



Marco Adamina, Markus Kübler, Katharina Kalcsics, Sophia Bietenhard, Eva Engeli (Hrsg.)

„Wie ich mir das denke und vorstelle...“

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft

Adamina / Kübler / Kalcsics /
Bietenhard / Engeli

**„Wie ich mir das denke
und vorstelle...“**

Marco Adamina
Markus Kübler
Katharina Kalcsics
Sophia Bietenhard
Eva Engeli
(Hrsg.)

„Wie ich mir das denke und vorstelle...“

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern
zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und
des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

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

2018.h. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Zeichnung Umschlagseite 1: © Nils, 6.2 Jahre, Kindergartenschüler. Quelle: M. Kübler.
Satz: Kay Fretwurst, Spreau.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.

Printed in Germany 2018.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-2257-2

Inhalt

<i>Marco Adamina, Markus Kübler, Katharina Kalcsics, Sophia Bietenhard und Eva Engeli</i>	
Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Themen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft – Einführung	7
<i>Ilonca Hardy und Nicola Meschede</i>	
Schülervorstellungen – lern- und entwicklungspsychologische Grundlagen	21
<i>Kornelia Möller</i>	
Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht	35
<i>Andreas Hartinger und Lydia Murmann</i>	
Schülervorstellungen erschließen – Methoden, Analyse, Diagnose	51
<i>Sophia Bietenhard, Anne-Marie Gafner Knopf und Barbara Jaun-Holderegger</i>	
Befinden und sich kennen: Glück, Gesundheit, Körper	63
<i>Marcus Schrenk und Petra Baisch</i>	
Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten – Schülervorstellungen	85
<i>Jan Christoph Hadenfeldt, Irene Neumann, Knut Neumann und Mirjam Steffensky</i>	
Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen – Schülervorstellungen	103
<i>Florian Böschl, Thomas Ottlinger und Kim Lange-Schubert</i>	
Phänomene der lebenden und nicht lebenden Natur erforschen: Sinne, Optik, Akustik – Schülervorstellungen	121
<i>Jan Christoph Schubert</i>	
Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlich-geographischen Phänomenen und Themen	139

<i>Kornelia Möller und Hans-Peter Wyssen</i>	
Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschließen – und dabei Schülervorstellungen berücksichtigen	157
<i>Anne-Marie Gafner Knopf und Meike Wulfmeyer</i>	
Schülerinnen- und Schülervorstellungen zu Wirtschaft, Arbeit, Produktion und Konsum	175
<i>Marco Adamina</i>	
Wie Schülerinnen und Schüler Räume und räumliche Situationen wahrnehmen und sich räumlich orientieren	195
<i>Marco Adamina</i>	
Schülerinnen- und Schülervorstellungen zur Erde, zu fernen Räumen und zu Lebensweisen von Menschen in verschiedenartigen Gebieten der Erde	211
<i>Markus Kübler</i>	
Zeit, Dauer und Wandel verstehen – Geschichte und Geschichten unterscheiden – Historisches Denken bei 4- bis 11-jährigen Kindern	231
<i>Michel Dängeli und Katharina Kalsics</i>	
Politische Vorstellungen von Primarschülerinnen und -schülern zu ausgewählten Lerngegenständen	253
<i>Sophia Bietenhard</i>	
Schülerinnen und Schüler denken nach über große Fragen und gerechtes Handeln	269
<i>Dominik Helbling</i>	
Wie Kinder Religion und Religionen begegnen	291
<i>Marco Adamina</i>	
Interessen von Schülerinnen und Schülern am Fach und an Themen des Sachunterrichts bzw. des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG)	311
Autorinnen und Autoren	327

*Marco Adamina, Markus Kübler, Katharina Kalcsics,
Sophia Bietenhard und Eva Engeli*

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Themen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft¹ – Einführung

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern – Begriffsklärungen

Lernende verfügen bereits über verschiedenste Erfahrungen, Erinnerungen und Kenntnisse zu den Lerngegenständen, zu Phänomenen, Sachen und Situationen der Welt, bevor sie in den Kindergarten bzw. die Grundschule eintreten. Sie haben bereits spezifische eigene Präferenzen und Interessen sowie Einstellungen zu Themen und Lerngegenständen aufgebaut, ohne dass sie diese im Sachunterricht bzw. im Natur-Mensch-Gesellschaft-Unterricht behandelt haben. Beeinflusst durch ihre Anlagen und ihre Sozialisation (familiäre Umwelt, Begegnungen mit Menschen und medialen Produkten, reale Umgebung) haben sie die Eindrücke individuell verarbeitet und Vorstellungen konstruiert. So verfügen sie über sehr unterschiedliche Vorstellungen, mit denen sie in den Unterricht kommen. Im Unterricht entwickeln und verändern die Lernenden ihre Vorstellungen durch eigene Wahrnehmungen, weiterführende Konstruktionen sowie durch den Austausch mit anderen.

Unter den Begriffen des Präkonzepten bzw. der Schülervorstellungen werden nach Möller (2015, 44) im weitesten Sinne Alltagsvorstellungen der Kinder, Vorstellungen, Vorerfahrungen, misconceptions, prior beliefs oder alternative frameworks als Bezeichnungen zusammengefasst. Präkonzepte bezeichnen also alle Vorstellungen von Kindern zu bestimmten Aspekten der Welt (vgl. dazu wie auch zum nächsten Abschnitt den Beitrag von Möller in diesem Band, S. 35ff.).

Dabei ist letztlich noch nicht klar, ob diese Präkonzepte, wie Vosniadou und Brewer (1992) sowie Carey (1985) vermuten, aus kohärenten, theorieähnlichen Strukturen bestehen oder ob die naiven Vorstellungen der Kinder gemäß diSessa (2008) eher unstrukturierte, lose verknüpfte Wissensbestandteile sind. Unstrittig und empirisch belegt ist, dass Präkonzepte eine hohe Resistenz gegen Veränderungen aufweisen

1 Der Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) im Lehrplan 21 für die deutschsprachige Schweiz entspricht im Wesentlichen dem Sachunterricht in Deutschland, umfasst aber zusätzlich den Bereich Ethik und Philosophie sowie den bekenntnisunabhängig konzipierten Bereich Religionskunde.

und dass durch Unterricht nur selten ein radikaler Konzeptwechsel provoziert werden kann. In der schulischen Bearbeitung ist deshalb davon auszugehen, dass diese „tief verwurzelten Konzepte ... so stark sind, dass die Wahrnehmung des im Unterricht Gebotenen verändert wird“ (Möller 2015, 244). Der Stand der Forschung kann wie folgt zusammengefasst werden: Ein Unterricht, der nicht auf das Vorwissen der Kinder eingeht, erzeugt meist nur träges Wissen, das sich dann kaum gegen Alltagsdeutungen und Vorerfahrungen behaupten kann und sich damit letztlich als unwirksam erweist (Möller 1999, 127). Mithin findet also höchstens ein „enrichment“, eine Anreicherung, aber kaum ein Konzeptwechsel statt. Unterricht zielt aber – ausgehend von den Präkonzepten – auf eine zunehmende Entwicklung und Veränderung in Richtung belastbarer Konzepte (zur Begrifflichkeit „belastbare Konzepte“ und „nicht belastbare Konzepte“ vgl. z.B. Engelen, Jonen & Möller 2002).

In Anlehnung an Duit (2002), Girg (1994) und Möller (1999) kann man obigen Überlegungen folgend Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern als gedankliche Konglomerate und mentale Konstruktionen beschreiben, die sich aus ihren Wahrnehmungen und Sinneseindrücken, ihren Erfahrungen, Erinnerungen, Erkenntnissen, Emotionen zu Sachen und Situationen ergeben. In einem erweiterten Verständnis gehören zu diesen Vorstellungen nicht nur Elemente, die das Verstehen einer Sache betreffen, sondern auch Einstellungen, Überzeugungen, Interessen und Wertungen, weil diese die gedanklichen Konstrukte in hohem Masse beeinflussen und mitprägen. Möller verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff Bewusstseinsinhalte (vgl. Möller in diesem Band, S. 35). Im vorliegenden Sammelband findet auch der Begriff Schülervoraussetzungen Verwendung. Unterschieden wird dabei zwischen kognitiven und motivational-affektiven Aspekten (Seidel, Jurik, Häusler & Stubben 2016; vgl. dazu den Beitrag von Hardy und Meschede in diesem Band (S. 21ff.).

Die Entwicklungs- und Denkpsychologie beschreibt seit längerem die Entwicklungen von grundlegenden, kindlichen Denkopoperationen. Piagets Theorie der Denkentwicklung prägte dabei lange Zeit die Beschreibung der geistigen Entwicklung von Kindern (Sodian 2012, 385ff.). Ansätze der Informationsverarbeitung erklärten hingegen die kognitive Entwicklung nicht als Ausdruck einer stadien-typischen Einschränkung des Denkens, sondern mit der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, welche sich im Laufe zunehmenden Lebensalters bei Kindern erhöht und darum eine komplexere Arbeitsweise ermöglicht. Dieser Ansatz geht davon aus, dass die (biologische) Reifung des präfrontalen Kortex der bestimmende Faktor für die Entwicklung des Denkens darstellt.

