

Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule – Aktuelle Befunde und Entwicklungsperspektiven

Franziska Egert



Gefördert vom:



Bundesministerium
für Bildung, Familie, Senioren,
Frauen und Jugend

Partner:

Siemens Stiftung

Dietmar Hopp Stiftung

Dieter Schwarz Stiftung

Franziska Eger

Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule – Aktuelle Befunde und Entwicklungsperspektiven

Herausgeber: Stiftung Kinder forschen

Bitte zitieren als:

Eger, F. (2026). *Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule – Aktuelle Befunde und Entwicklungsperspektiven*. Berlin: Stiftung Kinder forschen.

© 2026 Stiftung Kinder forschen

Titelfoto: René Arnold / © Stiftung Kinder forschen

Inhalt

1	Einführung	4
2	Theoretische Herleitung zur Verknüpfung von Sprach- und MINT-Bildung	5
2.1	Differenzierung und Abgrenzung der Begriffe sprachliche Bildung und Sprachförderung	5
2.2	Differenzierung Schul-, Fach- und Bildungssprache sowie Metasprache	6
2.3	Sprache und deren Bedeutung für MINT-Fähigkeiten	10
2.4	Sprachhandeln der Fach-/Lehrkräfte in der MINT-Bildung	10
2.5	Modell zur verknüpften Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule	11
3	Aktueller Forschungsstand	12
3.1	Effekte von sprachunterstützender MINT-Bildung	13
3.2	Qualität der sprachlich-kognitiven Anregung in MINT-Aktivitäten in Kita und Grundschule	16
3.3	Zusammenhang von sprachlich-kognitiver Anregung in MINT-Aktivitäten mit Sprach- und MINT-Fähigkeiten	18
3.4	Wirksamkeit von Qualifizierungen zur Verknüpfung von Sprach- und MINT-Bildung	20
4	Synergieeffekte	21
5	Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen	22
6	Limitationen	25
7	Literatur	27

1 Einführung

In vielen Theorien zur menschlichen Entwicklung und Lernen (z. B. Bruner, 1966; Gentner, 2016; Humboldt, 1836; Vygotsky, 2012) wird eine enge Verbindung zwischen Sprache und (wissenschaftlichem) Denken angenommen (Kempert et al., 2019; Saalbach & Kempert, 2022; Weinert, 2010), die in mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereichen (MINT) von Bedeutung ist (Prediger & Hardy, 2023). Basierend auf theoretischen Annahmen und empirischen Studien zeigt sich die Verknüpfung von Sprache und MINT auf vielfältige Weise.

(1) Sprachliche Fähigkeiten werden als Voraussetzungen für den Erwerb von MINT-bezogenen Fähigkeiten, wie Wissenserwerb und schlussfolgerndem Denken angenommen (Kempert et al., 2019). Daten des Nationalen Bildungspanels (NEPS) zeigen beispielsweise, dass der rezeptive Wortschatz der bedeutendste Prädiktor für die naturwissenschaftlichen Fähigkeiten im Vorschulalter ist – der Zusammenhang war stärker ausgeprägt als der zum sozioökonomischen Status der Eltern oder zu anderen Struktur- und Prozessmerkmalen der Familie oder frühkindlichen Bildungseinrichtungen (Kähler, 2021). Ähnliches fand sich auch bei Schweizer Vorschulkindern (Studhalter et al., 2021), wobei die eingeschätzten globalen sprachlichen Fähigkeiten in Deutsch mit dem naturwissenschaftlichen Konzeptwissen signifikant korrelierten. Vor allem sind es aber die individuellen (bildungs-)sprachlichen Voraussetzungen, die das MINT-bezogene Lernen im Kita- und Grundschulalter beeinflussen (Ardasheva et al., 2017; Haen et al., 2025a; Heppt et al., 2020).

(2) Zudem deuten einige Untersuchungen darauf hin, dass beispielsweise der Wortschatz oder sprachproduktive Fähigkeiten (u.a. Äußerungslängen) effektiv in naturwissenschaftlichen Bildungsaktivitäten gefördert werden können, wenn diese ein spezifisches Sprachunterstützungskonzept (z. B. Sprachliches Scaffolding, Sprachensible Bildung, Wortschatztraining mit MINT-Fokus) verwenden (Guo et al., 2016; Röhner et al., 2009).

(3) Das Sprachhandeln der Fach-/Lehrkraft steht dabei innerhalb der MINT-Aktivitäten in Kindertageseinrichtungen (Kita) und Grundschule im Fokus. Es wird angenommen, dass sprachförderliche Effekte in MINT-Aktivitäten erzielt werden können, wenn qualitativ hochwertige sprachlich-kognitive Anregung durch die Fachkräfte erfolgt (Bürgermeister et al., 2019; Hardy et al., 2019; Kempert et al., 2019). Das verbale Scaffolding beinhaltet im Kontext des forschenden Lernens neben dem Anleiten von Aufgaben, der Aktivierung von Vorwissen auch die explizite Einforderung von wissenschaftlichen Diskursen anhand verschiedener Diskursformen wie z. B. Begründen, Beschreiben oder Hypothesen formulieren (Leuchter & Saalbach, 2014).

(4) Einige Fortbildungen haben sich dabei als effektives Tool zur erfolgreichen Implementierung sprachsensibler MINT-Bildung im Kontext forschenden Lernens in Kita und Grundschule erwiesen (Henrichs & Leseman, 2014; Kalinowski et al., 2019; 2020; Van Dijk et al., 2019).

Bislang wurde der Forschungsstand für den Kita- und Grundschulbereich jedoch nicht systematisch aufgearbeitet. Ziel der Expertise ist es (1) den aktuellen nationalen und ergänzend den internationalen Forschungsstand zur Verbindung von Sprach- und MINT-Bildung zu analysieren, (2) die Evidenz zur Sprach- und MINT-Bildung zu bewerten und Gelingensbedingungen herauszuarbeiten (3) Synergieeffekte von Sprach- und MINT-Bildung zu identifizieren, und (4) Handlungsempfehlungen für die Praxis und Durchführung von Bildungsangeboten sowie für die Qualifizierung von pädagogischen Fachkräften abzuleiten. Dies erfolgt anhand einer systematischen Literaturrecherche. Differenzierte Analysen des Forschungsstandes beleuchten das Sprachhandeln der Fachkraft genauer, um Erkenntnisse zur Wirksamkeit und die tatsächlichen Potentiale der sprachsensiblen MINT-Bildung aufzuarbeiten. Doch zunächst gilt der Blick auf die zentralen Begriffe der Sprachunterstützung in Kita und Grundschule und deren Einfluss auf kindliche Sprach- und MINT-Fähigkeiten.

2 Theoretische Herleitung zur Verknüpfung von Sprach- und MINT-Bildung

Sprachunterstützung im MINT-Kontext kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. In der aktuellen Diskussion finden sich eine Vielzahl an Begrifflichkeiten, Konzepten und Modellen, die aus unterschiedlichen Professionen stammen. Ihnen gemein ist die Idee, die sprachliche Entwicklung der Kinder zu unterstützen, obgleich ihnen andere Theorien zugrunde liegen.

2.1 Differenzierung und Abgrenzung der Begriffe sprachliche Bildung und Sprachförderung

Im allgemeinen Sprachgebrauch werden die Begriffe sprachliche Bildung und Sprachförderung nicht konsistent verwendet (Kammermeyer & Roux, 2013). Im Verlauf der Zeit haben sich unterschiedliche Definitionen herausgebildet, die sowohl das Verständnis dieser Konzepte als auch deren Verhältnis zueinander betreffen. Ein weitgehender Konsens besteht jedoch darin, dass sprachliche Bildung als ein Angebot verstanden wird, das sich an alle Kinder richtet, während Sprachförderung primär eine selektive Zielgruppe fokussiert, die in verschiedener Hinsicht benachteiligt ist (Kammermeyer & Roux, 2013; Schneider et al., 2012). Beide Herangehensweisen sind gezielt (nicht beiläufig) und ein durchgängiges Prinzip sowie gesetzliche Regelaufgabe von Kitas und Grundschulen (JMK & KMK, 2004; KMK, 2019). Eine systematische Sprachbildung und -förderung im Elementar- und Primarbereich ist bildungsbereich-, fächer- und schulstufenübergreifend angelegt und sollte aus einem Guss sowie progressiv erfolgen (KMK, 2019). Unterrichtsergänzende Angebote und diverse Ganztagsformate bieten hier zusätzliche Potentiale der Sprachbildung (KMK, 2019).

Im Rahmen der Bund-Länder-Initiative „Bildung durch Sprache und Schrift“ wurde eine umfangliche Begriffsfindung durchgeführt, die seitdem im wissenschaftlich-akademischen Kontext die Grundlage der Begriffsbestimmung darstellt. Diese umfasst den frühkindlichen Bereich sowie das Schulalter.

„**Sprachliche Bildung** ist Aufgabe der Bildungsinstitutionen für alle Kinder und Jugendliche. Sie erfolgt alltagsintegriert, aber nicht beiläufig, sondern gezielt. Sprachliche Bildung bezeichnet alle durch das Bildungssystem systematisch angeregten Sprachentwicklungsprozesse und ist allgemeine Aufgabe im Elementarbereich und des Unterrichts in allen Fächern. Die Erzieherin oder Lehrperson greift geeignete Situationen auf, plant und gestaltet sprachlich bildende Kontexte und integriert sprachliche Förderstrategien in das Sprachangebot für alle Kinder und Jugendlichen“ (Schneider et al., 2012, S. 23).

„**Sprachförderung** bezeichnet in Abgrenzung zur sprachlichen Bildung gezielte Fördermaßnahmen, die sich insbesondere an Kinder und Jugendliche mit besonderen Schwierigkeiten oder Entwicklungsverzögerungen richten, die diagnostisch ermittelt wurden. Die Maßnahmen können in der Schule unterrichtsintegriert oder additiv erfolgen. Sprachförderung ist häufig ausgerichtet auf bestimmte Adressatengruppen und basiert auf spezifischen sprachdidaktischen Konzepten und Ansätzen, die den besonderen Förderbedarf berücksichtigen, wie z. B. Kinder mit Deutsch als Zweitsprache. Sprachförderung erfolgt oftmals in der Kleingruppe, aber nicht zwingend, und hat kompensatorische Ziele. Dabei bezeichnet **Sprachförderung** in Abgrenzung zur Lese- und Schreibförderung die Förderung der allgemeinen sprachlichen Fähigkeiten, etwa des Wortschatzes oder der Grammatik. Diese Fähigkeiten werden sowohl im Mündlichen als auch im Schriftlichen benötigt“ (Schneider et al., 2012, S. 23).

Einige Punkte aus den Definitionen von Schneider et al. (2012) finden sich auch in den Leitlinien für wirksame Sprachförderungen von Ruberg und Rothweiler (2012), werden aber durch weitere Aspekte ergänzt. Demnach soll Sprachförderung zielorientiert und entwicklungsproximal gestaltet sein, indem sie sich am natürlichen Verlauf des Spracherwerbs orientiert und gleichzeitig strukturzentriert erfolgt. Sie findet in Situationen statt, in denen implizite Sprachlehrstrategien innerhalb natürlicher Kommunikationsprozesse genutzt werden, Kinder Sprache als Werkzeug zum Erreichen persönlicher Ziele einsetzen und Gesprächsanlässe geschaffen werden, die zum Sprechen anregen sowie thematisch an die Lebenswelt der Kinder anknüpfen. Darüber hinaus muss Sprachförderung systematisch und sprachstandbezogen erfolgen, wobei die diagnostische Erfassung des individuellen Sprachstandes und der Spracherwerbsbedingungen jedes Kindes die Grundlage bildet (Ruberg &

Rotweiler, 2012). Die beiden Begrifflichkeiten lassen sich anhand einer Reihe von Merkmalen differenzieren (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Differenzierung von sprachlicher Bildung und Sprachförderung

Merkmal	Sprachliche Bildung	Sprachförderung
Adressatenkreis	Alle Kinder und Jugendlichen, unabhängig von individuellen Voraussetzungen	Kinder und Jugendliche mit besonderen Bedarfen
Vorgehen	Universell für alle Kinder	Selektiv, auf diagnostisch ermittelten Förderbedarf ausgerichtet
Zielsetzung	Bildungsauftrag als systematische Anregung von Sprachentwicklungsprozessen	Kompensatorische Förderung spezifischer sprachlicher Defizite
Didaktische Ausrichtung	Systematische Nutzung geeigneter Situationen, Planung und Gestaltung sprachlich bildender Kontexte	Spezifische sprachdidaktische Konzepte und Ansätze, zugeschnitten auf Förderbedarf
Strategien	Integration sprachlicher Förderstrategien in allgemeines Sprachangebot	Gezielte Maßnahmen (additiv und/oder alltagsintegriert) zur Förderung von spezifischen und/oder allgemeinen sprachlichen Fähigkeiten

2.2 Differenzierung Schul-, Fach- und Bildungssprache sowie Metasprache

Neben dem Auftrag der Sprachbildung und -förderung als Querschnittsaufgabe aller Bildungsbeteiligten, legte die KMK (2019) bereits vor einigen Jahren die „Stärkung bildungssprachlicher Kompetenzen in der deutschen Sprache“ fest. Demnach sind **bildungssprachliche Kompetenzen** in Deutsch (als leitende Sprache des Schulsystems) eine grundlegende Voraussetzung für gelingende schulische Lernprozesse und Schulerfolg. Doch was genau darunter zu verstehen ist, ist oft nicht so eindeutig. Die Sprachverwendung im Bildungskontext ist dabei durch Sprachhandlungen mit spezifischen Funktionen (wie z. B. Erklären, Erläutern) und durch Sprachmittel (z. B. Fachwortschatz, Phrasen) charakterisiert (Prediger & Hardy, 2023). Der Erwerb (z. B. von themenspezifischem Wortschatz oder syntaktischen Strukturen) kann nicht isoliert erfolgen, sondern ist zweckmäßig und an Lernziele und fachliche Lernaktivitäten geknüpft (ebd.).

Zudem sind andere Begriffe wie Schulsprache oder Fachsprache virulent. Nach Vollmer und Thürmann (2010) ist Schulsprache sowohl die im Unterrichtsfach der dominanten **Schulsprache** vermittelten sprachlichen Fähigkeiten als auch das für den Fachunterricht charakteristische sprachliche Register. Zwischen diesen Bereichen bestehen Überschneidungen, da komplexe kommunikative Anforderungen auftreten, die den sprachlichen Ansprüchen nicht-sprachlicher Fächer entsprechen. Dahingegen ist **Fachsprache** eine Teilmenge der Bildungssprache, die zur effizienten und präzisen Kommunikation und Verständigung in einem Fach dient (Gogolin & Lange, 2010). Insbesondere Fachwortschatz, Fremdwörter und Fachtexte sind domänenspezifisch und werden kaum in anderen Fächern benötigt (Wildemann & Merkert, 2023). Bildungssprache und Fachsprache werden als Lerngegenstand in allen Bildungsbereichen verstanden (Prediger & Hardy, 2023).

Oftmals wird bei der Förderung von Bildungssprache auch über die Bedeutung von **Metasprache** (Metalanguage), also die bewusste Sprache über die Sprache, diskutiert. Nach Schleppegrell (2013) wird der Lernende dabei angeregt, bewusst über sprachliche Strukturen und deren Bedeutungen nachzudenken, was die Entwicklung von bildungssprachlichen Kompetenzen fördert. Sie basiert auf der Theorie der Systematic Functional Linguistic (Halliday & Matthiessen, 2004) und bietet eine funktionale Grammatik, die Sprachformen mit Bedeutung in Gebrauchskontexten verknüpft. Ein Satz ist demnach die Darstellung von Prozessen des Geschehens, Handelns, Wahrnehmens, Sagens, wobei die Kinder in den Prozess eingebunden sind (ebd.). Sprachliche Fähigkeiten sind demnach Register spezifisch und verbunden mit verschiedenen Möglichkeiten,

Sprache unter unterschiedlichen Zwecken zu nutzen. Im Rahmen des Forschenden Lernens in der MINT-Bildung ermöglicht Metasprache das Explizieren fachsprachlicher Strukturen, wodurch Lernende die sprachlichen Mittel (z. B. für Hypothesenbildung, Beschreibung und Argumentation) bewusst reflektieren (Schleppegrell, 2013). Somit lernen Kinder, wie sprachliche Entscheidungen den Sinn von Sätzen oder Texten beeinflussen.

