

Parchmann, Ilka

## **Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften. Vielfalt ist wertvoll, aber nicht ohne ein gemeinsames Fundament. Review**

*Klieme, Eckhard [Hrsg.]; Leutner, Detlev [Hrsg.]; Kenk, Martina [Hrsg.]: Kompetenzmodellierung. Eine aktuelle Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms. Weinheim ; Basel : Beltz 2010, S. 135-142. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 56)*

urn:nbn:de:0111-opus-33879

in Kooperation mit:

# **BELTZ**

<http://www.beltz.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.

#### **Kontakt:**

**peDOCS**

Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Informationszentrum (IZ) Bildung

Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main

eMail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)

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

Zeitschrift für Pädagogik · 56. Beiheft

# **Kompetenzmodellierung**

## **Zwischenbilanz des DFG- Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes**

Herausgegeben von

Eckhard Klieme, Detlev Leutner und Martina Kenk

**BELTZ**

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder genutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, bei der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 2010 Beltz Verlag · Weinheim und Basel  
Herstellung: Lore Amann  
Gesamtherstellung: Druckhaus „Thomas Müntzer“, Bad Langensalza  
Printed in Germany  
ISSN 0514-2717  
Bestell-Nr. 41157

# Inhaltsverzeichnis

*Eckhard Klieme/Detlev Leutner/Martina Kenk*  
Kompetenzmodellierung. Eine aktuelle Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunkt-  
programms. Einleitung zum Beiheft ..... 9

*Benő Csapó*  
Goals of Learning and the Organization of Knowledge ..... 12

## Mathematische Kompetenzen

*Marianne Bayrhuber/Timo Leuders/Regina Bruder/Markus Wirtz*  
Projekt HEUREKO  
Repräsentationswechsel beim Umgang mit Funktionen – Identifikation von  
Kompetenzprofilen auf der Basis eines Kompetenzstrukturmodells ..... 28

*Andreas Frey/Nicki-Nils Seitz*  
Projekt MAT  
Multidimensionale adaptive Kompetenzdiagnostik: Ergebnisse zur  
Messeffizienz ..... 40

*Nina Zeuch/Hanneke Geerlings/Heinz Holling/Wim J. van der Linden/  
Jonas P. Bertling*  
Projekt Regelgeleitete Itementwicklung  
Regelgeleitete Konstruktion von statistischen Textaufgaben: Anwendung von  
linear logistischen Testmodellen und Aufgabencloning ..... 52

*Eckhard Klieme/Anika Bürgermeister/Birgit Harks/Werner Blum/Dominik Leiß/  
Katrin Rakoczy*  
Projekt Co<sup>2</sup>CA  
Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht ..... 64

*Olga Kunina-Habenicht/Oliver Wilhelm/Franziska Matthes/André A. Rupp*  
Projekt Kognitive Diagnosemodelle  
Kognitive Diagnosemodelle: Theoretisches Potential und methodische Probleme ... 75

*Aiso Heinze*

Review

Mathematische Kompetenz modellieren und diagnostizieren: Eine Diskussion der Forschungsprojekte des DFG-Schwerpunktprogramms „Kompetenzmodelle“ aus mathematikdidaktischer Sicht ..... 86

## **Naturwissenschaftliche Kompetenzen**

*Tobias Viering/Hans E. Fischer/Knut Neumann*

Projekt Physikalische Kompetenz

Die Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I ..... 92

*Renate Soellner/Stefan Huber/Norbert Lenartz/Georg Rudinger*

Projekt Gesundheitskompetenz

Facetten der Gesundheitskompetenz – eine Expertenbefragung ..... 104

*Ilonca Hardy/Thilo Kleickmann/Susanne Koerber/Daniela Mayer/*

*Kornelia Möller/Judith Pollmeier/Knut Schwippert/Beate Sodian*

Projekt Science – P

Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter ..... 115

*Nina Roczen/Florian G. Kaiser/Franz X. Bogner*

Projekt Umweltkompetenz

Umweltkompetenz – Modellierung, Entwicklung und Förderung ..... 126

*Ilka Parchmann*

Review

Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften – Vielfalt ist wertvoll, aber nicht ohne ein gemeinsames Fundament ..... 135