Diese Forschungsansätze versuchen insgesamt, die kindliche Denkentwicklung tendenziell unabhängig von seinen Domänen (bzw. Inhalten) zu beschreiben, oder die Domänen dienen dabei nur als exemplarische Beispiele, um die allgemeinen kognitiven Operationen zu identifizieren. Ihre Kernfrage dabei lautet darum: Wie denken Kinder? Empirisch fundiert sind aber diese beschriebenen Ansätze nur mit wenigen

Belegen. Dagegen zeigt sich, dass die Denkleistungen von Kindern weit mehr von der Art der gestellten Aufgabe und dem Inhaltsbereich abhängen. Kinder können also in spezifischen, sie interessierenden Themen hohe kognitive Leistungen erbringen (Sodian 2012). Die Kernwissensthese von Carey und Spelke (1994) argumentiert darum, dass Kinder über ein angeborenes *domänenspezifisches* Wissen verfügen, insbesondere in den Bereichen einer intuitiven Mathematik (numerisches Wissen), Physik, Biologie und der Psychologie (theory of mind); (vgl. dazu den Beitrag von Hardy & Meschede in diesem Band, S. 21ff.).

Es ist deshalb von großer Bedeutung, dass in einem Band die domänenspezifischen Vorstellungen der Kinder über die Welt zusammengetragen werden. Ein Überblick über den Forschungsstand zur Kernfrage „*Was denken Kinder (über die Welt und ihre Sachen)?*“ scheint überfällig zu sein, um die Übertragung einer auf kognitiv-konstruktivistischen Grundlagen beruhenden Lern- und Lehrtheorie in die praktische Anwendung für die Planung und Umsetzung von Unterricht zu ermöglichen.

In vielen Beiträgen zu Schülerinnen- und Schülervorstellungen finden sich im Zusammenhang mit lebensweltlichen Erfahrungen die Begriffe Alltagsvorstellungen, Alltagstheorien und subjektive Theorien. Von Präkonzepten wird gesprochen, wenn die Vorstellungen und Vorwissensbestände gemeint sind, die Kinder vor dem Unterricht haben bzw. in den Unterricht einbringen (vgl. dazu auch Möller 1999). Fehlkonzepte bzw. Misconceptions stehen für Vorstellungen von Lernenden, die gegenüber sachlich-fachlichen Konzepten falsche, unvollständige oder fehlerhafte Überlegungen, Folgerungen enthalten. In neueren Beiträgen wird diese bereits stark wertende Begrifflichkeit nicht mehr verwendet, und es wird eher von alternativen Konzepten oder auch von naiven Vorstellungen gesprochen, wobei letzterer Begriff auch als wertend angesehen werden kann (vgl. dazu auch die Ausführungen von Möller in diesem Band, S. 35ff.). In der Literatur finden sich unterschiedliche Verständnisse und Konzeptualisierungen zu domänenspezifischen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler. So werden z.B. Vorstellungen im Sinne von vernetzten Konzepten zu Begriffen wie Leben, Zeit, Raum und im Sinne von Überzeugungen zu Situationen, Phänomenen und Vorkommnissen unterschieden (Carey 1986). Ein anderer Ansatz liegt darin, unterschiedliche Komplexitätsstufen bei Vorstellungen zu unterscheiden, welche bei der Ausprägung von Begriffen, Denkfiguren und individuellen Theorien erfolgen (vgl. z.B. Gropengiesser 2003).

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern als bedeutsamer Prädiktor für das Lernen und Lehren

Lernen im Sach- und NMG-Unterricht wird im vorliegenden Band als Entwicklung und Veränderung von Vorstellungen, Konzepten, Überzeugungen zu Phänomenen, Sachen und Situationen unseres Lebens und unserer Umwelt verstanden. Als Erweiterung und Differenzierung von Wegen, Methoden und Strategien

zur Wahrnehmung, Erschließung, Erkenntnisgewinnung und Orientierung in diesen Bereichen sowie zur Entwicklung von Handlungsoptionen und -weisen in verschiedenen Welten (vgl. dazu GDSU 2013; D-EDK 2015). Den theoretischen Bezugsrahmen für dieses Lernverständnis bilden Ansätze und Konstrukte der Conceptual-Change-Forschung, die über die verschiedenen Perspektiven des Sach- und NMG-Unterrichts hinweg breite Zustimmung gefunden haben (vgl. dazu die Ausführungen von Möller in diesem Band, S. 35ff.).

In der lernpsychologischen und fachdidaktischen Forschung und Diskussion besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass bisher aufgebaute Vorstellungen und das bereichsspezifische Vorwissen entscheidend das weitere Lernen beeinflussen. Lernleistungen von Schülerinnen und Schüler hängen in einem hohen Masse von ihren Vorkenntnissen, den bereits erworbenen Lernstrategien sowie ihrem Fähigkeitsselbstkonzept, ihrer Lernmotivation und ihren Interessen ab (Helmke 2015; Möller 1997; Stern 2006). „*Vorstellungen bestimmen das Lernen, weil man das Neue nur durch die Brille des bereits Bekannten ‚sehen‘ kann.*“ (Duit 2004, 1). Für die Weiterentwicklung kindlicher Vorstellungen über die Welt spielt diese grundlegende erkenntnistheoretische Gegebenheit somit eine zentrale Rolle: Vorhandene Vorstellungen können wichtige Anknüpfungspunkte darstellen, um Neues besser zu verstehen. Gleichzeitig können sie aber auch hinderlich für weiteres Lernen sein, wenn sie bereits so tief verankert sind, dass sie neue Erkenntnisse nicht oder nur ungenügend zulassen. Überdies konstruieren Lernende oft auch andere Vorstellungen und Konzepte als diejenigen, welche von der Lehrperson gemeint und von ihr angelegt, erklärt und präsentiert werden (vgl. ebd.).

Bereits Weinert und Helmke (1997) konnten in ihren Untersuchungen im Rahmen der SCHOLASTIK-Studie aufzeigen, dass die individuellen Voraussetzungen einen größeren Einfluss auf Leistungsunterschiede zwischen den Lernenden haben als beispielsweise Faktoren der Unterrichtsqualität. Die Vorstellungen und Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler beeinflussen die individuelle Aufnahme und Bearbeitung von Informationen und Aufgaben im Unterricht. Gleichzeitig beeinflussen sie auch die Interaktionen zwischen den Lernenden, mit den Lehrenden sowie die individuelle und kooperative Nutzung der Lerngelegenheiten und Lernumgebungen (vgl. z.B. Seidel et al. 2016). Unterdessen ist mittels Metaanalysen vielfach belegt, dass das Vorwissen einer der wichtigsten Prädiktoren für die Lernleistung ist (vgl. dazu Hattie, Beywl & Zierer 2014, 49-51).

Den aktuellen Stand der Lehr-Lernforschung und der fachdidaktischen Forschung bringt Reusser wie folgt auf den Punkt:

„Je aktiver und selbstgesteuerter, problemorientierter, *besser mit dem eigenen Vorwissen verknüpft, bewusster und reflektierter*, dialogischer und interaktiver Wissen erworben, (ko-) konstruiert und durchgearbeitet wird, desto besser wird es verstanden (Transparenz, Klarheit), desto dauerhafter wird es behalten (Stabilität), desto beweglicher kann es beim Denken und Handeln genutzt werden (Transfer, Mobilität) und desto positiver werden die

damit verbundenen Lernprozesse erlebt (Relevanz, Interesse, Motivationsgewinn, Selbstwirksamkeit)“ (Reusser 2011, zitiert in Reusser, Stebler, Mandel & Eckstein 2013, 45).

Das Aufnehmen von Vorstellungen der Lernenden bei der Planung und Gestaltung von Unterricht sowie der häufige und regelmässige Einblick in Konzeptentwicklungen der Lernenden im Unterricht ist folglich für die weitere Lernbegleitung und -unterstützung eine zentrale fachdidaktische Notwendigkeit und stellt darum eine Herausforderung für die Professionalität der Lehrpersonen dar (vgl. dazu Kunter 2016; Möller 2016). Je vertiefter die Einsichtnahme einer Lehrperson in die Vorstellungen und Konzepte der Lernenden ist, desto besser kann sie Arrangements von Lerngelegenheiten mit entsprechenden leistungs-, neigungs- und interessenbezogenen Differenzierungen treffen sowie Diagnosen für das weitere Lernen erstellen.

Ergebnisse aus einzelnen Studien zur Unterrichtsplanung und -umsetzung zeigen hingegen, dass Lehrpersonen in der Unterrichtspraxis Vorstellungen und Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler kaum oder nur ansatzweise aufnehmen und einbeziehen (Koch-Priewe 1995; Schniotalle 2003). In einer Untersuchung zum Wissenserwerb in der Weiterbildung zum NMG-Unterricht (Balmer & Adamina 2006) wurde deutlich, dass Lehrpersonen zwar dem Einbezug des Vorwissens Beachtung beimessen, ihn bei der Planung aber oft nur unzureichend berücksichtigen (können).

