

Lange, Jochen

## Education made in industry. Die Gestaltung physikalischer Experimente für den Grundschulunterricht

*Zeitschrift für Pädagogik 64 (2018) 2, S. 215-231*



Quellenangabe/ Reference:

Lange, Jochen: Education made in industry. Die Gestaltung physikalischer Experimente für den Grundschulunterricht - In: Zeitschrift für Pädagogik 64 (2018) 2, S. 215-231 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-218196 - DOI: 10.25656/01:21819

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-218196>

<https://doi.org/10.25656/01:21819>

in Kooperation mit / in cooperation with:

# BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

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](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGIK

Heft 2

März/April 2018

■ *Thementeil*

---

## **Individualisierung schulischen Lehrens und Lernens als Reformstrategie**

■ *Allgemeiner Teil*

---

Education Made in Industry. Die Gestaltung physikalischer Experimente für den Grundschulunterricht

Praktiken der Beziehungsgestaltung in Erziehungsstellen. Rekonstruktionen der Relationierung von Nähe und Distanz in einem sozialpädagogischen Format der Hilfen zur Erziehung

Problemlagen und Beratungsbedarf in der Sekundarstufe I aus der Perspektive der Jugendlichen sowie deren Eltern

## Inhaltsverzeichnis

### *Thementeil: Individualisierung schulischen Lehrens und Lernens als Reformstrategie*

*Kerstin Rabenstein/Matthias Proske/Till-Sebastian Idel*  
Individualisierung schulischen Lehrens und Lernens als Reformstrategie.  
Zur Einführung in den Thementeil ..... 147

*Rita Stebler/Christine Pauli/Kurt Reusser*  
Personalisiertes Lernen – Zur Analyse eines Bildungsschlagwortes  
und erste Ergebnisse aus der perLen-Studie ..... 159

*Kerstin Rabenstein/Till-Sebastian Idel/Sabine Reh/Norbert Ricken*  
Funktion und Bedeutung der Schulklasse  
im individualisierten Unterricht. Beobachtungen  
zu Selbst-Anderen-Verhältnissen aus ethnographischen Fallstudien ..... 179

*Dennis Beach/Bettina Fritzsche*  
Die Auswirkungen individualisierender Tendenzen  
im schwedischen Bildungssystem: Eine Meta-Ethnographie ..... 198

### *Allgemeiner Teil*

*Jochen Lange*  
Education Made in Industry. Die Gestaltung physikalischer Experimente  
für den Grundschulunterricht ..... 215

*Maximilian Schäfer/Werner Thole*  
Praktiken der Beziehungsgestaltung in Erziehungsstellen.  
Rekonstruktionen der Relationierung von Nähe und Distanz  
in einem sozialpädagogischen Format der Hilfen zur Erziehung ..... 232

*Petra Wagner*

|  |     |
|--|-----|
| Problemlagen und Beratungsbedarf in der Sekundarstufe I<br>aus der Perspektive der Jugendlichen sowie deren Eltern ..... | 252 |
|--|-----|

### *Besprechungen*

*Heinz-Elmar Tenorth*

|  |     |
|--|-----|
| Wortmann, Michael (2017): Der Freie Mann Friedrich August<br>Eschen (1776–1800). Aus der Zeit ‚Grosser Klassiker‘.<br>Biografie Briefe Werke. Kontexte – Pädagogik – Rezeption ..... | 275 |
|--|-----|

*Wilfried Schubarth*

|  |     |
|--|-----|
| Klaus Moegling (2017): Kultureller Transfer und Bildungsinnovation:<br>Wie Schulen die nächste Generation auf die Zukunft der Globalisierung<br>vorbereiten können ..... | 277 |
|--|-----|

### *Dokumentation*

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Pädagogische Neuerscheinungen ..... | 280 |
| Impressum .....                     | U3  |

## Table of Contents

### *Topic: Individualisation of Teaching and Learning as a Reform Strategy*

*Kerstin Rabenstein/Matthias Proske/Till-Sebastian Idel*

|   |     |
|---|-----|
| Individualisation of Teaching and Learning as a Reform Strategy:<br>An introduction ..... | 147 |
|---|-----|

*Rita Stebler/Christine Pauli/Kurt Reusser*

|  |     |
|--|-----|
| Personalised Learning – On the analysis of an educational keyword<br>and first results from the ‚perLen‘-study ..... | 159 |
|--|-----|

*Kerstin Rabenstein/Till-Sebastian Idel/Sabine Reh/Norbert Ricken*

|  |     |
|--|-----|
| Function and Meaning of the School Class in Individualised Learning Settings:<br>Observations of self and other relations from ethnographic case studies ..... | 179 |
|--|-----|

*Dennis Beach/Bettina Fritzsche*

|   |     |
|---|-----|
| The Consequences of Individualising Tendencies<br>in the Swedish Education System: A meta-ethnography ..... | 198 |
|---|-----|

### *Articles*

*Jochen Lange*

|   |     |
|---|-----|
| Education Made in Industry: The development of scientific teaching material<br>for primary school education ..... | 215 |
|---|-----|

*Maximilian Schäfer/Werner Thole*

|  |     |
|--|-----|
| Practices of Arranging Relationships in ‘Erziehungsstellen’.<br>Reconstructions of closeness-distance-relations in an institution<br>of residential care ..... | 232 |
|--|-----|

*Petra Wagner*

|  |     |
|--|-----|
| Challenges and Counseling Needs in Lower Secondary Schools<br>from the Perspective of Students and Parents ..... | 252 |
|--|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| Book Reviews ..... | 275 |
|--------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| New Books ..... | 280 |
|-----------------|-----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| Impressum ..... | U3 |
|-----------------|----|

# Allgemeiner Teil

Jochen Lange

## Education Made in Industry

*Die Gestaltung physikalischer Experimente für den Grundschulunterricht*

**Zusammenfassung:** Der Artikel wendet sich empirisch dem wenig beachteten Umstand zu, dass die Entwicklung von Lehr- und Lernmitteln in weiten Teilen in die Bildungswirtschaft ausgelagert wurde: Vielfältige Unterrichtsmaterialien werden außerhalb der Schule und innerhalb dieser Industrie intentional geformt. Die dabei zu beobachtenden Entwicklungspraktiken stehen im Fokus der ethnographischen Forschung. Exemplarisch wird nach dem Wie der Gestaltung von physikalischen Experimenten für die Grundschule gefragt. In dieser beforschten ‚vorschulischen‘ Phase der Experimente werden Praktiken und Prozesse aufgezeigt, die für die Experimente konstitutiv sind, jedoch nicht für die unterrichtliche Thematisierung vorgesehen werden. Hieran entfaltet der Artikel eine Diskussion zu Bildungsansprüchen und fachdidaktischen Zielsetzungen, indem rückbindend Bezüge zur neueren Wissenschaftsforschung, dem Konzept der „Scientific Literacy“ sowie der sachunterrichtlichen Perspektivenpluralität gezogen werden. Der Artikel plädiert dafür, das Bildungspotential eines modernen Verständnisses von Experimenten für den Unterricht nutzbar zu machen.

**Schlagworte:** Bildungswirtschaft, Materialität, naturwissenschaftliche Bildung, Sachunterrichtsdidaktik, Ethnographie

### 1. Einleitung

Innerhalb der Bildungswirtschaft, also in jenem Wirtschaftszweig, der die ökonomische Entwicklung und Produktion von Lehr- und Lernmaterial betreibt, arbeiten heterogen qualifizierte Teams an unterrichtlichen Gegenständen. Hierzu diskutieren Fachdidaktiker(innen), Fachwissenschaftler(innen), Schulpraktiker(innen) und Verleger(innen) in Besprechungsräumen und handeln gemeinsam Bildungsprozesse für die Schule aus. Wie sich hierbei die Entwicklung der materiellen sowie inhaltlichen Unterrichtsgegenstände vollzieht, steht als empirische Frage im Zentrum des Beitrags. Es werden die Entwicklungspraktiken aufgezeigt und analysiert, die sich in der Bildungswirtschaft etablierten und lange Zeit unbeachtet blieben. Letzteres ist frappierend, da die Akteurinnen und Akteure der Bildungswirtschaft direkte Zulieferer für bzw. von Unterricht sind, sie bedingen Unterricht aus der räumlichen und zeitlichen Distanz.

