

Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Zur Bedeutung der Sprache für die Konzeptentwicklung

Die frühe naturwissenschaftliche Bildung erfährt seit einigen Jahren Aufmerksamkeit in Bildungsforschung, Bildungspraxis und Bildungsadministration. Naturwissenschaftliche Bildung, verstanden als *Scientific Literacy*, zielt auf die Teilhabe von Individuen an gesellschaftlichen Prozessen, Entscheidungsfindungen und informierten Handlungen (z.B. Labudde & Möller, 2012) und umfasst auch frühe Bildungserfahrungen von Kindern zwischen vier und sechs Jahren als Grundlage für domänenspezifische Lernentwicklungen in der Schulzeit. Die Ziele einer frühen naturwissenschaftlichen Bildung im Rahmen institutionalisierten Lernens in der Kindertagesstätte (KiTa) werden dabei multikriterial gefasst und betreffen das Aufgreifen von kindlichen Erfahrungen mit Phänomenen der Umwelt, die Entwicklung von naturwissenschaftlichem Begriffswissen sowie prozessbezogenem Wissen und die Entwicklung von Interessen, Lernfreude und Selbstwirksamkeit (z.B. Steffensky, 2017). Die Ziele und spezifischen Inhalte der frühen naturwissenschaftlichen Bildung werden in entsprechenden Bildungsplänen der Bundesländer zusammengefasst, wobei Umfang und Tiefe des angestrebten begrifflichen Wissens unterschiedlich ausgelegt werden. Aus Untersuchungen zur frühen naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland ist bekannt, dass trotz gemeinsamer übergreifender Zielsetzungen die Häufigkeit und die Qualität der Umsetzung eher gering sind (Kucharz et al., 2014; Steffensky, 2017). Insbesondere hat sich die kognitiv aktivierende und längerfristig anregende Begleitung von Lernprozessen als Herausforderung für das pädagogische Fachpersonal herausgestellt. Dabei weisen diverse empirische Untersuchungen auf die Bedeutung der Qualität und Quantität sprachlicher Interaktionen für die sprachliche und kognitive Entwicklung von Kindern hin, die auch für die naturwissenschaftliche Domäne von Relevanz sind (z.B. Kempert, Schalk & Saalbach, 2019). In diesem Beitrag soll die Bedeutung der Sprachverwendung im Kontext früher naturwissenschaftlicher Bildung auf unterschiedlichen analytischen Ebenen beschrieben werden. Dabei werden die kindliche Begriffsentwicklung in den Blick genommen und auf dieser Grundlage exemplarische Befunde zur Nutzung von Sprache in Bildungskontexten eingeordnet.

Konzeptuelles Wissen in der frühen Kindheit

Domänenspezifisches Wissen

In einem Zusammenspiel entwicklungspsychologischer, erziehungswissenschaftlicher und fachdidaktischer Forschung konnten Bedingungen für den Erwerb begrifflichen Wissens in unterschiedlichen Altersgruppen und Domänen herausgearbeitet werden. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass Theorien des *Conceptual Change* für die Erklärung der Entwicklung früher kindlicher Vorstellungen tragfähig sind. Sogenanntes Kernwissen wie Wissen zur Gravitation, Solidität, Materie und deren epistemologische Rahmungen in mentalen Modellen können das kindliche Konzeptwissen zu Phänomenen in unterschiedlichen Altersgruppen beschreiben (Carey, 2000; Vosniadou, 2013). Dabei wird konzeptuelles Wissen verstanden als kognitiv repräsentierte, individuelle Vorstellungen, welche zur Strukturierung und Klassifizierung von Gegenständen, Ereignissen oder Sachverhalten herangezogen werden. Der Aufbau einer solchen Wissensstruktur basiert u.a. auf dem Prozess der

Kategorisierung von wahrgenommenen Ähnlichkeiten in der Umwelt. Entsprechende Kategorisierungsprozesse finden bereits im Säuglingsalter statt (Siegler, Eisenberg, DeLoache & Saffran, 2016). Im Alter von drei bis vier Monaten erkennen Säuglinge beispielsweise im Habituations-Dishabituations-Experiment, dass sich Katzen von Hunden und Löwen unterscheiden (Quinn & Eimas, 1996). Zudem finden sich Belege dafür, dass Säuglinge grundlegende Konzepte von Zahl, Objekteigenschaften und Kausalität nutzen, um Kategorien aufzubauen und diese zu differenzieren sowie entsprechende Erwartungen in Bezug auf ihre Umwelt zu bilden. Eine Entwicklung bei der Kategorisierung ist insbesondere bei den wahrgenommenen Merkmalen zu beobachten, welche für die Konstruktion von Ordnungen herangezogen werden. So werden Kategorien ab etwa dem ersten Lebensjahr nicht nur über die perzeptuelle Ähnlichkeit (Farbe, Größe, Form) von Objekten, sondern zunehmend über gemeinsame Funktionen und Strukturen gebildet, so dass definitorische Merkmale abstrahiert werden können (Goswami, 2001). Diese wiederum dienen der Überführung von Basiskategorien in Unter- und Oberbegriffe und führen zum Aufbau einer zunehmend differenzierten konzeptuellen Wissensbasis (vgl. Hardy & Meschede, 2018).

In Bezug auf das bereichsspezifische konzeptuelle Wissen im KiTa-Alter kann zwischen Konzepten der belebten und der unbelebten Natur unterschieden werden (vgl. Leuchter, 2017; Osterhaus, Brandone, Vosniadou & Nicolopoulou, 2020). Zur belebten Natur werden Vorstellungen zu Lebewesen, Evolution, Vererbung und dem Ökosystem gerechnet. Als konstitutiv für Lebewesen werden dabei von jüngeren Kindern sowohl wahrnehmbare Eigenschaften wie Beine und Fortbewegung als auch nicht wahrnehmbare Merkmale wie Verdauung und Vererbung gesehen (Gelman, 2003). Schon drei- bis vierjährige Kinder können unterscheiden, dass nur Pflanzen und Tiere, nicht aber Autos und Fahrräder wachsen können (Mähler, 1999). Dennoch bildet sich eine spezifische biologische Domäne mit der Unterscheidung zwischen Pflanzen als Lebewesen und Menschen als Tieren und den verbundenen Merkmalen von Vererbung, Wachstum und Krankheit erst im beginnenden Grundschulalter heraus. Neben solchen Ausdifferenzierungen zur belebten Natur entwickeln Kinder zunehmend sophistizierte Vorstellungen zur unbelebten Natur, wie solche zur Materie, Kraft, Energie, Zeit und Geschwindigkeit (zsf. Leuchter, 2017; Steffensky, 2017).