## **Sprachliche und Lesekompetenzen**

*Wolfgang Schnotz/Nele McElvany/Holger Horz/Sascha Schroeder/Mark Ullrich/*

*Jürgen Baumert/Axinja Hachfeld/Tobias Richter*

Projekt BITE

Das BITE-Projekt: Integrative Verarbeitung von Bildern und Texten in der Sekundarstufe I ..... 143

*Tobias Dörfler/Stefanie Golke/Cordula Artelt*

Projekt Dynamisches Testen

Dynamisches Testen der Lesekompetenz: Theoretische Grundlagen, Konzeption und Testentwicklung ..... 154

<i>Thorsten Roick/Petra Stanat/Oliver Dickhäuser/Volker Frederking/ Christel Meier/Lydia Steinhauer</i>	
Projekt Literarästhetische Urteilskompetenz	
Strukturelle und kriteriale Validität der literarästhetischen Urteilskompetenz .....	165

<i>Hans Anand Pant/Simon P. Tiffin-Richards/Olaf Köller</i>	
Projekt Standard-Setting	
Standard-Setting für Kompetenztests im Large-Scale-Assessment .....	175

<i>Johannes Hartig/Jana Höhler</i>	
Projekt MIRT	
Modellierung von Kompetenzen mit mehrdimensionalen IRT-Modellen .....	189

<i>Albert Bremerich-Vos</i>	
Review	
Modellierung von Aspekten sprachlich-kultureller Kompetenz. Anmerkungen zu den Projektberichten .....	199

## **Fächerübergreifende Kompetenzen**

<i>Ellen Gausmann/Sabina Eggert/Marcus Hasselhorn/Rainer Watermann/ Susanne Bögeholz</i>	
Projekt Bewertungskompetenz	
Wie verarbeiten Schüler/-innen Sachinformationen in Problem- und Entscheidungssituationen Nachhaltiger Entwicklung – Ein Beitrag zur Bewertungskompetenz .....	
	204

<i>Samuel Greiff/Joachim Funke</i>	
Projekt Dynamisches Problemlösen	
Systematische Erforschung komplexer Problemlösefähigkeit anhand minimal komplexer Systeme .....	
	216

<i>Klaus Lingel/Nora Neuenhaus/Cordula Artelt/Wolfgang Schneider</i>	
Projekt EWIKO	
Metakognitives Wissen in der Sekundarstufe: Konstruktion und Evaluation domänenspezifischer Messverfahren .....	
	228

<i>Jens Fleischer/Joachim Wirth/Stefan Rumann/Detlev Leutner</i>	
Projekt Problemlösen	
Strukturen fächerübergreifender und fachlicher Problemlösekompetenz – Analyse von Aufgabenprofilen .....	
	239

*Melanie Schütte/Joachim Wirth/Detlev Leutner*

Projekt Selbstregulationskompetenz

Selbstregulationskompetenz beim Lernen aus Sachtexten – Entwicklung und  
Evaluation eines Kompetenzstrukturmodells ..... 249

*Tobias Gschwendtner/Bernd Geißel/Reinhold Nickolaus*

Projekt Berufspädagogik

Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen  
Grundbildung ..... 258

*Franziska Perels*

Review

Modellierung und Messung fächerübergreifender Kompetenzen und ihre  
Bedeutung für die Bildungsforschung. Kritische Reflexion der Projektbeiträge ... 270