Die Didaktische Rekonstruktion (Kattmann, Duit, Gropengiesser & Komorek 1997) stellt ein breit abgestütztes und in vielen Fachdidaktiken angewandetes Modell für die didaktische Strukturierung von Unterrichtsvorhaben zur Verfügung. Bei diesem werden in einem iterativen Verfahren die Erschließung und Analyse der Schülervorstellungen und die sachbezogene Analyse von Lerngegenständen einbezogen und miteinander in Beziehung gesetzt. Das Modell hat die fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeit in verschiedener Hinsicht geprägt und damit dazu beigetragen, dass der Blick auf Vorstellungen, Erfahrungen und Ressourcen der Lernenden geschärft und ihre Vorstellungen bei der Planung und Gestaltung von Unterricht eine bedeutendere Rolle spielen. Die Didaktische Rekonstruktion wird in der Ausbildung der Lehrpersonen im Sach- und NMG-Unterricht breit angewendet und konfrontiert die Studierenden mit Fragen der Erschließung von und Auseinandersetzung mit Schülerinnen- und Schülervorstellungen. Wie weit dies allerdings Auswirkungen auf die Planung und die Gestaltung von Lernarrangements hat, ist bisher nicht erforscht worden. Erfahrungsbasierte Erkenntnisse zeigen, dass Studierende des Lehramts zwar Vorstellungen und Konzepte ihrer zukünftigen Lernenden während der Praktikumsplanung erheben, aber oft Mühe bekunden, diese produktiv für die Unterrichtsvorbereitung und -durchführung zu nutzen und entsprechende Bezüge zu schaffen.

Die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern wie auch deren Einstellungen, Überzeugungen und Lernstrategien während des Lernprozesses können nicht unmittelbar erschlossen werden, sondern bieten verschiedene wissenschaftsmethodische und didaktische Herausforderungen. Lernende bringen ihre Vorstellungen mit unterschiedlichen mentalen Repräsentationsformen wie Sprache, Bilder und Handlungen zum Ausdruck. Diese Repräsentationen zeigen ansatz- und anschnittsweise, wie sich Lernende Sachen und Situationen denken und vorstellen; dies so gut und umfassend, wie es ihnen sprachlich, ikonisch und handelnd möglich ist. Abhängig ist dies in hohem Masse von der Art und Weise der Einblicknahme in Vorstellungen, der Unterbreitung entsprechender Aufgaben und Aufträge, der Dialog- und Austauschkultur in der Klasse, der Bereitschaft der Lernenden, sich diesbezüglich zu äußern etc. (vgl. dazu die Ausführungen von Hartinger und Murmann in diesem Band, S. 51ff. sowie Murmann 2013). Zudem muss stets im Blick sein, dass das, was in Beiträgen zu Schülerinnen- und Schülervorstellungen beschrieben wird, vor allem auch dem entspricht, was in der Konzeption der Befragung angelegt, in dieser wahrgenommen und erschlossen und anschließend analysiert, konstruiert und interpretiert wird.

Deshalb sind die professionellen Kompetenzen der Lehrpersonen, ihre Wahrnehmungs-, Analyse- und Diagnosefähigkeiten, die adaptiven Fähigkeiten bezogen auf die Lernendenperspektive sowie die Lernunterstützung und -begleitung durch kognitive Aktivierung und inhaltliche Strukturierung entscheidend für den Einbezug der Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern in die Unterrichtsplanung und in den Unterricht (vgl. dazu die Ausführungen von Möller in diesem Band, S. 35ff.).

Entsprechend konnte in mehreren Untersuchungen bereits festgestellt und nachgewiesen werden, dass das Wissen der Lehrpersonen über sach- und lerngegenstandsspezifische Vorstellungen der Lernenden einen Einfluss auf deren Lernförderung und die Lernleistungen hat (vgl. Kunter, Baumert, Blum, Klusmann, Krauss & Neubrand 2011; Lange, Kleickmann, Tröbst & Möller 2012).

Entwicklung und Stand der Forschung zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Sachunterricht und im Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft

Die Frage danach, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler zu Phänomenen, Sachen und Situationen haben und was dies für die Unterrichtsplanung und -gestaltung bedeutet, ist schon seit längerer Zeit Gegenstand von Erörterungen und Diskussionen in der Pädagogik und Didaktik. Bereits vor mehr als hundert Jahren publizierte Hartmann (1910) „Die Analyse des kindlichen Gedankenkreises als die naturgemäße Grundlage des ersten Schulunterrichts“. In dieser Publi-

kation finden sich die Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen zum Vorwissen von Lernenden wie z.B. die Annaberger Erhebungen, in welcher den Lernenden u.a. 100 Fragen zu Naturgegenständen und -ereignissen, zur räumlichen Umgebung und anderen Bereichen unterbreitet wurden. Auch in seiner Konzeption des genetischen Lehrens weist Wagenschein (1968) auf die Bedeutung der Gedanken, Ideen, Vorstellungen und bisherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler für das Lernen und im Unterricht (z.B. im Rahmen von sokratischen Gesprächen) hin.

Im Zusammenhang mit der kognitiven Wende und den konstruktivistischen Ansätzen in der Lernforschung wie auch durch die zunehmende Beschäftigung mit Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern erfolgt seit ungefähr fünfzig Jahren eine immer intensivere Forschung zu kindlichen Vorstellungen und Konzepten. Diese bezog und bezieht sich nicht nur auf Lernschwierigkeiten, sondern vor allem auch auf Vorstellungen der Lernenden zu verschiedenen – vorerst insbesondere naturwissenschaftlichen – Phänomenen und Konzepten. Aus fachdidaktischer Sicht bestand und besteht dabei vor allem das Anliegen, Vorschläge für die Neu- und Weiterentwicklung von Lernumgebungen und -situationen auszuarbeiten und zu implementieren.

Die Erforschung von Schülervorstellungen entwickelte sich in den verschiedenen Fachdidaktiken sehr unterschiedlich; bezogen auf die Perspektiven des Sach- und NMG-Unterrichts am ausgeprägtesten zu naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen (vgl. dazu auch Duit 1997), zunehmend aber auch zum historischen und geographischen Lernen. In geringerem Umfang finden sich nach wie vor Untersuchungen zu Schülervorstellungen zu sozialwissenschaftlichen, wirtschaftlichen, ethischen und teilweise auch religionskundlichen Themen und Inhalten, die aus konzeptuellen didaktischen Traditionen kommen. Eine 2015 publizierte Bestandesaufnahme zu Inhalten, didaktischen Konzeptionen und zur Forschungslage in Ethik, Religionen, Gemeinschaft als Perspektive des Fachs Natur, Mensch, Gesellschaft machte den diesbezüglich erheblichen Bedarf an fachdidaktischer Forschung deutlich (Bietenhard, Helbling & Schmid 2015). Diese unterschiedlichen Sachverhalte und Situationen werden in den Beiträgen in diesem Band ersichtlich und zeigen auf, dass die Ausgangslage für die Ausarbeitung der Beiträge für die Autorinnen und Autoren sehr unterschiedlich war. Dementsprechend unterscheiden sich die einzelnen Beiträge in der Anlage und in der Darstellung der Ergebnisse aus der Erforschung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen, den ausgewählten inhaltlichen Aspekten oder der Forschungsmethoden und Probandengruppen teilweise sehr stark voneinander.

Ausführliche Bibliographien zur Erforschung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen bestehen z.B. für die Naturwissenschaften (Duit 2009) und die Geowissenschaften (Reinfried & Schuler 2011). Diese führen allerdings mehrheitlich Untersuchungen zu Vorstellungen von Lernenden auf der Sekundarstufe I und II

auf und wurden seit 2009 bzw. 2011 nicht mehr aktualisiert. Allerdings geben sie nach wie vor einen Einblick in Arbeiten zur Erforschung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen. Für einzelne Fachdidaktiken liegen bereits – zwar auch da vor allem auf die Sekundarstufen I und II ausgerichtet – Lehrbücher, Sammelbände und Themenhefte von Fachzeitschriften zu Schülervorstellungen vor, so z.B. für Physik, Biologie, Chemie und Geographie (vgl. dazu z.B. Müller, Wodzinski & Hopf 2004; Hammann & Asshoff 2014; Reinfried 2010). Für den Sachunterricht liegen einzelne Handreichungen vor (vgl. z.B. Heran-Dörr 2011).

Insbesondere in den letzten zwanzig Jahren wurden diverse größere Untersuchungen im Rahmen von Projekten und Dissertationen zur Erforschung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen in verschiedenen Bereichen des Sachunterrichts durchgeführt, auch zu Bereichen, zu denen bisher erst wenige Ergebnisse vorlagen sowie zu aktuellen Themen wie z.B. zum Klimawandel. Auf diese Untersuchungen wird in den einzelnen Beiträgen in diesem Band näher eingegangen. Ergänzend finden sich im Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (Kahlert, Fölling-Albers, Götz, Hartinger, Miller & Wittkowske 2015) im Teil 3 sowie im Band 4 Basiswissen Sachunterricht (Kaiser & Pech 2004) Beiträge zu sachunterrichtsspezifischen Lernvoraussetzungen. Neben den bekannten domänenspezifischen Themen werden dabei auch Ergebnisse zu anthropologischen Lernvoraussetzungen, zur kognitiven und moralischen Entwicklung, zu Gender im Lehr-Lernprozess sowie zur Bedeutung des Vorwissens und zu Lernvoraussetzungen im Sachunterricht berücksichtigt. Verschiedene Beiträge im vorliegenden Band machen zudem deutlich, wie sehr interdisziplinäre und perspektivenverbindende Forschungen zu Themengebieten, zur Alltagswelt und zu Prägungen und Entwicklungen von Kindern und Jugendlichen wünschbar sind. Neben den Fachdidaktiken und der Lern- und Entwicklungspsychologie ist dabei auch die gross angelegte sozialwissenschaftliche Kindheits- und Jugendforschung einzubeziehen.