Bildungssprachliche Kompetenzen

Die Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen ist eine Querschnittsaufgabe aller pädagogischen Fach- und Lehrkräfte (KMK, 2019). Sie umfasst die Integration sprachlicher Lernziele in den Fachunterricht, die Nutzung von Fachsprache in authentischen Kontexten und die Unterstützung beim Erwerb typischer Textsorten wie Versuchsprotokolle oder Diagrammbeschreibungen. Eine sprachbewusste MINT-Bildung trägt somit zur Chancengleichheit und Bildungsgerechtigkeit bei, indem sie sowohl fachliche als auch sprachliche Anforderungen berücksichtigt (KMK, 2019). Nach Morek und Heller (2012) erfüllen bildungssprachliche Kompetenzen drei zentrale Funktionen:

(1) Sozialsymbolische Funktion: Eintritts- und Visitenkarte

Bildungssprachliche Kompetenzen fungieren als kulturelles Kapital (Bourdieu 2006) und sind eine Eintrittskarte (gate-keeping) zu erweiterten institutionellen Lerngelegenheiten und höheren Bildungsabschlüssen (Morek & Heller, 2012). Daneben können diese möglicherweise auch zur Reproduktion sozialer Ungleichheit und verstärkte Selektion im Bildungssektor beitragen. Bildungssprachliche Kompetenzen werden in Einrichtungen der Elementar- und Primarstufe häufig implizit vorausgesetzt (Rank et al., 2018). Dies kann zu institutioneller Diskriminierung führen, da Kinder und Jugendliche ohne diese Kompetenzen ausgeschlossen werden (Cummins, 2008). Fehlende Kompetenzen in der Bildungssprache gelten als Ursache für schulisches Scheitern (Rank et al., 2018). Besonders betroffen sind Kinder und Jugendliche mit Deutsch als Zweitsprache, da der Erwerb dieser Sprachform für sie eine besondere Herausforderung darstellt (Gogolin & Lange, 2011). Darüber hinaus ist das elterliche Sprachverhalten und familiäre Lesepraxis ein nachgewiesener Prädiktor für die Entwicklung bildungssprachlicher Fähigkeiten im Vorschulalter (Leseman et al., 2007). Denn in Familien finden sich sehr unterschiedliche Sprachsozialisationspraktiken (Lareau, 2003), wonach Familien mit höherem sozioökonomischen Status Sprache als „tool for cultivating reasoning skills“ verwenden, während diese als „practical conduit for daily life“ in Familien mit niedrigerem sozioökonomischem Status angewandt wird (S. 134). Zudem wird der Erwerb von Diskursfähigkeiten in der familiären Interaktion auf sehr unterschiedliche Weise gefördert (Morek, 2011). Aus sozialsymbolischer Perspektive ist ihr Erwerb nicht nur eine Frage sprachlicher Fähigkeiten, sondern auch der sozialen Positionierung und Identitätskonstruktion. Der Gebrauch signalisiert Zugehörigkeit zu bildungsnahen Communities. Studien zeigen, dass Lernende aus bildungsfernen Milieus Schwierigkeiten haben, sich mit den Normen bildungssprachlicher Kommunikation zu identifizieren (Preece, 2009). Bildungssprache ist somit sozialsymbolisches Instrument, das über Teilhabechancen und Lernmöglichkeiten entscheidet (Morek & Heller, 2012). Eine möglichst frühe und kompensatorische Förderung bildungssprachlicher Fähigkeiten erscheint deshalb umso wichtiger für Kinder und Jugendliche aus sozial benachteiligten und mehrsprachigen Familien.

(2) Epistemische Funktion: Werkzeug des Denkens

Neben der sozialsymbolischen Funktion hat Bildungssprache eine epistemische Rolle. Sie ermöglicht kognitive Operationen wie Abstraktion, Generalisierung und Kausalitätsbildung (Morek & Heller, 2012). Cummins' Konzept der „Cognitive Academic Language Proficiency“ (CALP) verdeutlicht, dass sprachliche Fähigkeiten für den Erwerb komplexer Inhalte konstitutiv sind. Bildungssprache ist somit Instrument der Wissenskonstruktion. Halliday (1993) formuliert pointiert: „Learning science is the same thing as learning the language of science.“ Sprachliches und kognitives Lernen sind eng miteinander verzahnt (für einen Überblick siehe Weinert, 2010), was didaktische Konsequenzen für die Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen hat.

(3) Kommunikative Funktion: Medium des Wissenstransfers

Bildungssprache dient der Vermittlung komplexer Inhalte in dekontextualisierten Kommunikationssituationen. Sie ist gekennzeichnet durch sprachliche Merkmale wie Nominalisierungen, komplexe Nominalphrasen, Satzgefüge und explizite Kohärenzmarker. Diese Strukturen sind funktional, da sie referenzielle Eindeutigkeit und textstrukturelle Transparenz gewährleisten (Schleppegrell, 2001). Hallidays Registerkonzept (1978) bietet hierfür einen theoretischen Rahmen: Bildungssprache wird als funktionale Varietät verstanden, die sich an situativen Parametern orientiert. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, Wissen autoritativ und strukturiert darzustellen. Typische Merkmale sind Dekontextualisierung, Abstraktheit, Distanziertheit, Explizitheit, Komplexität und argumentative Klarheit (Wildemann & Merkert, 2023). Es bedarf der Fähigkeit unabhängig von einer konkreten Interaktionssituation und bei verschiedenen Anforderungen abstrakte und komplexe Inhalte sprachlich aufzunehmen und auszudrücken (Gogolin & Lange, 2010). Bildungssprache ist eine besondere Art des Sprachgebrauchs, bei der Sprache so verwendet wird, dass bestimmte formale Anforderungen beachtet werden, die sich in der Regel (aber nicht ausschließlich) an Schriftsprache orientieren. (Rank et al., 2018). Während die KMK (2019) bildungssprachliche Kompetenzen eher sehr weit fasst, nämlich das „Lesen, Schreiben, (auch Rechtschreiben), Zuhören, Sprechen“ (S. 2), so wurde im Rahmen der BiSS-Expertise („Bildung durch Sprache und Schrift“) Bildungssprache wie folgt definiert:

„**Bildungssprache** unterscheidet sich von der sogenannten Umgangssprache oder Alltagssprache durch ein hohes Maß an konzeptioneller Schriftlichkeit und zeichnet sich durch ein spezifisches Inventar an lexikalischen, morphosyntaktischen und textlichen Mitteln aus.“ (Schneider et al., 2012; S. 23). Zur Stärkung der Bildungssprache zählt u.a. die intensive Förderung des Lexikons (z. B. Fachbegriffe und komplexe/abstrakte Begriffe), morphosyntaktischer Fähigkeiten (z. B. Neben- und Passivsätze; Indikativ und Konjunktiv) und Fähigkeiten zur Verwendung sprachlicher Mittel wie z. B. Beschreiben, Erklären und Argumentieren (ebd. S.41). Insbesondere die funktionalen Aspekte in Bezug auf die Verwendung von **Sprachhandlungsformen bzw. Diskursformen** zeigen sich in der pädagogischen Praxis. „Greifbar wird Bildungssprache in Diskursen, wie Lehr-Lern-Dialogen, dem Lösen von Aufgaben, der Aufnahme und Verarbeitung von Inhalten oder bei der Abfrage von Wissen.“ (Gogolin & Lange, 2010. S. 9). Schleppegrell (2001) geht davon aus, dass Sprachhandlungen wie z. B. Begründen und Argumentieren in allen Bildungskontexten eine Rolle spielen. Tajmel (2013) analysierte Rahmen- und Orientierungspläne zum naturwissenschaftlichen Fachunterricht und zeigte auf, wie stark diese durch diskursives Sprachhandeln geprägt sind. So finden sich besonders häufig Sprachhandlungen wie Beschreiben, Interpretieren, Begründen, Formulieren, Erläutern und physikalische Handlungen wie Experimentieren, Berechnen, Protokollieren in naturwissenschaftlichen Bildungsstandards. Aber auch für den Elementarbereich werden viele der genannten Sprachhandlungen als relevant betrachtet (Tietze, Rank & Wildemann, 2016). Dabei hat jede Sprachhandlung/Diskursform ihre spezifischen Anforderungen und sprachlichen Mittel ebenso wie kognitive Handlungen (Vollmer, 2011). In Anlehnung an Vollmer (2011) finden sich in Tabelle 2 acht zentrale Diskursformen, die in allen Bildungsbereichen eine Rolle spielen mit erweiterten Erklärungen.

In der sprachsensiblen Bildung bzw. dem sprachbildenden Fachunterricht gelten die Sprachhandlungen als bedeutende Einheiten (Prediger & Hardy, 2023). Auch in der „Frankfurter Erklärung zur frühen sprachlichen und naturwissenschaftlichen Bildung“ (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2015) bilden die Diskursfunktionen eine zentrale Schnittmenge naturwissenschaftlicher Verfahren und (bildungs-)sprachlicher Kompetenzen, die im MINT-Kontext besonders gefördert werden können.

Tabelle 2. Übersicht zu zentralen Diskursfunktionen (Eigene Darstellung in Anlehnung an Vollmer (2011) mit eigenen Ergänzungen)

Diskursfunktion	Beschreibung	Sprachliches Handeln	Linguistische Merkmale	Kognitive Ebene
1. Aushandeln (Negotiating)	Aufbau von Bedeutung und Prozessen durch Austausch, Klärung und Orientierung; dient der Herstellung einer konzeptuellen Basis für weitere Arbeitsschritte.	Fragen stellen, nachfragen, paraphrasieren, reformulieren, argumentativ begründen, Ergebnisse vergleichen, Konsens herstellen.	Fragewörter	Verstehen, (Nach)fragen, Auflisten, Recherchieren, Aufgaben- und Anweisungsverständnis, Mental Map und Planning Selbstinstruktion
2. Erfassen/ Benennen (Naming)	Identifikation und Bezeichnung relevanter Objekte, Prozesse oder Sachverhalte unter Verwendung fachlicher Terminologie.	benennen, klassifizieren, definieren, labeln,	deiktische Mittel (Pronomen, Lokal- und Temporaladverbien; (z. B. „dieser“, „dort“).	Identifizieren, Klassifizieren Definieren
3. Beschreiben/ Darstellen (Describing)	Darstellung von Merkmalen, Funktionen und Relationen fachlicher Objekte oder Prozesse; objektiv und nachvollziehbar.	Merkmale aufzählen Vergleiche ziehen,	Verwendung eines reichhaltigen Wortschatzes, Präsens, Indikativ, Adjektiven, Nominalformen, Qualifikatoren (groß, klein)	Beobachten und Wahrnehmen
4. Berichten/ Erzählen (Reporting/ Narrating)	Wiedergabe von Ereignissen oder Erlebnissen	chronologische Ordnung, Berichten eher objektiv und erzählen subjektiv, Textsorten wie Bericht, Protokoll.	Präteritum, Perfekt, indirekte Rede	Erinnern/Recall, Wiedergabe, Wechsel zwischen Subjektivität und Objektivität, Chronologisch Ordnen, Logische Handlungsabfolge erstellen
5. Erklären/ Erläutern (Explaining)	Herstellung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen; Darstellung von Gründen und Zusammenhängen	Hypothesen formulieren, Ursachen nennen,	Konditionalsatz, Adverbialsatz, Konjunktionen (wenn, weil, als, falls, sofern)	(kausale) Zusammenhänge herstellen, Generalisierungen vornehmen, Wechsel der Betrachtungsebenen (Makro/Mikro)
6. Argumentieren/ Stellung nehmen (Arguing/ Positioning)	Entwicklung und Begründung einer Position durch Abwägen, Erörtern und Gegenargumentieren	Argumente strukturieren, Behauptungen prüfen und entkräften, Schlussfolgerungen ziehen	Konnektoren, Kontrast- und Abwägungsausdrücke, Modalverben (muss, sollte), Abstrakte Begriffe (Position, Sachverhalt, Perspektive), Sequenzmarker (zunächst)	Vor- und Nachteile finden/abwägen, Schlussfolgern, Deuten
7. Beurteilen/ Bewerten (Evaluating)	Bewertung von Sachverhalten vor normativen oder deskriptiven Bezugssystemen, begründete Urteile formulieren	Kriterien benennen, Perspektiven vergleichen, Wertungen begründen, Kritik äußern und verteidigen	Begründungen (weil, aufgrund, infolge), Konnektoren (daher, folglich), Abwägungen (einerseits/andererseits, im Vergleich zu), Relativsätze, Nebensatzgefüge	Normatives Bezugssystem, Perspektivwechsel, Vergleichen/Abwägen
8. Simulieren/ Modellieren (Simulating/ Modelling)	Aufbau abstrakter Modelle und konzeptioneller Netzwerke, Reflexion über Erkenntnisprozesse	Hypothesen prüfen, Relationen konstruieren, schematische Darstellungen entwickeln, metakognitive Reflexion sprachlich ausdrücken	Modalverben (<i>könnte, muss, kann, Ausdrücke „ob sich lohnt, sicher, stabil. „ Graduierungen: <i>abgestufte Sicherheit, Wahrscheinlichkeit, Reichweite, Stabilität.</i></i>	Metakognition, Antizipieren, Konstruieren, Nutzen abschätzen Reflektieren

2.3 Sprache und deren Bedeutung für MINT-Fähigkeiten

Kognitive und sprachliche Entwicklung sind eng miteinander verknüpft. Kognitive Prozesse schaffen die Grundlage für Spracherwerb und Sprachgebrauch, während Sprache umgekehrt die Verarbeitung und Nutzung von Informationen beeinflusst (Kempert et al., 2019). Diese Wechselwirkungen verändern sich je nach Alter und Entwicklungsstand (Weinert, 2010). Insgesamt gibt es viele Belege zum Zusammenhang von sprachlichen Kompetenzen und schulischen Erfolg; insbesondere für Mathematik und Naturwissenschaften (z. B. Kempert et al., 2016; Pöhlmann et al., 2013). Sprache ist somit Medium der Vermittlung und individuellen Wissenskonstruktion (Kempert et al., 2019). Niedrige Sprachkompetenzen beeinträchtigen sowohl das Verständnis zentraler Konzepte als auch prozessbezogene Kompetenzen wie Argumentieren, was sich in Testsituationen zeigt (Paetsch et al., 2015; Prediger & Hardy, 2023; Prediger et al., 2015). So sind beispielsweise mündliche Sprachkompetenz neben arithmetischen Grundfertigkeiten der stärkste Prädiktor für das Lösen mathematischer Aufgaben – stärker als kognitive Fähigkeiten, sozioökonomischer Status oder Leseverständnis (Kempert et al., 2011; Saalbach et al., 2016). Gleiches findet sich für naturwissenschaftliche Fähigkeiten (Kähler et al., 2021). Schwächen in der Instruktionssprache können sowohl kommunikative als auch kognitive Hürden verursachen und dadurch fachliches Lernen erschweren (Ahrenholz, 2010). Neben dem Aufbau eines Fachwortschatzes müssen Lernende Bedeutungs-differenzierungen alltäglicher Begriffe leisten, da viele Wörter im fachlichen Kontext eine spezifische Bedeutung haben (Pimm, 1987). Die Erschließung neuer Begriffe und die Umstrukturierung bekannter Konzepte beanspruchen zusätzlich Arbeitsgedächtnisressourcen, was den Lernprozess weiter belastet (Ahrenholz, 2010). Diese stehen dann nicht für schlussfolgerndes Denken, Problemlösungen, Elaboration oder den Erwerb fachspezifischer Kollokationen und Diskursformen zur Verfügung (Kempert et al., 2019). Folglich nimmt Sprache eine kommunikative Funktion bei der Informationsvermittlung und eine kognitive Funktion bei der Konstruktion von Wissen ein (Kempert et al., 2019).