Zur Bearbeitung der Frage werden Ergebnisse des Forschungsprojekts „Die gewerbliche Entwicklung und Erprobung didaktischer Objekte“ vorgestellt (DFG Sachbeihilfen).<sup>1</sup> Mit dem Artikel wird zunächst (2.) die Relevanz der Forschung herausgestellt und eingeordnet. Das Thema wird theoretisch gerahmt und die Forschungslage wird mit ihren Desideraten aufgezeigt. Zudem erfolgt eine Spezifizierung des Erkenntnisinteresses, indem das exemplarisch gewählte Unterrichtsmaterial sowie das zugehörige Forschungsfeld näher vorgestellt werden: Das für die Forschung in seiner Genese analysierte Produkt ist ein für das naturwissenschaftlich-sachunterrichtliche Lernen entwickelter Experimentierkoffer; also eine transportable Box für Schulen, die eine Auswahl fertig zusammengestellter Experimente zu einem ausgewählten – mit Lehrplänen abgestimmten – Themenblock beinhaltet und zum Kauf anbietet. Nach dieser Vorstellung wird im angeschlossenen Schritt (3.) die zur Forschungsfrage gewählte Methodologie behandelt, es geht um die Art der Datengewinnung und Analyse. Die Forschung wird dabei als primär ethnographisch charakterisiert. Das Kernstück des Artikels bildet das Kapitel (4.) mit seinem empirischen Material, das den Leser(inne)n die beobachtete Entwicklungspraxis vermittelt und diese analysiert. Hierzu werden teilnehmende Beobachtungen von dicht beschriebenen Entwicklungsmeetings vorgestellt, in denen an der Zusammenstellung des Experimentierkoffers gearbeitet wird. Experimente zur Brechung und Zusammensetzung von Licht werden als empirische Beispiele für didaktische und fachwissenschaftliche Aushandlungen aufgezeigt, die für die Arbeit an dem Koffer zentral sind. Im Zuge dieser Aushandlungen der Entwickler(innen) wird ersichtlich, wie schulische Inhalte und Materialien außerhalb der Schule präfiguriert werden. Das abschließende Kapitel (5.) leistet eine theoretisierende Rückbindung der präsentierten Daten an andere Arbeiten und benachbarte Diskurse. Hier findet sich eine Diskussion der empirischen Befunde mit ihren Folgen für unterrichtliche Bildungsziele und fachdidaktische Ausrichtungen, mit der insbesondere Bezüge zur neueren Wissenschaftsforschung aufgenommen werden.

## 2. Bildungswirtschaft

Die Bildungswirtschaft ist weder eine neue noch eine marginale Begleiterscheinung von modernem Unterricht. Ihre Geschichte und Institutionalisierung reicht weit zurück. Bereits 1920 gründete sich in Deutschland der „Verband der Lehrmittelverleger und -fabrikanten“.<sup>2</sup> Fast 100 Jahre später kann die zugehörige Branchen- und „Bildungsmesse“ – die „didacta“ – jährlich auf annähernd 1000 Aussteller und ca. 100 000 Besucher

1 Das Projekt lief von 2014 bis 2016, seit 2017 wird die Forschung mit dem Folgeprojekt „Von der Testphase zum Feldversuch. Die Verwendung didaktischer Objekte im schulischen Unterricht“ weitergeführt und -gefördert. Geleitet wird das Projekt von Prof. Dr. Herbert Kalthoff (Universität Mainz) und Prof. Dr. Jutta Wiesemann (Universität Siegen).

2 Für eine geschichtliche Selbstdarstellung des Verbandes siehe [http://www.didacta.de/download/Chronik\\_PM.pdf](http://www.didacta.de/download/Chronik_PM.pdf) [02.01.2018].

verweisen. Dies verdeutlicht die Präsenz und Tradition von Lehr- und Lernmaterialien für den Unterricht, insbesondere von solchen Lehr- und Lernmaterialien, die nicht in der Schule oder von Lehrer(inne)n zu Hause entwickelt, sondern zugekauft werden. Für das ökonomische Betreiben von Schule erscheinen diese Materialien unabdingbar: „Man stelle sich den Aufwand vor, wenn jeder Lehrer und jede Lehrerin ernsthaft ihre ‚methodische Freiheit‘ nutzen und die eigenen Lehrmittel erfinden würde“ (Oelkers, 2010, S. 19). Trotz dieser unzweifelhaften Relevanz und der Notwendigkeit von ökonomisch entwickelten Lehr- und Lernmaterialien ist das empirische Wissen zu ihnen relativ dünn. Insbesondere die Arbeitsweisen innerhalb der den Schulen zuliefernden Bildungswirtschaft sind noch weitgehend unerforscht. Nur sehr wenige Arbeiten setzen eben hier empirisch an. So erforscht z. B. Macgilchrist (2011) ethnographisch die Praktiken innerhalb von Bildungsmedienverlagen in ihren diskursiven Verflechtungen. Diese Praktiken der Aushandlungen werden am Beispiel des Entwerfens von Schulbüchern für das Fach Geschichte analysiert. Es wird aufgezeigt, dass nicht nur die vertraglich gebundenen Personen des Verlags als Mitglieder der Diskursproduktion verstanden werden können, und dass nicht nur die ökonomische Maximierung von Profit die leitende Zielsetzung ist. Dabei gelingt eine analytische Systematisierung der Pluralität von Involvierten sowie ihren (teils widersprüchlichen) Zielen, die im Produktionsprozess interagieren und letztlich die Inhalte des Schulbuchs mitbestimmen: Curricula, Medien, Beschwerdebriefe, die politische Ausrichtung der Landesregierung, Lehrer(innen), Schüler(innen) u. v. m. sind beteiligt.

Der hier vertretene analytische Blick auf Bildungsmedienverlage sieht diese nicht mehr als Organisationen der linearen Umsetzung, sondern als Organisationen der Diskursproduktion, deren Grenzen sich durch diskursive Verflechtungen mit anderen Räumen des Sozialen verflüssigen und verschwimmen. Dadurch eröffnen sich neue Möglichkeiten, Einsichten zu gewinnen über besonders brüchige Stellen in den heutigen Wissensordnungen und über Praktiken, durch die das ausgehandelt wird, was als autoritatives und legitimes (schulisches) Wissen gilt. (Macgilchrist, 2011, S. 260–261)

Das Zitat verdeutlicht das Erkenntnispotenzial, das mit der empirischen Analyse der Entwicklung von schulischem Material einhergeht. Mit Schulbuchverlagen ist zudem eine entscheidende Gattung von Firmen benannt, die zur Bildungswirtschaft gezählt werden können. Sie sind als ebenso tradierte wie relevante Zulieferer von Schulen anzuführen. Dennoch sind mit Lehr- und Lernmaterialien auch andere *Dinge* assoziativ stark verknüpft: originär-haptische Materialien wie z. B. Modelle, experimentelle Aufbauten, Werkzeuge oder Apparaturen des Unterrichts. Insbesondere der mit ihnen verbundenen Industrie wurde bisher kaum Aufmerksamkeit zuteil (vgl. aber Lange, 2017, Wiesemann & Lange, 2015).<sup>3</sup> Dass das Desiderat hier am größten ist, ist besonders frap-