## **Lehrerkompetenzen**

*Simone Bruder/Julia Klug/Silke Hertel/Bernhard Schmitz*

Projekt Beratungskompetenz

Modellierung der Beratungskompetenz von Lehrkräften ..... 274

*Cornelia Gräsel/Sabine Krolak-Schwerdt/Ines Nölle/Thomas Hörstermann*

Projekt Diagnostische Kompetenz

Diagnostische Kompetenz von Grundschullehrkräften bei der Erstellung der  
Übergangsempfehlung: eine Analyse aus der Perspektive der sozialen  
Urteilsbildung ..... 286

*Tina Seidel/Geraldine Blomberg/Kathleen Stürmer*

Projekt OBSERVE

„OBSERVER“ – Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung  
der professionellen Wahrnehmung von Unterricht ..... 296

*Mareike Kunter*

Review

Modellierung von Lehrerkompetenzen. Kommentierung der  
Projektdarstellungen ..... 307

Ilka Parchmann

# Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften

*Vielfalt ist wertvoll, aber nicht ohne ein gemeinsames Fundament*

Review

## 1. Einleitung

Das Schwerpunktprogramm (SPP) „Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen“ impliziert hohe Erwartungen an die Ergebnisse und die Nutzbarkeit der verorteten Forschungsarbeiten, einerseits für die Weiterentwicklung der Bildungsforschung, andererseits als forschungsbastriertes Fundament für Entwicklungsprozesse im Bildungssystem. Die damit explizit verbundene Forderung der beiden Koordinatoren nach einem „integrativen Forschungsprogramm“ (Klieme/Leutner 2006, S. 878) bildet den Leitgedanken der nachfolgenden Ausführungen, die zunächst kurz den Beitrag der vier beteiligten Projekte beleuchten und anschließend eine Gesamtbetrachtung aktueller Arbeiten zur Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften vornehmen.

## 2. Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften – Welchen spezifischen Beitrag leisten die Projekte des SPP?

Im SPP werden Kompetenzen als „kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“ charakterisiert (Klieme/Leutner 2006, S. 879). Die von den Autoren hier zitierte Definition nach White (1959) betont ebenfalls die Wechselwirkung zwischen Individuum und Kontext, hier wird Kompetenz als: „effective interaction (of the individual) with the environment“ charakterisiert (ebd., S. 879). In welcher Weise erfassen die betrachteten Projekte zu den Naturwissenschaften diese Konstrukte?

Alle vier Projekte untersuchen auf hohem Niveau mit unterschiedlichen Methodenrepertoires kognitive Leistungsausprägungen in verschiedenen Situationen. Besonders wertvoll für die Weiterentwicklung der fachdidaktischen Forschung erscheint die Vielfalt der eingesetzten Verfahren, die neben klassischen Testinstrumenten auch qualitative Interpretationen beinhalten. Ebenfalls positiv hervorzuheben sind die unterschiedlichen Blickwinkel, mit denen die Projekte das Kompetenzkonstrukt beleuchten, auch wenn sich gerade dadurch die Forderung nach einer zukünftigen Zusammenführung (s.u.) ergibt. So charakterisiert das Projekt *Science-P* die unterschiedlichen Vorstellungen von Kindern im Grundschulalter und verbindet damit die Forschungsrichtung der Schülervorstellungsuntersuchung mit der der Kompetenzmodellierung. Das Physik-



projekt greift das Modell „ESNaS“, das zur Überprüfung der Nationalen Bildungsstandards in den Naturwissenschaften eingesetzt wird, auf, erweitert dies jedoch um die bisher national wenig, international aber explizit betrachtete Dimension der inhaltlichen Sachstruktur (vgl. Atlas der American Association for the Advancement of Science). Eine Verbindung von kognitiven und affektiven bzw. metakognitiven Komponenten gelingt in den Projekten zur Umwelt- und Gesundheitskompetenz, sodass auch diese eine interessante und wertvolle Verknüpfung bisheriger Forschungstraditionen darstellen. Das eingangs zitierte Wechselspiel zwischen Individuen und Kontexten bzw. Lernumgebungen wird bisher wenig explizit betont, lediglich das Projekt *Gesundheitskompetenz* stellt in Aussicht, „Situationen“ zu klassifizieren. Dies erscheint vor dem Hintergrund, dass nicht nur im Beitrag von Csapó wiederkehrend auf die Problematik des Transfers und damit auch der Übertragbarkeit von Kompetenzaussagen hingewiesen wird, dringend erforderlich.