2.4 Sprachhandeln der Fach-/Lehrkräfte in der MINT-Bildung

Die „Frankfurter Erklärung zur frühen sprachlichen und naturwissenschaftlichen Bildung“ (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2015) hebt hervor, dass die Verbindung von sprachlichen und naturwissenschaftlichen Bildungsangeboten eine doppelte Förderung ermöglicht. Im entdeckend-forschendem Lernen werden sprachliche, kognitive und fachliche Lernprozesse eng miteinander verknüpft. Laut Saalbach und Kempert (2022) umfassen die sprachlichen Interaktionen im forschenden Lernen mindestens drei Funktionen: (1) Durch die Fach-/Lehrkraft werden sprachliche Mittel bereitgestellt, mit denen die Kinder dann kognitiv operieren können. (2) Durch spezifische Fragen und Äußerungen regt die Fach-/Lehrkraft die Denkprozesse der Kinder an und strukturiert sie. (3) Durch Fach-/Lehrkraft-Kind-Interaktionen werden das Verhalten und die Emotionen und damit der Lernprozess reguliert. Somit bietet forschendes Lernen zahlreiche Anknüpfungspunkte für sprachliche Aktivitäten. Kinder beschreiben Beobachtungen, formulieren Hypothesen, erklären Zusammenhänge und diskutieren Ergebnisse. Diese sprachlichen Handlungen entsprechen zentralen Diskursfunktionen wie Beschreiben, Erklären und Argumentieren, die für die Entwicklung bildungssprachlicher Kompetenzen entscheidend sind (Vollmer & Thürmann, 2013), und sind zeitgleich Verbalisierungen des wissenschaftlichen Denkens und Ausdruck von Fachsprache (Saalbach & Kempert, 2022). Sprachensible MINT-Bildung bedeutet daher, dass Fach-/Lehrkräfte bewusst sprachliche Lerngelegenheiten schaffen, etwa durch den Einsatz von Satzanfängen für Hypothesen („Ich vermute, dass...“) oder die gemeinsame Reflexion von Experimenten (Kademann & Utikal, 2020). Studien zeigen, dass eine solche Verzahnung nicht nur die Sprachentwicklung, sondern auch die fachlichen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen stärkt (Kempert et al., 2019).

Dabei wird insbesondere das sprachliche Handeln der Fach-/Lehrkräfte in den Blick genommen. Im Rahmen des **fachsprachlichen Inputs** (content specific language) besteht die Rolle der Fach-/Lehrkraft darin, eine reichhaltige (inhaltsbezogene) Sprachumgebung zu schaffen, um Wissensaufbau zu ermöglichen, ohne direkt auf spezifische Aspekte des kindlichen Lernens (wie Fehlvorstellungen, Vorerfahrungen usw.) einzugehen (Studhalter et al., 2021). Andererseits wird die Fach-/Lehrkraftsprache als Mittel zur Förderung bereicherspezifischen Lernens verstanden und ist mit dem Begriff des Scaffoldings eng verbunden. Dabei

werden Kinder unterstützt Aufgaben selbstständig zu lösen, indem die Fach-/Lehrkräfte z. B. offene Fragen stellen (Studhalter et al., 2021). Scaffolding ist zunächst nicht auf sprachliche Unterstützung beschränkt, sondern beschreibt individuelle, adaptive Unterstützungsmaßnahmen durch eine Fach-/Lehrkraft zur Lösung von Aufgaben, die den Entwicklungsstand eines Lernenden gerade noch übersteigen (Kempert et al., 2019). Nach Leuchter und Saalbach (2014) hat Scaffolding in MINT-Aktivitäten den Auftrag, die Kinder bei der Aufgabe anzuleiten, Vorwissen zu aktivieren, Begründungen einzufordern, explizite Vergleiche und kognitive Konflikte anzuregen.

Die enge Verknüpfung sprachlicher, kognitiver und fachlicher Lernprozesse erfordert somit in MINT-Bildungsbereichen ein sprachsensibles Vorgehen, das durch sprachliches Scaffolding erreicht werden kann (Gabler et al., 2024). Als Mittel der sprachlichen Unterstützung gelten Modellierungs-, Fokussierungs- und Korrekturtechniken (Mannel et al., 2016) und nach Gabler et al. (2020) eignen sich im forschenden Lernen im MINT-Kontext folgende sprachunterstützende Strategien im Rahmen des Scaffolding-Ansatzes:

(1) Sprachliches Modellieren, etwa durch wohlüberlegte und elaborierte Spracheingaben, das sprachliche Begleiten von Handlungen sowie den Einsatz von „Think-Aloud“-Techniken

(2) Sprachfördernde Fragen, wie offene Fragen zur Argumentation oder Fragen mit explizitem Sprachfokus

(3) Korrektur und Erweiterung von Äußerungen, einschließlich inhaltlicher, grammatischer und lexikalischer Anpassungen sowie Reformulierungen im fachsprachlichen Register

(4) Explizite Aufmerksamkeitslenkung auf Begriffe und Phrasen, z. B. durch mündliche Hinweise, Materialien zur Verständniserleichterung oder gezielte Übungen zur Verwendung spezifischer sprachlicher Strukturen

Zudem erfolgen im Kontext der frühen MINT-Bildung Makro- und Mikro-Adaptionen des pädagogischen Handelns der Fach-/Lehrkräfte, bei dem die Passung zwischen dem pädagogischen Angebot und der individuellen Lernvoraussetzung der Kinder im Zentrum steht (Steffensky et al., 2025). **Makro-Adaption** beschreibt die gezielte Auswahl von Bildungsaktivitäten und Materialien, um besonders Kindern mit wenigen Vorerfahrungen und bereichsspezifischen Vorwissen zu ermöglichen, grundlegende MINT-Erfahrungen (z. B. durch Experimente) zu sammeln. **Mikro-Adaptionen** erfolgen dabei jeweils durch diskursive Mittel wie das Fragen nach Erfahrung und das Hinterfragen von Ideen, die Übertragung von Vorstellungen auf neue Kontexte sowie die sprachliche Modellierung (Leuchter & Saalbach, 2014; Saalbach & Kempert, 2022). Das Verständnis zum adaptiven Handeln der Fachkräfte ist eng mit Konzepten wie „Scaffolding“ und „Sustained Shared Thinking“ verknüpft (Hopf, 2011; Steffensky et al., 2025; Sylva et al., 2004). Im *Teaching Through Interaction Modell* (Hamre et al., 2013) werden diese Aspekte in der Dimension „Lernunterstützung“ operationalisiert und finden sich im dazugehörigen Ratingverfahren CLASSROOM ASSESSMENT SCORING SYSEM (CLASS) zur Erhebung der Interaktionsqualität wieder (Steffensky et al., 2025).

2.5 Modell zur verknüpften Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule

Die Übertragung des Modells *Teaching through Interactions* auf den MINT-Kontext verdeutlicht, dass sprachliche, kognitive, emotionale und behaviorale Förderung nicht getrennt voneinander betrachtet werden können (Saalbach & Kempert, 2022). Vielmehr sind qualitativ hochwertige Interaktionen die Grundlage dafür, dass Kinder im Kita- und Grundschulalter sowohl sprachlich, kognitiv als auch fachlich wachsen. Damit bietet das Modell eine theoretische Rahmung, die praxisnah mit Konzepten wie der „Frankfurter Erklärung zur frühen sprachlichen und naturwissenschaftlichen Bildung“ (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2015) verbunden werden kann.

Das Modell *Teaching through Interactions* als eine theoretische Grundlage, die sprachliche und kognitive Prozesse im Blick hat

Die Förderung von Sprache im Rahmen von forschendem Lernen im MINT-Bereich stellt im Elementar- und Primarbereich eine zentrale Herausforderung dar. Kinder erwerben in diesen frühen Bildungsphasen nicht nur grundlegende sprachliche Fähigkeiten, sondern auch fachliche und kognitive Kompetenzen, die für das Verstehen und Kommunizieren mathematischer, technischer und naturwissenschaftlicher Phänomene unverzichtbar sind.

Das Modell *Teaching through Interactions* von Hamre et al. (2013) bietet hierfür eine theoretische Grundlage, indem es die Qualität von Fach-/Lehrkraft-Kind-Interaktionen als entscheidenden Faktor für Lernprozesse

beschreibt. Das Modell unterscheidet drei zentrale Domänen: **Emotionale Unterstützung, Organisation des Alltags** und **Lernunterstützung**.

(1) **Emotionale Unterstützung (Emotional Support)** umfasst die Schaffung eines positiven Klimas, die Sensibilität gegenüber kindlichen Bedürfnissen und die Förderung von Autonomie (Hamre et al., 2013). Gerade in der MINT-Bildung ist dies bedeutsam, da Kinder häufig mit Unsicherheiten konfrontiert sind, wenn sie Hypothesen formulieren oder Experimente durchführen. Eine wertschätzende Haltung der Fachkraft ermutigt sie, eigene Ideen zu äußern und auch Fehler als Lernchancen zu begreifen. Theoretisch stützt sich dieser Bereich auf die Bindungstheorie (Bowlby, 1969) sowie die Selbstbestimmungstheorie (Connell & Wellborn, 1991).

(2) Die zweite Domäne, **Organisation des Kita-Alltags (Classroom Organisation)**, bezieht sich auf die Strukturierung von Abläufen, Regeln und Zeitmanagement. Untersuchungen zeigen, dass klare Routinen die Entwicklung von Selbstregulation und exekutiven Funktionen fördern (Blair, 2002; Raver et al., 2009). Im MINT-Kontext bedeutet dies, dass Kinder lernen, Materialien verantwortungsvoll zu nutzen, Beobachtungen systematisch zu beschreiben und sich auf gemeinsame Forschungsprozesse einzulassen. So werden nicht nur fachliche, sondern auch überfachliche Kompetenzen wie Konzentration und Ausdauer gestärkt.

(3) Die dritte Domäne, **Lernunterstützung (Instructional Support)**, ist besonders eng mit sprachsensibler MINT-Bildung verknüpft. Sie umfasst die Förderung von Konzeptverständnis, die sprachliche Aktivierung durch Scaffolding sowie die Nutzung von Feedback zur Vertiefung des Lernens (Bransford et al., 2000; Rogoff, 1990). Die Förderung sprachlichen und kognitiven Lernens wird durch drei Aspekte verfolgt:

(I) Im Rahmen der **Konzeptentwicklung** lernen Kinder in Zusammenhängen anstatt von isolierten Fakten. Die Fachkraft nutzt Diskussionen und Fragen, um die Kinder zum Problemlösen, Vermuten, Klassifizieren und Vergleichen sowie zum Bewerten anzuregen. Daneben bietet die Fachkraft Gelegenheiten für Kinder kreativ zu sein (Brainstorming) und zu planen sowie eigene Ideen zu generieren und auszuprobieren. Konzepte werden verbunden und Verknüpfungen mit Vorwissen evoziert. Zudem muss der Transfer in die Praxis und zur Lebenswelt der Kinder hergestellt werden. (II) Daneben geben die Fachkräfte spezifisch auf die Äußerungen der Kinder bezogene Rückmeldungen. Dieses **Lernfeedback** kann motivierend, inhaltsbezogen und linguistisch (z. B. korrekatives Feedback) sein. Die Fachkraft bietet Scaffolding, setzt Rückmeldeschleifen gezielt ein, stellt Fragen, die spezifische Denkprozesse anregen oder bietet Informationen. (III) Zudem werden im Rahmen der **Sprachunterstützung** sprachliche Prozesse z. B. durch Dialoge, Fragen, einen erweiterten (Fach-)Wortschatz der Fachkräfte, handlungsbegleitendes Sprechen (self- und parallel talk), Erweiterungen und Rekapitulation gefördert.

3 Aktueller Forschungsstand

Um den aktuellen Forschungsstand zur Verknüpfung von MINT- und Sprachbildung analytisch aufzuarbeiten wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dazu diente eine elektronische Suche in den Datenbanken PsycINFO sowie FIS Bildung. Zudem wurde eine Schneeballsuche mittels KI-generiertem Tracking von relevanten Studien durchgeführt. Weiter wurden die Literaturverzeichnisse relevanter Publikationen und bisherigen Reviews und Metaanalysen zum Thema (u.a. Estrella et al., 2018; Guo et al., 2016; Höfler et al., 2023; Kalinowski et al., 2019; 2020) auf weitere Quellen gescreent. Ausgeschlossen wurden beispielsweise Studien, bei denen durch Bilderbuchaktivitäten MINT-Fachwortschatzförderung erfolgte oder bei denen MINT-Inhalte ausschließlich textbasiert vermittelt wurden¹.

Durch die Recherche konnten 19 Studien (40 Publikationen) identifiziert werden (siehe Tabelle 3). Die Analyse der Sprach- und MINT-Fähigkeiten erfolgte dabei auf sehr unterschiedliche Weise. Bei den meisten Studien

¹ Für die Wirksamkeit von sprachlichen Adaptionen in MINT-Texten siehe Strohmaier, A., Farrell, M., Arvaneh, B. & CHU Research Group (2025). MINT-Texte besser verstehen: Welche sprachlichen Veränderungen helfen wirklich? *Kurzreview 35*, <https://www.clearinghouse.edu.tum.de/lehrstrategien/mint-texte-besser-verstehen-welche-sprachlichen-veraenderungen-helfen-wirklich/>

wurden die kindlichen Fähigkeiten durch selbstentwickelte Testverfahren (z. B. RaBI²) und linguistische Kodierungen anhand von Video- und/oder Transkriptanalysen vorgenommen. Lediglich beim rezeptiven Wortschatz wurden in einzelnen Studien standardisierte, normierte Verfahren verwendet (z. B. PPVT³; CITO⁴). Ähnliches gilt für die Messung der sprachlich-kognitiven Qualität von MINT-Aktivitäten. Wenige Studien verwendeten standardisierte Instrumente (z. B. CLASS, DORESI⁵), während die meisten hier auch auf selbstentwickelte Verfahren mittels Video-/Transkriptanalysen oder Selbsteinschätzungen der Fach-/Lehrkräfte zurückgriffen. Die Stichprobengrößen der inkludierten Studien sind im kleinen Bereich und nicht repräsentativ.

3.1 Effekte von sprachunterstützender MINT-Bildung

Die Metaanalyse von Guo et al. (2016) mit sieben Studien des Zeitraums 1990-2014 zeigt einen signifikanten mittleren Effekt ($g = 0.66$) von MINT-Aktivitäten auf Wortschatzleistungen von Kindern im Vorschulalter. Doch bei genauerer Betrachtung verknüpfen lediglich fünf Studien Sprachbildung in MINT-Aktivitäten zum forschenden Lernen in Kitas (u.a. French, 2004; Henrichs & Leseman, 2014; Hong & Diamond, 2012; Neumann et al., 2011; Spycher, 2009) während die anderen beiden Studien Bilderbuchaktivitäten mit MINT-Fokus evaluierten.

Zwei Studien evaluierten die Wirksamkeit von Wortschatztrainings mit MINT-Fokus. Neuman et al. (2011) entwickelten das ganzheitliche Programm *World of Words (WOW)* mit Fokus auf Wortschatzerweiterung und Entwicklung von Konzeptwissen in den Bereichen Gesundheit, Naturwissenschaft und Mathematik. Dieses Stufeninstruktionsmodell beinhaltet verschiedene Komponenten (Video, Bücher, Wortschatzkarten). Die naturwissenschaftlichen Aktivitäten mit expliziter Instruktion wurden eher additiv vermittelt. Kinder, die am WOW-Programm teilnahmen, hatten nach der Intervention einen größeren themenspezifischen und standardisierten Wortschatz sowie mehr Kategorie- und Konzeptwissen im Gegensatz zu Kindern der Vergleichsgruppe, die ein Wortschatztraining mit dialogischem Lesen erhielten. Spycher (2009) verglich eine implizite Wortschatzvermittlung von naturwissenschaftlichem Vokabular mit expliziter Instruktion. Bei der ersten Intervention erfolgte die Wortschatzvermittlung implizit über Bilderbuch- und MINT-Aktivitäten und bei der zweiten Intervention fand zusätzlich ein explizites Wortschatztraining statt. Kinder mit expliziter Wortschatzförderung lernten deutlich mehr Wörter und es wurde ein großer Effekt ($d = 1.26$) gefunden. Insgesamt zeigen die Studien, dass naturwissenschaftliche Wortschatz-Interventionen wirksam sind, wobei die Stärke der Effekte stark von der Art der Vermittlung abhängt.

Vier Studien untersuchten den Einfluss von sprachsensibler MINT-Bildung auf den Wortschatz junger Kinder. French (2004) zeigte, dass Kinder im 44-wöchigen ScienceStart!-Programm mit ca. 220 Einheiten bessere Werte im rezeptiven Wortschatz erzielten als die Kontrollgruppe. Der Unterschied entsprach einem mittleren Effekt ($d = 0.76$). Henrichs und Leseman (2014) fanden, dass Kinder, deren Fachkräfte an einer dreistündigen Fortbildung zur Verwendung von Bildungssprache in MINT-Aktivitäten teilnahmen, signifikant mehr akademische Wörter zwei Monate nach dem Fachkrafttraining verwendeten als die Kontrollgruppe. Auch hier zeigte sich ein mittlerer Gesamteffekt ($d = 0.55$). Daneben wurde die lexikale Vielfältigkeit, der Fachwortschatz und das naturwissenschaftliche Denken durch die MINT-Einheiten verbessert.

