale Wissenschaft	146
Elias, Norbert.....	287	Formalismus	150 , 157
Emergenz (Soziologie)	68	Forman-These	209
Emotion (Conceptual Change)	208	Foucault, Michel	156, 179
Emotion (Interesse).....	246	Framework (Assessment)	177
Emotionspsychologie.....	246	Framework (Conceptual Change)	195 , 199
empirische Adäquatheit.....	159	GBW	231
Empirische Bildungsforschungiv, xviii, 56, 82, 97, 100, 103, 120, 162		GDCP.....	56 , 82
Empirische Didaktik	139	GEBF.....	56
Empirische vs. theoretische Forschung.....	84	Geertz, Clifford.....	142
Empirisch-forschende Fachdidaktik..82, 121 , 131		Geisteswissenschaftliche Didaktik	iii, 88 , 181
Empowerment	25	Geisteswissenschaftliche Pädagogik 88 , 145, 258	
Entdeckung der Didaktik	163	Gell-Mann, Murray	102
Entdeckungszusammenhang	86, 93	Gemeinsamer Hintergrund.....	299
Entwicklung	182	Gender-Equality	24
Entwicklungsaufgaben.....	80	Generisches Fragen	195
Entwicklungspsychologie	193	Gentner, Dedre	219
Entwicklungstatsache.....	258	Geteilte Aufmerksamkeit	299
Epistemisch vs. ontologisch (Conceptual Change).....	200	geteilte Intentionalität	299
Epistemischer Strukturenrealismus (Wissenschaftstheorie).....	167	Giere, Ronald	91
EPPI-Centre.....	xv, xvi, 13	Gilbert, William	134
Erbe der Allgemeinen Didaktik	77	Glass, Gene	31
Erbschaftsanwärter der Allgemeinen Didaktik .1, 80		Goffman, Erving.....	307
		Golden Age of Science Education	262
		Gold-Standard	xvi , 75, 114
		Gopnik, Alison	195
		Grain Size Debate (Conceptual Change)	198

Grand Theory	133	Kausalprozesstheorien der Kausalität	125
Gray, Jim	321	Keimtheorie	120
Grundbegriffe der Pädagogik	181	Keller, Reiner	179
Gründe	89, 94	Kit-Based Programs	264
Grundlagenstreit der Mathematik	147	Klafki, Wolfgang	88, 93 , 173
Gruschka, Andreas	60, 168, 174, 231	Klassengröße	105
Habitus (Soziologie)	141	Klein, Hans Peter	231
Hacking, Ian	85 , 302	Klein-Köller-Debatte	231
Hard Sciences	52	Klieme, Eckhard	82
Hargreaves, David H.	xvi	Koevaluation (Conceptual Change)	205
Hartlib, Samuel	169	Kognitionspsychologie	135
Harvard	170	Kognitive Dissonanz	205
Hattie, John	xvii, 32, 43, 94 , 113	Kohlberg, Lawrence	269
Hattie-Studie	113	Koller, Hans-Christoph	182
Heidegger, Martin	300	Köller, Olaf	36, 231
Helmke, Andreas	32	Kompetenzen	81, 232 , 250
Herbart, Johann Friedrich	ii, 182	Komplexitätsbremse der Didaktik	138
Herbartianer	ii	Konferenzen	169
Heterogenität	41	Konstitution (Soziologie)	68 , 142
Higgs, Peter	102	Konstruktionsmodell (Didaktik)	90
High Equity (Assessment)	42	Konstruktivistische Didaktik	172
High Quality (Assessment)	42	Kontrafaktische Theorien der Kausalität. 107 , 125	
HighScope Perry-Preschool-Program	105	Konvention (analytisch)	95
High-Stakes Testing	37	Konvention (Soziologie)	15
Hilfe (pädagogisch)	151, 182	Konvergenter Realismus (Wissenschaftstheorie)	
Hilfsterm	65		165
Hinge-Point	109, 115	Konzept (Conceptual Change)	197
History and Philosophy of Science	273	Konzeption (Conceptual Change)	197
History of Science	70	Konzeptualisierung (Conceptual Change)	198
Hodson, Derek	272	Kopräsenz beim Lernen	307
Holland, John L.	239	Korrelationale Psychologie	105
Homo Absconditus	297	Kraft, Volker	298
Hoyningen-Huene, Paul	51, 102	Krajcik, Joseph	255
Husserl, Edmund	301	Kritischer Professionalismus	46
ICASL	225	Kritisch-Konstruktive Didaktik	92
IEA	iv	Kuhn, Thomas S.	67, 83, 118, 192
Impact Measurement Review	21	Kultur	11
Imperative Zeigegesten	298	Kultur (global, Didaktik)	10
Implizite Erziehung	168	Kybernetik	147
Index for Inclusion 2002	40	Kybernetische Didaktik	89, 158 , 320
Information and Communication Technology	25	Lady Tasting Tea Experiment	108
Inklusion	23, 27, 40	Lakatos, Imre	67, 192
Inkommensurabilität (Conceptual Change)	205	latentes Konstrukt	232
Innateness (Conceptual Change)	194	Latentes psychologisches Konstrukt	108
Inquiry-Based Learning	188, 264, 272	Latour, Bruno	178, 311
Inskription	180	Learned Men	169
Inskription	178	Learning Progressions	248 , 272
Instructional Design	iv, xviii, 171 , 190, 262	Learning Science	iv, xviii, 58 , 132
Interaktionssystem (Systemtheorie)	305, 307	Lebenswelt	238
Interesse	237	Lectio	292
IPN	82 , 229, 231, 241	Lederman, Norman G.	273
IQB	36 , 101, 231	Ledermans Seven	273
Iterative Zyklen (DBR)	127	Lernen	182
Ivanovsky, Dmitri	120	Lernen (Operative Pädagogik)	294
Jäger, Siegfried	179	Lerntheorie	189
Journals der Science Education	184	Lewis Känguru	107
K-12 Education	82, 176, 248	Lewis, David K.	107
Kalkül	150 , 158	Linear Model (Hargreaves Kritik)	xvi
Kandel, Eric	297	Literacy	224, 234 , 238
Karlsruher Physikkurs	122	Lochner, Rudolf	iii
Kategorien	156	Lower Anchor (Lernprogressionen)	252
Kausale Inferenz	108	LSAY	225
Kausalität	106	LUGS-Projekt	139