3 Für eine wirtschaftswissenschaftliche Betrachtung der „educational tool industry“ vgl. Foray und Raffo (2014).

pierend, da die Materialität und Dinglichkeit von Bildungsprozessen ein ebenso aktuelles wie relevantes Thema der Erziehungswissenschaft ist, zu dem sich vielfältige Publikationsaktivitäten verzeichnen lassen (vgl. Gebhard, Hummrich, Rabenstein & Reh, 2015, S. 5–6; Nohl, 2011; Nohl & Wulf, 2013; Priem, König & Casale, 2012). Auch die Unterrichts- und Lernforschung berücksichtigt verstärkt die Präsenz und Bedeutung von Materialien (vgl. Asbrand, Martens & Petersen, 2013; Fetzer, 2010; Kalthoff & Röhl, 2011; Röhl, 2013; Sørensen, 2009; Wiesemann & Lange, 2014; Wilde, 2015). Im Zentrum dieser Arbeiten steht zumeist der Umgang mit bzw. die Verwendung von gegebenem Material in pädagogischen und didaktischen Settings. Dass die Vorgeschichte dieser Materialien selten interessiert, ist überraschend. Soziologische Arbeiten zur Entwicklung und Herstellung ökonomischer Güter bzw. technischer Artefakte haben eindrücklich aufgezeigt, dass ihre Entstehung und Verwendung zusammengedacht und entsprechend gewinnbringend beforscht werden können. Die „sozialen Implikationen technischer Geräte“ (Linde, 1982) geraten dabei ebenso in den Blick wie die Verbindung von Designer(in) und Nutzer(in) über das Produkt (vgl. Yaneva, 2009). Es wird z. B. ersichtlich, wie die Akteurinnen und Akteure der Produktentwicklung zukünftige Nutzungsszenarien antizipieren und kommunizieren (vgl. van Lente & Rip, 1998) bzw. wie sie versuchen, ihre Intentionen und Visionen in Objekte und deren Gestaltung einzuschreiben (Akrich, 1992, S. 208). Eben diese Forschungsperspektiven, die die Genese von (technischen) Produkten für bestimmte Anwendungsgebiete der Gesellschaft betrachten, sind für die Bildungswissenschaften bisher noch wenig nutzbar gemacht worden. Es kann vermutet werden, dass das, was in der Industrie für den Unterricht entwickelt und hergestellt wird, Einfluss darauf haben wird, was in der Praxis des späteren Unterrichts passiert, es den Unterricht möglicherweise in einer spezifischen Weise strukturiert. So hebt beispielsweise Latour (2001) mit seinen Netzwerkanalysen hervor, dass Vernetzungen über Zeit und Raum hinweg gebildet werden können: Ein Architekt wirkt über die Materialisierung des fertiggestellten Gebäudes in lokale Situationen, die in diesem Haus zwischen anwesenden menschlichen und nicht menschlichen Wesen (Materialien und Dingen, denen Latour Handlungsmacht zuspricht) ablaufen (Latour, 2001, S. 247–248). Ich möchte in diesem Sinn und mit Blick auf die Entwickler(innen) der Bildungswirtschaft von außerschulischen Akteurinnen und Akteuren der schulischen Praxis sprechen, die über ihre Produkte translokal mit Schüler(inne)n und Lehrer(inne)n verbunden sind.<sup>4</sup> Über die Zuwendung zur Bildungswirtschaft als Forschungsfeld soll die Bildung der Materialien situativ in den Blick genommen werden: ihre Entstehung und Gemachtheit interessiert. Mit dem vorliegenden Beitrag wird ein analytisch bildungswissenschaftlicher Blick auf ein genuin bildungswissenschaftliches

4 Hiermit soll selbstredend nicht unterstellt werden, dass Unterricht durch die Bildungswirtschaft gänzlich determiniert wird und die Schule der mächtigen Agency des entwickelten Materials ausgeliefert ist. Die radikale Gegenposition, dass das Design der Materialien in keiner Weise das tangiert, was in der Schule mit ihnen passiert, erscheint jedoch mindestens ebenso fraglich. Auch um diesen Fragen (vgl. Hörning, 2001) empirisch zu begegnen, gilt es zunächst die Blackbox der Bildungswirtschaft zu öffnen (vgl. Lange, 2017).

Forschungsfeld der Produktentwicklung gerichtet. Hierzu wird die Beforschung eines exemplarisch ausgewählten Zulieferers für Grundschulunterricht vorgestellt. Sein Produkt ist ein Experimentierkoffer, der für das naturwissenschaftliche Lernen im Sachunterricht entwickelt wurde.

## 2.1 *Exkurs: Sachunterricht der Grundschule*

Der Sachunterricht ist ein Kernfach der Grundschule, das sich zudem in besonderer Weise einem Allgemeinbildungsanspruch verpflichtet hat (vgl. Klafki, 2005). Das zentrale Anliegen ist es, die Kinder bei der Erschließung ihrer Welt zu unterstützen. Hierfür gliedert sich der Sachunterricht in fünf Perspektiven: die sozialwissenschaftliche, die naturwissenschaftliche, die geographische, die historische und die technische Perspektive (vgl. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013). Über diese Perspektivierungen ergeben sich unstrittig Bezüge zu unterschiedlichen universitären Bezugswissenschaften, späteren Fächern der weiterführenden Schulen und zugehörigen Bereichsdidaktiken. Als eigenständiges Fach der Grundschule ist der Sachunterricht jedoch mehr als ein aufsummierter Sammelpunkt für kindgerecht gestalteten Sekundarstufen-Einzelfachunterricht. Der komplexe Anspruch des Sachunterrichts ist die bildungswirksame Vernetzung und der Austausch der Perspektiven auf eine exemplarische Sache der kindlichen Lebenswelt. Der geltende Grundsatz, Kinder bei der Erschließung ihrer Lebenswelt zu unterstützen, lässt sich nicht ohne die Berücksichtigung der mannigfaltigen Präsenz von Dingen in ihrem Leben, in der Gesellschaft und den Bezugswissenschaften des Sachunterrichts verfolgen. Vielfach wird demnach auf Unterrichtsmaterialien zurückgegriffen, an deren Eigenschaften und Handhabungen sich Ideen und Praktiken von Lernen, Didaktik und Wissen anknüpfen.<sup>5</sup> Für eben derlei Materialien stellen die von mir für die Forschung ausgewählten Experimentierkoffer ein prototypisches Beispiel dar.

## 2.2 *Prototypisches Material: Experimentierkoffer*

Kennzeichnend für die Koffer ist der Gemeinplatz, dass sie jeweils nur im ruhenden und verschlossenen Zustand als einzelnes Ding, als Box wahrzunehmen sind. Öffnet man sie, so blickt man auf ein Sammelsurium von verschiedensten Sub-Dingen. Diese

5 Mit dieser Präsenz von Material im Sachunterricht geht keinesfalls eine umfangreiche Forschung einher. Selbst wenn – genuin didaktisch – Materialien als schlichte Instrumente zur effektiven oder weniger effektiven Vermittlung von Wissen verstanden werden, herrscht diesbezüglich ein Mangel an empirischen Arbeiten. Henning Unglaube hält fest, dass es „bislang keine differenzierten Untersuchungen zu der Wirksamkeit von Arbeitsmitteln für das Lernen der Kinder im Sachunterricht“ gebe (Unglaube, 2015, S. 491). Nur vereinzelte Studien wenden sich prüfend der Materialität im Sachunterricht zu, z. B. die quantitativ-evaluierend angelegte Arbeit „Lernen mit der Klasse(n)kiste ‚Schwimmen und Sinken‘ im Sachunterricht der Grundschule“ (vgl. Möller, Vehmeyer, Stadelhofer & Tröbst, 2008).

Materialien bewohnen den Koffer, sind zum Teil sehr alltäglich (z. B. Steine, Gummiringe, Schnüre, Büroklammern, Wasserschalen), teils didaktisch aufbereitet (z. B. kleine rechteckig geschnittene Holzplättchen), teils mit fach- respektive naturwissenschaftlichem Hintergrund (z. B. Thermometer mit verschiedenen Skalen, Erlenmeyerkolben), teils sind sie speziell für den Koffer und damit für den Unterricht produziert (z. B. Messgeräte mit weggelassenen Skalierungen und Maßeinheiten zum eigenaktiven Nachtragen). Somit ist jede Box ein *Ensemble* unterschiedlichster Dinge, jede Koffer stellt ein kontrastreiches Micro-Sample an Unterrichtsmaterialien dar. Im Zuge der Entwicklung in der Bildungswirtschaft wird versucht, den Umgang mit ihnen zu antizipieren und vorzukonfigurieren. Die Materialien des Koffers sollen in einem speziell konzipierten und schulischen Wirkzusammenhang aufgehen: Als zusammengehörig konzipierte Dinge bilden sie jeweils ein eigenständiges Experiment, die Koffer beheimaten verschiedene dieser Experimente mit denen Kinder im Unterricht umgehen und lernen sollen. Mit diesen Experimenten liegt der vom Hersteller gesetzte Schwerpunkt auf der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts.