² Ratingskala zur Erfassung bildungssprachlicher Fähigkeiten

³ Peabody Picture Vocabulary Test (standardisierter, rezeptiver Wortschatztest)

⁴ Standardisierte, digitale Sprachstandfeststellung für 4;3 bis 6;11 jährige* Kinder

⁵ Dortmunder Ratingskala zur Erfassung sprachförderrelevanter Interaktionen

Tabelle 3. Übersicht zu Studien zur Verknüpfung von Sprach- und MINT-Bildung in Kita und Grundschule

Projekt	Publikationen	Land	Design	Setting	N Fachkräfte	N Kinder	MSp	Gruppierung	MINT-Thema	Qualitätsdaten	Sprachdaten	MINT-Daten	Wirkung der Weiterbildung
ProfinK	Haen et al., 2025a; 2025b; Steffensky et al., 2025;	D	Exp	Kita	66	183	12%	Kleingruppe	6 Themen	x	x	x	x
FinK	Bürgermeister et al., 2022; Hardy et al., 2024	D	NonExp	Kita	54	k.A.	k.A.	Kleingruppe	Sinken/Schwimmen				
Pro Early Science	Bürgermeister et al., 2019; Studhalter 2017; Studhalter et al. 2021	CH	QS	Kita	34	468	34%	Kleingruppe	Sinken/Schwimmen	X			
	Leuchter & Saalbach, 2014	CH	QS	Kita,GS	24	438	k.A.	Gesamt-/Kleingruppe	Sinken/Schwimmen	X		x	
PLUS/ PartiS+	Hermann et al. 2021; 2025; Schulze et al., 2025	D	QS	GS	54	1162	k.A.	Klasse	Kondensation	X		x	
	Van der Graaf et al., 2019	NL	Exp	GS	12	301	0 %	Klasse/Kleingruppe	Stabile Konstruktion	X	x	x	x
ProSach	Gabler et al., 2024; Heppt et al., 2022; 2023; 2025, Sontag et al., 2019	D	Exp	GS	27	459	51%	Klasse	BNE; Sinken/Schwimmen; Kondensation	X	x	x	x
Zweitsprachförderung im frühen Nawi-Lernen	Röhner et al., 2009; 2010r; Hopf, 2011, Hövelbrinks, 2011; Li, 2017	D	QS	Kita,GS	2 Projekt-Mitarbeiter	79	100 %	Kleingruppe	diverse	x	x		
Sprachförderung NAWI	Hardy et al., 2019; Mannel et al., 2016	D	Exp	Kita	1	113/36	76%	Partnerarbeit/Gesamtgruppe	Magnetismus		x	x	
EASI Science-L	Hartinger et al., 2024; Rank et al., 2018; Pauen & Kästner, 2018	D	QS	Kita	85	222	45%	k.A.	diverse	x	x		
EASI Science	Steffensky et al., 2018	D	QS	Kita	300	k.A.	k.A.	k.A.	diverse	x			
Curios Minds	Henrichs & Leseman, 2014	NL	Exp	Kita	59	241	30%	k.A.	Spiegel; Luftdruck	x	x	x	x

Science Start!	French, 2004	USA	Exp	Kita	k.A.	162	k.A.	Gesamt-/ Kleingruppe	k.A.		x		
	Hong & Diamond, 2012	USA	Exp.	Kita	k.A.	104	k.A.	k.A.	Sinken/ Schwimmen		x	x	
WOW	Neuman et al., 2011	USA	Exp	Kita	k.A.	304	4%	Gesamt- gruppe	Diverse		x	x	
Science & Vocabulary	Spycher, 2009	USA	Exp	Kita	1	39	54%	k.A.	Pflanzen		x		
	Ing et al. 2015	USA	QS	GS	6	71		Klasse	Mathematik	x		x	
LaT + Curious Minds	Menninga et al., 2017; 2022; Van Dijk et al., 2019	NL	Exp	GS	17	k.A.	k.A.	Kleingruppe	Freie Wahl www.proefjes.nl	x			x
Fachintegrierte Sprachbildung	Siegmund, 2022	D	Exp	GS	1 (Autor)	107	49%	Klasse	Lösen von Stoffen	x	x		
Denken - Fühlen - Sprechen	Skowronek et al., 2021a; 2021b	D	Exp	Kita	49	281	33%	Klein- und Großgruppe	Alltagsintegriert		x	x	x

Anmerkungen: Exp=(Quasi)Experimentelles Design (Interventionsgruppe, Kontrollgruppe, Pre/Post); Non-Exp=Nichtexperimentelles Design (Pre/Post); QS=Querschnitt; GS=Grundschule; k.A.=Keine Angaben; Msp=Anzahl mehrsprachiger Kinder in Stichprobe

Hong und Diamond (2012) verglichen verschiedene Instruktionsformen, nämlich Responsives Teaching⁶ (RT) mit einer Kombination aus RT und expliziter Instruktion⁷ (RT+EI). Beide Gruppen schnitten bzgl. des Fachwortschatzes signifikant besser ab als die aktive Kontrollgruppe (mit vier naturwissenschaftlichen Vorleseaktivitäten mit anderem thematischem Inhalt), wobei die Kombination (RT+EI) deutlich stärkere Effekte ($d = 1.74$) als die RT-Gruppe ($d = 0.54$) zeigte. Damit wird deutlich, dass naturwissenschaftliche Aktivitäten den fachlichen Wortschatz von Kindern fördern, besonders wenn sie sowohl exploratives Lernen als auch gezielte Instruktion kombinieren. Beim inhaltspezifischen fachlichen Problemlösen (z. B. Hypothesen bilden und testen) gab es ebenfalls eine signifikante Überlegenheit zur Kontrollgruppe, aber keine differenzierten Effekte zwischen den beiden Interventionen (RT vs. RT+EI) (ebd.). Bei Mannel et al. (2016) und Hardy et al. (2019) zeigte sich ein signifikanter Lernzuwachs der Interventionsgruppe auf rezeptive und produktive Sprachfähigkeiten sowie der Konzeptentwicklung, die an zwei Einheiten zum Magnetismus mit sprachlichen Scaffolding teilnahmen, während dieser bei der Kontrollgruppe ausblieb. Ein- und mehrsprachige Kinder profitierten gleichermaßen und Unterschiede zwischen Gruppenkompositionen ergaben sich nicht (Hardy et al., 2019).

In der Studie von Siegmund (2022) wurde vom Autor selbst in drei dritten Klassen eine Kurzzeitintervention zur fachintegrierten Sprachbildung nach dem Scaffolding-Ansatz mit „Focus on Form“-Strategien zum Thema „Lösen von Stoffen“ durchgeführt und mit einer Kontrollgruppe verglichen. Es fand eine mündliche Anreicherung (Sprache der Fachkraft) und schriftlicher Input (Arbeitsblätter) mit klaren sprachlichen Lernzielen statt. Es fanden sich keine Effekte auf die passiv-rezeptiven sowie passiv-produktiven Sprachfähigkeiten, aber signifikante Vorteile der Interventionsgruppe auf *wenn*-Konditionalsätze.

3.2 Qualität der sprachlich-kognitiven Anregung in MINT-Aktivitäten in Kita und Grundschule

Im ProfinK-Projekt⁸ zur Unterstützung pädagogischer Fachkräfte bei der Umsetzung von alltagsintegrierten Angeboten zur Natur- und Umweltbildung zeigte sich eine niedrige Qualität bei der Lernunterstützung ($M = 2.9$) im Kita-Bereich, gemessen mit der CLASS (Haen et al., 2025a). Bei Einzelbetrachtung befand sich die Sprachunterstützung im unteren mittleren Qualitätsbereich ($M = 3.28$), während Konzeptentwicklung ($M = 2.51$) und Lernfeedback ($M = 2.9$) niedrige Qualität suggerieren. Fachkräfte dominieren die Interaktion und Kinder hatten deutlich geringere Redezeit. Aktivitäten mit vielen oder wenig Kindern mit Sprachförderbedarf unterschieden sich nicht in der Sprachunterstützung, Fachkraftdominanz im Redeanteil sowie bei der gehäuften Verwendung von geschlossenen Fragen (Haen et al., 2025b). Die durchschnittliche Äußerungslänge der Kinder waren am größten bei Erklärungs- und Begründungsfragen, signifikant größer als bei allen anderen Fragetypen.

Die Qualität der Lernunterstützung in MINT-Aktivitäten im Grundschulalter wurde im ProSach-Projekt⁹ untersucht (Heppt et al., 2023). Aktivitäten zum Sinken und Schwimmen erzielten geringere Qualitätswerte (Konzeptentwicklung $M = 3.03$; Lernfeedback $M = 2.56$; Sprachunterstützung $M = 3.32$) als Aktivitäten zum Verdunsten/Kondensation (Konzeptentwicklung $M = 4.37$; Lernfeedback $M = 3.52$; Sprachunterstützung $M = 3.95$).

Die EASI-Science Studie¹⁰ zeigte, dass die Qualität früher naturwissenschaftlicher Lerngelegenheiten im mittleren Bereich zu finden ist (Steffensky et al., 2018). Insbesondere sprach- und kognitiv anregende Interaktionen (z. B. Hypothesen entwickeln) kamen laut Selbstauskunft der Fachkräfte selten vor. Zudem war

⁶ Responsive Teaching zeichnet sich dadurch aus, dass die Fachkraft zunächst für 5-10 Minuten nur beobachtet, was die Kinder mit den Materialien tun, dann parallel mitspielt und den Umgang mit den Materialien ggf. vormacht (modeling) und handlungsbegleitend spricht, über das, was die Kinder oder die Fachkraft tut und was gerade passiert ist, um so die Aufmerksamkeit zu steuern.

⁷ Bei der expliziten Instruktion startet die Aktivität mit einer Einführung ins Thema (5-10 Minuten). Danach können die Kinder die Materialien explorieren und die Fachkraft nimmt am Spiel teil. Dies zeichnet sich durch gezielte Frageimpulse (um die Kinder anzuregen, Vermutungen zu formulieren, Vorwissen abzufragen und Verknüpfungen zu vorherigen Aktivitäten herzustellen, Beobachtungen zu schildern etc.) sowie inhaltlichen Erklärungen aus.

⁸ „Förderdiagnostische Professionalisierung in der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung in der Kita“

⁹ „Professionalisierungsmaßnahmen zur bedeutungsfokussierten Sprachförderung im Sachunterricht der Grundschule“

¹⁰ „Early Steps into Science – Wirkungen früher naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Fachkräften und Kindern“

die sprachliche Anregungsqualität, ermittelt mit der DORESI, in der EASI Science-L Studie¹¹ im mittleren Bereich verortet (Rank et al., 2018), wobei Fachkräfte aus Kitas, die von der Stiftung Kinder forschen zertifiziert waren, besser abschnitten als Fachkräfte aus Kitas ohne diese spezifische Zertifizierung. Neben der sprachlichen Vermittlung von Fachwissen fand sich auch Scaffolding, gemessen mit der QUOTS (Quality of Teaching Science), im unteren mittleren Bereich (M = 1.89). Besonders Scaffoldingstrategien, die Kinder zum Vergleichen, Erklären oder Verbalisieren von Beobachtungen anregen sollten, fielen besonders niedrig aus (Pauen & Kästner, 2018). Differenzierte Analysen zur sprachlichen Anregung im Forschungskreis zeigten das große Potential der Phasen „Ergebnisse dokumentieren und sammeln“ sowie „Ergebnisse erörtern“, die jedoch vergleichsweise selten zu beobachten waren (Hartinger et al., 2024).

Im Projekt Zweitsprachförderung im frühen naturwissenschaftlichen Lernen (Röhner et al., 2009) wurden mehrere Lehr-Lern-Einheiten von zwei Projektmitarbeitenden mit mehrsprachigen Kindern in Kita und Grundschule durchgeführt. Innerhalb der Aktivitäten fanden sich einige längere Turns (Gesprächsabschnitte mit Sprecherwechsel ab 10 Sekunden), wovon ca. 33,8% als Sustained Shared Thinking identifiziert wurden (Hopf, 2011). Innerhalb der Einheiten waren 61% der Turns von Kindern produziert (Turn-Taking-Partizipation), wobei lediglich 7% davon syntaktisch komplex waren (Li, 2017). Noch weniger, und zwar 3% aller kindlichen Äußerungen wurden als Student Critical Turns (SCT) mit semantischer Kohärenz und mit diskursiv-pragmatischen Engagement bewertet. Innerhalb dieser 151 SCT bezogen sich die kindlichen Äußerungen auf Beschreiben (46%), Berichten (23%) und Erklären (10%), während andere Diskursfunktionen im einstelligen Prozentbereich blieben.

In naturwissenschaftlichen Aktivitäten fanden sich sprachliches Scaffolding in Bezug auf „Aufgabe zeigen, anleiten“ häufiger als kognitiv anspruchsvolleres Scaffolding (Leuchter & Saalbach, 2014). Kognitiv anspruchsvolles Scaffolding, wie das Einfordern von Begründen, das Anregen von Vergleichen und das Aktivieren von Vorwissen, das fachliches/fachdidaktisches Wissen der Fach-/Lehrkräfte erfordert, zeigte sich deutlich seltener bzw. kaum. Zudem ergaben sich Unterschiede zwischen den Fach- und Lehrkräften, wobei das Niveau der sprachlichen Unterstützung etwas höher war bei Grundschullehrkräften und diese insgesamt weniger fachliche Fehler machten.

In der Studie von Studhalter et al. (2021) in 32 Schweizer Kindergärten waren lediglich 12,1% der kodierten Fachkraftäußerungen innerhalb von MINT-Aktivitäten zum Schwimmen und Sinken fachinhaltbezogen. Sprachliches Scaffolding wurde hauptsächlich zur Klärung der Aufgabe verwendet (39%). Gezieltes Scaffolding, um Begründungen (8%), Vergleiche oder kognitive Konflikte (2%), sowie Schlussfolgerungen (3%) einzufordern, gab es kaum.

Im Pro Early Science Projekt sollte die Entwicklung kindlicher Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Kontext durch verbale Fachkraft-Kind-Interaktionen angeregt werden. Bei strukturierten Aktivitäten zum Schwimmen und Sinken war die Anzahl der Redebeiträge zwischen Fachkräften und Kindern relativ ausgeglichen (53,8% Kinder), jedoch lag der Umfang der Redebeiträge (Anzahl Wörter) mit 72,5% deutlich bei den Fachkräften (Bürgermeister et al., 2019).

Bei Henrichs und Leseman (2014) fanden sich innerhalb von zwei MINT-Aktivitäten zum Thema „Spiegeln“ und „Luftdruck“ Unterschiede in der Verwendung von bildungssprachlichen Inputs durch die Fachkräfte. Das geringere bildungssprachliche Sprachangebot (lexikaler Diversität, Fachwortschatz) durch die Fachkräfte hatte auch nach einer kurzen Fortbildung zur Verknüpfung von Bildungssprache und MINT-Instruktion in der Aktivität zum Luftdruck Bestand.

In MINT-Aktivitäten in Grundschulklassen aus den Niederlanden nach dem Curious Minds-Konzept¹² lag die Anzahl der offenen Fragen von Fachkräften bei ca. 11% und des syntaktisch komplexen Sprachgebrauchs bei

¹¹ „Early Steps into Science and Literacy – Naturwissenschaftliche Bildung in der Kita: Gestaltung von Lehr-Lern-Situationen, sprachliche Anregungsqualität und sprachliche sowie naturwissenschaftliche Fähigkeiten der Kinder“

¹² Der naturwissenschaftliche Unterricht wird sprachlich und kognitiv durch Fragen und Scaffolding angereichert, indem Fachkräfte die Kinder systematisch durch den empirischen Zyklus aus Beobachten, Vorhersagen und Erklären führen. Lernen findet demnach statt, wenn die Kinder dazu herausgefordert werden, über ihre Aktivitäten nachzudenken und darüber zu sprechen.

22% (van Dijk et al., 2019). Beides konnte durch die Fortbildung „Language as a Tool for Learning Science – LaT“ mit Coaching zumindest deskriptiv um 9% bzw. 4% gesteigert werden.

Trotz klarer Zielsetzung zum sprachlichen Lehrkraft-Input im Rahmen des Vorhabens „Fachintegrierte Sprachbildung mit Scaffolding und mit Focus-on-Form-Strategien“ (Siegmund, 2022) fanden sich bei der Kodierung von 27 Unterrichtsstunden kaum die eigentlichen Zielstrukturen (u. a. wenn-Konditionalsatz, Passiv) des Programms.