Beispielhaft soll dargestellt werden, welche Befunde zum Materialkonzept im KiTa-Alter vorliegen. Mit rezeptiven Aufgabenformaten wurde das spontane Erkennen und Einordnen von Objekten unterschiedlicher Materialien erfasst; mit produktiven Aufgabenformaten sollte hingegen durch Auffordern zur Begriffsbenennung bzw. zu Erklärungen das explizite Materialverständnis erschlossen werden. In der FinK-Studie¹ (Bürgermeister et al., 2022) zeigte sich, dass es bei einem N von 327 Kindern im Alter von 4 bis 6 Jahren große Unterschiede in Bezug auf den Bekanntheitsgrad von Materialien und der Schwierigkeit der Zuordnung gab. Während der Materialbegriff Holz bereits 63% der Kinder und der Materialbegriff Knete sogar 80% der Kinder bekannt waren, galt dies für die Materialien Kork mit 8%, Styropor mit 16% und Wachs mit 11% in deutlich geringerem Ausmaß. In der Regel war es für die Kinder wie erwartet einfacher, rezeptive Aufgaben zu bearbeiten. So waren 71% in der Lage, das Material Metall korrekt zuzuordnen, aber nur 38% konnten die Begriffe Metall oder Eisen nennen (vgl. Bürgermeister et al., 2021). Auch die Begriffe schwimmen und sinken konnten mit 29% bzw. 24% nicht alle Kinder als Synonyme von „geht nach unten“ und „geht nach oben“ benennen. Bei Leuchter, Saalbach & Hardy (2014) wurde anhand

¹ BMBF-Projekt Formatives Assessment in der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung der KiTa, Förderkennzeichen 01NV1724A-D unter Leitung von M. Steffensky, M. Leuchter, H. Saalbach & I. Hardy

produktiver Aufgaben darüber hinaus das Begriffswissen junger Kinder zum Schwimmen und Sinken erfasst und drei grundlegende Erklärungen unterschieden: Gewicht, Form und Material. Vor einer umfassenden Intervention mit vier- bis neunjährigen Kindern (N=266) lag der Hauptanteil von Erklärungen auf dem Gewicht von Gegenständen, während sich dieser in zwei Postbefragungen signifikant reduzierte und die Erklärungen mit Bezug zum Material fast 50% der Antworten ausmachten. Dies zeigt, dass über strukturierte Lerngelegenheiten konzeptuelles Wissen zum Material als wirkmächtige Erklärung für das Phänomen des Schwimmens und Sinkens von Gegenständen aufgebaut werden kann und die Bedeutsamkeit von perzeptuell salienten Merkmalen reduziert wird.

Wissenschaftliches Denken und prozessbezogenes Wissen

Neben dem domänenspezifischen Wissen ist von Interesse, welche Fähigkeiten junge Kinder im Bereich des wissenschaftlichen Denkens aufweisen. Wissenschaftliches Denken wird verstanden als Prozess der Erkenntnisgewinnung aus Beobachtungen der Umgebung, aus Experimenten und aus Datenmustern (Sandoval, Sodian, Koerber & Wong, 2014). Es basiert auf analytischen Prozessen der Integration von empirischer Evidenz mit theoretischen Konstrukten. Kognitive Prozesse wie solche des induktiven und deduktiven Schließens führen wiederum zu Erkenntnisgewinnen, die zur Konstruktion einer domänenspezifischen Wissensbasis beitragen (Kuhn, 2011; Morris, Masnick, Zimmerman & Croker, 2012). Unterschiedliche Klassifizierungen liegen für das wissenschaftliche Denken vor. Allgemein werden das Verständnis von Experimentierstrategien, die Fähigkeit zur Dateninterpretation, das Wissenschaftsverständnis sowie die Theorie-Evidenzunterscheidung als zentrale Komponenten gefasst (zsf. Koerber & Osterhaus, 2019; Leuchter, 2017; Leuchter & Hardy, 2021). Daneben gelten epistemische Aktivitäten wie das Fragen stellen, Beobachten, Untersuchungen planen, Untersuchungen durchführen, Daten sammeln, Messen, Interpretieren und Dokumentieren als grundlegend insbesondere im Rahmen von Zielsetzungen und Gestaltungsprinzipien von Bildungsgelegenheiten. Auch für die frühe naturwissenschaftliche Bildung liegen entsprechende kompetenzbezogene Beschreibungen vor (z.B. Steffensky & Hardy, 2013).

Die Befundlage im Bereich des wissenschaftlichen Denkens bei Kindern im KiTa-Alter wird u.a. bei Zimmerman (2007) und bei Leuchter und Hardy (2021) zusammengefasst. Anders als lange angenommen sind junge Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren in der Lage, Hypothesen zu generieren, Datenmuster zu erkennen und Daten für Schlussfolgerungen zu nutzen (z.B. Köksal-Tuncer & Sodian, 2018). So können sie Aufgaben unter Anwendung der Variablenkontrollstrategie lösen, insbesondere, wenn sie über direkte Instruktion und verbale Maßnahmen unterstützt wurden (van der Graaf, van de Sande, Gijssels & Segers, 2019). Befunde zeigen zudem, dass Vorschulkinder eine Hypothese auf der Grundlage empirischer Daten formulieren und Evidenz und verbale Erklärungen generieren können, welche wiederum für die Falsifikation einer inkorrekten Aussage nötig sind (Köksal-Tuncer & Sodian, 2018; Piekny & Mähler, 2013). Allerdings sind Interpretationen von Kindern in diesem Alter noch davon abhängig, ob die Evidenz mit den eigenen Überzeugungen übereinstimmt (Koerber, Sodian, Thoermer & Nett, 2005). Die Erfassung der Fähigkeit zum wissenschaftlichen Denken wird bei Koerber und Osterhaus (2019) und Osterhaus und Koerber (2023) mit dem Instrument *Science-K* umgesetzt, welches aus dem Grundschulbereich für die vorschulische Altersgruppe adaptiert wurde. Beispielsweise werden Kinder darin anhand von bebilderten Auswahlitems dazu aufgefordert zu entscheiden, welche von drei Fragen wohl von einem Forscher gestellt wurde (Wissenschaftsverständnis), wie es ein Protagonist schaffen kann herauszufinden, ob sein Hund hoch springen kann (Experimentierstrategien) oder welches Bild zeigt, dass eine Aussage bestätigt oder widerlegt

wurde (Dateninterpretation). In einer Querschnittstudie mit N=227 Kindern im Vorschulalter zeigte sich, dass durchschnittlich 36% der Aufgaben zum Wissenschaftsverständnis gelöst wurden, 42% der Aufgaben zu Experimentierstrategien und 50% der Aufgaben zur Dateninterpretation. Die Autor:innen schlussfolgern, dass ab dem Alter von sechs Jahren das wissenschaftliche Denken als globales, eindimensionales Konstrukt reliabel erfassbar ist (Koerber & Osterhaus, 2019). Es zeigte sich zudem, dass das wissenschaftliche Denken durch die individuelle Sprachfähigkeit, die kognitive Grundfähigkeit sowie die *Theory of Mind* vorhergesagt werden konnte ($R^2 = .23$) und dass das domänenspezifische Wissen wiederum durch das wissenschaftliche Denken, die Sprachfähigkeit, die kognitive Grundfähigkeit und die *Theory of Mind* ($R^2 = .32$) vorhersagbar war. Weitere Befunde einer Längsschnittstudie sprechen dafür, dass das wissenschaftliche Denken ab dem Alter von sechs Jahren unter Kontrolle von Intelligenz und Sprachfähigkeit relativ stabil bleibt (Koerber & Osterhaus, 2023).