Wie einleitend angeführt, steht das Wie der Entstehung der Experimente im Zentrum des empirischen Erkenntnisinteresses: *Wie vollzieht sich die Entwicklung der materiellen sowie inhaltlichen Unterrichtsgegenstände in der Bildungswirtschaft?* Über dieses Wie werden spezifische Bildungsansprüche, Lernziele und verbundene Wissenschaftsbilder in situ sichtbar. Es werden Verständnisse davon aufgezeigt, was die Schule wie leisten soll. Dabei wird ersichtlich, wie schulisches Wissen in schulischen Materialien angelegt wird. Bevor die verbundenen Entwicklungspraktiken näher betrachtet werden, folgt zunächst ein Eingehen auf die gewählte Methodologie zur Forschungsfrage.

### 3. Ethnographie

Das formulierte Forschungsinteresse an der situativen Entwicklung von unterrichtlichem Material, orientiert sich an der neueren Wissenschaftsforschung, einer kulturanalytischen und akteursfokussierten Unterrichtsforschung sowie einer sozialkonstruktivistischen Technikgeneseforschung. Dem empirischen Anliegen der Arbeit, die Entwicklungspraktiken der Akteurinnen und Akteure der Bildungswirtschaft zu fokussieren, ist damit prädestiniert ethnographisch nachzugehen. Ethnographische Arbeiten haben sich in der Erziehungswissenschaft und vielen angrenzenden Bildungswissenschaften fest etabliert. Während Schulen vielfach von Ethnograph(inn)en aufgesucht wurden (vgl. z. B. Breidenstein, 2006; Wiesemann, 2000; Breidenstein & Kelle, 1998; Kalthoff, 1997), kann zudem festgehalten werden, dass ethnographisch-bildungswissenschaftliche Studien auch verstärkt Institutionen und Organisationen jenseits der Schule entdecken (Kelle, 2011, S. 229). Ethnographische Zugänge sind besonders geeignet, um hier die situativen Besonderheiten, Ordnungen, Regelungen und Arbeitsweisen zu verstehen.

Für das zugrundeliegende Verständnis von Ethnographie sind die teilnehmende Beobachtung und die Partizipation an Situationen entscheidend. Es geht darum das all-

tägliche „Machen“ der Akteurinnen und Akteure in den analytischen Blick zu nehmen (vgl. Geertz, 1983; Hirschauer, 2001). Zentral ist somit die reflexive Präsenz im Feld, aus der letztlich dichte Beschreibungen von Alltag hervorgehen, mit denen Erfahrungen mobilisiert werden. Da Beobachtungen und Beschreibungen einer Situation immer auch schon Versuche des Sinnverstehens durch das beobachtende Subjekt sind, ist in einem ethnographischen Sinn von einer personellen Trennung zwischen Datenerhebung und -analyse abzusehen (Amann & Hirschauer, 1997, S. 17). Die in der Bildungswirtschaft beobachteten und dicht beschriebenen Situationen (die für sich schon analytische Teilergebnisse darstellen) wurden mit der Grounded Theory systematisiert und verbunden (vgl. Strauss & Corbin, 1996). Ziel war es, analytische Perspektiven zu entwickeln, die jenseits der narrativen Selbstbeschreibungen der Akteurinnen und Akteure eigene Verständnisweisen ihrer Praxis im Feld ermöglichen.

Über etwa drei Jahre konnte die gesamte Entstehung des naturwissenschaftlichen Experimentierkoffers begleitet und beforscht werden. Bei der verantwortlichen Firma handelt es sich um einen der größten Entwickler von Lehr- und Lernmaterial im deutschsprachigen Raum. Als teilnehmender Beobachter war ich in der Produktentwicklung und -erprobung zugegen, nahm an vielfältigen Meetings teil, wurde in E-Mail-Korrespondenzen sowie Telefonkonferenzen eingebunden und sammelte vielfältige Felddokumente (z. B. Zeit- und Arbeitspläne, Manuskripte von Lehrer- und Schülerhandreichungen, Werbebroschüren, Kataloge). Das Kernteam bestand aus vier Personen, von denen jedoch zwei im Laufe der Zeit das Projekt verließen und somit zwei neue Entwickler(innen) hinstießen. Die formalen Qualifikationen im Team waren sehr heterogen: Ein Verleger mit kaufmännischem Hintergrund, ein langjähriger Grundschulpraktiker, promovierte Naturwissenschaftlerinnen sowie fachdidaktische Professor(inn)en waren vertreten. Ein Schwerpunkt ihrer Entwicklungspraxis lag auf dem ausprobierenden Experimentieren mit Materialien und den damit verknüpften sprachlichen Diskussionen.<sup>6</sup>

#### 4. Experimentierkoffer in der situativen Entwicklung

Es folgen die empirischen Beschreibungen und Analysen, die sich auf den beobachteten Alltag der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien beziehen. In den folgenden Situationsbeschreibungen stehen die Akteurinnen und Akteure vor der Aufgabe, Experimente für die Grundschule zu entwickeln, die später von Schüler(inne)n durchgeführt werden

6 Bei der handwerklichen Datengenerierung ging ich so vor, dass ich im Feld durchgängig digitale Audioaufnahmen speicherte, deren einzelne Zeitpunkte sich über einen Smart-Pen und seine Software den handschriftlichen Feldnotizen zuordnen ließen. Während der Wortlaut, die Betonung einzelner Sprechakte und verschiedene Geräusche so Eingang in eine Audio-datei fanden, hielt ich zu diesen schriftlich das fest, was ich zu ihren jeweiligen Zeitpunkten empfand, interpretierte und sah. Auf diese Weise konnten z. B. auch skizzenhafte Zeichnungen verschiedener Experimentaufbauten komfortabel dem zugeordnet werden, was beim jeweiligen Experiment an sprachlichen Aushandlungen zu hören war.

sollen. Mit dem ersten Experiment geht es um Lichtbrechung und das Erzeugen eines Regenbogens bzw. regenbogenartiger Farbeffekte.

Man hat zwei (etwa A4-große) Sichtschutzaufsteller so nebeneinander auf dem Tisch stehen, dass ein kleiner Spalt zwischen ihnen frei ist. Hinter diesem Spalt (der mit einer Taschenlampe angeleuchtet wird) steht ein mit etwas Wasser gefüllter, durchsichtiger Becher. Durch das kanalisierte Licht und das Wasser sollen Regenbogenfarben auf der Tischfläche hinter dem Versuchsaufbau erzeugt werden. Das Ergebnis ist noch nicht befriedigend. Nach kurzem Schweigen und genauer Beobachtung deutet Frau Rabe auf einen Punkt hinter der Versuchsanordnung: „Hier unten“ sagt sie, und meint damit den schwachen Regenbogeneffekt zu lokalisieren. Hansmann antwortet wenig überzeugt: „Naja, bloß das ist natürlich ... wir sehen das da hinein, wir finden das. Für die Kinder muss es Knall da sein. Wir gehen ja umgekehrt ran: Wir versuchen das zu erzeugen.“ Schmidt stimmt diesen kritischen Worten mehrfach zu und ergänzt dann: „Und wir sehen jetzt hier den Farbsaum von der Taschenlampe, (.) würde ich mal sagen.“ Frau Rabe macht ein etwas erschöpft klingendes: „Ja. Hahhh“ was so viel bedeuten könnte wie ‚da haben sie wahrscheinlich Recht.‘ (Meeting 2a, 1. Dokumentenseite, § 1165–1175)

In dem Situationsausschnitt lässt sich beobachten, wie die prinzipielle Funktionalität des Experiments von Frau Rabe proklamiert und von Herrn Schmidt zurückgewiesen wird, indem er – im Einklang mit Herrn Hansmann – ein Hineinsehen der Funktionsweise attestiert. Der Aufbau des Experiments sei somit nicht funktional, sondern überflüssig, der vermeintlich erzielte Effekt habe seinen Ursprung einzig in der Komponente der Taschenlampe: Der Farbsaum habe nichts mit dem Becher zu tun. Das, was man sieht, sei also nicht das, was man zeigen und erklären will. Der entscheidende Punkt dabei ist, dass das beobachtete Phänomen nicht die Grundlage für naturwissenschaftliche Ableitungen ist. Vielmehr sind vorhandene physikalische Wissensbestände, Erklärungen und Theorien die Basis für das, was interpretierend gesehen wird. Durch die Erwartungen der Entwickler(innen) – die in ihrem Vorwissen gründen – werden vorgeprägte Sichtweisen an das Experiment herangetragen. Auf der Grundlage dieses Wissens lässt sich seitens Herrn Schmidts und Herrn Hansmanns kritisch widersprechen: Mit dem Effekt stimmt etwas nicht. Diese vorgeprägten Sichtweisen ermöglichen die Kategorisierung in richtig und falsch, funktionierend und nicht-funktionierend. Da Kinder aber (noch) einen anderen Blick auf die Phänomene hätten, unterscheidet sich ihre Sichtweise und Wahrnehmung: Sie denken und beobachten nicht von physikalischen Erklärungen oder Modellen aus. Was sich mit diesem ersten empirischen Einblick analytisch aufzeigen lässt, ist das *theoriegeleitet-suchende Beobachten* der Entwickler(innen). Hiermit ist ein erster Punkt zum Wie ihrer Praxis charakterisiert.