### 3. Versuch einer Einordnung in ein Gesamtvorhaben

Die Einordnung der vier exemplarischen Projekte in einen Forschungszusammenhang verlangt zunächst die Formulierung einer gemeinsamen Basis hinsichtlich des Grundbegriffsverständnisses (Wie grenzen sich etwa „Kompetenz“, „Wissen“, „Grundbildung“ und „Expertise“ voneinander ab? Vgl. Csapó in diesem Heft), hinsichtlich der Komponenten des Kompetenzbegriffs (Wann und wie erfolgt die auch von Klieme und Leutner geforderte Zusammenführung der Erfassung kognitiver und motivationaler Aspekte? Vgl. Oelkers 2007) und hinsichtlich der Dimensionierung und Graduierung von Kompetenzmodellen (vgl. Tabelle 1 und Parchmann 2008).

Csapó postuliert in seinem Aufsatz drei Dimensionen von Lernzielen (die internale oder psychologische, die disziplinäre und die sozio-kulturelle Dimension), die nach seinen Ausführungen nur zusammenwirkend zu einer Kompetenzentwicklung beitragen können. Lassen sich diese in Einklang bringen mit den Dimensionen der aktuell postulierten Kompetenzmodelle für die Domänen der Naturwissenschaften? Ein Blick in die internationale Forschungsliteratur zeigt hier vorrangig eines: Vielfalt! (vgl. Waddington/Nentwig/Schanze 2007; für das deutsche Bildungssystem vgl. z.B. Hammann 2004; Eggert/Bögeholz 2006; Neumann u.a. 2007; Bernholt u.a. 2009). Die Hintergründe dieser postulierten und z.T. empirisch untersuchten, bisher jedoch nur in Ansätzen bestätigten Modelle sind dabei sehr vielfältig: Während in den großen Studien TIMSS und PISA die Stufen post hoc beschrieben wurden, erwarten andere Modelle Niveaus auf der Basis psychologischer Theorien und Modelle (Bsp. ESNaS, MHC-C). Dimensionen begründen sich z.T. auf der Grundlage von Bildungskonzepten (bspw. *scientific literacy* in PISA), aber auch auf typischen Komponenten naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Bsp. TIMSS oder *Science-P*) oder auf empirischen Befunden quantitativer oder qualitativer Untersuchungen sowie Expertenbefragungen (siehe bspw. das Göttinger Modell zur Bewertungskompetenz oder das Projekt *Gesundheitskompetenz*).

Modell/Projekt	Dimensionen/Komponenten und Stufen/ Niveaus/Ausprägungen
TIMSS III (Klieme et al. 2000)	<p><b>Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sachgebiete</li> <li>● Fähigkeiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Verstehen von Einzelinformationen</li> <li>● Verstehen komplexer Informationen</li> <li>● Konzeptionalisieren und Anwenden</li> <li>● Experimentieren und Beherrschung von Verfahren</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Stufen</b> (post hoc konkretisiert):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Naturwissenschaftliches Alltagswissen</li> <li>● Erklärung einfacher alltagsnaher Phänomene</li> <li>● Anwendung elementarer naturwissenschaftlicher Modellvorstellungen</li> <li>● Verfügung über grundlegende naturwissenschaftliche Fachkenntnisse</li> </ul>
PISA 2006 (Prenzel et al. 2007)	<p><b>Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen</li> <li>● Naturwissenschaftliche Phänomene erklären</li> <li>● Naturwissenschaftliche Evidenz nutzen</li> </ul> <p><b>Stufen</b> (post hoc konkretisiert):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6 Stufen</li> </ul>
Projekt „Science-P/Grundschule“ (Hardy et al., in diesem Heft)	<p><b>Bezugnahme auf Komponenten naturwissenschaftlicher Kompetenzen</b> nach Duit, Häußler &amp; Prenzel 2001:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Inhaltlich/konzeptuelle Komponente</li> <li>● Komponente naturwissenschaftlicher Methoden und Denkweisen</li> <li>● Komponente des Wissenschaftsverständnisses („Nature of Science“)</li> <li>● Komponente des gesellschaftlichen Bezugs</li> </ul> <p><b>Ausgewählte Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Naturwissenschaftliches Wissen</li> <li>● Wissen über die Naturwissenschaften</li> </ul> <p><b>Niveaus</b> (postuliert auf Basis empirischer Literatur zu Schülervorstellungen und Lerntheorien):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Naive Vorstellungen</li> <li>● Zwischenvorstellungen</li> <li>● Wissenschaftliche Vorstellungen</li> <li>● Integration von Vorstellungen</li> </ul>