Es lässt sich zusammenfassen, dass Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren grundlegendes domänenspezifisches Wissen zur belebten und unbelebten Natur aufgebaut haben sowie Prozesse der Hypothesenbildung, der Dateninterpretation und weiterer Erkenntnisgewinnung anwenden können, auch wenn dies nicht konsistent der Fall ist. Auf der Grundlage dieser Befunde soll im Weiteren die Bedeutung der Sprache für die begriffliche Entwicklung betrachtet werden. Eine Reihe von Annahmen und Befunde der fachdidaktischen Unterrichtsforschung weisen auf den Zusammenhang zwischen Sprachverwendung, fachlichem Lernen und Bildungsverläufen hin (vgl. Becker-Mrotzek, Schramm, Thürmann & Vollmer, 2013; Becker-Mrotzek, Gogolin, Roth & Stanat, 2023) und begreifen die Verwendung sprachlicher Mittel als Ausgangspunkt für domänenspezifische Lernprozesse (Prediger & Hardy, 2023; Saalbach & Kempert, 2023).

Die Bedeutung der Sprache aus sozio-kultureller Perspektive

Die sozio-kulturelle Perspektive sieht individuelle kognitive Entwicklung als verschränkt mit dem sozialen und kulturellen Kontext (vgl. Rogoff, 1990; 2003; Tomasello, 2008; Vygotsky, 1978). Rogoff (2003) unterscheidet drei Betrachtungsebenen der Interaktion zwischen Individuum und Kontext: Die Ebene der Appropriation, die Ebene der gelenkten Partizipation und die Ebene der Gemeinschaft. Auf der Ebene der Appropriation wird Lernen als Veränderung eines Individuums als Ergebnis der Auseinandersetzung mit dem sozialen Kontext gesehen. Diese individuelle Aneignungsebene ist fundamental durch Sprache geprägt. Auch nach Tomasello (2008) dient Sprache nicht nur der kognitiven Repräsentation sowie der Explikation von Wissen, sondern auch der Bedeutungskonstruktion im sozialen Austausch. Vygotsky (1978) begründet die Rolle der Sprache unter anderem im Prozess der Internalisierung, also dem Übergang von der interpsychischen zur intrapsychischen Ebene. (Schrift-) Sprache und andere kulturell geteilte Zeichen werden hier als kognitive Werkzeuge verstanden, welche individuelle Denkprozesse ko-konstituieren und langfristig verändern. Auf der zweiten Ebene nach Rogoff (1990) wird Lernen als Prozess der gelenkten Partizipation im zwischenmenschlichen Austausch beschrieben werden. Diese Ebene ist besonders anschlussfähig an die Konstrukte der *Zone der proximalen Entwicklung* sowie des *Scaffolding* (van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010), da die Rolle der verbal vermittelten Unterstützung durch Interaktionspartner:innen für die (domänenspezifische) Konzeptentwicklung adressiert wird (vgl. Kempert, Schalk & Saalbach, 2019). Auf einer dritten, gemeinschaftlich-kulturellen Ebene wird Lernen als Teilhabe an kulturell geprägten Aktivitäten verstanden. Mitglieder einer kulturellen Gemeinschaft entwickeln ihr Verständnis grundlegender Prozesse durch Teilnahme an bzw. Gestaltung von zentralen Diskursen und Aktivitäten, welche Denkweisen, Werthaltungen und Sprachverwendung der Beteiligten umfassen (vgl. auch *Community of*

Learners, Brown & Campione, 1994). Dieser Enkulturationsprozess lässt sich auch auf Bedingungen des schulischen Lernens übertragen und adressiert die Annäherung an die spezifischen handlungsleitenden Denkweisen innerhalb unterschiedlicher Fachkulturen.

Der Zusammenhang zwischen konzeptueller Entwicklung und Sprachverwendung auf unterschiedlichen Analyseebenen

Im Folgenden werden vor dem Hintergrund unterschiedlicher Betrachtungsebenen des Zusammenwirkens von Individuum und Kontext Forschungsergebnisse zusammengefasst, welche die Bedeutung der Sprachverwendung für die Konzeptentwicklung bei jungen Kindern exemplifizieren.

Die Bedeutung der Begriffsverwendung

In Bezug auf die Entwicklung des domänenspezifischen Wissens bei jungen Kindern werden in der Kognitionspsychologie Prozesse der Kategorienbildung hervorgehoben, so beispielsweise bei der Entwicklung räumlicher Orientierung, dem Begriffslernen und den sozialen Vergleichen (Gentner, 2016; Gentner & Hoyos, 2017). Insbesondere geht es bei der Kategorienbildung um das analoge Schließen als einem Spezialfall des induktiven Denkens (Dunbar & Klahr, 2012). Beim analogen Schließen werden auf der Grundlage von Ähnlichkeiten zwischen zwei Gegenständen oder Situationen Schlussfolgerungen abgeleitet, die eine Problemlösung ermöglichen. Das analoge Schließen wurde in der Theorie des *Structural Alignment* theoretisch und empirisch grundgelegt. Die Theorie postuliert, dass die gleichzeitige Präsentation von zwei oder mehr Objekten oder Beispielen dazu führt, dass Vorwissen aktiviert wird, ein Vergleich von Merkmalen vorgenommen wird und über das Erkennen von strukturellen Gemeinsamkeiten Kategorienbildung bzw. -erweiterung erfolgt. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass der strukturelle Vergleich auf zugrundeliegende Merkmale abzielt, die – anders als direkt wahrnehmbare Merkmale bzw. Oberflächenmerkmale - zum Aufbau von Konzeptwissen beitragen. Die Kategorienbildung wird durch die vier kognitiven Prozesse der Abstraktion, Differenzdetektion, Inferenzprojektion und Re-Repräsentation beschrieben. Didaktisch gewendet bedeutet dies, dass die Anregung zu Vergleichsprozessen eine wichtige instruktionale Strategie sein kann, die es schon jungen Kindern ermöglicht, analoge Schlüsse zu ziehen (vgl. Schalk & Ziegler, 2023). So konnten Gentner & Namy (1999) zeigen, dass nach einer entsprechenden Anregung bereits Vierjährige definitorische Gemeinsamkeiten zwischen präsentierten Objekten erkennen konnten, also strukturelle Analogien bildeten, die sie zur Klassifikation von Objekten nutzten. Befunde mit vierjährigen Kindern zeigen auch, dass diese die Gleichheit von relationalen Positionen (z.B. über, unter) in unterschiedlichen Tierbildern erkennen können (Christie & Gentner, 2010). Zudem sind sie in entsprechenden experimentellen Testsituationen in der Lage, Auswahlen auf kategorialer statt auf perzeptueller Basis zu treffen. Dreijährige Kinder haben hingegen mit den genannten Ansprüchen an die Informationsverarbeitung noch Probleme und nehmen entsprechend stärker perzeptuelle, statt kategoriale Zuordnungen vor (Gentner & Rattermann, 1991).

