

Steffensky, Mirjam

Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen. Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)

München : Deutsches Jugendinstitut 2017, 70 S. - (Naturwissenschaften. WiFF Expertisen; 48)



Quellenangabe/ Reference:

Steffensky, Mirjam: Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen. Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF). München : Deutsches Jugendinstitut 2017, 70 S. - (Naturwissenschaften. WiFF Expertisen; 48) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-285211 - DOI: 10.25656/01:28521

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-285211>

<https://doi.org/10.25656/01:28521>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**Deutsches
Jugendinstitut**

<https://www.dji.de>

Nutzungsbedingungen

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

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

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

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

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen

Mirjam Steffensky

Das dieser Publikation zugrunde liegende Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01NV14071 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin.

Zitiervorschlag: Steffensky, Mirjam (2017): Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 48. München

© 2017 Deutsches Jugendinstitut e.V.
Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)
Nockherstraße 2, 81541 München
E-Mail: info@weiterbildungsinitiative.de
Diese Publikation ist kostenfrei erhältlich unter:
www.weiterbildungsinitiative.de/publikationen

Herausgeber: Deutsches Jugendinstitut e.V. (DJI)
Lektorat: Gabriele Ernst, Icking
Schlussredaktion: Susanne Opitz, DJI
Gestaltung, Satz: Brandung, Leipzig
Druck: Henrich Druck+Medien GmbH, Frankfurt am Main

www.weiterbildungsinitiative.de

ISBN 978-3-86379-191-9

Mirjam Steffensky

Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen

Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)

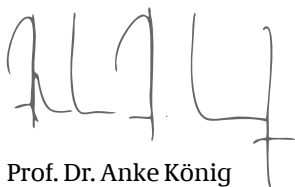
Vorwort

Frühe naturwissenschaftliche Bildung fußt auf der Neugier junger Kinder. Von Anfang an setzen sich Kinder mit Gegenständen und Phänomenen der belebten und unbelebten Natur auseinander. Dieser Aneignungsprozess findet daher auch in den Bildungs- und Orientierungsplänen für die Kindertageseinrichtungen Berücksichtigung. Diese sind domänenspezifisch ausgerichtet und orientieren sich an den Theorien zum Kernwissen in der Entwicklungspsychologie. Eine frühe naturwissenschaftliche Bildung hofft außerdem darauf, mit dem Forscherdrang der Kinder auch ihr anhaltendes Interesse an naturwissenschaftlichen Themen anzuregen und ihnen damit den Zugang zu den sogenannten MINT-Fächern zu erleichtern.

Die vorliegende Grundlagenexpertise von Mirjam Steffensky diskutiert die unterschiedlichen Bewegungen, die sich durch die Etablierung der Bildungspläne, aber auch durch das Engagement unterschiedlicher Stiftungen und Initiativen in der Frühpädagogik derzeit vollziehen. Dabei werden diese erstmals sowohl in den aktuellen Fachdiskurs der Naturwissenschaften als auch in den der Frühpädagogik eingeordnet. Die Autorin arbeitet zudem deutlich die Anschlussfähigkeit früher naturwissenschaftlicher Bildung zur Primarpädagogik bzw. zum Sachunterricht heraus. Schließlich resümiert sie auf unterschiedlichen Ebenen die wichtigsten Aspekte einer naturwissenschaftlichen Bildung in der Kindertageseinrichtung und umreißt deren für die Praxisarbeit relevanten Kern. Daran anknüpfend geht die Expertise zuletzt auch auf pragmatische Fragen bezüglich der Umsetzung naturwissenschaftlicher Bildung in der Kindertageseinrichtung ein: Welche konkreten Aufgaben ergeben sich für fröhpädagogische Fachkräfte aus der fachwissenschaftlichen Debatte? Welche Rolle sollten die Erzieherinnen und Erzieher einnehmen? Was ist bei der Bildungsbegleitung zu beachten? Und schließlich: Wo liegen überhaupt die Chancen einer frühen naturwissenschaftlichen Bildung?

Wir danken Mirjam Steffensky für die kritische Ausarbeitung der Expertise und hoffen, dass Akteurinnen und Akteure im Feld der Frühen Bildung durch die Lektüre ihr Verständnis der frühen naturwissenschaftlichen Bildung vertiefen.

München, im November 2017



Prof. Dr. Anke König
Projektleitung WiFF



Sarah Reker
Wissenschaftliche Referentin



Nicole Spiekermann
Wissenschaftliche Referentin

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Frühe Bildung aus der Lebensspannenperspektive	8
2.1	Bedeutung von grundlegendem Wissen und Basisfertigkeiten für die Kompetenzentwicklung	8
2.2	Disparitäten in den akademischen Fähigkeiten	10
3	Frühe naturwissenschaftliche Bildung	11
3.1	Die Domäne Naturwissenschaften	11
3.2	Scientific Literacy	15
3.2.1	Inhaltsbezogenes Wissen	15
3.2.2	Prozessbezogenes Wissen	15
3.2.3	Epistemologisches Wissen	19
3.3	Naturwissenschaftliches Wissen und Wissen über Naturwissenschaften	19
3.3.1	Alltagsnahes Wissen	20
3.3.2	Erfahrungen als Grundlage für naturwissenschaftliche Kompetenz	20
3.4	Forschungsbefunde zur naturwissenschaftlichen Kompetenz	21
3.4.1	Inhaltsbezogenes Wissen	22
3.4.2	Wissen über Naturwissenschaften	23
3.4.3	Interesse und Motivation	24
3.5	Geeignete naturwissenschaftliche Inhalte und Arbeitsweisen für die Kita	25
4	Naturwissenschaften in den Bildungsplänen	28
4.1	Naturwissenschaftsbezogene Inhalte in den Bildungsplänen	28
4.2	Anschlussfähigkeit der Bildungspläne	30
5	Unterstützung naturwissenschaftlicher Bildungs- und Entwicklungsprozesse	32
5.1	Entwicklung von Kompetenz	32
5.2	Conceptual-Change-Theorien	34
5.3	Qualitätsmerkmale von Bildungsumgebungen	35
5.3.1	Merkmale von Prozessqualität	38
5.3.2	Die Rolle der frühpädagogischen Fachkraft	42
5.3.3	Bildungsprozesse in heterogenen Gruppen	42
5.4	Befunde zur Unterstützung bereichsspezifischer Kompetenzaspekte in der Praxis	43
6	Struktur und Entwicklung der professionellen Kompetenz pädagogischer Fachkräfte	45
6.1	Professionelle Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte	45
6.1.1	Professionswissen	46
6.1.2	Einstellungen und Überzeugungen	47
6.2	Stellenwert der Naturwissenschaften in der Aus- und Weiterbildung	49
6.2.1	Ausbildungsgrad und professionelle Kompetenz	49
6.2.2	Wirkung von Fortbildungen	50
7	Zusammenfassung und Ausblick	53
8	Literatur	56
9	Anhang	70

1 Einleitung

Thema und Ziel der Expertise

Die Bildung und Entwicklung von Kindern im Alter von null bis etwa sechs Jahren, also *vor* dem Eintritt in die Schule, erfahren seit einigen Jahren in Deutschland und auch in anderen Ländern ein hohes bildungspolitisches Interesse (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016). Einer der Auslöser hierfür waren die Ergebnisse der internationalen Schulvergleichsstudien in den 2000er-Jahren, die zu einer Reihe von Bildungsinitiativen und -reformen geführt haben. Die Aufmerksamkeit richtete sich dabei auch auf die Kindertageseinrichtungen¹. So wurden seit 2008 in allen Bundesländern Bildungspläne² umgesetzt, in denen neben anderen Domänen (im Sinne von spezifischen Wissensbereichen) die Naturwissenschaften als Bildungsbereich verankert sind. Darüber hinaus gibt es einige große, aber auch viele kleinere Initiativen und Aktivitäten zur Förderung der frühen naturwissenschaftlichen Bildung, die didaktische Materialien, Umsetzungstipps und pädagogische Beratung entwickeln und/oder den Fokus auf die Aus- und Weiterbildung pädagogischer Fachkräfte legen. Beispiele sind die Initiative „Haus der kleinen Forscher“, das „Klaus Tschira Kompetenzzentrum für frühe naturwissenschaftliche Bildung“ und Projekte wie „Versuch macht klug“ oder „Lehr- und Praxismaterialien für die Ausbildung von Erzieherinnen und Erziehern“ (LuPE).

Das Schlagwort „Naturwissenschaften in der Kita“ löst bei vielen pädagogischen Fachkräften und Eltern allerdings auch kritische Reaktionen aus. So befürchten sie eine zunehmende „Verschulung der Kita“ oder das „Ende der Kindheit“ beziehungsweise eine „Überforderung der Kinder“. Diese Sorgen beziehen sich jedoch nicht nur auf naturwissenschaftliche Inhalte, sondern generell auf die Stärkung akademischer Fähigkeiten. Diese wird zum Teil

als Widerspruch zu der in Deutschland vorherrschenden kindzentrierten Pädagogik wahrgenommen, die dem Freispiel der Kinder eine hohe Bedeutung beimisst. Möglicherweise wirken hier die Naturwissenschaften besonders polarisierend, da zumindest die Physik und Chemie als sehr schwer und abstrakt gelten und wenig beliebte Unterrichtsfächer sind, was zum Beispiel die aktuellen PISA-Befunde zeigen (Schiepe-Tiska u.a. 2016).

Auch der Tatsache, dass sich viele Unternehmen oder industrienähe Stiftungen in der frühen MINT-Bildung³ engagieren, stehen manche Eltern und Fachkräfte skeptisch gegenüber, weil sie annehmen, dass es dabei weniger um die Kinder als vielmehr um ökonomische Interessen geht. Die Problematik des Fachkräftenachwuchses in den MINT-Fächern in Deutschland wird tatsächlich manchmal als Argument für die Aktivitäten in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung herangezogen, was die hohen und überzogenen Erwartungen an diese Bemühungen verdeutlicht.

An vielen Stellen wird die Debatte eher ideologisch als auf der Basis belastbarer Daten geführt. Das liegt vor allem daran, dass es zwar viele Aktivitäten im Feld der frühen naturwissenschaftlichen Bildung gibt, deren Wirkungen aber nicht ausreichend beforscht sind. Beispielsweise sind zahlreiche Fragen zur Professionalisierung der pädagogischen Fachkräfte oder zur langfristigen Wirkung früher naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse offen. Auch fehlt es in der Debatte teilweise an notwendigen Differenzierungen hinsichtlich der Qualität der Umsetzung früher naturwissenschaftlicher Bildungsinhalte in der Kindertageseinrichtung. Häufig stehen effektvolle Hands-on-Aktivitäten⁴, bei denen unklar ist, was die Kinder dabei entdecken, lernen und verstehen können, im Fokus der Kritik. Gleichwohl existieren zahlreiche geeignete Hands-on-Aktivitäten, die (oft mit einer angemessenen Unterstützung durch die fröhpädagogische Fachkraft) sinnstiftende Lerngelegenheiten sein können.

Ganz unabhängig von der Frage nach Sinn und Nutzen früher naturwissenschaftlicher Bildung beschäftigen sich Kinder beim Explorieren ihrer Umgebung von sich aus mit Naturwissenschaften: etwa in Spielsituationen mit Wasser,

1 Unter Kindertageseinrichtungen (Kitas) verstehen wir alle vorschulischen institutionellen fröhpädagogischen Einrichtungen für Kinder zwischen null und in der Regel sechs Jahren.

2 Der Begriff Bildungsplan wird hier und im Folgenden als Oberbegriff für die verschiedenen Bildungs-, Erziehungs- oder Orientierungspläne, Rahmenpläne, Bildungsprogramme, Bildungs- und Erziehungsempfehlungen, Vereinbarungen oder Leitlinien der Länder verwendet.

3 Unter MINT werden die Bereiche **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaften und **T**echnik verstanden.

4 Der Terminus Hands-on-Aktivität wird hier als Oberbegriff für Versuche, Experimente, Überprüfungen, Untersuchungen, Darstellungen von Phänomenen etc. verwendet.

in denen sie entdecken, dass Wasser sich nicht festhalten lässt und durch die Finger rinnt; beim Sammeln und Ordnen von Schnecken in Haus- und Nacktschnecken oder bei der Beobachtung, dass der Sand in der Sonne, über den man barfuß geht, wärmer ist als der im Schatten. Werden diese kindliche Neugier an der belebten und unbelebten Natur aufgegriffen und entsprechende Bildungsprozesse unterstützt, erhalten Kinder wertvolle Gelegenheiten, ein umfangreiches Wissen aufzubauen, um sich die Welt zu erschließen. Dabei können sie zentrale Vorgehensweisen wie das Entdecken, Überprüfen, Verwerfen und Weiterentwickeln sowie Kommunizieren von Ideen kennenlernen und erproben sowie vielseitige Interessen entwickeln (Kinzie u.a. 2015; French/Woodring 2006). Diese Vorgehensweisen entsprechen den sogenannten naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen, die ein wesentliches Element naturwissenschaftlicher Bildung in Kindertageseinrichtungen darstellen.

Ziel dieser Expertise ist es, relevante Forschungsbefunde zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung zusammenzustellen und dabei theoretische und empirische Erkenntnisse aus verschiedenen Bereichen, zum Beispiel der Frühpädagogik und der Naturwissenschaftsdidaktik, zueinander in Bezug zu setzen und vor dem Hintergrund der Praxis sowie der dort vorliegenden Rahmenbedingungen einzuschätzen. Aufgrund des oben beschriebenen Forschungsdefizits werden hier auch Befunde aus anderen Bereichen wie der frühen mathematischen Bildung oder der Grundschulpädagogik rezipiert, um sie dann im Hinblick auf die Spezifika der frühen naturwissenschaftlichen Bildung einzuordnen.

Zum Kompetenzbegriff

In dieser Expertise wird von einem Kompetenzbegriff ausgegangen, wie ihn Franz Emanuel Weinert beschrieben hat. Er wird sowohl auf der Ebene der Kinder als auch der Fachkräfte im Sinne professioneller Kompetenz verwendet:

„Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001, S. 27f.).

Kompetenz lässt sich also als mehrdimensionaler Fähigkeitskomplex verstehen, der Wissen, Fähigkeiten,

aber auch Wertorientierungen, motivationale Orientierungen und die Bereitschaft zur Auseinandersetzung umfasst, um reale Anforderungssituationen zu meistern. „Wer kompetent zu handeln vermag, verfügt nicht nur über träges Wissen, sondern ist nachweislich in der Lage, reale Anforderungssituationen zu bewältigen“, erläutern Eckhard Klieme und Johannes Hartig (Klieme/Hartig 2007, S. 12). Wissen wird entsprechend als vernetzt (Aebli 1983) und anwendbar verstanden (Reusser 2014; Anderson/Krathwohl 2001). Kompetenzen umfassen aber mehr als nur anwendbares Wissen und nutzbare Fertigkeiten, nämlich auch „die Aneignung von Reflexions- und Orientierungswissen zur verständnisbezogenen Durchdringung und handlungsbezogenen Bewältigung variabler Situationen und Anforderungen inklusive dazu erforderlicher personaler, methodischer und sozialer Strategien“ (Reusser 2014, S. 327).

Stärker bereichsspezifische Kompetenzen wie naturwissenschaftliche Fähigkeiten werden oft von Bildung im Sinne der Entfaltung einer persönlichen Identität und Aneignung der Welt abgegrenzt. Unabhängig von der Frage der Abgrenzung oder Überschneidung ist die Bedeutung der Persönlichkeitsentwicklung in Bildungsprozessen unumstritten. Gleichwohl liegt der Fokus dieser Expertise auf bereichsspezifischen Kompetenzen, um herauszuarbeiten, wie dieser Teilbereich in der Kindertageseinrichtung bewusst konturiert werden kann. Der Kompetenzansatz ermöglicht gleichzeitig eine Anschlussfähigkeit an die internationale Bildungsforschung und Grundbildungskonzepte wie Scientific Literacy (Norris/Phillips 2003) sowie an gängige Modelle der professionellen Kompetenzfrühpädagogischer Fachkräfte (Fröhlich-Gildhoff u.a. 2011).

Der Begriff *Wissen* wird in einem sehr weiten Sinn verwendet und umfasst auch anschlussfähige Vorstellungen von Kindern, die noch nicht einer streng wissenschaftlichen Sichtweise entsprechen, zum Beispiel die Vorstellung, dass Wasser beim Trocknen (Verdunsten) zu Luft wird (vgl. Kap. 5.2, Conceptual-Change-Theorien).

Aufbau der Expertise

Die Expertise gliedert sich – neben Einleitung und Resümee – in fünf Kapitel. Zunächst werden im Kapitel 2 Forschungsbefunde zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung skizziert. Sie stellen die Bedeutung früher Bildungsprozesse für das spätere Lernen dar und verdeutlichen dadurch das allgemeine Interesse an frühen Bildungsprozessen aus einer Lebensspannenperspektive.

Anschließend gibt Kapitel 3 einen Überblick über die Naturwissenschaften als Domäne, wobei Fragen nach der Strukturierung, den charakteristischen Merkmalen und den zentralen Konzepten im Vordergrund stehen. Es folgt die Vorstellung des Bildungskonzepts „Naturwissenschaftliche Grundbildung“, das für die frühe vorschulische, aber auch schulische Bildung einen wichtigen Orientierungspunkt darstellt. Außerdem wird auf Forschungsbefunde zur naturwissenschaftlichen Kompetenz von Kindern in den ersten sechs Lebensjahren und deren Entwicklung eingegangen.

Im Kapitel 4 werden die Ausführungen zu den Naturwissenschaften in den Bildungsplänen analysiert und im Kontext der Sachunterrichtslehrpläne und internationalen Curricula früher naturwissenschaftlicher Bildung eingeordnet.

Kapitel 5 widmet sich der Unterstützung beziehungsweise Anregung naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse. So geht es zunächst um Voraussetzungen des Wissenserwerbs von Kindern sowie um theoretische Annahmen zum Wissenserwerb in den Naturwissenschaften. Schließlich richtet sich der Fokus auf die Qualität von Lerngelegenheiten, wobei in erster Linie naturwissenschaftsspezifische Interaktionen thematisiert werden.

Die Qualität von Lerngelegenheiten hängt maßgeblich von der professionellen Kompetenz der frühpädagogischen Fachkraft⁵ ab, die im Zentrum von Kapitel 6 steht. Hier werden unterschiedliche Modelle zur professionellen Kompetenz sowie Befunde zur Wirkung einzelner Kompetenzfacetten auf die Gestaltung von Lerngelegenheiten und die Kompetenzentwicklung der Kinder dargestellt. Darüber hinaus stehen die Bedeutung von Naturwissenschaften in der Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie die Wirkungen von Fort- und Weiterbildungsangeboten auf die Kompetenz der frühpädagogischen Fachkräfte im Mittelpunkt.

Die Expertise schließt mit einer Zusammenfassung und der Formulierung zentraler Herausforderungen für die Praxis (vgl. Kap. 7).

2 Frühe Bildung aus der Lebensspannenperspektive

Frühen Bildungserfahrungen wird eine hohe Bedeutung über die Lebensspanne zugeschrieben. Forschungsbefunde aus unterschiedlichen Disziplinen stärken diese Annahmen, indem sie zeigen, dass die Weichen für erfolgreiche Bildungsverläufe – und damit zusammenhängend für die erfolgreiche Teilhabe an der Gesellschaft – lange vor dem Eintritt in das Schulsystem gestellt werden. So ist bekannt, dass soziale und migrationsbedingte Unterschiede (Disparitäten) bereits in den ersten Lebensmonaten erkennbar werden, sich bis zum Schuleintritt eher verstärken (Halle u.a. 2009) und Kinder mit sehr unterschiedlichen sprachlichen, aber auch mathematischen sowie naturwissenschaftlichen Voraussetzungen in die Schule eintreten. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass grundlegendes Wissen und Basisfertigkeiten, die auch als Vorläuferfähigkeiten bezeichnet werden, von Kindern im Kita-Alter entscheidend für den späteren Bildungserfolg sind.

Nimmt man diese Befunde zusammen, dann wird deutlich, dass die Förderung von Bildungsprozessen von Kindern im Elementarbereich auch präventiv wirken kann, um der Entwicklung von Disparitäten vorzubeugen. Analysen aus der Bildungsökonomie ergeben zudem, dass Investitionen in die frühe (familiäre und institutionelle) Förderung sich langfristig auszahlen, zum Beispiel im Hinblick auf Bildungsabschlüsse, Erwerbstätigkeit oder Gesundheit (Heckman u.a. 2010).

2.1 Bedeutung von grundlegendem Wissen und Basisfertigkeiten für die Kompetenzentwicklung

Verschiedene Längsschnittstudien – zum Teil mit repräsentativen Stichproben – zeigen, dass grundlegendes Wissen und Basisfertigkeiten, die bereits im Kita-Alter erworben werden, einen Einfluss auf spätere Leistungen im Primarbereich und in den weiterführenden Schulen haben (Watts u.a. 2014; Sylva u.a. 2013; Camilli u.a. 2010; Claessens u.a. 2009; Duncan u.a. 2007; McClelland u.a. 2006). Dies ist insbesondere in den

5 Der Begriff *frühpädagogische Fachkraft* bezieht sich auf alle in der Kindertageseinrichtung tätigen (pädagogischen) Berufsgruppen, schließt also Erzieher/innen, Kinderpfleger/innen, Sozialassistenten/-innen, Sozialpädagogen/-innen, Heilpädagogen/-innen und Kindheitspädagogen/-innen etc. ein.

Bereichen Mathematik und Spracherwerb untersucht worden. Ergebnisse aus sechs großen Längsschnitten aus den USA, Großbritannien und Kanada verdeutlichen beispielsweise, dass mathematische Basisfertigkeiten zu Beginn des Primarbereichs auch bei Kontrolle einiger relevanter Variablen wie allgemeine kognitive Fähigkeiten, Lesefähigkeit und Aufmerksamkeitssteuerung die mathematischen Leistungen in der dritten Klasse voraussagen (Duncan u.a. 2007).

Neben dem Schriftspracherwerb (Ebert/Weinert 2013; Schneider u.a. 1997) ist im Bereich der Arithmetik gut untersucht, welche *spezifischen* Fähigkeiten und Wissens Elemente für die spätere Leistungsentwicklung bedeutsam sind. Dazu gehören zum Beispiel Vorläuferfähigkeiten wie das Vergleichen von Mengen (mehr/weniger) und die Zählprozedur, die grundlegend für die Mengenbewusstheit von Zahlen und Zahlrelationen sind (Krajewski/Schneider 2009). Ein solches erstes Verständnis von Zahlen und Mengen kann flexiblere Zähloperationen unterstützen, beispielsweise wenn Kinder lernen, die Anzahl kleinerer Mengen direkt zu erfassen. Es erleichtert ihnen, den Zusammenhang zwischen Quantitäten auf der konkreten gegenständlichen Ebene und formalen mathematischen Zahlen sowie Ausdrücken herzustellen und zwischen diesen beiden Ebenen flexibel zu wechseln. Zudem erfassen Kinder mit einem solchen ersten Verständnis rascher Zusammenhänge zwischen mathematischen Prinzipien oder Prozessen (Clements/Sarama 2011). Kristin Krajewski und Wolfgang Schneider konnten in einer Längsschnittstudie zeigen, dass die Leistung bei der Zählprozedur die Fähigkeit zur Zuordnung von Zahlwörtern zu einer Menge (Anzahlkonzept) voraussagt und Letzteres wiederum die Leistungen im Fach Mathematik am Ende des Primarbereichs beeinflusst (Krajewski/Schneider 2009; vgl. auch Watts u.a. 2014; Jordan u.a. 2009).

Im Vergleich zur Mathematik und zum Spracherwerb ist die Bedeutung von grundlegendem Wissen und Basisfähigkeiten für die Naturwissenschaften bislang kaum untersucht. Aufgrund der Wichtigkeit des Vorwissens für Lernprozesse allgemein ist davon auszugehen, dass auch naturwissenschaftliches Basiswissen einen entscheidenden Einflussfaktor für das spätere Lernen darstellt. Eine erste Längsschnittstudie ergab, dass ein generelles naturwissenschaftliches Wissen von Kindern am Ende der Kita-Zeit und zu Beginn des Primarbereichs naturwissenschaftliche Leistungen in der dritten Klasse voraussagt (Morgan u.a. 2016). Welche konkreten Basisfähigkeiten

beziehungsweise Wissens Elemente besonders relevant sind und nachhaltig positive Bildungsentwicklungen unterstützen, ist allerdings unklar.

Zwei weitere Studien mit Daten aus der „Early Childhood Longitudinal Study“ (ECLS-K) weisen darauf hin, dass auch grundlegendes mathematisches Wissen und mathematische Fähigkeiten im Kita-Alter die naturwissenschaftlichen Leistungen in der Schule voraussagen (Claessens/Engel 2013; Saçkes 2013). Ähnliches wird auch in einem kürzeren Erhebungszeitraum deutlich. So beeinflussen mathematische Fähigkeiten – bei Kontrolle des naturwissenschaftlichen Basiswissens zum ersten Messzeitpunkt – den Zuwachs von naturwissenschaftlichem Basiswissen zum zweiten Messpunkt innerhalb des letzten Kita-Jahres (Guo u.a. 2015). Als ursächlich hierfür werden unter anderem Überschneidungen zwischen mathematischen und naturwissenschaftlichen prozessbezogenen Fähigkeiten wie Ordnen, Klassifizieren und Erkennen von Mustern angesehen. Diese sogenannten naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen werden in Kapitel 3.2 ausführlicher thematisiert. Erkenntnisse über die Bedeutung einzelner Wissens Elemente oder spezifischer Denk- und Arbeitsweisen sind wichtig, um gegebenenfalls gezielter naturwissenschaftliche Aspekte in der Kindertageseinrichtung fördern zu können, mathematische und naturwissenschaftliche Bildung besser miteinander zu verzahnen und entsprechende Erkenntnisse auch in der Aus- und Weiterbildung zu verankern.

Nicht nur bezüglich der kognitiven Entwicklung, sondern auch hinsichtlich der Entwicklung nichtkognitiver Kompetenzfacetten wie Motivation, Einstellungen, Interessen, Lernfreude und Selbstkonzepte scheinen frühe Erfahrungen im häuslichen und institutionellen Umfeld bedeutsam zu sein (vgl. Kap. 5.3). Folgt man beispielsweise der pädagogischen Interessentheorie, benötigen Kinder Gelegenheiten, sich mit dem Interessensgegenstand auseinanderzusetzen, um (zunächst situationales) Interesse zu entwickeln (Krapp 1994). Im Bereich des Lesens zeigt sich, dass die Qualität von Vorlesesituationen bei fünfjährigen Kindern einen Einfluss auf die Lesemotivation in der Kindertageseinrichtung (Lerkkanen u.a. 2012) beziehungsweise zu Beginn des Primarbereichs (Sonnenschein/Munsterman 2002) hat.

2.2 Disparitäten in den akademischen Fähigkeiten

Die Entwicklung von Wissen und Interesse hängt einerseits von den individuellen Voraussetzungen einer Person und andererseits von den sogenannten Opportunitätsstrukturen und Bildungsressourcen ab, also zum Beispiel von Aktivitäten wie dem Spielen von Würfelspielen beziehungsweise von vielseitigen bildungsförderlichen Materialien wie Büchern.

Viele Forschungsergebnisse machen deutlich, dass Kinder lange vor dem Schuleintritt in Abhängigkeit von ihrem Bildungshintergrund unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen haben (Quinn 2015; Weinert/Ebert 2013; Burger 2010; NICHD⁶ ECCRN 2005). Dies lässt sich u.a. mit unterschiedlichen bildungsförderlichen Aktivitäten in Familien oder Kindertageseinrichtungen erklären (Melhuish u.a. 2008). In Bezug auf die Naturwissenschaften können das zum Beispiel Aktivitäten wie das Sammeln und Vergleichen von Blättern im Herbst oder das Lesen von entsprechenden Sachbüchern sein. Daneben haben vor allem unterschiedliche sprachliche Fähigkeiten einen wesentlichen Einfluss auf Unterschiede im naturwissenschaftlichen oder allgemein im domänenspezifischen Wissen (vgl. Kap. 5.3.1).

Empirische Befunde speziell zu Disparitäten in den Naturwissenschaften sind bislang nur vereinzelt vorhanden. In einer US-amerikanischen Studie zeigen sich migrationsbedingte Disparitäten im Kindergarten und zu Beginn der Grundschule (Curran/Kellogg 2016). Die Unterschiede in den Leistungen haben eine ähnliche Größenordnung wie in der Mathematik und beim Lesen. Auch die Daten aus dem Nationalen Bildungspanel verweisen bei Kita-Kindern in Deutschland auf große Unterschiede zwischen den naturwissenschaftlichen Leistungen von Kindern ohne Migrationshintergrund und Kindern, deren Eltern im Ausland geboren worden sind (Hahn/Schöps, im Erscheinen).

Von großem Interesse ist die Frage, inwiefern sich herkunftsbedingte Unterschiede beim Eintritt oder beim Übergang in eine Bildungsinstitution entwickeln, ob sie sich also reduzieren, verstärken oder unverändert bleiben. Die Befundlage hinsichtlich der frühen Bildung ist hier allerdings nicht eindeutig (Curran/Kellogg 2016; Anders 2013; Burger 2010).

Insgesamt weisen die Ergebnisse auf die große Bedeutung früher Bildungsprozesse für erfolgreiche Bildungsverläufe hin. Die unterschiedlichen Voraussetzungen von Kindern, die unter anderem abhängig von ihrem sozialen Hintergrund sind, führen zu unterschiedlichen Chancen, Kompetenzen in der Kindertageseinrichtung oder Schule zu entwickeln. Deshalb wird die Unterstützung früher Bildungsprozesse als wichtig eingeschätzt, auch im Hinblick darauf, Disparitäten entgegenzuwirken und eine höhere Chancengerechtigkeit zu verwirklichen.

⁶ NICHD ist die Abkürzung für National Institute of Child Health and Human Development.

3 Frühe naturwissenschaftliche Bildung

Dieses Kapitel gibt zunächst einen Überblick über die Naturwissenschaften als Domäne⁷ und vertieft dann das bereits erwähnte Konzept einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy). Eine solche Grundbildung wird aktuell als übergeordnetes Ziel früher, aber auch schulischer Bildungsprozesse angesehen. Anschließend werden Befunde zu naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Kindern zwischen null und sechs Jahren dargestellt. Der letzte Abschnitt widmet sich der Frage, welche naturwissenschaftlichen Inhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen sich für die Kindertageseinrichtung besonders eignen.

3.1 Die Domäne Naturwissenschaften

Obwohl niemand bezweifeln würde, dass die Naturwissenschaften eine wichtige Domäne sind, besteht in der Frage, was Naturwissenschaften eigentlich sind, kein Konsens (Osborne u.a. 2003). Häufig finden sich Aufzählungen charakteristischer Merkmale (University of California Museum of Paleontology 2017). So wird den Naturwissenschaften zum Beispiel zugeschrieben, dass sie

- in der Regel empirische Methoden nutzen,
- evidenzbasiert sind,
- durch soziale und gesellschaftliche Kontexte beeinflusst sind,
- kritisch und skeptisch mit Erkenntnissen umgehen, um diese gegebenenfalls korrigieren und weiterentwickeln zu können.

Nicht bei allen Merkmalen ist man sich über deren Bedeutung einig. So wird einerseits beispielsweise „Objektivität“ als ein Kennzeichen der Naturwissen-

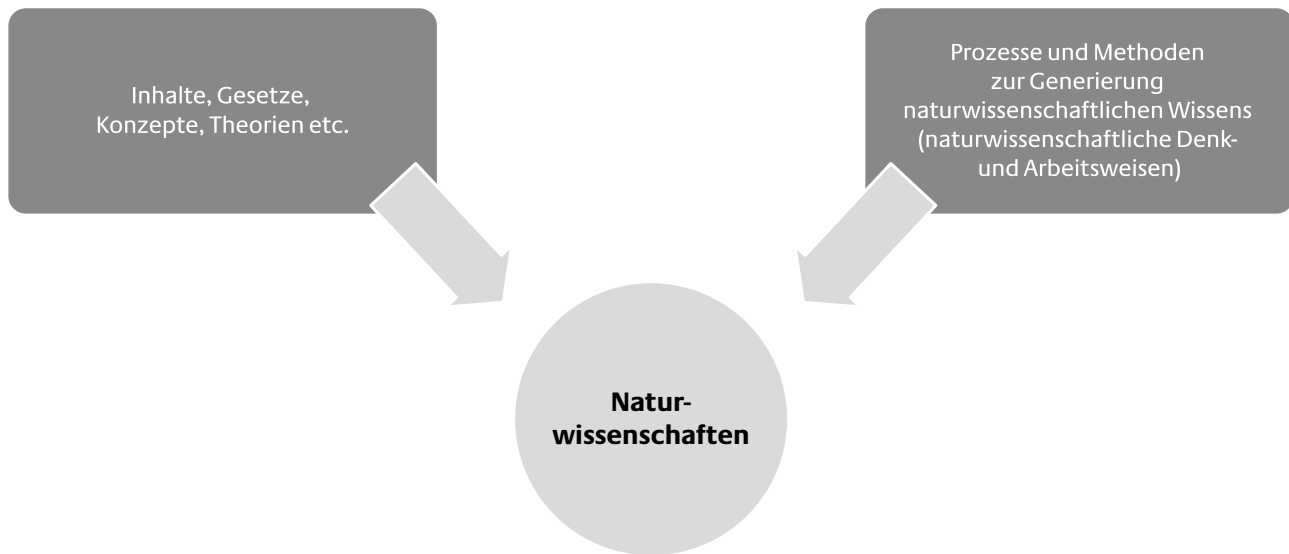
schaften genannt. Andererseits wird die Objektivität der Naturwissenschaften aber als beschränkt bewertet, da die naturwissenschaftliche Interpretation von Daten immer auch durch Rahmentheorien und Erwartungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geprägt ist.

Der Gegenstand des Interesses der Naturwissenschaften ist die Beschreibung und vor allem Erklärung der Natur. Natur umfasst dabei alles, was uns umgibt, von subatomaren Teilchen über Prozesse, die in unserem Körper ablaufen, bis zu Reaktionen, die in der Sonne stattfinden. Naturwissenschaften tragen zum Verständnis der Natur und Lebenswelt bei und stellen einen Teil sowie auch eine Errungenschaft der menschlichen Kultur dar (Gebhard u.a. 2017).

Große Übereinstimmung besteht im Hinblick auf zwei zentrale konstituierende Elemente von Naturwissenschaften, nämlich einerseits das Wissen über Konzepte, Theorien und Gesetze und andererseits die Prozesse und Methoden, mit denen dieses Wissen generiert, erweitert, verändert und revidiert wird (vgl. Abb. 1). Beide Elemente sind essenziell für das Verständnis von Naturwissenschaften, und dementsprechend stellen sie auch zentrale Bausteine einer naturwissenschaftlichen Grundbildung dar.

⁷ In dieser Expertise wird in der Regel der Begriff Domäne anstelle von Fach oder Disziplin verwendet, weil es weniger um die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer oder die akademischen Disziplinen mit ihrer spezifischen Systematik, z.B. den zentralen Teilbereichen, geht, sondern um den Wissensbereich als Ganzes.

Abbildung 1: Zwei konstituierende Merkmale der Naturwissenschaften



Quelle: Eigene Darstellung

Zu den Naturwissenschaften gehören in erster Linie die Biologie, die Physik und die Chemie. Biologie gilt als die Wissenschaft der „belebten Natur“, die Chemie und Physik als Wissenschaften der „unbelebten Natur“. Die Differenzierung in diese drei zentralen Fächer ist historisch bedingt, eine trennscharfe Abgrenzung ist jedoch gerade in der modernen Naturwissenschaft kaum noch möglich. Beispielsweise hängt die Molekularbiologie, ein Teilbereich der Biologie, stärker mit der Organischen Chemie zusammen als mit vielen anderen Teilbereichen der Biologie, zum Beispiel der Ökologie. Zudem wird eine Vielzahl von Forschungsfragen und globalen Herausforderungen, wie der Umgang mit natürlichen Ressourcen oder dem Klimawandel, interdisziplinär von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern gemeinsam etwa mit Sozial- und Politikwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern bearbeitet. Auch hier lösen sich also die Grenzen zwischen den Domänen oft auf.

Viele Menschen nehmen die Naturwissenschaften als Sammlung einzelner Fakten wahr, die sich nicht zu einem kohärenten Bild zusammenfügen lassen. Aus diesem Grund erscheinen Naturwissenschaften oft auch als besonders schwierig und undurchschaubar. Um diesem Problem zu begegnen, orientieren sich viele Curricula für den Schulunterricht an wenigen zentralen, erklärungs-mächtigen und übergeordneten Konzepten, die als *core concepts*, *big ideas* oder *Basiskonzepte* bezeichnet werden. Sie stellen einen Ansatz dar, einzelne

Fakten und Inhalte in Beziehung zu setzen und zu strukturieren (Harlen 2015; National Research Council 2012; KMK 2004). In der vorliegenden Expertise erscheint ein kleiner Einblick in diese übergeordneten Konzepte der Naturwissenschaften ebenfalls hilfreich, um sich einen ersten Überblick über die Domäne zu verschaffen und sie zu strukturieren. Das heißt jedoch nicht, dass diese Konzepte dafür geeignet wären, sie explizit mit Kindern zu thematisieren.

Für die Übersicht über die inhaltsbezogenen Anteile der naturwissenschaftlichen Domäne wird zunächst die grobe Differenzierung in die beiden Bereiche *belebte* und *unbelebte Natur* gewählt (vgl. Abb. 2). Dabei muss bewusst bleiben, dass es große Überlappungen gibt, zum Beispiel hinsichtlich einiger zentraler Konzepte wie „Energie“, die in physikalischen wie auch biologischen Systemen eine wichtige Rolle spielt.

Abbildung 2 stellt häufig genannte übergeordnete Konzepte für die Naturwissenschaften dar, zum Beispiel „Evolution“ oder „Materie“, und nennt beispielhafte Stichworte zur Konkretion wie „Adaption“ oder „Struktur der Materie“. In den verschiedenen Konzeptualisierungen finden sich kleinere Unterschiede hinsichtlich der Anzahl, der Benennung oder auch der inhaltlichen Spezifizierung der übergeordneten Konzepte. Die hier aufgeführten übergeordneten Konzepte orientieren sich an der amerikanischen Rahmenkonzeption naturwissenschaftlicher Bildung (National Research Council 2012)

sowie an Texten und Konzeptionen zu früher naturwissenschaftlicher Bildung (Harlen 2015; Kinzie u.a. 2015; Chalufour/Worth 2006; vgl. auch TIMSS-Grundschule, Steffensky u.a. 2016).

Außerdem enthält Abbildung 2 exemplarische Fragen zu den einzelnen Konzepten, denen die frühpädagogischen Fachkräfte mit den Kindern im Kita-Alltag nachgehen könnten. Dabei wird die Perspektive der Kindertageseinrichtung eingenommen: So wäre etwa das Thema „Schwimmen und Sinken“ im Physikunterricht dem übergeordneten Konzept „Kräfte und Bewegungen“ zuzuordnen, in der Kindertageseinrichtung passt es aber besser zu dem übergeordneten Konzept „Materie“, da über das Material (einem Aspekt des Materie-Konzepts) häufig erklärt wird, warum manche Dinge schwimmen und andere untergehen. Nicht alle Aspekte lassen sich eindeutig *einem* übergeordneten Konzept zuordnen, beispielsweise ist der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (übergeordnetes Konzept „Lebewesen“) auch im Kontext Angepasstheit an den Lebensraum (übergeordnetes Konzept „Ökosystem“) relevant.