Seit mehreren Jahren entstehen zunehmend Lehrmittel, Unterrichtshilfen und Handreichungen, die auf der Basis der Forschungsergebnisse zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern konzipiert wurden. Die Anlage von Lernumgebungen und die Ausarbeitung von Materialien wurden dementsprechend beeinflusst (vgl. dazu z.B. auch Möller 2010). In ausgeprägter Form wird dies in der Reihe der Lern- und Lehrmaterialien „Lernwelten Natur- Mensch-Mitwelt“ (vgl. www.nmm.ch) und insbesondere in den KINT-Klassenkisten zu verschiedenen Themen des naturwissenschaftlichen und technischen Sachunterrichts sichtbar. Mit dem Spiralcurriculum Magnetismus wurden davon ausgehend und in einem kumulativen Ansatz Lernumgebungen und Lernmaterialien von der Eingangsstufe bis zur Sekundarstufe I entwickelt (vgl. Möller, Bohrmann, Hirschmann, Wilke & Wyssen 2013; Steffensky & Hardy 2013).

Zur Ausrichtung des vorliegenden Bandes

Die Idee zur Herausgabe dieses Bandes entstand aus dem Anliegen heraus, einige der grundlegenden Ergebnisse der Forschung zu Schülerinnen- und Schülervorstellungen für die verschiedenen inhaltlichen Perspektiven des Sach- und Natur-Mensch-Gesellschaft-Unterrichts zu sammeln und zugänglich zu machen. Ergänzend dazu soll, ausgehend von fachdidaktischen und lernpsychologischen Konzepten und Forschungen, die Bedeutung der Schülerinnen- und Schülervorstellungen für das Lernen und Lehren beleuchtet werden.

Zwar bestehen bereits diverse Grundlagen für einzelne Inhalts- und Zugangsbereiche (z.B. historisches Lernen, Entwicklung von Raum- oder Zeitbewusstsein), jedoch gibt es für den deutschsprachigen Raum bisher noch keine Zusammenstellung des Erkenntnisstandes zu Schülerinnen- und Schülervorstellungen zu den verschiedenen Perspektiven und Themenbereichen. Ein wichtiges Anliegen des vorliegenden Bandes ist es demnach, den aktuellen Stand der Forschung in den verschiedenen Perspektiven und Kompetenzbereichen des Sach- und NMG-Unterrichts zusammenzufassen. Die Beiträge sollen ermöglichen, dass sich Studierende, Lehrpersonen, Referendare und Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker einen Überblick über Schülervorstellungen zu den verschiedenen Bereichen des Sach- und NMG-Unterrichts in der Grundschule und Primarstufe verschaffen können. Zugleich wird mit einem Grundlagenbeitrag (vgl. Beitrag Hartinger und Murmann, S. 51) und den (kompetenz-)bereichsbezogenen Beiträgen Einblick in verschiedene Ansätze und Methoden der Erschließung, Analyse und Interpretation von Schülerinnen- und Schülervorstellungen gegeben. Es wird darin auch aufgezeigt, in welche Richtung die Weiterentwicklung des Unterrichts und die Gestaltung von Lernumgebungen gehen kann.

Ein wesentliches Anliegen besteht zudem darin, die entwicklungs- und lernforschungsbezogene und fachdidaktische Rahmung der Erforschung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen aufzuzeigen und zu verorten: Erkenntnisstand aus lern- und entwicklungspsychologischer Perspektive (vgl. Beitrag Hardy und Meschede, S. 21ff.) und Bedeutung der Vorstellungen für das Lernen im Sach- und NMG-Unterricht (vgl. Beitrag Möller, S. 35ff.).

Die Herausgeberinnen und Herausgeber erhoffen sich, dass mit diesem Band die Bedeutung der Schülerinnen- und Schülervorstellungen für das Lernen und Lehren im Sach- und NMG-Unterricht und dessen Entwicklung noch einsichtiger wird und dass Studierende, Lehrpersonen, Referendare und Fachdidaktikdozierende angesprochen und angeregt werden, sich im Hinblick auf ihre eigenen Lehrkonzepte sowie ihre Unterrichtsplanung und -gestaltung vermehrt mit den hier aufgezeigten Aspekten auseinanderzusetzen.

Zum Aufbau und zur Struktur des vorliegenden Bandes

Der vorliegende Band enthält

- drei Grundlagenbeiträge: Schülervorstellungen – lern- und entwicklungspsychologische Grundlagen (S. 21ff.), die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht (S. 35ff.), Schülervorstellungen Erschließen – Methoden, Analysen, Diagnosen (S. 51ff.);
- dreizehn Beiträge zu Schülervorstellungen bezogen auf Kompetenzbereiche, Themen und Inhalten des Sach- und NMG-Unterrichts (S. 63-309);
- einen Beitrag zu Interessen von Schülerinnen und Schüler am Fach und an Themen des Sach- und NMG-Unterrichts (S. 311ff.).

Die dreizehn (kompetenz-)bereichsbezogenen Beiträge weisen jeweils einen ähnlichen Aufbau auf und enthalten

- Grundlagen und Hinweise, um welche grundlegenden Konzepte und Aspekte es in diesem Kompetenzbereich bzw. Themenbereich geht;
- eine Zusammenstellung und Ausleuchtung von relevanten bzw. bisher vorhandenen Ergebnissen der Erforschung von Schülervorstellungen sowie Darlegungen zu einzelnen zentralen Untersuchungen in diesem Bereich;
- Folgerungen aus den Ergebnissen für die Unterrichtsplanung und -gestaltung zu diesen Bereichen mit allfälligen Hinweisen auf bereits bestehende Konzepte und Unterrichtsmaterialien in dieser Ausrichtung;
- einzelne Beiträge, in denen auf Desiderate bezüglich der Schülervorstellungsforschung und auf entsprechende Lücken in diesem Bereich hingewiesen wird;
- die Zusammenstellung der im Beitrag aufgenommenen und zitierten Literatur. Diese gibt einen ergänzenden Einblick in den Stand der Forschung zu Schülerinnen- und Schülervorstellungen im jeweiligen Bereich und dient als Grundlage für weitere Recherchen.

Überblick zum Aufbau und zu den Beiträgen in diesem Band

Grundlagenbeiträge

Schülervorstellungen – lern- und entwicklungspsychologische Grundlagen (Hardy & Meschede, S. 21ff.)

Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht (Möller, S. 35ff.)
Schülervorstellungen erschließen – Methoden, Analysen, Diagnosen (Hartertinger & Murmann, S. 51ff.)

Beiträge zu Schülervorstellungen zu Kompetenzbereichen, Themenbereichen

	PRSU	LP21	NMG
Befinden und sich kennen – Glück, Gesundheit, Körper (Bietenhard, Gafner Knopf & Jaun-Holderegger; S. 63ff.)	SOWI	KB1	
Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten – Schülervorstellungen (Schrenk & Baisch, S. 85ff.)	NAWI	KB2	
Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen – Schülervorstellungen (Hadenfeldt, Neumann, Neumann & Steffensky, S. 103ff.)	NAWI	KB3	
PhänomenederunbelebtenNaturerforschenunderklären: Sinne, Optik, Akustik – Schülervorstellungen (Böschl, Otlinger & Lange-Schubert, S. 121ff.)	NAWI	KB4	
Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlich-geographischen Phänomenen und Themen (Schubert, S. 139ff.)	GEO NAWI	KB4	
Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschließen, und dabei Schülervorstellungen berücksichtigen (Möller & Wyssen, S. 157ff.)	TECH	KB5	
Schülerinnen- und Schülervorstellungen zu Wirtschaft, Arbeit, Produktion und Konsum (Gafner Knopf & Wulfmeyer, S. 175ff.)	SOWI GEO	KB6	
Wie Schülerinnen und Schüler Räume und räumliche Situationen wahrnehmen und sich räumlich orientieren (Adamina, S. 195ff.)	GEO	KB8	
Schülerinnen- und Schülervorstellungen zur Erde, zu fernen Räumen und zu Lebensweisen von Menschen in verschiedenartigen Räumen (Adamina, S. 211ff.)	GEO	KB7	
Zeit, Dauer und Wandel verstehen – Geschichte und Geschichten unterscheiden – Historisches Denken bei 4- bis 11-jährigen Kindern (Kübler, S. 231ff.)	HIST	KB9	
Politische Vorstellungen von Primarschülerinnen und -schülern zu ausgewählten Lerngegenständen (Dängeli & Kalcsics, S. 253ff.)	HIST SOWI	KB10	
Schülerinnen und Schüler denken nach über große Fragen und gerechtes Handeln (Bietenhard, S. 269ff.)	SOWI alle	KB11	
Wie Kinder Religion und Religionen begegnen (Helbling, S. 291ff.)			KB12

Interessen von Schülerinnen und Schülern am Fach und an Themen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft (Adamina, S. 311ff.)