Blitzlicht

- Die Qualität der sprachlich-kognitiv anregenden Fachkraft-Kind-Interaktionen liegt im unteren Bereich.
- Das Sprachhandeln der Fach-/Lehrkräfte dominiert die Interaktionen in MINT-Aktivitäten.
- Sprachliches Scaffolding, das Kinder zum Verbalisieren von Erklärungen, Vergleichen, Hypothesen entwickeln anregt, findet selten statt. Häufiger werden Scaffoldingstrategien verwendet, die Verbalisierungen zu einfacheren, kognitiven Prozessen wie Beschreiben und Berichten anregen.
- Es finden sich Unterschiede zwischen verschiedenen thematischen Schwerpunkten

3.3 Zusammenhang von sprachlich-kognitiver Anregung in MINT-Aktivitäten mit Sprach- und MINT-Fähigkeiten

3.3.1 Ergebnisse aus dem Kita-Bereich

Im ProfinK-Projekt wurde die Qualität in MINT-Einheiten mit der CLASS (Pre-K) gemessen und Interaktionsanalysen durchgeführt. Sprachunterstützung hatte dabei keinen Einfluss auf den kindlichen Redeanteil, jedoch war dieser am höchsten, wenn die Fachkraft viele Erklärungsfragen (explanation and justification) stellte (Haen et al. 2025a; 2025b). Bei anderen Diskursfragen war dieser vergleichsweise niedrig. Bei erweiterten Analysen zu MINT-Aktivitäten mit vielen oder wenigen Kinder mit Sprachförderbedarf fand sich kaum ein differenziertes Sprachhandeln, außer bei Erklärungsfragen bei Hochrisikogruppen. Explorative Analysen deuten auf einen positiven Interaktionseffekt zwischen der Länge der Kinderäußerungen und der Qualität der Konzeptentwicklung hin.

Sprachliche Anregungsqualität (gemessen mit der DORESI) steht in Zusammenhang mit bildungssprachlicher Performanz der Kinder (mit geringer Varianzaufklärung 2,6%). Dieser verblasste allerdings so bald andere kindliche Variablen (Alter, Geschlecht, IQ) in die Berechnung eintraten (Rank et al., 2018).

Innerhalb des Pro Early Science-Projekts war der kindliche Redeanteil in den strukturierten Einheiten zum Thema „Schwimmen und Sinken“ sehr unterschiedlich. Die Kinder, die in MINT-Aktivitäten mit größerem kindlichen Redeanteil teilnahmen, hatten höhere wissenschaftliche Denkleistungen im Bereich Begründen. Zudem wurden die Begründungsfähigkeiten von der Interaktion zwischen dem Scaffolding von Vorwissen und kindlichen Redeanteil vorhergesagt (Bürgermeister et al., 2019). Ergänzend fanden Studhalter et al. (2021), dass kindliches Konzeptwissen positiv vom sprachlichem Scaffolding zur Aktivierung (Vorwissen und Hypothese formulieren) sowie der Verwendung des inhaltsbezogenen Fachwortschatzes vorhergesagt werden kann.

Bei Leuchter und Saalbach (2014) wurden MINT-Aktivitäten in Kindergartengruppen und Grundschulklassen in der Schweiz durchgeführt. Es fand sich kein Zusammenhang zwischen dem konzeptuellen Verständnis und dem Vorhersagewissen zum Schwimmverhalten von Objekten und der Anwendung sprachunterstützender Scaffoldingstrategien, die fachliches und fachdidaktisches Wissen der Fachkräfte erforderten. Jedoch stand die Anzahl der fachlichen Fehler durch die Fachkraft in negativer Relation zum Vorhersagewissen der Kinder. Innerhalb naturwissenschaftlicher Aktivitäten, die zur Sprachförderung von mehrsprachigen Kindern genutzt wurden, regte das handlungsbegleitende Sprechen der Fachkräfte längere Sprechanteile der Kinder und vermehrte Interaktionen untereinander an (Hövelbrinks, 2011). Zudem fanden sich morphosyntaktisch komplexere Redebeiträge der Kinder mit bildungs- und fachsprachlichen Aspekten in der Phase des problemorientierten Sprechens und des Berichtens in Form eines Kinderreports.

3.3.2 Ergebnisse aus dem Grundschulbereich

Im PLUS-Projekt¹³ ließ sich, insbesondere bei Grundschulklassen mit hohem Anteil an mehrsprachigen Schüler*innen (Herrmann et al., 2021), ein signifikant positiver Effekt des verbalen Scaffoldings sowie ein Interaktionseffekt von Scaffolding und Partizipation auf die naturwissenschaftlichen Leistungen feststellen. Die Ergebnisse deuten auf eine sprachliche Adaptivität der Lehrpersonen hin, bei der diese durch die verbale Partizipation der Schüler*innen besser in der Lage sind, den Wissensstand der Schüler*innen adäquater einzuschätzen und daraufhin passendere Scaffoldingstrategien auszuwählen. Profilanalysen von Herrmann et al. (2025) zeigten zunächst, dass die Wissensstände der Kinder sehr heterogen sind. Die Wirkung der eingesetzten Sprachstrategien hing stark vom Ausgangsprofil der Kinder ab. Das Wiederholen und Zusammenfassen von Schüleraussagen (Student Revoicing) war besonders effektiv für den Übergang zu wissenschaftlich korrekten Konzepten. Die Aktivierung von Vorwissen und Anregung zu Hypothesen waren erfolgreicher bei Kindern, die zuvor sowohl richtige als auch falsche Erklärungen akzeptierten. Challenge-Strategien (kognitive Konflikte, Erklärungen fordern) und Student Revoicing unterstützten den Übergang von reinen Fehlvorstellungen zu fragmentiertem Wissen, während Focus-Strategien (Aufmerksamkeit lenken) überraschenderweise den Wechsel zu korrekten Konzepten eher hemmten. Wenn Lehrkräfte keine gezielten Unterstützungsstrategien nutzten, sank die Wahrscheinlichkeit für positive Lernfortschritte deutlich. Der Einsatz des sprachlichen Scaffoldings steht zudem in positivem Zusammenhang mit dem situativen Interesse und der Selbstwirksamkeit der Kinder (Schulze et al., 2025). Insgesamt zeigt die Studie, dass sprachliche Unterstützung eine zentrale Rolle für den naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerb spielt, jedoch nicht nach dem Prinzip „je mehr, desto besser“. Vielmehr müssen Strategien flexibel und abhängig vom individuellen Wissensstand eingesetzt werden. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung adaptiver Lernunterstützung. Im ProSach Projekt (Heppt et al., 2023) zeigte sich kein Zusammenhang der Einzelwerte der Lernunterstützung (CLASS; Konzeptentwicklung, Lernfeedback, Sprachunterstützung) mit dem bildungssprachlichen Wortschatz, dem Verstehen von Konnektoren, dem naturwissenschaftlichen Fachwortschatz oder dem Wissen über naturwissenschaftliche Inhalte der Kinder. Zudem fanden sich ambivalente Ergebnisse bezüglich der Vorhersage von fachsprachlichen und fachlichen Leistungen durch sprachfördernde Fragen (Gabler et al., 2024). Im Mehrebenenmodell waren die Posttestleistungen im Fachwortschatz zunächst tendenziell geringer, wenn Lehrkräfte häufig explizit sprachfokussierte oder komplex-konstruktive Fragen stellten. Jedoch fand sich eine signifikante Interaktion, bei der sich explizit sprachfokussierte Fragen positiv in der Interventionsgruppe mit fachintegrierter Sprachförderung auf den Fachwortschatz der Schüler*innen auswirkte, jedoch nicht auf den der Kontrollgruppe mit business as usual Bedingung. Dieser Interaktionseffekt deutet darauf hin, dass sprachfördernde Fragen unter bestimmten Bedingungen (z. B. in einem sprachsensiblen Unterrichtskonzept) die Lernleistung steigern, nicht aber per se wirksam sind.

Bei Röhner et al. (2010) produzierten mehrsprachige Schüler*innen innerhalb von 12 ausgewerteten Lehr-Lern-Einheiten die längsten und vollständigsten Antworten, wenn die Fachkraft Erklärungsfragen stellte. Im Gegenzug waren die Antworten kurz und unvollständig bei Benennungsfragen. Bei offenen Beschreibungsfragen fanden sich längere und eher vollständige Antworten, bei geschlossenen kaum. Es wird ein Zusammenhang von Fragetyp und Komplexität der kindlichen Äußerungen angenommen.

Van der Graaf et al. (2019) verglich unterschiedliche Instruktionsformen innerhalb von MINT-Aktivitäten in der 4. Klasse. Es fand sich eine Überlegenheit der sprachunterstützenden sensiblen Kondition in Bezug auf wissenschaftliches Denken im Bereich Koordination von Theorie und Evidenz, aber nicht auf andere Aspekte oder Wortschatz. Die direkte Instruktion verbesserte die Experimentierfähigkeit der Kinder.

Innerhalb des Mathematikunterrichts in der Grundschule in den USA wirkte sich das Sprachhandeln der Lehrkräfte (eine Kombination aus der Aktivierung kindlichen Denkens und Unterstützung zur Auseinandersetzung der Schüler*innen mit den Ideen anderer) positiv auf aktive Teilnahme der Schüler*innen sowie deren mathematisches Denken aus (Ing et al., 2015).

¹³ Professionswissen von Lehrkräften, naturwissenschaftlicher Unterricht und Zielerreichung im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Blitzlicht

- Erklärungsfragen, gezieltes Scaffolding von Vorwissen und die aktive Nutzung fachsprachlicher Begriffe sind zentrale Faktoren für komplexe Sprachäußerungen und wissenschaftliches Denken bei Kindern, insbesondere in MINT-Aktivitäten.
- Bei mehrsprachigen Kindern gibt es zudem Anhaltspunkte, dass handlungsbegleitendes Sprechen zu längeren Äußerungen und problemorientiertes Sprechen zu morphosyntaktisch komplexeren Beiträgen mit bildungs- und fachsprachlichen Aspekten führt.
- Sprachliches Scaffolding und gezielter Einsatz spezifischer Fragetypen sind entscheidend für komplexe kindliche Äußerungen und die Förderung naturwissenschaftlichen Denkens, wirken aber nur, wenn diese adaptiv und kontextsensibel eingesetzt werden.

3.4 Wirksamkeit von Qualifizierungen zur Verknüpfung von Sprach- und MINT-Bildung

Die Metaanalyse von Kalinowski et al. (2020) mit 10 Studien (Zeitraum 2000-2016) zu Fortbildungen zur Förderung bildungssprachlicher Unterstützung im Fachunterricht fand einen kleinen, nicht signifikanten Effekt auf die Kognition der Fach-/Lehrkräfte ($g' = 0.21$) sowie einen signifikanten mittleren Effekt auf die Unterrichtspraxis ($g' = 0.71$). Einige der Fortbildungen fokussierten MINT-Fächer im Elementar- und Primarbereich.

3.4.1 Weiterbildungseffekte im Elementarbereich

Henrichs und Leseman (2014) boten eine Kurzfortbildung von 3 Stunden für Kita-Fachkräfte zur Bildungssprache an und erzielten positive Effekte auf Fachkraft- sowie Kindebene innerhalb einer spezifischen MINT-Aktivität, nämlich zum Luftdruck – nicht jedoch beim Thema Spiegeln. Fachkräfte der Interventionsgruppe (IG) verbesserten sich stärker als die Kontrollgruppe (KG) bzgl. (1) der Häufigkeit des wissenschaftlichen Argumentierens, (2) der lexikalen Diversität, (3) der Anwendung von Bildungssprache und (4) einem breiteren Fachwortschatz. Bei den Kindern der IG zeigten sich Effekte auf (1) die lexikale Diversität, (2) die Anwendung von Bildungssprache und (3) die Breite des Fachwortschatzes. Teilweise zeigt sich dies auch bei der Aktivität zum Spiegeln.

Im ProFinK Projekt, die Erweiterung und Digitalisierung des Fink-Projekts (Bürgermeister et al., 2022; Hardy et al., 2024), erhielten die Fachkräfte eine Diagnostik-Förder-App zur individuellen Förderung von Sprache, Selbstregulation und fachlichen Fähigkeiten innerhalb naturwissenschaftlicher Bildungsangebote. Ergänzend zur App fanden noch acht Treffen für professionelle Lerngemeinschaften (ca. 110 Min) statt. Die Professionalisierungsmaßnahme hatte keinen Effekt auf die Fachkraft-Kind-Interaktionen, gemessen mit der CLASS (Steffensky et al., 2025).

Für die Fortbildung „Denken Fühlen Sprechen“ zur alltagsintegrierten Sprachbildung, die Sprache, wissenschaftliches Denken und Emotionswissen fokussiert, ergaben sich nach Kontrolle einiger Variablen stabile Effekte auf das Satzgedächtnis, die Grammatikbildung und der Evidenzbewertung (Skowronek et al., 2021a; 2021b). Kinder der KG waren in der Hypothesengenerierung überlegen. Die Qualität der sprachlich-kognitiven Anregung wurde lediglich in Essens- und Bilderbuchsituationen analysiert.

3.4.2 Weiterbildungseffekte im Primarbereich

Im ProSach-Projekt wurde eine intensive Qualifizierung (Modul 1: Workshop zu MINT; Modul 2: Sprachunterstützende Unterrichtsplanung mit Coaching und Feedback; Kleingruppentreffen) für Grundschullehrkräfte der 3./4. Klassenstufe evaluiert (vgl. Heppt et al., 2022; 2023; 2025). Im Modul 2 (16 Stunden) wurde das sprachliche Makro-Scaffolding (Planung sprachbezogener Lernziele) und Mikro-Scaffolding (sprachliche Unterstützung im Unterricht) eingeführt. Dabei analysierten die Teilnehmenden die sprachlichen Anforderungen des Themas „Schwimmen und Sinken“, formulierten Lernziele und lernten die Sprachkompetenz der Schüler sowohl formal als auch informell einzuschätzen. Zudem wurden Strategien zur sprachlichen Unterstützung im Unterricht vermittelt, um den Erwerb fachsprachlicher Kompetenzen gezielt zu fördern. Durch die Schulung wurde eine hohe Implementierungsqualität der MINT-Aktivitäten sichergestellt. Jedoch fanden sich keine Effekte bzgl. der Lernunterstützung, gemessen mit der CLASS K-3. Die IG-Fachkräfte

gaben insgesamt mehr sprachlichen Input, nutzten mehr kausale Konnektoren und morphologisch komplexe Wörter (≥ 3 Silben). Zudem fand sich eine Steigerung des Förderwissens und der Selbstwirksamkeit, aber keine klare Überlegenheit zur KG bei der lexikalischen Komplexität und Elaboriertheit sowie der Informationsdichte. Bei vertieften Analysen zeigte sich ein Vorteil der IG in Höhe mittlerer bis großer Effekte in Bezug auf die Anzahl der sprachförderlichen Fragen mit der Intention, kindliche Äußerungen zu bildungs- und fachsprachlichen Formulierungen, Beschreibungen, Wiederholungen, Beobachtungen, Vermutungen sowie Begründungen zu evozieren (Gabler et al., 2024; Sontag et al., 2019).

Van der Graaf et al. (2019) evaluierte ein 3-stündiges Training zur Sprachunterstützung innerhalb von sechs MINT-Aktivitäten mit der Spezifikation von (a) direkter Instruktion, (b) Sprachunterstützung oder (c) einer Kombination aus beidem. Lehrkräfte, die in sprachlicher Unterstützung geschult wurden, förderten erfolgreich die sprachlich elaborierte Argumentation der Kinder und stärkten deren Fähigkeit zur Hypothesenbildung und Evidenzbewertung. Die Kombination aus direkter Instruktion und Sprachunterstützung erwies sich als besonders wirksam, um sowohl sprachliche als auch fachliche Lerngewinne zu erzielen. Auf Kindebene zeigte sich eine deutliche Verbesserung im wissenschaftlichen Denken (Experimentierkompetenz und beim Umgang mit der Kontroll-der-Variablen-Strategie). Zudem stiegen die Fachwortschatzkenntnisse und domänenspezifisches Wissen der Kinder signifikant an, vor allem wenn beide Instruktionsarten kombiniert wurden.