Welche Rolle spielt die Sprachverwendung im Prozess der Kategorienbildung? Mit dem Zitat “A word can function as a promissory note, signaling subtle commonalities that the child does not yet perceive.” (Gentner & Rattermann, 1991, p. 260) unterstreichen die Autor:innen die Bedeutung gemeinsamer Begriffsverwendungen. Erstens hebt die Verwendung gemeinsamer Begrifflichkeiten die strukturellen Gemeinsamkeiten von Objekten bzw. Sachverhalten hervor und triggert damit deren kognitive Verarbeitung und die Bildung von erweiterten Repräsentationen. Zweitens trägt die Verwendung von Begrifflichkeiten zur Festigung von

Konzepten bei, da die entsprechende Repräsentation kognitiv aktiviert wird. Drittens führt die Verwendung von zunehmend spezifischen Begrifflichkeiten zur Ausdifferenzierung von basalen Konzepten. In einer Untersuchung auf der Grundlage dieser theoretischen Annahmen fanden Namy und Gentner (2002), dass die zusätzliche Begriffsverwendung Kindern Hinweise auf die Zugehörigkeit von Objekten zu übergeordneten Kategorien gibt und die Performanz verbessert. Ausgehend von diesen Befunden untersuchten Hardy, Saalbach, Leuchter und Schalk (2020) in zwei Experimenten die Bedeutung des verbalen Labellings in der Domäne Schwimmen und Sinken für den Aufbau des Materialkonzepts bei vier- bis sechsjährigen Kindern. In der Versuchsanordnung wurden Kindern zunächst entweder ein oder zwei Gegenstände (sog. Standards) aus einem Material (Holz, Styropor, Ton, Metall, Plastik, Wachs) präsentiert (ein versus zwei Standards). Dieser Gegenstand bzw. diese beiden Gegenstände wurden dann ins Wasser gelegt, um deren Schwimmverhalten zu demonstrieren. Im Anschluss an diese Ausgangssituation wurde der Sachverhalt entweder mit der Verwendung von Materialbegriffen („Schau, dieser Löffel aus Holz schwimmt.“) oder ohne die Verwendung von Materialbegriffen („Schau, das hier schwimmt.“) beschrieben (Label versus kein Label). Die Aufgabe der Kinder war es nun, aus vier Alternativen diejenige auszuwählen, von der sie annahmen, dass sie sich im Wasser genauso verhalten würde wie der/die Standard/s. („Welches von denen hier schwimmt genauso wie diese/s?“). Die präsentierten Alternativen waren jeweils ein Objekt aus dem gleichen Material wie der/die Standard/s, ein Objekt mit der gleichen Form (Formdistraktor, z.B. ebenfalls ein Löffel), ein Objekt mit extremem Gewicht (Gewichtsdistraktor, z.B. ein sehr leichter Gegenstand) sowie ein Objekt mit extremer Größe (Größendistraktor, z.B. ein sehr kleiner Gegenstand). Zusammenfassend wurden die Distraktoren so gewählt, dass sie perzeptuelle Zuordnungen nahelegten, wenn nicht die zugrundeliegende Gemeinsamkeit des Materials erkannt wurde. In den Experimenten 1 und 2 wurde zudem die Verwendung der Begrifflichkeiten bei der Präsentation der Standards variiert. Zusammenfassend ergab die Studie, dass wie erwartet die Verwendung von zwei Standards die korrekte Wahl der Materialantworten erhöhte. Allerdings ergab sich kein durchgängiger Effekt der Begriffsverwendung. Insbesondere wenn Begriffe nur restriktiv genutzt wurden, überwog der Effekt der Vergleichsobjekte, das heißt, es war bedeutsam, ob nur ein Objekt oder zwei Objekte gezeigt wurden. Wenn Begriffe bei der Beschreibung der Objekte extensiv eingesetzt wurden, dann wurde jedoch auch in der Bedingung mit nur einem Standard das Materialkonzept aktiviert und damit die korrekte Wahl unterstützt.


Insgesamt ergibt sich aus den Studien zum analogen Schließen, dass die Anregung von Vergleichsprozessen für den Aufbau von Konzeptwissen wichtig ist. Diese Anregung kann durch entsprechende Materialien in der Bildungssituation erfolgen, aber auch durch die Verwendung von grundlegenden Begrifflichkeiten, welche das Vorwissen von Kindern aktiviert und dazu beiträgt, dass Repräsentationen aufgebaut und ausdifferenziert werden. Selbstverständlich kann in entsprechenden Bildungskontexten auch der Erwerb von Basiswortschatz unterstützt werden. In der Theorie des *Fast Mappings* wird davon ausgegangen, dass neue Wörter aufgrund grammatikalischer, lexikalischer, pragmatischer oder sozialer Hinweisreize zunächst partiell kognitiv repräsentiert werden und dass über eine Verknüpfung dieser Repräsentationen mit Informationsverarbeitung aus unterschiedlichen Kontexten eine zunehmende Adjustierung einhergeht (Rothweiler & Kauschke, 2007; vgl. auch Oomen-Welke, 2023). Für den Elementarbereich ergibt sich, dass die Verwendung von Begrifflichkeiten sowohl hinsichtlich der Konstruktion von grundlegenden mentalen Kategorien wie des Materials von Bedeutung ist als auch hinsichtlich des Erwerbs von Basiswortschatz. In der Literatur wird zwischen Alltagsbegriffen, bildungssprachlichen Begriffen und fachspezifischen Begriffen unterschieden (vgl. Beck, McKeown & Kucan, 2013). Der sogenannte bildungssprachliche Wortschatz ist durch Komposita, Fremdwörter

bzw. morphologisch komplexe Wörter geprägt. Für das KiTa-Alter kann eine entsprechende Unterscheidung zwischen alltagssprachlichem Wortschatz und bildungssprachlichem Wortschatz anhand unterschiedlicher Sprachregister getroffen werden (Bialystok, Luk, Peets & Yang, 2010; van Kleeck, 2014). Bezogen auf die Entwicklung junger Kinder erscheint es sinnvoll, den Erwerb und die Nutzung von Wortschatz im Kontext des jeweiligen Bildungsangebots zu konzeptualisieren und alltagsintegriert umzusetzen (Kammermeyer & Kucharz, 2023). Studien mit Kindern im Elementar- und Grundschulbereich zeigen, dass Unterricht mit sprachlicher Anreicherung Wirksamkeit für den Aufbau von bildungssprachlichem Wortschatz, Fachwortschatz und Konzepterwerb entfaltet (Bürgermeister et al., 2019; Herrmann, Bürgermeister, Saalbach & Lange-Schubert, 2021; Hong & Diamond, 2012; Leuchter & Saalbach, 2014). Im Projekt FinK wurden vor diesem Hintergrund pädagogische Fachkräfte im Rahmen von Portfolioarbeit durch Karteikarten mit Impulsen für die Bildungsarbeit zum Phänomen Schwimmen und Sinken unterstützt, welche unter anderem die Verwendung eines Basiswortschatzes fokussierten (Hardy, Bürgermeister & Leuchter, im Druck), siehe Abbildung 2.