PRSU – Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2013), **LP21**; **NMG** – Lehrplan 21, Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft (D-EDK 2015); **KB** – Kompetenzbereich; **SOWI** – Sozialwissenschaftliche Perspektive; **NAWI** – Naturwissenschaftliche Perspektive; **HIST** – Historische Perspektive; **GEO** – Geographische Perspektive; **TECH** – Technische Perspektive

Literatur

- Balmer, T. & Adamina, M. (2006): Wissenserwerb in der Weiterbildung. Die Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Lehrpersonen der Primarstufe im Fach NMM durch Weiterbildung. Projektbericht. Bern: PH Bern.
- Bietenhard, S. ; Helbling, D. & Schmid, K. (Hrsg.) (2015): Studienbuch Ethik, Religionen, Gemeinschaft. Bern: hep.
- Carey, S. (1986): Cognitive Science and Science Education. In: *American Psychologist*, 41(10), 1123.
- Carey, S. (1985): *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Carey, S. & Spelke, E. (1994): Domain-Specific Knowledge and Conceptual Change. In: Hirschfeld, L.A. & Gelman, S. A. (Hrsg.): *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*. New York: Cambridge University Press, 169-200.
- D-EDK, Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (2015): Lehrplan 21. Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft. Verfügbar unter: [http://vorlage.lehrplan.ch/\[27.01.2018\]](http://vorlage.lehrplan.ch/[27.01.2018]).
- diSessa, A.A. (2008): A Bird's-Eye View of the „Pieces“ vs. „Coherence“ Controversy (From the „Pieces“ Side of the Fence). In: Vosniadou, S. (Hrsg.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge, 35-60.
- Duit, R. (2009): Bibliography STCSE – Student's and Teachers' Conceptions and Science Education. Verfügbar unter: [http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/\[15.11.2017\]](http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/[15.11.2017]).
- Duit, R. (2004): Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Piko Brief 1. Verfügbar unter: <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf> [15.11.2017].
- Duit, R. (2002): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Kircher, E. & Schneider W. (Hrsg.): *Physikdidaktik in der Praxis*. Berlin: Springer, 1-26.
- Duit, R. (1997): Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht – Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht in der Primarstufe. In: Köhlein, W.; Marquardt-Mau, R. & Schreier, H. (Hrsg.): *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 1*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 233-246.
- Engelen, A.; Jonen, A. & Möller, K. (2002): Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews – Ergebnisse einer Pilotstudie zum „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule. In: Spreckelsen, K.; Möller, K. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 155-173.
- GDSU, Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Girg, R. (1994): Die Bedeutung des Vorverständnisses der Schüler für den Unterricht. Eine Untersuchung zur Didaktik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gropengiesser, H. (2003): *Lebenswelten. Denkwelten. Sprechwelten. Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Band 4*. Oldenburg: Universität, Didaktisches Zentrum.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2014): *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hartmann, B. (1910): *Die Analyse des kindlichen Gedankenkreises als die naturgemässe Grundlage des ersten Unterrichts. Ein Beitrag zur Volksschulpraxis*. Frankfurt/Leipzig: Kesselringsche Hofbuchhandlung.
- Hattie, J.; Beywl, W. & Zierer, K. (2014): *Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Fassung von „Visible Learning“*. Hohengehren: Schneider.
- Helmke, A. (2015): *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. 5. Aufl. Seelze: Klett-Kallmeyer.

- Heran-Dörr, E. (2011): Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht. Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen. Verfügbar unter: http://www.sinusan-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Heran-Doerr.pdf [15.11.2017].
- Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.) (2015): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.) (2004): Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht. Basiswissen Sachunterricht, Band 4. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengiesser, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3(3), 3-18.
- Koch-Priewe, B. (1995): Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht. Skizze eines Dilemmas am Beispiel des Sachunterrichts. In: Die Deutsche Schule, 87, 92-102.
- Kunter, M. (2016): Bedingungen und Effekte von Unterricht. Aktuelle Forschungsergebnisse aus der pädagogischen Psychologie. In: McElvany, N.; Bos, W.; Holtappels, W.G.; Gebauer, M. & Schwabe, F. (Hrsg.): Bedingungen und Effekte guten Unterrichts. 1. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung. Münster: Waxmann, 9-32.
- Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann.
- Lange, K.; Kleickmann, T.; Tröbst, S. & Möller, K. (2012): Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im Sachunterricht. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15, 55-75.
- Möller, K. (2016): Bedingungen und Effekte qualitativollen Unterrichts – ein Beitrag aus fachdidaktischer Perspektive. In: McElvany N.; Bos, W.; Holtappels, W.G.; Gebauer, M. & Schwabe, F. (Hrsg.): Bedingungen und Effekte guten Unterrichts. 1. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung. Münster: Waxmann, 43-64.
- Möller, K. (2015): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Miller, S. & Wittkowske S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 243-248.
- Möller, K. (2010): Lernen von Naturwissenschaften heisst: Konzepte verändern. In: Fachdidaktik Naturwissenschaft, 1(9), 57-72.
- Möller, K. (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: Köhnlein, W. (Hrsg.): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 3. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 125-191.
- Möller, K. (1997): Untersuchungen zum Aufbau bereichsspezifischen Wissens in Lehr-Lernprozessen des Sachunterrichts. In: Köhnlein, W.; Marquardt-Mau, R. & Schreier H.: Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 1. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 247-262.
- Möller, K.; Bohrmann, M.; Hirschmann, A.; Wilke, T. & Wyssen, H.-P. (2013): Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich denken und arbeiten lernen – Primarbereich. Seelze: Friedrich.
- Müller, R.; Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.) (2004): Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis.
- Murmann, L. (2013): Dreierlei Kategorienbildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation – Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten erfassen. In: www.widerstreit-sachunterricht.de 19, 1-15. Verfügbar unter: <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/forschung/kategorie.pdf> [15.11.2017].

- Reinfried, S. (Hrsg.) (2010): Schülervorstellungen und geographisches Lernen. Aktuelle Conceptual-Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion. Berlin: Logos.
- Reinfried, S. & Schuler, S. (2011): Ludwigsburg-Luzerner Bibliographie zur Forschung über Alltagsvorstellungen in den Geowissenschaften. Verfügbar unter: <https://www.ph-ludwigsburg.de/llbg+M540a6a86e87.html> [15.11.2017].
- Reusser, K.; Stebler, R.; Mandel, D. & Eckstein, B. (2013): Erfolgreicher Unterricht in heterogenen Lerngruppen auf der Volksschulstufe des Kantons Zürich. Wissenschaftlicher Bericht zu Handen der Bildungsdirektion des Kantons Zürich. Zürich: Universität, Institut für Erziehungswissenschaften. Verfügbar unter: http://www.zh.ch/dam/Portal/internet/news/mm/2013/166/Vielfalt_Volksschule_Bericht.pdf.spooler.download.1372834739198.pdf/Vielfalt_Volksschule_Bericht.pdf [14.12.2017].
- Seidel, T.; Jurik, V.; Häusler, J. & Stubben, S. (2016): Mikro-Umwelten im Klassenverband. Wie sich kognitive und motivational-affektive Schülervoraussetzungen auf die Wahrnehmung und das Verhalten im Fachunterricht auswirken. In: McElvany N.; Bos, W.; Holtappels, W.G.; Gebauer, M. & Schwabe, F. (Hrsg.): Bedingungen und Effekte guten Unterrichts. 1. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung. Münster: Waxmann, 65-87.
- Schniotalle, M. (2003): Räumliche Schülervorstellungen zu Europa. Ein Unterrichtsexperiment zur Bedeutung kartografischer Medien für den Aufbau räumlicher Orientierung im Sachunterricht der Grundschule. Berlin: Tenea.
- Sodian, B. (2012): Denken. In: Schneider, W. & Lindenberger, U. (Hrsg.): Entwicklungspsychologie. Weinheim/Basel: Beltz, 385-412.
- Steffensky, M. & Hardy, I. (2013): Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich denken und arbeiten lernen – Elementarbereich. Seelze: Friedrich.
- Stern, E. (2006): Lernen – Was wissen wir über erfolgreiches Lernen in der Schule. In: Pädagogik, 1, 45-49.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992): Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. In: Cognitive Psychology, 24(4), 535-585.
- Wagenschein, M. (1968): Verstehen lehren. Weinheim/Basel: Beltz.
- Weinert, F.E. & Helmke, A. (Hrsg.) (1997): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim: Beltz.

Wir danken Michel Dängeli, Melodie Burri und Julia Niederhauser von der PHBern für die Mitarbeit bei der Bereinigung und Aufbereitung der Texte zu diesem Band.

Die Herausgeberinnen und Herausgeber

Ilonca Hardy und Nicola Meschede

Schülervorstellungen – lern- und entwicklungspsychologische Grundlagen

1 Einleitung

Die Erkenntnisse aus entwicklungspsychologischer Forschung haben in den letzten Jahrzehnten dazu beigetragen, Bedingungen des Erwerbs fachspezifischen Wissens und kindlicher Vorstellungen in unterschiedlichen Altersgruppen und Domänen aufzuzeigen und diese für Lerngelegenheiten zu optimieren. Gerade für das Verständnis von naturwissenschaftlichen Phänomenen und deren Einordnung in ein bereichsübergreifendes Wissenschaftsverständnis (*Nature of Science*) hat sich die Bedeutung von grundlegenden (entwicklungs-) psychologischen Ansätzen wie denjenigen der Kategorienbildung, des *Conceptual Change* und des schlussfolgernden Denkens gezeigt. Dabei ist hervorzuheben, dass die Annahmen von Jean Piaget, welche auf bereichsübergreifenden Entwicklungsstufen beruhen und kognitive Prozesse im Bereich des schlussfolgernden und abstrakten Denkens erst ab einem Alter von 12 Jahren zugrunde legen, als überholt gelten (Saalbach, Leuchter & Stern 2010). Als bedeutungsvoll zur Erklärung von Altersunterschieden in der Verarbeitung von Information hat sich hingegen, neben dem bereichsspezifischen Wissen, die Arbeitsgedächtniskapazität erwiesen. Das Arbeitsgedächtnis ermöglicht die Steuerung von Handlungsabläufen sowie die Aufnahme und Sortierung von relevanter Information und ist ein erklärender Faktor für individuelle Unterschiede im Lernerfolg von Kindern. Gleichzeitig ist jedoch aufgrund der prinzipiell begrenzten Arbeitsgedächtniskapazität die Bedeutung des begrifflichen und des metakognitiven und strategischen Wissens für die erfolgreiche Informationsverarbeitung hervorzuheben. So werden altersbedingte Einschränkungen im Arbeitsgedächtnis durch die Einbettung von neuem Wissen in eine gut strukturierte und vernetzte Wissensbasis kompensiert (Schneider, Gruber, Gold & Opwis 1993).