Die Fortbildung "Language as a Tool for Learning Science" (LaT) mit Seminareinheiten und Videofeedback wurde in einem experimentellen Design mit 17 Fachkräften überprüft (van Dijk et al., 2019). Sie führte bei den Fachkräften zu einer vermehrten Nutzung offener Fragen sowie zu syntaktisch komplexeren und lexikal diverseren Sprachhandeln (Effekte von $g = 0.61-1.68$). Auf Kindebene zeigte sich eine signifikante Zunahme von Äußerungen zum Wissenschaftlichen Denken (Vermutungen, Begründungen), komplexeren Satzstrukturen und leicht gesteigerter lexikalischer Vielfalt. Vertiefte Analysen (Menninga et al., 2017) zeigten zudem, dass die Anzahl der kindlichen Äußerungen sowie die Länge der kindlichen Turns signifikant in der IG zunahm und dementsprechend bei den Lehrkräften sank. Bei Menninga et al. (2022) wurde das Sprachhandeln der Fachkraft mit dem der Schüler*innen in Relation gesetzt, um so ko-konstruktive Prozesse zu analysieren. Während zum Prätest zunächst insgesamt wenig kognitiv anregendes Sprachhandeln der Fachkräfte zu sehen war, stieg der Anteil optimaler Interaktionen („aktive Ko-Konstruktion“) über die Zeit an, während nicht relationale Muster abnahmen, was auf eine größere Flexibilität und ein erweitertes Repertoire an Interaktionsmustern hinweist. Die Variabilität der Interaktionen innerhalb der Lektionen erhöhte sich, was als Zeichen für mehr adaptive und dynamische Unterrichtskommunikation interpretiert werden kann.

Blitzlicht

- Selbst Kurzfortbildungen zur Verwendung von Bildungssprache veränderten das Sprachverhalten der Fachkräfte in MINT-Aktivitäten positiv.
- Im Grundschulbereich steigerten intensivere Programme (wie ProSach und LaT) die Nutzung sprachunterstützender Strategien, offener Fragen und komplexer Sprache sowie die Fähigkeit der Kinder zu Hypothesenbildung und Argumentation.
- Die Kombination aus direkter Instruktion und Lehrertraining erwies sich als besonders wirksam für sprachliche und fachliche Lerngewinne.

4 Synergieeffekte

Die Förderung von Sprache und fachlichem und wissenschaftlichem Denken ist eng miteinander verknüpft und zeigt sich besonders deutlich in naturwissenschaftlichen Lernumgebungen. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass sprachliche Unterstützung nicht isoliert betrachtet werden darf, sondern in Wechselwirkung mit kognitiven Prozessen steht (Kempert et al., 2019; Saalbach & Kempert, 2022; Sting et al., 2021; Weinert, 2010).

Demnach haben Interaktionen zwischen Fach-/Lehrkraft und Kindern eine wechselseitige Einflussnahme (Reziprozität) und sind Voraussetzung für höhere geistige Funktionen (Hormann et al., 2021; Vygotsky, 1981; 2002). Lerngewinne entstehen dann, wenn alle Interaktionspartner*innen im Sinne des Sustained Shared Thinking am Denkprozess beteiligt sind (Sting et al., 2021; Sylva et al., 2004). Die enge Verknüpfung sprachlicher, kognitiver und fachlicher Lernprozesse erfordert somit ein sprachsensibles Vorgehen, das durch sprachliches Scaffolding erreicht werden kann (Bürgermeister et al., 2022; Haen et al., 2025a; 2025b; Herrmann et al. 2021; 2025; Gabler et al., 2020, 2024). Als Mittel der sprachlichen Unterstützung gelten Modellierungs-, Fokussierungs- und Korrekturtechniken (Dannenbauer, 2002; Mannel et al., 2016; Reber & Schönauer-Schneider, 2022). Die verknüpfte Sprach- und MINT-Bildung entfaltet dann die volle Wirkung, wenn Fach-/Lehrkraft-Kind-Interaktionen mit folgenden Aspekten des sprachlichen Scaffoldings im Zusammenspiel angereichert sind (Tabelle 4).

Tabelle 4. Synergieeffekte des sprachlichen Scaffoldings

Fokussierung und Guidance	Lenken der Aufmerksamkeit auf Prozesse, Themen, Begriffe und Phrasen, gemeinsamer Aufmerksamkeitsfokus
(herausfordernde) Aktivierung	Offene Fragen, Vorwissen aktivieren, Prompts mit expliziten Sprachfokus bzgl. der bildungssprachlichen Diskursformen und Anregung verbaler Denkprozesse (z. B. Hypothesen formulieren/Vermutungen anstellen, Vergleichen)
Vorgelagerte Sprachmodelle	Elaborierte Spracheingabe, Fachsprache, Selbst- und Parallelsprache, Linguistische Markierungen, gehäufte Präsentation der Zielformen, Think-Aloud-Techniken
Nachgelagerte Sprachmodelle	Expansion, Umformung, korrekatives Feedback, Extension, Möglichkeiten der Rekapitulation
Repetition, Revoicing, Relating und Rekapitulation	Wiederholen, Zusammenfassen sowie Verknüpfen der kindlichen Aussagen durch Fach-/Lehrkraft und Kinder, kindliche Aussagen durch Nachfragen weiter ausführen/rekapitulieren lassen, Aufforderungen die Aussagen der Peers zu bewerten
Metasprache	Sprache über Sprache, um Wissen über Struktur und Zweck zu erhalten
Adaptionen	Gezielter Einsatz von Makro- und Mikroadaptionen
Assessment	Diagnostische Erfassung der Fähigkeiten, Interesse & Vorwissen als Basis

5 Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen

Aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen der aufgeführten Studien lassen sich die folgenden Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen für verknüpfte Sprach- und MINT-Bildung in Kitas und Grundschulen ableiten:

(1) Qualität der sprachlich-kognitiven Anregung im Kontext forschenden Lernens ist ausbaufähig

Die Befunde aus verschiedenen Projekten und Studien zeigen übereinstimmend, dass die Qualität sprachlich-kognitiv anregender Fachkraft-Kind-Interaktionen in naturwissenschaftlichen Lernsettings insgesamt im unteren bis mittleren Bereich liegt. Dies gilt sowohl für den Elementarbereich als auch für den Grundschulkontext (Haen et al., 2025a; 2025b; Heppt et al., 2023; Steffensky et al., 2025). Trotz Bereitstellung von Materialien zum forschenden Lernen (meist zu einem spezifischen Fokus z. B. Schwimmen/Sinken) sowie Fachkraftqualifizierungen ist die Qualität vergleichbar niedrig ausgeprägt wie in anderen nationalen und

internationalen Studien zur Lernunterstützung ohne spezifisches MINT-Setting (siehe Egert, 2024). Um die Qualität der sprachlich-kognitiv anregenden Interaktionen zu verbessern, erscheinen folgende Schritte sinnvoll: (I) Gezielte Fortbildungen zu lernunterstützenden Fach-/Lehrkraft-Kind-Interaktionen anbieten. Pädagogische Fach-/Lehrkräfte sollten in Strategien des sprachlichen Scaffoldings geschult werden, etwa durch den Einsatz offener Fragen, das Anregen von Hypothesen und das Fördern von Erklärungen. Solche Trainings sind dann besonders wirksam, wenn diese z. B. Videofeedback und Selbstreflexion beinhalten (Egert et al., 2020). (II) Gestaltung strukturierter Lernumgebungen, die gezielt Experimente mit Gesprächsimpulsen kombinieren. Dies kann sowohl Dialoge zwischen Fachkraft und Kindern als auch zwischen Kindern umfassen. Bei kooperativen Lernformen wie Partner- oder Gruppenarbeit sind klare Gesprächsaufgaben („Erklärt euch gegenseitig, warum...“) hilfreich, um den Austausch und die aktive Sprachproduktion zu fördern. (III) Zudem könnten die Lerninhalte aus den Einheiten des forschenden Lernens systematisch in den Alltag integriert werden, um die Verwendung, Wiederholung und Rekapitulation der Fachbegriffe und Konzepte für die Kinder in unterschiedlichen Situationen zu ermöglichen.

(2) Verbale Beteiligung und Gesprächsanteile der Kinder steigern

Die Ergebnisse mehrerer Studien (Haen et al., 2025a; 2025b; Li, 2017) deuten auf eine fach-/lehrkraftzentrierte Interaktionsstruktur hin, denn deren Beiträge sind deutlich häufiger, länger und inhaltsreicher, was auf eine dominante Steuerung und Moderation durch Erwachsene zeigt. Dies weist auf eine ungleiche Beteiligung und wenig partizipatorische Turns hin. Die geringe Anwendung dieser Strategien legt nahe, dass das Potenzial zur Förderung der verbalen Beteiligung von Kindern nicht vollständig genutzt wird. Dies ist problematisch, da aktive sprachliche Beteiligung maßgeblich das domänenspezifische Lernen beeinflusst (z. B. Gabler et al., 2024; Mannel et al., 2016). Zudem wird angenommen, dass eine erhöhte mündliche Beteiligung die Wirksamkeit des sprachlichen Scaffolding durch Lehrkräfte positiv unterstützt (Bürgermeister et al., 2019; Herrmann et al., 2021). Für die Sprachförderung empfiehlt sich daher, offene Fragen, gezielte Wartezeiten und Anschlussfragen einzusetzen, um die Länge der Kinderäußerungen zu erhöhen und die Beteiligung gleichmäßiger zu verteilen.

(3) Potentiale ausschöpfen und vermehrt sprachliches Scaffolding mit hohem sprachlichen und kognitiven Aktivierungscharakter verwenden

Sprachliches Scaffolding wird überwiegend für einfache Prozesse wie Beschreiben und Berichten genutzt. Strategien, die Kinder zu Vergleichen, Begründungen, Hypothesenbildung oder Schlussfolgerungen anregen, treten selten auf (Leuchter & Saalbach, 2014; Li, 2017; Studhalter et al., 2021; Pauen & Kästner, 2018). Bei geringer sprachlich-kognitiver Anregung finden sich auch bei den kindlichen Äußerungen nur kleine Anteile, die als syntaktisch komplex (ca. 7 %) oder als diskursiv-pragmatisches Engagement (ca. 3 %) identifiziert werden können. So ist es auch nicht verwunderlich, dass die Zusammenhänge zwischen den niedrigen Qualitätswerten sprachlich-kognitiv anregender Fach-/Lehrkraft-Kind-Interaktionen und kindlichen Sprach- und MINT-Maßen bislang ausbleiben (Haen et al., 2025a; 2025b; Heppt et al., 2023; Rank et al., 2018). Das Potential von sprachunterstützenden MINT-Aktivitäten bezüglich der Lern- und Übungsmöglichkeiten zum Erwerb bildungssprachlicher Fähigkeiten und dem Erwerb fachlicher Denkfähigkeiten, die in der Literatur angenommen werden, ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft (Kempert et al., 2019; Leuchter & Saalbach, 2014; Prediger & Hardy, 2023; Saalbach & Kempert, 2022). In der Praxis ließe sich das erreichen, wenn Fach-/Lehrkräfte bewusst Sprachimpulse zum Vergleichen, Begründen und Bewerten setzen sowie fachsprachliche Begriffe aktiv einführen und deren Verwendung einfordern. Kinder benötigen wiederholte und gezielte Übungsgelegenheiten, um sowohl sprachliche als auch fachliche Kompetenzen aufzubauen.

(4) Themenbezogene Erarbeitung des sprachlichen Scaffoldings

Einzelne Studien deuten darauf hin, dass die sprachlich-kognitive Anregung in Zusammenhang mit der naturwissenschaftlichen Thematik des forschenden Lernens stehen könnte. So fanden Heppt et al. (2023), dass die Qualität in Aktivitäten wie „Verdunsten/Kondensation“ höher ausgeprägt war als „Schwimmen/Sinken“. Die Analyse von Lankes et al. (2011) deuten auf ein Defizit in den Materialien zum Experimentieren im deutschsprachigen Raum hin. In 61% der Versuchsbeschreibungen waren keine Anregungen für Fragen und Vermutungen enthalten und in 77% keine explizit benannten Anregungen für

naturwissenschaftliche Denkweisen (Beschreiben, Vergleichen etc.). Möglicherweise helfen ausführliche Handreichungen (wie z. B. von Hardy n.d.) und Ansätze des formativen Assessments (vgl. Bürgermeister et al., 2022), bei denen sprachliche und fachliche Lernziele klar benannt sind und zudem in Relation zum kindlichen Entwicklungsstand gesetzt werden können.

(5) Erste Hinweise zur Wirkung spezifischer Strategien

Längere, komplexere und vollständigere kindliche Äußerungen lassen sich durch Erklärungsfragen (Haen et al., 2025a; 2025b; Röhner et al., 2010) sowie handlungsbegleitendes und problemorientiertes Sprechen (Hövelbrinks, 2011) erzielen, während Benennungsfragen eher kürzere Äußerungen evozieren (Haen et al., 2025a; 2025b; Röhner et al., 2010). Die Fähigkeit, Sachverhalte verbal zu begründen, wurde durch ein kombiniertes Scaffolding erreicht, bei dem die Fach-/Lehrkräfte das Vorwissen der Kinder aktivierten und die Kinder einen hohen Redeanteil hervorbrachten (Bürgermeister et al., 2019; Studhalter et al., 2021). Allerdings wirken offene sprachfördernde Fragen, die auf bildungs- oder fachsprachliche Formulierungen abzielen, nicht per se positiv, sondern entfalten ihre Wirkung vor allem in sprachunterstützenden Unterrichtskonzepten, wo sie den Fachwortschatz steigern können (Gabler et al., 2024). Bei der Konzeptentwicklung, insbesondere beim Übergang zum korrekten Konzept, erwiesen sich das Zusammenfassen der kindlichen Aussagen (Revoicing) und das Einfordern von Erklärungen bzw. Anregen von kognitiven Konflikten (Challenging) als wirksam (Herrmann et al., 2025). Die gesammelten Befunde geben erste Hinweise darauf, dass sprachliches Scaffolding im MINT-Bereich eine zentrale Rolle spielt, jedoch adaptiv und kontextsensibel eingesetzt werden muss, um nachhaltige sprachliche und kognitive Lernfortschritte zu gewährleisten. Bisher kaum berücksichtigt ist, welche Bedeutung den kindlichen Äußerungen vorausgehende und nachfolgende Modellierungstechniken haben (Dannenbauer, 2002; Reber & Schönauer-Schneider, 2022). Grundsätzlich steht die Forschung aber hier noch am Anfang und weitere empirische Untersuchungen sind nötig, um die „Blackbox“ der Wechselwirkungen zu entschlüsseln.

(6) Adaptivität gewährleisten durch den Einsatz von prozessorientierter Diagnostik

Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung adaptiver Gestaltung von sprachunterstützender MINT-Bildung. Um förderlich zu sein, muss Scaffolding flexibel und abhängig vom individuellen Wissens- und Sprachstand des Kindes eingesetzt werden. Dies erfordert adaptives Handeln der Fach-/Lehrkräfte (Bürgermeister et al., 2022). Dies kann auf Makroebene vor allem durch eine fundierte Vorbereitung und Bereitstellung von strukturiertem Fördermaterial sowie auf Mikroebene durch eine prozessbegleitende sprachliche Förderung in der Interaktion zwischen der Fachkraft und dem Kind realisiert werden (Steffensky et al., 2025). Adaptives Handeln der Fachkräfte im Rahmen von sprachunterstützender MINT-Bildung bedarf zum einen domänenspezifisches und fachdidaktisches Wissen und zum anderen adaptive Handlungskompetenz, um Kinder prozessorientiert in der Lernentwicklung zu begleiten (Bürgermeister et al., 2022). Ohne Diagnostik besteht die Gefahr der Unter- oder Überforderung von Kindern sowie das Übersehen von Entwicklungsrisiken (Steffensky et al., 2025). Innerhalb vom Experimentieren können diagnostische Situationen herbeigeführt werden, wie z. B. Wissensbestände oder Interessen abzufragen, um so den individuellen Lern- und Entwicklungsstand des Kindes einzuschätzen (ebd.). Ziel ist eine adaptive Förderung, Lernprozesse durch regelmäßiges Beobachten und Dokumentieren sichtbar zu machen und die Teilhabe aller Kinder zu sichern.

(7) Fachwissen und fachdidaktisches Wissen der Fach-/Lehrkräfte stärken

Fachwissen und fachdidaktisches Wissen der Fach-/Lehrkräfte bildet die Grundlage zur Unterstützung sprachlicher, kognitiver und fachlicher Entwicklungsprozesse. Einzelbefunde deuten darauf hin, dass Grundschullehrkräfte besser beim Scaffolding und der Vermittlung fachbezogenen Wissens abschnitten als Kita-Fachkräfte und auch weniger fachliche Fehler machten (Leuchter & Saalbach, 2014). Mangelndes Fachwissen der Fach-/Lehrpersonen stellt möglicherweise einen Risikofaktor für unwirksame Bildungsprozesse in MINT-Aktivitäten dar. Um dem entgegenzuwirken, müssen Fach-/Lehrkräfte durch intensive Fortbildungen geschult werden, die sowohl Fachwissen und fachdidaktisches Wissen vermitteln als auch die individuellen Überzeugungen bezüglich kindlicher Lernprozesse betrachten (Saalbach & Kempert, 2022).

