# Naturwissenschaftliche Kompetenz in der frühen Kindheit: Untersuchung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten vom Kindergarten bis zur Grundschule

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Diplom-Psychologin Jana Kähler

Kiel, September 2020

Erstgutachter: Prof. Dr. Olaf Köller

Zweitgutachter: Prof. Dr. Oliver Lüdtke

Tag der mündlichen Prüfung: 13.01.2021

Durch den Prodekan für Studium und Lehre, Prof. Dr. Michael Elmentaler, zum Druck genehmigt: 22.01.2021

**Danksagung**

Mit dieser Danksagung möchte ich mich bei all den Menschen bedanken, die mich in meiner Promotionszeit und bei der Erstellung der vorliegenden Dissertation begleitet und unterstützt haben.

Als erstes möchte ich mich herzlich bei Prof. Dr. Olaf Köller bedanken, der es mir ermöglichte meine Promotion am IPN zu verwirklichen. In den gemeinsamen Publikationstreffen hat er meine Arbeit durch neue Denkanstöße, fachliche Ratschläge und Diskussionen äußerst bereichert. Darüber hinaus möchte ich mich bei Prof. Dr. Oliver Lüdtke bedanken, der sich nicht nur bereit erklärt hat, Zweitgutachter meiner Arbeit zu sein, sondern der mich auch bei methodischen Fragen und Problemen stets unterstützt hat. Außerdem bedanke ich mich bei Prof. Dr. Birgit Brouër, Prof. Dr. Knut Neumann und Prof. Dr. Uta Klusmann für ihr Interesse an meiner Arbeit als Mitglieder meines Promotionsausschusses.

Als nächstes möchte ich meinen größten Dank an meine Erstbetreuerin, Dr. Inga Hahn, richten, die mich nicht nur bei der Entscheidung zur Promotion unterstützt hat, sondern auch über die letzten Jahre zu der Erstellung der Artikel und der Dissertation wertvolle Anregungen und hilfreiche Unterstützung gegeben hat. Damit hat sie erheblich zu der Qualität meiner Arbeit beigetragen. Auch meinem Zweitbetreuer, Dr. Jan Marten Ihme, möchte ich danken, mich während meiner Promotion bei jeglichen Fragen unterstützt zu haben. Sowohl Dr. Inga Hahn als auch Dr. Jan Marten Ihme danke ich, dass sie mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen.

Darüber hinaus möchte ich meinen Kolleginnen Dr. Helene Wagner und Dr. Linda Haschke für die Zusammenarbeit im NEPS bedanken, die nicht nur sehr viel Spaß gemacht hat, sondern die meine Promotion auch durch neue Denkanstöße bereichert hat.

# Inhaltsverzeichnis


1 Rahmenschrift ... 1
1.1 Einleitung ... 2
1.2 Theoretischer Hintergrund ... 4
1.2.1 Naturwissenschaftliche Kompetenz im NEPS: Definition und Konzeption ... 4
1.2.2 Lernumgebungen in der frühen Kindheit ... 7
1.3 Fragestellungen dieser Disseration ... 11
1.4 Literaturverzeichnis ... 15
2 Erste Studie: Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern ... 23
2.1 Einleitung ... 24
2.2 Das Konzept naturwissenschaftlicher Kompetenz ... 25
2.3 Naturwissenschaftliche Kompetenz und Spracherwerb ... 26
2.4 Einflussfaktoren der sozialen Umgebung ... 27
2.4.1 Merkmale des häuslichen Lernumfelds ... 28
2.4.2 Merkmale des institutionellen Lernumfelds ... 29
2.5 Fragestellungen ... 31
2.6 Methode ... 32
2.6.1 Stichprobe ... 32
2.6.2 Instrumente und Variablen ... 32
2.6.3 Statistische Analysen ... 34
2.7 Ergebnisse ... 35
2.8 Diskussion ... 39
2.9 Limitationen und Ausblick ... 44
2.10 Literaturverzeichnis ... 46
3 Zweite Studie: The development of early scientific literacy gaps ... 57
3.1 Introduction ... 58
3.2 Scientific literacy in NEPS ... 59
3.3 Learning environments in early childhood ... 60
3.4 Research questions ... 61
3.5 Materials and methods ... 62
3.5.1 Sample and research design ... 62
3.5.2 Measure ... 62
3.5.3 Statistical analyses ... 65
3.6 Results ... 65