Luhmann, Niklas.....	151	Nohl, Hermann.....	iii
Manhattan-Projekt.....	262	Normative Pädagogik.....	145
Manualbasierte Suche.....	184	Normativität (analytisch).....	95
Mastery-Learning.....	32	Normativität (Operative Pädagogik).....	150
Matching.....	110	Novize vs. Experte.....	173
Material Culture Studies.....	303, 311	N-Rays.....	69
Materialisierung.....	180	NRC.....	229, 249, 250
Mathematik.....	146	NSTA.....	266
Matthäus-Effekt.....	135	nwu-essen.....	82, 121, 230
Matthews, Michael.....	273	Objektive Hermeneutik.....	141
Measure of Academic Progress.....	39	Observables.....	85
Mechanismus.....	133 , 178	Ockham's Razor.....	174
Medium-Sized Dry Goods.....	133	OECD.....	iv
Men of Wits.....	169	Okasha, Samir.....	161
Merton, Robert K.	133 , 181	Ontischer Strukturenrealismus (Wissenschafts- theorie).....	167 , 283
Metaanalyse.....	viii, 113, 115, 121	Ontological Shift (Conceptual Change).....	200
Metacognition.....	185, 209	Operative Pädagogik.....	144, 283
Metaethnographie.....	xii , 140	Ordnung.....	156
Meyer, Hilbert.....	32	Ordnung (Soziologie).....	140
Micro-Teaching.....	115	Oxford.....	170
Mikrosoziologie.....	152, 287	Pädagogische Psychologie.....	97
Millikan, Robert.....	93	Paedagogical Content Knowledge.....	47
MINT.....	xvi, 121, 241	Parsimonie.....	174
Misericordia.....	292	Parsons, Talcott.....	136
Model-Based Reasoning.....	210, 227	Person-Object-Theorie.....	239
Model-Based View (Wissenschaftstheorie).....	62, 91 , 212	Person-Object-Theorie (amerikanische).....	240
Model-Formation.....	216	Pessimistische Metainduktion.....	165
Modeling Teachers Association.....	189	Pflege (pädagogisch).....	182
Modell.....	210, 216, 217	Phänomen.....	286
Modell (Didaktik).....	91	Phenomenology.....	185
Modell (Wissenschaftstheorie).....	89	Phillips, Denis.....	52, 72
Modellrealismus (Wissenschaftstheorie).....	166	Philosophy of Education.....	53
Model-Revision.....	214	Piaget, Jean.....	193
Moralentwicklung.....	269	PISA.....	iv, 33, 36, 38, 183, 227, 232, 259
Moralerziehung.....	270	PISA 2000.....	79
Moralistischer Fehlschluss.....	96	PISA 2006.....	238, 245
Motivationspsychologie.....	239 , 242, 246	PISA 2015.....	82, 211, 232
Mouffe, Chantal.....	179	Planning Models.....	172
Mustererkennung.....	101	Planungsverhalten von Lehrern.....	172
NAEP.....	183	Polytechnischer Unterricht.....	263
National Educational Defense Act 1958.....	264	Popper, Karl.....	65
National Research Council.....	177	Posner & Strike.....	192 , 205
National Science Education Standards.....	229	Postcolonial Science and Technology Studies.....	260
National Science Foundation.....	266	Post-Technocratic Model (Hargreaves).....	47
Native Science.....	261 , 270	P-Prim.....	199
Natural Kinds.....	156	Praktik (Soziologie).....	140
Nature of Science.....	234, 254, 261, 270, 271	Prange, Klaus.....	144 , 150, 283
Nersessian, Nancy.....	212, 214	Praxissemester.....	100
Netzwerk Methodologien einer Empirie pädagogischer Ordnungen.....	59, 140 , 283	Predictive Analytics.....	102
Neue Lernkultur.....	43	Prenzel, Manfred.....	v, 38, 101, 104 , 238
Neue Phänomenologie.....	300	Probabilistische Theorien der Kausalität.....	125
Neue Steuerung.....	14, 231	Profession (Parsons).....	45
Neumann, Sascha.....	140	Professional Development.....	23, 28, 45
Neunmonatsrevolution.....	299	Professional Schools of Education.....	47
Neurodidaktik.....	9	Program Evaluation.....	15, 105 , 114
New Professionalism.....	46	Project Moonwatch.....	263
New Public Management.....	37	Protopädie vs. Pädeutik.....	168
Newton, Isaac.....	92	Pseudowissenschaft.....	160
Neyman-Rubin-Holland-Modell (Kausalität).....	107	Psillos, Stathis.....	65
No Child Left Behind Act.....	v, 29, 34, 109, 124	Psychisches System (Systemtheorie).....	304
Nohl, Arnd-Michael.....	141	Psychologie (generell).....	xvii , 132