Es folgt ein weiteres Beispiel zu einem thematisch benachbarten Experiment. Nach der Lichtbrechung soll nun der gegenläufige Weg gegangen werden: Buntes Licht soll wieder in neutrales Weiß zusammengesetzt werden. Hierzu soll ein Farbkreis dienlich sein, also eine Scheibe, unter deren Mitte sich eine konische Spitze befindet. Aus der

Oberseite der Plastikscheibe ragt – ebenfalls mittig – ein kleiner Stab hervor, mit dem der Kreisel zwischen Daumen und Zeiger gefasst und in rotierende Bewegung versetzt werden kann. Die Oberseite der Scheibe ähnelt einem bunten Tortendiagramm, dessen 360 Grad durch ein halbes Dutzend gleichgroßer Stücke geteilt werden. Diese laufen zur Mitte hin zu und heben sich farblich voneinander ab: Sie gehen von Rottönen über ins Blau, werden grün, gelb und letztlich wieder orange-rötlich.

Herr Hansmann leitet ein: „So zurück zu dem Farbkreisel. In einem Rahmenplan ist er ja tatsächlich genannt ...“ Frau Kran übernimmt: „Ja, deswegen ist er jetzt auch auf dem Tisch, es ist aber auch da mhh (.) eher ein Problem: Man muss schon wissen, dass man was Weißes sehen will.“ Dieser Hinweis bezieht sich darauf, dass die bunten Farben bei Rotation eher zu einem cremigen Grau verschmelzen. Es folgt zustimmendes Gemurmel am Tisch während Frau Kran anführt, dass der vorliegende Kreisel „schon eigentlich gar nicht schlecht“ ist, er nur ein kleinwenig Unwucht habe. „Aber der läuft schon ganz gut.“ bilanziert sie und setzt den Kreisel in Bewegung. Wirklich weiß werden die Farben dabei nicht. (Meeting 1b, 4. Dokumentenseite, § 14–23)

Auch mit diesem Ausschnitt wird erneut ersichtlich, dass man wissen muss, was man sehen soll bzw. sehen will. Zudem ergibt sich hieraus ein weiterer Aspekt für die Vorplanung von Experimenten und Unterricht: Man muss sich entscheiden, was von dem, was man sieht, nun das Lernziel des Experiments ist. Theoretisch könnte auch ganz anderes im Zentrum stehen: Man könnte z. B. auch auf den gyroskopischen Effekt abzielen und die Unwucht des Kreisels physikalisch thematisieren. Es ließe sich auch die Trägheit des menschlichen Auges behandeln und das Experiment könnte so dem – ebenfalls vorhandenem – Themenblock „optische Täuschungen“ zugeordnet werden. Um diese Aspekte soll es hier aber nicht gehen, es besteht der (auch lehrplanbedingte) Konsens, dass es um Lichtzusammensetzung gehen soll. Für die Entwickler(innen) ist es also nicht nur wichtig theoriegeleitet Phänomene zu beobachten, alle Entwickler(innen) müssen auch von der gleichen Theorie ausgehend beobachten. Oder sie müssen diskutieren, was mit Materialien wie dem Kreisel nun eigentlich veranschaulicht werden soll. Es braucht einen *Konsens, was es zu zeigen gilt*. Wenn sich auf eine theoretische Facette des Experiments geeinigt wurde, dann lässt sich das Funktionieren des Materials hinsichtlich dieser Facette gemeinsam bewerten. Bezüglich der Funktionalität des Farbkreisels besteht noch Entwicklungsbedarf, da die vielen Farben mitnichten zu einem deutlichen Weiß werden.

Mit Blick auf den Farbkreisel meint Herr Peine: „Man kann glaub ich auch ein ganz bisschen mogeln, mit kleinen weißen Streifen dazwischen, ne.“ Mit diesen Streifen würde die rotierende Scheibe weiß bzw. weißer erscheinen. Mit dem „dazwischen“ meint er die Farbgrößen der an Tortenstücke erinnernden Flächen. Diese sind derzeit lückenlos und könnten mit schmalen weißen Abständen auseinandergerückt werden. (Meeting 1b, 4. Dokumentenseite, § 84)

Dieser Vorschlag ist längst nicht der einzige seiner Art. Bezugnehmend auf die (antizipierten) motorischen Fähigkeiten und die Ausstattung von Schulkindern wurde z. B. früh von der Idee Abstand genommen, die Kinder selbst den Farbkreisel bunt ausmalen zu lassen – da sich dies negativ auf den Effekt bzw. das Phänomen auswirken würde. Auch wurde diskutiert, ob mit einer Taschenlampe auf den rotierenden Farbkreisel geleuchtet werden sollte oder ob die Farben weniger satt und kräftig gedruckt werden könnten. Es wurden so verschiedene Möglichkeiten diskutiert, um eine stabilisierende Herrichtung der Phänomene und eine Passung zur Ausgangstheorie zu erzielen. Die Phänomene sind zu frisieren bis eine Variante gefunden ist mit der eben das am ehesten sichtbar wird, was man zeigen bzw. erreichen will. In diesem Beispiel: Weißes Licht besteht aus einem Spektrum bunter Farben. Das *Herrichten* – also das *theoriegeleitete Anpassen* – ist nach der theoriegeleiteten Beobachtung und Einigung einer der letzten Schritte der Entwicklung.

Die Akteurinnen und Akteure der Bildungswirtschaft modellieren ‚vorschulisch‘ und theoriegeleitet einen Wissensbestand über Material, den sie funktionssicher in die Klasse zu bringen versuchen. Dabei kommt es zu mehr als nur einem außerschulischen Vorspiel der Experimente. Die finalen Experimente, die in der Schule auf- bzw. durchgeführt werden sollen, erwachsen – wie ein Eisberg – untrennbar mit dem verbunden, was im Verborgenen liegt. Unter der metaphorischen Wasseroberfläche der Bildungswirtschaft wird interpretiert, diskutiert, präfiguriert, konstruiert, determiniert und stabilisiert. In diesem Sinn spreche ich von Eisbergexperimenten, die ich im Folgenden an erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Diskussionen rückbinde.