(8) Qualität und Adaptivität der kognitiv-sprachlichen Anregung gezielt durch intensive Weiterbildungen steigern

Weiterbildungen für Fach-/Lehrkräfte sollten praxisnah mit konkreten Beispielen gestaltet sein. Selbst kurze Trainings (z. B. 3 Stunden) können positive Effekte erzielen, wenn sie auf spezifische MINT-Aktivitäten zugeschnitten sind (Henrichs & Leseman, 2014). Um das sprachliche Handeln der Fach-/Lehrkräfte zu verbessern, zeigen Ergebnisse aus Metaanalysen, dass es intensive Trainings benötigt, die Selbstreflexion und Übungen zur Umsetzung sprachfördernder Strategien beinhalten (Egert et al., 2020). Zudem erzielen Weiterbildungen mit Coaching größere Effekte (Kalinowski et al., 2020).

6 Limitationen

Methodisch gesehen beinhalten die in die Expertise eingeschlossenen Studienergebnisse einige Limitationen. (1) Der Großteil der Studien bezieht sich auf wissenschaftliche Veröffentlichungen in peer-reviewten Fachzeitschriften und eine positive Verzerrung der Ergebnisse kann deshalb nicht ausgeschlossen werden. Die wenigen unveröffentlichten Publikationen (z. B. Siegmund, 2022) weisen eher auf Nulleffekte hin. (2) Der überwiegende Teil der Studien hat sowohl die Qualität des Sprachhandelns der Fach-/Lehrkräfte als auch die kindlichen Sprach- und MINT-Outcomes mittels selbst-entwickelter und treatmentsensitiver Verfahren erhoben. Dies hat Vor- und Nachteile. Einerseits kann somit geprüft werden, ob die sprachlichen, kognitiven und fachlichen Lernziele erreicht wurden oder die Maßnahme wie intendiert implementiert wurde. Andererseits sind keine Generalisierungen möglich, ebenso wenig wie die Erfassung von Transfereffekten auf globale Sprach- oder Kognitionsmaße unabhängig vom Thema. Zudem „bleibt offen, ob wissenschaftliches Denken erst durch Sprache messbar gemacht werden kann“ (Sting et al., 2021, S. 31). (3) Die meisten Ergebnisse beziehen sich auf naturwissenschaftliche Kontexte und dort meist einschränkend auf ein oder zwei spezifische Themengebiete. Während das Thema „Schwimmen und Sinken“ im deutschsprachigen Raum sehr dominant ist und aussagekräftige Erkenntnisse liefert, sind anderen Themen wenig erforscht. Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf den MINT-Kontext, auch wegen des Fehlens von Studien zu den Bereichen Informatik, Technik und Mathematik, ist nicht zulässig. Obwohl viele theoretische Ideen bestehen (Prediger & Wessel, 2013) fehlt es insbesondere an empirischen Grundlagen für instruktionsbezogene Ansätze sprachlicher Praktiken und Förderung sprachlicher Mittel für das Mathematiklernen (Erath et al., 2021) (4) Anhand der Studienlage sind keine differenzierten Analysen zur Wirksamkeit für mehrsprachige Kinder oder Kinder mit Sprachförderbedarf möglich. Dies hat mehrere Gründe. Einerseits wurde Mehrsprachigkeit in den Studien auf sehr unterschiedliche Weise operationalisiert, so dass die angegebene Prozentzahl sehr divers ausfällt. Andererseits wurden zur Erhebung der Sprachfähigkeiten kaum standardisierte Testverfahren verwendet und somit kann ein Sprachförderbedarf nicht normiert festgestellt werden. In einigen Studien (French, 2004; Mannel et al., 2016; Neuman et al., 2011) wurde darauf verwiesen, dass in der Stichprobe überwiegend Einrichtungen mit sozial benachteiligten Kindern oder sprachlich diversen Gruppen sind (Spycher, 2009), was aber keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Mehrsprachigkeit oder Sprachförderbedarf der Proband*innen zulässt. Differenzierte Analysen, ob die Maßnahmen für ein- oder mehrsprachige Kinder oder Kinder mit Sprachförderbedarf besser geeignet sind, ist somit nicht möglich. (5) Während in der Grundschule das forschende Lernen überwiegend im Klassensetting durchgeführt wurde, erfolgte in vielen Studien zum Kita-Bereich die Umsetzung in der Kleingruppe. In vereinzelt Fällen erfolgte die Vermittlung im Plenum ergänzt durch ko-konstruktive Paarbeit. Rückschlüsse auf die Wirksamkeit spezifischer Settings zu ziehen, ist dadurch erschwert. (6) Die Umsetzungsbedingungen wie Dauer und Häufigkeit oder Lokalisation außerhalb des Klassenraums sind meist nur vage beschrieben. Somit sind derzeit keine Aussagen über ideale Umsetzungsbedingungen oder die Kategorisierung in additive oder alltagsintegrierte Förderung möglich. Zudem fielen die bisherigen Maßnahmen sehr divers aus und variierten von Einzelterminen bis hin zu mehrwöchigen Programmen (Henrichs & Leseman, 2013; Neuman et al., 2011). Aus den Ergebnissen zu Sprachförderprojekten wird aber deutlich, dass es von großer Bedeutung ist, die individuelle Rede- und Lernzeiten, insbesondere für Kinder mit Sprachförderbedarf, zu maximieren. Aus der Forschung zu Sprachförderung wird eine kleine Gruppengrößen von 2-3 Kindern empfohlen (Hofmann et al., 2008). (7) Alle

Studien beginnen mit Kindern ab dem Vorschulalter und es fand sich keine Studie aus dem Krippenbereich. Hier ist ein klares Forschungsdesiderat zu erkennen. (8) Anhand des bisherigen Forschungsstandes lassen sich für einzelne Bereiche bereits Handlungsempfehlungen ableiten, während für einige noch vertiefte Analysen oder die Replikation von Befunden nötig ist.

7 Literatur

- Ahrenholz, B. (2010). Bildungssprache im Sachunterricht in der Grundschule. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 15 – 35). Tübingen: Narr.
- Ardasheva, Y., Newcomer, S. N., Firestone, J.B. & Lamb, R.L. (2017). Mediation in the relationship among EL status, vocabulary, and science reading comprehension. *The Journal of Educational Research*, 110(6), 665–674. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1175407>.
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57(2), 111–127.
- Bourdieu, P. (2006). Die drei Formen des kulturellen Kapitals. In P. Bourdieu (Hrsg.), *Wie die Kultur zum Bauern kommt* (S.112-120). Hamburg: VSA-Verlag.
- Bowlby, J. (1969). *Attachment and loss: vol. 1. Attachment*. New York: Basic Books.
- Bransford J. D., Brown, A. L & Cocking, R. R. (Hrsg.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Expanded edition. Washington, DC: National Academies Press.
- Bruner, J. (1966). *Towards a theory of instruction*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- Bürgermeister, A., Große, G., Leuchter, M., Studhalter, U. & Saalbach, H. (2019). Interaktion von pädagogischen Fachkräften und Kindern in naturwissenschaftlichen Lerngelegenheiten im Kindergarten: Ein Blick auf die Quantität kindlicher Redebeiträge. *Frühe Bildung*, 8(1), 13–21. <https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000406>
- 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* (S. 79-98). Münster: Waxmann,
- Connell, J. P. & Wellborn, J. G. (1991). Competence, autonomy, and relatedness: A motivational analysis of self-system processes. In M. R. Gunnar & L. A. Sroufe (Hrsg.), *Self process and development: The Minnesota symposia on child development* (S. 43–77). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cummins, J. (2008). BICS and CALP: Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In Hornberger, N. H. (Hrsg.), *Encyclopedia of Language and Education*. Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30424-3_36
- Dannenbauer, F. M. (2002). Grammatik. In S. Baumgartner & I. Füssenich (Hrsg.), *Sprachtherapie mit Kindern: Grundlagen und Verfahren* (S. 105–161). München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Egert, F. (2024). Qualität und Quantität sprachlicher Bildung und Förderung. In F. Egert, S. Sachse, A. Buschmann & A.-K. Cordes (Hrsg.), *Sprachliche Bildung und Förderung. Sprache – Kommunikation – Mehrsprachigkeit in Kindertageseinrichtungen* (S. 38-56). 1. Auflage. Kindheitspädagogik und Familienbildung. Band 6. Stuttgart: UTB.
- Egert, F., Dederer, V. & Fukkink, R. G. (2020). The impact of in-service professional development on the quality of teacher-child interactions in early education and care: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 29, 00309. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100309>
- Erath, K., Ingram, J., Moschkovich, J. & Prediger, S. (2021). Designing and enacting instruction that enhances language for mathematical learning: A Review of the state of development and research. *ZDM – Mathematic Education*, 53, 245-262. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01213-2>
- Estrella, G., Au, J., Jaeggi, S. M. & Collins, P. (2018). Is inquiry science instruction effective for English language learners? A meta-analytic review. *AERA Open*, 4(2), 2332858418767402. <https://doi.org/10.1177/2332858418767402>.

- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149. [doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.004](https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004)
- Gabler, K., Henschel, S., Hardy, I., Sontag, C. & Heppt, S. (2024). Sprachförderliches Unterrichten im Sachunterricht der Grundschule. *ZfG* 17, 87–110. <https://doi.org/10.1007/s42278-024-00191-8>
- Gabler, K., Mannel, S., Hardy, I., Henschel, S., Heppt, B., Hettmannsperger-Lippolt, R., Sontag, C. & 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. M. Weber, H. Wagner, A. Ropeter, S. Geyer & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Sprach- und Schriftsprachförderung wirksam gestalten: Innovative Konzepte und Forschungsimpulse* 1. Aufl. Bildung durch Sprache und Schrift, (S. 59–83). Kohlhammer.
- Gentner, D. (2016). Language as cognitive tool kit: How language supports relational thought. *American Psychologist*, 71(8), 650–657. <https://doi.org/10.1037/amp0000082>
- Gogolin, I. & Lange, I. (2010). *Durchgängige Sprachbildung. Eine Handreichung*. Münster: Waxmann.
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107–129). Wiesbaden: Springer.
- Guo, Y., Wang, S., Hall, A. H., Breit-Smith, A. & Busch, J. (2016). The effects of science instruction on young children's vocabulary learning: a research synthesis. *Early Childhood Education Journal*, 44(4), 359–367. <https://doi.org/10.1007/s10643-015-0721-6>.
- Haen, A. C., Hardy, I., Saalbach, H., Leuchter, M. & Steffensky, M. (2025a). Preschool Teachers' Language Scaffolding in Early Science Education in Linguistically Heterogeneous Groups. In J. Ziehm-Eicher, M. Hasselhorn & H. G. Roßbach (Hrsg.), *Kinder mit erhöhtem Risiko für Bildungsmisserfolg*. Edition ZfE, vol 20., Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-48674-7_5
- Haen, A. C., Steffensky, M., Bürgermeister, A., Hardy, I., Leuchter, M., Bednarski, F. et al. (2025b). Instructional Talk in Early Science Education: How Teachers' Support and Children's Verbal Participation Shape Language Development and Learning About Materials. *Early Education and Development*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/10409289.2025.2571977>
- Halliday, M. A. K. (1978). *Language as social semiotic. The social interpretation of language and meaning*. London: Edward Arnold.
- Halliday, M. A. K. (1993). Some grammatical problems in scientific English. In M. A. K. Halliday (Hrsg.), *Writing science: Literacy and discursive power* (pp. 69-85). London: Routledge.
- Halliday, M. A. K. & Matthiessen, C. M. I. M. (2004). *An introduction to functional grammar* (3rd ed.). London: Arnold.
- Hamre, B. K., Pianta, R. C., Downer, J. T., DeCoster, J., Mashburn, A. J., Jones, S. M. et al. (2013). Teaching through interactions: Testing a developmental framework of teacher effectiveness in over 4,000 classrooms. *The Elementary School Journal*, 113(4), 461–487. <https://doi.org/10.1086/669616>
- Hardy, I., Bürgermeister, A. & Leuchter, M. (2024). Portfolios in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung: Bedeutung für die Sprachförderung in inklusiven Kontexten. In E. Blumberg, C. Niederhaus & A. Mischendahl (Hrsg.), *Mehrsprachigkeit in der Schule. Sprachbildung im und durch Sachunterricht* (S.59–78). Stuttgart: Kohlhammer.
- Hardy, I., Leuchter, M., Saalbach, H., Steffensky, M., Bürgermeister, A., Junge, K. & Venitz, L. (n.d.). *Handreichung. Begleitendes Material zu einem Bildungsangebot „Schwimmen und Sinken“ für inklusive arbeitende Kitas*. Verfügbar unter: <https://www.ew.ni-hamburg.de/einrichtungen/ew5/didaktik-der-chemie/files/handreicherung-fink.pdf>
- 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.

- Hartinger, A., Rank, A., Wildemann, A. & Tietze, S. (2024). Sprachliche Anregung in verschiedenen Phasen des Experimentierens. Eine Studie zum frühen naturwissenschaftlichen Lernen in Kindertagesstätten. In E. Blumberg, C. Niederhaus & A. Mischendahl (Hrsg.), *Mehrsprachigkeit in der Schule. Sprachbildung im und durch Sachunterricht* (S.79–98). Stuttgart: Kohlhammer.
- Henrichs, L. F. & Leseman, P. P. (2014). Early science instruction and academic language development can go hand in hand. The promising effects of a low-intensity teacher-focused intervention. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2978–2995. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.948944>.
- Heppt, B., Henschel, S., Hardy, I. & Gabler, K. (2023) Instructional support in inquiry-based elementary school science classes: how does it relate to students' science content knowledge and academic language proficiency?. *European Journal of Psychology of Education*, 38, 1377-1401. <https://doi.org/10.1007/s10212-022-00653-6>
- Heppt, B., Henschel, S., Hardy, I., Hettmannsperger-Lippolt, R., Gabler, K., Sontag, C. et al. (2022). Professional development for language support in science classrooms: Evaluating effects for elementary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 109, 103518. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103518>.
- Heppt, B., Henschel, S., Hettmannsperger-Lippolt, R., Sontag, C., Gabler, K., Hardy, I. et al. (2020). Erfassung und Bedeutung des Fachwortschatzes im Sachunterricht der Grundschule. In C. Titz, S. M. Weber, H. Wagner, A. Ropeter, S. Geyer & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Sprach- und Schriftsprachförderung wirksam gestalten: Innovative Konzepte und Forschungsimpulse*, 1. Aufl. Bildung durch Sprache und Schrift, (S. 84–109). Stuttgart: Kohlhammer.
- Heppt, B., Löfflad, D., Henschel, S., Gabler, K., Hardy, I. & Meurers, D. (2025). In N. McElvany, S. König, R. Schaufelberger, M. Becker, H. Gaspard, B. Heppt & A. Naumann (Hrsg.). *Jahrbuch der Schulentwicklung (Band 24). Bildungsprozesse und Kompetenzentwicklungen im Kontext sprachlicher und sozialer Heterogenität* (S. 35-60). Wiesbaden: VS Verlag.
- Herrmann, A., Bürgermeister, A., Lange-Schubert, K. & Saalbach, H. (2021). Die Bedeutung von Partizipation und Scaffolding für die Leistung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Klassen mit hohem und niedrigem Anteil mehrsprachiger Schüler*innen. *ZfG*, 14(2), 305–323. <https://doi.org/10.1007/s42278-021-00112-z>.
- Herrmann, A., Schulze, C., Lange-Schubert, K. & Saalbach, H. (2025). The influence of teacher talk on primary school students' learning in science: A person-centered approach to analyzing conceptual change. *Learning and Instruction*, 100, 102216. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102216>
- Höfler, M., Woerfel, T., Vasylyeva, T. & Twente, L. (2023). Wirkung sprachsensibler Unterrichtsansätze – Ergebnisse eines systematischen Reviews. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 27(2), 449-495. DOI: 10.1007/s11618-023-01214-3.
- Hofmann, N., Polotzek, S., Roos, J. & Scholer, H. (2008). Sprachförderung im Vorschulalter – Evaluation dreier Sprachförderkonzepte. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 3(3), 291-300.
- Hong, S. Y. & Diamond, K. E. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 295-305. doi:10.1016/j.ecresq.2011.09.006
- Hopf, M. (2011). Sustained Shared Thinking in der frühpädagogischen Praxis des naturwissenschaftlich-technischen Lernens. *ZfG*, 4(1), 73-85.
- Hormann, O., Koch, K. & Neugebauer, L. (2021). Spracherwerb und Sprachunterstützung im Elementarbereich: Ein Überblick. In M. von Salisch, O. Hormann, P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Fühlen Denken Sprechen. Alltagsintegrierte Sprachbildung in Kindertageseinrichtungen* (S. 13-22). Münster: Waxmann.
- Hövelbrinks, B. (2011). Sprachförderung im Kontext frühen naturwissenschaftlichen Lernens. Eine empirische Untersuchung zur Wirksamkeit von Förderstrategien. *ZfG*, 4(2), 20-32.