Qualitätsoffensive Lehrerbildung.....	57
Quantitative vs. Qualitative Forschung.....	73
Quasi-Experiment	107
Quinian Bootstrapping	197
Rabe, Ties.....	104
Race to the Top Program (Obama)	34
RAND-Corporation Report 1984	32
Ratke, Wolfgang.....	163
RCTs.....	v
Realismus	159, 163 , 181
Realist Review	xi
Received View (Wissenschaftstheorie)	90
Recht auf individuelle Förderung	43
Rechtfertigungszusammenhang	86, 94
réflexion engagée.....	59
Regularitäts-Theorien der Kausalität	125
Reichenbach, Hans	86
Renaudot, Theophrast.....	169
Resubsumption	206
RIASEC	239
Rich Description.....	127
Ricken, Norbert	289
Rosa, Hartmut.....	15
Rothland, Martin	88
Rousseau, Jean-Jacques.....	310, 327
Russell, Bertrand.....	99
Ryle, Gilbert	289
Sache (Operative Pädagogik)	289
Salmon, Wesley	119
Saros-Zyklus.....	102
Schecker, Horst	130, 230
Schecker-Fischer-Debatte	230
Schülerjob	139
Schülervorstellungen.....	176, 191
Schulmeister von Esslingen.....	291
Science Advisory Boards.....	279
Science and Technology Studies	266
Science Clubs	263
Science Education.....	82, 131, 175 , 279
Science Education Theory Compound.....	137, 187, 188, 224, 276
Science Fairs.....	263
Science for All Americans.....	225
Science Literacy	225 , 234
Science War	66
Science-Technology-Society.....	227, 234, 235, 258, 259, 265
Science-Technology-Society-Environment.....	268
Scientific Knowledge Approach to Discourse.....	179
Scientific Literacy	224, 225 , 228, 234, 235, 269
Scientific Method	75
Scientific Value (Wissenschaftstheorie)	92
Seductive Details.....	243
Selbsterfüllende Prophezeiung	135
Selbststeuerung.....	41
Self-Efficiency	237
Self-Explanation	204
Self-Regulated Learning.....	43
Semantic View	51, 62, 64
Sesamstrasse, Evaluation der	105
Shamos, Morris	229
Simmel, Georg	287, 307
Situated Cognition	190, 197, 206, 209
Skinner, Francis F.	148
Slavin, Robert.....	9 , 109
Sociology of Scientific Knowledge.....	65
Sokal, Alan	66
Soziale Tatsachen (Soziologie)	164
Soziales System (Systemtheorie)	305
Sozialisation.....	182
Sozialtheorie	152
Soziologie der Konventionen.....	15
Soziologie und Sozialforschung.....	287
Special Educational Needs	40
Spock, Benjamin	viii, xii
Sprachlabor.....	264
Spranger, Eduard	72, 181
Spring Problem.....	214
Sputnik	149, 262
Stakeholder (Systematic Review)	14
Standards-Based School Accountability Movement	28
Standardtheorien der Kausalität	125
Steinle, Friedrich.....	128
STEM-Education	241
Stoffdidaktik.....	122
Stojanov, Krassimir	86
Strand Map.....	253
Structure Mapping	219
Strukturauflösung (Systemtheorie)	305
Strukturen in Daten.....	101
Strukturenrealismus (Wissenschaftstheorie)	166
Supplemental Educational Services	109
Survey, psychometrisch.....	97 , 121
symbolisch vs. ikonisch (Modelle)	217
Symplektische Reduktion	133
Synchronisierung (Operative Pädagogik)	306
Syntax (Wissenschaftstheorie)	90
synthetische Modelle.....	196
Systematic Map.....	12 , 183
Systematic Review	vii , 12, 112, 178
Systematic Review (aggregativ)	x
Systematic Review (konfigurativ)	x
Systematic Review (Mixed Method)	xv
Systematic Review (qualitativ)	ix
Systematic Review (Rapid Evidence Assessment).....	xv
Systematic Review (theoretisch)	xiii
Systemtheorie.....	147, 303
Tafel.....	289
Teach the G.I. Way	171
Technologieproblem der Erziehung.....	67
Technowissenschaften	160
TEEMSS Projekt.....	111
Teilhabe.....	40
Tennessee-Class-Size Studie.....	105
Tenorth, Heinz Elmar.....	86
Terhart, Ewald.....	v, 1, 77 , 118, 321
Terrella	134
Thagard, Paul	159
Thales von Milet	i
The End of Theory	101
Thema (Operative Pädagogik)	290
Theoretical Virtue (Wissenschaftstheorie)	92
Theoretische Terme	84