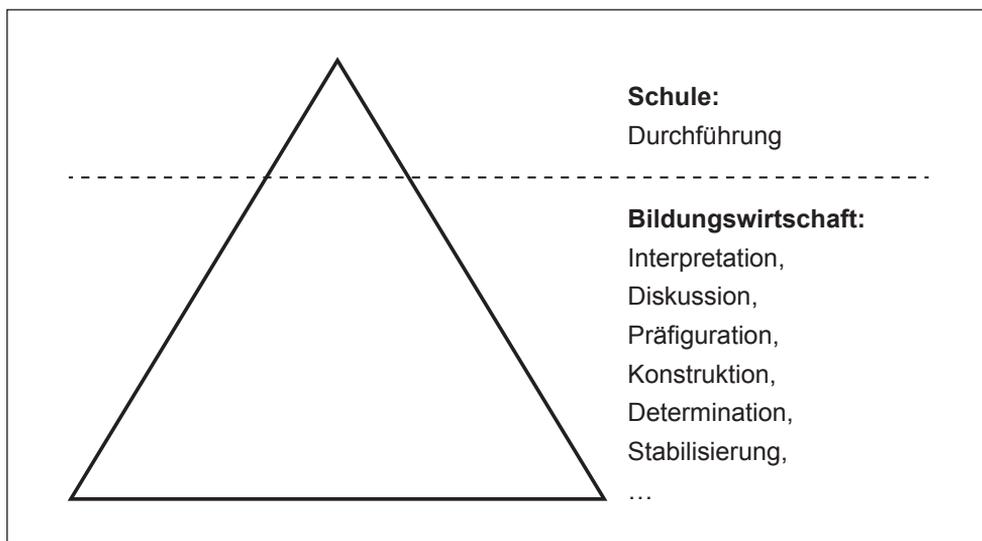


Abb. 1: Eisbergexperimente

## 5. ‚Echte‘ Experimente

Es geht in den empirischen Beobachtungen um Grundschule und Wissenschaft, insbesondere um Physik und die ihr zugeschriebenen Naturphänomene, die im Rahmen der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts behandelt werden sollen. Im Sinne der Wissenschaftsorientierung der Entwickler(innen) soll über abgesicherte Experimente an die Physik, ihre Theorien und ihre Arbeitsweisen herangeführt werden. Bei der Entstehung der hierfür gemachten Experimente konnten drei zentrale Entwicklungsschritte aufgezeigt werden, die das Wie der Praxis charakterisieren: *Phänomene werden theoriegeleitet beobachtet*, dabei muss ein *Konsens darüber geteilt bzw. gefunden werden, was mit dem Phänomen inhaltlich gezeigt werden soll*, hinsichtlich dieses Konsens erfolgt dann eine *anpassende Herrichtung des experimentell erzeugten Phänomens*. Diese Praktiken und Prozesse sind mit den einhergehenden Materialanpassungen konstitutiv für die Experimente, werden jedoch nicht für die unterrichtliche Thematisierung vorgesehen.

Die Entwickler(innen) betonen und werben damit, dass die Arbeitsweisen der physikalischen Ergebnisgenerierung mit dem angebotenen Unterrichtsmaterial zum Bildungsziel werden. Damit formulieren sie implizit den Anspruch, den die Fachdidaktik als „Scientific Literacy“ verhandelt. Der Begriff der „Scientific Literacy“ geht auf Cohen und Watson zurück (vgl. Cohen & Watson, 1952) und gewann durch die von internationalen Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS postulierten Defizite in den MINT-Fächern in jüngerer Vergangenheit an Popularität. Letztlich werden mit „Scientific Literacy“ die Methoden und Wege der naturwissenschaftlichen Wissensproduktion bzw. die Entdeckungsweisen von Wissen als relevante Bildungsziele angesehen (vgl. z. B. Oelkers, 1997). Das Plädoyer lautet, die Vermittlung von Inhalten und Faktenwissen zu beschränken, um sich den spezifischen Verfahrensweisen und Prozessen der Naturwissenschaften zuzuwenden (vgl. Shamos, 1995). Es ist der Verweis auf die Möglichkeit, auf disziplinäre Praktiken bezogene Kompetenzen zu vermitteln bzw. zu erwerben. Dass Experimente für eine solche „Scientific Literacy“ dienlich sein können, ist eine didaktisch vielfach geteilte Position. Kontroverser wird hingegen die Frage verhandelt, ob das, was in Grundschulen passiert, wirklich als ‚echtes‘ Experiment bezeichnet werden kann, da es z. B. an zielgerichteter Planmäßigkeit, Wiederholbarkeit und Kontrollierbarkeit mangle. Grundschul-Experimente seien damit nicht deutlich genug an den Wissenschaften und ihren Vorgehensweisen orientiert, heißt es vielfach (z. B. Wodzinski, 2006, S. 124).

Haben die kennengelernten Experimente aus der Bildungswirtschaft, die in ihren Koffern in die Schulen exportiert werden und dort *out of the box* laufen sollen, also kaum etwas mit ‚richtigen‘ Experimenten gemein?<sup>7</sup> Legt man populäre Normen wie Wiederholbarkeit, Kontrollierbarkeit, Zielgerichtetheit und Fragengeleitetheit zugrun-

7 Die – in der EDV gebräuchliche – Redewendung *out of the box* lässt sich mit „von der Stange“ ins Deutsche übersetzen, büßt dabei aber einen großen Teil ihrer positiven und wertschätzenden Konnotation ein. Mit ihr wird gewürdigt, dass etwas serienfertig und ohne eige-

de, muss mit Blick auf die Arbeit der Bildungswirtschaft attestiert werden, dass diese normativen Aspekte zentrale Präfigurationskriterien sind: Die Experimente sind hochgradig kontrolliert, stark durchgeplant und für ihre Wiederholbarkeit verbürgt sich der Hersteller – der zumeist auch klare Fragen, Strukturen und Aufgaben an die Kinder weitergibt (z. B. mit dem Hinweis, dass nur eine Variable pro Durchlauf geändert werden darf). Sind die kennengelernten Experimente durch diese Normen bzw. Entwicklungsmaximen also sehr nah an ‚echten‘ Experimenten der ‚richtigen‘ Wissenschaft? Um sich dieser Frage zu nähern, stelle ich der normativen Beschreibung von ‚echten‘ Experimenten empirische Analysen gegenüber, wie die Naturwissenschaften arbeiten und zu ihren Ergebnissen kommen.

Naturwissenschaftliche Labore sind seit den späten 1970er Jahren von der Wissenschaftssoziologie als Forschungsfeld entdeckt und empirisch bearbeitet worden. Diese neuere Wissenschaftsforschung sucht Labore als Orte naturwissenschaftlicher Praxis auf. Mit diesen ‚Laborstudien‘ geht es um die Erforschung der alltäglichen Arbeitsweisen zur Hervorbringung von Wissen und Wissenschaft in situ. In den Blick gerät „The Manufacture of Knowledge“ (Knorr-Cetina, 1981), das „Laboratory Life“ (Latour & Woolgar, 1986) oder „Art and Artifact in Laboratory Science“ (Lynch, 1985). Die disziplinäre Binnenlogik mit ihren Normen und das Vertrauen auf ihre Verfahren werden seitdem als unzureichende Erklärungen angesehen, um naturwissenschaftliche Erfolge zu begründen oder naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zu charakterisieren: „Damit ist auf einen Wissensbegriff abgezielt, der naturwissenschaftliche Resultate nicht nur als historisch-sozial eingebettet ansieht, sondern auch als konkret im Labor *konstruiert*“ (Knorr-Cetina, 2002, S. 22, Hervorh. i. Orig.).

Die verbundene Einsicht der neueren Wissenschaftsforschung ist, dass die Wissenschaften nicht von den forschenden Subjekten separiert verstanden werden können, die diese Konstruktion vornehmen. „Vor diesem Hintergrund wird die Annahme obsolet, die Natur antworte direkt auf die an sie gestellten Fragen. Fakten werden zu Interpretationsleistungen, die u. a. auch sozial bedingt sind“ (Herbold, 2000, S. 106). Es wird demnach interpretiert, ohne dass dieses Interpretieren beliebig wäre. Vielfach gilt das, was Rieß und Schulz (1994) mit ihrer physikbezogenen Wissenschaftsforschung pointiert herausstellen:

Eine (natur-)wissenschaftliche Behauptung zu beweisen oder auch nur zu prüfen, läuft in den meisten Fällen auf ein Experiment oder eher eine Serie von Experimenten hinaus. Dies widerspricht keineswegs der oben referierten These, daß wissenschaftliche Tatsachen, also auch empirische Befunde sozial produziert werden; so naiv die Forderung nach einem experimentellen Beweis sein mag, so raffiniert ist der

---

ne Anpassungen des Users funktioniert. Ein *out of the box*-Feature steht für eine gelungene Entwicklungsarbeit. Der Nutzer muss nicht mehr selbst über das nötige Wissen verfügen, um ein gewünschtes Feature oder eine Funktion zum Laufen zu bringen. Es läuft von selbst. Dies verdeutlicht trefflich den Anspruch der von mir beforschten Entwickler(innen), dass mit ihren Experimentierboxen letztlich nichts weniger als Unterricht selbst geliefert werden soll.