Modell/Projekt	Dimensionen/Komponenten und Stufen/ Niveaus/Ausprägungen
Länderübergreifende Bildungsstandards (NBS) der Naturwissenschaften (KMK 2005)	<p><b>Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fachwissen (strukturiert nach Basiskonzepten)</li> <li>● Erkenntnisgewinnung</li> <li>● Kommunikation</li> <li>● Bewerten</li> </ul> <p><b>Ausprägungen</b> (vorgegeben)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Orientiert an den drei Anforderungsbereichen der einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung und formuliert für die vier Kompetenzbereiche</li> </ul>
ESNaS und Projekt „Physikalische Kompetenz“ (Neumann et al. 2007; Kauertz 2008; Viering et al. in diesem Heft)	<p><b>Dimensionen des ESNaS-Modells:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Leitidee (vgl. Basiskonzepte der NBS)</li> <li>● Kognitive Aktivität</li> <li>● Komplexität</li> </ul> <p><i>Erweiterung/Differenzierung im SPP:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Konzeptentwicklung</li> <li>● Aufgabenkomplexität als Differenz aus Lösungskomplexität und Textkomplexität</li> </ul> <p><b>Niveaus</b> (postuliert und empirisch untersucht für die Dimension „Komplexität“):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ein Fakt</li> <li>● Zwei Fakten</li> <li>● Ein Zusammenhang</li> <li>● Zwei Zusammenhänge</li> <li>● Übergeordnetes Konzept/mehrere Fakten und Zusammenhänge</li> </ul>
Bremen-Oldenburger Kompetenzmodell (Schecker & Parchmann 2006; Einhaus 2007) und  Model of Hierarchical Complexity (MHC-C; Bernholt et al. 2008, 2009a und b)	<p><b>Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Inhaltsbereich/Basiskonzept (vgl. NBS)</li> <li>● Prozesse (vgl. Kompetenzbereiche der NBS)</li> <li>● Kontexte</li> <li>● Hierarchische Komplexität</li> </ul> <p><b>Stufen</b> (postuliert und empirisch untersucht für die Dimension „hierarchische Komplexität“):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Unreflektiertes Erfahrungswissen</li> <li>● Fakten</li> <li>● Prozessbeschreibungen</li> <li>● Einfache, lineare Kausalität</li> <li>● Multivariate Interdependenz</li> </ul>
Projekt „Umweltkompetenz“ (Roczen et al. in diesem Heft)	<p><b>Dimensionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Umwelthandlungskompetenz</li> <li>● Umweltwissen (Umweltsystemwissen, Handlungswissen, Wirksamkeitswissen)</li> <li>● Naturverbundenheit</li> </ul> <p><b>Stufen/Ausprägungen:</b> nicht formuliert</p>