Scaffolding im Elementarbereich


Merkmale erfolgreicher Bildungsangebote des Elementarbereichs umfassen nach Leuchter (2017) das Anknüpfen an domänenspezifisches Vorwissen, das Aufgreifen der Alltagserfahrungen und individuellen Interessen von Kindern, das situationsspezifische Lernen mit materialen und sprachlichen Hilfen sowie Strukturierungen, Variationen und Wiederholungen des Lerngegenstands. Im Projekt ProfinK² wurden Bildungsangebote zu unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Inhalten und entsprechenden Möglichkeiten für grundlegende und strukturierte Erfahrungen in einem E-Portfolio entwickelt. Beispielsweise finden sich folgende Vorschläge für strukturierte Erfahrungen zum Materialkonzept: Die Kinder werden dazu angeregt, eigene Ordnungen von Objekten aus unterschiedlichen Materialien (Kork, Wachs, Metall, Plastik, Holz etc.) vorzunehmen („Was gehört zusammen?“). Viele Kinder werden dazu tendieren, Objekte nach Form oder Funktion, also perzeptuell salienten Merkmalen zu ordnen. Sie werden durch Impulse der Fachkraft nach Begründungen für ihre Ordnungen gefragt und dazu angeregt, weitere Ordnungsmöglichkeiten zu finden. Hierbei kann die pädagogische Fachkraft neben Denkanstößen auch weitere Ordnungen und Muster zeigen, die sie selbst oder andere Kinder vorgenommen haben und durch diese spezifischen Vergleiche zwischen Gegenständen und Ordnungen anregen. Auch die Vereinfachung oder die Erhöhung des Schwierigkeitsgrads von Ordnungen durch Wegnahme oder Hinzunahme von Gegenständen sind möglich. Intendiert ist neben dem Klassifizieren, Ordnen und Vergleichen eine zunehmende sprachliche Explizitheit des Materialbegriffs, welche sich aus den unterschiedlichen Ordnungen der Gegenstände und entsprechenden Gesprächsanlässen ergibt. In der Umsetzung entsprechender strukturierter Bildungsangebote ist die verbale Mediation der Lernprozesse durch die pädagogische Fachkraft besonders wichtig.

² BMBF-Projekt Förderdiagnostische Professionalisierung in der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung in der KiTa, Förderkennzeichen 01NV2110A-D unter Leitung von M. Steffensky, M. Leuchter, H. Saalbach & I. Hardy



Sequenz 1: Material erkunden
Sprache

1 - B

Relevante Begriffe
 in dieser Sequenz 

Materialbegriffe
<ul style="list-style-type: none"> • Gegenstand *„Ding, Sache“ • Holz, Metall, Plastik (Kork, Knete etc.) • Material * „Zeug, aus dem Sachen gemacht sind“ • ist aus Holz (gemacht) *„sieht aus wie ein Stock/As“ • ist aus Metall *selten wird Metall von Kindern als Stahl bezeichnet, häufiger wird Metall als Eisen bezeichnet • ist aus Styropor *manche Kinder bezeichnen Styropor als Plastik – hier kann man Styropor als eine bestimmte Art von Plastik bezeichnen
(Eigenschaften) beschreibende Begriffe
<ul style="list-style-type: none"> • weich, hart, kalt, warm, leicht, schwer, glatt, rau • ist klein, ist weich... • ist kleiner/ größer/ härter...als • fühlt sich weich, hart, kalt, warm, glatt, rau, schwer, leicht...an • sieht schwarz, glänzend, bunt...aus • gemeinsam (haben)/ Gemeinsamkeit • unterschiedlich sein/ unterscheiden/ Unterschied • ist ähnlich wie.../ ist anders als.../ ist aus...
Prozessbegriffe
<ul style="list-style-type: none"> • berichten, beschreiben, benennen • vergleichen/ Vergleich

*typische kindliche Umschreibungen für die Begriffe

Beschreibungsmöglichkeiten für
 Materialbegriffe

Begriff	Beschreibung
Holz	groß, schwer, dick und fest; klein und zerbrechlich; rau oder glatt, wenn man es abschleift; Bäume sind aus Holz; man kann Möbel daraus machen; man kann Feuer damit machen
Metall	oft glatt und silbern; glänzt; ist oft hart/ fest und man kann es schwer biegen; es geht nicht kaputt, wenn es runterfällt; es gibt leichtes Metall (Alufolie) und schweres Metall (Eisen/ Stahl); Geld ist aus Metall
Plastik	wird in einer Fabrik hergestellt; es kann viele Formen (Legosteine, Strohhalm) und Farben haben (bunt, durchsichtig); es kann weich und hart sein
Styropor	eine Art von Plastik; sehr leicht; man kann Sachen darin verpacken, sodass sie nicht kaputt gehen; Fahrradhelme sind z.T. daraus gemacht
Kork	eine Art Holz; wird aus Baumrinde hergestellt; sehr leicht; meist hell- bzw. dunkelbraun; Korken (Flasche) oder Pinwände sind oft daraus gemacht
Wachs	fest; wenn man es erhitzt, wird es aber weich und schmilzt und man kann es formen; Kerzen sind aus Wachs

Abb.1. Unterstützendes Material zur Sprachverwendung aus dem Projekt FinK (Hardy, Leuchter, Saalbach, Steffensky, Bürgermeister, Junge & Venitz, 2021).