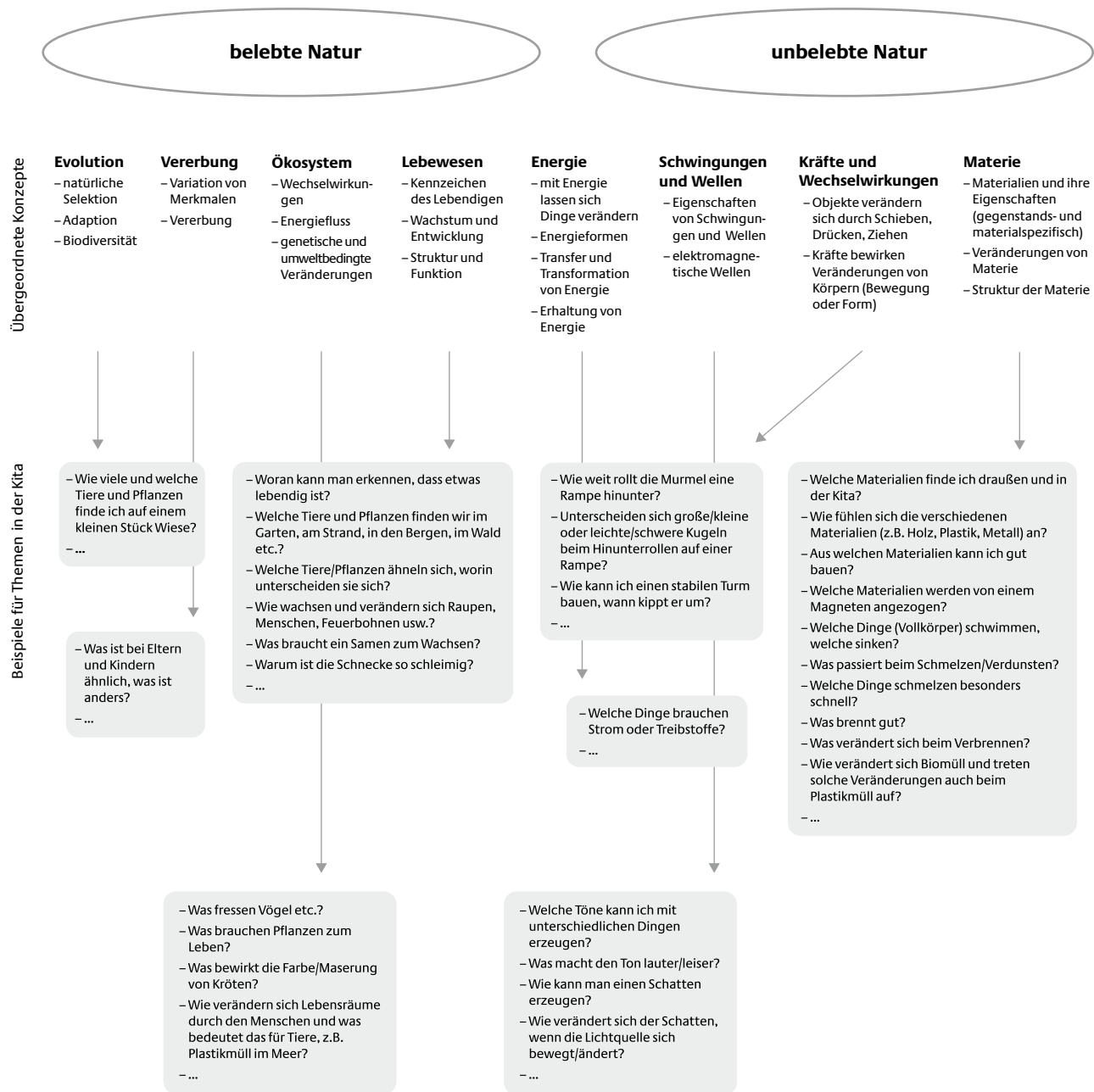
Die aufgeführten Fragen, die sich lediglich auf einen Bruchteil der möglichen Themen beziehen, verdeutlichen, warum es so schwer ist, Naturwissenschaften nicht als Ansammlung verschiedenster Fakten zu begreifen. Beschäftigt man sich mit dem Rosten eines Fahrrads, dem Brennen eines Holzscheits, dem Lösen von Zucker im Tee, dem Trocknen von nasser Wäsche oder dem Backen eines Kuchens, dann handelt es sich zunächst um vollkommen unterschiedliche Prozesse, bei denen es schwerfällt, einen Zusammenhang zu erkennen. Aus der Perspektive der übergeordneten Konzepte besteht die Klammer jedoch darin, dass es sich bei allen Beispielen um Prozesse handelt, in denen Materie auf unterschiedliche Weise – durch physikalische Umwandlungen oder chemische Reaktionen – verändert wird.

In der internationalen Literatur zu *Science Education* wird der Bereich der unbelebten Natur noch ergänzt um naturgeografische Themen wie

- die Struktur der Erde (Wie unterscheidet sich Meerwasser von anderem Wasser? Was ist im Boden?);
- das Wetter (Was für Wetter gibt es? Wie kann man Temperaturen messen? Wie verändert sich das Wetter im Jahreszyklus?) sowie
- die Erde im Sonnensystem (Was sind die Unterschiede zwischen Tag und Nacht? Wie verändert sich der Mond im Verlauf eines Monats? Wie ist der Sonnenstand im Verlauf eines Tages?).

Weitere Querschnittsthemen, die aus der Bildungsperspektive bedeutsam sind, zum Beispiel Gesundheit, sind in Abbildung 2 aus Platzgründen nicht aufgeführt, werden aber im Kapitel 3.2 aufgegriffen.

Abbildung 2: Übergeordnete Konzepte der Naturwissenschaften⁸



Quelle: Eigene Darstellung

⁸ In dieser Abbildung sind die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (vgl. Abb. 1), die für die belebte und unbelebte Natur gleichermaßen bedeutsam sind, nicht berücksichtigt.

3.2 Scientific Literacy

Was ist das übergeordnete Ziel früher naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse? Der Begriff des *Bildungsziels* ist im Elementarbereich nicht unumstritten. So geben beispielsweise die jeweiligen Bildungspläne anders als schulische Lehrpläne keine Ziele oder Standards vor, die zu bestimmten Zeitpunkten erfüllt werden sollen. Für die Diskussion und auch die Weiterentwicklung der frühen naturwissenschaftlichen Bildung erscheint eine Auseinandersetzung mit übergeordneten Zielen jedoch sinnvoll, um zum Beispiel dem Problem der Vorverlagerung schulischer Inhalte zu begegnen.

Zahlreiche Autorinnen und Autoren orientieren sich bei der Frage nach dem Ziel früher naturwissenschaftlicher Bildung an dem Konzept *Scientific Literacy* (Trundle/Saßes 2015; Anders u.a. 2013; Samarapungavan u.a. 2011; Möller/Steffensky 2010; Eshach 2006; French 2004). Dieses beschreibt eine naturwissenschaftliche Grundbildung,⁹ die sich kumulativ entwickelt und auch im Kontext der schulischen Bildung einen wichtigen Orientierungspunkt darstellt (Primarbereich: GDSU 2013; Sekundarbereich: KMK 2004). Neben dem Wissen und Fähigkeiten umfasst sie Einstellungen, Lernfreude, Interesse und das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten, etwas herauszufinden. Naturwissenschaften werden dabei in einem weiten Sinn verstanden, es geht also auch darum, Bezüge zu sozialen, gesellschaftlichen und technischen Aspekten herzustellen. Insofern ist das Konzept auch anschlussfähig an Ansätze der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung.

Scientific Literacy wird als Voraussetzung für die verantwortungsvolle Teilnahme an einer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt gesehen (DeBoer 2000). Sie ermöglicht es zum Beispiel, Debatten, in denen naturwissenschaftliche Inhalte aufgegriffen werden, zu verfolgen und eine eigene Meinung zu entwickeln oder Alltagsentscheidungen verantwortungsvoll zu treffen. Aus diesem Grund sind auch Interesse, Motivation und das Selbstvertrauen, sich mit naturwissenschaftlichen Themen und Phänomenen auseinanderzusetzen, zentrale Komponenten dieser Grundbildung. Außerdem stellen sie eine wichtige Voraussetzung für eine freiwillige und länger andauernde Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen dar.

Grundlegend für die naturwissenschaftliche Bildung sind bewusste Erfahrungen von jungen Kindern mit der sie umgebenden natürlichen Umwelt (vgl. Kap. 3.3). Diese Erfahrungen finden mit allen Sinnen statt und erfolgen oft in explorativen Erkundungen. Sie sind bewusst in der Hinsicht, dass das Kind aktiv mit einem wahrgenommenen Phänomen oder Objekt umgeht, und sie ermöglichen es zum Beispiel, Dinge zu differenzieren und zu ordnen.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Wissensbereiche gegeben, die zu Scientific Literacy gehören. Naturwissenschaftliches Wissen wird dabei differenziert in

1. *inhaltsbezogenes Wissen* über naturwissenschaftliche Konzepte,
2. *prozessbezogenes Wissen*, also Wissen über naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, und
3. *epistemologisches Wissen*, also Wissen über die Voraussetzungen, Generierung und Grenzen des Wissens. Wie das prozessbezogene bezieht sich auch das epistemologische Wissen auf das Wissen darüber, wie man in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnt und wie diese beschaffen sind. Beide Bereiche werden zusammenfassend als Wissen *über* Naturwissenschaften bezeichnet (OECD 2016).

3.2.1 Inhaltsbezogenes Wissen

Zum inhaltsbezogenen Wissen gehören das Wissen über Phänomene, Zusammenhänge, Konzepte, Theorien und Gesetzmäßigkeiten in den Inhaltsbereichen der Naturwissenschaften sowie die Fähigkeit, dieses in verschiedenen Kontexten anwenden zu können. Abbildung 2 gibt einen Überblick über zentrale übergeordnete Konzepte, an dieser Stelle kann aber nicht auf einzelne Inhaltsbereiche eingegangen werden.

3.2.2 Prozessbezogenes Wissen

Im Mittelpunkt des prozessbezogenen Wissens stehen die zentralen Denk- und Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften. Dabei geht es um die Fähigkeit, diese Denk- und Arbeitsweisen anzuwenden, aber auch um ein Wissen über diese Prozesse. Dies beinhaltet zum Beispiel die Kenntnis darüber, dass bei Messungen ein Vergleich mit einer standardisierten Größe durchgeführt wird (Meter, Fußlänge etc.) und sie es somit ermöglichen, Beobachtungen zu quantifizieren. Im folgenden Kasten sind zentrale naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen aufgeführt. Die Darstellung erfolgt in Anlehnung an das Projekt „Spiralcurriculum Magnetismus“ (Steffensky/Hardy 2013).

⁹ Ulrich Gebhard, Dietmar Höttecke und Markus Rehm informieren in ihrer Arbeit über Überschneidungen und Differenzierungen zwischen Literacy-Konzeptionen und Bildungskonzepten (Gebhard u.a. 2017).

Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen

Fragen stellen:	Fragen bilden den Ausgangspunkt von zielgerichteten wissenschaftlichen Untersuchungen, aber sie sind oft auch das Ergebnis einer Untersuchung. In Bereichen, in denen kaum Erfahrungen oder Erkenntnisse vorliegen, kann ein eher unsystematisches Probieren und Herantasten zu Fragen führen.
Vermuten:	In der Wissenschaft wird eine Annahme, z.B. zur Vorhersage eines Experiments, die mit theoretischen Überlegungen begründet werden kann, als Hypothese bezeichnet. Liegen lediglich Einzelerfahrungen vor, aus denen eine Annahme abgeleitet wird, handelt es sich streng genommen nicht um eine Hypothese, sondern um eine Vermutung. Bereits Kinder im Alter von drei bis vier Jahren bilden explizierbare Vermutungen. Klar zu differenzieren sind Vermutungen vom Raten, da sie begründet werden. Begründungen von Kindern sind bis ins Grundschulalter oft noch zirkulär („Das ist so, weil es so ist.“) oder beziehen sich auf eigene Erfahrungen („Das habe ich schon mal gesehen.“).
Beobachten:	Wissenschaftliches Beobachten ist (im Gegensatz zu zufälligen Alltagsbeobachtungen) fokussiert und zielgerichtet (zur Fähigkeit des Beobachtens bei fünf- bis sechsjährigen Kindern siehe Kohlhauf u.a. 2011). Damit kann das Beobachten als eine eigenständige Erkenntnismethode verstanden werden. Gleichzeitig ist es ein Teilschritt beim Experimentieren. Beobachtungen können durch das Vorwissen und die Erwartungen beeinflusst sein.
Messen:	Messen ist eine Vorgehensweise, um Beobachtungen zu quantifizieren und deren Vergleichbarkeit zu erhöhen. Jedes Messverfahren verlangt die Festlegung einer Maßeinheit, z.B. Meter, Kilogramm oder eine selbst geschaffene Einheit wie ein Becher. Messergebnisse können dann als Vielfaches der Einheit mit einem Zahlenwert beschrieben werden.
Untersuchungen planen und durchführen:	Die Planung einer Untersuchung steht in engem Zusammenhang mit der Fragestellung, die untersucht werden soll. Wichtige Fragen bei der Planung von Untersuchungen sind, welche Variable (bzw. welche Größe) verändert werden soll (unabhängige Variable), welche Variable beobachtet oder gemessen werden soll (abhängige Variable) und welche Bedingungen konstant gehalten werden müssen (fairer Vergleich).
Vergleichen, Ordnen, Klassifizieren:	Ein typisches Vorgehen, um Komplexität zu reduzieren und mögliche Zusammenhänge zu erschließen, ist das Vergleichen und Ordnen. Die Einteilung von Materialien hinsichtlich einer Eigenschaft, z.B. Schwimmen oder Sinken im Wasser, oder von Tieren in solche, die im Wasser, in der Luft oder an Land leben, sind einfache Beispiele einer Ordnung. Das Periodensystem der Elemente ist ein Beispiel für ein komplexes naturwissenschaftliches Ordnungssystem. Das Vergleichen von Größen oder Mengen ist ebenfalls wichtig für Kinder. Insbesondere dann, wenn Messungen noch nicht durchgeführt werden können, lassen sich dadurch Dinge zueinander in Bezug setzen. Auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen sind das Vergleichen, Ordnen und Systematisieren wichtige Verfahrensschritte, um aus einer Untersuchung Schlussfolgerungen ziehen zu können. Das Vergleichen mehrerer Objekte oder Daten setzt das Festlegen von Vergleichskriterien voraus, die häufig durch die zugrunde liegende Fragestellung beeinflusst sind. Unterschiedliche Vergleichskriterien führen dementsprechend zu unterschiedlichen Ordnungen.

Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen

Daten analysieren, interpretieren, Schlussfolgern, Generalisieren:	Daten (Beobachtungen, Messergebnisse) sind nicht selbsterklärend, sondern müssen interpretiert werden. Ein Ansatzpunkt bei der Analyse von Daten ist die Suche nach Mustern (Beispiel: Immer wenn es regnet, sieht man am Himmel Wolken.). Häufiges Ziel naturwissenschaftlichen Arbeitens ist es, möglichst generalisierte Aussagen über Zusammenhänge zu treffen. Beispiele generalisierter Aussagen sind Wenn-dann-, Je-desto-Beziehungen oder naturwissenschaftliche Gesetze. Um Aussagen über Zusammenhänge bzw. Gesetze zu gewinnen, müssen die Daten aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen interpretiert werden. Dabei ist zwischen Daten und Interpretationen zu unterscheiden. Gleiche Daten können zu unterschiedlichen Interpretationen führen.
Argumentieren:	Ein zentrales Merkmal der Naturwissenschaften ist das Begründen von Aussagen (Hypothesen/Vermutungen oder Schlussfolgerungen) durch empirische Belege; diese werden auch als Evidenz bezeichnet. Das Verknüpfen von Aussagen mit Belegen wird als Argumentieren aufgefasst. Dazu gehört auch, naturwissenschaftliche Aussagen kritisch zu hinterfragen, Belege einzufordern, die Eignung von Belegen zu prüfen oder neue Belege zum Revidieren von Aussagen heranzuziehen.
Modelle nutzen:	Naturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler nutzen Modelle, um in der Regel nicht sichtbare Zusammenhänge zu beschreiben und zu erklären. Zu den bekanntesten Modellen in den Naturwissenschaften zählen die Teilchenmodelle, die den Aufbau der Materie, z.B. aus Atomen, veranschaulichen. Modelle können nicht wahr oder falsch sein, sondern sie sind immer nur für bestimmte Zwecke geeignet oder ungeeignet.
Dokumentieren:	Das Dokumentieren einer Untersuchung ist notwendig, um diese reproduzieren zu können und deren Ergebnisse sowie abgeleitete Schlussfolgerungen nachprüfbar und transparent zu machen. Dokumentationen können mithilfe von Bildern, Fotos oder Protokollen erfolgen.

Die einzelnen Denk- und Arbeitsweisen hängen eng zusammen. So gehören zum Beispiel zu einem Versuch oder Experiment¹⁰ dessen Planung und Durchführung,

aber auch das Interpretieren von Daten. Insbesondere das Nachdenken über Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die u.a. relevant für das Vorhersagen von Effekten sind, und die Differenzierung zwischen einer Hypothese und Evidenz sowie der Abgleich zwischen beiden werden oft als Kernelemente des wissenschaftlichen Denkens dargestellt.

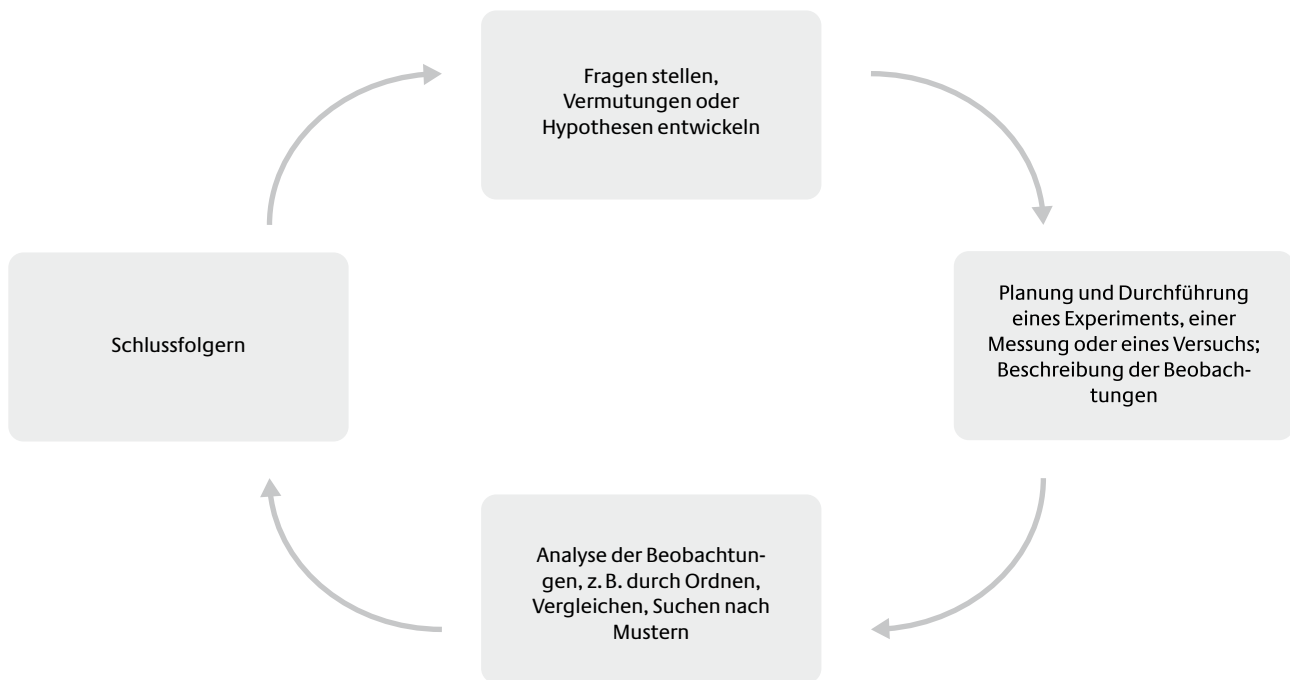
Zentrale Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung werden häufig als zyklischer Prozess beschrieben, da das Ergebnis eines solchen Prozesses wiederum neue Zyklen der Hypothesenbildung und -prüfung begründen kann. Abbildung 3 zeigt einen solchen Forschungszyklus mit den vier zentralen Phasen der Hypothesengenerierung, der Durchführung eines Versuchs oder Experiments bis zur Analyse von Daten

¹⁰ Genau genommen bezeichnet der Begriff Experiment einen planmäßig ausgelösten und wiederholbaren Vorgang, bei dem beobachtet wird, in welcher Weise sich unter Konstanzhaltung anderer Bedingungen (Kontrollvariablen) mindestens eine abhängige Variable ändert, nachdem mindestens eine unabhängige Variable geändert worden ist. Ein Beispiel: Um den Einfluss von Sonnenlicht (unabhängige Variable) auf das Wachstum (abhängige Variable) von Erbsen zu überprüfen, vergleicht man das Wachstum einer Erbsenpflanze mit Sonnenlicht mit dem Wachstum einer Erbse ohne Sonnenlicht. Erde und Wasserzufuhr sind in beiden Bedingungen identisch (Kontrollvariablen). In der didaktischen Literatur und so auch hier wird der Begriff Experiment häufig synonym mit dem Begriff Versuch verwendet.

sowie Interpretation und Schlussfolgerung, wobei ein Rückbezug auf die Hypothese stattfindet, um Theorien zu bilden oder zu revidieren. Die Bezeichnungen und genauen Abgrenzungen zwischen den einzelnen Schritten variieren bei unterschiedlichen Autorinnen und Autoren, der Grundgedanke des zyklischen Vorgehens

ist aber jeweils ähnlich (Pedaste u.a. 2015; Sodian/Mayer 2013; Kuhn 2010; Krajcik u.a. 1998; White/Frederiksen 1998; Klahr/Dunbar 1988). Der Forschungskreis spielt aber aus didaktischer Perspektive eine wichtige Rolle, weil er den Prozess des Untersuchens strukturieren kann (vgl. Kap. 3.3).

Abbildung 3: Die vier wesentlichen Phasen eines Forschungszyklus'



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an zum Beispiel Pedaste u. a. 2015, Sodian/Mayer 2013, Kuhn 2010, Krajcik u. a. 1998, White/Frederiksen 1998 und Klahr/Dunbar 1988

Neben dieser klassischen Abfolge des Experimentierens existieren auch zahlreiche andere Wege der Erkenntnisgewinnung. So kommen nicht nur bei Kindern, sondern auch in der Wissenschaft Formen des Explorierens vor, bei denen sich Fragen und Vermutungen erst aufgrund von Erfahrungen und Beobachtungen ergeben. Erkenntnisgewinnung setzt folglich nicht zwangsläufig eine Frage oder Vermutung voraus. Erkenntnisse können zudem auch gewonnen werden, ohne neue Experimente durchzuführen, zum Beispiel indem die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen miteinander verglichen und systematisiert werden. Auch das Beobachten kann als eigenständiger Weg der Erkenntnisgewinnung verstanden werden.

Einige der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen ähneln sehr den mathematischen Denk-

und Arbeitsweisen. So sind beispielsweise das Messen, das Vergleichen und Ordnen von Längen, Flächen- und Rauminhalten, Gewichten, Geldwerten und Zeitspannen grundlegende mathematische Fähigkeiten (Benz u. a. 2015). Sowohl in der Mathematik als auch in den Naturwissenschaften sind außerdem das Argumentieren sowie das Kommunizieren und Darstellen – also das Hinterfragen, Prüfen und Begründen von Ergebnissen, Vorgehensweisen oder Aussagen (ebd.) – zentrale Elemente der Denk- und Arbeitsweisen. Im gemeinsamen Rahmen der Kultusministerkonferenz für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen (JMK/KMK 2004) sowie in manchen Bildungsplänen werden die naturwissenschaftlichen bzw. die mathematischen Denk- und Arbeitsweisen auch gemeinsam dargestellt.

3.2.3 Epistemologisches Wissen

Zum Wissen über Naturwissenschaften – und eng mit dem prozessbezogenen Wissen zusammenhängend – gehört das sogenannte epistemologische Wissen über die Struktur und Genese des naturwissenschaftlichen Wissens sowie über die Domäne im gesellschaftlichen Kontext. Epistemologisches Wissen wird auch als *Nature of Science* bezeichnet, während man im Bereich der Professionsforschung eher von epistemologischen Überzeugungen spricht (vgl. Kap. 6.1). Folgende Aspekte heben verschiedene Autorinnen und Autoren hierbei oft hervor (Bell/St. Clair 2015; Bartos/Lederman 2014; Osborne u.a. 2003):

Naturwissenschaftliches Wissen

- ist begrenzt und vorläufig, z.B. Erkenntnisse zur Gesundheitsgefährdung;
- ist nicht vollständig, sondern wird fortwährend weiterentwickelt;
- entsteht durch die Interpretation von Daten und Beobachtungen. Gleiche Daten/Beobachtungen können zu unterschiedlichen Interpretationen führen;
- benötigt menschliche Kreativität und ist methodisch vielfältig (es gibt keine Standardmethode und keinen Standardablauf);
- entsteht in einem sozialen und kulturellen Kontext und wird von diesem auch beeinflusst.

Zudem werden wissenschaftsethische Aspekte aufgeführt, zum Beispiel die Frage, welche Folgen wissenschaftliche Erkenntnisse für eine Gesellschaft haben können oder welche Verantwortung Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tragen. Epistemologisches Wissen gilt neben den beiden anderen Wissenskomponenten naturwissenschaftlicher Bildung als wichtig für die verantwortungsvolle Teilnahme an gesellschaftlichen Prozessen – einem zentralen Ziel von Scientific Literacy (Osborne/Dillon 2008). Epistemologisches (und prozessbezogenes) Wissen ist insbesondere für den Umgang mit konfligierender oder fragiler Evidenz bedeutsam, also bei wissenschaftlichen Themen, zu denen widersprüchliche, nicht ausreichende oder lediglich vorläufige Befunde vorliegen und die in der Wissenschaft selbst kontrovers diskutiert werden. Personen, die ein Verständnis von der Vorläufigkeit von Wissen haben, können inkonsistente oder widersprüchliche Befunde als solche anerkennen und reflektieren (Bromme/Kienhues 2012).

Für die Entwicklung von Gestaltungskompetenz im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung wird der Umgang mit dieser Art von komplexen Infor-

mationen ebenfalls als essenziell betrachtet (de Haan u.a. 2008). Epistemologisches und prozessbezogenes Wissen, zum Beispiel in Form des Argumentierens, ist zudem notwendig für die Entwicklung einer reflektierten Haltung gegenüber komplexen gesellschaftlich relevanten Problemen, die eine naturwissenschaftliche Dimension enthalten, bei denen aber eine rein naturwissenschaftliche Perspektive in der Auseinandersetzung nicht ausreicht, sondern auch moralische, soziale und ökonomische Aspekte berücksichtigt werden müssen.

Beispiele für solche komplexen Probleme sind die Stammzellforschung, die Kernenergie, der globale Klimawandel oder die globale Gerechtigkeit. Sie werden im Englischen als *socio-scientific issues* bezeichnet (Sadler u.a. 2007). Im Kontext der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung, die große Überschneidungen zu *socio-scientific issues* aufweist, finden sich einige Themen, die geeignet sind, um Kinder an relevante mehrdimensionale Probleme heranzuführen, etwa der nachhaltige Konsum.

3.3 Naturwissenschaftliches Wissen und Wissen über Naturwissenschaften

Die Entwicklung der drei beschriebenen Wissensbereiche, die im Rahmen von Scientific Literacy angestrebt werden, erfolgt in einem kumulativen Prozess über die verschiedenen Bildungsetappen hinweg. Prozessbezogenes und epistemologisches Wissen erlernt man nicht an einem Thema, sondern erst durch viele Gelegenheiten, in verschiedenen inhaltlichen Kontexten über Naturwissenschaften und die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung nachzudenken. Zudem zielen naturwissenschaftliche Bildungsprozesse in der Kindertageseinrichtung nicht auf die Entwicklung von „vollständig richtigem“ – im Sinne von einem in der Scientific Community geteilten – Wissen ab. Vielmehr geht es um die Entwicklung eines grundlegenden alltagsnahen Wissens – eines sogenannten Weltwissens – über Inhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen, das anschlussfähig an spätere Bildungsprozesse ist. Im weiteren Bildungsverlauf kommen dann neue inhaltliche Aspekte dazu, und gleichzeitig kann bestehendes Wissen differenziert oder auch angereichert werden. Während Kinder in der Kindertageseinrichtung beispielsweise Materialklassen wie Metalle kennen, können diese im Primarbereich weiter differenziert werden in Eisen, Gold und Aluminium.

Anschlussfähiges Wissen bereitet also spätere konzeptuelle Entwicklungen vor.

3.3.1 Alltagsnahe Wissen

Das alltagsnahe grundlegende Wissen, auf das frühe naturwissenschaftliche Bildungsprozesse abzielt, ist ein erstes Zusammenhangswissen, das die Formulierung von Beziehungen zwischen Zuständen erlaubt, zum Beispiel Aussagen wie „Der Magnet bleibt daran kleben, weil es aus Metall ist“ oder „Weil die Schildkröte es gerne warm hat, geht sie oft in das Glashauss“ (Steffensky/Hardy 2013). Zum Teil handelt es sich auch um einfache Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen, etwa in Aussagen wie „Wenn die Sonne scheint, trocknet die Wäsche schneller“ oder „Je weiter der Bauklotz da rüber ragt, desto wackeliger ist der Turm“. Das Erkennen solcher Zusammenhänge hat für viele Kinder (und Erwachsene) den Charakter einer Erklärung – auch wenn es aus naturwissenschaftlicher Perspektive keine Erklärung, sondern eine Beschreibung ist. Häufig ist dieses erste alltagsnahe Wissen auch noch stark auf konkrete Situationen bezogen und wenig generalisiert. Zum Teil wird es als *fragmentiertes Wissen* beschrieben (diSessa u.a. 2004), das sich in der Regel erst durch vielfältige Erfahrungen stärker generalisieren lässt (Harlen 1996).

Wissen ist nicht eindeutig zu trennen von der Fähigkeit, Phänomene sprachlich zu schildern. Beschreibt ein Kind den Vorgang des Schmelzens, so muss es einerseits die Begriffe schmelzen und/oder fest und flüssig kennen, und gleichzeitig muss es eine Vorstellung des Konzepts Schmelzen im Sinne des Schmelzvorgangs (ein fester Gegenstand wird flüssig) haben. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass manche Begriffe alltagssprachlich anders verwendet werden als im naturwissenschaftlichen Sinn. So ist Dampf physikalisch gesehen das gasförmige, nichtsichtbare Wasser, während der Begriff in der Alltagssprache kondensiertes Wasser in der Luft (Nebel) meint. Weitere doppeldeutige Begriffe sind zum Beispiel Kraft, Energie, Anpassung und Gewicht.

Ein Umlernen vom alltagssprachlichen Sinn in den wissenschaftlichen ist in der Regel problematisch, weil die Kinder viel häufiger mit der alltagssprachlichen Bedeutung konfrontiert werden und wenige Gelegenheiten dazu haben, die wissenschaftlich korrekten Begriffe anzuwenden. In vielen Fällen erscheinen deshalb die alltagssprachlichen Formulierungen geeigneter für junge Kinder. Oft sind auch Umschreibungen statt einzelner (alltagsnaher) Fachbegriffe vollkommen ausreichend,

zumal sich hieran meist gut erkennen lässt, was Kinder sich vorstellen, zum Beispiel wenn sie beschreiben, dass beim Verdunsten Wasser trocknet, wie Luft wird oder in die Luft geht. Dies würde möglicherweise durch eine zu rasche Einführung von Fachbegriffen – in diesem Beispiel Verdunsten oder Verdampfen – erschwert.

3.3.2 Erfahrungen als Grundlage für naturwissenschaftliche Kompetenz

Erste grundlegende Erfahrungen im Umgang mit Objekten, Lebewesen, Situationen oder Phänomenen sind entscheidend für die Entwicklung von naturwissenschaftlichem Wissen in der frühen Kindheit. Diese Wahrnehmungen mit allen Sinnen, in der Frühpädagogik auch als ästhetische Bildung beschrieben (Schäfer 2014), ermöglichen einen wichtigen Zugang zur Welt. Die vielfältigen Erfahrungen erlauben es, erste Kategorien zu bilden und so die Welt zu „ordnen“. Aber auch für ältere Kinder im Übergang zum Primarbereich sind solche Erfahrungen bedeutsam für die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz.

Die theoretische Basis für die angenommene Bedeutung dieser frühen Erfahrungen liefert beispielsweise die Theorie der *Embodied Cognition* (verkörperlichte Kognition), die davon ausgeht, dass kognitive Vorgänge des Denkens, Erinnerns und Erkennens immer in Wechselwirkung mit körperlichen Wahrnehmungen und Handlungen stattfinden (z.B. Barsalou 2008). Die sensorische und die kognitive Entwicklung hängen also eng zusammen, was vor allem in der Frühen Bildung als besonders wichtig betrachtet wird (Zimmer 2013).

Damit Kinder solche grundlegenden Erfahrungen machen können, müssen entsprechende Erfahrungsräume und -gelegenheiten vorhanden sein. Häufig werden Erfahrungen eher beiläufig und in spielerischen Kontexten erworben und auch von Erwachsenen nicht unbedingt als naturwissenschaftsspezifische Erfahrungen wahrgenommen. Im Vordergrund stehen dabei die handelnde Auseinandersetzung und körperliche Wahrnehmung von Naturphänomenen, beispielsweise wenn Kinder in der Badewanne immer wieder probieren, das Wasser zu greifen, und so erste Erfahrungen mit dem flüssigen Zustand machen, auch wenn sie den Begriff flüssig noch gar nicht kennen, oder wenn sie eine Steinbank anfassen und bemerken, dass sie sich kalt anfühlt, oder beim Umfüllen von Sand aus unterschiedlich großen Gefäßen erkennen, dass dann in manchen „wenig“ drin ist oder Sand überläuft, oder wenn sie beobachten,

dass Wasser den Sand dunkler macht. Solche Erfahrungen können implizit sein oder reflektiert werden, etwa wenn ein Elternteil oder eine frühpädagogische Fachkraft mit dem Kind darüber spricht („Das Wasser flutscht immer wieder zwischen den Fingern durch“).

Naturerfahrungen werden in den Bildungsplänen und in vielen didaktischen Konzeptionen besonders betont (vgl. Kap. 4.1). Sie bieten für jüngere wie ältere Kinder (und Erwachsene) über alle Sinnesmodalitäten einen ganzheitlichen Zugang zu den Naturwissenschaften. Im Wald können Kinder spüren, dass der Boden ganz weich ist, es anders riecht als in der Stadt, es an manchen Stellen ganz dunkel oder ganz still ist usw. Zum Teil werden solche Erfahrungen unter dem Stichwort *Naturkunde* zusammengefasst. Diese wird als das Wahrnehmen, Ordnen und Beschreiben der Natur verstanden, während erst die Naturwissenschaft Erklärungen liefert (Shamos 2002). In dieser Expertise wird jedoch der Begriff *Naturkunde* nicht verwendet, weil eine klare Abgrenzung zur Naturwissenschaft kaum möglich ist. Ein Beispiel: Auf die Frage, warum ein mit Helium gefüllter Ballon aufsteigt, können unterschiedlich genaue und umfassende Antworten gegeben werden: „Da ist eine besondere Luft drin“, „Da ist ein bestimmtes Gas drin“, „Helium hat eine geringere Dichte als Luft“ oder „Die Auftriebskraft des Ballons ist bei entsprechendem Volumen größer als die Gewichtskraft“.

Die beiden ersten Aussagen sind alltagstaugliche, aber keine naturwissenschaftlichen Erklärungen. Wann genau die Beschreibung zur naturwissenschaftlichen Erklärung wird, ist schwer zu bestimmen, da es stark vom eigenen Vorwissen abhängt. Werden zwei verschiedene Begriffe verwendet, impliziert das zwei trennbare Bereiche. Die unklare Definition der Begriffe *Naturkunde* und *Naturwissenschaft* zeigt sich auch darin, dass das integrierte Schulfach, das die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik umfasst, zum Teil als „Naturwissenschaften“ oder auch als „Naturkunde“ bezeichnet wird – ohne dass sich inhaltliche Unterschiede ausmachen ließen (Labudde 2014). Der Begriff *Naturwissenschaften* schließt in dieser Expertise genau wie der englische Begriff *Science* beide Elemente mit ein.

Ob alle Kinder die Gelegenheiten für sensitive Erfahrungen auch bewusst wahrnehmen, lässt sich schwer abschätzen. Es ist anzunehmen, dass sie vielfältige und wiederholende Begegnungen mit der Natur brauchen, um die verschiedenen Aspekte zu entdecken. Auch sozial geteilte Erfahrungen können hilfreich sein, um bewusste

Wahrnehmungsprozesse einzuleiten. Naturerfahrungen regen allerdings nicht automatisch die Entwicklung von naturwissenschaftlichem Interesse oder Wissen an. Hierfür bedarf es Gelegenheiten, über die Erfahrungen und Beobachtungen (mit allen Sinnen) zu reflektieren. Frühpädagogische Fachkräfte können dieses unterstützen, indem sie beispielsweise nachfragen, auf neue Dinge aufmerksam machen oder neue Beobachtungen mit vorhandenem Wissen und Erfahrungen bewusst verknüpfen.

Empirische Befunde zu Naturerfahrungen und Umweltbildung zeigen bei Jugendlichen einen hohen Zusammenhang zwischen (bewussten) Naturerfahrungen und einer wertschätzenden Haltung gegenüber der Natur. Auch Zusammenhänge zwischen insbesondere erkundenden, ökologischen (naturschützerischen) sowie – in einer Studie – ästhetischen Naturerfahrungen einerseits und bestimmten Facetten des Umweltwissens sowie der Bereitschaft zum regionalen Umwelthandeln andererseits konnten nachgewiesen werden (Leske/Bögeholz 2008; Bögeholz 2006). Susanne Schweizer untersuchte die Wirkung einer Intervention für vier- bis sechsjährige Kinder, in der unter anderem erkundende Naturerfahrungen eine wichtige Rolle spielten (Schweizer 2009). Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe zeigten die Kinder der Intervention eine höhere Wertschätzung gegenüber der Natur und ein größeres Wissen über Biodiversität. Die Studien gehen allerdings eher von Naturerfahrungen aus, die (bereits) als Lernsituationen gezielt gestaltet sind. Zusammenhänge zwischen Naturerfahrungen, die nicht „inszeniert“ oder begleitet sind, und naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen von jungen Kindern sind bislang wenig untersucht.