- Humboldt, W. von. (1836). *Über die Verschiedenheiten des menschlichen Sprachbaus und ihren Einfluss auf die geistige Entwicklung*. Berlin. Königliche Akademie der Wissenschaft.
- Ing, M., Webb, N. M., Franke, M. L., Turrou, A. C., Wong, J., Shin, N. & Fernandez, C. H. (2015). Student participation in elementary mathematics classrooms: The missing link between teacher practices and student achievement? *Educational Studies in Mathematics*, 90(3), 341–356. DOI10.1007/s10649-015-9625-z
- Jugendministerkonferenz & Kultusministerkonferenz (2004). *Gemeinsamer Rahmen der Länder für die frühkindliche Bildung in Kindertagesstätten. Beschluss der Jugendministerkonferenz vom 13./14.05.2004 / Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 03./04.06.2004*. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_06_03-Fruhe-Bildung-Kindertageseinrichtungen.pdf
- Kademann, S. & Utikal, S. (2020). *Wie Sie sprachliche Bildung und MINT-Bildung verbinden*. Berlin: Stiftung Kinder forschen. Verfügbar unter: <https://blog.stiftung-kinder-forschen.de/wie-sie-sprachliche-bildung-und-mint-bildung-verbinden>
- Kähler, J. (2021). *Naturwissenschaftliche Kompetenz in der frühen Kindheit: Untersuchung sozial- und migrationsbedingter Disparität vom Kindergarten bis zur Grundschule*. Dissertation. Kiel: Christian-Albrecht-Universität.
- Kalinowski, E., Egert, F., Gronostaj, A. & Vock, M. (2020). Professional development on fostering students' academic language proficiency across the curriculum – A meta-analysis of its impact on teachers' cognition and teaching practices. *Teaching and Teacher Education*, 88, 102971. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102971>.
- Kalinowski, E., Gronostaj, A. & Vock, M. (2019). Effective professional development for teachers to foster students' academic language proficiency across the curriculum: A systematic review. *AERA Open*, 5(1), 1-23. DOI: 10.1177/2332858419828691
- Kammermeyer, G. & Roux, S. (2013). Sprachbildung und Sprachforderung. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S. 515-528). Wiesbaden: Springer.
- Kempert, S., Edele, A., Rauch, D., Wolf, K. M., Paetsch, J., Darsow, A. et al. (2016). Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf* (S. 157 – 241). Wiesbaden: Springer. https://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-04322-3_5
- Kempert, S., Saalbach, H. & Hardy, I. (2011). Cognitive benefits and costs of bilingualism in elementary school students: The case of mathematical word problems. *Journal of Educational Psychology*, 103, 547 – 561. <https://dx.doi.org/10.1037/a0023619>
- Kempert, S., Schalk, L. & Saalbach, H. (2019). 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. DOI: 10.2378/peu2018.art19d
- KMK (2019). *Bildungssprachliche Kompetenzen in der deutschen Sprache stärken*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_12_05-Beschluss-Bildungssprachl-Kompetenzen.pdf
- Lankes, E.-M., Steffenksy, M. & Carstensen, C. (2011). Das didaktische Potenzial von Materialien zum Experimentieren mit Kindern im Vorschulalter. *ZfG*, 4(1), 86-19.
- Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods. Class, race, and family life*. Berkeley: Univ. of California Press.
- Leseman, P., Scheele, A. F., Mayo, A. Y. & Messer, M. H. (2007). Home literacy as a special language environment to prepare children for school. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10(3), 334-355.

- Leuchter, M. & Saalbach, H. (2014). Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 117-131.
- Li, M. (2017). *Zweitsprachförderung im frühen naturwissenschaftlichen Lernen. Linguistisch hochwertige Formate und interaktive Elemente in der Unterrichtskommunikation*. Weinheim: Beltz.
- Mannel, S., Hardy, I., Sauer, S. & Saalbach, H. (2016). Sprachliches Scaffolding zur Unterstützung naturwissenschaftlichen Lernens im Kindergartenalter. In *Kompetenzprofile Deutsch als fremde Bildungssprache*. Sammelband zum Symposium. (S. 97-114). Tübingen: Stauffenburg Verlag.
- Menninga, A., van Dijk, M., Wetzels, A., Steenbeek, H & van Geert, P. (2017). Language use in kindergarten science lessons: language production and academic language during a video feedback coaching intervention in kindergarten science lesson. *Educational Research and Evaluation*, 23(1-2), 26-51. DOI:10.1080/13803611.2017.1292920
- Menninga, A., van Geert, P., van Vondel, S., Steenbeek, H. & van Dijk, M. (2021). Teacher-student interaction patterns change during an early science teaching intervention. *Research in Science Education*, 52, 1497-1523. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09997-3>
- Morek, M. (2011). Explanative Diskurspraktiken in schulischen und außerschulischen Interaktionen: Ein Kontextvergleich. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 23(2), 211-230.
- Morek, M. & Heller, V. (2012). Bildungssprache – Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. *Zeitschrift für angewandte Linguistik*, 57, 67-101. <https://dx.doi.org/10.1515/zfal-2012-0011>
- Neuman, S. B., Newman, E. H. & Dwyer, J. (2011). Educational effects of a vocabulary intervention on preschoolers' word knowledge and conceptual development: A cluster-randomized trial. *Reading Research Quarterly*, 46(3), 249-272. doi:10.1598/RRQ.46.3.3
- Paetsch, J., Felbrich, A. & Stanat, P. (2015). Der Zusammenhang von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 29, 19-29. <https://dx.doi.org/10.1024/1010-0652/a000142>
- Pauen, S. & Kästner, R. (2018). Early Steps into Science and Literacy – EASI Science-L Teil 2. Wirkungen naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf die Gestaltung von Forschungssituationen durch pädagogische Fachkräfte und auf die naturwissenschaftlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Wirkungen naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf pädagogische Fachkräfte und Kinder* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 10, S. 194–251). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Verfügbar unter: stiftung-kinder-forschen.de/ansatz-wirkung/wissenschaftliche-begleitung
- Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically*. London: Routledge.
- Prediger, S. & Hardy, I. (2023). Fachliches und sprachliches Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In M. Becker-Mrotzek, H.-J. Gogolin, H.-J. Roth & P. Stanat (Hrsg.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung* (S. 171–184). Münster: Waxmann.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2013). Fostering German language learners' constructions of meanings for fractions: Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. *Mathematics Education Research Journal*, 25(3), 435-456. DOI10.1007/s13394-013-0079-2
- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36, 77-104. <https://dx.doi.org/10.1007/s13138-015-0074-0>
- Preece, S. (2009). *Posh talk. Language and identity in higher education*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

- Pöhlmann, C., Haag, N. & Stanat, P. (2013). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB Ländervergleich 2012: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 279-329). Münster: Waxmann.
- Rank, A., Wildemann, A., Hartinger, A. & Tietze, S. (2018). Early Steps into Science and Literacy – EASI Science-L Teil 1. Wirkungen sprachlicher Anregungsqualität in naturwissenschaftlichen Bildungsangeboten auf die sprachlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Wirkungen naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf pädagogische Fachkräfte und Kinder* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 10, S. 140-193). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Verfügbar unter: stiftung-kinder-forschen.de/ansatz-wirkung/wissenschaftliche-begleitung
- Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C. P., Zhai, F., Metzger, M. W. & Solomon, B. (2009). Targeting children's behavior problems in preschool classrooms: A cluster-randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 77*(2), 302–316.
- Reber, K. & Schönauer-Schneider, W. (2022). *Bausteine sprachheilpädagogischen Unterrichts*. (5., aktualisierte Auflage). München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Röhner, C., Blumer, H., Hopf, M., Li, M. & Hövelbrinks, B. (2009). *Sprachförderung von Migrantenkindern im Kontext frühen naturwissenschaftlich-technischen Lernens. Abschlussbericht*. Wuppertal: Bergische Universität.
- Röhner, C., Li, M. & Hövelbrinks, B. (2010). Fragestrategien im fachbezogenen Sprachunterricht. In K. H. Arnold, K. Hauenschild, B. Schmidt & B. Ziegenmeyer (Hrsg.) *Zwischen Fachdidaktik und Stufendidaktik* (S. 89-92). Wiesbaden: VS Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92475-5_14
- Ruberg, T. & Rothweiler, M. (2012). *Spracherwerb und Sprachförderung in der KiTa*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Saalbach, H., Gunzenhauser, C., Kempert, S. & Karbach, J. (2016). Der Einfluss von Mehrsprachigkeit auf mathematische Fähigkeiten bei Grundschulkindern mit niedrigem sozioökonomischem Status. *Frühe Bildung, 5*, 73-81. <https://dx.doi.org/10.1026/2191-9186/a000255>
- Saalbach, H. & Kempert, S. (2022). Sprache als wichtiges Werkzeug der Lehrenden: Verbale Interaktion zur Unterstützung des frühen MINT-Lernens. In M. Schneider, R. Grabner, H. Saalbach & L. Schalk (Hrsg.), *Wie guter Unterricht intelligentes Wissen schafft. Handlungswissen aus der Lehr-Lernforschung. Eine Festschrift für Elsbeth Stern* (S. 172-185). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schleppegrell, M. (2001). Linguistic Features of the Language of Schooling. *Linguistics and Education, 12*(4), 431-459.
- Schleppegrell, M. (2013). The role of metalanguage in supporting academic language development. *Language Learning, 63*(1), 153-170. DOI: 10.1111/j.1467-9922.2012.00742.x
- Schneider, W., Baumert, J., Becker-Mrotzek, M., Hasselhorn, M., Kammermeyer, G., Rauschenbach, T. et al. (2012). *Expertise. Bildung durch Sprache und Schrift*. Berlin. Bund-Länder-Initiative BiSS. Verfügbar unter: <https://www.biss-sprachbildung.de/pdf/biss-websitebiss-expertise.pdf>
- Schulze, C., Herrmann, A., Lange-Schubert, K. & Saalbach, H. (2025). Effects of teachers' co-constructive discourse practices on students' self-related cognitions and interest in primary science learning. *ZfG, 18*, 396-390. <https://doi.org/10.1007/s42278-025-00245-5>
- Siegmund, B. (2022). Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine Interventionsstudie zur Wirksamkeit fachintegrierter Sprachbildung nach dem Scaffolding-Ansatz und mit Focus-on-Form-Strategien. Dissertation. Tübingen: Eberhard Karls Universität. Verfügbar unter: <https://www.doi.org/10.46586/SLLD.253>

- Skowronek, M., Hormann, O., Sting, A. & Mähler, C (2021a). Wie wirkt die FDS-Intervention auf die sprachliche Entwicklung der Kinder? In M. von Salisch, O. Hormann, P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Fühlen Denken Sprechen. Alltagsintegrierte Sprachbildung in Kindertageseinrichtungen* (S. 125-142). Münster: Waxmann.
- Skowronek, M., Hormann, O., Sting, A. & Mähler, C (2021b). Wie wirkt die FDS-Intervention auf die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens der Kinder? In M. von Salisch, O. Hormann, P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Fühlen Denken Sprechen. Alltagsintegrierte Sprachbildung in Kindertageseinrichtungen* (S. 143-158). Münster: Waxmann.
- Sontag, C., Gabler, K., Heppt, B., Henschel, S., Hettenmannsperger, R., Mannel, S., Hardy, I. & Stanat, P. (2019). „Woran liegt das jetzt, dass einige Gegenstände sinken und andere schwimmen?“ – Sprachförderliche Fragen im Sachunterricht der Grundschule. Wissenschaftliches Poster. Gemeinsame Konferenz der DGPs & PaEPSY. Leipzig.
- Spycher, P. (2009). Learning academic language through science in two linguistically diverse kindergarten classes. *The Elementary School Journal*, 109(4), 359-379. doi:10.1086/593938.
- Steffensky, M., Anders, Y., Barenthien, J., Hardy, I., Leuchter, M., Oppermann, E. et al. (2018). Early Steps into Science – EASI Science. Wirkungen früher naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Fachkräften und Kindern. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Wirkungen naturwissenschaftlicher Bildungsangebote auf pädagogische Fachkräfte und Kinder* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 10, S. 50–136). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Verfügbar unter: stiftung-kinderforschen.de/ansatz-wirkung/wissenschaftliche-begleitung
- Steffensky, M., Haen, A. C., Lazzara, L., Koschick, S.-K., Bürgermeister, A., Venitz, L. et al. (2025). Diagnostik und adaptive Förderung in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung: Ein App-basierter Ansatz zur Professionalisierung von pädagogischen Fachkräften. In K. Beck, R. A. Ferdigg, D. Katzenbach, J. Kett-Hauser, S. Laux & M. Urban (Hrsg.), *Förderbezogene Diagnostik in der inklusiven Bildung* (S. 73-93). Münster: Waxmann.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.) (2015). Frankfurter Erklärung zur frühen sprachlichen und naturwissenschaftlichen Bildung. Verfügbar unter www.stiftung-kinderforschen.de/fileadmin/Redaktion/Ansatz_und_Wirkung/Wissenschaftliche_Begleitung/Fachaustausch/Frankfurter-Erklaerung_2015_01.pdf
- Sting, A., Skowronek, M. & Mähler, C. (2021). Sprache und wissenschaftliches Denken. In von M. Salisch, O. Hormann, P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Fühlen Denken Sprechen. Alltagsintegrierte Sprachbildung in Kindertageseinrichtungen* (S. 23-31). Münster: Waxmann.
- Studhalter, U.T. (2017). Teacher’s competence and professional development in early science education. Doctoral dissertation. ETH Zürich.
- Studhalter, U. T., Leuchter, M., Tettenborn, A., Elmer, A., Edelsbrunner, P. A. & Saalbach, H. (2021). Early science learning: the effects of teacher talk. *Learning and Instruction*, 71, 101371. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101371>.
- Sylva, K., Melhuish, E. C., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2004). *The Effective Provision of Pre-School Education (EPPE) Project: Final Report*. DfES Publications
- Tajmel, T. (2013). Möglichkeiten der sprachlichen Sensibilisierung von Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer. In C. Röhner & B. Hövelbrinks (Hrsg.), *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen* (S. 198-212). Weinheim: Beltz Juventa.
- Tietze, S., Rank, A. & Wildemann, A. (2016). *Erfassung bildungssprachlicher Kompetenzen von Kindern im Vorschulalter. Grundlagen und Entwicklung einer Ratingskala (RaBi)*. DOI: 10.25656/01:12076

- 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 Dijk, M., Menninga, A., Steenbeek, H. & van Geert, P. (2019). Improving language use in early elementary science lessons by using a video feedback intervention for teachers. *Educational Research and Evaluation*, 25(5-6), 299-322. <https://doi.org/10.1080/13803611.2020.1734472>.
- Vollmer, H. J. (2011). *Schulsprachliche Kompetenzen: zentrale Diskursfunktionen*. Verfügbar unter: <https://www.home.uni-osnabrueck.de/hvollmer/VollmerDF-Kurzdefinitionen.pdf>.
- Vollmer, H. J. & Thürmann, E. (2010). Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 107-132). Tübingen: Narr Verlag.
- Vollmer, H. J. & Thürmann, E. (2013). Sprachbildung und Bildungssprache als Aufgabe aller Fächer der Regelschule. In M. Becker-Mortzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach* (S. 41-57). Münster: Waxmann.
- Vygotsky, L. S. (1981). The genesis of higher mental functions. In J. V. Wertsch (Hrsg.), *The concept of activity in soviet psychology*. New York: M. E. Sharpe.
- Vygotskij, L. S. (2002). *Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen*. Weinheim: Beltz.
- Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language (revised and expanded edition)*. Cambridge, MA: MIT.
- Weinert, S. (2010). Beziehungen zwischen Sprachentwicklung und Gedächtnisentwicklung. In H. P. Trollenier, W. Lenhard & P. Marx (Hrsg.), *Brennpunkte der Gedächtnisforschung: Entwicklungs- und pädagogisch-psychologische Perspektiven* (S. 147-170). Göttingen: Hogrefe.
- Wildemann, A. & Merkert, A. (2023). *Sprachdiagnose, Sprachförderung und Sprachbildung in der Grundschule. Grundlagen, Methoden und Praxis*. Hannover: Kallmeyer.