Die verbale Unterstützung von Kindern in Bildungskontexten wird häufig mit dem Konstrukt des *Scaffolding* beschrieben. Im *Scaffolding*-Ansatz nach Gibbons (2002) werden die Formulierung von fachlichen und sprachlichen Lernzielen und eine entsprechende Abstimmung des Curriculums vorgeschlagen. Gibbons (2002) unterscheidet das *Scaffolding* auf der Makroebene und auf der Mikroebene. Die Makroebene umfasst die planerischen Tätigkeiten der Lehrkraft, insbesondere die Bedarfs- und die Lernstandsanalyse. Auf dieser Grundlage werden die spezifischen fachlichen und sprachlichen Lernziele des Unterrichts festgelegt und die Unterrichtsplanung begründet. Bedeutsam ist an dieser Stelle, dass die fachlichen und sprachlichen Lernziele gleichermaßen berücksichtigt werden und der Aufbau von Konzeptwissen im Unterricht durch die Bereitstellung von sprachlichen Hilfen zum Unterrichtsthema konzeptualisiert wird. Die Mikroebene umfasst die Anwendung unterschiedlicher Strategien der Lehrkraft wie des Fragenstellens, der Modellierung, der Rückmeldung sowie der medialen Unterstützung von Bedeutungskonstruktionen (vgl. Gabler et al., 2020). Beispielhaft soll an dieser Stelle die Trainingsstudie von Hardy, Saalbach und Sauer (2019) mit insgesamt 113 Vorschulkindern (86 mehrsprachige Kinder) im Alter von durchschnittlich 6 Jahren beschrieben werden. Es wurden ein Training von insgesamt 90 Minuten an zwei Tagen in Kleingruppen mit je vier Kindern umgesetzt und drei experimentelle Bedingungen realisiert. In der Abfolge des Trainings von Materialerkundungen, Gesprächsphasen und handlungsbezogenen Aktivitäten der Kinder wurden in Gruppe (1) Tandems von ein- und mehrsprachigen Kindern, in Gruppe (2) Tandems von mehrsprachigen Kindern und in Gruppe (3) ein Individualangebot mit jeweils passenden Handlungs- und Gesprächsaufforderungen umgesetzt. Von Interesse war, inwiefern sich in einem kurzen Training sowohl das Konzeptwissen als auch der Wortschatz von Kindern fördern lassen sowie, inwiefern die Zusammensetzung der Kleingruppen zu Unterschieden im Lernerfolg führten. Das Training basierte auf einem materialintensiven Bildungsangebot zum Thema Materialien und Magnetismus, welches einen sequenziellen Aufbau von Basiskonzepten zum Material und seinen Eigenschaften mit dem Schwerpunkt Anziehung und

Abstoßung aufwies. Die Trainingseinheit erfolgte angelehnt an ein Spiralcurriculum zum Thema Magnetismus, welches für den Elementarbereich ausgearbeitet wurde (Steffensky & Hardy, 2013). Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassen: Es zeigten sich signifikante Effekte auf den Erwerb eines Strukturwortschatz und des domänenspezifischen Konzeptwissens im produktiven und im rezeptiven Testformat im Vergleich zu einer untrainierten Kontrollgruppe. Somit erwies sich eine kurze Intervention als wirksam zum Aufbau von Konzeptverständnis und bildungsbezogenem Wortschatz bei mehrsprachigen Vorschulkindern. Allerdings unterschied sich der Trainingserfolg je nach Bedingung. Besonders erfolgreich war die Bedingung, in der sich Kinder individuell mit Vertiefungsaufgaben beschäftigten; ein positiver Einfluss zusätzlicher verbaler Interaktion in Tandems konnte hingegen nicht festgestellt werden. Möglicherweise stellte die Anforderung der gemeinsamen Aushandlung von Ergebnissen in dieser Phase des Wissenserwerb eine zusätzliche kognitive Anforderung für die Kinder dar. Grundsätzlich sprechen Ergebnisse aus weiteren Studien des Elementarbereichs dafür, dass ausgiebige Peerinteraktionen für mehrsprachige Kinder mit geringem Wortschatz besonders wichtig sind (Schmerse, 2021).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Verknüpfung von Bildungsgelegenheiten mit Sprachförpertechniken der pädagogischen Fachkraft im Sinne eines *Scaffolding* für den Aufbau von Konzeptverständnis in unterschiedlichen Domänen bedeutsam ist. Perspektivisch erscheint es besonders wichtig, pädagogische Fachkräfte dabei zu unterstützen, die sprachlichen und domänenspezifischen Lernvoraussetzungen von Kindern bei der Planung und Umsetzung von Bildungsangeboten in den Blick zu nehmen und somit formative diagnostische Prozesse anzuregen (vgl. Venitz et al., 2023).

Sprachhandlungen im Kontext des forschenden Lernens

Neben dem Zugang zu Bildungssituationen über das Konstrukt des *Scaffolding* ist auch die pragmatische Linguistik geeignet, Analyseebenen zum (Unterrichts-)Diskurs aufzuzeigen. Dabei wird dieser in sinnvolle Einheiten unterteilt, die durch einen bestimmten Aufbau und spezifische kommunikative Funktionen gekennzeichnet sind. Entsprechende sog. Sprachhandlungen sind u.a. das Erklären, das Beschreiben, das Begründen oder das Argumentieren (Geist, Lange-Schubert & Dietze, 2017). Hövelbrinks (2014) und Gadow (2016) zeigen in empirischen Untersuchungen zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule, wie Sprachhandlungen mit der Verwendung von bildungssprachlichen Mitteln (z. B. Wortschatz, Strukturen) einhergehen. Besonders geeignet ist dieser Ansatz für analytische Betrachtungen zu prozessbezogenen Kompetenzziele im Kontext von strukturierten Bildungsgelegenheiten. In Bildungs- und Rahmenplänen finden sich Kompetenzbeschreibungen u.a. zum Beschreiben, Begründen, Formulieren, Interpretieren, Modellieren und Argumentieren. Auch für den frühen Bildungsbereich existieren entsprechende Erwartungen zur Versprachlichung, zum Begründen und zum Formulieren von Erwartungen (vgl. Steffensky, 2017). Prediger und Hardy (2023) zeigen in Ausführungen zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Domäne, wie die Schritte des Experimentierens als Sprachhandlungen formuliert und auf fachspezifischen Wortschatz und Redemittel übertragen werden können. Beispielsweise ergibt sich für die Sprachhandlung des Vermutens und des Begründens von Vermutungen die Verwendung von Sprachmitteln wie „Es kann gut sein, dass...“, „Ich glaube/vermute, dass...“, „Ich kenne das von... und deshalb...“, „Das ist so wie..., weil ...“ (S. 176). Gleichzeitig sind gerade die komplexen Sprachhandlungen wie diejenigen des Argumentierens und Begründens auch solche, die in sozialen (fachbezogenen) Kontexten unter Beteiligung von mehreren Interaktionspartner:innen umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund scheint der analytische Ansatz der Sprachhandlungen anschlussfähig an

Rogoffs (2003) Ausführungen zur Bedeutung des sozialen und kulturellen Kontexts für die individuelle Entwicklung.

Ausblick

Die Ausführungen zum kindlichen domänenspezifischen Wissen sowie zu frühen Kompetenzen im wissenschaftlichen Denken stellen in diesem Beitrag die Grundlage für Überlegungen zur Verschränkung von fachlichem Lernen und sozialem Kontext dar. Dabei wurde die Bedeutung der Sprache für die Entwicklung von domänenspezifischem Wissen auf unterschiedlichen Analyseebenen betrachtet. Vor dem Hintergrund der soziokulturellen Perspektive kann aus unterschiedlichen empirischen Studien des Elementarbereichs geschlossen werden, dass für die Kategorienbildung und den Aufbau einer konzeptuellen Wissensbasis eine präzise Sprachverwendung der pädagogischen Fachkraft als Sprachvorbild, aber auch als Impulsgebende für Begriffsdifferenzierung und Anregung komplexer Denkprozesse wie dem Vergleichen und Schlussfolgern unerlässlich ist. Aufbauend auf den Überblickswerken von Leuchter (2017) und Steffensky (2017) bleibt damit für den Elementarbereich insbesondere der Aufbau eines entsprechenden Professionswissen von pädagogischen Fachkräften zur adaptiven sprachlichen Begleitung von Entwicklungsprozessen eine Zielsetzung von Professionalisierungsmaßnahmen.