Modell/Projekt	Dimensionen/Komponenten und Stufen/ Niveaus/Ausprägungen
Projekt „Gesundheitskompetenz“ (Soellner et al. in diesem Heft)	<p><b>Komponenten</b> (verkürzt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fähigkeit zu Selbstregulation</li> <li>● Fähigkeit zur Wahrnehmung eigener Bedürfnisse</li> <li>● Fähigkeit zur Verantwortungsübernahme</li> <li>● Grundfertigkeiten (Bsp. Texte lesen)</li> <li>● Fähigkeit, Informationen angemessen zu interpretieren und zu nutzen</li> <li>● Fähigkeit, Informationen zu beschaffen</li> <li>● Systemwissen</li> <li>● Fähigkeit zur Kommunikation und zur Kooperation</li> <li>● Persönlichkeitseigenschaften</li> </ul> <p>(Hinweis auf Clustering im Originalbeitrag)</p> <p><b>Stufen bzw. aufeinander aufbauende Formen eines zuvor publizierten Stufenmodells</b> nach Nutbeam 2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Funktionale Gesundheitskompetenz</li> <li>● Kommunikative Gesundheitskompetenz</li> <li>● Kritische Gesundheitskompetenz</li> </ul>

Tab. 1: Strukturen von Kompetenzmodellen in Domänen der Naturwissenschaften  
Hinweis: Die uneinheitlichen Begrifflichkeiten (Bsp. Dimensionen – Komponenten) ergeben sich aus den von den Autor/innen verwendeten Darstellungen, die zur Vermeidung verfälschender Aussagen übernommen wurden. Die angeführten empirischen Untersuchungen haben die Konstrukte nicht in allen Facetten bestätigt.

Gemeinsam scheint allen Modellen das Ausweisen einer Dimension oder Komponente „Wissen“ bzw. „Inhalt“ sowie eine den Stufungen zugrunde liegende Annahme von wachsender Vernetzung und Komplexität der inhaltlichen Zusammenhänge und Perspektiven zu sein. Ersteres steht in Übereinstimmung mit zahlreichen empirischen Untersuchungen, die einen starken Einfluss des Vorwissens auf das Lernen bzw. die Entwicklung von Expertise nachweisen. Die Annahme von Komplexität als Schwierigkeit erzeugendem Faktor und von einer mit wachsender Kompetenzausprägung zunehmend strukturierten Vernetzung geht konform mit lernpsychologischen Modellen sowie mit der Sachstruktur von Inhalten (vgl. Case 1992; Commons u.a. 1998; Dawson-Tunik 2006; Fischer/Bidell 2006; Steiner 2006 u.v.a.m). Welche weiteren gemeinsamen Dimensionen und Grundannahmen über Niveaus und Ausprägungen lassen sich domänenübergreifend ausweisen? Hier sollten die Beteiligten zum Abschluss des Programms sicher Auskunft geben können.

Es ist selbstverständlich, dass für das explorative Formulieren und Untersuchen von Kompetenzen zunächst „high impact factors“ (vgl. Hardy u.a. in diesem Heft und Bern-

holt/Parchmann/Commons 2009) fokussiert werden. Diese sollten aber eingebettet sein in ein Gesamtkonstrukt, das auf einer Metaebene über Fachdomänen hinweg *gemeinsame Strukturmerkmale* (bspw. die Dimension „Wissen“ oder Prozessstrukturen von Bewerten) und dazu *domänenspezifische Dimensionen* (bspw. die Basiskonzeptstrukturen oder spezifisches Umweltwissen) ausweist. Auch die *Interaktionen verschiedener Parameter* wie Wissen und Motivation zur Wissensaneignung (vgl. Projekt zur Umweltkompetenz) oder die Auseinandersetzung eines Individuums mit verschiedenen Lernumgebungen (Kontextabhängigkeit) müssen langfristig in ein Gesamtmodell eingebracht werden,<sup>1</sup> um domänenübergreifend Fortschritte zu erlangen und um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