3.4 Forschungsbefunde zur naturwissenschaftlichen Kompetenz

Während es bisher um die Ziele früher naturwissenschaftlicher Bildung ging, widmet sich dieser Abschnitt nun den Erkenntnissen zur naturwissenschaftlichen Kompetenz von Kindern im Alter zwischen null und sechs Jahren. Die Strukturierung erfolgt anhand der Komponenten naturwissenschaftlicher Kompetenz. So werden erst Befunde zu den Wissensbereichen und dann zu den motivationalen Orientierungen vorgestellt. Wie in Kapitel 2 angemerkt, existieren bislang wenig empirische Erkenntnisse über die Entwicklung naturwissenschaft-

licher Kompetenz. Ergebnisse aus Querschnitt- oder Interventionsstudien geben vor allem Auskunft über die kognitiven Komponenten früher naturwissenschaftlicher Kompetenz.

Eine zentrale Erkenntnis aus zahlreichen, vor allem entwicklungs- und kognitionspsychologischen Untersuchungen ist, dass der *Wissenserwerb bereichsspezifisch* verläuft und besser durch Vorwissen als durch übergeordnete allgemeine Fähigkeiten erklärt werden kann. Dementsprechend wurde Jean Piagets Vorstellung relativiert, dass sich eine bereichsübergreifende Entwicklung von konkreten bis abstrakten Denkopoperationen in vier zentralen Stufen vollzieht (Sodian 2012). So lassen sich auch die großen interindividuellen Unterschiede in den kognitiven Leistungen von Kindern erklären: Je nach Vorerfahrungen und Vorwissen sind Kinder des gleichen Alters zu unterschiedlichen kognitiven Leistungen in der Lage. Entsprechend ist entgegen den Annahmen von Piagets Stadien-theorie (Piaget/Inhelder 1977) die Abstraktionsfähigkeit von jungen Kindern nicht grundsätzlich eingeschränkt, da bereichsspezifisches (Vor)Wissen der Motor für anspruchsvolle kognitive Operationen ist.

3.4.1 Inhaltsbezogenes Wissen

Die Studien zum inhaltsbezogenen Wissen sind logischerweise sehr spezifisch auf einzelne Inhaltsbereiche bezogen, sodass es nicht einfach ist, Aussagen über diese Bereiche hinweg zu machen. Beispielsweise können Kinder viel über das Phänomen des Schalls wissen, aber wenig über Licht und Schatten.

Bekannt ist, dass bereits Kinder im Säuglingsalter über ein erstes intuitives physikalisches Verständnis verfügen. Ob es sich dabei um ein erstes konzeptuelles Wissen oder eher implizite Vorstellungen handelt, ist umstritten (Schneider/Niklas 2017). Wichtig ist aber, zwischen diesem intuitiven Verständnis und einem sprachlich repräsentierten, der Reflexion zugänglichen Wissen, das für das Bewältigen von Anforderungen notwendig ist, zu differenzieren. Diese Untersuchungen erfolgen im Habituation-Dishabituation-Paradigma. Die Grundidee hierbei ist, dass man Säuglingen solange einen Reiz, zum Beispiel einen Gegenstand, anbietet, bis sie sich daran gewöhnt haben und kein Interesse mehr daran zeigen. Interesse wird durch die Dauer des Blicks bestimmt. Wird dann ein Reiz eingesetzt, den der Säugling als anders oder neu wahrnimmt, schaut er wieder länger auf das betreffende Objekt. So lässt sich beispielsweise erkennen, ob Säuglinge Reize differenzieren können und ob

spezifische Reize, zum Beispiel physikalisch unmögliche Ereignisse, eine erhöhte Aufmerksamkeit hervorrufen. An dieser Stelle werden nur einige zentrale Befunde dargestellt, ein ausführlicher Überblick über die Untersuchungen findet sich in den Publikationen von Miriam Leuchter sowie Friedrich Wilkening, Susanne Huber und Trix Cacchione (Leuchter 2017; Wilkening u.a. 2006).

Bereits in den ersten Lebensmonaten können Säuglinge verschiedener Kulturen klar zwischen Menschen und unbelebten Dingen unterscheiden: Sie reagieren beispielsweise mit Erstaunen, wenn sich Objekte scheinbar von selbst in Bewegung setzen, oder sie reagieren auf Menschen mit Lächeln, nicht aber auf ein Spielzeugtier (Gelman/Opfer 2010). Insbesondere Gesichter und zielgerichtete Bewegungen scheinen wichtige Merkmale zu sein, an denen Säuglinge Menschen erkennen. Weiterhin konnte bei Kindern im ersten Lebensjahr auch ein erstes Objektverständnis nachgewiesen werden. Sie realisieren, dass Objekte noch da sind, auch wenn sie versteckt werden (Baillargeon u.a. 2010), und sie erwarten, dass sich Objekte auf kontinuierlichen Bahnen bewegen, sich bei einem Aufprall nicht gegenseitig durchdringen können und nach unten fallen, wenn sie nicht festgehalten werden (Spelke u.a. 1994).

Ältere Kinder entwickeln in verschiedenen Inhaltsbereichen ein zunehmend differenziertes Wissen bzw. differenzierte Vorstellungen. Zur Erhebung dieses Wissens liegen mittlerweile interviewbasierte Testverfahren für vier- bis sechsjährige Kinder vor, die sich im Grad der Standardisierung unterscheiden (Anders u.a. 2013; Fried 2013). Die Entwicklung dieses Wissens bzw. dieser Vorstellungen beruht auf zunehmenden Erfahrungen und Lerngelegenheiten der Kinder. Das Wissen muss aber nicht unbedingt den wissenschaftlichen Vorstellungen entsprechen. Zum Beispiel erfahren frierende Kinder, dass ihnen warm wird, wenn sie einen Wollpullover anziehen, und leiten daraus ab, dass „Wolle warm macht“. Letztlich erzeugt die Wolle aber keine Wärme, sondern isoliert die Körperwärme und hält dadurch warm.

Im Vergleich zu jüngeren Kindern unterscheiden etwa drei- bis sechsjährige Kinder Objekte anhand von mehr und auch differenzierteren Kategorien, also nicht nur nach lebendig bzw. nichtlebendig, sondern auch nach Kategorien wie Hund und Katze. Vierjährige Kinder kategorisieren zudem Tiere nach Tierarten, auch wenn bestimmte Oberflächenmerkmale wie die Form eine andere Zuordnung nahelegen würden (Quinn

2010). Außerdem können drei- bis vierjährige Kinder beschreiben, dass Pflanzen und Tiere, nicht aber Autos und Fahrräder wachsen können oder Verletzungen und Krankheiten bei Tieren und Menschen heilen können, während Objekte repariert werden müssen (Mähler 1999). Schwierigkeiten haben sie zum Teil dabei, Pflanzen als Lebewesen einzuordnen, weil sie die Einordnung vor allem anhand von Merkmalen wie essen, schlafen, bewegen und atmen festmachen. Umgekehrt kategorisieren sie Wolken und Flüsse teilweise als lebendig (Gelman/Opfer 2010). Recht gut untersucht ist der Bereich der Vererbung. So haben Kinder Vorstellungen davon, welche Merkmale vererbt werden und welche nicht. Sie nehmen beispielsweise an, dass ein Schwein, das von Ziegen aufgezogen wurde, dennoch das Aussehen und Verhalten eines Schweins besitzen wird (Gelman/Wellman 1991).

Im Bereich der unbelebten Natur zeigen eigene Untersuchungen, dass der überwiegende Teil der befragten fünf- bis sechsjährigen Kinder die Materialklassen Metall und Holz benennen und Gegenstände diesen Klassen zuordnen kann, während das bei Plastik (Kunststoffen) aufgrund der sehr großen Vielfalt bei den Eigenschaften, wie Farbe und Härte, lediglich einem Viertel der befragten Kinder gelingt. Auch wenn sie die Materialklassen kennen, ordnen sie Gegenstände spontan eher nach ihrer Form oder Funktion als nach ihrem Material. Die konsequente Differenzierung zwischen dem Gegenstand und dem Material, aus dem er gemacht ist, sowie gegenstands- und materialspezifischen Eigenschaften bereitet auch Kindern im Primarbereich manchmal noch Schwierigkeiten. Die drei Aggregatzustände können Vorschulkinder benennen bzw. umschreiben, indem sie zum Beispiel sagen: „wie Luft“. Und es gelingt ihnen, verschiedene Objekte den Zuständen zuzuordnen, wobei erwartungsgemäß der flüssige Zustand leichter zu identifizieren ist als der gasförmige. Entsprechend ist der Prozess des Verdunstens für sie auch schwerer zu verstehen als der Prozess des Schmelzens (Carstensen u. a. 2011).

Verschiedene Interventionsstudien haben wiederum ergeben, dass Kinder in altersangemessenen Lernumgebungen mit geeigneter Unterstützung, zum Beispiel durch Materialien oder anregende Interaktionen (vgl. Kap. 5.3), ihre erfahrungsbasierten Vorstellungen zu erklärungs-mächtigeren anschlussfähigen Vorstellungen ausbauen können. So entwickelten vier- bis sechsjährige Kinder unter anderem die weit verbreitete Vorstellung, dass das Gewicht ursächlich für das Schwimmverhalten

sei („Alles, was leicht ist, schwimmt“), weiter zu einer materialbasierten Vorstellung („Kleine und große Sachen aus Metall gehen unter, solche aus Holz schwimmen“) (Kallery 2015; Leuchter u. a. 2013). Diese materialbasierte Vorstellung ist anschlussfähig an das Dichte-Konzept, das besagt, dass es von der Dichte eines Materials abhängt, ob etwas schwimmt.

Ähnlich wie in dem oben beschriebenen Beispiel mit der „Wolle, die warm macht“, lassen sich auch weitere und zum Teil sehr tief verankerte fehlerbehaftete Vorstellungen identifizieren, die nicht den wissenschaftlichen Ideen entsprechen. So erwarten viele Kinder wie auch Erwachsene, dass Gegenstände immer senkrecht zu Boden fallen, auch wenn sie von einer sich bewegenden Person fallen gelassen werden, das heißt, sie berücksichtigen lediglich die Schwerkraft, um die Falllinie zu beschreiben („straight-down belief“: McCloskey u. a. 1983). Kinder zwischen vier und etwa acht Jahren entwickeln häufig auch sogenannte magisch-animistische Vorstellungen, bei denen unbelebten Objekten ein Wille oder Wunsch zugeschrieben wird. Dies äußert sich in Aussagen wie „Das Wasser will ins Tal fließen“. Diese Sichtweisen werden als Ausdruck der Fantasietätigkeit von Kindern aufgefasst, aber nicht als grundsätzliche Einschränkungen des kausalen Denkens (Mähler 2005). Auffällig ist, dass Kinder in einem Setting zwischen magisch-animistischen und realistischen, naturalistischen bzw. naturwissenschaftlichen Sichtweisen wechseln können.

3.4.2 Wissen über Naturwissenschaften

Erkenntnisse über das prozessbezogene Wissen von jungen Kindern kommen in erster Linie aus entwicklungspsychologischen Studien zum wissenschaftlichen Denken, die auf die Kernelemente des zyklischen Prozesses der Erkenntnisgewinnung fokussieren (vgl. Kap. 3.1). Im Folgenden werden nur einige dieser Ergebnisse skizziert; ausführlichere Darstellungen finden sich in den Arbeiten von Beate Sodian und Daniela Mayer, Janna Pahnke und Sabine Pauen, Jamie Jirout und Corinne Zimmerman oder Deanna Kuhn (Jirout/Zimmerman 2015; Sodian/Mayer 2013; Pahnke/Pauen 2012; Kuhn 2010). Befunde zum epistemologischen Wissen von Kindern vor dem Primarbereich liegen kaum vor.

Bereits im Säuglingsalter erkennen Kinder in Ansätzen Ursache-Wirkung-Beziehungen: Mit sechs Monaten nehmen sie das Grundprinzip mechanischer Effekte wahr (Objekt A stößt Objekt B an und stößt dieses um) (Leslie/Keeble 1987). Zwei- bis vierjährige Kinder begin-

nen außerdem, kausale Prinzipien zu verstehen und anzuwenden, das heißt, sie suchen nach Ursachen für Ereignisse, die diesen zeitlich vorausgehen. Untersuchungen hierzu wurden mit einem sogenannten Blicket-Detektor durchgeführt, einem Gerät, das aufleuchtet und Musik spielt, wenn man bestimmte Objekte – in der Studie wurden diese mit dem Fantasiewort Blickets bezeichnet – darauflegt. Die Kinder konnten zuverlässig die Blickets von anderen Gegenständen (Nicht-Blickets) unterscheiden und die Maschine zum Laufen bringen bzw. ausschalten (Gopnik 2012).

Kinder im Vorschulalter können Vermutungen über Zusammenhänge entwickeln, wenn sie entsprechende einfache Muster in Daten erkennen, wenn also Daten mit nur einem Ursache-Faktor und einem Ergebnis („vorhanden“ bzw. „nicht vorhanden“) vorliegen. So nennen sie zum Beispiel das Lutschen von Bonbons als Ursache-Faktor für Karies (Piekny u.a. 2012; Koerber u.a. 2005). Sie unterscheiden zudem in Ansätzen zwischen Vermutungen und Evidenz, was die Basis für das wissenschaftliche Begründen ist (Koerber u.a. 2005). Schwieriger ist es für die Kinder allerdings, Daten zu interpretieren, aus denen kein Zusammenhang zwischen dem angenommenen Kausalfaktor und dem Ergebnis ersichtlich ist. Hier zeigt sich, dass die Interpretation von Daten von den eigenen Kausalannahmen beeinflusst ist. So konnten die Kinder eine bestimmte Aufgabe in einem artifiziellen Aufgabenkontext, in dem sie keine eigenen Vorstellungen über eine Ursache-Wirkung-Beziehung hatten, besser lösen als in einem realistischen Kontext, in dem die Daten im Widerspruch zu den eigenen Vorstellungen standen. In dem artifiziellen Kontext interpretierten sie Daten zum Zusammenhang zwischen dem Wachstum von Pflanzen und der Farbe des Düngers leichter als Daten, die darauf hinwiesen, dass Lutschen von Bonbons keinen Einfluss auf die Zahngesundheit hat – ein Befund, der ihren eigenen Überzeugungen widersprach. Die Studie ergab außerdem, dass Kinder verstehen, dass eine andere Person ihre ursprüngliche Hypothese aufgrund von neuen Ergebnissen (Gegenevidenz) ändern kann (Koerber u.a. 2005).

Weiterhin können vier- bis sechsjährige Kinder in Kontexten, in denen sie über ausreichendes Vorwissen verfügen (in diesem Beispiel Faktoren, die die Zahngesundheit beeinflussen), auch geeignete kontrollierte Experimente auswählen, also solche, in denen nur der zu untersuchende Faktor variiert wird, während die anderen Faktoren konstant gehalten werden (Crocker/Buchanan

2011; Sodian u.a. 1991). In nicht vertrauten Kontexten fällt es den Kindern dagegen schwer, geeignete Experimente, mit denen eine Hypothese überprüft werden kann, auszuwählen (Piekny u.a. 2012). Auch die Generierung von begründeten Hypothesen bereitet Vier- bis Sechsjährigen noch Probleme (Piekny/Maehler 2013).

Aus der Vielzahl der zum Teil widersprüchlichen Befunde lässt sich zusammenfassend ableiten, dass die prozessbezogenen Fähigkeiten vier- bis sechsjähriger Kinder stark vom jeweiligen Kontext abhängen. Bekannte, nicht zu komplexe Kontexte sowie Vorwissen zum Thema erleichtern es ihnen, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu nutzen. Theoretisch sind Überschneidungen zwischen dem naturwissenschaftlichen und dem mathematischen prozessbezogenen Wissen zu erwarten, da einige Denk- und Arbeitsweisen für beide Domänen gleichermaßen relevant sind. Diese Annahme lässt sich empirisch bestätigen. In vielen Studien finden sich substantielle Korrelationen (Guo u.a. 2015; Mantzicopoulos u.a. 2008), was die Bedeutung integrierter Curricula hervorhebt.

3.4.3 Interesse und Motivation

Ganz anders als bei Sekundarstufenschülerinnen und -schülern wird jüngeren Kindern im Allgemeinen ein hohes Interesse, eine hohe Motivation oder Neugierde an Naturwissenschaften zugeschrieben (Patrick/Mantzicopoulos 2015). Häufig wird Interesse an Naturwissenschaften, aber auch an anderen Inhaltsbereichen, als Freude (*enjoyment*) an spezifischen Aktivitäten definiert (Baroody/Diamond 2013; Mantzicopoulos u.a. 2008). Beispielsweise lesen Kinder gerne Sachbücher zu naturwissenschaftlichen Themen (Patrick/Mantzicopoulos 2015) oder führen naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten durch (Early u.a. 2010). Dabei zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem Interesse an der belebten und unbelebten Natur (Patrick/Mantzicopoulos 2015; Oppermann u.a., im Erscheinen).

Unklar ist die Befundlage hinsichtlich der Frage, ob bereits bei vier- bis sechsjährigen Kindern Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den motivationalen Orientierungen bestehen. Einige Studien weisen ein höheres Interesse von Jungen an Naturwissenschaften nach (Leibham u.a. 2013; Patrick u.a. 2009), während andere keine Geschlechtsunterschiede feststellen (Mantzicopoulos u.a. 2008; Simpkins u.a. 2005). Helen Patrick, Panayota Mantzicopoulos und Ala Samarapungavan konnten zeigen, dass zunächst vorhandene

Interessensunterschiede zwischen Jungen und Mädchen nach einer Intervention, die den Schwerpunkt auf das forschende Lernen im Sinne des Forschungszyklus sowie des naturwissenschaftlichen Argumentierens gelegt hat, nicht mehr vorhanden waren (Patrick u.a. 2009).

Das Zutrauen von Kindern in die eigenen Fähigkeiten im Kontext der Naturwissenschaften ist im Allgemeinen groß. In der Regel erfolgt die Entwicklung realistischer Selbstkonzepte in der Grundschulzeit. Nichtsdestotrotz haben die Untersuchungen von Herbert Marsh, Rhonda Craven und Raymond Debus ergeben, dass bereits Fünfjährige zwischen verschiedenen Bereichen differenzieren können und zu unterschiedlichen Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten kommen (Marsh u.a. 1991). Beide Aspekte hängen freilich zusammen: Kinder, die Naturwissenschaften mögen, vertrauen auch stärker in ihre eigenen Fähigkeiten.

3.5 Geeignete naturwissenschaftliche Inhalte und Arbeitsweisen für die Kita

Während über die genannten übergeordneten Ziele früher naturwissenschaftlicher Bildung weitgehend Konsens besteht, ist die Frage, welche konkreten Inhalte, Denk- und Arbeitsweisen sowie Aspekte des epistemologischen Wissens für die Kindertageseinrichtung bedeutsam sind, schwierig zu beantworten (French/Woodring 2006).

Anders als in der Mathematik, die eine sehr gut strukturierte Domäne mit fünf zentralen Inhaltsbereichen ist und in der zumindest in der Arithmetik etablierte „Kita-Themen“ und entsprechende evaluierte Programme wie „Mengen, zählen, Zahlen“ (Krajewski u.a. 2007) existieren, werden in den Naturwissenschaften kontroverse Diskussionen über die Auswahl der konkreten Inhalte geführt. Die Schwierigkeit soll am Beispiel Magnetismus verdeutlicht werden: Dieses Thema ist physikalisch gesehen eher komplex, weil hier eine nicht direkt sichtbare Wechselwirkung zwischen zwei Objekten im Mittelpunkt steht. Für die streng naturwissenschaftliche Erklärung, warum manche Objekte bzw. Materialien magnetische Eigenschaften aufweisen, sind submikroskopische Erklärungsmodelle notwendig – aus dieser Perspektive spricht also wenig dafür, das Thema in der Kindertageseinrichtung anzusprechen. Gleichzeitig kennen fast alle Kinder Magneten von Magnettafeln, eine Magnet-Holzisenbahn, Magnetspiele, Verschlüsse

oder Stofftiere mit versteckten Magneten, und sie zeigen in der Regel ein großes Interesse an dieser unsichtbaren „Kraft“. Aus dieser Perspektive macht es wenig Sinn, das Thema zu ignorieren.

Vermutlich ist die Frage, ob Themen sich für die Kindertageseinrichtung eignen oder nicht, so grundsätzlich gar nicht zu klären. Es gibt zahlreiche Phänomene, die nicht in der Tiefe behandelt werden können, bei denen junge Kinder aber dennoch ein erstes Zusammenhangswissen im oben beschriebenen Sinn herstellen können („Viele Dinge aus Metall bleiben am Magneten hängen“). Natürlich gibt es auch eine Vielzahl von Themen, die nicht aufgegriffen werden können, weil sie Vorwissen erfordern, das Kinder noch nicht haben; niemand würde also ernsthaft das Periodensystem, die DNA oder elektromagnetische Felder mit Fünfjährigen thematisieren.

Auch im Hinblick auf das Wissen über Naturwissenschaften lässt sich nicht generell sagen, dass lediglich spezifische Denk- und Arbeitsweisen besonders geeignet für die Kindertageseinrichtung wären bzw. gut angebahnt werden könnten. Der Grund hierfür liegt vor allem darin, dass jede der Denk- und Arbeitsweisen in ihrer Komplexität sehr stark variieren kann und entsprechend der Altersstufe angepasst werden muss. In einem vertrauten Kontext, in dem ein Kind schon Erfahrungen und vielleicht etwas Vorwissen hat, kann es eine Vermutung aufstellen, während es in einem gänzlich neuen Gebiet eigentlich nur raten, aber keine begründete Vermutung äußern kann.

Aus einer alltagsintegrierten Perspektive bieten sich insbesondere Denk- und Arbeitsweisen wie Vergleichen, Ordnen oder Messen an, da Kinder vielfältige Alltagssituationen kennen, in denen sie diese Prozesse erleben können, zum Beispiel beim Sammeln, Aufräumen und Wiegen. Gleichzeitig können Kinder – gegebenenfalls mit Unterstützung (vgl. Kap. 5.3) – auch ihnen weniger vertraute Vorgehensweisen kennenlernen. Beispielsweise ist ein systematisches Experimentieren, bei dem einige Kontrollvariablen (siehe hierzu Fußnote 10) berücksichtigt werden, für etwa fünf- bis sechsjährige Kinder in bekannten Kontexten möglich, aber nicht einfach zu erlernen (Croker/Buchanan 2011; Bullock/Ziegler 1999). Gleichwohl kann auch in der Kindertageseinrichtung ein erstes systematisches Vergleichen angebahnt werden, zum Beispiel mithilfe eines Spiels mit Murmeln: Um herauszufinden, welche Murmel weiter rollt, muss man sie von derselben Stelle loslassen, sonst ist es nicht „fair“.

Hinsichtlich der zunächst eher schwierig anmutenden epistemologischen Aspekte ist es in der Kindertageseinrichtung ebenfalls möglich, Grundlagen anzubahnen, die dann im Bildungsverlauf weiterentwickelt werden. So können Kinder erfahren, dass gleiche Dinge unterschiedlich beobachtet¹¹ werden können, zum Beispiel beim Wahrnehmen von Farben, Temperatur (mit den Händen) und Geschmack. Diese Erfahrung kann die Grundlage für ein Verständnis darstellen, dass naturwissenschaftliche Beobachtungen subjektiv sein können. Andere Kontexte eignen sich, um zu verdeutlichen, dass Beobachtungen bzw. Befunde unterschiedlich interpretiert werden können. Zum Beispiel können frühpädagogische Fachkräfte mit Kindern darüber sprechen, wie es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gelingt, etwas über Dinosaurier, die man ja heute nicht mehr beobachten kann, herauszufinden, und dass verschiedene Interpretationen, wie die Knochen von Dinosauriern zusammengehörten, möglich sind. Außerdem lässt sich das Nachdenken über die epistemologisch relevante Frage, was man mit (Natur)wissenschaften beantworten kann und was nicht, durch Überlegungen wie „Was war zuerst da, der Käfer oder das Ei?“ thematisieren (Michalik u.a. 2014).

Auch wenn es schwierig und für den Elementarbereich nicht passend erscheint, einen Kanon von bestimmten Themen aufzustellen, können Kriterien für die Auswahl von geeigneten Inhalten für frühpädagogische Fachkräfte hilfreich sein, um beispielsweise einzelne Themen auszuwählen oder über den Bildungsbereich insgesamt zu reflektieren. Die im Folgenden beschriebenen Kriterien sind also nicht als Checkliste zu verstehen, sondern vielmehr als Anregung, die naturwissenschaftsbezogene pädagogische Arbeit in der Kindertageseinrichtung weiterzuentwickeln. So muss nicht jedes Kriterium bei jedem Thema erfüllt sein, und einiges muss erst an die spezifischen Gegebenheiten der Einrichtung angepasst werden.

1. Fragen stellen, die Kinder sich zu eigen machen

Stellen Kinder Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema oder beschäftigen sie sich von sich aus intensiv damit, motiviert dies zweifelsohne frühpädagogische Fachkräfte, diesen Fragen gemeinsam

nachzugehen und sie weiterzuentwickeln. Allerdings stellen längst nicht alle Kinder Fragen zu naturwissenschaftlichen Themen. Warum der Himmel blau ist, ist für viele Kinder und Erwachsene keine interessante Frage, weil es selbstverständlich erscheint. Um Fragen stellen zu können, müssen Kinder Gelegenheiten haben, auf Phänomene aufmerksam zu werden und sie bewusst wahrzunehmen, und sie müssen die Fähigkeit haben, die Frage als solche zu formulieren. Oft fallen einem Kind erst Fragen ein, wenn es sich bereits eine Zeit lang mit dem Phänomen, der Beobachtung oder dem Gegenstand auseinandergesetzt hat. Häufig stellen gerade diejenigen Kinder Fragen oder äußern den Wunsch zur Beschäftigung mit einem naturwissenschaftlichen Thema, die bereits auf viele naturwissenschaftliche Erfahrungen zurückgreifen können, Vorwissen und Interesse haben, weil Naturwissenschaften beispielsweise in ihrer häuslichen Lernumgebung eine große Rolle spielen.

Wichtiger als die Überlegung, ob ein Thema von einem Kind initiiert wurde, *ist daher, ob Kinder der Frage gerne nachgehen*, sie sich die Frage(n) im Lauf der Zeit zu eigen machen und sich in einem Thema engagieren bzw. sich vertiefen. So erhalten *alle Kinder Gelegenheiten, naturwissenschaftliches Interesse zu entwickeln* und dann auch eigene Fragen zu stellen.

2. Bezug zu übergeordneten Konzepten herstellen

Wie in Kapitel 3.1 und in Abbildung 2 dargestellt, lassen sich in den Naturwissenschaften etwa zehn bis 15 zentrale übergeordnete Konzepte ausmachen, die über Themen und Kontexte hinweg erklärungsmächtig sind, zum Beispiel „Materie“, „Energie“, „Lebewesen“ oder „Evolution“. Ein Kriterium für die Auswahl von Inhalten für die Kindertageseinrichtung ist der klare Bezug zu einem dieser übergeordneten Konzepte (Harlen 1996). Dabei geht es jedoch nicht darum, diese übergeordneten Ideen unmittelbar in Bildungsprozessen mit Kita-Kindern zu thematisieren, denn ein Verständnis dieser Konzepte baut sich kumulativ über den Bildungsverlauf auf.

Für frühpädagogische Fachkräfte und Lehrpersonen kann allerdings ein Wissen über die übergeordneten Konzepte nützlich sein, um erste Zusammenhänge zwischen einzelnen Themen herzustellen. Beobachten und erkunden Kinder beispielsweise Regenwürmer, entdecken sie möglicherweise, dass deren Körperbau

¹¹ Beobachten bezieht sich im Alltagssprachlichen Sinn in der Regel auf das Sehen. Im naturwissenschaftlichen Sinn umfasst der Begriff auch Beobachtungen über andere Sinnesmodalitäten, zum Beispiel wird die Veränderung der Lautstärke eines Tones beobachtet.

hilfreich für das Leben in der Erde ist („kleines Konzept“). Ähnliches können sie entdecken, wenn sie die Farbe bzw. den Körperbau von Fröschen beobachten oder die unterschiedlichen Schnäbel von Vögeln. Hier lässt sich das Erkennen eines ersten Zusammenhangs anbahnen (zum Beispiel so: „Erinnert ihr euch noch daran, was ihr neulich bei den Regenwürmern festgestellt habt?“), ohne dass mit den Kindern bereits das zugrundeliegende übergeordnete Konzept „Lebewesen“ (Struktur und Funktion) angesprochen wird. Es geht also darum, *einzelne Inhalte bzw. „kleinere Konzepte“ um diese übergeordneten Konzepte herum aufzubauen* und auf diese Weise Wissen über viele Themen, Fakten, spezifische Kontexte *im späteren Bildungsverlauf und auf der Basis dieser breiten Erfahrungen zueinander in Beziehung zu setzen*.

3. Alltagsbezüge herstellen

Um Kindern Gelegenheiten zum Explorieren, Untersuchen und (Wieder-)Entdecken von Phänomenen in Alltagssituationen zu ermöglichen, sollten Themen dahingehend überprüft werden, ob sie vielfältige Alltagsbezüge aufweisen bzw. die Gegebenheiten der Kindertageseinrichtung, zum Beispiel ein Garten, es erlauben, diese Bezüge wahrzunehmen. *Vielfältige Alltagsbezüge sind insofern positiv, weil Kinder dadurch ein Thema in verschiedenen Situationen wiederentdecken können*. Ein Beispiel hierfür ist das Messen im Alltag: Gewicht (Masse) messen bei der Post, beim Backen, auf dem Markt, mit der Personenwaage, der Briefwaage etc., Längen messen, Temperatur messen, Zeit messen.

Allerdings bringen Kinder durchaus auch Themen zur Sprache, die keinen direkten Bezug zum Alltag haben. So sind Dinosaurier für viele Kinder sehr interessant, man trifft sie jedoch selten im Alltag. Das bedeutet, dass man sie nicht untersuchen, aber zum Beispiel darüber sprechen kann, woher man eigentlich etwas über Dinosaurier weiß. Alltagsbezüge sind nicht schon dadurch gegeben, dass man mit Alltagsmaterialien experimentiert. Hart gekochte Eier und Flaschen sind zwar Alltagsgegenstände, der Versuch, ein hart gekochtes Ei in eine Flasche zu bringen, hat aber trotzdem keinen unmittelbaren Alltagsbezug.

4. Zusammenhängende Aktivitäten wählen

Manche didaktischen Materialien legen einzelne Versuche zu unterschiedlichen Themen nahe. Doch das *Interesse* an einem Inhalt bzw. die *Entwick-*

lung von Wissen zu einem Inhalt entsteht in der Regel nicht durch die einmalige Durchführung einer Hands-on-Aktivität, sondern *braucht wiederholende und gegebenenfalls leicht variiierende Lerngelegenheiten*, in denen Kinder Dinge in ihrem eigenen Tempo (noch einmal) entdecken können (siehe auch Punkt 3).

Um beispielsweise zu veranschaulichen, dass Luft nicht nichts ist, sondern Platz braucht, kann die frühpädagogische Fachkraft mit den Kindern eine *Serie von Aktivitäten* durchführen: einen Luftballon aufblasen, mit einer Luftpumpe spielen, die man zum Beispiel zuhalten kann, ein Glas in eine Schale mit Wasser mit der Öffnung nach unten eintauchen, um zu sehen, dass der Wasserspiegel steigt bzw. ein Gegenstand an den Boden der Schale transportiert werden kann, unterschiedliche Flaschen und Gefäße in Wasser eintauchen, sodass die Luft aus ihnen heraus blubbert, unter Wasser Luft aus einem Glas in ein anderes füllen usw.

Alltagssituationen, in denen man Luft beobachten kann, wären zum Beispiel das Flicken eines Fahrradreifens oder das Kochen von Nudelwasser (Aufsteigen von Luftbläschen und Wasserdampfbläschen). Und die meisten Kinder wissen auch, was passiert, wenn sie in der Badewanne pupsen. Letztlich unterscheiden sich die Aktivitäten zwar oberflächlich voneinander, aber bei allen lässt sich beobachten, dass Luft nicht nichts ist. Die großen Unterschiede in den Kontexten erfordern es aber in der Regel, dass Kinder dabei unterstützt werden, die Zusammenhänge zwischen den Aktivitäten herzustellen.

Wichtig bei solchen zusammenhängenden Aktivitäten ist, dass es tatsächlich um das gleiche Konzept geht. „Luft-Projekte“, in denen Kinder einen Versuch zu „Luft ist nicht nichts“, zum Luftdruck, zum Verhalten von warmer Luft sowie zur Notwendigkeit von Luft für das Brennen von Kerzen und auch noch zu Kohlenstoffdioxid („etwas wie Luft“) durchführen, sind damit nicht gemeint, da hier gleichzeitig viele und völlig unterschiedliche Konzepte adressiert werden und die Kinder kaum eine Chance haben, sich gründlich und längerfristig mit einer Sache auseinanderzusetzen.

Stattdessen ist es empfehlenswert, sich auf einzelne Aspekte eines Themas zu konzentrieren und andere wegzulassen (didaktische Reduktion), um eine tiefergehende Bearbeitung der einzelnen Aspekte zu ermöglichen. Das kann gleichzeitig dem Problem des Vorwegnehmens schulischer Inhalte vorbeugen.

5. Notwendiges Vorwissen berücksichtigen

Für viele Themen benötigen Kinder ein *spezifisches Vorwissen*, das es ihnen überhaupt erst *ermöglicht, sich neues Wissen zu erschließen* und sich so auch als kompetent zu erleben.

Im Bereich der unbelebten Natur spielt zum Beispiel das Materialkonzept bei vielen Themen eine wichtige Rolle. Ist Kindern jedoch nicht bewusst, dass Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien bestehen und Materialien verschiedene Eigenschaften haben, wird es ihnen kaum möglich sein, Material als wichtigen Einflussfaktor für das Schwimmen, Brennen und Lösen von Gegenständen zu erkennen.

Um Lernprozesse angemessen begleiten zu können, ist es deshalb notwendig, sich ein Bild vom vorhandenen Vorwissen und von den spezifischen Vorstellungen zu machen.

6. Belebte und unbelebte Natur einbeziehen

International ist im Elementarbereich (wie auch im Primarbereich) festzustellen, dass der Schwerpunkt in der Praxis eher auf Themen der belebten Natur liegt (Maier u.a. 2013). Ob das auch auf Deutschland zutrifft, lässt sich aktuell schwer einschätzen.

Unabhängig davon sollten *die beiden Bereiche belebte und unbelebte Natur* (inklusive Querschnittsthemen wie Gesundheit, Bildung für nachhaltige Entwicklung und naturgeografische Themen) *in der Kindertageseinrichtung implementiert werden*, da sie gemeinsam die Naturwissenschaften ausmachen, Kinder interessieren und sich auch nicht grundsätzlich hinsichtlich der Schwierigkeit, Anschaulichkeit oder Alltagsnähe unterscheiden.

4 Naturwissenschaften in den Bildungsplänen

Grundlage für die Bildungs- und Orientierungspläne im Kita-Bereich ist der Beschluss „Gemeinsamer Rahmen der Länder für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen“ der Jugend- und Kultusministerkonferenz von 2004 (JMK/KMK 2004). Fachliche Bildung wird dort als ein Teil entwicklungsgerechter Begleitung von Kindern verstanden, und Kindertageseinrichtungen werden als „unentbehrlicher Teil des öffentlichen Bildungswesens“ (ebd., S. 2) verortet. Entsprechend wurden in den letzten zehn Jahren in den Ländern Bildungspläne¹² neu entwickelt bzw. bereits überarbeitet. Naturwissenschaften sind unter anderem neben Sprache, Mathematik und Ästhetischer Bildung als ein Bildungsbereich aufgeführt. Anders als die Lehrpläne der Schule haben Bildungspläne im Elementarbereich einen orientierenden Charakter, sie sind aber nicht verbindlich. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Ausführungen zu den Naturwissenschaften in den Bildungsplänen.

4.1 Naturwissenschaftsbezogene Inhalte in den Bildungsplänen

Der Bildungsbereich Naturwissenschaften findet sich in den Bildungsplänen unter verschiedenen Bezeichnungen, zum Beispiel „Naturwissenschaftliche Bildung“ (Sachsen) oder „Naturwissenschaftliche und technische Grunderfahrungen“ (Hamburg), und in unterschiedlichen Kombinationen mit anderen Domänen oder Bereichen, beispielsweise als ein gemeinsamer Bildungsbereich mit der Mathematik (Rheinland-Pfalz) oder mit dem Bereich Technik (Hamburg).

Außer den unterschiedlichen Begriffen und Zuordnungen bestehen sehr große Unterschiede in den Ausformulierungen der Bildungsbereiche. So enthalten

¹² Die Bildungspläne der 16 Länder sind über den Bildungsserver des Deutschen Instituts für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) zugänglich (www.bildungsserver.de).

einige Bildungspläne (z.B. von Sachsen-Anhalt) eher Sammlungen von Beispielen für Erfahrungen und Aktivitäten, die Kinder gerne machen („Kinder zerbröseln trockene Erde, lassen Sand durch ihre Finger rieseln, kneten Ton, schichten Steine übereinander und werfen mit Lehmklumpen“). In anderen Plänen, wie dem Hamburger Bildungsplan, sind Sachkompetenzen formuliert (z.B. „Wechsel von Jahreszeiten begreifen“). In den Bildungsplänen von Bayern, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen werden konkrete Themenbereiche genannt. So gibt es im bayerischen Plan den Punkt „Eigenschaften verschiedener Stoffe kennen lernen: Dichte und Aggregatzustand (feste Körper, Flüssigkeiten, Gase)“, im thüringischen Bildungsplan ist die „Erkundung von Kristallbildungen“ aufgeführt. Ansonsten wird eher allgemein auf „wichtige Naturerfahrungen“ verwiesen.

Die folgenden Aspekte kommen in fast allen Bildungsplänen vor:

- Förderung von Neugierde, Interesse, Motivation an bzw. zur Erkundung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge sowie des Zutrauens in die eigenen Fähigkeiten,
- Naturerfahrungen,
- naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen,
- (übergeordnete) Inhaltsbereiche
 - unbelebte Natur,
 - belebte Natur,
 - Umweltbildung bzw. Bildung für nachhaltige Entwicklung,¹³
- naturgeografische Themen.

In allen Bildungsplänen wird gemäß des gemeinsamen Rahmens für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen (JMK/KMK 2004) auf den Bildungsbereich „Gesundheit, Körper, Bewegung“ verwiesen, der neben anderen auch naturwissenschaftliche Inhalte umfasst.

Die obenstehende Auflistung macht deutlich, dass die Bildungspläne für den Elementarbereich die Komponenten von Scientific Literacy (motivationale Orientierungen, inhalts- und prozessbezogenes Wissen sowie in Ansätzen epistemologisches Wissen) berücksichtigen, auch wenn der Bezug in der Regel nicht explizit herge-

stellt wird – eine Ausnahme stellt hier beispielsweise der Bildungsplan von Thüringen dar. Gleichzeitig zeigt sich ein breites naturwissenschaftliches Verständnis, das eben auch naturgeografische Themen wie Jahreszeiten sowie perspektivenvernetzende Bereiche wie Gesundheit oder Themen, die man der Bildung für nachhaltige Entwicklung zuordnen kann, zum Beispiel die Begrenztheit von Ressourcen oder der Umgang mit Müll, umfasst.