Literatur

- Beck, I. L., McKeown, M. G., & Kucan, L. (2013). *Bringing words to life: Robust vocabulary instruction*. New York: Guilford Press.
- Becker-Mrotzek, M., Gogolin, I., Roth, H.-J., & Stanat, P. (2023). Grundlagen und normative Perspektiven auf Mehrsprachigkeit. In M. Becker-Mrotzek, I. Gogolin, H.-J. Roth, & P. Stanat (Hrsg.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung*. Münster: Waxmann, 9-26.
- Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. J. (2013). *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Bialystok, E., Luk, G., Peets, K. F., & Sujin, Y. (2010). Receptive vocabulary differences in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13 (4), 525-531.
- Brown, A. & Campione, J. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge: MIT, 229–270.
- Bürgermeister, A., Große, G., Leuchter, M., Studhalter, U., & Saalbach, H. (2019). Interaktion von pädagogischen Fachkräften und Kindern in naturwissenschaftlichen Lerngelegenheiten im Kindergarten. *Frühe Bildung*, 8 (1), 13–21.
- Bürgermeister, A., Steffensky, M., Hardy, I., Leuchter, M., Saalbach, H., Venitz, L., & Junge, K. (2021). Abschlussbericht zum BMBF-Projekt FinK. Unveröffentlichtes Dokument.
- Bürgermeister, A., Venitz, L., Junge, K., Leuchter, M., Steffensky, M., Hardy, I., & Saalbach, H. (2022). Qualifizierung von pädagogischen Fachkräften für die Durchführung eines naturwissenschaftlichen, inklusiven und adaptiven Bildungsangebotes. In A. Strecker, J. Becker, F. Buchhaupt, D. Katzenbach, D. Lutz & M. Urban (Hrsg.), *Qualifizierung für Inklusion: Elementarbereich*. Münster: Waxmann, 79-98.
- Carey, S. (2000). The origin of concepts. *Journal of Cognition and Development*, 1 (1), 37-41.
- Christie, S. & Gentner, D. (2010). Where hypotheses come from: learning new relations by structural alignment. *Journal of Cognitive Development*, 11 (3), 356–373.
- Dunbar, K. & Klahr, D. (2012). Scientific Thinking and Reasoning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*, Oxford: Oxford University Press, 701-718.
- Gabler, K., Mannel, S., Hardy, I., Henschel, S., Heppt, B., Hettmannsperger-Lippolt, S., & Stanat, P. (2020). Fachintegrierte Sprachförderung im Sachunterricht der Grundschule: Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Fortbildungskonzepts auf der Grundlage des Scaffolding-Ansatzes. In C. Titz, S. Weber, H. Wagner, A. Ropeter, S. Geyer, & M. Hasselhorn (Eds.), *Sprach- und Schriftsprachförderung wirksam gestalten. Bildung durch Sprache und Schrift*. Stuttgart: Kohlhammer, 59–83.
- Gadow, A. (2016). *Bildungssprache im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Beschreiben und Erklären von Kindern mit deutscher und anderer Familiensprache*. Berlin: ESV.
- Geist, B., Lange-Schubert, K., & Dietze, S. (2017). Bildungssprachliche Merkmale im Sachunterricht der Grundschule: Theoretische und empirische Annäherungen. In E. Tschirner, J. Möhring, & K. Cothrun (Eds.), *Deutsch als zweite Bildungssprache in MINT-Fächern*. Tübingen: Stauffenburg, 13–54.

- Gelman, S. (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. Oxford: Oxford University Press.
- Gentner, D. (2016). Language as cognitive tool kit: how language supports relational thought. *American Psychologist*, 71 (8), 650–657.
- Gentner, D. & Hoyos, C. (2017). Analogy and abstraction. *Topics in Cognitive Science*, 9 (3), 672–693.
- Gentner, D. & Namy, L. (1999). Comparison in the development of categories. *Cognitive Development*, 14 (4), 487–513.
- Gentner, D. & Rattermann, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. Gelman & J. Byrnes (Eds.), *Perspectives on thought and language: Interrelations in development*. London: Cambridge University Press, 225-277.
- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning: Teaching second language learners in the mainstream classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Goswami, U. (2001). *So denken Kinder*. Bern: Huber.
- Hardy, I., Bürgermeister, A. & Leuchter, M. (im Druck). Portfolios in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung: Bedeutung für die Sprachförderung in inklusiven Kontexten. In E. Blumberg, C. Niederhaus, & A. Mischendahl (Eds.), *Mehrsprachigkeit in der Schule. Sprachbildung im und durch Sachunterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hardy, I., Leuchter, M., Saalbach, H., Steffensky, M., Bürgermeister, A., Junge, K., & Venitz, L. (2021). Handreichung – Überblick und Umsetzungsbeispiele aus dem Projekt FinK. Begleitende Materialien zu einem Bildungsangebot „Schwimmen und Sinken“ für inklusiv arbeitende KiTas. Abrufbar unter: <https://www.qfi-oz.de/index.php/inklusion/libraryFiles/downloadPublic/36>
- Hardy, I. & Meschede, N. (2018). Schülervorstellungen - lern- und entwicklungspsychologische Grundlagen. In M. Adamina, M. Kübler, K. Kalcsics, S. Bietenhard, & E. Engeli (Eds.), "Wie ich mir das denke und vorstelle..." - Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 21-33.
- Hardy, I., Saalbach, H., Leuchter, M., & Schalk, L. (2020). Preschoolers' induction of the concept of material kind to make predictions: The effects of comparison and linguistic labels. *Frontiers in Psychology*, 11:531503, 1-14.
- Hardy, I., Sauer, S., & Saalbach, H. (2019). Frühe sprachliche Bildung im Kontext Naturwissenschaften: Effekt einer Intervention im Kindergarten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66, 196-216.
- Herrmann, A., Bürgermeister, A., Saalbach, H., & Lange-Schubert, K. (2021). Die Bedeutung von Partizipation und Scaffolding für die Leistung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Klassen mit hohem und niedrigem Anteil mehrsprachiger Schüler*innen. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 14 (2), 305-323.
- Hong, S. & Diamond, K. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 295-305.
- Hövelbrinks, B. (2014). *Bildungssprachliche Kompetenz von einsprachig und mehrsprachig aufwachsenden Kindern: Eine vergleichende Studie in naturwissenschaftlicher Lernumgebung des ersten Schuljahres*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Kammermeyer, G. & Kucharz, D. (2023). Sprachliche Bildung im Elementarbereich. In M. Becker-Mrotzek, I. Gogolin, H.-J. Roth, & P. Stanat (Eds.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung*. Münster: Waxmann, 155- 170.
- Kempert, S., Schalk, L., & Saalbach, H. (2019). Übersichtsartikel: Sprache als Werkzeug des Lernens: Ein Überblick zu den kommunikativen und kognitiven Funktionen der Sprache und deren Bedeutung für den fachlichen Wissenserwerb. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66 (3), 176-195.
- Koerber, S. & Osterhaus, C. (2019). Individual differences in early scientific thinking: assessment, cognitive influences, and their relevance for science learning. *Journal of Cognition and Development*, 20 (4), 510-533.
- Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C., & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology*, 64 (3), 141-152.
- Köksal-Tuncer, Ö. & Sodian, B. (2018). The development of scientific reasoning: Hypothesis testing and argumentation from evidence in young children. *Cognitive Development*, 48, 135-145.
- Kucharz, D., Mackowiak, K., Ziroli, S., Kauertz, A., & Rathgeb-Schnierer, E. (2014). *Professionelles Handeln im Elementarbereich (PRIMEL): Eine deutsch-schweizerische Videostudie*. Münster: Waxmann.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), 11-36.
- Leuchter, M. (2017). *Kinder erkunden die Welt. Frühe naturwissenschaftliche Bildung und Förderung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Leuchter, M. & Hardy, I. (2021). Kognitive Prozesse als Grundlage des wissenschaftlichen Denkens und Argumentierens im frühen und mittleren Kindesalter. *Unterrichtswissenschaft*, 49, 17-30.