Wissenschaftler bei der (zweifellos theoriegeleiteten) Interpretation der Ergebnisse seiner Experimente, bis sie zu dem passen, was er vermutet und erwartet. (Rieß & Schulz, 1994, S. 199)

So zeigt beispielsweise Heering in einer wissenschaftshistorischen Analyse des Coulombschen Gesetzes – das als die Basis der Elektrostatik gilt –, dass das für die Messung entwickelte Instrumentarium (Torsionsdrehwaage) sowie die Datenanalyse der wenigen Messwerte bereits in gravierendem Maße durch die Annahme geprägt waren, dass das Gesetz gelten müsse (vgl. Heering, 1995). Um zu derlei wissenschaftsanalytischen Einsichten zu gelangen, muss vielfach mühsam rekonstruiert werden, da der verschlungene Prozess des Experimentierens kaum in einem dokumentarischen Sinn durch die Veröffentlichung abgebildet wird, vielmehr tritt er hinter die Publikation zurück (vgl. Rieß, 1997, S. 352; Rieß, 1998, S. 168).<sup>8</sup> Das, was an die Öffentlichkeit gebracht wird, ist zu meist nur die geglättete Spitze des Eisbergs. Die kennengelernten Eisbergexperimente der Bildungswirtschaft sind in ihrer Gänze näher an ‚echter‘ Laborarbeit, als es zunächst scheint. In diesem Wie der ‚richtigen‘ Physik zeigen sich die erstaunlichen Parallelen zu den analysierten Praktiken der Bildungswirtschaft und den verborgenen Anteilen ihrer metaphorischen Eisbergexperimente (theoriegeleitet-suchend Phänomene beobachten; Konsens, was gezeigt werden soll; anpassende Herrichtung des Phänomens; siehe oben).<sup>9</sup> Um die Konstruktion einer stromlinienförmigen Durchführung für die Schulöffentlichkeit zu gewährleisten, verbergen Eisbergexperimente jedoch notwendigerweise dieser Öffentlichkeit die konstitutiven Details ihrer Entstehung. Das alleinstehend betrachtete Endprodukt des Experimentierkoffers gibt über die tatsächlichen Abläufe des Experimentierens weniger Auskunft als über die verbundenen Resultate: Die didaktischen Experimente präsentieren pointiert Ergebnisse und weniger Prozesse, die zu diesen Ergebnissen geführt haben. Der Prozess des wissenschaftlichen Experimentierens im Labor ist unsicherer, konstruierter, interpretiert, oft zufällig und vielfach mitnichten sauber reproduzierbar. Dies ist wohlgermerkt keine Kritik an vermeintlich schlechter Laborpraxis, sondern eine empirische Beschreibung davon, wie Physik erfolgreich gemacht wird. Sachunterrichtsdidaktiker(innen) und Vertreter(innen) einer „Scientific Literacy“ werden damit vor die Wahl gestellt, ob konstitutive Anteile des naturwissen-

8 Damit einher geht die Einsicht, dass Experimente, deren Ergebnisse glaubhaft erscheinen, in der Regel nicht geprüft werden (vgl. Herbold, 2000, S. 108–109), während irritierende Befunde vielfach ignoriert werden (vgl. Rieß & Schulz, 1994, S. 194–195).

9 Mit diesen Analysen sollen nicht die zweifelsfrei existenten Differenzen zwischen Praktiken des Experimentierens im Labor und der Bildungswirtschaft nivelliert werden. Es lassen sich jedoch Parallelen und Ähnlichkeiten analytisch herausstellen, die für die Komplexität der Praktiken der Bildungswirtschaft sprechen und zugleich darauf hindeuten, dass die Analysen der neueren Wissenschaftsforschung für gesellschaftliche Bereiche jenseits der Labore Relevanz besitzen. Auch Titel wie „Umrisse einer Soziologie des Postsozialen“ (Knorr-Cetina, 2007) oder „Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft“ (Latour, 2007) machen bereits deutlich, dass die Analysen, die aus den Laborstudien erwachsen, zum Teil zu Theorien mit dem Anspruch auf allgemein-gesellschaftliche Relevanz weiterentwickelt wurden.

schaftlichen Erkenntnisprozesses für die Schule zugunsten eines normativ-stromlinienförmigen Physikbildes ausgeklammert werden sollten – oder ob eine Heranführung an das empirische Wie der Laborpraxis anzustreben ist und mit den Kindern gemeinsam der ganze Eisberg eines Experiments betrachtet werden soll. Diese Frage ist weder polemisch noch trivial. Letztgenannter Weg stellt die anspruchsvolle Aufgabe wissenschaftsrelativistische Perspektiven mit Schüler(inne)n zu verhandeln, erstgenannter Weg birgt die Gefahr bei einem wissenschaftsgläubigen Szientismus zu enden. Ob und wie die Arbeits- und Erkenntnisweisen der Naturwissenschaften wirklich zum Lerngegenstand der (Grund-)Schule werden können, ist eine Frage, die im Diskurs stärker verhandelt werden muss. Bei ihrer Verhandlung sollten nicht nur die Wissenschaftsnormen der 1930er und 1940er Jahre berücksichtigt werden. Vielmehr ist verstärkt Bezug auf moderne Wissenschaftstheorie und -forschungen zu nehmen, die Klassiker wie etwa Robert Merton und Karl Popper hinter sich ließen. Um den Nutzen dieser Diskursförderung zusammenzufassen, beziehe ich mich abschließend auf Höttecke und Rieß (2015), die mit Verweis auf aktuelle Wissenschaftsforschung das Experiment als kaum planbaren, produktiven Schwebezustand praktisch-manueller Verrichtung beim Umgang mit Materialität verstehen, der immer einen sozialen und historischen Kontext hat:

Der Bildungswert eines solchen Experiment-Verständnisses besteht nicht nur in der Vermittlung eines authentischen Bildes der Naturwissenschaft, sondern auch darin, dass er zum Verständnis des Verhältnisses von Natur, Mensch und Gesellschaft beiträgt, und wie in deren Schnittpunkt Wissen und Erkenntnis produziert wird. (Höttecke & Rieß, 2015, S. 136)

Mit der Zuwendung zu einem solchen Verständnis von Experimenten geht insbesondere für den Sachunterricht ein besonderer Reiz einher: Stärker als für den Physikunterricht der weiterführenden Schule ist für den Sachunterricht curricular fixiert, dass er dem Anspruch verpflichtet ist, den Kindern unter vernetzender Einbeziehung naturwissenschaftlicher, technischer, historischer, geographischer und sozialwissenschaftlicher Perspektiven ihre Lebenswelt verstehbar zu machen (vgl. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, 2013). Wenn mit einem zeitgemäßen Verständnis von Experimenten die Verwicklung von Natur, Technik, sozialer Praxis und gesellschaftlichem sowie historischem Kontext in den Blick gerät, ist dies ein prädestiniert sachunterrichtliches Anliegen. Ein solches komplex-empirisches Verständnis von Experimenten vermag die Brücke zwischen den sachunterrichtlichen Perspektiven zu schlagen. Dies ist fraglos anspruchsvoll, birgt aber große Bildungspotentiale.

## Literatur

- Akrich, M. (1992). The De-Description of Technical Objects. In W. E. Bijker & J. Law (Hrsg.), *Shaping Technology, Building Society. Studies in sociotechnical change* (S. 205–224). Cambridge: MIT.
- Amann, K., & Hirschauer, S. (1997). Die Befremdung der eigenen Kultur: Ein Programm. In S. Hirschauer & K. Amann (Hrsg.), *Die Befremdung der eigenen Kultur: Zur ethnographischen Herausforderung soziologischer Empirie* (S. 7–52). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Asbrand, B., Martens, M., & Petersen, D. (2013). Die Rolle der Dinge in schulischen Lehr-Lernprozessen. In A.-M. Nohl & C. Wulf (Hrsg.), *Mensch und Ding. Die Materialität pädagogischer Prozesse* (25. Sonderheft der Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, S. 171–188) Wiesbaden: Springer VS.
- Breidenstein, G. (2006). *Teilnahme am Unterricht: Ethnographische Studien zum Schülerjob*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Breidenstein, G., & Kelle, H. (1998). *Geschlechteralltag in der Schulklasse: Ethnographische Studien zur Gleichaltrigenkultur*. Weinheim: Juventa.
- Cohen, I. B., & Watson, F. G. (1952). *General Education in Science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Fetzer, M. (2010). Reassembling the Social Classroom: Mathematikunterricht in einer Welt der Dinge. In B. Brandt, M. Fetzer, M. Schütte & T. Berlin (Hrsg.), *Auf den Spuren interpretativer Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik. Götz Krummheuer zum 60. Geburtstag* (S. 267–290). Münster: Waxmann.
- Foray, D., & Raffo, J. (2014). The Emergence of an Educational Tool Industry: Opportunities and challenges for innovation in education. *Research Policy*, 43(10), 1707–1715.
- Gebhard, U., Hummrich, M., Rabenstein, K., & Reh, S. (2015). Räume, Dinge und schulisches Wissen: Eine Einführung. *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 4(4), 3–14.
- Geertz, C. (1983). *Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (vollst. überarb. und erw. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Heering, P. (1995). *Das Grundgesetz der Elektrostatik: Experimentelle Replikation, wissenschaftshistorische Analyse und didaktische Konsequenzen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Herbold, R. (2000). *Technische Praxis und wissenschaftliche Erkenntnis: Soziale Bedingungen von Forschung und Implementation im Kontext der Wissensgesellschaft*. Hamburg: Libri Books on Demand.
- Hirschauer, S. (2001). Ethnografisches Schreiben und die Schweigsamkeit des Sozialen: Zu einer Methodologie der Beschreibung. *Zeitschrift für Soziologie*, 30(6), 429–451.
- Hörning, K. H. (2001). *Experten des Alltags: Die Wiederentdeckung des praktischen Wissens*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Höttecke, D., & Rieß, F. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung: Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 127–139.
- Kalthoff, H. (1997). *Wohlerzogenheit: Eine Ethnographie deutscher Internatsschulen*. Frankfurt a. M./New York: Campus.
- Kalthoff, H., & Röhl, T. (2011). Interobjectivity and Interactivity: Material objects and discourse in class. *Human Studies*, 34(4), 451–469.
- Kelle, H. (2011). Ethnographie in Institutionen und Organisationen: Einführung in den Themenschwerpunkt. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 31(3), 227–233.
- Klafki, W. (2005). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. *Widerstreit Sachunterricht*, (4), 1–10.