International gelten neben den Denk- und Arbeitsweisen die folgenden Inhalte als bedeutsam für die frühe naturwissenschaftliche Bildung (Trundle/Sackes 2012). Sie decken sich mit einigen der bereits genannten übergeordneten Konzepte der Naturwissenschaften (vgl. Kap. 3.1):

- Unbelebte Natur
 - Materialien und ihre Eigenschaften (z.B. Holz, Kunststoff, Metall), Veränderungen von Objekten bzw. Materialien
 - Naturphänomene wie Bewegungen, Schall, Licht und Schatten, Magnetismus, Luft und Feuer
 - Wetter und Jahreszeiten
- Lebende Natur
 - Lebewesen (Lebenszyklen, Lebensräume, Anpasstheit und Bedürfnisse von Pflanzen und Tieren)
- Bildung für nachhaltige Entwicklung
 - sorgsamer Umgang mit natürlichen Ressourcen (Mobilität, Trinkwasser, Müll, Energie, Nahrungsmittel)
- Gesundheit
 - Grundverständnis von Hygiene
 - gesunde Ernährung

Eine Analyse der 16 Bildungspläne macht deutlich, dass diese Inhalte zum Teil berücksichtigt werden, wobei sie häufig nicht explizit benannt werden, sondern sich in den zusätzlich aufgeführten Praxisbeispielen, zusätzlichen Handreichungen oder den generellen Beschreibungen des Bildungsbereichs wiederfinden. Auch Anregungen wie „über Naturphänomene staunen und Fragen dazu stellen“ (Bildungsplan Baden-Württemberg) und Hinweise auf Phänomene wie Schwimmen und Sinken oder die Schwerkraft kommen oft vor. In allen Bildungsplänen finden sich Anregungen zu Gelegenheiten,

- a. sich mit spezifischen Naturphänomenen auseinanderzusetzen – am häufigsten wird dabei auf Licht und Schatten (11), Feuer (10) und Luft (9) verwiesen,
- b. Denk- und Arbeitsweisen kennenzulernen und zu nutzen (Sammeln und Ordnen, Fragen stellen, Vermuten,

¹³ In einigen Ländern wie in Nordrhein-Westfalen wird der Aspekt Umweltbildung als eigener Bildungsbereich aufgeführt (Ökologische Bildung), in anderen ist er integriert in den naturwissenschaftlich-technischen Bereich, z.B. in Bremen.

- Versuche durchführen, Erklärungen entwickeln und Ergebnisse dokumentieren),
c. ein erstes Gesundheitskonzept auszubilden.

In den meisten Bildungsplänen zeigt sich keine Präferenz für die Themen der belebten oder unbelebten Natur. Die einseitige Fokussierung auf biologische Themen, die in den 1980er- bis 90er-Jahren im Primarbereich üblich war, ist in den aktuellen Bildungsplänen für den Elementarbereich nicht zu finden.

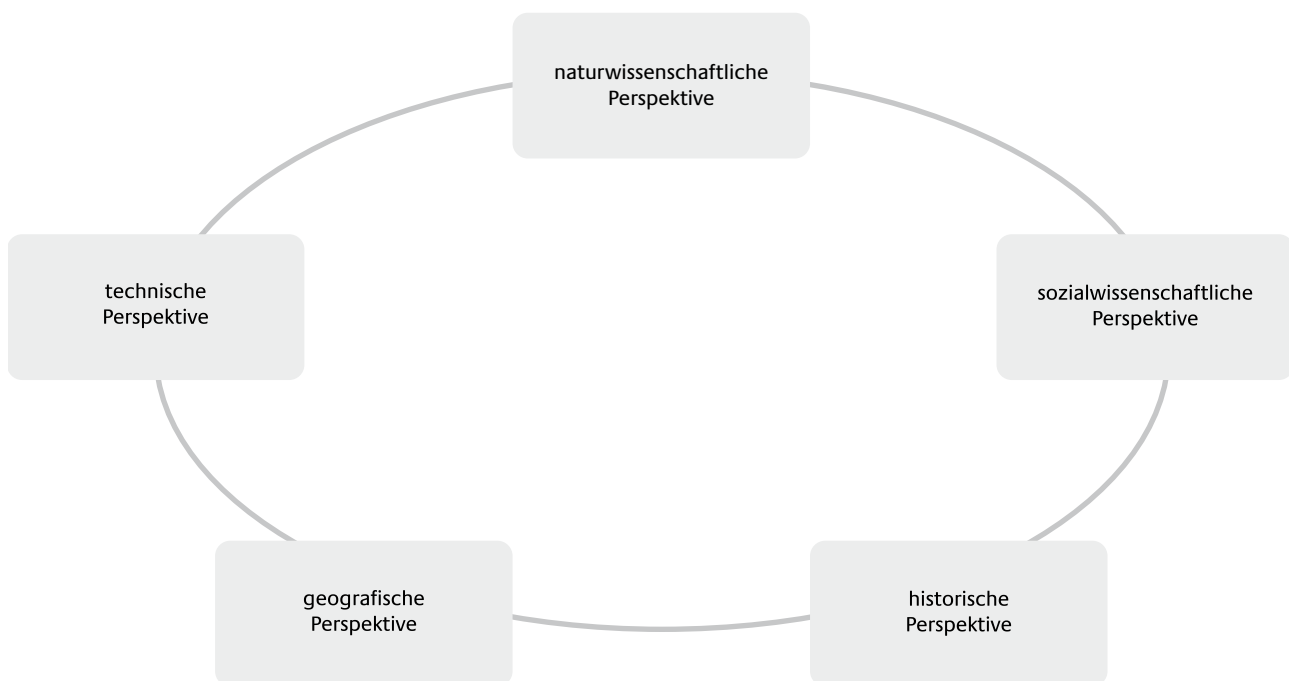
Implizit oder explizit spiegelt sich in der Mehrheit der Bildungspläne die Idee der Selbstbildung (Schäfer 2005) und Situations- bzw. Lebensweltorientierung wider, indem entweder keine oder beliebig viele konkrete Inhalte und Aktivitäten vorgeschlagen werden. Dies macht vor dem Hintergrund dieser Ansätze durchaus Sinn, stellt aber dennoch die frühpädagogische Fachkraft vor besondere Herausforderungen. So wird eine Orientierung an übergeordneten Konzepten erschwert, wenn diese nicht explizit genannt werden, sondern man sie aus vielen aufgeführten Beispielen „herauslesen“ muss. Es ist anzunehmen, dass das insbesondere für Menschen mit wenig fachlichem Hintergrundwissen schwierig ist. Zudem besteht die Gefahr, dass

sehr viele Einzelthemen in den Mittelpunkt gestellt, aber nicht in einen Zusammenhang gesetzt werden, was Bildungsprozesse von Kindern möglicherweise erschwert. Aus der Perspektive des Primarbereichs kann dies ebenfalls eine Schwierigkeit darstellen, da aufgrund einer gewissen Beliebigkeit unklar ist, worauf der Sachunterricht aufbauen kann. Ähnliche Einschätzungen finden sich auch in anderen Bildungsbereichen, zum Beispiel in der Mathematik (Peter-Koop 2009).

4.2 Anschlussfähigkeit der Bildungspläne

Um die Anschlussfähigkeit der naturwissenschaftlichen Bildung im Elementarbereich an den Sachunterricht im Primarbereich einschätzen zu können, folgt hier zunächst ein kurzer Überblick über den Sachunterricht, der ein multiperspektivisches Fach ist, das die naturwissenschaftliche Perspektive neben der sozialwissenschaftlichen, historischen, geografischen und technischen Perspektive umfasst (vgl. Abb. 4). Naturwissenschaften werden also nicht wie im Fachunterricht der Sekundarstufe I als einzelne Fächer oder als ein integriertes Fach „Naturwissenschaften“ unterrichtet.

Abbildung 4: Perspektiven des Sachunterrichts im Primarbereich



Quelle: Eigene Darstellung

Die zentrale Aufgabe des Sachunterrichts besteht darin, Schülerinnen und Schüler zu unterstützen, „die natürliche, kulturelle, soziale und technische Umwelt sachbezogen zu verstehen, sie sich bildungswirksam zu erschließen und sich darin zu orientieren, mitzuwirken und zu handeln“ (GDSU 2013, S. 9). Der Sachunterricht steht dabei im Spannungsfeld der Anschlussfähigkeit an die Kindertageseinrichtung einerseits und an die einzelnen Fächer in den weiterführenden Schulen andererseits. Ausgangspunkt für das Lernen im Sachunterricht sind die Lebenswelt und die Erfahrungen der Kinder. Gleichzeitig müssen die fachspezifischen Perspektiven berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund finden sich im Perspektivrahmen des Sachunterrichts (GDSU 2013), der zwar keine bindende Funktion hat, aber einen Orientierungsrahmen für die Entwicklung von Lehrplänen und didaktischen Materialien darstellt, perspektivenbezogene und perspektivenübergreifende Themen, zum Beispiel Bildung für eine nachhaltige Entwicklung oder Denk- und Arbeitsweisen wie Reflektieren.

Der starke Lebensweltbezug des Sachunterrichts sowie die perspektivenübergreifende Herangehensweise erleichtern die Anschlussfähigkeit an die oft als ganzheitlich und alltagsorientiert charakterisierten Bildungsprozesse in der Kindertageseinrichtung. Betrachtet man konkret die Naturwissenschaften, spiegelt sich auch im Sachunterricht die Orientierung am Bildungskonzept Scientific Literacy wider. Entsprechend werden die multikriterialen Ziele einer naturwissenschaftlichen Bildung formuliert, die sich ebenfalls in den Bildungsplänen des Elementarbereichs finden. Auch lässt sich eine große Überschneidung zwischen den aufgeführten Inhaltsbereichen, zum Beispiel Eigenschaften und Umwandlungen von Materialien, feststellen. Grundsätzlich wird auf diese Weise eine Anschlussfähigkeit zwischen beiden Bildungstufen hergestellt. Eine zentrale Schwierigkeit ist aber die Differenzierung im Niveau. Beispielsweise kommt das Thema *Aggregatzustände von Stoffen* in den Bildungsplänen für den Elementarbereich, aber auch in den Lehrplänen des Primarbereichs und der weiterführenden Schulen vor. Auf allen Stufen lässt sich das Thema sinnstiftend behandeln, gleichwohl wäre es hilfreich, genauer zu wissen, wie die dazugehörigen Konzepte im Bildungsverlauf ausdifferenziert werden können, damit es nicht zu einer simplen Wiederholung von Inhalten kommt. Die sehr offenen Bildungspläne des Elementarbereichs bergen die Gefahr, dass Themen

oder Aktivitäten vorverlagert werden, ohne dass eine erkennbare Differenzierung im Niveau ersichtlich wird.

Ein Beispiel für die Verständigung über spezifische naturwissenschaftliche Inhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen für die jeweiligen Bildungstufen findet sich im Projekt „MINTeinander“, in dem aufeinander abgestimmte Bildungsangebote für die Kindertageseinrichtung, den Primarbereich und den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht der weiterführenden Schulen entwickelt wurden (Steffensky/Hardy 2013).

5 Unterstützung naturwissenschaftlicher Bildungs- und Entwicklungsprozesse

Dieses Kapitel skizziert zunächst Erkenntnisse zur bereichsübergreifenden und naturwissenschaftsspezifischen Entwicklung von Kompetenzen. Außerdem geht es um die Qualität von Lerngelegenheiten, da diese als bedeutsamer Einflussfaktor bei Bildungsprozessen gilt. Im Mittelpunkt steht dabei die bereichsspezifische Prozessqualität. Abschließend werden einige empirische Befunde zur Qualität der Umsetzung naturwissenschaftlicher Bildung in der Kindertageseinrichtung dargestellt.

5.1 Entwicklung von Kompetenz

Gemäß des entwicklungspsychologischen Forschungsstands ist der Erwerb von Wissen sowie bildungsrelevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten ein kumulativer Prozess, der in der frühesten Kindheit beginnt und domänen- und inhaltspezifisch erfolgt (Karmiloff-Smith 1992). Bei diesem Entwicklungsprozess wirken die individuellen Voraussetzungen eines Kindes, wie genetische Dispositionen oder spezifische Vorerfahrungen, und die durch die Umwelt zur Verfügung gestellten Opportunitätsstrukturen zusammen (vgl. Abb. 5).

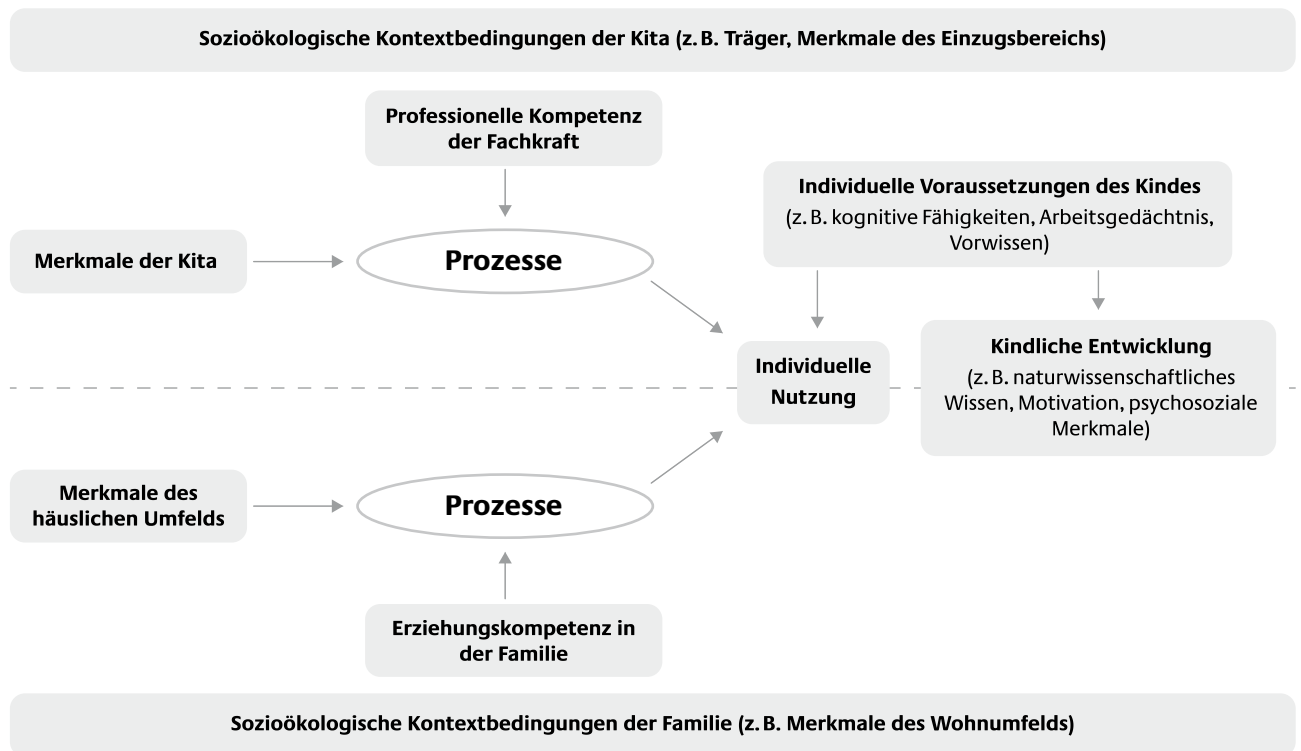
Die Entwicklung von kognitiven und nichtkognitiven Merkmalen in Abhängigkeit von Opportunitätsstrukturen, die individuell genutzt werden müssen, wird in *Angebots-Nutzungs-Modellen*¹⁴ (Fend 2001) oder im *bioökologischen Entwicklungsmodell* (Bronfenbrenner/Morris 2006) beschrieben.¹⁵ Dabei werden proximale Prozesse, die auf Interaktionen zwischen Individuen und ihrer Umwelt beruhen, als die entscheidenden Mechanismen der Entwicklung angenommen. Solche Prozesse können zwischen dem Kind und anderen

Personen (zum Beispiel Eltern, Peers oder frühpädagogischen Fachkräften) oder Objekten in der näheren Umgebung stattfinden. Abbildung 5 veranschaulicht, dass die Qualität dieser Prozesse im institutionellen oder häuslichen Kontext von Merkmalen der pädagogischen Fachkraft bzw. der Person aus dem häuslichen Umfeld, die das Angebot gestaltet, und Merkmalen der Institution bzw. des häuslichen Umfelds beeinflusst wird (vgl. Kap. 5.3). Die Wirkung dieser Prozesse hängt wie bereits erwähnt davon ab, in welcher Weise ein Kind mit seinen spezifischen Voraussetzungen ein Angebot individuell nutzt (vgl. Abb. 5, rechts).

¹⁴ Angebot ist im Rahmen des Angebots-Nutzungs-Modells im weiten Sinn als Lerngelegenheit zu verstehen und wird auch in diesem Abschnitt so verwendet.

¹⁵ Verwendung finden solche Ansätze z.B. bei Kluczniok u.a. 2011, Fröhlich-Gildhoff u.a. 2011, Mischo/Fröhlich-Gildhoff 2011, Mashburn u.a. 2008 und NICHD ECCRN 2005.

Abbildung 5: Angebots-Nutzungs-Modell für institutionelle (oben) und häusliche (unten) Entwicklungsprozesse, in Anlehnung an strukturell-prozessuale Qualitätsmodelle



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Roux/Tietze 2007, Bronfenbrenner/Morris 2006 und Fend 2001

Als individuelle Dispositionen spielen bei jungen Lernenden und Lernern die sprachlichen Fähigkeiten, das Arbeitsgedächtnis und das Vorwissen eine wichtige Rolle. *Sprache* gilt als zentraler Einflussfaktor für den Wissenserwerb (Gentner/Goldin-Meadow 2003), da Interaktionen zwischen Lernenden und Lehrenden typischerweise über Sprache verlaufen. Erklärungen werden beispielsweise oft sprachlich dargeboten. Sprachliche Interaktionen wie Nachfragen oder die Benennung von Gegenständen („Guck mal, ein Hund“) können den Lernprozess – in diesem Fall die Bildung von Kategorien (Hund) – unterstützen (Saalbach u.a. 2013; Hong/Diamond 2012). Gleichzeitig dient Sprache auch dazu, Informationen internal zu repräsentieren (Tomasello 1999), was wiederum einen Einfluss auf das Arbeitsgedächtnis hat.

Das *Arbeitsgedächtnis* ist wichtig für die Bewältigung komplexer Aufgaben, zum Beispiel für die Handlungsplanung oder das Ausblenden irrelevanter Informationen (Hasselhorn/Schumann-Hengsteler 2001). Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist der Schlüssel, um immer komplexere Sachverhalte verarbeiten zu können (König 2017), und entsprechend für den Erwerb neuer Kompetenzen.

Im Verlauf der frühen und mittleren Kindheit zeigen sich substanzielle Entwicklungsschritte in den Leistungen des Arbeitsgedächtnisses (sowie in weiteren Gedächtnisleistungen), die sich u.a. auf Reifungsprozesse des Hirns zurückführen lassen (Hasselhorn/Schneider 2007). Eine geringere Arbeitsgedächtniskapazität schränkt aber nicht grundsätzlich die Lernfähigkeit ein und kann beispielsweise durch *Vorwissen* kompensiert werden (ebd.).

Bereits vorhandenes (bereichsspezifisches) Wissen ist ein zentraler oder der zentrale Einflussfaktor für den Wissenserwerb (Weinert/Helmke 1997), der als ein Zusammenspiel zwischen bestehenden Wissensstrukturen und neuen Informationen zu verstehen ist. So wird der Wissenserwerb als aktiver individueller Konstruktionsprozess beschrieben, in dem Wissensstrukturen verändert, erweitert, vernetzt, hierarchisch geordnet oder neu generiert werden (z.B. Baroody 2003).

Die zentrale Bedeutung des Vorwissens geht auch aus der konstruktivistischen Lerntheorie von Jean Piaget hervor (Piaget 1974), in der Lernen – oder übergeordnet Entwicklung – als aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt beschrieben wird. Bei dieser Auseinanderset-

zung versucht ein Kind, neue Informationen in sein vorhandenes Wissen einzubauen (Assimilation) oder sein vorhandenes Wissen durch neuartige, nicht passende Informationen aus- und umzubauen (Akkommodation). Auch in den Conceptual-Change-Theorien (Vosniadou 2008), die insbesondere im Hinblick auf den Wissenserwerb im naturwissenschaftlichen Kontext herangezogen werden, lautet die zentrale Grundannahme, dass Wissen aktiv auf der Basis bereits bestehender Wissensstrukturen aufgebaut wird.

5.2 Conceptual-Change-Theorien

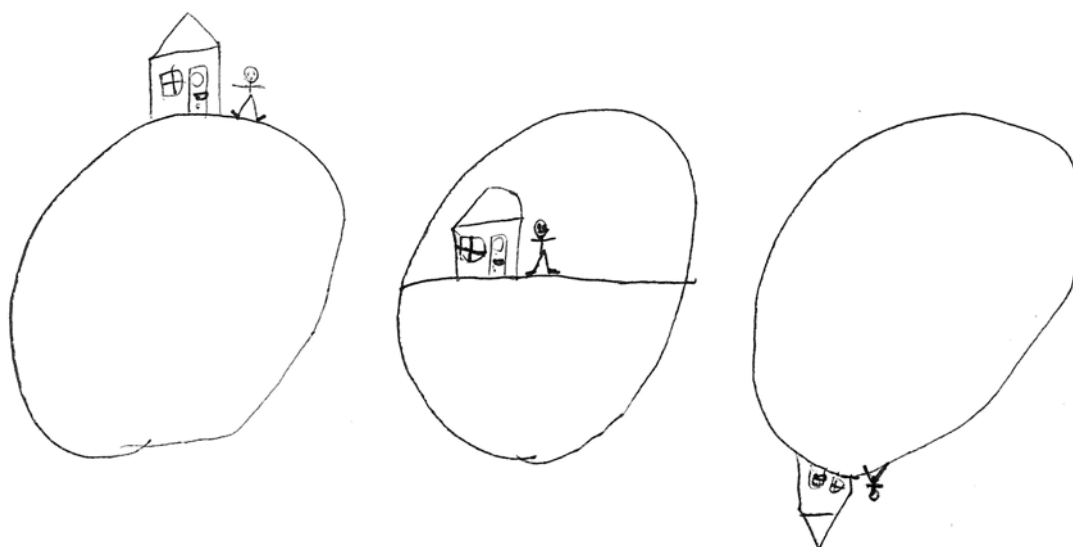
Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, entwickeln Kinder sehr früh Vorstellungen und Deutungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen, die nicht unbedingt der wissenschaftlichen Sichtweise entsprechen müssen. So ist es leicht nachzuvollziehen, dass Kinder beispielsweise Menschen und Tiere als Lebewesen kategorisieren, weil sie bestimmte ähnliche morphologische Merkmale aufweisen, sich bewegen, essen und in der Regel Geräusche machen, während Pflanzen nach diesen Kriterien nicht in die Kategorie Lebewesen gehören. Auch die Vorstellung, dass die Erde eine Kugel ist, bereitet Kindern Schwierigkeiten, weil sie mit ihren Konzepten von „oben“ und „unten“, ihren Alltagsbeobachtungen der flachen Erdoberfläche und den Dingen, die nach unten fallen, schwer zu vereinbaren ist. Fragen, warum Menschen, die „unten“ auf der Erde leben, nicht herunterfallen, oder wie der Regen auf die „untere“ Seite der Kugel kommt, sind so gesehen naheliegend. Im Zusammenhang mit dem Prozess des Verdunstens von Wasser vermuten Kinder bis ins Grundschulalter wiederum, dass das Wasser aus der Wäsche oder Pfütze verschwindet, sich in der Sonne sammelt oder vom Boden aufgesogen wird. Da man das verdunstete Wasser, das als unsichtbares gasförmiges Wasser vorliegt, nicht direkt sehen kann, ist die Entstehung dieser Vorstellungen plausibel.

Die Struktur solcher Vorstellungen wird zum Teil als theorieähnlich und kohärent organisiert und zum Teil als fragmentiert, also kaum bzw. nur lose miteinander verknüpft, beschrieben (diSessa u.a. 2004). Manchmal kommen aber auch beide Formen parallel vor (Schneider/Hardy 2013). Lernen im Sinne der Conceptual-Change-Theorien wird also nicht nur als Neuerwerb von Wissen, sondern auch als Veränderung vorhandener Vorstellungen verstanden (Vosniadou 2008; Carey 2000). Die

Veränderungen umfassen dabei Differenzierungs-, Integrations- und Umstrukturierungsprozesse:

1. Differenzierung („Es gibt verschiedene Metalle; Gold und Eisen sind beides Metalle“),
2. Integration („Pflanzen sind auch Lebewesen“),
3. Umstrukturierung („Wasser verschwindet nicht beim Verdunsten, sondern ändert seine Zustandsform und seinen Ort“).

Die Veränderung von Vorstellungen ist ein häufig langwieriger und nicht unbedingt geradliniger Prozess, denn es fällt Lernenden oft schwer, ihre eigenen Vorstellungen aufzugeben, weil ein Teil davon im Alltag gut funktioniert. Zum Beispiel lassen sich mit der Vorstellung, dass Wasser beim Verdunsten zu nichts wird, recht viele Vorgänge im Alltag erklären. Manchmal entwickeln Lernende sogenannte Hybridvorstellungen (Zwischenvorstellungen). Eines der bekanntesten Beispiele dafür ist das Kugel-Scheiben-Modell der Erde (Vosniadou/Brewer 1992), bei dem die Erde als Hohlkugel mit einer Ebene (Scheibe) darin angenommen wird (vgl. Abb. 6). Hier wird also die ursprüngliche Vorstellung in die neue integriert, und das Problem des „Runterfallens an der unteren Seite der Erde“ wird umgangen. Abbildung 6 stellt auch eine weitere Hybridvorstellung dar, in der die Häuser nur auf der „oberen“ Hälfte der Erde zu finden sind.

Abbildung 6: Vorstellungen von Kindern zur Erde als Kugel

Quelle: Valentin, sechs Jahre

Veränderungen von Vorstellungen passieren oft nicht spontan, insbesondere dann nicht, wenn sie nicht als unbefriedigend empfunden werden. Veränderungsprozesse sind in der Regel abhängig von Lernumgebungen, in denen zum Beispiel das Vorwissen gezielt berücksichtigt wird und die Lernenden Gelegenheiten bekommen, die eingeschränkte Erklärungsmacht ihrer Vorstellungen zu erfahren, um sie dadurch zu motivieren, über andere Ideen nachzudenken (Vosniadou u.a. 2001). Im folgenden Abschnitt steht die Qualität von Lernumgebungen, die solche Konzeptanbahnungen unterstützen, im Mittelpunkt.

5.3 Qualitätsmerkmale von Bildungsumgebungen

Eltern, Fachkräfte, Kita-Leitungen oder auch die Bildungsadministration schreiben der Qualität von Kindertageseinrichtungen eine zentrale Rolle zu. Woran sich die Qualität einer Einrichtung allerdings bemisst, kann von verschiedenen Standpunkten aus unterschiedlich bewertet werden, zum Beispiel sind lange Öffnungszeiten möglicherweise ein Qualitätsmerkmal für Eltern, nicht aber unbedingt für frühpädagogische Fachkräfte. Aus der wissenschaftlichen Perspektive bemisst sich die Qualität einer Einrichtung an den Wirkungen auf die

Kinder, also an deren Wohlbefinden und Entwicklung. Entwicklung schließt hierbei soziale, körperliche, emotionale und kognitive Bereiche ein. In dieser Expertise liegt der Fokus auf der bereichsspezifischen *kognitiven Entwicklung*. Das bedeutet jedoch nicht, dass die anderen Qualitätskriterien als weniger wichtig betrachtet würden.

Wie bereits beschrieben, hängt die Entwicklung von Wissen sowie bildungsrelevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten neben individuellen Voraussetzungen des Kindes von den häuslichen und institutionellen Opportunitätsstrukturen ab (vgl. Kap. 5.1). Dabei kommt es vor allem auf die Qualität dieser Opportunitätsstrukturen an (Anders 2013; Burger 2010). Sie wird hierbei in verschiedene Bereiche differenziert (Kalicki 2015; Roßbach u.a. 2008; Tietze 2008; Roux/Tietze 2007).

Im Zentrum steht die *Prozessqualität*, die die realisierte Qualität der Interaktionen eines Kindes mit der sozialen und materialen Umwelt beschreibt. In der Terminologie des Angebots-Nutzungs-Modells (vgl. Abb. 5) bezieht sich Prozessqualität auf die Qualität des Angebots.

Die Prozessqualität in einer Kindertageseinrichtung wird beeinflusst durch die *Strukturqualität*, das heißt Strukturmerkmale, die Rahmenbedingungen betreffen, zum Beispiel den Fachkraft-Kind-Schlüssel, die materielle Ausstattung oder den Anteil der Kinder mit Migrationshintergrund. Die Befunde zu Strukturmerkmalen,

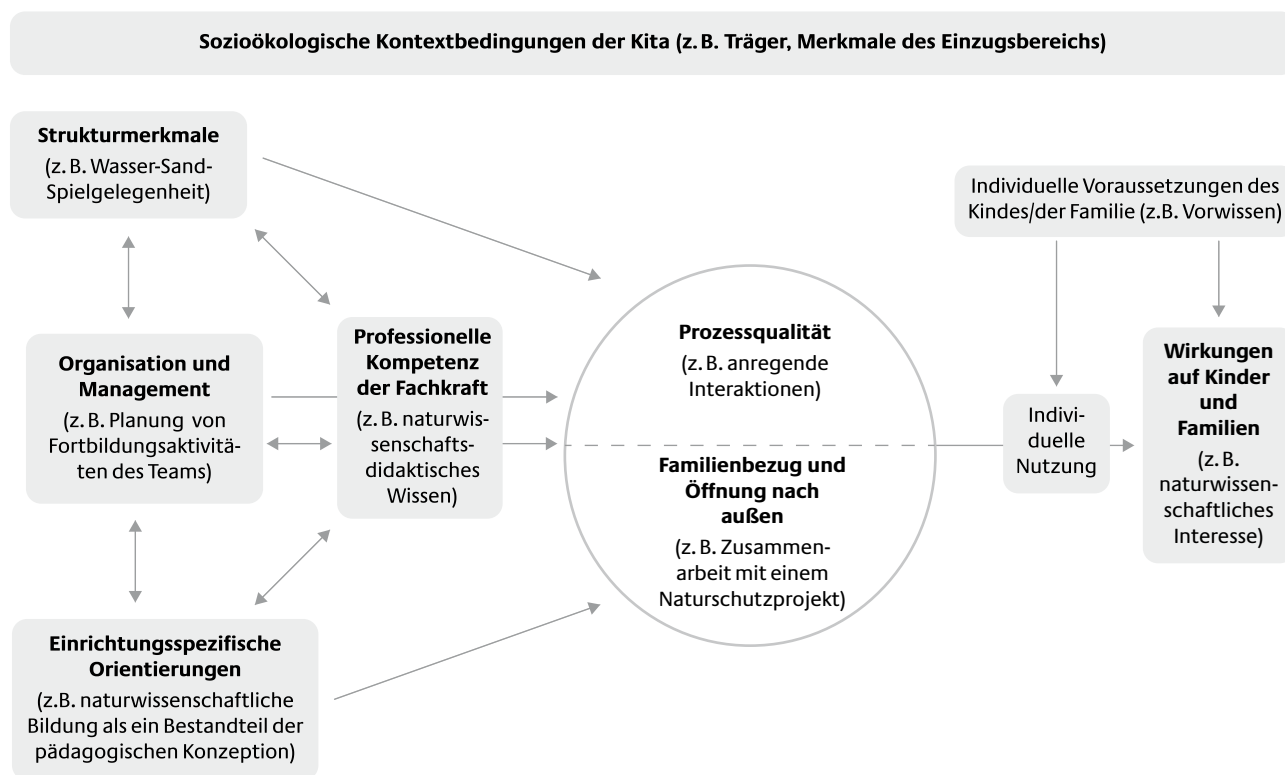
die (vermittelt über die Prozessqualität) prädiktiv sind für den Kompetenzerwerb von Kindern, sind allerdings nicht eindeutig. In einigen, aber nicht allen Studien haben sich zum Beispiel das Alter der Kinder, der Anteil an Kindern mit Migrationshintergrund oder die Gruppengröße als Prädiktoren der Prozessqualität herausgestellt (Kuger u.a. 2015; Slot u.a. 2015b; Kuger/Kluczniok 2008). Befunde aus dem EU-Projekt CARE („Curriculum and Quality Analysis and Impact Review of European Early Childhood Education and Care“) deuten an, dass in den verschiedenen Ländern unterschiedliche Strukturmerkmale für die Kompetenzentwicklung von Kindern relevant sind, sodass man annehmen kann, dass Länderspezifika eine moderierende Funktion auf die einzelnen Merkmale aufweisen (Slot u.a. 2015a). In Deutschland zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Prozessqualität und dem Anteil an Kindern mit Migrationshintergrund, während die Gruppengröße oder der Fachkraft-Kind-Schlüssel keinen Einfluss hat. Dieser Zusammenhang ist insbesondere bei Fachkräften mit relativ wenig Berufserfahrung festzustellen. Möglicherweise sind genau solche Interaktionseffekte, wie sie sich auch in anderen Ländern gezeigt haben, ursächlich für die widersprüchlichen Befunde zur Bedeutung von Strukturmerkmalen.

Die *Orientierungsqualität* bezieht sich zum einen auf individuelle Merkmale einer frühpädagogischen Fachkraft wie deren Orientierungen und Einstellungen zur Arbeit in der Kindertageseinrichtung bzw. zu Zielen und Aufgaben pädagogischer Einrichtungen. Solche Orientierungen ordnet die Professionsforschung in die professionelle Kompetenz der Fachkraft ein (vgl. hierzu Kap. 6.1). Zum anderen betrifft Orientierungsqualität die Merkmale der gesamten Kindertageseinrichtung; so stellt zum Beispiel das pädagogische Konzept eine Facette der Orientierungsqualität dar.

Auch das Handeln der Leitungskraft wird als bedeutsam für die pädagogische Qualität einer Einrichtung angenommen (Strehmel/Ulber 2014). Die sogenannte *Organisations- und Managementqualität* bezieht sich auf die Sicherstellung und Weiterentwicklung der Qualität der Kinderbetreuung durch angemessene Managementstrategien. Die Qualitätsdimension *Familienbezug und Vernetzung* beschreibt die realisierte Zusammenarbeit mit den Eltern und deren Unterstützung bei der Förderung ihrer Kinder sowie die Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen im sozialen Umfeld, beispielsweise die Vernetzung mit sozialen Diensten in Situationen mit besonderen Herausforderungen.

Die verschiedenen Dimensionen der Qualität, aber auch die professionelle Kompetenz der Fachkräfte wechselwirken miteinander und beeinflussen gemeinsam die Prozessqualität sowie die Öffnung nach außen (vgl. Abb. 7; Kluczniok/Roßbach 2014; Roux/Tietze 2007). So ist beispielsweise anzunehmen, dass die Einstellung von frühpädagogischen Fachkräften, aber auch der Kita-Leitung zur Zusammenarbeit mit den Eltern den Familienbezug beeinflussen wird. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass eine wertschätzende Haltung gegenüber der bereichsspezifischen pädagogischen Arbeit durch die Einrichtung auch einen Einfluss auf die Haltung von pädagogischen Fachkräften hat. Abbildung 7 enthält Beispiele für Qualitätsdimensionen, die aus der naturwissenschaftsspezifischen Perspektive eine Rolle spielen bzw. spielen könnten.

Abbildung 7: Bereiche der pädagogischen Qualität von Kindertageseinrichtungen mit naturwissenschaftsspezifischen Beispielen



Quelle: Eigene Darstellung

Die geschilderten Determinanten der kindlichen Entwicklung lassen sich auch auf den häuslichen Kontext übertragen (Kluczniok u.a. 2013; vgl. auch Abb. 5, Kap. 5.1). Die Prozessqualität von gezielten oder beiläufigen bildungsförderlichen Angeboten gilt hier ebenfalls als der entscheidende Wirkfaktor für die kindliche Entwicklung. Und wiederum wird die Prozessqualität beeinflusst von spezifischen Strukturmerkmalen, zum Beispiel dem sozio-ökonomischen Hintergrund, bildungsrelevanten Ressourcen wie Büchern oder Spielen sowie Merkmalen der Eltern und sonstiger Bezugspersonen aus der häuslichen Umgebung, zum Beispiel Einstellungen oder Interessen (Erziehungskompetenz; vgl. Abb. 5). Die Qualität von häuslichen Interaktionen hat sich dabei als bedeutsamer für die Vorhersage von Leistungen zu Beginn des Primarbereichs erwiesen als Angaben zu häuslichen Strukturmerkmalen (Melhuish 2010; Sylva u.a. 2004).

Häusliche Lerngelegenheiten für grundlegende mathematische Kompetenzen können das Zählen von Treppenstufen oder das Zählen bei einem Würfelspiel sein (Gasteiger 2012), während sprachliche Entwicklungen

beispielsweise durch das Vorlesen, das Erzählen von Geschichten oder Reimspiele sowie durch eine elaborierte Kommunikation unterstützt werden. In alltäglichen Routinesituationen sind auch Beobachtungen und Interaktionen über naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene möglich (Beispiele: beim Duschen beschlägt der Spiegel, beim Eierkochen sprudelt Luft aus dem Ei, das Keimen von Kartoffeln). Auch Bücher, die zunächst keinen unmittelbar ersichtlichen naturwissenschaftlichen Inhalt haben, können einen Anlass darstellen, über Naturwissenschaften nachzudenken. Beispielsweise liegt beim Lesen des Buches *Alexander und die Aufziehmaus* von Leo Lionni, einem Buch über die Freundschaft zwischen einer echten Maus und einer Aufziehmaus (Lionni 2016), die Frage nahe, was die beiden Mäuse unterscheidet und welche Folgen das für die Geschichte hat, letztlich also ein Gespräch über Kennzeichen des Lebendigen. Darüber hinaus gibt es natürlich auch Aktivitäten wie das gemeinsame Lesen von Sachbüchern oder der Besuch eines Museums, bei denen der naturwissenschaftliche Inhalt weniger beiläufig, sondern offensichtlich ist.

Möglicherweise erfordern alltägliche naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten im Unterschied zur Mathematik oder Sprache aber ein spezifisches Wissen oder Interesse über bzw. an Naturwissenschaften. So sind Würfelspiele und das Singen oder Reimen alltägliche Aktivitäten mit Kindern, die sicher viele Menschen durchführen, ohne einen Zusammenhang mit der Entwicklung mathematischer bzw. sprachlicher Kompetenzen zu sehen. Naturwissenschaftliche Phänomene begegnen einem im Alltag zwar in vielfältiger Weise, aber die Interaktion über ein Phänomen – und sei es lediglich, darauf aufmerksam zu machen – erfordert zunächst das Erkennen des Phänomens, was vielen Erwachsenen nicht unbedingt leichtfällt, sieht man einmal von „spektakulären“ Phänomenen wie einem Regenbogen oder einem Feuer ab.

5.3.1 Merkmale von Prozessqualität

Die Prozessqualität umfasst sowohl globale Merkmale, zum Beispiel ein für den kindlichen Entwicklungsstand angemessenes Verhalten, Responsivität und ein warmes Klima (Harms u.a. 1998), als auch bereichsspezifische Merkmale wie die Anregung zum Nachdenken in den Bildungsbereichen. Prozessqualität bezieht sich auf sogenannte Tiefenstrukturen institutioneller Settings. Tiefenstrukturen sind solche Merkmale, die sich nicht unmittelbar erkennen lassen, sondern der Interpretation bedürfen, zum Beispiel ein respektvoller Umgang in einer Gruppe. Im Unterschied dazu sind Oberflächenmerkmale solche, die sich unmittelbar in der Situation identifizieren lassen, beispielsweise der Einsatz bestimmter Methoden wie Hands-on-Aktivitäten. Die Entwicklung von Kindern hängt maßgeblich von den Tiefenstrukturen eines Settings ab, Gleiches gilt auch für den schulischen Kontext. Tiefen- und Oberflächenstrukturen können weitgehend unabhängig voneinander variieren, das heißt also, dass zum Beispiel Hands-on-Aktivitäten (Oberflächenmerkmal) mit einer sehr hohen oder einer sehr niedrigen Prozessqualität einhergehen können.