- Leuchter, M., Saalbach, H., & Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of 'floating and sinking'. *International Journal of Science Education*, 36, 1751-1771.
- Leuchter, M. & Saalbach, H. (2014). Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 117-131.
- Mähler, C. (1999). Naive Theorien im kindlichen Denken. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31 (2), 53-66.
- Morris, B. J., Masnick, A. M., Zimmerman, C., & Coker, S. (2012). The emergence of scientific reasoning. In H. Kloos, B. Morris, & J. Amaral (Eds.), *Current Topics in Children's Learning and Cognition*. IntechOpen, 61-82.
- Namy, L. & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 5-15.
- Oomen-Welke, I. (2023). Frühkindlicher Spracherwerb ein- und mehrsprachig. In M. Becker-Mrotzek, I. Gogolin, H.-J. Roth, & P. Stanat (Eds.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung*. Münster: Waxmann, 83-104.
- Osterhaus, C., Brandone, A. C., Vosniadou, S., & Nicolopoulou, A. (2021). The emergence and development of scientific thinking during the early years: basic processes and supportive contexts. *Frontiers in Psychology*, 12, 629384.
- Osterhaus, C. & Koerber, S. (2023). The complex associations between scientific reasoning and advanced theory of mind. *Child Development*, 94 (1), 18-42.
- Piekny, J. & Maehler, C. (2013). Scientific reasoning in early and middle childhood: The development of domain-general evidence evaluation, experimentation, and hypothesis generation skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 31 (2), 153-179.
- Prediger, S. & Hardy, I. (2023). Fachliches und sprachliches Lernen im matheematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In M. Becker-Mrotzek, I. Gogolin, H.-J. Roth, & P. Stanat (Eds.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung*. Münster: Waxmann, 171-184.
- Quinn, P. C. & Eimas, P. D. (1996). Perceptual cues that permit categorical differentiation of animal species by infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63 (1), 189-211.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Rothweiler, M. & Kauschke, C. (2007). Lexikalischer Erwerb. In H. Schöler & A. Welling (Eds.), *Sonderpädagogik der Sprache*. Göttingen: Hogrefe, 42 - 56.
- Röhner, C., Blümer, H., Hopf, M., Li, M., & Hövelbrinks, B. (2009). *Sprachförderung von Migrantenkindern im Kontext frühen naturwissenschaftlich-technischen Lernens*. Abschlussbericht. Wuppertal: Bergische Universität.
- Saalbach, H. & Kempert, S. (2023). Sprache als wichtigstes Werkzeug der Lehrenden: Verbale Interaktion zur Unterstützung des frühen MINT-Lernens. In M. Schneider, R. Grabner, H. Saalbach, & L. Schalk (Eds.), *Wie guter Unterricht intelligentes Wissen schafft: Handlungswissen aus der Lehr-Lernforschung*. Stuttgart: Kohlhammer, 172-185.
- Sandoval, W. A., Sodian, B., Koerber, S., & Wong, J. (2014). Developing children's early competencies to engage with science. *Educational Psychologist*, 49 (2), 139-152.
- Schalk, L. & Ziegler, E. (2023). Aufgaben lernwirksam sortieren: Über das Vergleichen, Kontrastieren und Verschachteln als wünschenswerte Erschwernisse. In M. Schneider, R. Grabner, H. Saalbach, & L. Schalk (Eds.), *Wie guter Unterricht intelligentes Wissen schafft: Handlungswissen aus der Lehr-Lernforschung*. Stuttgart: Kohlhammer, 100-109.
- Schmerse, D. (2021). Peer effects on early language development in dual language learners. *Child Development*, 92 (5), 2153-2169.
- Siegler, R., Eisenberg, N., DeLoache, J., & Saffran, J. (2016). Theorien der kognitiven Entwicklung. In S. Pauen (Ed.), *Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter*. Berlin: Springer, 117-154.
- Steffensky, M. & Hardy, I. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich denken und arbeiten lernen - Elementarbereich*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Steffensky, M. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen: Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)*. WiFF Expertise: Band 48. Deutsches Jugendinstitut e. V.
- Tomasello, M. (2008). *Origins of Human Communication*. Cambridge: MA: MIT Press.
- van de Pol, J., M. Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22 (3), 271-297.

- van der Graaf, J., van de Sande, E., Gijssels, M., & Segers, E. (2019). A combined approach to strengthen children's scientific thinking: Direct instruction on scientific reasoning and training of teacher's verbal support. *International Journal of Science Education*, 41 (9), 1119-1138.
- van Kleeck, A. (2014). Distinguishing between casual talk and academic talk beginning in the preschool years: An important consideration for speech-language pathologists. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23(4), 724-741.
- Venitz, L., Hardy, I., Steffensky, M., Bürgermeister, A., Junge, K., Saalbach, H., & Leuchter, M. (2023). Einstellungen pädagogischer Fachkräfte in der KiTa zur Bedeutung von formativem Assessment im Kontext der Naturwissenschaften. In A. Buholzer & D. Brovelli (Eds.), *Formatives Assessment: Perspektiven für Unterricht und Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Münster: Waxmann, 205-222.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change in learning and instruction: The framework theory approach. In Vosniadou, S. (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge, 11-30.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.