Theoretische Unterbestimmtheit (Wissenschaftstheorie)	165	Vertrauen	30
Theorie des Unterrichts	173	Vertrauen (organisch vs. kontraktual)	28
Theorie relativer Deprivation	135	Vico, Giambattista	87
Theoriebeladenheit	102	Vicos Wissenschaft	87 , 120, 288
Theoriedefizit der Erziehungswissenschaft	150	Vier-Phasen-Modell (Person-Object-Theorie)	242
Theoriekern (Wissenschaftstheorie)	93	Visible Learning	113
Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik	83	Visible Learning for Teachers	116
Theorien von Didaktik vs. Theorien für Didaktik (Gruschka)	168	von Linné, Carl	138
Theorienrealismus (Wissenschaftstheorie)	165	von Ockham, Wilhelm	174
Theories in Education	60	Vorhersagen	68 , 103
Theories of the Middle Range	133, 181	Vosniadou, Stella	195, 197, 198, 253
Theoretugenden (Wissenschaftstheorie)	161	Vote Counting Review	xiv
Theoriwahl (Wissenschaftstheorie)	161	Vygotsky, Lev	248
Theory of Mind	299	Wagenschein, Martin	123 , 148
Time on Task	32	Waiver (Obama)	34, 109
TIMSS	iv , 33, 36, 38, 183, 226, 271	War Against Poverty (Johnson)	42
Tomasello, Michael	297	Weber, Max	73, 287
transformativer Bildungsprozess	81	Wenger, Etienne	294
Trapp, Ernst-Christian	57, 145	Weniger, Erich	82
Trends (in der Didaktik)	9	Western Science	260
Ubiquitous Computing	269	What Works Clearinghouse	xvi, 13 , 109
Unäre Entitäten	85	What Works Report 1986	31
Union Carbide	266	Whig-Interpretation of History	164
UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung 2006	40	Why- vs. How-Fragen (Kausalität)	119
Untergang einer didaktischen Theorie	160	Wiederzeigen	294
Unterricht	168	Wiener, Norbert	147, 263
Unterrichtsprozesse, lernwirksame	32 , 105	Wirkungsforschung	252
Unterrichtsqualität	32	Wissenschaftliche Begleitforschung	98
Unvorhersagbarkeit menschlichen Verhaltens	102	Wissenschaftsgeschichte	65
Upper Anchor (Lernprogressionen)	252	Wissenschaftsphilosophie	65
Urey, Harold	264, 271	Wissenschaftssoziologie	65
Value-Added Analyse	34	Wissenschaftstheorie der speziellen Wissenschaften	54
van Fraassen, Bas	143	Wittgenstein, Ludwig	53
VERA	36	Wood-Plot	viii
Veränderungswissen	104	Working Knowledge	272
Vermittlungswissenschaften	58	Wundt, Wilhelm	105
Verstehen vs. Erklären	72	Zahlen	146
Verstehende Soziologie	73	Zeigen	286
		Zeigestock	289
		Zeit (Operative Pädagogik)	312
		Zentraler Gegenstand der Pädagogik	151