Sowohl im Kontext des Elementarbereichs als auch im schulischen Kontext gibt es relativ eindeutige Befunde zur Bedeutung von folgenden zentralen Merkmalen der Prozessqualität (zur theoretischen Konzeptualisierung: Pianta/Hamre 2009; Erhebungsinstrumente für Einrichtungen mit Kindern von null bis 36 Monate bzw. vier bis sechs Jahren: Pianta u.a. 2012 bzw. La Paro u.a. 2008):

1. emotionale Unterstützung,
2. kognitive Unterstützung¹⁶ und
3. Gruppenorganisation.

Die *emotionale Unterstützung*, die Heike Wadepohl auch als Beziehungsgestaltung bezeichnet (Wadepohl 2015), umfasst Aspekte wie die positive emotionale Beziehung zwischen pädagogischer Fachkraft und Kind, die Responsivität und eine wertschätzende Haltung. Die *kognitive Unterstützung* bezieht sich darauf, Lernende zum Denken anzuregen. Die *Gruppenorganisation* beschreibt die Gestaltung von Rahmenbedingungen, die für soziale und kognitive Interaktionen notwendig sind. Hierzu gehören zum Beispiel die Bereitstellung von Materialien oder die Hilfe beim Suchen von Spielpartnern (Wadepohl u.a. 2014).

Alle drei Merkmale der Prozessqualität hängen in unterschiedlichem Maß mit verschiedenen Entwicklungsbereichen von Kindern zusammen. So wird durch das Ausmaß an kognitiver Unterstützung die kognitive Entwicklung in den Bereichen Sprache und Mathematik vorhergesagt, während die emotionale Unterstützung stärker mit sozialen Kompetenzen zusammenhängt (Howes u.a. 2008; Mashburn u.a. 2008; Hamre/Pianta 2005; NICHD ECCRN 2005). Diese Befunde decken sich interessanterweise weitgehend mit Ergebnissen der Unterrichtsforschung, in denen die Bedeutung der Dimensionen Schülerorientierung/Unterrichtsklima (vgl. emotionale Unterstützung), kognitive Aktivierung (vgl. kognitive Unterstützung) und Klassenführung (vgl. Gruppenorganisation) für die Entwicklung fachlicher Kompetenzen und motivational-affektiver Zielvariablen bei Schülerinnen und Schülern nachgewiesen wurde (z.B. Kunter u.a. 2013; Baumert u.a. 2010; Klieme u.a. 2006).

¹⁶ Robert Pianta und Bridget Hamre sprechen in ihrer Publikation von *Instructional Support* (Pianta/Hamre 2009). Da der Begriff im Deutschen oft mit einer stark transmissiven Vermittlung (im Sinne einer einfachen direkten Übertragung von Wissen) verknüpft wird – was nicht gemeint ist –, wird in dieser Expertise der Begriff *kognitive Unterstützung* verwendet. In der Unterrichtsforschung spricht man von kognitiver Aktivierung. Die kognitive Unterstützung umfasst jedoch neben der kognitiven Aktivierung auch unterstützende Anteile im Sinne des *Scaffolding*, sodass hier die Bezeichnung kognitive Aktivierung trotz großer Überschneidungen nicht passend erscheint. Häufig findet man auch den Begriff der Begleitung von Lernprozessen anstelle der Unterstützung. Um deutlich zu machen, dass die pädagogische Fachkraft nicht nur eine eher passive, begleitende Rolle, sondern auch eine sehr aktive Rolle hat und unter Umständen gezielt steuert, erscheint an dieser Stelle der Begriff der kognitiven Unterstützung (analog zur emotionalen Unterstützung) passender.

Aus der bereichsspezifischen Perspektive ist vor allem die kognitive Unterstützung von Interesse, da die anderen beiden Merkmale als generische Qualitätsmerkmale zu verstehen sind. Aus diesem Grund soll dieser Aspekt nun vertiefend betrachtet werden. Das bedeutet für die Praxis jedoch nicht, dass die generischen Qualitätsmerkmale weniger wichtig wären. Zudem ist anzunehmen, dass sie sich gegenseitig beeinflussen. So ist beispielsweise eine positive emotionale Beziehung zwischen pädagogischer Fachkraft und Kind, in der das Kind als autonome Person geschützt und wertgeschätzt wird, die Voraussetzung dafür, dass (bereichsspezifische) Bildungsprozesse überhaupt stattfinden können.

Kognitive Unterstützung

Ziel der kognitiven Unterstützung ist es, Kindern die Möglichkeit zu eröffnen, verständnisvolle Lernprozesse zu beginnen und aufrechtzuerhalten. An dieser Stelle wird eine curriculare Perspektive eingenommen, bei der ein inhaltliches Ziel angestrebt wird – unabhängig von der Frage, ob dieses Ziel vorab geplant war oder sich aus einer Situation spontan ergibt.

Im Zentrum der kognitiven Unterstützung stehen verbale Interaktionen zwischen Kindern und Kindern bzw. Fachkräften, in denen Kinder zu einer vertieften Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt angeregt werden. Eine vertiefte Auseinandersetzung umfasst zum Beispiel Fragen stellen, Ideen äußern, sich mit den Ideen, Nachfragen anderer auseinandersetzen und Dinge vergleichen (Alexander 2016; Hopf 2012; König 2009; Bransford u.a. 2000; Vygotsky 1978, 1962). Fachkräfte können diese vertiefte Auseinandersetzung unterstützen, indem sie Kinder nach ihren eigenen Ideen und nach Begründungen für ihre Erklärungen fragen, ihnen Gelegenheiten geben, eigene Ideen zu entwickeln und zu äußern, Denkprozesse veranschaulichen oder Kinder zu Problemlösungen heranzuführen, ohne sie vorwegzunehmen. Die Kinder sind also aktiv in das Gespräch eingebunden, und ihre Theorien, Ideen und Vorstellungen sind Ausgangspunkte der gemeinsamen länger andauernden Aushandlungsprozesse. Dialoge dieser Art werden auch mit dem Begriff *Sustained Shared Thinking* bezeichnet (Hopf 2012; Siraj-Blatchford u.a. 2002).

Um die Komplexität solcher anregenden und kognitiv herausfordernden Situationen an den Entwicklungsstand der Kinder anzupassen und sie dabei zu unterstützen, einen nächsten Gedankenschritt – im Sinne der Zone der nächsten Entwicklung (Vygotsky 1978) – zu vollziehen, sind zudem Maßnahmen des *Scaffolding* (Wood u.a.

1976) bedeutsam. Diese haben das Ziel, die Komplexität der Lernsituation so zu reduzieren, dass kognitiv herausfordernde Lerngelegenheiten von möglichst vielen Lernenden mit unterschiedlichen Voraussetzungen selbstständig bewältigt und genutzt werden können. Ohne Scaffolding-Maßnahmen besteht die Gefahr, dass (einzelne) Lernende überfordert sind und deshalb die Situation als enttäuschend wahrnehmen (Kirschner u.a. 2006) und eben kein Kompetenzerleben erfahren (Deci/Ryan 1993). Entsprechende Formen der Unterstützung haben sich insbesondere für Lernende mit ungünstigen Voraussetzungen als vorteilhaft erwiesen (Alber-Morgan u.a. 2015; Decristan u.a. 2015; Hamre/Pianta 2005).

Zum Scaffolding gehört zum Beispiel die Unterstützung durch strukturierende Maßnahmen im Gespräch, indem relevante Aussagen oder Erkenntnisse hervorgehoben werden, um die Aufmerksamkeit der Lernenden zu fokussieren (Mercer/Littleton 2007; Hardy u.a. 2006). Weitere Elemente von Scaffolding sind das Zurückführen auf die eigentliche Frage, zum Beispiel bei der Interpretation von Beobachtungen, oder die Zerlegung eines Problems in überschaubare Schritte sowie die an das Kind angepasste Zurücknahme der Unterstützung. Zusammengefasst zielt die kognitive Unterstützung sowohl auf die Anregung von Denkprozessen als auch gleichzeitig auf die notwendige Unterstützung dieser Prozesse ab.

Kognitive Unterstützung im Rahmen der frühen naturwissenschaftlichen Bildung

Da bei naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen die intuitiven Vorstellungen von Kindern eine große Rolle spielen (vgl. Kap. 5.2), haben sich vor allem das Explorieren von eigenen Vorstellungen, das Bewusstmachen von Vorstellungen und die Anregung, sich mit diesen auseinanderzusetzen, als besonders wichtig herausgestellt (Vosniadou u.a. 2001). Hierzu gehört auch die Auseinandersetzung mit gegenteiliger Evidenz oder Gegenargumenten, um gegebenenfalls Vorstellungen weiterzuentwickeln. Beispielsweise denken viele Kinder, dass bei einer kalten Flasche, die beschlägt, die Feuchtigkeit aus dem Inneren der Flasche käme („Das Wasser schwitzt da raus, weil da ganz kleine Löcher drin sind“). Die Kinder können dann ausprobieren und überlegen,

- was passiert, wenn man die Flasche aus dem Kühlschrank nimmt, ausleert und in den Raum stellt, wo die Flüssigkeit (außen an der Flasche) dann herkommt,
- ob die Flüssigkeit außen an der Flasche so schmeckt wie die Flüssigkeit in der Flasche,

- warum die Flasche, wenn sie nicht vorher im Kühlschrank war, nicht „schwitzt“.

Sehr oft entwickeln Kinder auch spontane und situationspezifische Erklärungen. Zum Beispiel, dass die Feuchtigkeit aus dem Kühlschrank kommt, weil dieser defekt ist. Die Kinder könnten dann die Flasche in einen anderen Kühlschrank stellen und beobachten. An dieser Stelle ist anzumerken, dass auch gegenteilige Evidenz nicht unmittelbar zur Veränderung von Vorstellungen führt; in der Regel braucht es mehrfache Begegnungen mit ähnlichen Phänomenen oder widersprüchlichen Beobachtungen, bevor sich Vorstellungen weiterentwickeln.

Wichtig für die Unterstützung von Bildungsprozessen ist außerdem das Anregen von Vergleichen, indem Fragen gestellt werden wie „Hast Du das schon mal gesehen, was ist ähnlich, was ist hier anders?“. In den Naturwissenschaften mag das besonders relevant sein, da ein Phänomen in so vielen unterschiedlichen Situationen auftauchen kann, dass es mitunter schwer ist, den Zusammenhang zwischen diesen zu erkennen. Das Vergleichen hilft Lernenden, die gemeinsamen dahinterstehenden Konzepte zu entdecken (Rittle-Johnson/Star 2009). Kinder bringen nämlich beispielsweise unterschiedliche Lösungsprozesse wie das Lösen von Salz im Wasser beim Nudelkochen nicht unbedingt in einen Zusammenhang mit dem Lösen von Zucker im Tee oder der Tatsache, dass sich Sand in Wasser nicht löst, weil die Situationen sich durch diverse Merkmale stark voneinander unterscheiden (Steffensky u. a. 2012). Durch das Anregen von Vergleichen können Phänomene, die hinsichtlich ihrer Oberflächenmerkmale ganz unterschiedlich sind, miteinander in Beziehung gesetzt werden, um ein in Ansätzen generalisiertes und auch anwendbares Wissen zu entwickeln.

Dieses Vorgehen eignet sich ebenfalls für die Unterstützung des Verständnisses von Denk- und Arbeitsweisen. Wenn Kinder zum Beispiel entdecken, in wie vielen Situationen etwas verglichen und geordnet werden kann (beim Aufräumen von Bauklötzen und Legosteinen, beim Ausräumen des Geschirrspülers usw.), kann ihnen das helfen, in einer weiteren Situation das gleiche Phänomen bzw. die gleiche Vorgehensweise wiederzuentdecken und Erfahrungen mit der Zeit immer mehr zu generalisieren. Ähnliche Ansätze sind aus der Grundschuldidaktik unter dem Stichwort *Phänomenkreise* bekannt (Spreckelsen 1997). Dabei erfahren und untersuchen die Lernenden ein Phänomen in gezielt unterschiedlichen

Kontexten. Betrachtet man Lernprozesse über einen längeren zeitlichen Verlauf, also über den Primarbereich hinaus, erkennen Schülerinnen und Schüler zunehmend auch die übergeordneten Konzepte in verschiedenen Kontexten der Naturwissenschaften wieder (Windschitl u. a. 2012). So baut sich bei ihnen mit der Zeit aus dem ursprünglich fragmentierten Wissen ein zunehmend vernetztes, generalisiertes Wissen auf.

Kognitive Unterstützung lässt sich als Tiefenstrukturmerkmal nicht direkt aus einer Situation ablesen. Im Folgenden sind mögliche Indikatoren der kognitiven Unterstützung aufgeführt, wobei nicht alle gleichermaßen in jeder Phase relevant sind:

- Auswahl oder Aufgreifen von Aktivitäten (vgl. Kap. 3.5),
 - die zum Nachdenken anregen,
 - in denen Kinder in ihrem eigenen Tempo Dinge explorieren und eigene Ideen entwickeln können,
 - die Interessen der Kinder berücksichtigen,
 - die vielfältige Lernwege ermöglichen,
 - die subjektiv bedeutungsvolle Lernanlässe darstellen und
 - die im Bezug zu übergeordneten Ideen stehen.
- Während der Interaktion:
 - (mehrfaches) Verwenden relevanter Begriffe und sprachlicher Strukturen,
 - die Beobachtung und Wahrnehmung eines Phänomens mit gegebenenfalls vielen Sinnen anregen,
 - Vorstellungen und Denkweisen der Kinder erfragen,
 - Begründungen erfragen,
 - Interpretation und Argumentation über bisherige Erfahrungen, Beobachtungen und Daten anregen,
 - Beobachtungen zueinander in Bezug setzen und auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten aufmerksam machen,
 - auf Widersprüche zwischen Ideen, zwischen Beobachtungen und Vermutungen aufmerksam machen,
 - das Herstellen von Zusammenhängen und ersten Verallgemeinerungen anregen,
 - wichtige, das heißt weiterführende Beobachtungen und Ideen hervorheben und zusammenfassen,
 - zum Thema zurückführen.

Theoretisch lassen sich diese verschiedenen Indikatoren der kognitiven Unterstützung auf kognitionspsychologische und Conceptual-Change-Theorien beziehen (OECD 2010; Vosniadou u. a. 2008). Eine der Grundannahmen dieser Theorien lautet, dass Lernen ein aktiver Prozess ist, Wissen also selbst konstruiert oder ko-konstruiert werden

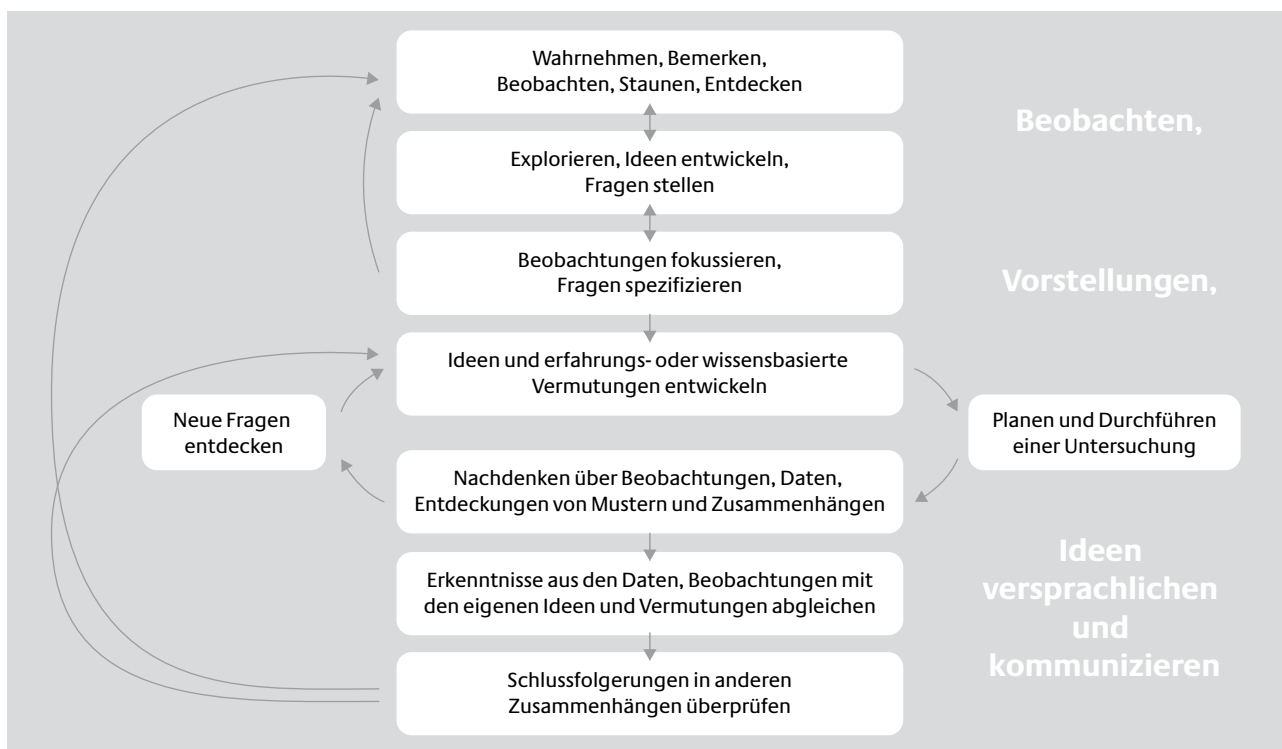
muss. Im Kontext der Naturwissenschaften wird dieses zum Teil missverstanden. Die Aktivität bezieht sich nämlich auf die kognitive Aktivität von Lernenden und nicht (ausschließlich) auf die physische Aktivität. Die alleinige Durchführung von Hands-on-Aktivitäten ist in diesem Sinne also kein Garant für kognitive Aktivität. Deutlich wird in der Darstellung überdies, dass Naturwissenschaften keine „sprachlose Angelegenheit“ sind, sondern Bedeutungen und Erklärungen im Dialog ausgehandelt werden müssen. Dadurch eignen sich Naturwissenschaften auch als sprachbildender Kontext. Allerdings passiert dies nicht „einfach so“, sondern die frühpädagogische Fachkraft muss zum Beispiel entsprechende Modellierungsstrategien einsetzen, korrekatives Feedback geben oder die Äußerungen der Kinder erweitern (Jampert u.a. 2006).

Die Schritte bei der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung werden oft als (sicherlich idealisierter) Ablauf im Sinne eines Forschungszyklus (vgl. Abb. 3) beschrieben. Gleichzeitig wird dieser Prozess genutzt, um naturwissenschaftliche Lernprozesse zu strukturieren, über Erkenntnisgewinnung zu reflektieren und ein Wissenschaftsverständnis anzuregen (vgl. hierzu auch Ansätze wie

Scientific Inquiry, Bybee u.a. 2006 und Minner u.a. 2010, oder forschendes Lernen, Bertsch 2016). Überträgt man diese Idee auf naturwissenschaftliche Bildungsprozesse im Elementarbereich und berücksichtigt dabei die Bedeutung des ersten Entdeckens und Explorierens, dann lassen sich verschiedene Phasen dieses Prozesses ausmachen, die für Kinder von Bedeutung sein können (vgl. Abb. 8).

Dieser Prozess ist nicht als starrer Prozess zu verstehen, und die Pfeile in der Abbildung geben sicher nicht alle möglichen Wege der Kinder wieder. Jüngere Kinder werden häufig nicht den vollständigen Weg durchlaufen, sondern eher in einer holistischen Weise explorierend vorgehen und Ideen generieren, aus denen sich wieder neue Beobachtungen und Ideen entwickeln. Kinder am Ende der Kita-Zeit oder in der Grundschule beginnen in einer stärker systematischen Weise vorzugehen (Jampert u.a. 2006). Die Berücksichtigung der verschiedenen Phasen sowie die Anregungen zum Nachdenken in den einzelnen Phasen und über die verschiedenen Schritte spiegeln aber wichtige Aspekte der kognitiven Unterstützung wider, zum Beispiel das Vergleichen, das Herstellen von Zusammenhängen und Formulieren eigener Ideen.

Abbildung 8: Phasen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung bei Kindern im Elementarbereich



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Pedaste u.a. 2015, Harlen 2013, Marquardt-Mau 2011, Bybee u.a. 2006 und Chalufour/Worth 2003

Begegnungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen oder Vorgehensweisen können in unterschiedlichen, wenn nicht gar allen pädagogischen Settings wie Lernwerkstätten oder im Spiel stattfinden. Berücksichtigt man die Frage nach Oberflächenmerkmalen von Lerngelegenheiten, dann wird deutlich, dass pädagogische Settings nicht als Tiefenstrukturen, sondern eher als Oberflächenmerkmale zu betrachten sind. Da die Qualität jedoch durch Tiefenstrukturen erklärt wird, kommt es also weniger auf das Setting, sondern viel mehr auf die Prozessqualität der Interaktionen an. Beispielsweise kann es qualitativ sehr hochwertige Projekte oder auch solche mit niedriger Qualität geben. Auch die Nutzung verschiedener Räumlichkeiten wie Wald, Garten, Werkraum oder Forschungsraum hat keinen Einfluss auf die Qualität der kognitiven Anregung (Kauertz/Gierl 2014).

Erfassung von Prozessqualität

Für die Erfassung der Prozessqualität existieren unterschiedliche Operationalisierungen. In der Regel werden Ratingskalen in Beobachtungssituationen eingesetzt (SSTEW: Siraj u.a. 2015; ECERS-E: Sylva u.a. 2010; CLASS: Pianta u.a. 2012 (0–36 Monate), La Paro u.a. 2008 (4–6 Jahre), Pianta/Hamre 2009; KES-R: Tietze u.a. 2007; TCO: Siraj-Blatchford u.a. 2002; ECERS-R: Harms u.a. 1998). Einige der Instrumente, zum Beispiel die ECERS-E-Skala, verwenden durchaus bereichsspezifische Skalen bzw. Indikatoren, allerdings sind diese aus einer bereichsspezifischen Perspektive betrachtet oft zu allgemein formuliert; so ist ein Indikator für Qualität, dass Erwachsene Kinder dabei unterstützen, Fragen zu stellen.

5.3.2 Die Rolle der frühpädagogischen Fachkraft

Der pädagogischen Fachkraft kommt bei der Begleitung und Unterstützung naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse eine aktive Rolle zu, in der sie die Prozesse der Kinder beobachtet und analysiert, Vorstellungen erkennt und einordnet, aber eben auch in geeigneten Situationen aktiv durch weiterführende Fragen oder Impulse eingreift. Auf diese Weise werden Gelegenheiten geschaffen, in denen die Kinder ihre unterschiedlichen Ideen formulieren können und diese somit für alle erkenntlich werden. Auf dieser Grundlage kann eine Diskussion über verschiedene Vorstellungen und Vermutungen in Gang gesetzt werden, und es besteht die Möglichkeit, die eigenen Ideen zu überdenken.

Insbesondere für Kinder mit wenig Vorerfahrungen reicht es oft nicht aus, eine anregungsreiche Umwelt bereitzustellen, sondern es bedarf der gezielten Unter-

stützung durch die frühpädagogische Fachkraft, um Bildungsprozesse anzuregen (Nayfield u.a. 2011, vgl. auch Grell 2010). Oft wird angenommen, dass eine aktive Rolle der pädagogischen Fachkraft mit einer passiven Rolle des Kindes einhergeht, dies sieht man aber im didaktischen Diskurs zunehmend anders. So sind Lehr- und Lernprozesse kaum voneinander zu trennen und die Begriffe Konstruktion und Konstrukt nicht einfach als Gegensatz zu verstehen, sondern als eng zusammengehörig (Tournier 2016; König 2009). Regine Schelle beschreibt Ähnliches für die Begriffe der Selbstbildung und Ko-Konstruktion und verweist auf die Notwendigkeit, die Schnittmenge beider Ansätze stärker zu thematisieren (Schelle 2011).

5.3.3 Bildungsprozesse in heterogenen Gruppen

Insbesondere vor dem Hintergrund der heterogenen Voraussetzungen der Kinder, die sich hinsichtlich diverser Heterogenitätsdimensionen wie Gender, Behinderung, Migration oder Sozialstatus unterscheiden, ist es notwendig, *individuell abgestimmte Lerngelegenheiten* anzubieten, um jedes Kind optimal zu unterstützen. Grundsätzlich sind die beschriebenen Merkmale der Prozessqualität für alle Kinder gleichermaßen relevant. Unabhängig von der Frage nach kompensatorischen Effekten der Kindertageseinrichtung sind jedoch vor allem Kinder mit ungünstigen Voraussetzungen, zum Beispiel aus sozial, kulturell oder ökonomisch benachteiligten Familien, auf eine hohe Prozessqualität in der Einrichtung angewiesen (Anders 2013; Burger 2010; Vandell u.a. 2010).

Viele Autorinnen und Autoren (z.B. Seitz 2008) haben inklusive Lernumgebungen durch generelle Merkmale beschrieben. Dazu gehören

- die Berücksichtigung der Ressourcen der Kinder,
- Gelegenheiten, von Kind zu Kind zu lernen,
- Gelegenheiten für eigene und vielfältige Deutungsmuster,
- Ausgewogenheit von gemeinsamen und differenziellen Lerngelegenheiten und
- die Beachtung individueller Lern- und Entwicklungszeiten.

Alle diese Merkmale finden sich in ähnlichen Formulierungen allerdings ohnehin in einem pädagogischen Verständnis, aber auch in der Konzeptualisierung der Prozessqualität wieder – unabhängig also von den Belangen der Inklusion. Konkrete Hinweise für inklusive Lernumgebungen im Kontext der Naturwissenschaften

gibt es kaum und sind auch nur schwer vorstellbar, da die Heterogenität von Kindern sehr unterschiedliche Dimensionen betrifft und entsprechend Lernumgebungen an verschiedene Voraussetzungen angepasst werden müssen (Kahlert/Heimlich 2014). Naturwissenschaften werden aber oft als geeignetes Feld betrachtet, um Lernumgebungen für Kinder mit heterogenen Voraussetzungen umzusetzen, weil sie ein handlungsorientiertes Vorgehen erfordern, viele Phänomene sehr anschaulich sind und Wissen auf verschiedenen Niveaus gut zu differenzieren ist (Alber-Morgan u.a. 2015).

Besonders wichtig für inklusive Lernumgebungen ist die *lernbegleitende Diagnose* der (Vor)kenntnisse, Zugangsweisen, Ressourcen, Erfahrungen und Interessen der Kinder (Rank/Scholz 2017). Sie wurde im Kontext der frühen naturwissenschaftlichen Bildung bislang möglicherweise wenig beachtet. Die lernbegleitende Diagnose umfasst die Generierung, aber auch die Nutzung von Informationen zu Entwicklungsprozessen der Kinder. Ziel ist es, ihre individuellen Lernwege adaptiv zu unterstützen, indem diese an die motivationalen und kognitiven Ausgangslagen der Kinder angepasst werden. Die lernbegleitende Diagnose kann in einer konkreten Interaktionssituation ablaufen, wenn die frühpädagogische Fachkraft zum Beispiel erkennt, dass ein Kind mit einer Begrifflichkeit Schwierigkeiten hat oder besonderes Interesse an bestimmten Aktivitäten oder an spezifischen Stellen einer stärker geplanten Aktivität zeigt, etwa zu Beginn eines Projekts. In beiden Fällen ist die lernbegleitende Diagnose die Basis für die Bereitstellung von geeigneten Materialien und die weitere kognitive Unterstützung durch die Fachkräfte.

Ein letztlich ähnlicher Ansatz findet sich in den ursprünglich aus Neuseeland stammenden Bildungs- und Lerngeschichten (Leu u.a. 2007). Im Mittelpunkt stehen dabei die systematische Beobachtung und Dokumentation individueller Bildungs- und Lernprozesse von Kindern. Sie sind die Grundlage für die Entscheidung darüber, welche individuelle Förderung in einem nächsten Schritt sinnvoll erscheint (vgl. auch Zone der nächsten Entwicklung und das Konzept des Scaffolding, Kap. 5.3.1).

Für die Naturwissenschaften gibt es eine Reihe von sehr inhaltspezifischen Diagnoseinstrumenten (Fried 2013), aber anders als beim Spracherwerb oder bei der Entwicklung des Zahlbegriffs stehen keine Modelle zur Verfügung, die die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz darstellen. Entsprechend sind keine zentralen Entwicklungsstufen beschrieben, die

typischerweise für bestimmte Altersstufen zu erwarten wären, wie zum Beispiel die Bildung von Zweiwortsätzen bei Kindern im Alter von anderthalb bis zwei Jahren. Einschränkungen im Bereich des naturwissenschaftlichen Wissens oder entsprechender Fähigkeiten, die sich nicht auf fehlende Lerngelegenheiten oder sprachliche Fähigkeiten zurückführen lassen, gehen vermutlich eher mit generellen Beeinträchtigungen im Bereich Lernen einher. Die Diagnose im Kontext naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse verläuft also stärker über alltagsintegrierte Beobachtungen oder Fragen zu spezifischen Inhalten, zum Beispiel ob bestimmte Begriffe bekannt oder Erfahrungen vorhanden sind.

Für Kinder aus sozial, kulturell oder ökonomisch benachteiligten Familien hat sich zudem die Zusammenarbeit mit den Familien als wichtig herausgestellt (Hachfeld u.a. 2015), um beispielsweise über eine gemeinsame Aktivität wie die Gestaltung des Kita-Gartens oder die Präsentation von Ergebnissen aus einem Kinderprojekt in einen Austausch zu kommen oder Anregungen zu geeigneten Interaktionen mit Kindern geben zu können. In einer Expertise von Tina Friederich finden sich weitere Ausführungen zur Bedeutung von Elternarbeit (Friederich 2011).

5.4 Befunde zur Unterstützung bereichsspezifischer Kompetenzaspekte in der Praxis

Die Ergebnisse internationaler Studien, in denen die Prozessqualität untersucht wurde, sprechen dafür, dass die Qualität der anregenden Interaktionen eher niedrig ausgeprägt ist (Burchinal u.a. 2010; Mashburn u.a. 2008; Sylva u.a. 2007). Gleiches gilt auch für Befunde aus Deutschland: Die NUBBEK-Studie („Nationale Untersuchung zur Bildung, Betreuung und Erziehung in der frühen Kindheit“) zeigt, dass die Prozessqualität in Kindertageseinrichtungen in Deutschland im mittleren Bereich liegt, während die bereichsspezifische Qualität als unzureichend eingeschätzt wird (Tietze u.a. 2013). Gegenüber den Befunden aus der ECCE-Studie („European Child Care and Education“) aus den 1990er-Jahren (Tietze 1998) hat sich damit relativ wenig verändert. Ähnliches ergibt sich auch aus der BiKS-Studie („Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Selektionsentscheidungen im Vorschul- und Schulalter“), in der die bereichsspezifische Prozessqualität niedriger eingeschätzt wird als die globale Prozessqualität (Kluczniok u.a. 2012).

Eine Untersuchung in deutschen Kindertageseinrichtungen mit dem CLASS-Instrumentarium („Classroom Assessment Scoring System Pre-K“; La Paro u.a. 2008) mit einem Schwerpunkt auf Literalität zeigt, dass die Qualitätsfaktoren emotionale Unterstützung und Gruppenorganisation hoch ausfallen, die kognitive Unterstützung aber sehr niedrig ausgeprägt ist (Stuck u.a. 2016). Die meisten sprachlichen Interaktionen entsprechen nicht länger anhaltenden und zum Nachdenken anregenden Dialogen zu einem Sachverhalt, sondern sind eher kurze Interaktionen wie Handlungsanweisungen oder die Begrüßung von Kindern (König 2007). Zudem werden überwiegend geschlossene Fragen gestellt, die lediglich die Mitteilung von Wissen oder Erfahrung zulassen (König 2009; Siraj-Blatchford/Manni 2008).

Zusammenfassend betrachtet weisen die Befunde – über verschiedene Erhebungsarten hinweg – darauf hin, dass in vielen Ländern die Chancen von kognitiv anregenden Interaktionen noch nicht ausreichend genutzt werden.

Studien, in denen die Qualität naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse spezifischer eingeschätzt wird, sind selten. Die Ergebnisse aus dem PRIMEL-Projekt („Professionalisierung pädagogischer Fachkräfte im Elementarbereich“; Kucharz u.a. 2014) deuten darauf hin, dass Maßnahmen zur kognitiven Unterstützung (dort als kognitive Aktivierung bezeichnet) von frühpädagogischen Fachkräften im Kontext der Naturwissenschaften in deutschen Kindertageseinrichtungen unterschiedlich oft eingesetzt werden (Kauert/Gierl 2014). So sind bei manchen Fachkräften gar keine anregenden Interaktionen festzustellen, während andere am oberen Ende der verwendeten Einschätzskala liegen. Auch international wird die Qualität naturwissenschaftlicher Bildung oft niedrig eingeschätzt (Piastra u.a. 2014). So wird angenommen, dass der Fokus eher auf isolierten, häufig „lustigen“ Experimenten liegt (Gropen u.a. 2017; Gelman/Brenneman 2004) und zum Teil der naturwissenschaftliche Gehalt von Lerngelegenheiten gar nicht zu erkennen ist (Patrick/Mantzicopoulos 2015). Eine Schweizer Studie stellt fest, dass Fachkräfte kaum anspruchsvolle Scaffolding-Maßnahmen einsetzen (Leuchter/Saalbach 2014).

Eine Analyse didaktischer Materialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung aus den Jahren 2002 bis 2008 kam zu dem Ergebnis, dass der Fokus dieser Materialien auf meist unverbundenen Einzelexperimenten liegt und nur selten Hinweise zur didaktischen Umsetzung gegeben werden (Lankes u.a. 2011). So finden sich kaum Erläuterungen dazu, was Kinder sich vorstellen, in welchen

Alltagssituationen ein Phänomen erfahrbar wird, welche Impulse geeignet sind, um das Nachdenken in einem spezifischen Kontext anzuregen, oder auch wie die verwendeten Denk- und Arbeitsweisen thematisiert werden können. Da viele Kindertageseinrichtungen Experimentierbücher haben, liegt es nahe, dass sie diese auch in dem dort beschriebenen Sinne nutzen. Zu bedenken ist dabei, dass die reine Quantität der Umsetzung, zum Beispiel die Anzahl der Experimente, nicht mit der beobachteten Prozessqualität korreliert (Anders/Ballaschk 2014). Auch die Auflistung von zahlreichen möglichen Aktivitäten in den Bildungsplänen (vgl. Kap. 4) könnte (unbeabsichtigt) einen solchen Fokus auf Einzelaktivitäten nahelegen.

Neben der Qualität deuten zumindest ältere internationale Befunde hinsichtlich der Quantität früher naturwissenschaftlicher Lerngelegenheiten darauf, dass im Elementarbereich nur wenigen naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten vorkommen, also solche, die gezielt initiiert werden oder explizit einen naturwissenschaftlichen Inhalt aufgreifen (Tu 2006). Laut den Ergebnissen von Studien in 65 US-amerikanischen Einrichtungen (Piastra u.a. 2014) ist etwa ein Viertel des beobachteten Zeitraums, in dem Bildungsinhalte angesprochen werden, dem naturwissenschaftlichen Bildungsbereich gewidmet, allerdings zeigt sich hier auch eine große Varianz zwischen den einzelnen frühpädagogischen Fachkräften. Ob das mit den vermehrten Anstrengungen zur Implementierung naturwissenschaftlicher Inhalte im Elementarbereich zusammenhängt oder an den unterschiedlichen Operationalisierungen naturwissenschaftlicher Lerngelegenheiten in den verschiedenen Studien liegt, lässt sich schwer abschätzen.

Es mag verschiedene Gründe geben, warum (zumindest teilweise) die Quantität und Qualität der naturwissenschaftsbezogenen pädagogischen Arbeit eingeschränkt sind. Möglicherweise sind manche Fachkräfte noch stark von den Annahmen Piagets zu den Fähigkeiten von Kindern in der präoperationalen Phase geprägt, und entsprechend werden die – scheinbar abstrakten – Naturwissenschaften für junge Kinder als zu schwer empfunden. Negativ getönte eigene Erfahrungen der frühpädagogischen Fachkräfte im naturwissenschaftlichen Unterricht können ebenfalls dazu beitragen, Naturwissenschaften eher zu meiden. Auch fehlendes Professionswissen, da der Bildungsbereich möglicherweise in der Ausbildung bisher zu wenig Beachtung erfährt, oder Einstellungen, die frühe (naturwissenschaftliche) Bildungsprozesse als wenig bedeutsam einschätzen, können eine hinderliche Rolle spielen.

6 Struktur und Entwicklung der professionellen Kompetenz pädagogischer Fachkräfte

Aspekte der professionellen Kompetenz und deren Bedeutung für die Unterstützung von Bildungsprozessen sind Thema in diesem Kapitel. Es stellt ein Modell zu den wesentlichen Komponenten der professionellen Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte vor und behandelt schwerpunktmäßig die bereichsspezifischen Anteile. Außerdem geht es um den Stellenwert der Naturwissenschaften in Aus- und Weiterbildung sowie um die Wirkungen von Fortbildungsmaßnahmen auf die Entwicklung der professionellen Kompetenz.

6.1 Professionelle Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte

Die bisherigen Ausführungen zur Prozessqualität haben deutlich gemacht, wie anspruchsvoll die Unterstützung von Bildungsprozessen ist. Insbesondere die Balance zwischen abwarten und sich einbringen, um kognitiv aktivierende Interaktionen zu unterstützen, erfordert eine hohe professionelle Kompetenz der Fachkräfte, zumal Lehr-Lern-Situationen komplex sind. So passieren oft mehrere Ereignisse gleichzeitig – meist auch schnell und unmittelbar – und die Situationen sind häufig mehrdeutig und schlecht vorhersehbar (Doyle 1986). Verschiedene theoretische Modelle sehen deshalb in der professionellen Kompetenz pädagogischer Fachkräfte einen entscheidenden Einflussfaktor für die Prozessqualität (vgl. auch Abb. 5, Kap. 5.1). Diese Annahme wird durch einige empirische Befunde bestätigt (Gropen u.a. 2017; McCray/Chen 2012; Kluczniok u.a. 2011; Fröhlich-Gildhoff u.a. 2011), die denen aus der Professionsforschung zu Lehrpersonen ähneln. Diese zeigen den Einfluss der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen auf die Unterrichtsqualität und das Lernen der Schülerinnen und Schüler (Kunter u.a. 2013; Baumert u.a. 2010; Hill u.a. 2005).