2 Begriffliches Wissen

Begriffliches Wissen wird auch als Konzeptwissen bezeichnet, wobei Konzepte (kognitiv repräsentierte) Vorstellungen sind, mit Hilfe derer Gegenstände, Ereignisse oder Sachverhalte strukturiert bzw. klassifiziert werden können (vgl. zu-

sammenfassend Siegler, DeLoache & Eisenberg 2011; Sodian 1998 und 2008). Die mentale Zusammenfassung aufgrund von Ähnlichkeiten wird auch als Kategorienbildung bezeichnet. Konzepte sind für das menschliche Handeln grundlegend, denn sie ermöglichen es, Erfahrungen zu verallgemeinern. Dabei ist umstritten, inwieweit die frühe Konzeptentwicklung auf einem bereits angeborenem Verständnis von Konzepten wie Zeit, Raum oder Zahl beruht oder ob lediglich die Mechanismen, mit denen Umwelteinflüsse wahrgenommen und kategorisiert werden, angeboren sind. Belegt ist jedoch, dass Säuglinge schon früh in der Lage sind, unterschiedliche Umweltfaktoren wahrzunehmen, zu klassifizieren und ihr Verhalten darauf abzustimmen. Beispielsweise erkennen Säuglinge im Alter von drei bis vier Monaten, dass sich Katzen von Hunden und Löwen unterscheiden – sie gewöhnen sich schnell an jeweils zwei Fotos unterschiedlicher Katzen (Habituation), schauen jedoch länger auf Bilder der jeweils anderen Tiere (Dishabituation) (Quinn & Eimas 1996). Ab etwa dem ersten Lebensjahr werden Kategorien nicht nur nach perzeptueller Ähnlichkeit (Farbe, Größe, Form), sondern auch nach Funktionen sowie strukturellen Merkmalen gebildet. Dabei spielt neben der wachsenden Wissensbasis auch die sprachliche Benennung (*Labeling*) von Objekten eine bedeutsame Rolle, so dass Kinder zunehmend in der Lage sind, Klassifizierungen auf der Grundlage von definitorischen Merkmalen vorzunehmen (Goswami 2001; Leuchter, Saalbach & Hardy 2010). Durch Ausdifferenzierungsprozesse werden somit nicht nur Basiskonzepte, sondern auch Vernetzungen mit über- und untergeordneten Begriffen gebildet, also beispielsweise ausgehend von der Basisebene Hund die übergeordnete Ebene Säugetier und die untergeordnete Ebene Dackel konstruiert. Diese Klassifikation lässt zu, dass Kinder auch unbekannte Objekte einer Klasse zuordnen können und somit deren Eigenschaften erschließen können – beispielsweise, dass ein Objekt sich bewegt, wächst und frisst, sofern es sich um ein Tier handelt. Nach Gelman (2003) werden dabei sowohl wahrnehmbare Eigenschaften wie Beine und Fortbewegung als auch nicht wahrnehmbare Merkmale wie Verdauung und Vererbung als konstitutiv für Lebewesen gesehen.

Die Unterscheidung zwischen belebten und unbelebten Dingen scheint insgesamt schon früh zu beginnen: So reagieren etwa einjährige Kinder überrascht, wenn sich ein unbelebtes Ding (Roboter) von selbst bewegt. Schwieriger ist es für junge Kinder jedoch, Pflanzen als Lebewesen und Menschen als Tiere zu klassifizieren; die Unterscheidungen von biologischen und psychologischen Prozessen, mit den verbundenen Merkmalen von Vererbung, Wachstum und Krankheit, werden erst im Vorschulalter aufgebaut und ab dem Grundschulalter durch den Zuwachs an bereichsspezifischem Wissen so differenziert, dass sich eine biologische Domäne ausbildet. Dass die Zuordnungen von Pflanzen und entsprechenden Eigenschaften als Lebewesen nicht nur als Anreicherung von Wissen, sondern auch als implizite Theorie bzw. konzeptuelle Umstrukturierung beschrieben werden kann,

verdeutlicht, dass die Verarbeitung von neuer Information als aktive Konstruktion und Integration in vorhandene Begriffssysteme verstanden werden sollte. Neben der Unterscheidung von belebten und unbelebten Dingen finden sich bereits im Säuglingsalter Belege für die Nutzung grundlegender Konzepte von Zahl, Objekteigenschaften und Kausalität, die für den Aufbau und die Ausdifferenzierung von Kategorien und vernetztem Wissen grundlegend sind. So sind Säuglinge von fünf Monaten in der Lage, Mengenunterschiede im Zahlenbereich bis drei Elementen wahrzunehmen (Wynn 1992) und Erwartungen zu bilden, dass Objekte nicht durch andere hindurchfallen oder im Raum stehen bleiben (Spelke, Katz, Purcell, Ehrlich & Breinlinger 1994). Dass es trotz dieser frühen Wissensbereiche deutliche Einflüsse der Umwelt auf die Entwicklung bereichsspezifischen Wissens gibt, lässt sich u.a. an kulturvergleichenden Studien verdeutlichen, welche beispielsweise Unterschiede in der Anzahl an Zahlwörtern von amerikanischen und chinesischen dreijährigen Kindern bei entsprechend unterschiedlichen Zahlensystemen und (sprachlich vermittelten) Lernerfahrungen belegen (Miller, Smith, Zhu & Zhang 1995).

3 Schlussfolgerndes Denken

Die Verarbeitung von neuen Erfahrungen und Informationen und damit der Aufbau einer vernetzten Wissensbasis, aber auch das problemlösende Denken und adaptive Handeln in neuen Situationen sind durch Prozesse des schlussfolgernden Denkens gekennzeichnet. Die Relevanz des schlussfolgernden Denkens für das naturwissenschaftliche Lernen, insbesondere im Kontext der *Scientific Inquiry*, wird zunehmend anerkannt und zum Untersuchungsgegenstand auch bei jüngeren Kindern gemacht (vgl. zusammenfassend Robisch 2015). Auf Basis von angemessenen Schlussfolgerungen können Argumentationsketten aufgestellt werden (Brown, Nagashima, Fu, Timms & Wilson 2010), Hypothesen abgeleitet und experimentelle Versuchsanordnungen geplant und gedeutet werden (Lawson 2009; Markovits 2006). Zimmermann (2007) sowie Oerter und Dreher (2002) fassen Befunde zur Entwicklung des schlussfolgernden Denkens zusammen und subsumieren darunter das deduktive Schließen, das analoge Schließen und das induktive Schließen.

Beim deduktiven Schließen werden Aussagen in Form von wenn-dann Verknüpfungen durch Regeln der Logik geprüft. Barrouillet, Gauffroy und Lecas (2008) formulierten ein Entwicklungsmodell des deduktiven Schlussfolgerns vor dem Hintergrund der *Mental Models* Theorie (Johnson-Laird und Byrne 2002), welche die Fähigkeit zu fehlerfreien deduktiven Schlüssen mit der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses erklärt. So stellten sie beispielsweise in einer Querschnittstudie mit Dritt-, Sechst- und Neuntklässlern sowie Erwachsenen drei Entwicklungsniveaus

im Kontext einer *truth-testing task* – Überprüfung der Aussage „Wenn der Kreis rot ist (Antezedenz), dann ist der Stern schwarz (Konsequenz)“ durch jeweils unterschiedliche Formen der Evidenz – fest: Drittklässler zeigten ein konjunktives Verständnis, bei welchem die Verbindung zwischen Antezedenz und Konsequenz als einfaches ‚und‘ verstanden wird; Sechstklässler wiesen ein bikonditionales Verständnis auf, das die Antezedenz als einzigen Grund für die Konsequenz versteht. Bei Neuntklässlern wie auch bei Erwachsenen zeigte sich ein konditionales Verständnis. Insgesamt sind im Bereich des deduktiven Schließens zwar einige frühe Fähigkeiten im Vor- und Grundschulalter festzustellen, es bleiben jedoch Befunde, nach denen auch Erwachsene Fehler wie mangelnde Berücksichtigung von möglichen Widersprüchen, unerlaubte Konversionen oder Überzeugungsfehler begehen und insbesondere abstrakte Inhalte Schwierigkeiten bereiten (zur Übertragung des Paradigmas auf naturwissenschaftliche Kontexte siehe u.a. Robisch, Tröbst & Möller 2014; Tröbst, Hardy & Möller 2011).