3.6.1 Descriptives ... 65
3.6.2 LGCM 1: Scientific literacy ... 65
3.6.3 LGCM 2: Scientific literacy with covariates ... 67
3.6.4 Effect sizes ... 68
3.7 Discussion ... 74
3.8 Conclusion ... 77
3.9 References ... 79
4 Dritte Studie: Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule ... 85
4.1 Einleitung ... 86
4.2 Naturwissenschaftliche Kompetenz im NEPS ... 87
4.3 Befunde zur (Entwicklung der) naturwissenschaftlichen Kompetenz ... 87
4.4 Determinanten der Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz ... 89
4.4.1 Effekte struktureller Familienmerkmale ... 89
4.4.2 Effekte der Kompositionsmerkmale ... 91
4.5 Fragestellungen ... 92
4.6 Methode ... 93
4.6.1 Stichprobe ... 93
4.6.2 Instrumente und Variablen ... 93
4.6.3 Statistische Analysen und Umgang mit fehlenden Werten ... 95
4.7 Ergebnisse ... 96
4.7.1 Deskriptive Befunde ... 96
4.7.2 Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz ... 96
4.7.3 Effekte von Familien- und Klassenmerkmalen auf die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz ... 96
4.8 Zusammenfassung und Diskussion ... 100
4.9 Literaturverzeichnis ... 105
5 Gesamtdiskussion ... 111
5.1 Zusammenfassung ... 112
5.1.1 Studie 1: Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern ... 112
5.1.2 Studie 2: The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children ... 114
5.1.3 Studie 3: Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule ... 116
5.2 Studienübergreifende Diskussion der Befunde ... 118
5.3 Limitationen und Ausblick ... 126
5.4 Literaturverzeichnis ... 129

# 1 Rahmenschrift

## 1.1 Einleitung

Unsere moderne Gesellschaft befindet sich in einem stetigen Wandel, in dem wir laufend mit neuen Herausforderungen konfrontiert werden. Beispiele hierfür sind das Fortschreiten des Klimawandels, der Umgang mit sich ausbreitenden Krankheiten oder die Nutzbarkeit regenerativer Energien. Diese Herausforderungen betreffen nicht nur die Gesellschaft als Ganzes, sondern jeden Einzelnen von uns. Wer sich der Bewältigung dieser Herausforderungen stellen möchte, der benötigt naturwissenschaftliche Kompetenz (NK). Sie befähigt uns nicht nur, uns mit unserer Umwelt und den darin enthaltenen Alltagsproblemen auseinanderzusetzen (OECD, 2006; Prenzel et al., 2007), sie stellt auch die Grundlage für unser lebenslanges Lernen dar (OECD, 2006). Mit ihrer Hilfe können die Konsequenzen des eigenen Verhaltens verstanden und damit verantwortungsvoll umgegangen werden. Neben der persönlichen Bedeutsamkeit NK haben sich auch globale Vorteile einer naturwissenschaftlich kompetenten Gesellschaft gezeigt. So spielt die frühzeitige Vermittlung NK eine entscheidende Rolle, wenn es um den Aufbau eines qualifizierten Nachwuchses in den Natur- und Ingenieurswissenschaften geht (OECD, 2018; Prenzel et al., 2007). Darüber hinaus konnten Hanushek und Wößmann (2015) nachweisen, dass auch das Wirtschaftswachstum eines Landes davon profitiert, wenn Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I eine höhere NK aufweisen. Ihnen zufolge stellt die NK den stärksten Prädiktor für den wirtschaftlichen Erfolg eines Landes dar.