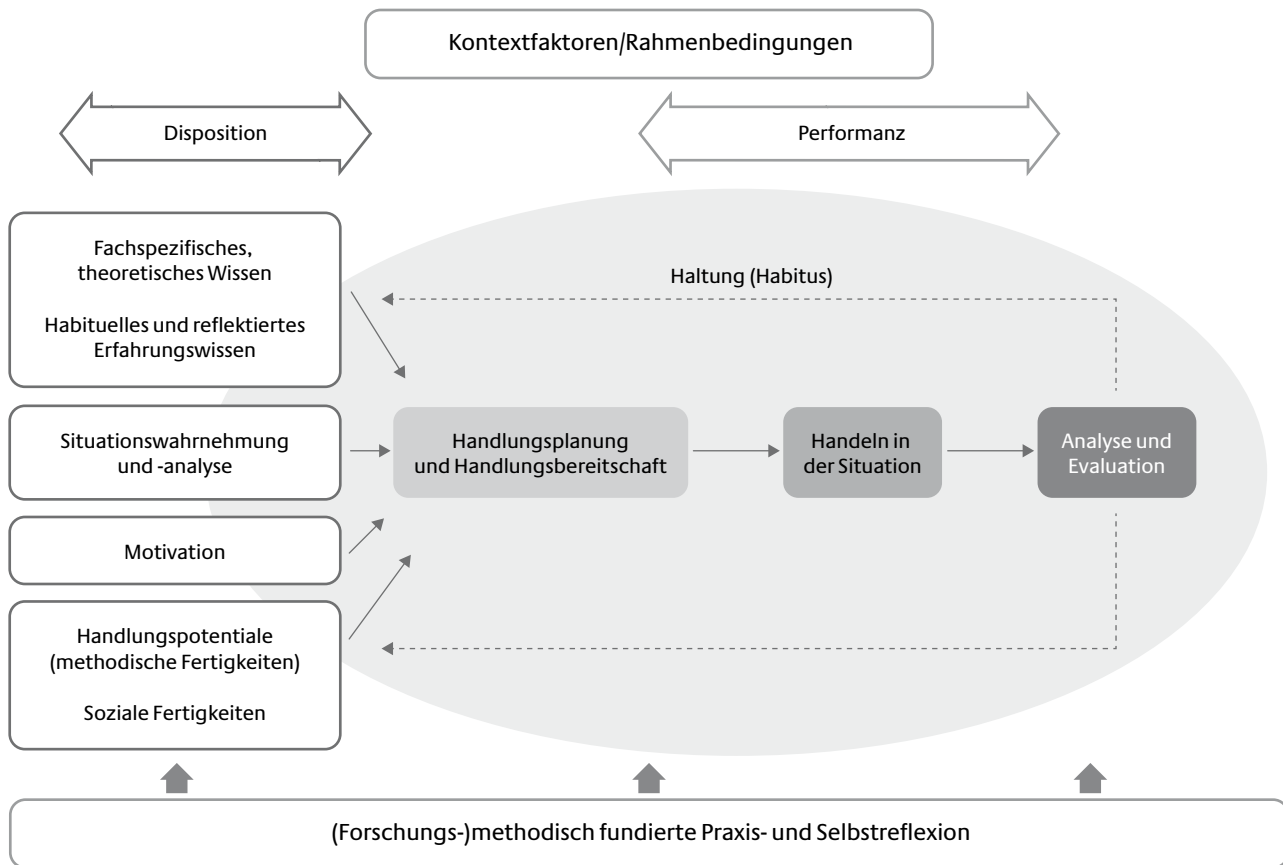
Im Modell von Klaus Fröhlich-Gildhoff, Iris Nentwig-Gesemann und Stefanie Pietsch (Fröhlich-Gildhoff u.a.

2011; überarbeitete Fassung: Fröhlich-Gildhoff u.a. 2014) sind *Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten* die zentralen Komponenten professioneller Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte (vgl. Abb. 9). Dazu gehören zum Beispiel die Wahrnehmung und Analyse pädagogischer Situationen sowie die Motivation oder Enthusiasmus bezüglich der frühen naturwissenschaftlichen Bildung. Die *professionelle Haltung* der Fachkräfte wird als übergeordnete Denk- und handlungsleitende Grundstruktur verstanden und als relativ stabiles und stark durch biografische und berufsbiografische Erfahrungen geprägtes Element charakterisiert, das Selbst- und Rollenverständnis, Orientierungen, Werthaltungen, Überzeugungen und Einstellungen umfasst.

Darüber hinaus differenziert dieses Kompetenzmodell zwischen den sogenannten Handlungsvoraussetzungen (Disposition) und dem Handlungsvollzug (Performanz). Aus den verschiedenen dispositionellen Komponenten der Kompetenz (z.B. Wissen, Orientierungen, Motivation, siehe linke Seite des Modells) entsteht das Handeln, das selbstverständlich seinerseits auch von Rahmenbedingungen und spezifischen Merkmalen der konkreten Situation beeinflusst wird (vgl. Kap. 5.3).

Grundlegend für das Modell ist die Annahme, dass professionelle Kompetenz nicht auf angeborenen Talenten beruht, sondern veränderbar und erlernbar ist (Fröhlich-Gildhoff u.a. 2014). Die sogenannte „geborene frühpädagogische Fachkraft“ gibt es in diesem Sinne also nicht. Ein entscheidender Faktor für die (Weiter-) Entwicklung professioneller Kompetenz ist die theoriebasierte Reflexion über die eigenen Kompetenzen sowie über konkrete Handlungssituationen in der Praxis.

Abbildung 9: Kompetenzmodell für frühpädagogische Fachkräfte



Quelle: Fröhlich-Gildhoff u.a. 2014

Dieses Modell weist große Überschneidungen zu Modellen der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen auf (Blömeke u.a. 2015; Baumert u.a. 2010), die ebenfalls mehrdimensional gefasst sind und neben dem Wissen die Überzeugungen sowie motivationale und selbstregulative Aspekte beinhalten. Allerdings finden sich teilweise unterschiedliche Begrifflichkeiten oder Gewichtungen der einzelnen Komponenten.

In den nächsten beiden Abschnitten liegt der Schwerpunkt auf den *bereichsspezifischen Anteilen* professioneller Kompetenz.

6.1.1 Professionswissen

Das Professionswissen umfasst theoretisch-formales sowie stärker erfahrungsbasiertes praktisches Wissen (vgl. Abb. 9). In Anlehnung an Lee Shulmans Arbeiten (Shulman 1987) besteht im schulischen (Baumert u.a. 2010), aber mittlerweile auch im frühpädagogischen Kontext (Fröhlich-Gildhoff u.a. 2014; Dunekacke u.a. 2013; McCray/Chen 2012; Tirosh u.a. 2011; Lee 2010;

Siraj-Blatchford u.a. 2002) weitgehend Konsens darüber, das Professionswissen in die folgenden Bereiche zu unterteilen:

- Fachwissen,
- fachdidaktisches Wissen und
- pädagogisches Wissen.

Unter *Fachwissen* wird ein vertieftes Wissen über die Inhalte, die für die jeweilige Bildungsstufe relevant sind, verstanden. *Fachdidaktisches Wissen* meint Wissen, das notwendig ist, um Inhalte eines Bereichs für Lernende zugänglich zu machen, zum Beispiel Wissen über typische Vorstellungen zu einem Inhaltsgebiet. *Pädagogisches Wissen* ist im Gegensatz zu den anderen beiden Wissenskomponenten bereichsübergreifend und bezieht sich beispielsweise auf Wissen über kindliche Entwicklungsprozesse. Alle drei Wissensbereiche sind insbesondere für die Arbeit mit den Kindern wichtig. Die weiteren Handlungsfelder von Fachkräften, wie die Gestaltung der Zusammenarbeit mit Familien, erfordern

zusätzliches bereichsübergreifendes Wissen, zum Beispiel Beratungswissen, das hier jedoch nicht im Zentrum steht und daher nicht näher beleuchtet wird.

Vieles spricht dafür, dass frühpädagogische Fachkräfte für die Begleitung bereichsspezifischer Bildungsprozesse die beiden fachbezogenen Komponenten des Professionswissens benötigen. So muss eine Fachkraft in Alltagssituationen das spezifische naturwissenschaftliche Bildungspotenzial erkennen, um gegebenenfalls eine solche Situation aufgreifen und mit Kindern entsprechend interagieren zu können. Dazu muss sie allerdings zunächst ein Phänomen als solches erkennen, was möglicherweise schwierig ist, weil die eigenen schulischen Erfahrungen in der Regel wenig auf die Entwicklung von alltagsnahem naturwissenschaftlichem Wissen ausgerichtet waren. Eigene Befragungen zeigten beispielsweise, dass es pädagogischen Fachkräften schwerfiel, drei unterschiedliche Situationen zu nennen, in denen man beobachten kann, dass etwas schmilzt (Barenthien u.a., eingereicht).

Übereinstimmung besteht in der Forschung darüber, dass ein hohes fachdidaktisches Wissen mit der Fähigkeit einhergeht, in mehrdeutigen, komplexen Situationen den Bedarf und die Bedürfnisse von Kindern (besser) zu erkennen und darauf flexibel mit verschiedenen Impulsen, Beispielen, Analogien, Erklärungen oder Aktivitäten zu reagieren. Fachwissen und fachdidaktisches Wissen werden aber nicht nur benötigt, um in bestimmten Situationen lernrelevante Ereignisse erkennen und interpretieren zu können sowie entsprechend zu handeln, zum Beispiel eine Diagnose zu stellen, Bildungsprozesse zu gestalten und unterstützen, sondern auch um Lernsituationen zu planen, reflektieren und evaluieren (vgl. Abb. 9).

Doch auch wenn grundsätzlich unumstritten ist, dass Fachkräfte bereichsspezifisches Professionswissen benötigen, sind gerade im Zusammenhang mit der Ausbildung sowie der Fort- und Weiterbildung noch viele wichtige Fragen offen, zum Beispiel nach

- dem (notwendigen) Niveau des Fachwissens und fachdidaktischen Wissens,
- der Bedeutung dieser beiden Wissensbereiche für die Umsetzung anregender Lerngelegenheiten,
- der Entwicklung und Förderung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen.

Nationale und internationale Studien aus dem Bereich der Mathematik offenbaren große Unterschiede in der Ausprägung des mathematischen Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens seitens der Fachkräfte

(Dunekacke u.a. 2015a, 2015b; Lee 2010). Ähnliches zeigen auch erste Ergebnisse aus dem Bereich der Naturwissenschaften (Barenthien u.a., eingereicht). Andere Befunde aus dem Bereich der Mathematik weisen auf einen Zusammenhang zwischen dem fachdidaktischen Wissen der Fachkräfte, der Prozessqualität sowie der Lernentwicklung von vier- bis fünfjährigen Kindern hin (McCray/Chen 2012). Gestützt werden diese Erkenntnisse durch Forschungsergebnisse, die deutlich machen, dass mathematisches Fachwissen von Fachkräften prädiktiv für das Analysieren und Planen mathematischer Lernsituationen (Dunekacke u.a. 2015b) sowie für das Erkennen mathematischer Inhalte in Spielsituationen ist (Oppermann u.a. 2016). Insgesamt betrachtet untermauern die Befunde die Wichtigkeit und Notwendigkeit fachspezifischen Wissens.

6.1.2 Einstellungen und Überzeugungen

Anders als das Wissen weisen Elemente wie Einstellungen, Orientierungen und Überzeugungen einen stärker subjektiven Charakter auf. Sie können darüber hinaus widersprüchlich und einer Person sowohl bewusst als auch unbewusst sein. Die Übergänge zum Wissen sind jedoch fließend. Epistemologisches Wissen (vgl. Kap. 3.2.3) beispielsweise, also das Wissen über die Struktur und Generierung von Erkenntnissen, subsumieren Modelle zur professionellen Kompetenz von frühpädagogischen Fachkräften oder Lehrpersonen unter der Kategorie der Überzeugungen. Eine klare Abgrenzung zwischen dem epistemologischen *Wissen* und den epistemologischen Überzeugungen ist nicht einfach. Möglicherweise gehören auch Teilbereiche eher zum Fach- oder Sachwissen, zum Beispiel das Verhältnis zwischen Gesetzen und Theorien, während andere Aspekte wie die Wechselwirkungen zwischen Erkenntnisgewinnungsprozessen und Gesellschaft stärker durch Ansichten bestimmt sind. An dieser Stelle folgt die Expertise der in der Professionsforschung gängigen Verortung in den Überzeugungen und Einstellungen und behandelt dementsprechend Befunde hierzu in diesem Abschnitt.

Über die epistemologischen Überzeugungen frühpädagogischer Fachkräfte im Kontext der Naturwissenschaften ist wenig bekannt. Studien mit Lehrpersonen zeigen, dass diese ein eher naives Verständnis von Naturwissenschaften aufweisen und beispielsweise naturwissenschaftliches Wissen als absolut und objektiv betrachten (Bell/St. Clair 2015). Erste Befragungen im Rahmen des SNAKE-Projekts („Studie zur naturwissenschaftli-

chen Kompetenzentwicklung im Elementarbereich“; Steffensky u.a. 2012) ergeben wiederum große Unterschiede zwischen den einzelnen Fragen und zwischen den frühpädagogischen Fachkräften. So stimmen etwa Dreiviertel der befragten 130 Fachkräfte der Aussage zu oder eher zu, dass „Naturwissenschaftliche Gesetze den Bauplan der Welt bilden“. Das deutet auf ein naturwissenschaftliches Weltbild hin, in dem Gesetze, die in der Natur vorhanden sind, lediglich entdeckt werden müssen, und die Rolle der Konstruktion und Interpretation als weniger bedeutsam eingeschätzt wird. Gleichzeitig lehnen Dreiviertel der befragten Fachkräfte die Aussage „In den Naturwissenschaften gibt es immer nur eine richtige Lösung“ ab. Das impliziert wiederum durchaus ein Verständnis von verschiedenen Interpretationen und sich widersprechenden Theorien.

Fasst man die einzelnen Fragen zu Skalen zusammen, zeigen die Fachkräfte ein aus epistemologischer Sicht angemessenes und wenig statisches Bild von den Naturwissenschaften (Kuhn u.a. 2012). Möglicherweise ist diese Einstellung auch durch Überzeugungen zum Lernen beeinflusst. So nehmen viele Fachkräfte an, dass Lernprozesse als (Ko-)Konstruktionsprozesse zu verstehen sind, in denen Lernende aktiv und individuell Wissen entwickeln, Wissen also nicht einfach „übergeben“ werden kann (Kuhn u.a. 2012; Mischo u.a. 2012). In diesem Sinne wäre es denkbar, dass frühpädagogische Fachkräfte auch für wissenschaftliche Erkenntnisprozesse eine gewisse Subjektivität, Variabilität und Veränderbarkeit annehmen.

Auch emotionale und motivationale Aspekte gelten als relevante Voraussetzungen für die Umsetzung und Begleitung bereichsspezifischer Bildungsprozesse. Zu diesen Aspekten zählen Emotionen bei der Ausübung der professionellen Tätigkeit, die emotionale Haltung den beruflichen Inhalten gegenüber, das Interesse und der Enthusiasmus bei der Gestaltung von Bildungsprozessen sowie die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf die Begleitung bereichsspezifischer Bildungsprozesse (Justice u.a. 2008; Guo u.a. 2010). Eine negative Haltung kann dabei die Umsetzung behindern.

Einige Autorinnen und Autoren nehmen an, dass frühpädagogische Fachkräfte ähnlich wie Lehrpersonen im Primarbereich eine eher distanzierte Haltung zu den Naturwissenschaften aufweisen (Vick Whittaker u.a. 2016). Bisherige Befragungen frühpädagogischer Fachkräfte zu diesen emotionalen und motivationalen Aspekten zeichnen allerdings kein eindeutiges Bild. Zum Teil ergab sich im Mittel eine positive Einstellung

gegenüber den Naturwissenschaften und frühen naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen (Maier u.a. 2013), während eine andere Studie (Greenfield u.a. 2009) eine eher distanzierte Haltung und niedrige Selbstwirksamkeitserwartungen beschreibt. Befragungen pädagogischer Fachkräfte in Deutschland weisen auf große Unterschiede zwischen den Fachkräften hin, lassen aber im Mittel eine eher positive Haltung erkennen (Steffensky u.a., im Erscheinen; Zimmermann 2014; Kuhn u.a. 2012). Gleichzeitig geben frühpädagogische Fachkräfte an, dass sie sich relativ unsicher dabei fühlen, Naturwissenschaften und Mathematik als Bildungsbereich in der Kindertageseinrichtung umzusetzen (Behr/Walter 2012).

Möglicherweise spiegelt dieses nicht eindeutige Bild auch parallel vorliegende widersprüchliche Einstellungen wider. Dabei wäre es zum Beispiel denkbar, dass die pädagogischen Fachkräfte die vielfältigen handlungsorientierten Zugänge zu den Naturwissenschaften zwar als geeignet für die pädagogische Arbeit einschätzen, gleichzeitig die Naturwissenschaften (insbesondere Physik und Chemie) aber aufgrund der eigenen Schulerfahrungen als besonders schwer und abstrakt wahrnehmen. Auch die grundsätzliche Einstellung zur Förderung „akademischer Fähigkeiten“ mag hier eine Rolle spielen. So zeigen Studien, dass frühpädagogische Fachkräfte die Unterstützung sozioemotionaler Kompetenzen für besonders wichtig halten (Kluczniok u.a. 2011; Mischo u.a. 2012), wobei sie gleichzeitig durchaus offen für eine schulvorbereitende (Zusatz)Förderung sind (Kluczniok u.a. 2011; Ehm u.a. 2017).

Die Lehrberufsforschung konnte mehrfach zeigen, dass die Einstellungen, Überzeugungen und motivationalen Orientierungen, vermittelt über die Prozessqualität des Unterrichts, einen Einfluss auf die Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern haben. So gehen zum Beispiel konstruktivistische Lehr-Lern-Überzeugungen von Lehrenden mit höheren Mathematikleistungen ihrer Schülerinnen und Schüler einher (Staub/Stern 2002). Für den frühpädagogischen Bereich haben Katharina Kluczniok, Yvonne Anders und Susanne Ebert die Wirkung grundlegender Fördereinstellungen auf die Prozessqualität und darüber vermittelt auf die numerischen Kompetenzen von Kita-Kindern nachgewiesen (Kluczniok u.a. 2011). Das bedeutet, wer Fördern für grundsätzlich wichtig hält, setzt Lernumgebungen mit einer höheren Qualität um, was wiederum die Kompetenzentwicklung der Kinder beeinflusst. Auch wenn dies im Bereich der Naturwissenschaften so noch nicht untersucht

wurde, liegt es dennoch nahe, ähnliche Mechanismen zu vermuten. Zum Beispiel ist anzunehmen, dass Fachkräfte, die Naturwissenschaften für wenig wichtig halten oder nur ein geringes Zutrauen in ihre eigenen Fähigkeiten haben, seltener naturwissenschaftliche Inhalte thematisieren oder entsprechende Angebote machen.

6.2 Stellenwert der Naturwissenschaften in der Aus- und Weiterbildung

Lerngelegenheiten zur Förderung der professionellen Kompetenz bieten die frühpädagogische Ausbildung sowie Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen, aber auch der Berufsalltag, zum Beispiel in Teamsitzungen, wenn die Praxis in der Kindertageseinrichtung gemeinsam reflektiert wird. Ebenso wie bei Kindern (vgl. Abb. 5, Kap. 5.1) hängt auch bei (angehenden) frühpädagogischen Fachkräften die Nutzung der Lerngelegenheiten neben der Quantität und Qualität der Angebote außerdem von den individuellen Voraussetzungen ab. So werden Personen, die sich nicht für Naturwissenschaften interessieren, naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten anders nutzen als solche mit hohem Interesse. Inwiefern frühpädagogische Fachkräfte Lerngelegenheiten im Kontext der Naturwissenschaften und naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse erhalten und nutzen, lässt sich allerdings nur schwer abschätzen. Vermutlich bestehen hier große Unterschiede zwischen den Ausbildungsgängen, einzelnen Kindertageseinrichtungen bzw. Teams und natürlich den individuellen Interessen und Schwerpunktsetzungen der jeweiligen Fachkräfte.

6.2.1 Ausbildungsgrad und professionelle Kompetenz

In den letzten Jahren sind diverse Studiengänge für Kindheitspädagoginnen und -pädagogen eingeführt worden. Der Anteil der akademischen Fachkräfte aus den Bereichen Soziale Arbeit, Erziehungswissenschaft, Kindheitspädagogik und Heilpädagogik macht in den Kindertageseinrichtungen allerdings aktuell lediglich ca. 5 % aus (Autorengruppe Fachkräftebarometer 2017). Für konkrete Aussagen über Auswirkungen für das Feld der Frühen Bildung ist es gegenwärtig noch zu früh. Die Befunde zur Bedeutung des Ausbildungsgrads für die Prozessqualität in der Kindertageseinrichtung sind nicht eindeutig: Lediglich einige Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen Ausbildungsgrad und Prozessqualität auf (Eckhardt/Egert 2017; Sylva u.a. 2004), andere

dagegen nicht (Vick Whittaker u.a. 2016; Early u.a. 2007). Dies kann aber auch an der Verwendung distaler Maße, also indirekter Indikatoren der Kompetenz wie Ausbildungshintergrund oder Anzahl der besuchten Kurse, liegen. Diese Indikatoren sagen nicht unbedingt etwas über die Nutzung der Kurse bzw. den Kompetenzaufbau oder über die Quantität und Qualität der Kurse aus. Um belastbare Aussagen treffen zu können, sollte Kompetenz deshalb direkt bzw. unmittelbar erfasst werden.

Denkbar wäre auch, dass das Profil der akademisch ausgebildeten Kindheitspädagoginnen und -pädagogen noch wenig konturiert ist, weil in der praktischen Arbeit vermutlich eine starke Orientierung an der dominanten Berufsgruppe der Erzieherinnen und Erzieher vorliegt. Dies erschwert es möglicherweise, neue Handlungsmuster zu etablieren.

Der Orientierungsrahmen „Bildung und Erziehung in der Kindheit“ (JFMK/KMK 2010), der Eckpunkte für die *Gestaltung von Ausbildungs- und Studiengängen* bereitstellen soll, verweist auf grundlegende Kenntnisse, exemplarisch vertieftes Wissen sowie didaktische Fähigkeiten in den Bildungsbereichen. Unter diese Punkte fallen zwar auch die naturwissenschaftlichen Kompetenzen, aber die konkrete Ausgestaltung in den einzelnen Lehrplänen ist recht unterschiedlich. So enthält etwa der Lehrplan für die Fachschule in Thüringen, Fachrichtung Sozialpädagogik (Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport 2014) relativ konkrete inhaltliche Hinweise zum Beispiel auf ausgewählte Gesetzmäßigkeiten aus den Bereichen Optik, Wärme, Elektrizitätslehre, Magnetismus und Meteorologie, während sich sonst oft eher allgemeine Hinweise finden, zum Beispiel auf fundiertes Wissen in den Naturwissenschaften, die dann in den schulinternen Curricula der (Berufs-)Fachschulen oder Berufsakademien bzw. in den Modulen der Studiengänge konkretisiert werden.

Außerdem lassen sich die Stundenzahlen in den verschiedenen Ausbildungs- und Studiengängen nur schwer miteinander vergleichen, was unter anderem damit zusammenhängt, dass die Ausbildung nach dem Lernfeldkonzept geordnet ist. So werden die Naturwissenschaften häufig gemeinsam mit der Mathematik in einem Modul verortet oder alle Bildungsbereiche werden in einem oder mehreren Lernfeldern gemeinsam benannt (Janssen 2010).

Diese Faktoren erschweren die Einschätzung der Quantität – und erst recht der Qualität – von formalen Lerngelegenheiten zu naturwissenschaftlichen Inhalten und zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung während der Ausbildung frühpädagogischer Fachkräfte.

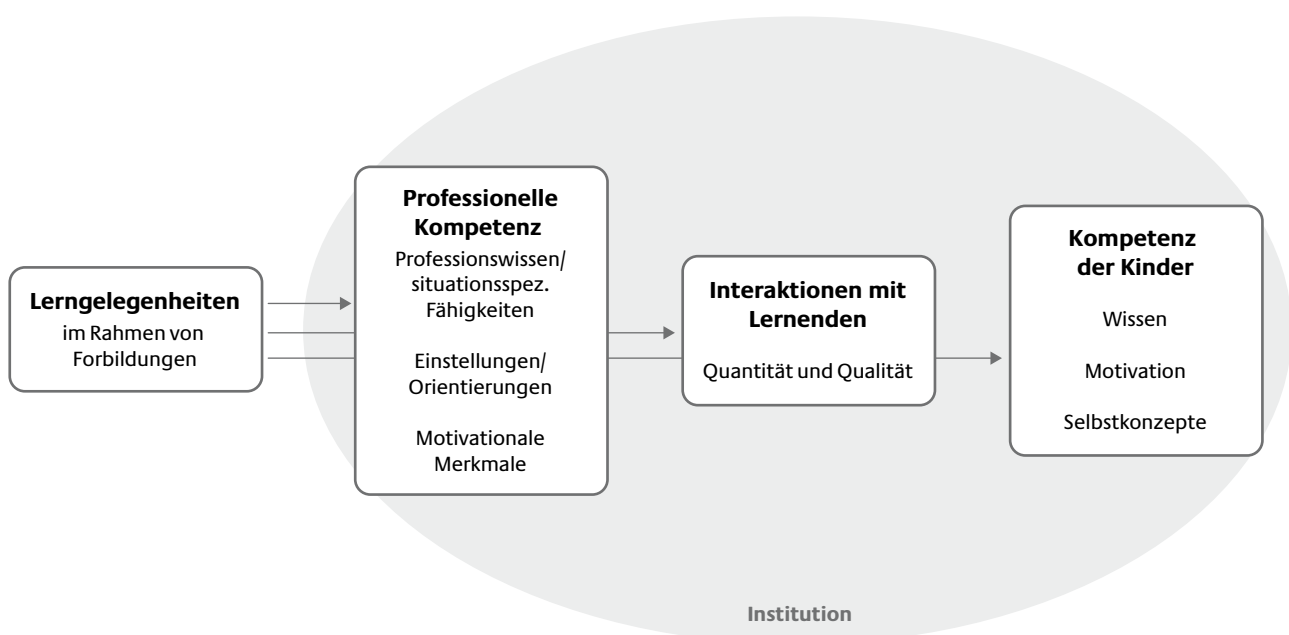
6.2.2 Wirkung von Fortbildungen

Im Zusammenhang mit dem allgemeinen Interesse an früher naturwissenschaftlicher Bildung sind einige Programme entstanden, die vielfach auch Fort- und Weiterbildungsangebote (im Folgenden kurz: Fortbildungen) für fröhpädagogische Fachkräfte enthalten, zum Beispiel im Rahmen der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ (www.haus-der-kleinen-forscher.de). Für die Frage nach der Wirksamkeit solcher Fortbildungen ist zunächst zu klären, welche Wirkungen man erwartet. Auf einer ersten Ebene wird eine positive Einschätzung der Fortbildung durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erwartet, zum Beispiel hinsichtlich der wahrgenommenen Qualität der Fortbildung oder der eingeschätzten Relevanz und Praxisnähe der Inhalte. Diese positive Einschätzung kann als wichtige Voraussetzung für das Engagement in der Fortbildung (z.B. im Hinblick auf die investierte Zeit oder die Bereitschaft, sich auf neue Inhalte einzulassen) und damit für die letztlich intendierten Wirkungen angesehen werden. So dienen Fortbildungen in erster Linie der Weiterentwicklung des pädagogischen Personals und damit der Qualität der Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Das bedeutet, dass nachhaltige Wirkungen von Fortbildungen vor allem folgende Bereiche (vgl. Abb. 10) betreffen:

- die professionelle Kompetenz (z.B. Erweiterungen des Wissens oder Änderungen von Einstellungen),
- das Handeln (z.B. die Quantität und Qualität von Lerngelegenheiten in der Kindertageseinrichtung oder die Qualität der Zusammenarbeit mit Familien),
- die Entwicklung der Kinder.

Neben diesen Ebenen ist auch die Wirkung von Fortbildungen auf die *Implementierungsqualität* eines Bildungsbereichs in einer Kindertageseinrichtung denkbar. Implementierungsqualität lässt sich an Indikatoren wie dem Grad des Austauschs im Team zu Themen der frühen naturwissenschaftlichen Bildung, der Weitergabe von Fortbildungsinhalten in das Team sowie der Spezifikation des Bildungsbereichs Naturwissenschaften im pädagogischen Konzept der Einrichtung ablesen. Fortbildungen können also auch als Impulsgeber für die Qualitätsentwicklung einer Einrichtung wirken. Gleichzeitig ist anzunehmen, dass eine hohe naturwissenschaftsbezogene Implementierungsqualität förderlich für die Wirkung von Fortbildungen ist. In Einrichtungen, in denen der Bildungsbereich Naturwissenschaften bereits stärker verankert ist, erfolgen die Weitergabe und Umsetzung von (naturwissenschaftlichen) Fortbildungsinhalten vermutlich leichter, weil zum Beispiel Interesse an dem Bereich oder Strukturen zur Umsetzung vorhanden sind.

Abbildung 10: Wirkebenen von Fortbildungen



Quelle: Eigene Darstellung

Der Nachweis von Wirkungen insbesondere auf der Ebene des Handelns und der Ebene der Entwicklung der Kinder ist methodisch aufwendig und schwierig, weil hier viele andere Kontextfaktoren, die die Prozessqualität oder die kindliche Entwicklung beeinflussen können, eine wichtige Rolle spielen. Relativ viele Studien zu Fortbildungen beschränken sich auf Selbstauskünfte der pädagogischen Fachkräfte, zum Beispiel zur Einschätzung ihrer Kompetenz oder ihrer Selbstwirksamkeitserwartung. Die selbst berichteten Kompetenzzuwächse spiegeln sich allerdings häufig nicht im konkreten Handeln oder in der kindlichen Entwicklung wider (Kleickmann u.a. 2015). Daher sind sie zwar ein wichtiger erster Schritt, um die Wirkungen von Fortbildungen einzuschätzen, aber für eine abschließende und langfristige Beurteilung nicht ausreichend.

Forschungsbefunde zur Wirkung von Fortbildungen

Aus der Fortbildungsforschung mit Lehrpersonen ist eine Reihe von Merkmalen bekannt, die „gute“ – im Sinne von effektive – Fortbildungen kennzeichnen (Kleickmann u.a. 2015; Hill u.a. 2013; Desimone 2009). Ähnliche Merkmale werden im Kontext des Elementarbereichs aufgeführt (Egert u.a. 2017; Fröhlich-Gildhoff u.a. 2011), und es erscheint plausibel, dass sie auch für Fortbildungen, zumindest für solche mit einem bildungsbereichsspezifischen Fokus, von frühpädagogischen Fachkräften gelten. Merkmale effektiver Fortbildungen, die sich aus den genannten Studien und Übersichten ergeben, sind demnach folgende:

1. Angebote, die Wirkungen auf die professionelle Kompetenz der Fortbildungsteilnehmerinnen und -teilnehmer, deren Handeln und die Entwicklung der Lernenden (Kinder oder Schülerinnen und Schüler) zeigen, sind längerfristig angelegt. In der Fortbildungsforschung wird dabei von Größenordnungen von 50 Stunden zu einem Inhaltsbereich gesprochen (Egert 2015; Darling-Hammond u.a. 2009). Die oft anzutreffende Praxis von halb- oder eintägigen Workshops erscheint vor diesem Hintergrund nicht ausreichend, um beispielsweise tief sitzende Überzeugen verändern oder fundiertes Professionswissen in einem Inhaltsbereich aufbauen zu können.
2. Es scheint sich nachhaltig zu bewähren, wenn mehr als eine Person einer Institution an einer Fortbildung teilnimmt, was insbesondere auch für die Arbeit im Team und in der Institution als Ganzes bedeutsam ist.
3. Aus der bereichsspezifischen Perspektive ist die konkrete Thematisierung fachlicher Inhalte wichtig. Es sollte also nicht um Naturwissenschaften im Allgemeinen, sondern um konkrete naturwissenschaft-

liche Themen gehen. Dabei reicht es nicht aus, nur die fachlichen Hintergründe zu erarbeiten, auch die fachdidaktischen Aspekte, wie notwendige Vorerfahrungen, passende Alltagssituationen, Beispiele, Verständnisschwierigkeiten, Vorstellungen von Kindern, Darstellungsformen und Versuche in Bezug auf den jeweiligen Inhalt, müssen behandelt werden.

4. Die frühpädagogischen Fachkräfte sollten zu einer aktiven Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten angeregt werden, zum Beispiel die Vorstellungen von Kindern analysieren und den Erkenntnisweg der Kinder selbst nachvollziehen (Prinzip der doppelten Didaktik). Dies erscheint auch wichtig, um eigene nicht tragfähige Vorstellungen der Fachkräfte zu bestimmten Inhalten weiterzuentwickeln.
5. Zudem wird betont, dass Fortbildungen auch Phasen enthalten sollten, in denen gelernte Inhalte in der Praxis erprobt und dann wieder gemeinsam reflektiert werden.

Exemplarisch werden im Folgenden erste Erkenntnisse aus drei aktuellen internationalen Studien dargestellt, die in kontrollierten Forschungsdesigns die Wirkungen von Fortbildungen auf die verschiedenen Ebenen (vgl. Abb. 10) untersucht haben.

Das Team um Shayne Piasta analysierte die Wirkung von Fortbildungen in den Bereichen Naturwissenschaften und Mathematik auf die Quantität naturwissenschaftlicher und mathematischer Lerngelegenheiten sowie die Kompetenzentwicklung der Kinder (Piasta u.a. 2015). Die Fortbildungen zu fachlichen und fachdidaktischen Inhalten umfassten insgesamt 64 Stunden, die sich über einen Zeitraum von 18 Monaten erstreckten und in denen Erprobungen und Reflexionen der Erfahrungen integriert waren. In der Kontrollbedingung erhielten die Fachkräfte Fortbildungen im gleichen Umfang, aber mit einem bereichsübergreifenden Fokus. Die bereichsspezifischen Fortbildungen zeigten eine Wirkung auf die Quantität der Umsetzungen, aber *keine direkten Wirkungen auf die Kompetenzentwicklung der Kinder*. Allerdings hing die Anzahl der umgesetzten Lerngelegenheiten (Quantität) mit den kindlichen Kompetenzmaßen zusammen, sodass hier ein indirekter Effekt der Fortbildungen anzunehmen ist.

Außerdem liegen Erkenntnisse aus der Evaluation des Programms „My Teaching Partner – Math/Science“ für frühpädagogische Fachkräfte vor (Vick Whittaker u.a. 2016). Es ist aus dem Fortbildungsprogramm „My Teaching Partner“ hervorgegangen, das ursprünglich im Forschungsteam um Robert Pianta entstanden ist. Dabei wurden folgende

Gruppen miteinander verglichen: Eine Gruppe hatte Zugang zu einer Vielzahl gut aufbereiteter didaktischer Materialien zu fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Inhalten, eine zweite erhielt zusätzlich Online- und Präsenzkurse mit einer Dauer von insgesamt 23,5 Stunden. Die Kontrollgruppe bekam keine Maßnahme.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigten die beiden anderen Gruppen eine höhere Qualität im Bereich der emotionalen und kognitiven Unterstützung sowie bei der Unterstützung mathematisch-naturwissenschaftlicher Denkweisen. Entgegen der Annahme unterschieden sich die Ergebnisse der beiden Interventionsgruppen aber nicht voneinander (Vick Whittaker u.a. 2016). Möglicherweise haben die pädagogischen Fachkräfte nicht ausreichend Gebrauch von den Online-Kursen gemacht, sodass der Unterschied zwischen den beiden Interventionsgruppen kaum zum Tragen kam. Diejenigen Kinder, die von den pädagogischen Fachkräften der Interventionsgruppe mit Online- und Präsenzphasen betreut wurden, zeigten im Vergleich zu denen der Kontrollgruppe höhere Kompetenzen im Bereich der Mathematik; im Bereich der Naturwissenschaften ergaben sich allerdings keine Unterschiede (Kinzie u.a. 2014). Offensichtlich fiel es den Fachkräften leichter, die mathematischen Inhalte umzusetzen als die naturwissenschaftlichen.

Jess Gropen, Janna Kook, Cindy Hoisington und Nancy Clark-Chiarelli konnten die Wirkung einer 42 Stunden umfassenden, rein auf Naturwissenschaften ausgerichteten Fortbildung inklusive eines individuellen Coachings auf das naturwissenschaftliche Wissen der Fachkräfte, die kognitive Unterstützung (Handlungsebene) und die kindliche Kompetenzentwicklung zeigen (Gropen u.a. 2017).

Ein direkter Vergleich der Studien ist aufgrund der unterschiedlichen Interventionen und Schwerpunkte kaum möglich. Allerdings deuten die Befunde auf die Notwendigkeit eines *klaren inhaltlichen Fokus* von Fortbildungen hin, was sich auch mit den Studienergebnissen zu Fortbildungen für Lehrpersonen deckt. So wurden in der Studie, die Effekte auf die professionelle Kompetenz, das Handeln sowie die kindliche Kompetenzentwicklung feststellen konnte (Gropen u.a. 2017), Fortbildungsangebote umgesetzt, die drei spezifische Inhaltsbereiche (Schwimmen und Sinken, Wasserkraft und Rampen) aufgegriffen haben, während in den anderen beiden Studien Naturwissenschaften in einem breiteren Sinne (und zusätzlich die Mathematik) im Mittelpunkt standen.

Die drei Studien legen zudem nahe, dass die *effektive Dauer* von Fortbildungen für frühpädagogische Fach-

kräfte (zu spezifischen Themen!) vergleichbar ist mit der Größenordnung, die man auch für Lehrpersonen als kritisch betrachtet. Vielleicht gibt es auch ein Minimum an Fortbildungsdauer, das nicht immer erreicht wurde, weswegen nicht in allen Studien die erwarteten Effekte gefunden wurden. Möglicherweise sind auch Veränderungen im Handeln nicht unmittelbar umzusetzen, sodass Wirkungen erst zeitlich verzögert eintreten. Dies zeigte sich beispielsweise bei Untersuchungen mit Lehrpersonen im Rahmen des Programms „My Teaching Partner“ (Allen u.a. 2011) und weist noch einmal auf die Bedeutung langfristig angelegter Studien hin.

Auch der Ansatz, ein zum Teil individuelles und zum Teil videobasiertes Coaching im Rahmen von Fortbildungen anzubieten, wird als aufwendig, aber vielversprechend angesehen (Egert u.a. 2017). Monika Zimmermann beispielsweise stellte dar, dass Coaching-Elemente in einer Fortbildung zu einer Steigerung des Selbstkonzepts von pädagogischen Fachkräften im Vergleich zu lediglich fortgebildeten Fachkräften führten (Zimmermann 2014).

Unklar ist, inwiefern sich die internationalen Befunde und Ansätze auf die Situation in Deutschland übertragen lassen. Aber auch deutsche Studien zeigen, dass die Teilnahme an Fortbildungen positiv mit dem Fachwissen von pädagogischen Fachkräften zusammenhängt (Barenthien u.a., eingereicht). Offen bleiben allerdings vorerst wichtige Fragen nach

- der notwendigen Dauer der Fortbildungen (Wie lange müssen Themen erarbeitet werden?),
- dem Niveau (Wie tief behandelt man die Themen?) und
- dem Umfang von fachbezogenem Professionswissen, um nachhaltige Effekte zu erzielen (Müssen viele Inhalte erarbeitet werden oder lassen sich Transfer-effekte herstellen?).