Beim analogen Schließen werden auf der Grundlage von Ähnlichkeiten zwischen zwei Gegenständen oder Situationen Rückschlüsse gezogen, welche eine Problemlösung ermöglichen. Ein Transfer erfordert dabei in der Regel die Vernachlässigung von Oberflächenmerkmalen und die Berücksichtigung von strukturellen Merkmalen, welche in der Theorie des analogen Enkodierens zum Ausdruck gebracht wurden (Gentner & Markman 1997). Die Anregung zu Vergleichsprozessen ist eine wichtige instruktionale Strategie, welche es schon jungen Kindern ermöglichen kann, analoge Schlüsse zu ziehen. So konnten Gentner und Namy (1999) zeigen, dass nach einer entsprechenden Anregung bereits Vierjährige definitorische Gemeinsamkeiten zwischen präsentierten Objekten erkennen konnten, also strukturelle Analogien bildeten, die sie zur Klassifikation von Objekten nutzten. Diese und andere Befunde sprechen gegen die Aussagen von Inhelder und Piaget (1958), die eine ausschließliche Orientierung an Oberflächenmerkmalen für diese Altersgruppe postulierten.

Auch in Bezug auf das induktive Schließen lässt sich feststellen, dass die Fähigkeiten junger Kinder lange Zeit unterschätzt wurden. Beim induktiven Schließen werden auf der Grundlage von Einzelbeobachtungen und Fakten Schlussfolgerungen abgeleitet. Es stellt somit eine zentrale Komponente für das Aufstellen von Vorhersagen und die Generalisierung bzw. Spezifizierung von Begriffen in Begriffssystemen dar. Auch hier spielen nach Klauer (1993) Vergleichsprozesse eine zentrale Rolle, da Merkmale und Relationen auf Gleichheit und Verschiedenheit geprüft und auf deren Grundlage Regelmäßigkeiten festgestellt werden. Insgesamt zeigt sich in Studien zum schlussfolgernden Denken, dass entwicklungsbedingte Unterschiede zwischen Altersgruppen zum Teil durch die unterschiedliche Wissensorganisation und den Umfang der Wissensbasis erklärt werden können. Werden Kinder durch Hinweise und instruktionale Hilfen auf bedeutsame Merkmale in komplexen Lernumgebungen hingewiesen, finden sich insbesondere durch

analoges und induktives Schließen Fähigkeiten zur Reorganisation von Wissensbeständen und Handlungsmustern.

4 Theorien der Entwicklung begrifflichen Wissens

Auch wenn Studien zeigen, dass Kinder bereits sehr früh Kategorisierungen ihrer Umwelt vornehmen und erste bereichsspezifische Konzepte entwickeln, stimmen diese häufig nicht mit wissenschaftlichen Konzepten überein. Mittlerweile besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass Entwicklungen im kindlichen begrifflichen Wissen nicht allein durch Anreicherung vorhandenen oder Erwerb neuen Wissens möglich sind (Treagust & Duit 2008). Vielmehr wird davon ausgegangen, dass es sich um einen langwierigen Prozess der Ausdifferenzierung und Umstrukturierung vorhandenen Wissens handelt. So haben sich fehlerhafte (d.h. wissenschaftlich nicht anschlussfähige) Schülvorstellungen häufig als resistent gegenüber Instruktion erwiesen. Eine Erklärung dafür kann sein, dass kindliche Vorstellungen in (alternative) intuitive Theorien eingebettet sind (für einen Überblick z.B. Mähler 1999). Ähnlich wie wissenschaftliche Theorien bestehen diese aus einem umfassenden begrifflichen System und klar definierten Kategorien, die einen schlüssigen – wenn auch nicht wissenschaftlichen – Erklärungsapparat für Phänomene im Bereich dieser intuitiven Theorie darstellen (Aston & Gopnik 1991). Die Annahme intuitiver Theorien impliziert somit, dass fehlerhafte Vorstellungen keine lückenhaften Versionen der wissenschaftlich angemessenen Vorstellungen darstellen, die durch Anreicherung mit richtigem Faktenwissen korrigiert werden können, sondern dass die Entwicklung begrifflichen Wissens einer Modifikation des Gesamtsystems und somit eines Theoriewandels bedarf. Carey (1985) vergleicht einen solchen Wechsel von intuitiven Theorien zu wissenschaftlichen Theorien mit dem Wandel von Rahmentheorien in der Wissenschaftsgeschichte. Mittlerweile wird in der Entwicklungspsychologie auch die Metapher vom „Kind als Wissenschaftler“ genutzt, um eine Analogie zum Erkenntnisprozess in den Wissenschaften zu verdeutlichen (vgl. Sodian 2008). Insgesamt lässt sich durch die Annahme des kindlichen Wissenserwerbs als Prozess des Theoriewandels erklären, warum eine Veränderung fehlerhafter Vorstellungen häufig sehr langwierig ist. Wie genau solche Veränderungsprozesse verlaufen, wird in Theorien des konzeptuellen Wandels bzw. *Conceptual Change* beschrieben. diSessa (2006) zeigt in einem Überblick, dass unter anderem aufgrund der Bedeutung von *Conceptual Change* in verschiedenen Disziplinen eine Vielzahl relevanter Erkenntnisse vorliegt, bislang jedoch keine einheitliche Theorie vorhanden ist. Eine aus kognitionspsychologischer Perspektive bedeutsame Diskussion betrifft die Frage, ob das anfängliche kindliche Wissen als kohärent oder fragmentiert angenommen werden kann und wie darauf aufbauend die konzeptuelle Entwicklung verläuft.

Kohärenzansatz

In Anlehnung an die Vorstellung intuitiver, naiver Theorien nehmen Vertreter des Kohärenzansatzes (Vosniadou & Brewer 1992) an, dass Kinder den Wissenserwerb mit einem kohärent organisierten, theorieähnlichen Erklärungssystem, einer sogenannten Rahmentheorie, beginnen. Diese ist in der Regel nicht nur inhaltlich inkompatibel mit wissenschaftlichen Theorien, sondern hat beispielsweise auch einen geringeren epistemischen Status, weniger fundierte Erklärungsmacht und ist einer metakognitiven Reflexion nicht zugänglich. Dennoch ermöglicht sie Kindern ein subjektiv konsistentes Verständnis ihrer Umwelt. Die Entwicklung wissenschaftlich angemessener Konzepte erfordert aus Sicht des Kohärenzansatzes fundamentale Umstrukturierungen der naiven Theorien. Diese werden als gradueller Prozess beschrieben, welcher ausgehend von einem initialen Modell entweder über synthetische Modelle oder fragmentierte Vorstellungen hin zum wissenschaftlichen Modell erfolgt. Fragmentierte Vorstellungen entstehen dann, wenn Kinder ihre initialen Modelle lediglich um (schulisch vermittelte) wissenschaftliche Informationen anreichern, ohne die interne Konsistenz zu berücksichtigen. Vosniadou (2013) nennt hierfür als Beispiel, dass einige Kinder den Tag-Nacht-Zyklus damit erklären, dass die Sonne nachts hinter dem Berg untergehe; gleichzeitig geben sie auch an, dass sich die Erde dreht (Vosniadou & Brewer 1994). Diese wissenschaftlich korrekte Information steht allerdings unverbunden neben der naiven Vorstellung. Synthetische Modelle beruhen hingegen auf dem Streben nach Kohärenz und entstehen dadurch, dass Kinder wissenschaftliche Informationen aufnehmen, diese uminterpretieren und so an ihre initialen Modelle anpassen, dass wiederum ein subjektiv konsistentes Erklärungssystem entsteht. In diesem Fall spricht Vosniadou (2014) von Misskonzepten. Beispielsweise entwickeln Kinder, die ursprünglich annehmen, dass es Nacht wird, weil die Sonne untergeht, auf Grundlage der wissenschaftlichen (aber kontraintuitiven) Information der Erdrotation die neue Vorstellung, dass sich die Sonne und der Mond um die Erde drehen (Vosniadou & Brewer 1994). Es entsteht somit eine Kombination des initialen Modells (Sonne und Mond bewegen sich, aber nicht die Erde) und des wissenschaftlich akzeptierten Modells (es handelt sich um eine Rotation und nicht um eine Auf- und Abwärtsbewegung). Gemäß dem Kohärenzansatz erfolgt somit durch die graduelle Modifikation initialer Modelle eine zunehmende Annäherung an wissenschaftlich akzeptierte Modelle.

Die Modifikationen und daraus hervorgehenden Vorstellungen können interindividuell durchaus unterschiedlich sein. Zum Beispiel verfügen jüngere Kinder zwar häufig über die initiale Vorstellung, die Erde sei eine flache, unbewegliche Scheibe (Vosniadou & Brewer 1992). Ausgehend von der wissenschaftlichen Information der kugelförmigen Erde lassen sich jedoch verschiedene synthetische Modelle beobachten (ebd.). So wird die Erde beispielsweise als Hohlkugel beschrieben, innerhalb derer die Menschen auf einer flachen Scheibe leben. Ebenso kann die

Vorstellung eines Zwei-Erden-Modells entstehen, nach dem es eine Scheibe gibt, auf der wir leben, und eine weitere kugelförmige Erde im Raum. Beide Modelle ermöglichen es, das Konzept der Erde als Kugel und Scheibe zu integrieren. Gegen Ende der Grundschulzeit scheint eine Mehrheit von Kindern schließlich die Modifikation zu einem Konzept der kugelförmigen Erde als astronomisches Objekt abgeschlossen zu haben.