#### 4. Fazit und Ausblick

Die Beiträge zu den Domänen der Naturwissenschaften zeigen alle ein fundiertes und in sich stimmiges Vorgehen zur Modellierung von Kompetenzen; eine kohärente Entwicklung in Richtung eines gemeinsamen Grundmodells von Kompetenz auf der Metaebene *zuzüglich* ausgewiesener Domänen- und Kontextspezifitäten ist bisher jedoch nicht zu erkennen. Dies mag aufgrund der Anfangsphase des SPP auch nicht zu erwarten sein, muss jedoch an dieser Stelle bereits mitgedacht werden, damit ein späteres Zusammenführen und vergleichendes Bewerten von Ergebnissen möglich wird. Empirische, psychometrische Forschung im Bereich der Kompetenzmodellierung kann zweifelsohne einen entscheidenden Beitrag für die Weiterentwicklung der allgemeinen und fachdidaktischen Bildungsforschung und eine fundierte Basis für Prozesse im Bildungssystem darstellen, sofern es gelingt, die gewonnenen Ergebnisse über die einzelnen Projektfragen hinaus zu einem kohärenten Gefüge zusammenzuführen. Fragen wie „Wie ist der Stand der Forschung auf dem Gebiet der Kompetenzmodellierung?“ lassen sich kaum mit „Aus der Physik wissen wir etwas über Komplexität, aus der Umweltbildung etwas über Naturbewusstsein, aus der Grundschule etwas über das Wissenschaftsverständnis von Kindern.“ beantworten, sondern sollten längerfristig zu Aussagen führen, wie sie in den Naturwissenschaften üblich sind: „Heutige Modelle und experimentelle Befunde zeigen für die Struktur von Atomen [analog für ein Grundmodell „Kompetenz“] allgemein folgende Parameter: ...; für die besonderen Eigenschaften des Goldes [analog für Kompetenzausprägungen in ausgewählten Domänen] lassen sich damit folgende Vorhersagen und Erklärungen treffen: ...“ Das SPP kann und sollte m. E. zu diesem Ziel einen wichtigen Beitrag leisten.

<sup>1</sup> Diese Forderung stellt nicht die Domänen- und Kontextbezogenheit von Kompetenzentwicklungen in Frage, sondern verlangt im Gegenteil nach deren expliziter Ausweisung im Rahmen eines Grundmodells von Kompetenzstruktur.

## Literatur

- American Association for the Advancement of Science: Atlas of Scientific Literacy. <http://www.project2061.org/publications/atlas/default.htm> [21.09.2009].
- Bernholt, S./Parchmann, I. (2008): Lösungsstrategien bei der Bearbeitung von Aufgaben. In: Höttecke, D. (Hrsg.): Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Berlin: Lit, S. 215–217.
- Bernholt, S./Parchmann, I./Commons, M.L. (2009): Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 15, S. 217–243.
- Bernholt, S./Walpuski, M./Sumfleth, E./Parchmann, I. (2009): Kompetenzentwicklung im Chemieunterricht – mit welchen Modellen lassen sich Kompetenzen und Aufgaben differenzieren? In: Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie, Themenheft „Differenzieren“, S. 78–85.
- Case, R. (1992): Neo-Pagetian theories of intellectual development. In: Beilin, H./Pufall, P.B. (Hrsg.): Piaget's theory: Prospects and possibilities. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 61–104.
- Commons, M.L./Trudeau, E.J./Stein, S.A./Richards, F.A./Krause, S.R. (1998): Hierarchical Complexity of Tasks Shows the Existence of Developmental Stages. In: *Developmental Review* 18, H. 3, S. 237–278.
- Csapó, B. (2010): Goals of Learning and the Organization of Knowledge. In: Klieme, E./Leutner, D./Kenk, M.: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. In: 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim/Basel: Beltz, S. 12–27.
- Dawson-Tunik, T.L. (2006): Stage-like patterns in the development of conceptions of energy. In: Liu, X./Boone, W. (Hrsg.): Applications of Rasch measurement in science education. Maple Grove, MN: JAM Press, S. 111–136.
- Duit, R./Häußler, P./Prenzel, M. (2001): Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim/Basel: Beltz, S. 169–185.
- Eggert, S./Bögeholz, S. (2006): Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Schwerpunkt Prozessdimension „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ im Kontext Nachhaltiger Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 12, S. 199–217.
- Einhaus, E. (2007): Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre – Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen. Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 63, Berlin: Logos.
- Fischer, K.W./Bidell, T.R. (2006): Dynamic development of action, thought, and emotion. In: Damon, W./Lerner, R.M. (Hrsg.): Theoretical models of human development. Handbook of child psychology. Bd. 1. New York: Wiley, S. 313–399.
- Hammann, M. (2004): Kompetenzentwicklungsmodelle: Merkmale und ihre Bedeutung – dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 57, H. 4, S. 196–203.
- Hardy, I./Kleickmann, T./Koerber, S./Mayer, D./Möller, K./Pollmeier, J./Schwippert, K./Sodian, B. (2010): Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter. In: Klieme, E./Leutner, D./Kenk, M.: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim/Basel: Beltz, S. 114–124.
- Kauertz, A. (2008): Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben. In: Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 79. Berlin: Logos.
- Klieme, E./Baumert, J./Köller, O./Bos, W. (2000): Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung: Konzeptuelle Grundlagen und die Erfassung und Skalierung von Kompetenzen. In: Baumert, J./Bos, W./Lehmann, R. (Hrsg.): Dritte Internationale Mathematik- und Na-

- turwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Bd. 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit. Opladen: Leske + Budrich, S. 85–133.
- Klieme, E./Leutner, D. (2006): Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. In: Zeitschrift für Pädagogik 53, H. 6, S. 876–903.
- KMK, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2005): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand.
- Neumann, K./Kauertz, A./Lau, A./Notarp, H./Fischer, H.E. (2007): Die Modellierung physikalischer Kompetenz und ihrer Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 13, S. 103–123.
- Nutbeam, D. (2000): Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st Century. In: Health Promotion International 15, S. 259–267.
- Oelkers, J. (2007): Bildungsstandards am Gymnasium – Ein neues Problem? In: Labbude, P. (Hrsg.): Bildungsstandards am Gymnasium – Korsett oder Katalysator? Bern: hep, S. 27–36.
- Parchmann, I. (2008): Bildungsstandards und Kompetenzmodelle – Katalysatoren für fachdidaktische Forschung, Lehrerbildung und Unterrichtsentwicklung? In: Höttecke, D. (Hrsg.): Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Berlin: Lit, S. 5–13.
- Prenzel, M./Artelt, C./Baumert, J. (Hrsg.) (2007): PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. Münster: Waxmann.
- Roczen, N./Kaiser, F./Bogner, F. (2010): Umweltkompetenz – Modellierung, Entwicklung und Förderung. In: Klieme, E./Leutner, D./Kenk, M.: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim/Basel: Beltz, S. 125–133.
- Schecker, H./Parchmann, I. (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 12, S. 45–66.
- Soellner, R./Huber, S./Lenartz, L./Rudinger, G. (2010): Facetten der Gesundheitskompetenz – eine Expertenbefragung. In: Klieme, E./Leutner, D./Kenk, M.: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim/Basel: Beltz, S. 104–113.
- Steiner, G. (2006): Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, A./Weidenmann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim/Basel: Beltz, S. 137–202.
- Viering, T./Fischer, H.E./Neumann, K. (2010): Die Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. In: Klieme, E./Leutner, D./Kenk, M.: Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim/Basel: Beltz, S. 92–103.
- Waddington, D./Nentwig, P./Schanze, S. (Hrsg.) (2007): Standards in Science Education. Münster: Waxmann.

### **Anschrift der Autorin**

Ilka Parchmann, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Olshausenstraße 62, D-24098 Kiel  
E-Mail: [parchmann@ipn.uni-kiel.de](mailto:parchmann@ipn.uni-kiel.de)