Vielfach wird auch diskutiert, inwiefern es ausreicht, frühpädagogische Fachkräfte mit gut ausgearbeiteten didaktischen Materialien auszustatten. Anders als die Ergebnisse aus einer der hier vorgestellten Studien (Vick Whittaker u.a. 2016) deuten Befunde aus Fortbildungsstudien mit Lehrpersonen (Kleickmann u.a. 2015) darauf hin, dass diese ökonomisch sehr günstige Fortbildungsvariante keine Wirkungen auf der Handlungsebene zur Folge hat. Möglicherweise können sorgfältig aufbereitete didaktische Materialien oder evaluierte Best-Practice-Beispiele einen ersten, aber allein nicht ausreichenden Ansatzpunkt zur Professionalisierung darstellen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Für die Relevanz früher naturwissenschaftlicher Bildung gibt es viele gute Argumente. So bietet die natürliche Umwelt, also die belebte und unbelebte Natur, vielfältige Möglichkeiten für Kinder, aktive (Natur-)Erfahrungen zu machen, Phänomene und Gegenstände mit allen Sinnen wahrzunehmen, zu erkunden und zu untersuchen, Muster und Zusammenhänge zu erkennen, Forscherdrang und Interessen zu entwickeln, um sich ihre Lebenswelt anzueignen. Neben naturwissenschaftlichen Inhalten stehen dabei das Kennenlernen und Anwenden naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen, wie Beobachten, Vermuten, Vergleichen, Ordnen, Experimentieren oder Schlussfolgern, sowie das Nachdenken über diese Denk- und Arbeitsweisen im Vordergrund (vgl. Kap. 3).

Grundlegende Kompetenzen in den Bildungsbereichen sind außerdem bedeutsam für den späteren schulischen Erfolg (vgl. Kap. 2), sodass die Unterstützung früher (naturwissenschaftlicher) Bildungsprozesse auch aus der Perspektive des weiteren Bildungsverlaufs sinnvoll ist. Von manchen Eltern und pädagogischen Fachkräften wird die Unterstützung bereichsspezifischer, im weiteren Sinne schulvorbereitender Kompetenzen kritisiert (Stichwort „Zerstörung der Kindheit“). Bedenkt man jedoch die deutlichen Unterschiede bei den naturwissenschaftlichen Kompetenzen (und in anderen Bildungsbereichen) zwischen bildungsbenachteiligten Kindern und Kindern aus einem bildungsunterstützenden Umfeld (vgl. Kap. 2.2), erscheint diese Kritik fragwürdig, da frühe naturwissenschaftsbezogene pädagogische Arbeit gerade auch für bildungsbenachteiligte Kinder bedeutsam ist. In der Realisierung einer qualifizierten bereichsspezifischen pädagogischen Arbeit liegt das Potenzial von Kindertageseinrichtungen, mehr Bildungsgerechtigkeit zu verwirklichen.

Bei der kritischen Haltung gegenüber der Unterstützung früher akademischer Fähigkeiten schwingt zum Teil auch die Sorge mit, dass dadurch andere Entwicklungsbereiche vernachlässigt würden. Im Rahmen der Evaluation des Programms „Kindergarten der Zukunft“ (KiDZ) konnte jedoch gezeigt werden, dass Kinder aus

Kindertageseinrichtungen mit einem Schwerpunkt auf der alltagsintegrierten Förderung spezifischer akademischer Fähigkeiten sich zum Beispiel in ihrer Lernfreude, ihrem Wohlbefinden oder Besorgtheit nicht von Kindern aus anderen Einrichtungen unterscheiden (Kluczniok u. a. 2014). Die Annahme, dass die Entwicklung akademischer Fähigkeiten und die sozioemotionale Entwicklung in einem Widerspruch zueinander stehen, bestätigte sich also nicht.

Übergeordnete Ziele früher naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse sind mehrdimensional ausgerichtet und orientieren sich an einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy, vgl. Kap. 3.2). Diese umfasst neben grundlegenden naturwissenschaftsbezogenen Erfahrungen, Wissen und Fähigkeiten auch Lernfreude, Interesse und das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten, etwas herauszufinden. Die Entwicklung dieser Grundbildung erfolgt in einem kumulativen Prozess über die verschiedenen Bildungsetappen hinweg. Zentrale Konzepte, prozessbezogenes und epistemologisches Wissen erlernen Kinder nicht an einem Thema, sondern erst durch viele Gelegenheiten, in verschiedenen inhaltlichen Kontexten über Naturwissenschaften und die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung nachzudenken. Naturwissenschaftliche Bildungsprozesse in der Kindertageseinrichtung zielen nicht auf die Entwicklung eines im wissenschaftlichen Sinn „vollständig richtigen“ Wissens ab, sondern auf die Entwicklung eines grundlegenden alltagsnahen Wissens, das anschlussfähig an spätere Bildungsprozesse ist.

Die übergeordneten Ziele spiegeln sich auch in den Bildungsplänen wider (vgl. Kap. 4). Dennoch bleibt für die Praxis die große Herausforderung, konkrete naturwissenschaftliche Inhalte auszuwählen. In dieser Expertise wird begründet, warum es kaum möglich ist, bestimmte Themen oder Phänomene zu benennen, die sich *grundsätzlich* für die Behandlung in der Kindertageseinrichtung eignen. Entscheidender ist das konkrete Niveau der Bearbeitung, um Kinder herauszufordern, aber nicht zu überfordern oder ihnen unverständene Begriffe und „Merksätze“ zu „vermitteln“. Zur Einschätzung von Themen und Aktivitäten werden Kriterien beschrieben (vgl. Kap. 3.5), die für die Auswahl hilfreich sein können. Ein Kriterium ist zum Beispiel, ob es möglich ist, zu einem Thema eine Reihe zusammenhängender sinnstiftender und altersangemessener Aktivitäten bereitzustellen.

Frühe naturwissenschaftliche Bildung ist auf jeden Fall nicht mit einer simplen Vorverlagerung schulischer

Inhalte gleichzusetzen, stattdessen müssen Inhalte sinnvoll didaktisch reduziert werden, beispielsweise indem auf einzelne anschlussfähige Vorstellungen fokussiert wird, während andere Aspekte weggelassen oder nicht differenziert werden. Auch Aktivitäten müssen aus einer (fach-)didaktischen Perspektive analysiert und gegebenenfalls an die Voraussetzungen der Kinder angepasst werden, zum Beispiel indem sie in vertraute Kontexte eingebettet werden. Aktivitäten, die auf schulische Lernziele abgestimmt sind, werden nicht für den Elementarbereich passend, indem (lediglich) Alltagsgegenstände verwendet werden.

National wie international wird die bereichsspezifische Prozessqualität allerdings als eher niedrig eingeschätzt (vgl. Kap. 5.3). Häufig erfolgt die Umsetzung naturwissenschaftlicher Inhalte hauptsächlich über (effektvolle) Versuche, die Kindern zwar kurzfristig Spaß machen, bei denen aber oft unklar ist, wie sie dabei eigene Ideen, Vermutungen oder Deutungen entwickeln können. Oberflächlich betrachtet schaden Aktivitäten nicht, die „nur Spaß“ bringen, aber wenn sich naturwissenschaftliche Bildungsangebote darauf beschränken, erscheint dieses Vorgehen doch fragwürdig. Zudem besteht dabei das Problem, dass Kinder ein Bild von Naturwissenschaften als Zauberei oder etwas für sie Unverständliches entwickeln könnten.

Die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen hängt von den vorhandenen Lerngelegenheiten und deren Qualität ab. Aus der bereichsspezifischen Perspektive ist die kognitive Unterstützung von Bildungsprozessen ein zentrales Merkmal der Qualität von Lerngelegenheiten (vgl. Kap. 5.3). Sie hat zum Ziel, Denkprozesse anzuregen und gleichzeitig zu unterstützen, damit Kinder mit heterogenen Voraussetzungen beispielsweise im Hinblick auf Alter, Vorwissen, Herkunft oder Behinderung die herausfordernden Lerngelegenheiten nutzen können. Wesentlich für die kognitive Unterstützung sind Interaktionen zwischen den Kindern sowie solche zwischen Kind(ern) und der frühpädagogischen Fachkraft. Das reine Durchführen von Versuchen regt dabei in der Regel noch nicht zum Nachdenken an, vielmehr kommt es auf das Austauschen von Ideen und Beobachtungen oder Aushandeln von Schlussfolgerungen an. Damit wird auch deutlich, dass naturwissenschaftliche und sprachliche Bildungsprozesse eng zusammenhängen.

Die kognitive Unterstützung in Lerngelegenheiten ist ausgesprochen anspruchsvoll. Frühpädagogische Fachkräfte müssen beispielsweise das Interesse, die Vor-

stellungen und Schwierigkeiten von Kindern erkennen, um darauf abgestimmt handeln zu können. Das heißt, sie benötigen ein breites Handlungsrepertoire, das zudem flexibel einsetzbar ist (vgl. Kap. 5). Gleichzeitig müssen sie die Balance zwischen der notwendigen Unterstützung und dem selbstständigen Konstruieren der Kinder halten. Solche Lerngelegenheiten erfordern einerseits einen Handlungskontext, der anregende Interaktionen ermöglicht (zum Beispiel Räumlichkeiten und Materialien), eine wertschätzende Haltung gegenüber der naturwissenschaftsbezogenen pädagogischen Arbeit durch die Kita-Leitung und den Träger, und andererseits frühpädagogische Fachkräfte, die über bereichsübergreifende und -spezifische Aspekte professioneller Kompetenz verfügen (vgl. Kap. 6.1). Bereichsspezifische Aspekte sind beispielsweise das Interesse an Naturwissenschaften und eine positive Einstellung gegenüber früher naturwissenschaftlicher Bildung.

Berücksichtigt man erste Erkenntnisse zur Bedeutung mathematischer Kompetenz frühpädagogischer Fachkräfte für die Prozessqualität sowie Ergebnisse aus der Lehrerprofessionsforschung, ist anzunehmen, dass motivationale Orientierungen allein nicht für eine qualitativ hochwertige naturwissenschaftsbezogene pädagogische Arbeit ausreichen. Zusätzlich sind Fachwissen und fachdidaktisches Wissen nötig. Allerdings sind Fragen nach dem Niveau und dem Umfang bisher nicht ausreichend geklärt (vgl. Kap. 6.1).

Eine Schwierigkeit besteht darin, dass frühpädagogische Fachkräfte als Generalisten ausgebildet werden und sich (zu Recht) auch so verstehen, da es in der Kindertageseinrichtung keine Orientierung an Fächern wie in der Schule gibt. Gleichzeitig benötigen sie aber bereichsspezifische Kompetenzen, da der Anspruch der Förderung in den verschiedenen Bildungsbereichen besteht. Dieses Spannungsverhältnis ist eine Herausforderung für die Praxis. Viele frühpädagogische Fachkräfte entwickeln abhängig von eigenen Interessen unterschiedliche Schwerpunkte. Dies macht durchaus Sinn, kann jedoch dazu führen, dass nicht alle Kinder gleichermaßen von den Schwerpunktsetzungen profitieren. Fehlen den Fachkräften die entsprechenden naturwissenschaftlichen Kompetenzen, ist es wahrscheinlich, dass sie eher beliebig einzelne Experimente anbieten, Alltagssituationen nicht als potenzielle Lerngelegenheiten erkennen und anregende Interaktionen im naturwissenschaftlichen Kontext selten stattfinden.

Ansatzpunkte, um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind auf verschiedenen Ebenen denkbar. So

bedarf es weiterer empirischer Forschung insbesondere zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen von Kindern und zu Faktoren, die diese beeinflussen, sowie zur bereichsspezifischen Professionalisierung frühpädagogischer Fachkräfte. Entsprechende Studien, vor allem solche, die auch langfristige Wirkungen unter Feldbedingungen untersuchen, können mit ihren Befunden allerdings eher mittel- bis langfristig zur Weiterentwicklung der Praxis beitragen.

Hilfreich auf der bildungspolitischen Ebene wären klarere Vorgaben in den Bildungsplänen zu wenigen essenziellen und konkreten Zielen, die in der naturwissenschaftsbezogenen pädagogischen Arbeit im Verlauf des Elementarbereichs besonders berücksichtigt werden sollten. Auch wenn es in den Naturwissenschaften (anders als in Teilbereichen der Mathematik oder des Spracherwerbs) kaum Erkenntnisse darüber gibt, welche grundlegenden Kompetenzen angestrebt werden sollten, gibt es doch einen recht großen Konsens über einige relevante Konzepte, die in vielen Kontexten des Alltags auftauchen, zu denen Kinder anschlussfähige Vorstellungen entwickeln können und die auch in vielen internationalen Bildungsplänen und Curricula benannt werden. Beispiele sind Wissen über (ausgewählte) Kennzeichen von Lebewesen, darüber, was Lebewesen benötigen, über im Alltag anzutreffende Materialien und einige ihrer Eigenschaften sowie Denk- und Arbeitsweisen (Trundle/Sačkes 2012). Diese Aspekte ermöglichen die Bearbeitung über vielfältige Themen oder Kontexte hinweg, die die Anpassung an die Gegebenheiten der Kindertageseinrichtung und die Voraussetzungen der Kinder erlauben. Eine solche Fokussierung auf ausgewählte Aspekte würde es frühpädagogischen Fachkräften erleichtern, Bildungsaktivitäten aufeinander zu beziehen, und dem Einsatz relativ beliebiger Einzelaktivitäten entgegenwirken.

Gleichzeitig bedarf es unmittelbarer Ansatzpunkte für die Praxis. Eine Möglichkeit stellen „gute“ didaktische Materialien dar, die evaluiert, in der Praxis unter verschiedenen Bedingungen mehrfach erprobt sind und praxisnahe Impulse zur anregenden Umsetzung geben, sich also nicht nur auf den fachlichen Hintergrund beziehen. Damit sind nicht Beispiele für Einzelaktivitäten gemeint, sondern aufeinander aufbauende Sequenzen zu einem Thema, um diesem mit Wiederholungen in leicht variierenden Kontexten im Alltagsgeschehen, im Spiel oder auch in Bildungsangeboten zu begegnen (vgl. Kap. 3.5). Solche Materialien können auch als Lerngelegenheiten für frühpädagogische Fachkräfte ver-

standen werden. In einzelnen Studien (Vick Whittaker u.a. 2016) konnten positive Effekte solcher Materialien nachgewiesen werden, allerdings deutet die Mehrzahl der Studien aus der Fortbildungsforschung mit Lehrpersonen darauf hin, dass die Wirksamkeit durch zusätzliche Fortbildungsangebote enorm gesteigert werden kann. Gleichwohl können aus einer pragmatischen Perspektive didaktische Materialien einen ersten Ausgangspunkt darstellen.

Fortbildungen sowie die Ausbildung frühpädagogischer Fachkräfte sind ein weiterer und äußerst wichtiger Ansatzpunkt, um die professionelle Kompetenz der Fachkräfte so zu entwickeln, dass sie naturwissenschaftliche Bildungsprozesse von Kindern angemessen unterstützen können. Entsprechende Qualifizierungsangebote sollten sich dabei stärker an den Kriterien effektiver Fort- und Weiterbildungen (vgl. Kap. 6.2) orientieren als bislang, beispielsweise hinsichtlich ihrer Dauer und inhaltlicher Fokussierung.

Frühpädagogische Fachkräfte und Kindertageseinrichtungen stehen im Kontext der naturwissenschaftlichen Bildung vor einer Reihe von Herausforderungen und benötigen für die Weiterentwicklung dieses Bildungsbereichs Zeit, Ressourcen und Unterstützung. Nur dann können tragfähige Bedingungen geschaffen werden, die es Kindern ermöglichen, die sie umgebende belebte und unbelebte Natur kennen und schätzen zu lernen, sie sich zu erschließen und sich gleichzeitig entwicklungsfähige Grundlagen für den anschließenden Sachunterricht im Primarbereich anzueignen.

8 Literatur

- Aebli, Hans (1983): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart
- Alber-Morgan, Sheila R./Sawyer, Mary R./Miller, Heather Lynnine (2015): Teaching Science to Young Children with Special Needs. In: Trundle, Kathy Cabe/Sağkes, Mesut (Hrsg.): Research in early childhood science education. Dordrecht/Heidelberg/New York, S. 299–351
- Alexander, Robin J. (2016): Towards dialogic teaching: Rethinking classroom talk. 4. Aufl. Cambridge
- Allen, Joseph P./Pianta, Robert C./Gregory, Anne/Mikami, Amori Yee/Lun, Janetta (2011): An interaction-based approach to enhancing secondary school instruction and student achievement. In: Science, 333. Jg., H. 6045, S. 1034–1037
- Anders, Yvonne (2013): Stichwort: Auswirkungen früh-kindlicher institutioneller Betreuung und Bildung. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 16. Jg., H. 2, S. 237–275
- Anders, Yvonne/Ballaschk, Itala (2014): Studie zur Untersuchung der Reliabilität und Validität des Zertifizierungsverfahrens der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 6. Schaffhausen, S. 35–116
- Anders, Yvonne/Hardy, Ilonca/Pauen, Sabina/Steffensky, Mirjam (2013): Zieldimensionen naturwissenschaftlicher Bildung im Kita-Alter und ihre Messung. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 5. Schaffhausen, S. 19–82
- Anderson, Lorin W./Krathwohl, David R. (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2016): Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration. Bielefeld
- Autorengruppe Fachkräftebarometer (2017): Fachkräftebarometer Frühe Bildung 2017. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte. München
- Baillargeon, Renée/Jie, Li/Gertner, Yael/Di, Wu (2010): How Do Infants Reason About Physical Events? In: Goswami, Usha C. (Hrsg.): Blackwell handbooks of developmental psychology. The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development. 2. Aufl. Malden, MA, S. 11–48
- Barenthien, Julia/Lindner, Marlit/Ziegler, Tobias/Steffensky, Mirjam (eingereicht): Preschool teachers' science-specific professional knowledge.
- Baroody, Alison E./Diamond, Karen E. (2013): Measures of preschool children's interest and engagement in literacy activities: Examining gender differences and construct dimensions. In: Early Childhood Research Quarterly, 28. Jg., H. 2, S. 291–301
- Baroody, Arthur J. (2003): The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In: Baroody, Arthur J./Dowker, Ann (Hrsg.): The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise. Mahwah, NJ, S. 1–33
- Barsalou, Lawrence W. (2008): Grounded cognition. In: Annual Review of Psychology, 59. Jg., S. 617–645
- Bartos, Stephen A./Lederman, Norman G. (2014): Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. In: Journal of Research in Science Teaching, 51. Jg., H. 9, S. 1150–1184
- Baumert, Jürgen/Kunter, Mareike/Blum, Werner/Brunner, Martin/Voss, Thamar/Jordan, Alexander/Klusmann, Uta/Krauss, Stefan/Neubrand, Michael/Tsai, Yi-Miau (2010): Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. In: American Educational Research Journal, 47. Jg., H. 1, S. 133–180
- Behr, Karin/Walter, Michael (2012): Qualifikationen und Weiterbildung frühpädagogischer Fachkräfte. Bundesweite Befragung von Einrichtungsleitungen und Fachkräften in Kindertageseinrichtungen: Zehn Fragen – Zehn Antworten. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Studien, Band 15. München
- Bell, Randy L./St. Clair, Tyler L. (2015): Too Little, Too Late: Addressing Nature of Science in early Childhood Education. In: Trundle, Kathy Cabe/Sağkes, Mesut (Hrsg.): Research in early childhood science education. Dordrecht/Heidelberg/New York, S. 125–141
- Benz, Christiane/Peter-Koop, Andrea/Grüßing, Meike (2015): Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen. Berlin/Heidelberg

- Bertsch, Christian (2016): Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Theoretische Grundlagen und Rahmenbedingungen in Österreich. In: GDSU-Journal, H. 5, S. 9–128
- Blömeke, Sigrid/Gustafsson, Jan-Eric/Shavelson, Richard J. (2015): Beyond Dichotomies. In: Zeitschrift für Psychologie, 223. Jg., H. 1, S. 3–13
- Bögeholz, Susanne (2006): Nature experience and its importance for environmental knowledge, values and action: Recent German empirical contributions. In: Environmental Education Research, 12. Jg., H. 1, S. 65–184
- Bransford, John D./Brown, Ann L./Cocking, Rodney R. (2000): How people learn: Brain, mind, experience, and school. Erweiterte Aufl. Washington, D. C.
- Bromme, Rainer/Kienhues, Dorothee (2012): Rezeption von Wissenschaft – mit besonderem Fokus auf Bio- und Gentechnologie und konfligierende Evidenz. In: Weitze, Marc-Denis/Pühler, Alfred/Heckl, Wolfgang M./Müller-Röber, Bernd/Renn, Ortwin/Weingart, Peter/Wess, Günther (Hrsg.): Biotechnologie-Kommunikation. Kontroversen, Analysen, Aktivitäten. Berlin/Heidelberg, S. 303–1348
- Bronfenbrenner, Uri/Morris, Pamela A. (2006): The bioecological model of human development. In: Damon, William/Lerner, Richard M. (Hrsg.): Handbook of child psychology, Vol. 1. Theoretical models of human development. 6. Aufl. Hoboken, NJ, S. 793–1828
- Bullock, Merry/Ziegler, Albert (1999): Scientific reasoning: Developmental and individual differences. In: Weinert, Franz Emanuel/Schneider, Wolfgang (Hrsg.): Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich Longitudinal Study. Cambridge, S. 38–60
- Burchinal, Margaret/Vandergrift, Nathan/Pianta, Robert/Mashburn, Andrew (2010): Threshold analysis of association between child care quality and child outcomes for low-income children in pre-kindergarten programs. In: Early Childhood Research Quarterly, 25. Jg., H. 2, S. 166–1176
- Burger, Kaspar (2010): How does early childhood care and education affect cognitive development? An international review of the effects of early interventions for children from different social backgrounds. In: Early Childhood Research Quarterly, 25. Jg., H. 2, S. 140–1165
- Bybee, Rodger, W./Taylor, Joseph A./Gardner, April/Van Scotter, Pamela/Powell, Janet Carlson/Westbrook, Anne/Landes, Nancy (2006): The BSCS 5E Instructional Model: Origins, effectiveness and application. Colorado Springs, CO
- Camilli, Gregory/Vargas, Sadako/Ryan, Sharon/Barnett, W. Steven (2010): Meta-Analysis of the Effects of Early Education Interventions on Cognitive and Social Development. In: Teachers College Record, 112. Jg., H. 3, S. 579–1620
- Carey, Susan (2000): Science Education as Conceptual Change. In: Journal of Applied Developmental Psychology, 21. Jg., H. 1, S. 13–119
- Carstensen, Claus H./Lankes, Eva-Maria/Steffensky, Mirjam (2011): Ein Modell zur Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Kindergarten. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 14. Jg., H. 4, S. 651–1669
- Chalufour, Ingrid/Worth, Karen (2003): Discovering nature with young children. The young scientist series. St. Paul, MN
- Chalufour, Ingrid/Worth, Karen (2006): Science in Kindergarten. In: Gullo, Dominic F. (Hrsg.): K today. Teaching and learning in the kindergarten year. Washington, D. C., S. 95–1106
- Claessens, Amy/Engel, Mimi (2013): How Important Is Where You Start? Early Mathematics Knowledge and Later School Success. In: Teacher College Record, 115. Jg., H. 6, S. 1–129
- Claessens, Amy/Duncan, Greg J./Engel, Mimi (2009): Kindergarten Skills and Fifth Grade Achievement: Evidence from the ECLS-K. In: Economics of Education Review, 28. Jg., H. 4, S. 415–1427
- Clements, Douglas H./Sarama, Julie (2011): Early childhood mathematics intervention. In: Science, 333. Jg., H. 6045, S. 968–1970
- Crocker, Steve/Buchanan, Heather (2011): Scientific reasoning in a real-world context. The effect of prior belief and outcome on children's hypothesis-testing strategies. In: The British journal of developmental psychology, 29. Jg., H. 3, S. 409–1424
- Curran, F. Chris/Kellogg, Ann T. (2016): Understanding Science Achievement Gaps by Race/Ethnicity and Gender in Kindergarten and First Grade. In: Educational Researcher, 45. Jg., H. 5, S. 273–1282
- Darling-Hammond, Linda/Wei, Ruth C./Andree, Alethea/Richardson, Nikole/Orphanos, Stelios (2009): Professional learning in the learning profession: A status report on teacher development in the United States and abroad. Technical Report. Dallas, TX
- DeBoer, George E. (2000): Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its

- relationship to science education reform. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 37. Jg., H. 6, S. 582–601
- Deci, Edward L./Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 39. Jg., H. 2, S. 223–238
- Decristan, Jasmin/Klieme, Eckhard/Kunter, Mareike/Hochweber, Jan/Büttner, Gerhard/Fauth, Benjamin/Hondrich, Lena/Rieser, Svenja/Hertel, Silke/Hardy, Ilonca (2015): Embedded Formative Assessment and Classroom Process Quality. How Do They Interact in Promoting Science Understanding? In: *American Educational Research Journal*, 52. Jg., H. 6, S. 1133–1159
- Desimone, Laura M. (2009): Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. In: *Educational Researcher*, 38. Jg., H. 3, S. 181–199
- diSessa, Andrea A./Gillespie, Nicole M./Esterly, Jennifer B. (2004): Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. In: *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 28. Jg., H. 6, S. 843–900
- Doyle, Walter (1986): Classroom organization and management. In: Wittrock, Merlin C. (Hrsg.): *Handbook of research on teaching*. 3. Aufl. New York, S. 392–431
- Duncan, Greg J./Dowsett, Chantelle J./Claessens, Amy/Magnuson, Katherine/Huston, Aletha C./Klebanov, Pamela/Pafani, Pamela/Feinstein, Leon/Engel, Mimi/Brooks-Gunn, Jeanne/Sexton, Holly/Durckworth, Kathrin/Japel, Crista (2007): School readiness and later achievement. In: *Developmental Psychology*, 43. Jg., H. 6, S. 1428–1446
- Dunekacke, Simone/Jenßen, Lars/Blömeke, Sigrid (2015a): Validierung eines Leistungstests zur Erfassung mathematikdidaktischer Kompetenz angehend der frühpädagogischer Fachkräfte durch die videogestützte Erhebung von Performanz. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 61. Beiheft, S. 80–198
- Dunekacke, Simone/Jenßen, Lars/Blömeke, Sigrid (2015b): Effects of Mathematics Content Knowledge on Pre-school Teachers' Performance: A Video-Based Assessment of Perception and Planning Abilities in Informal Learning Situations. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13. Jg., H. 2, S. 267–286
- Dunekacke, Simone/Jenßen, Lars/Baack, Wibke/Tengler, Martina/Wedekind, Hartmut/Grassmann, Marianne/Blömeke, Sigrid (2013): Was zeichnet eine kompetente pädagogische Fachkraft im Bereich Mathematik aus? Modellierung professioneller Kompetenz für den Elementarbereich. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, Band 1, S. 280–283
- Early, Diane M./Iruka, Iheoma U./Ritchie, Sharon/Barbarin, Oscar A./Winn, Donna-Marie C./Crawford, Gisele M./Frome, Pamela M./Clifford, Richard M./Burchinal, Margaret/Howes, Carollee/Bryant, Donna M./Pianta, Robert C. (2010): How do pre-kindergarteners spend their time? Gender, ethnicity, and income as predictors of experiences in pre-kindergarten classrooms. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 25. Jg., H. 2, S. 177–193
- Early, Diane M./Maxwell, Kelly L./Burchinal, Margaret/Alva, Soumya/Bender, Randall H./Bryant, Donna/Cai, Karen/Clifford, Richard M./Ebanks, Caroline/Griffin, James A./Jenry, Gary T./Howes, Carollee/Iriondo-Perez, Jeniffer/Jeon, Hyun-Joo/Mashburn, Andrew J./Peisner-Feinberg, Ellen/Pianta, Robert C./Vandergrift, Nathan/Zill, Nicholas (2007): Teachers' education, classroom quality, and young children's academic skills: Results from seven studies of preschool programs. In: *Child Development*, 78. Jg., H. 2, S. 558–580
- Ebert, Susanne/Weinert, Sabine (2013): Predicting reading literacy in primary school: The contribution of various language indicators in preschool. In: Pfof, Maximilian/Artelt, Cordula/Weinert, Sabine (Hrsg.): *Schriften aus der Fakultät Humanwissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg*, Band 14. The development of reading literacy from early childhood to adolescence. Empirical findings from the Bamberg BiKS longitudinal studies. Bamberg, S. 93–1150
- Eckhardt, Andrea G./Egert, Franziska (2017): Differences in childcare quality – a matter of personality traits, socialization goals and pre-service curriculum? In: *Early Child Development and Care*, 2. Jg., H. 2, S. 1–112
- Egert, Franziska (2015): Meta-analysis on the impact of in-service professional development programs for preschool teachers on quality ratings and child outcomes. Inaugural Dissertation. Universität Bamberg
- Egert, Franziska/Eckhardt, Andrea G./Fukink, Ruben G. (2017): Zentrale Wirkmechanismen von Weiterbildungen zur Qualitätssteigerung in Kindertageseinrichtungen. Ein narratives Review. In: *Frühe Bildung*, 6. Jg., H. 2, S. 58–166
- Ehm, Jan-Henning/Hartmann, Ulrike/Höltge, Lea/Hasselhorn, Marcus (2017): Die Perspektive pädagogischer

- Fachkräfte auf schulvorbereitende Zusatzförderung in der Kita. In: Unterrichtswissenschaft, 45. Jg., H. 3, S. 239–253
- Eshach, Haim (2006): Science literacy in primary schools and pre-schools. Dordrecht
- Fend, Helmut (2001): Qualität im Bildungswesen: Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung. 2. Aufl. Weinheim
- French, Lucia A. (2004): Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. In: Early Childhood Research Quarterly, 19. Jg., H. 1, S. 138–149
- French, Lucia A./Woodring, Suzanne D. (2006): Science education in the Early Years. In: Saracho, Olivia N./Spodek, Bernard (Hrsg.): Handbook of research on the education of young children. 2. Aufl. Mahwah, NJ, S. 179–1196
- Fried, Lilian (2013): Frühkindliche Diagnostik domänenspezifischer Entwicklung – am Beispiel des naturwissenschaftlichen Entwicklungsbereichs. In: Stamm, Margrit/Edelmann, Doris (Hrsg.): Handbuch frühkindliche Bildungsforschung. Wiesbaden, S. 831–1844
- Friederich, Tina (2011): Zusammenarbeit mit Eltern – Anforderungen an frühpädagogische Fachkräfte. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 22. München
- Fröhlich-Gildhoff, Klaus/Nentwig-Gesemann, Iris/Pietsch, Stefanie (2011): Kompetenzorientierung in der Qualifizierung frühpädagogischer Fachkräfte. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 19. München
- Fröhlich-Gildhoff, Klaus/Nentwig-Gesemann, Iris/Pietsch, Stefanie/Köhler, Luisa/Koch, Mareike (2014): Kompetenzentwicklung und Kompetenzerfassung in der Frühpädagogik. Konzepte und Methoden. Materialien zur Frühpädagogik, Band 13. Freiburg im Breisgau
- Gasteiger, Hedwig (2012): Fostering Early Mathematical Competencies in Natural Learning Situations – Foundation and Challenges of a Competence-Oriented Concept of Mathematics Education in Kindergarten. In: Journal für Mathematik-Didaktik, 33. Jg., H. 2, S. 181–201
- GDSU – Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn
- Gebhard, Ulrich/Höttecke, Dietmar/Rehm, Markus (2017): Pädagogik der Naturwissenschaften. Wiesbaden
- Gelman, Rochel/Brenneman, Kimberly (2004): Science learning pathways for young children. In: Early Childhood Research Quarterly, 19. Jg., H. 1, S. 150–158
- Gelman, Susan A./Opfer, John E. (2010): Development of the animate-inanimate distinction. In: Goswami, Usha C. (Hrsg.): Blackwell handbooks of developmental psychology. The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development. 2. Aufl. Malden, MA, S. 151–166
- Gelman, Susan A./Wellman, Henry M. (1991): Insides and essences: early understandings of the non-obvious. In: Cognition, 38. Jg., H. 3, S. 213–1244
- Gentner, Dedre/Goldin-Meadow, Susan (2003): A Bradford book. Language in mind: Advances in the study of language and thought. Cambridge, MA
- Gopnik, Alison (2012): Scientific thinking in young children: Theoretical advances, empirical research, and policy implications. In: Science, 337. Jg., H. 6102, S. 1623–11627
- Greenfield, Daryl B./Jirout, Jamie/Dominguez, Ximena/Greenberg, Ariela/Maier, Michelle/Fuccillo, Janna (2009): Science in the Preschool Classroom: A Programmatic Research Agenda to Improve Science Readiness. In: Early Education and Development, 20. Jg., H. 2, S. 238–1264
- Grell, Frithjof (2010): Über die (Un-)Möglichkeit, Früherziehung durch Selbstbildung zu ersetzen. In: Zeitschrift für Pädagogik, 56. Jg., H. 2, S. 154–1167
- Gropen, Jess/Kook, Janna F./Hoisington, Cindy/Clark-Chiarelli, Nancy (2017): Foundations of Science Literacy: Efficacy of a Preschool Professional Development Program in Science on Classroom Instruction, Teachers' Pedagogical Content Knowledge, and Children's Observations and Predictions. In: Early Education and Development, 1. Jg., H. 4, S. 1–25
- Guo, Ying/Piasta, Shayne B./Bowles, Ryan P. (2015): Exploring Preschool Children's Science Content Knowledge. In: Early Education and Development, 26. Jg., H. 1, S. 125–1146
- Guo, Ying/Piasta, Shayne B./Justice, Laura M./Kaderavek, Joan N. (2010): Relations among preschool teachers' self-efficacy, classroom quality, and children's language and literacy gains. In: Teaching and Teacher Education, 26. Jg., H. 4, S. 1094–11103
- Haan, Gerhard de/Kamp, Georg/Lerch, Achim/Martignon, Laura/Müller-Christ, Georg/Nutzinger, Hans (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin

- Hachfeld, Axinja/Anders, Yvonne/Kuger, Susanne/Smidt, Wilfried (2015): Triggering parental involvement for parents of different language backgrounds. The role of types of partnership activities and preschool characteristics. In: *Early Child Development and Care*, 186. Jg., H. 1, S. 190–1211
- Hahn, Inga/Schöps, Katrin (im Erscheinen): Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund. In: *Frühe Bildung*
- Halle, Tamara/Forry, Nicole/Hair, Elizabeth/Perper, Kate/Wandner, Laura/Wessel, Julia/Vick, Jessica (2009): Disparities in Early Learning and Development: Lessons from the Early Childhood Longitudinal Study – Birth Cohort (ECLS-B). Washington, D. C.
- Hamre, Bridget K./Pianta, Robert C. (2005): Can instructional and emotional support in the first-grade classroom make a difference for children at risk of school failure? In: *Child Development*, 76. Jg., H. 5, S. 949–967
- Hardy, Ilonca/Jonen, Angela/Möller, Kornelia/Stern, Elsbeth (2006): Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of „floating and sinking“. In: *Journal of Educational Psychology*, 98. Jg., H. 2, S. 307–326
- Harlen, Wynne (1996): *The Teaching of Science in Primary Schools*. 2. Aufl. London
- Harlen, Wynne (2013): Inquiry-based learning in science and mathematics. In: *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7. Jg., H. 2, S. 9–33
- Harlen, Wynne (2015): Working with big ideas. Science Education Programme (SEP) of IAP. Trieste
- Harms, Thelma/Clifford, Richard M./Cryer, Debby (1998): *Early childhood environment rating scale*. Revised Edition. New York
- Hasselhorn, Marcus/Schneider, Wolfgang (2007): Gedächtnisentwicklung. In: Hasselhorn, Marcus/Schneider, Wolfgang (Hrsg.): *Handbuch der Entwicklungspsychologie*. Göttingen, S. 266–1276
- Hasselhorn, Marcus/Schumann-Hengsteler, Ruth (2001): Arbeitsgedächtnis. In: Rost, Detlef H. (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. 2. Aufl. Weinheim, S. 17–122
- Heckman, James J./Moon, Seong Hyeok/Pinto, Rodrigo/Savelyev, Peter A./Yavitz, Adam (2010): The Rate of Return to the High/Scope Perry Preschool Program. In: *Journal of Public Economics*, 94. Jg., H. 1, S. 114–1128
- Hill, Heather C./Beisiegel, Mary/Jacob, Robin (2013): Professional Development Research: Consensus, Crossroads, and Challenges. In: *Educational Researcher*, 42. Jg., H. 9, S. 476–1487
- Hill, Heather C./Rowan, Brian/Ball, Deborah Loewenberg (2005): Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. In: *American Educational Research Journal*, 42. Jg., H. 2, S. 371–406
- Hong, Soo-Young/Diamond, Karen E. (2012): Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 27. Jg., H. 2, S. 295–305
- Hopf, Michaela (2012): *Sustained Shared Thinking im frühen naturwissenschaftlich-technischen Lernen*. Münster
- Howes, Carollee/Burchinal, Margaret/Pianta, Robert/Bryant, Donna/Early, Diane/Clifford, Richard/Barbarin, Oscar (2008): Ready to learn? Children's pre-academic achievement in pre-Kindergarten programs. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 23. Jg., H. 1, S. 27–50
- Jampert, Katrin/Leuckefeld, Kerstin/Zehnbauer, Anne/Best, Petra (2006): *Sprachliche Förderung in der Kita: Wie viel Sprache steckt in Musik, Bewegung, Naturwissenschaften und Medien?* Weimar/Berlin
- Janssen, Rolf (2010): *Die Ausbildung frühpädagogischer Fachkräfte an Berufsfachschulen und Fachschulen*. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 1. München
- JFMK/KMK – Jugend- und Familienministerkonferenz/Kultusministerkonferenz (2010): *Gemeinsamer Orientierungsrahmen „Bildung und Erziehung in der Kindheit“*. Berlin
- Jirout, Jamie/Zimmerman, Corinne (2015): Development of Science Process Skills in the Early Childhood Years. In: Trundle, Kathy Cabe/Sačkes, Mesut (Hrsg.): *Research in Early Childhood Science Education*. Dordrecht/Heidelberg/New York, S. 143–1166
- JMK/KMK – Jugendministerkonferenz/Kultusministerkonferenz (2004): *Gemeinsamer Rahmen der Länder für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen*. Beschluss der Jugendministerkonferenz vom 13./14.05.2004; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 03./04.06.2004. o.O.
- Jordan, Nancy C./Kaplan, David/Ramineni, Chaitanya/Locuniak, Maria N. (2009): Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. In: *Developmental Psychology*, 45. Jg., H. 3, S. 850–1867