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haeberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Staraschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR
- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR

- 104 Adrian Voßkübler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR
- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR

- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physik-bezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdi-daktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskom-petenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR
- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integra-tive Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR
- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR

- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR
- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR
- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR

- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR
- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasiexperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR

- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR
- 166 Veranika Maiseyenka: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR

- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln. Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrämter*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR
- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR

- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR

- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR
- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen. *Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR

- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR
- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung
im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen.
*Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege
im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung
im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Son-
nenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftli-
cher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur
Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Di-
daktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schüle-
rinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Stu-
dien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Ei-
ne qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung in Deutschland.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Prof. Dr. Hans Niedderer
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften,
Abt. Physikdidaktik, FB Physik/Elektrotechnik,
Universität Bremen,
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen
Tel. 0421-218 2484/4695, e-mail:
niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Helmut Fischler
Didaktik der Physik, FB Physik, Freie Universität Berlin,
Arnimallee 14, 14195 Berlin
Tel. 030-838 56712/55966, e-mail:
fischler@physik.fu-berlin.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Didaktik der Chemie,
Fachbereich Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen
Tel. 0201-183 3757/3761, e-mail:
elke.sumfleth@uni-essen.de

Diese Studie bietet eine systematische Zusammenfassung der empirischen Forschungen in der Science Education, der internationalen Didaktik der Naturwissenschaften. Dieses Forschungsfeld hat seit einiger Zeit einen großen Einfluss auf die deutschen Fachdidaktiken und auf das Verständnis von Didaktik generell. Das gesamte Feld der Science Education wird methodisch durchsucht, geordnet und analysiert. Für Didaktiker an Universitäten, Lehrer an Schulen und Schüler, die ihr eigenes Lernen strukturieren möchten, entsteht so ein umfassender Überblick. Diese Orientierung im Feld ermöglicht es auch, die deutschen Didaktiken kritisch einzuschätzen und in ihren Entwicklungen zu diskutieren.

Im Einzelnen werden untersucht:

- die großen übergreifenden Kulturen und pädagogischen Trends (Inklusion, Assessments, Professionstwicklung),
- die verschiedenen Arten, Didaktik als Wissenschaft zu betreiben (Begründen, Beschreiben, Erklären, Beweisen),
- die Forschungsprogramme der Science Education (Conceptual Change, Model-Based Reasoning, Scientific Literacy, Attitudes and Interests, Learning Progressions, Science-Technology-Society, Socio-Scientific Issues, History and Philosophy of Science, Nature of Science).

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-4377-8