Fragmentierungsansatz

Vertreter des Fragmentierungsansatzes bezweifeln, dass das anfängliche Wissen von Kindern kohärent strukturiert ist (diSessa 2013). Sie nehmen vielmehr an, dass es sich zunächst um sogenanntes „knowledge in pieces“ handelt, d.h. ein fragmentiertes Wissen, das aus einer Vielzahl von weitgehend isolierten Wissens-elementen besteht (diSessa, Gillespie & Esterly 2004). Diese Wissens-elemente werden auch als p-prims (*phenomenological primitives*) bezeichnet, da sie einerseits (phänomenologisch) auf generalisierten Beobachtungen der Umwelt beruhen und andererseits (primitiv) sehr einfache, vorkonzeptuelle Elemente darstellen, die weitgehend selbsterklärend sind, bzw. trotz ihrer Oberflächlichkeit von Individuen als hinreichend erklärend angesehen werden (diSessa 2017). Typische Beispiele für p-prims sind „Ohm's p-prim“ (mehr Anstrengung führt zu einem größeren Effekt) und „dying away“ (Bewegungen werden mit der Zeit langsamer und enden schließlich). Ebenso wie p-prims durch wiederholte Erfahrungen mit alltäglichen Phänomenen entstehen, werden sie auch durch bestimmte, wiedererkannte Kontexte aktiviert. So konnten diSessa, Gillespie und Esterly (2004) beispielsweise in einer Studie mit Kindern im Alter von 5 bis 15 Jahren zeigen, dass sie ihre ursprüngliche Vorstellung, Kraft sei eine immanente Eigenschaft von Objekten, die von deren Größe/Gewicht abhängt, bei bestimmten Aufgaben nicht nutzten. Aufgrund dieser angenommenen Kontextualität des anfänglichen Wissens hinterfragen Vertreter des Fragmentierungsansatzes den theorieähnlichen Charakter naiven Wissens. Während p-prims als eher atomistische Wissens-elemente definiert sind, wird mit den Koordinationsklassen (*coordination classes*) noch eine weitere, stärker vernetzte Art mentaler Entitäten unterschieden (diSessa & Sherin 1998). Diese zeichnet sich demnach zum einen durch ein kausales Netz (*causal net*) aus, welches Informationen „koordiniert“ und unter anderem auch p-prims enthalten kann. Zum anderen beinhaltet sie Strategien der Informationsaufnahme und -interpretation (*readout strategies*), welche es beispielsweise ermöglichen, die relevanten Aspekte in Beobachtungssituationen zu fokussieren, um daraus wiederum Schlussfolgerungen ziehen zu können. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass Individuen mit naiven Vorstellungen zunächst nicht über Koordinationsklassen verfügen.

Konzeptuelle Entwicklung erfordert aus Sicht des Fragmentierungsansatzes vor allem eine zunehmende Integration der ursprünglich unverbundenen Wissens-ele-

mente (diSessa 1993). Die Weiterentwicklung wird darüber hinaus auch als Reorganisation z.B. durch Veränderung von Prioritäten in der Aktivierung von p-prims beschrieben. Demnach kann die Priorität mancher p-prims verstärkt bzw. reduziert und Kontexte zur Aktivierung können erweitert bzw. eingeschränkt werden. Auch können sich die Gewichtungen der Verbindungen zwischen p-prims verändern, neue p-prims durch fokussierte Beobachtungen entstehen und p-prims mit formalen Wissensstrukturen verbunden werden (diSessa & Sherin 1998). Als ein Beispiel für die konzeptuelle Entwicklung durch Veränderung der Prioritäten von p-prims nennt diSessa (1993) das Phänomen des „Saugens“ von Wasser durch einen Strohhalm. In einer anfänglichen Vorstellung wird der offensichtlich Handelnde – die Person, die am Strohhalm zieht – als direkte Ursache der Bewegung der Flüssigkeit angesehen. In einer Zwischenstufe wird eine elaboriertere Begründungskette genutzt: Durch das Saugen wird die Luft im Strohhalm entfernt und das so entstandene Vakuum zieht die Flüssigkeit nach oben. In dieser Erklärung ist nicht mehr das Saugen die direkte Ursache, sondern die Bewegung der Flüssigkeit wird durch ein Vakuum erklärt. Der p-prim verliert somit an erklärender Priorität. In einer späteren, wissenschaftlich angemessenen bzw. anschlussfähigen Vorstellung wird schließlich der Luftdruck als direkte Ursache identifiziert, der das Wasser im Strohhalm hochdrückt, da ein Druckunterschied zwischen der Luft in- und außerhalb des Halms entstanden ist. Bei dieser Vorstellung wird das Vakuum nicht mehr als „ziehend“ beschrieben und das ursprüngliche p-prim hat somit keine Bedeutung mehr. Insgesamt finden Vertreter beider dargestellten Ansätze empirische Belege für ihre Positionen. Mittlerweile deuten erste Studien jedoch darauf hin, dass der Fragmentierungs- und Kohärenzansatz nicht als alternativ zu sehen sind, sondern die Wissensorganisation und -entwicklung bei Kindern mit qualitativ unterschiedlichem Wissen beschreiben (Schneider & Hardy 2013). Um Unterricht auf diese unterschiedlichen Entwicklungsverläufe anpassen zu können, ist somit eine Diagnose der Schülervorstellungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Lernprozess notwendig (vgl. die Beiträge in diesem Band von Möller, S. 35ff. und Hartinger & Murmann, S. 51ff. in diesem Band).

5 Metabegriffliches Wissen und Wissenschaftsverständnis

Neben Wissen in spezifischen Inhaltsbereichen verfügen Individuen auch über metabegriffliches Wissen. Dieses bezieht sich auf das Verständnis von Personen zum Prozess und der Veränderung ihres (eigenen) Wissens, d.h. dem reflexiven Zugang zur Wissenskonstruktion und -revision. Diese Prozesse werden im Zusammenhang mit dem Begriffswandel in den Naturwissenschaften auch als wissenschaftliches Denken bezeichnet (Sodian, Jonen, Thoermer & Kircher 2006). Nach Kuhn (2002) beinhaltet wissenschaftliches Denken die systematische Suche nach Erkenntnis, die

die Unterscheidung und die Koordination von Theorie und Evidenz voraussetzt. Dabei sind Kompetenzen zur Aufstellung, Prüfung und Revision von Theorien im Rahmen experimenteller Designs und Evidenzevaluation zentrale Bestandteile des Erkenntnisprozesses. Koerber, Mayer, Osterhaus, Schwippert und Sodian (2015) unterscheiden zudem beim metabegrifflichen naturwissenschaftlichen Wissen einerseits das Wissenschaftsverständnis, welches die epistemologischen Überzeugungen über die Natur wissenschaftlichen Wissens beinhaltet, und andererseits das Verständnis naturwissenschaftlicher Methoden bzw. Denk- und Arbeitsweisen wie der Logik des Experimentierens oder des wissenschaftlichen Zyklus. Dabei ist insbesondere die Einsicht in die Rolle von Theorien bei der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung von Bedeutung. Die Bedeutung dieser Wissenskomponenten für den Lernerfolg im naturwissenschaftlichen Unterricht wurde vielfach postuliert (z.B. Windschitl, Thompson & Braaten 2008). In Studien konnte auch bei jüngeren Kindern schon ein rudimentäres Verständnis von Experimentierstrategien, Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation belegt werden (Wilkening & Sodian 2005; Zimmerman 2007). Beispielsweise können sie bestimmen, welche Form der Evidenz für ein aussagekräftiges Experiment nötig ist (Sodian, Zaitchik & Carey 1991). Jedoch findet sich auch die Tendenz, bestätigende Evidenz zu suchen und zu nutzen, Evidenz als irrelevant einzuschätzen und Evidenz zu ignorieren oder umzudeuten (Chinn & Brewer 2001; Zimmermann 2007). Nach dem Modell von Carey, Evans, Honda und Unger (1989) und Sodian et al. (2006) können drei Hauptniveaus des Wissenschaftsverständnisses unterschieden werden. Im Grundschul- und Sekundarstufenalter werden Theorien auf einem unteren Niveau noch nicht berücksichtigt; Wissenschaft wird als Aktivität oder als Suche nach korrekten Fakten verstanden. Erst auf dem mittleren Niveau werden Theorien bzw. Hypothesen mit Experimenten und Evidenzinterpretation verbunden. Auf dem höchsten Niveau wird schließlich der zyklische Charakter der Erkenntnisgewinnung berücksichtigt und die Vorläufigkeit und Revision von Annahmen auf der Grundlage von Evidenz erkannt und in Begründungen für wissenschaftliches Vorgehen eingebracht. In mehreren Untersuchungen konnten Koerber et al. (2015) feststellen, dass das Wissenschaftsverständnis als eindimensionales Konstrukt verstanden werden kann. In einem Test mit unterschiedlichen Aufgabenformaten und -inhalten (Ziele der Wissenschaft, Theoriebezug, experimentelle Strategien und Designs, Dateninterpretation) für Kinder in der zweiten, dritten und vierten Klasse wurden in Anlehnung an Carey et al. (1989) drei Verständnisniveaus unterschieden: naives Verständnis, Zwischenvorstellungen, wissenschaftliches Verständnis. Es zeigte sich erwartungskonform unter Kontrolle von Lesekompetenz, kognitiver Grundfähigkeit und sozio-ökonomischem Status von der zweiten zur vierten Klasse eine Zunahme von wissenschaftlichen Vorstellungen und eine Abnahme von naiven Vorstellungen, während die Zwischenvorstellungen gleich häufig in den drei Altersgruppen auftraten. Auch Effekte von Instruktion auf das Wissenschaftsverständnis von Kindern und älteren Schülerinnen und Schülern