- Justice, Laura M./Mashburn, Andrew/Hamre, Bridget/Pianta, Robert (2008): Quality of Language and Literacy Instruction in Preschool Classrooms Serving At-Risk Pupils. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 23. Jg., H. 1, S. 51–168
- Kahlert, Joachim/Heimlich, Ulrich (2014): Inklusionsdidaktische Netze – Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In: Kahlert, Joachim/Heimlich, Ulrich (Hrsg.): *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle*. Stuttgart, S. 153–1190
- Kalicki, Bernhard (2015): Pädagogische Qualität und Qualitätssteuerung: Konzepte und Strategien. In: Kalicki, Bernhard/Wolff-Marting, Catrin/Pestalozzi Fröbel Verband (Hrsg.): *Qualität in aller Munde. Themen, Perspektiven, Positionen in der kindheitspädagogischen Debatte*. Freiburg im Breisgau, S. 12–22
- Kallery, Maria (2015): Science in early years education: Introducing floating and sinking as a property of matter. In: *International Journal of Early Years Education*, 23. Jg., H. 1, S. 31–53
- Karmiloff-Smith, Annette (1992): *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. Learning, development, and conceptual change*. Cambridge, MA
- Kauertz, Alexander/Gierl, Katharina (2014): Naturwissenschaften im Elementarbereich. Analyse von Angeboten im naturwissenschaftlichen Bildungsbereich. In: Kucharz, Diemut/Mackowiak, Katja/Zirola, Sergio/Kauertz, Alexander/Rathgeb-Schnierer, Elisabeth/Dieck, Margarete (Hrsg.): *Professionelles Handeln im Elementarbereich (PRIMEL). Eine deutsch-schweizerische Videostudie*. Münster, S. 167–1178
- Kinzie, Mable B./Whittaker, Jessica Vick/McGuire, Pat/Lee, Youngju/Kilday, Carolyn R. (2015): Research on Curricular Development for Pre-Kindergarten Mathematics and Science. In: *Teacher College Record*, 117. Jg., H. 7, S. 1–40
- Kinzie, Mable B./Whittaker, Jessica Vick/Williford, Amanda P./DeCoster, Jamie/McGuire, Patrick/Lee, Youngju/Kilday, Carolyn R. (2014): MyTeachingPartner-Math/Science pre-kindergarten curricula and teacher supports: Associations with children's mathematics and science learning. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 29. Jg., H. 4, S. 586–599
- Kirschner, Paul A./Sweller, John/Clark, Richard E. (2006): Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. In: *Educational Psychologist*, 41. Jg., H. 2, S. 75–86
- Klahr, David/Dunbar, Kevin (1988): Dual Space Search During Scientific Reasoning. In: *Cognitive Science*, 12. Jg., H. 1, S. 1–148
- Kleickmann, Thilo/Tröbst, Steffen/Jonen, Angela/Veh-meyer, Julia/Möller, Kornelia (2015): The Effects of Expert Scaffolding in Elementary Science Professional Development on Teachers' Beliefs and Motivations, Instructional Practices, and Student Achievement. In: *Journal of Educational Psychology*, 108. Jg., H. 1, S. 21–142
- Klieme, Eckhard/Hartig, Johannes (2007): Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In: Prenzel, Manfred/Gogolin, Ingrid/Krüger, Heinz-Hermann (Hrsg.): *Kompetenzdiagnostik. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8*, S. 11–29
- Klieme, Eckhard/Lipowsky, Frank/Rakoczy, Katrin/Ratzka, Nadja (2006): Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. In: Prenzel, Manfred/Allolio-Näcke, Lars (Hrsg.): *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms*. Münster, S. 127–146
- Kluczniok, Katharina/Roßbach, Hans-Günther (2014): Conceptions of educational quality for kindergartens. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17. Jg., H. 6, S. 145–158
- Kluczniok, Katharina/Anders, Yvonne/Ebert, Susanne (2011): Fördereinstellungen von Erzieherinnen. In: *Frühe Bildung*, 0. Jg., H. 1, S. 13–121
- Kluczniok, Katharina/Sechtig, Jutta/Roßbach, Hans-Günther (2012): Qualität im Kindergarten. Wie gut ist das Niveau der Kindertagesbetreuung in Deutschland und wie wird es gemessen? In: *DJI Impulse*, H. 2, S. 33–36
- Kluczniok, Katharina/Anders, Yvonne/Sechtig, Jutta/Roßbach, Hans-Günther (2014): Influences of an academically oriented preschool curriculum on the development of children – are there negative consequences for the children's socio-emotional competencies? In: *Early Child Development and Care*, 186. Jg., H. 1, S. 117–139
- Kluczniok, Katharina/Lehrl, Simone/Kuger, Susanne/Roßbach, Hans-Günther (2013): Quality of the home learning environment during preschool age – Domains and contextual conditions. In: *European Early*

- Childhood Education Research Journal, 21. Jg., H. 3, S. 420–438
- KMK – Kultusministerkonferenz (2004): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. o.O. Koerber, Susanne/Sodian, Beate/Thoermer, Claudia/Nett, Ulrike (2005): Scientific Reasoning in Young Children: Preschoolers' Ability to Evaluate Covariation Evidence. In: Swiss Journal of Psychology, 64. Jg., H. 3, S. 141–152
- Kohlhauf, Lucia/Rutke, Ulrike/Neuhaus, Birgit (2011): Entwicklung eines Kompetenzmodells zum biologischen Beobachten ab dem Vorschulalter. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 17. Jg., S. 223–260
- König, Anke (2007): Dialogisch-entwickelnde Interaktionsprozesse als Ausgangspunkt für die Bildungsarbeit im Kindergarten. In: Bildungsforschung, 4. Jg., H. 1, S. 1–11
- König, Anke (2009): Interaktionsprozesse zwischen ErzieherInnen und Kindern: Eine Videostudie aus dem Kindergartenalltag. Wiesbaden
- König, Anke (2017): Übergang von der Kindertageseinrichtung in die Grundschule. In: Petermann, Franz/Wiedebusch, Silvia (Hrsg.): Praxishandbuch Kindergarten. Göttingen, S. 493–509
- Krajcik, Joseph/Blumenfeld, Phyllis C./Marx, Ronald W./Bass, Kristin M./Fredricks, Jennifer A./Soloway, Elliot (1998): Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. In: The Journal of the Learning Sciences, 7. Jg., H. 3/4, S. 313–1350
- Krajewski, Kristin/Schneider, Wolfgang (2009): Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties: Findings from a four-year longitudinal study. In: Learning and Instruction, 19. Jg., H. 6, S. 513–526
- Krajewski, Kristin/Nieding, Gerhild/Schneider, Wolfgang (2007): Mengen, zählen, Zahlen. Die Welt der Mathematik verstehen. Berlin
- Krapp, Andreas (1994): Interest and curiosity: Considerations about interest in a theory of exploratory action. In: Keller, Heidi/Schneider, Klaus/Henderson, Bruce (Hrsg.): Curiosity and exploration: Theoretical perspectives, research fields, and applications. New York, S. 79–99
- Kucharz, Diemut/Mackowiak, Katja/Zirolì, Sergio/Kauertz, Alexander/Rathgeb-Schnierer, Elisabeth/Dieck, Margarete (Hrsg.) (2014): Professionelles Handeln im Elementarbereich. Eine deutsch-schweizerische Videostudie. Münster
- Kuger, Susanne/Kluczniok, Katharina (2008): Prozessqualität im Kindergarten – Konzept, Umsetzung und Befunde. In: Roßbach, Hans-Günther (Hrsg.): Frühpädagogische Förderung in Institutionen. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 11, S. 159–178
- Kuger, Susanne/Kluczniok, Katharina/Kaplan, David/Roßbach, Hans-Günther (2015): Stability and patterns of classroom quality in German early childhood education and care. In: School Effectiveness and School Improvement, 27. Jg., H. 3, S. 418–440
- Kuhn, Deanna (2010): What is Scientific Thinking and How Does it Develop? In: Goswami, Usha C. (Hrsg.): Blackwell handbooks of developmental psychology. The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development. 2. Aufl. Malden, MA, S. 497–523
- Kuhn, Nicole/Lankes, Eva-Maria/Steffensky, Mirjam (2012): Vorstellungen von Erzieherinnen zum Lernen von Naturwissenschaften. Über das Verhältnis von Konstruktion und Instruktion im Elementarbereich In: Giest, Hartmut/Heran-Dörr, Eva/Archie, Carmen (Hrsg.): Lernen und Lehren im Sachunterricht – Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion. Bad Heilbrunn, S. 183–1190
- Kunter, Mareike/Klusmann, Uta/Baumert, Jürgen/Richter, Dirk/Voss, Thamar/Hachfeld, Axinja (2013): Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. In: Journal of Educational Psychology, 105. Jg., H. 3, S. 805–820
- Labudde, Peter (2014): Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht? Mythen, Definitionen, Fakten. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20. Jg., H. 1, S. 11–119
- Lankes, Eva-Maria/Steffensky, Mirjam/Carstensen, Claus H. (2011): Das didaktische Potenzial von Materialien zum Experimentieren mit Kindern im Vorschulalter. In: Zeitschrift für Grundschulforschung, 4. Jg., H. 1, S. 86–199
- La Paro, Karen M./Pianta, Robert C./Hamre, Bridget K. (2008): Classroom Assessment Scoring System (CLASS) Toddler. Baltimore, MD
- Lee, Joshi (2010): Exploring Kindergarten Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Mathematics. In: International Journal of Early Childhood, 42. Jg., H. 1, S. 27–141

- Leibham, Mary Beth/Alexander, Joyce M./Johnson, Kathy E. (2013): Science Interests in Preschool Boys and Girls: Relations to Later Self-Concept and Science Achievement. In: *Science Education*, 97. Jg., H. 4, S. 574–593
- Lerkkanen, Marja-Kristiina/Kiuru, Noona/Pakarinen, Eija/Viljaranta, Jaana/Poikkeus, Anna-Maija/Rasku-Puttonen, Helena/Siekkinen, Martti/Nurmi, Jari-Erik (2012): The role of teaching practices in the development of children's interest in reading and mathematics in kindergarten. In: *Contemporary Educational Psychology*, 37. Jg., H. 4, S. 266–279
- Leske, Sylvia/Bögeholz, Susanne (2008): Biologische Vielfalt regional und weltweit erhalten – Zur Bedeutung von Naturerfahrung, Interesse an der Natur, Bewusstsein über deren Gefährdung und Verantwortung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14. Jg., S. 167–184
- Leslie, Alan M./Keeble, Stephanie (1987): Do six-month-old infants perceive causality? In: *Cognition*, 25. Jg., H. 3, S. 265–288
- Leu, Hans R./Flämig, Katja/Frankenstein, Yvonne/Koch, Sandra/Pack, Irene/Schneider, Kornelia/Schweiger, Martina (2007): Bildungs- und Lerngeschichten: Bildungsprozesse in früher Kindheit beobachten, dokumentieren und unterstützen. Weimar/Berlin
- Leuchter, Miriam (2017): Kinder erkunden die Welt. Frühe naturwissenschaftliche Bildung und Förderung. Stuttgart
- Leuchter, Miriam/Saalebach, Henrik (2014): Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. In: *Unterrichtswissenschaft*, 42. Jg., H. 2, S. 117–131
- Leuchter, Miriam/Saalebach, Henrik/Hardy, Ilonca (2013): Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of „floating and sinking“. In: *International Journal of Science Education*, 36. Jg., H. 10, S. 1751–1771
- Lionni, Leo (2016): Alexander und die Aufziehmaus. Weinheim
- Mähler, Claudia (1999): Naive Theorien im kindlichen Denken. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31. Jg., H. 2, S. 53–66
- Mähler, Claudia (2005): Die Entwicklung des magischen Denkens. In: Guldemann, Titus/Hauser Bernhard (Hrsg.): *Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder*. Münster
- Maier, Michelle F./Greenfield, Daryl B./Bulotsky-Shearer, Rebeca J. (2013): Development and validation of a preschool teachers' attitudes and beliefs toward science teaching questionnaire. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 28. Jg., H. 2, S. 366–378
- Mantzicopoulos, Panayota/Patrick, Helen/Samarapungavan, Ala (2008): Young children's motivational beliefs about learning science. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 23. Jg., H. 3, S. 378–394
- Marquardt-Mau, Brunhilde (2011): Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht? In: Deutsche Telekom Stiftung & Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.): *Prima[r]forscher – Naturwissenschaftliches Lernen im Grundschulnetzwerk. Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus Prima(r)forscher*. Berlin, S. 32–37
- Marsh, Herbert W./Craven, Rhonda G./Debus, Raymond (1991): Self-Concepts of Young Children 5 to 8 Years of Age: Measurement and Multidimensional Structure. In: *Journal of Educational Psychology*, 83. Jg., H. 3, S. 377–392
- Mashburn, Andrew J./Pianta, Robert C./Hamre, Bridget K./Downer, Jason T./Barbarin, Oscar A./Bryant, Donna/Burchinal, Margaret/Early, Diane M./Howes, Carollee (2008): Measures of classroom quality in prekindergarten and children's development of academic, language, and social skills. In: *Child Development*, 79. Jg., H. 3, S. 732–749
- McClelland, Megan M./Acock, Alan C./Morrison, Frederick J. (2006): The impact of kindergarten learning-related skills on academic trajectories at the end of elementary school. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 21. Jg., H. 4, S. 471–490
- McCloskey, Michael/Washburn, Allyson/Felch, Linda (1983): Intuitive physics: The straight-down belief and its origin. In: *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 9. Jg., H. 4, S. 636–649
- McCray, Jennifer S./Chen, Jie-Qi (2012): Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Construct Validity of a New Teacher Interview. In: *Journal of Research in Childhood Education*, 26. Jg., H. 3, S. 291–307
- Melhuish, Edward C. (2010): Why children, parents and home learning are important? In: Sylva, Kathy/Melhuish, Edward C./Sammons, Pam/Siraj-Blatchford, Iram/Taggart Brenda (Hrsg.): *Early childhood matters. Evidence from the effective pre-school and primary education project*. London/New York, S. 44–69

- Melhuish, Edward C./Phan, Mai B./Sylva, Kathy/Sammons, Pam/Siraj-Blatchford, Iram/Taggart, Brenda (2008): Effects of the Home Learning Environment and Preschool Center Experience upon Literacy and Numeracy Development in Early Primary School. In: *Journal of Social Issues*, 64. Jg., H. 1, S. 95–114
- Mercer, Neil/Littleton, Karen (2007): Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach. London/New York
- Michalik, Kerstin/Müller, Hans-Joachim/Nießeler, Andreas (2014): Philosophie als Bestandteil wissenschaftlicher Grundbildung? Möglichkeiten der Förderung des Wissenschaftsverständnisses in der Grundschule durch das Philosophieren mit Kindern. 2. Aufl. Münster/Berlin
- Minner, Daphne D./Levy, Abigail Jurist/Century, Jeanne (2010): Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 47. Jg., H. 4, S. 474–496
- Mischo, Christoph/Fröhlich-Gildhoff, Klaus (2011): Professionalisierung und Professionsentwicklung im Bereich der frühen Bildung. In: *Frühe Bildung*, H. 0, S. 4–12
- Mischo, Christoph/Wahl, Stefan/Hendler, Jessica/Strohmer, Janina (2012): Pädagogische Orientierungen angehender frühpädagogischer Fachkräfte an Fachschulen und Hochschulen. In: *Frühe Bildung*, 1. Jg., H. 1, S. 34–44
- Möller, Kornelia/Steffensky, Mirjam (2010): Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern. In: Leuchter, Miriam (Hrsg.): *Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*. Seelze, S. 163–178
- Morgan, Paul L./Farkas, George/Hillemeier, Marianne M./Maczuga, Steve (2016): Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. In: *Educational Researcher*, 45. Jg., H. 1, S. 18–35
- National Research Council (2012): A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D. C.
- Nayfeld, Irena/Brenneman, Kimberly/Gelman, Rochel (2011): Science in the Classroom: Finding a Balance between Autonomous Exploration and Teacher-Led Instruction in Preschool Settings. In: *Early Education and Development*, 22 Jg., H. 6, S. 970–988
- NICHD ECCRN – NICHD Early Child Care Research Network (2005): Predicting individual differences in attention, memory, and planning in first graders from experiences at home, child care, and school. In: *Developmental Psychology*, 41. Jg., H. 1, S. 99–114
- Norris, Stephen P./Phillips, Linda M. (2003): How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. In: *Science Education*, 87. Jg., H. 2, S. 224–240
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2010): The nature of learning: Using research to inspire practice. Paris
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2016): PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris
- Oppermann, Elisa/Anders, Yvonne/Hachfeld, Axinja (2016): The influence of preschool teachers' content knowledge and mathematical ability beliefs on their sensitivity to mathematics in children's play. In: *Teaching and Teacher Education*, H. 58, S. 174–184
- Oppermann, Elisa/Brunner, Martin/Eccles, Jacquelynne S./Anders, Yvonne (im Erscheinen): Uncovering Young Children's Motivational Beliefs about Learning Science. In: *Journal of Research in Science Teaching*
- Osborne, Jonathan/Dillon, Justin (2008): Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. London
- Osborne, Jonathan/Collins, Sue/Ratcliffe, Mary/Millar, Robin/Duschl, Rick (2003): What „ideas-about-science“ should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 40. Jg., H. 7, S. 692–720
- Pahnke, Janna/Pauen, Sabine (2012): Entwicklung mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen in der frühen Kindheit. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 4*. Schaffhausen, S. 17–68
- Patrick, Helen/Mantzicopoulos, Panayota (2015): Young Children's Motivation for Learning Science. In: Trundle, Kathy Cabe/Sackes, Mesut (Hrsg.): *Research in early childhood science education*. Dordrecht/Heidelberg/New York, S. 7–34

- Patrick, Helen/Mantzicopoulos, Panayota/Samarapungavan, Ala (2009): Motivation for Learning Science in Kindergarten: Is There a Gender Gap and Does Integrated Inquiry and Literacy Instruction Make a Difference. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 46. Jg., H. 2, S. 166–191
- Pedaste, Margus/Mäeots, Mario/Siiman, Leo A./Jong, Ton de/Riesen, Siswa A. N. van/Kamp, Ellen T./Manoli, Constantinos C./Zacharia, Zacharias C./Tsourlidaki, Eleftheria (2015): Phases of inquiry-based learning. Definitions and the inquiry cycle. In: *Educational Research Review*, H. 14, S. 47–61
- Peter-Koop, Andrea (2009): Orientierungspläne Mathematik für den Elementarbereich – ein Überblick. In: Heinze, Aiso/Grüßing, Meike (Hrsg.): *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium. Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht*. Münster/New York/München/Berlin, S. 47–52
- Piaget, Jean (1974): *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde*. Stuttgart
- Piaget, Jean/Inhelder, Bärbel (1977): *Von der Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden*. Olten
- Pianta, Robert C./Hamre, Bridget K. (2009): Conceptualization, Measurement, and Improvement of Classroom Processes: Standardized Observation Can Leverage Capacity. In: *Educational Researcher*, 38. Jg., H. 2, S. 109–119
- Pianta, Robert C./La Paro, Karen M./Hamre, Bridget K. (2012): *Classroom Assessment Scoring System (CLASS) manual PRE-K*. Baltimore, MD
- Piasta, Shayne B./Pelatti, Christina Yeager/Miller, Heather Lynne (2014): Mathematics and Science Learning Opportunities in Preschool Classrooms. In: *Early Education and Development*, 25. Jg., H. 4, S. 445–468
- Piasta, Shayne B./Logan, Jessica A. R./Pelatti, Christina Yeager/Capps, Janet L./Petrill, Stephen A. (2015): Professional Development for Early Childhood Educators: Efforts to Improve Math and Science Learning Opportunities in Early Childhood Classrooms. In: *Journal of Educational Psychology*, 107. Jg., H. 2, S. 407–422
- Piekny, Jeanette/Mähler, Claudia (2013): Scientific reasoning in early and middle childhood. The development of domain-general evidence evaluation, experimentation, and hypothesis generation skills. In: *British Journal of Developmental Psychology*, 31. Jg., H. 2, S. 153–179
- Piekny, Jeanette/Grube, Dietmar/Mähler, Claudia (2012): The Development of Experimentation and Evidence Evaluation Skills at Preschool Age. In: *International Journal of Science Education*, 36. Jg., H. 2, S. 334–354
- Quinn, David M. (2015): Kindergarten Black-White Test Score Gaps: Re-examining the Roles of Socioeconomic Status and School Quality with New Data. In: *Sociology of Education*, 88. Jg., H. 2, S. 120–139
- Quinn, Paul C. (2010): Born to categorize. In: Goswami, Usha C. (Hrsg.): *Blackwell handbooks of developmental psychology. The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development*. 2. Aufl. Malden, MA, S. 129–152
- Rank, Astrid/Scholz, Markus (2017): Inklusion im Sachunterricht – Unterricht planen und durchführen. In: Hellmich, Frank/Blumberg, Eva (Hrsg.): *Inklusiver Unterricht in der Grundschule*. Stuttgart, S. 313–321
- Reusser, Kurt (2014): Kompetenzorientierung als Leitbegriff der Didaktik. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 32. Jg., H. 3, S. 325–339
- Rittle-Johnson, Bethany/Star, Jon R. (2009): Compared with what? The effects of different comparisons on conceptual knowledge and procedural flexibility for equation solving. In: *Journal of Educational Psychology*, 101. Jg., H. 3, S. 529–544
- Roßbach, Hans-Günther/Kluczniok, Katharina/Kuger, Susanne (2008): Auswirkungen eines Kindergartenbesuchs auf den kognitiv-leistungsbezogenen Entwicklungsstand von Kindern. In: Roßbach, Hans-Günther (Hrsg.): *Frühpädagogische Förderung in Institutionen*. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 11, S. 139–158
- Roux, Susanna/Tietze, Wolfgang (2007): Effekte und Sicherung von (Bildungs-)Qualität in Kindertageseinrichtungen. In: *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 27. Jg., H. 4, S. 367–384
- Saalebach, Henrik/Grabner, Roland H./Stern, Elsbeth (2013): Lernen als kritischer Mechanismus geistiger Entwicklung: Kognitionspsychologische und neurowissenschaftliche Grundlagen frühkindlicher Bildung. In: Stamm, Margrit/Edelmann, Doris (Hrsg.): *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung*. Wiesbaden, S. 97–112
- Sačkes, Mesut (2013): Children's Competencies in Process Skills in Kindergarten and Their Impact on Academic Achievement in Third Grade. In: *Early Education and Development*, 24. Jg., H. 5, S. 704–720

- Sadler, Troy D./Barab, Sasha A./Scott, Brianna (2007): What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? In: *Research in Science Education*, 37. Jg., H. 4, S. 371–391
- Samarapungavan, Ala/Patrick, Helen/Mantzicopoulos, Panayota (2011): What Kindergarten Students Learn in Inquiry-Based Science Classrooms. In: *Cognition and Instruction*, 29. Jg., H. 4, S. 416–470
- Schäfer, Gerhard E. (2005): Bildungsprozesse im Kindesalter. Selbstbildung, Erfahrung und Lernen in der frühen Kindheit. 3. Aufl. Weinheim/München
- Schäfer, Gerhard E. (2014): Was ist frühkindliche Bildung? Kindlicher Anfängergeist in einer Kultur des Lernens. 2. Aufl. Weinheim/München
- Schelle, Regine (2011): Die Bedeutung der Fachkraft im frühkindlichen Bildungsprozess. Didaktik im Elementarbereich. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 18. München
- Schiepe-Tiska, Anja/Simm, Inga/Schmidtner, Stefanie (2016): Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In: Reiss, Kristina/Sälzer, Christine/Schiepe-Tiska, Anja/Klieme, Echard/Köller, Olaf (Hrsg.): PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster, S. 99–132
- Schneider, Michael/Hardy, Ilonca (2013): Profiles of inconsistent knowledge in children's pathways of conceptual change. In: *Developmental Psychology*, 49. Jg., H. 9, S. 1639–1649
- Schneider, Wolfgang/Niklas, Frank (2017): Kognitive Entwicklung. In: Petermann, Franz/Wiedebusch, Silvia (Hrsg.): *Praxishandbuch Kindergarten*. Göttingen, S. 15–39
- Schneider, Wolfgang/Kuspert, Petra/Roth, Ellen/Visé, Mechthild/Marx, Harald (1997): Short- and long-term effects of training phonological awareness in kindergarten: evidence from two German studies. In: *Journal of Experimental Child Psychology*, 66. Jg., H. 3, S. 311–340
- Schweizer, Susanne (2009): Biodiversitätsbildung im Kindergarten. Konzept – Bildungsmaßnahme – Evaluation. Dissertation. Universität Göttingen
- Seitz, Simone (2008): Leitlinien didaktischen Handelns. In: *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 59. Jg., H. 6, S. 226–233
- Shamos, Morris H. (2002): Durch Prozesse ein Bewusstsein für die Naturwissenschaften entwickeln. In: Gräber, Wolfgang/Nentwig, Peter/Koballa, Thomas/Evans, Robert H. (Hrsg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden, S. 44–68
- Shulman, Lee S. (1987): Knowledge and teaching. Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Review*, 57. Jg., H. 1, S. 1–22
- Simpkins, Sandra D./Davis-Kean, Pamela E./Eccles, Jacquelynne S. (2005): Parents' Socializing Behavior and Children's Participation in Math, Science, and Computer Out-of-School Activities. In: *Applied Developmental Science*, 9. Jg., H. 1, S. 14–30
- Siraj, Iram/Kingston, Denise/Melhuish, Edward C. (2015): Assessing Quality in Early Childhood Education and Care. Sustained Shared Thinking and Emotional Well-being (SSTEW) Scale for 2–5-year-olds provision. London
- Siraj-Blatchford, Iram/Manni, Laura (2008): „Would you like to tidy up now?“ An analysis of adult questioning in the English Foundation Stage. In: *Early Years*, 28. Jg., H. 1, S. 5–22
- Siraj-Blatchford, Iram/Sylva, Kathy/Muttock, Stella/Gilten, Rose/Bell, Danny (2002): *Researching Effective Pedagogy in the Early Years*. Oxford, UK
- Slot, Pauline L./Lerkanen, Marja-Kristiina/Leseman, Paul P. M. (2015a): The relations between structural quality and process quality in European early childhood education and care provisions: secondary analyses of large scale studies in five countries. CARE: Curriculum and Quality Analysis and Impact Review of European Early Childhood Education and Care. Utrecht
- Slot, Pauline L./Leseman, Paul P. M./Verhagen, Josje/Mulder, Hanna (2015b): Associations between structural quality aspects and process quality in Dutch early childhood education and care settings. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 33. Jg., H. 4, S. 64–76
- Sodian, Beate (2012): Denken. In: Schneider, Wolfgang/Lindenberger, Ulman (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. 7. Aufl. Weinheim/Basel, S. 385–412
- Sodian, Beate/Mayer, Daniela (2013): Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Vor- und Grundschulalter. In: Stamm, Margrit/Edelmann, Doris (Hrsg.): *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung*. Wiesbaden, S. 617–631
- Sodian, Beate/Zaitchik, Deborah/Carey, Susan (1991): Young Children's Differentiation of Hypothetical Beliefs from Evidence. In: *Child Development*, 62. Jg., H. 4, S. 753–766
- Sonnenschein, Susan/Munsterman, Kimberly (2002): The influence of home-based reading interactions

- on 5-year-olds' reading motivations and early literacy development. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 17. Jg., H. 3, S. 318–337
- Spelke, Elizabeth S./Katz, Gary/Purcell, Susan E./Ehrlich, Sheryl M./Breinlinger, Karen (1994): Early knowledge of object motion: continuity and inertia. In: *Cognition*, 51. Jg., H. 2, S. 131–176
- Spreckelsen, Kay (1997): Phänomenkreise als Verstehenshilfen. In: Köhnlein, Walter/Marquardt-Mau, Brunhilde/Schreier, Helmut (Hrsg.): *Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt*. Bad Heilbrunn, S. 111–127
- Staub, Fritz C./Stern, Elsbeth (2002): The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. In: *Journal of Educational Psychology*, 94. Jg., H. 2, S. 344–355
- Steffensky, Mirjam/Hardy, Ilonca (2013): *Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen*. Elementarbereich. Seelze
- Steffensky, Mirjam/Kleickmann, Thilo/Kasper, Daniel/Köller, Olaf (2016): Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Wendt, Heike/Bos, Wilfried/Selter, Christoph/Köller, Olaf/Schwippert, Knut/Kasper, Daniel (Hrsg.): *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster, S. 133–184
- Steffensky, Mirjam/Lankes, Eva-Maria/Carstensen, Claus H./Nölke, Christina (2012): Alltagssituationen und Experimente: Was sind geeignete naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten für Kindergartenkinder? In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15. Jg., H. 1, S. 37–54
- Steffensky, Mirjam/Anders, Yvonne/Barenthien, Julia/Hardy, Ilonca/Leuchter, Miriam/Oppermann, Elisa/Taskinen, Päivi/Ziegler, Tobias (im Erscheinen): *Wirkungen früher naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von Fachkräften und Kindern. Abschlussbericht des Projektes „Early Steps into Science (EASI-science)“*. Schaffhausen
- Strehmel, Petra/Ulber, Daniela (2014): *Leitung von Kindertageseinrichtungen*. Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte, WiFF Expertisen, Band 39. München
- Stuck, Andrea/Kammermeyer, Gisela/Roux, Susanna (2016): The reliability and structure of the Classroom Assessment Scoring System in German pre-schools. In: *European Early Childhood Education Research Journal*, 24. Jg., H. 6, S. 873–894
- Sylva, Kathy/Siraj-Blatchford, Iram/Taggart, Brenda (2010): *ECERS-E: the early childhood environment rating scale. Curricular extension to ECERS-R*. London
- Sylva, Kathy/Melhuish, Edward C./Sammons, Pam/Siraj-Blatchford, Iram/Taggart, Brenda (2004): *The Effective Provision of Pre-School Education (EPPE) Project: Final Report*. Nottingham
- Sylva, Kathy/Sammons, Pam/Chan, Lydia L. S./Melhuish, Edward C./Siraj-Blatchford, Iram/Taggart, Brenda (2013): The effects of early experiences at home and pre-school on gains in English and mathematics in primary school: a multilevel study in England. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16. Jg., H. 2, S. 277–301
- Sylva, Kathy/Taggart, Brenda/Siraj-Blatchford, Iram/Totsika, Vasiliki/Ereky-Stevens, Katharina/Gilden, Rose/Bell, Daniel (2007): Curricular quality and day-to-day learning activities in pre-school. In: *International Journal of Early Years Education*, 15. Jg., H. 1, S. 49–65
- Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hrsg.) (2014): *Lehrplan für die Fachschule. Fachbereich: Sozialwesen, Fachrichtung: Sozialpädagogik*. Erfurt
- Tietze, Wolfgang (1998): *Wie gut sind unsere Kindergärten? Eine Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen Kindergärten*. Neuwied
- Tietze, Wolfgang (2008): *Qualitätssicherung im Elementarbereich*. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 53. Beiheft, S. 16–35
- Tietze, Wolfgang/Schuster, Käthe-Maria/Grenner, Katja/Roßbach, Hans-Günther (2007): *Kindergarten-Skala (KES-R). Feststellung und Unterstützung pädagogischer Qualität in Kindergärten*. 3. überarb. Aufl. Berlin
- Tietze, Wolfgang/Becker-Stoll, Fabienne/Bensel, Joachim/Eckhardt, Andrea G./Haug-Schnabel, Gabriele/Kalicki, Bernhard/Keller, Heidi (Hrsg.) (2013): *Nationale Untersuchung zur Bildung, Betreuung und Erziehung in der frühen Kindheit (NUBBEK)*. Kiliansroda
- Tirosh, Dina/Tsamir, Pessia/Levenson, Esther/Tabach, Michal (2011): From preschool teachers' professional development to children's knowledge: comparing sets. In: *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14. Jg., H. 2, S. 113–131
- Tomasello, Michael (1999): *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, MA

- Tournier, Maike (2016): Kognitiv anregende Fachkraft-Kind-Interaktionen im Elementarbereich: Eine qualitativ-quantitative Videostudie. Münster
- Trundle, Kathy Cabe/Sağkes, Mesut (2012): Science and early education. In: Pianta, Robert C./Barnett, W. Steven/Justice, Laura M./Sheridan, Susan M. (Hrsg.): Handbook of early childhood education. New York, S. 240–258
- Trundle, Kathy Cabe/Sağkes, Mesut (2015): Research in early childhood science education. Dordrecht/Heidelberg/New York
- Tu, Tsunghui (2006): Preschool Science Environment: What is Available in a Preschool Classroom? In: Early Childhood Education Journal, 33. Jg., H. 4, S. 245–251
- University of California Museum of Paleontology (2017): Understanding Science. <http://www.understanding-science.org> (Zugriff: 03.01.2017)
- Vandell, Deborah Lowe/Belsky, Jay/Burchinal, Margaret/Steinberg, Laurence/Vandergrift, Nathan/NICHD Early Child Care Research Network (2010): Do Effects of Early Child Care Extend to Age 15 Years? Results From the NICHD Study of Early Child Care and Youth Development. In: Child Development, 81. Jg., H. 3, S. 737–756
- Vick Whittaker, Jessica/Kinzie, Mable B./Williford, Amanda/DeCoster, Jamie (2016): Effects of My Teaching-Partner-Math/Science on Teacher-Child Interactions in Prekindergarten Classrooms. In: Early Education and Development, 27. Jg., H. 1, S. 110–127
- Vosniadou, Stella (2008): Conceptual Change Research: An Introduction. In: Vosniadou, Stella (Hrsg.): International Handbook of Research on Conceptual Change. New York, S. XIII–XXVIII
- Vosniadou, Stella/Brewer, William F. (1992): Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. In: Cognitive Psychology, 24. Jg., H. 4, S. 535–585
- Vosniadou, Stella/Vamvakoussi, Xenia/Skopeliti, Irini (2008): The framework theory approach to the problem of conceptual change. In: Vosniadou, Stella (Hrsg.): International Handbook of Research on Conceptual Change. New York, S. 3–34
- Vosniadou, Stella/Ionnides, Christos/Dimitrakopoulou, Aggeliki/Papademetriou, Efi (2001): Designing learning environments to promote conceptual change in science. In: Learning and Instruction, 11. Jg., H. 4, S. 381–419
- Vygotsky, Lev S. (1962): Thought and Language. Cambridge, MA
- Vygotsky, Lev S. (1978): Mind in Society. Cambridge, MA
- Wadepohl, Heike (2015): Professionelles Handeln von frühpädagogischen Fachkräften. http://www.kita-fachtexte.de/uploads/media/KiTaFT_Wadepohl_2015.pdf (Zugriff: 26.06.17)
- Wadepohl, Heike/Mackowiak, Katja/Bosshart, Susanne/Billmeier, Ursula/Burkhardt Bossi, Carine/Dieck, Margarete/Gierl, Katharina/Hüttel, Caroline/Janßen, Martina/Kauertz, Alexander/Kucharz, Diemut/Lieger, Catherine/Lindenfelser, Christoph/Rathgeb-Schnierer, Elisabeth/Tournier, Maike/Zioli, Sergio (2014): Das Forschungsprojekt PRIMEL: Fragestellung und Methode. In: Kucharz, Diemut/Mackowiak, Katja/Zioli, Sergio/Kauertz, Alexander/Rathgeb-Schnierer, Elisabeth/Dieck, Margarete (Hrsg.): Professionelles Handeln im Elementarbereich. Eine deutsch-schweizerische Videostudie. Münster, S. 49–83
- Watts, Tyler W./Duncan, Greg J./Siegler, Robert S./Davis-Kean, Pamela E. (2014): What's Past is Prologue: Relations Between Early Mathematics Knowledge and High School Achievement. In: Educational Researcher, 43. Jg., H. 7, S. 352–360
- Weinert, Franz Emanuel (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, Franz Emanuel (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim/Basel, S. 17–31
- Weinert, Franz Emanuel/Helmke, Andreas (1997): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim
- Weinert, Sabine/Ebert, Susanne (2013): Spracherwerb im Vorschulalter. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 16. Jg., H. 2, S. 303–332
- White, Barbara Y./Frederiksen, John R. (1998): Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. In: Cognition and Instruction, 16. Jg., H. 1, S. 3–118
- Wilkening, Friedrich/Huber, Susanne/Cacchione, Trix (2006): Intuitive Physik im Kindesalter. In: Birbaumer, Niels/Frey, Dieter/Kuhl, Julius/Schneider, Wolfgang/Schwarzer, Ralf (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C, Theorie und Forschung: Kognitive Entwicklung. Göttingen/Bern/Toronto/Seattle, S. 825–860
- Windschitl, Mark/Thompson, Jessica/Braaten, Melissa/Stroupe, David (2012): Proposing a core set of instruc-

- tional practices and tools for teachers of science. In: Science Education, 96. Jg., H. 5, S. 878–903
- Wood, David/Bruner, Jerome S./Ross, Gail (1976): The role of tutoring in problem solving. In: Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 17. Jg., S. 89–100
- Zimmer, Renate (2013): Bildung durch Bewegung – Motorische Entwicklungsförderung. In: Stamm, Margrit/Edelmann, Doris (Hrsg.): Handbuch frühkindliche Bildungsforschung. Wiesbaden
- Zimmermann, Monika (2014): Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. Eine Integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen. Berlin

9 Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zwei konstituierende Merkmale der Naturwissenschaften	12
Abbildung 2: Übergeordnete Konzepte der Naturwissenschaften	14
Abbildung 3: Die vier wesentlichen Phasen eines Forschungszyklus'	18
Abbildung 4: Perspektiven des Sachunterrichts im Primarbereich	30
Abbildung 5: Angebots-Nutzungs-Modell für institutionelle (oben) und häusliche (unten) Entwicklungsprozesse, in Anlehnung an strukturell-prozessuale Qualitätsmodelle	33
Abbildung 6: Vorstellungen von Kindern zur Erde als Kugel	35
Abbildung 7: Bereiche der pädagogischen Qualität von Kindertageseinrichtungen mit naturwissenschaftsspezifischen Beispielen	37
Abbildung 8: Phasen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung bei Kindern im Elementarbereich	41
Abbildung 9: Kompetenzmodell für frühpädagogische Fachkräfte	46
Abbildung 10: Wirkebenen von Fortbildungen	50

Zur Autorin



Mirjam Steffensky

hat Chemie an den Universitäten Hamburg und Newcastle (UK) studiert, über chemische Signalstoffe von Spinnen promoviert und war im Anschluss zwei Jahre in einem Fachverlag als Redakteurin tätig. Seit 2011 ist sie Professorin für Chemie-Didaktik (Schwerpunkt frühe naturwissenschaftliche Bildung) am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel, wo sie auch Sprecherin der Forschungslinie „Bildungsprozesse im Elementarbereich“ ist. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen auf der naturwissenschaftlichen (professionellen) Kompetenz von Kindern in Kindertageseinrichtungen sowie frühpädagogischen Fachkräften und Grundschullehrkräften.



Kinder sind oft wissbegierig und erkunden ihre natürliche Umwelt mit großem Eifer. Frühe naturwissenschaftliche Bildung zielt darauf, diese kindliche Neugier wahrzunehmen und für die Entwicklung eines nachhaltigen Erkenntnisinteresses zu nutzen. Dabei sollen jedoch nicht schulische Inhalte in die Kindertageseinrichtung vorverlagert, sondern eine altersgerechte Auseinandersetzung mit der belebten und unbelebten Natur ermöglicht werden: Gelingt es, alltägliche Naturerscheinungen als Lerngelegenheiten zu nutzen, können nicht nur der Forscherdrang der Kinder unterstützt und ihr Selbstvertrauen gestärkt, sondern auch bereits früh naturwissenschaftliche Ideen und Vorgehensweisen kennengelernt werden.

In der vorliegenden Grundlagenexpertise widmet sich Mirjam Steffensky dem Thema in seinen vielfältigen Bezügen zur Frühpädagogik und Naturwissenschaftsdidaktik. Die Autorin gibt einen Überblick über die aktuellen Forschungsbefunde zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung, analysiert die Rolle der Naturwissenschaften in den Bildungsplänen und diskutiert schließlich die Anschlussfähigkeit der Elementar- zur Primärpädagogik. Abschließend umreißt sie Herausforderungen, die sich bei der Umsetzung naturwissenschaftlicher Bildung in der Kita für die frühpädagogischen Fachkräfte ergeben, und formuliert zukünftige Aufgaben für die Praxis.