Die immense Bedeutung der NK und deren Erforschung wurden auch von der Politik bereits früh erkannt. Die 1997 von der *Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland* (KMK) beschlossene Teilnahme an internationalen Schulleistungsstudien stellte hierzu einen wichtigen Schritt zu einer strukturierten Untersuchung NK im Kindes- und Jugendalter dar. Nachfolgend haben sich Studien wie die *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS; Wendt et al., 2016) oder das *Programme for International Student Assessment* (PISA; OECD, 2006) etabliert, um erste Ergebnisse zur NK und zu anderen Kompetenzdomänen von Kindern und Jugendlichen im internationalen Vergleich zu liefern. So konnte durch TIMSS festgestellt werden, dass bereits in der Grundschule Kinder aus sozial schwächeren Familien oder mit Migrationshintergrund geringere Kompetenzen aufwiesen als ihre Peers ohne soziale oder migrationsbedingte Benachteiligung (Wendt et al., 2016). Diese Disparitäten konnten auch noch bei Jugendlichen der neunten Jahrgangsstufe in der PISA-Studie nachgewiesen werden (Walter, 2009; Weis, Mang, Baumann & Reiss, 2020). Jedoch liefern diese Studien keine Erkenntnisse über Disparitäten vor dem Besuch der Grundschule, obwohl bereits Kindergartenkinder

nachweislich über anschlussfähige Konzepte zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten und damit einer grundlegenden NK verfügen (Anders, Hardy et al., 2013; Carey, 2009; Gelman & Kalish, 2006; Gopnik & Schulz, 2007). Auch ermöglichen diese querschnittlich angelegten Studien nur Einblicke in den momentanen Leistungsstand der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler. Um die Entwicklung der NK, beginnend in der frühen Kindheit, abbilden und die frühzeitige Entstehung und Entwicklung von sozial- und migrationsbedingten Disparitäten nachvollziehen zu können, bedarf es längsschnittlicher Untersuchungen. Aus dem Mangel an umfänglichen Längsschnittstudien mit ausreichend großer Stichprobe entstand 2009 die Gründung des *Nationalen Bildungspanels* (National Educational Panel Study – NEPS; Blossfeld, Roßbach & von Maurice, 2011). Das NEPS setzte sich zum Ziel, eine Beschreibung und Analyse der zentralen Bildungsprozesse und –verläufe über die gesamte Lebensspanne zu ermöglichen (Blossfeld, Schneider & Doll, 2009). Dabei wurde neben der mathematischen Kompetenz, der Lesekompetenz und der computerbezogenen Kompetenz (ICT literacy) auch die NK als Kernkompetenz betrachtet und mit Hilfe altersgerechter Aufgaben in verschiedenen Alterskohorten erfasst. Die Nutzung der NEPS-Daten für die Untersuchung der NK und ihrer Entwicklung kann demnach dazu beitragen, die vorliegende Forschungslücke in diesem Bereich zu reduzieren.

Das Ziel dieser Dissertation und der darin enthaltenen empirischen Studien ist die Untersuchung der NK in der frühen Kindheit sowie möglicher Einflussfaktoren. Dadurch soll geprüft werden, inwiefern die Erkenntnisse zur NK mit bestehenden Erkenntnissen im Bereich früher numerischer oder sprachlicher Kompetenz vergleichbar sind. Dazu erfolgen als erstes im theoretischen Hintergrund dieser Arbeit die Definition der NK und die Beschreibung der Konzeption der Naturwissenschaftstests im NEPS. Anschließend werden die beiden wichtigsten Lernumgebungen junger Kinder vorgestellt: das Elternhaus und die institutionellen Bildungseinrichtungen in der frühen Kindheit (Kindergarten und Schule). Dazu gehört die Unterscheidung von Struktur- und Prozessmerkmalen der möglichen Einflussfaktoren dieser Lernumgebungen. Danach werden die Fragestellungen der einzelnen empirischen Studien dieser Dissertation präsentiert sowie die wichtigsten Ergebnisse der Studien dargelegt. Daran anschließend finden sich die empirischen Studien. Die erste Studie befasst sich mit der NK im Kindergarten und mit möglichen Effekten von Struktur- und Prozessmerkmalen aus Elternhaus und Kindergarten. Die zweite Studie untersucht die Entwicklung der NK vom Kindergarten bis zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule. Auch hier werden Einflussfaktoren der NK im Kindergarten betrachtet. Weiterhin wird ihr Effekt auf das Wachstum der NK untersucht. Die Untersuchung der NK im Grundschulalter unter Berücksichtigung wichtiger Familienmerkmale