- Knorr-Cetina, K. (1981). *The Manufacture of Knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science*. Oxford: Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, K. (2002). *Die Fabrikation von Erkenntnis: Zur Anthropologie der Naturwissenschaft* (2. Aufl.). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Knorr-Cetina, K. (2007). Umriss einer Soziologie des Postsozialen. In L. Meyer & H. Pahl (Hrsg.), *Kognitiver Kapitalismus. Soziologische Beiträge zur Theorie der Wissensökonomie* (S. 25–41). Marburg.
- Lange, J. (2017). *Schulische Materialität. Empirische Studien zur Bildungswirtschaft*. Berlin/Boston: de Gruyter.
- Latour, B. (2001). Eine Soziologie ohne Objekt?: Anmerkungen zur Interobjektivität. *Berliner Journal für Soziologie*, 11(2), 237–252.
- Latour, B. (2007). *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft: Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory Life: The construction of scientific facts*. Princeton: University Press.
- Linde, H. (1982). Soziale Implikationen technischer Geräte, ihrer Entstehung und Verwendung. In R. Jokisch (Hrsg.), *Techniksoziologie* (S. 1–31). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Lynch, M. (1985). *Art and Artifact in Laboratory Science: A study of shop work and shop talk in a research laboratory*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Macgilchrist, F. (2011). Schulbuchverlage als Organisationen der Diskursproduktion: Eine ethnographische Perspektive. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 31(3), 248–263.
- Möller, K., Vehmeyer, J., Stadelhofer, B., & Tröbst, S. (2008). *Lernen mit der Klasse(n)kiste „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule: Ergebnisse einer Befragung von Grundschullehrkräften*. Bochum: Farbinstitut.
- Nohl, A.-M. (2011). *Pädagogik der Dinge*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Nohl, A.-M., & Wulf, C. (Hrsg.) (2013). *Mensch und Ding. Die Materialität pädagogischer Prozesse* (25. Sonderheft der Zeitschrift für Erziehungswissenschaft) Wiesbaden: Springer VS.
- Oelkers, J. (1997). How to Define and Justify Scientific Literacy for Everyone. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific Literacy. An international symposium* (S. 87–101). Kiel: IPN.
- Oelkers, J. (2010). Lehrmittel: Rückgrat des Unterrichts. *Folio, Berufsbildung Schweiz*, 135(1), 18–21.
- Priem, K., König, G. M., & Casale, R. (Hrsg.) (2012) *Die Materialität der Erziehung* (58. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik). Weinheim/Basel: Beltz.
- Rieß, F. (1997). Die Krise des Naturwissenschaft-Lernens und eine vernachlässigte Dimension des Verstehens: Die Sozialgeschichte des Experiments. In U. Loeber-Pautsch, W. Nitsch, F. Rieß, B. Schulte-Fortkamp & D. Sterzel (Hrsg.), *Quer zu den Disziplinen. Beiträge aus der Sozial-, Umwelt- und Wissenschaftsforschung* (S. 333–355). Hannover: Offizin.
- Rieß, F. (1998). Erkenntnis durch Wiederholung: Eine Methode zur Geschichtsschreibung des Experiments. In M. Heidelberger & F. Steinle (Hrsg.), *Experimental Essays. Versuche zum Experiment* (S. 157–172). Baden-Baden: Nomos.
- Rieß, F., & Schulz, R. (1994). Naturwissenschaftslernen als Textverstehen und Geräteverstehen: Naturwissenschaftsdidaktik in hermeneutischer Absicht und die Rekonstruktion historischer Experimentierpraxis. In W. Misgeld (Hrsg.), *Historisch-genetisches Lernen in den Naturwissenschaften* (S. 185–204). Weinheim: Deutscher Studien-Verlag.
- Röhl, T. (2013). *Dinge des Wissens: Schulunterricht als sozio-materielle Praxis*. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Sørensen, E. (2009). *The Materiality of Learning: Technology and knowledge in educational practice*. Cambridge/New York: University Press.

- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- Unglaube, H. (2015). Arbeitsmittel. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. (2. Aufl., S. 491–495). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- van Lente, H., & Rip, A. (1998). Expectations in Technological Developments: An example of prospective structures to be filled in by agency. In C. Disco & B. v. d. Meulen (Hrsg.), *Getting New Technologies Together. Studies in making sociotechnical order* (S. 203–231). Berlin: de Gruyter.
- Wiesemann, J. (2000). *Lernen als Alltagspraxis: Lernformen von Kindern an einer freien Schule*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Wiesemann, J., & Lange, J. (2014). Wissen schaffen durch die Dinge? Ergebnisse aus einer ethnographischen Studie zur Materialität im Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung. Bildung im Elementar- und Primarbereich*, 7(2), 46–59.
- Wiesemann, J., & Lange, J. (2015). „Education in a Box“: Die Herstellung schulischer Artefakte in der Lehr-Lernmittelindustrie. *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 4(4), 80–91.
- Wilde, D. (2015). Wieso ist das kein Spielzeug? Eine phänomenologische Suche nach Antworten auf Dinge im Lernen. In M. Brinkmann, R. Kubac & S. S. Rödel (Hrsg.), *Pädagogische Erfahrung. Theoretische und empirische Perspektiven* (S. 249–265). Wiesbaden: Springer VS.
- Wodzinski, R. (2006). Experimentieren im Sachunterricht. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Unterrichtsplannung und Methoden* (2. Aufl., S. 124–129). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Yaneva, A. (2009). Making the Social Hold: Towards an actor-network theory of design. *Design and Culture*, 1(3), 273–288.

**Abstract:** The paper reports empirically on the little-noticed fact that the development of teaching materials has been outsourced to the educational industry. Diverse teaching materials are designed outside the school and within this industry. Observable development practices are the centre of attention in this ethnographic study. By way of example, the paper asks how physical experiments are developed for primary schools. In this researched 'pre-school' stage of the experiments, the paper illustrates practices and processes that are constitutive for the experiments, but are not intended for teaching. Moreover, this paper opens up a debate on educational requirements and subject-matter objectives, by referring back to science and technology studies, the concept of 'scientific literacy', and the perspectives of 'Sachunterricht'. It is argued that the educational potential of a modern understanding of experiments can be utilised for teaching.

**Keywords:** Education Industry, Materiality, Scientific Literacy, Elementary School, Ethnography

### Anschrift des Autors

Dr. Jochen Lange, Universität Siegen,  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Grund- und Vorschulpädagogik  
am Department Erziehungswissenschaft und Psychologie,  
Adolf-Reichwein-Str. 2, 57068 Siegen, Deutschland  
E-Mail: jochen.lange@uni-siegen.de