sowie der Kompositionsmerkmale der Klasse sind Gegenstand der dritten Studie. Zum Schluss werden die Ergebnisse dieser Studien zusammengefasst und es erfolgt die Gesamtdiskussion. Abschließend werden die Limitationen der einzelnen Studien dargestellt und die Implikationen der Befunde diskutiert.

## 1.2 Theoretischer Hintergrund

### *1.2.1 Naturwissenschaftliche Kompetenz im NEPS: Definition und Konzeption*

Die NK wird nicht nur im NEPS, sondern auch in anderen nationalen und internationalen Schulleistungsstudien als eine Kernkompetenz verstanden, die für die Teilhabe an einer naturwissenschaftlich und technologisch geprägten Gesellschaft unerlässlich ist (OECD, 2006, 2018; Prenzel, Rost, Senkbeil, Häußler & Klopp, 2001; Rost, Prenzel, Carstensen, Senkbeil & Groß, 2004; Wendt et al., 2016). Dabei basiert die Definition der NK im NEPS auf dem Konzept der *Scientific Literacy* (AAAS, 2009; Bybee, 1997), welches z. B. auch der Definition NK in der PISA-Studie zugrunde liegt (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; OECD, 2006; Prenzel et al., 2007). Scientific Literacy wird als Grundbildung betrachtet, die naturwissenschaftliche Konzepte und Prozesse beinhaltet und dazu befähigt, mit den alltäglichen Herausforderungen adäquat umzugehen (OECD, 2006). Sie stellt damit eine Voraussetzung für lebenslanges Lernen dar (OECD, 2006). Dabei geht es nicht darum, deklaratives Wissen wiederzugeben, sondern darum, naturwissenschaftliches Wissen in verschiedenen Alltagssituationen einzusetzen, um naturwissenschaftliche Fragen oder Probleme zu lösen. Neben dem Konzept der Scientific Literacy basiert die Definition der NK im NEPS auf dem von Weinert (2001) definierten Kompetenz-Konzept, demzufolge Kompetenzen als angeborene oder erworbene kognitive Problemlösefähigkeiten verstanden werden. Damit soll die NK dabei helfen, verschiedenste alltägliche Probleme zu erkennen und zu lösen. Diese Definition wurde von Klieme und Leutner (2006) um den Aspekt der Kontextabhängigkeit erweitert. Die Kompetenzen eines Menschen sind demzufolge kontextspezifisch, d.h. sie beziehen sich auf spezifische Anforderungen einer bestimmten Domäne.

In Anlehnung an PISA (OECD, 2006) wird die NK im NEPS in zwei Komponenten unterteilt, die die Grundlage der NK bilden: *Naturwissenschaftliches Wissen* (Knowledge of Science, KOS) und *Wissen über die Naturwissenschaften* (Knowledge about Science, KAS; Bybee et al., 2009; Hahn et al., 2013; OECD, 2006, 2007).

KOS spiegelt die inhaltsbezogene Komponente wider, welche das Wissen über naturwissenschaftliche Inhalte und Konzepte umfasst. Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass Kinder bereits in den ersten Lebensjahren über anschlussfähige Konzepte zu

naturwissenschaftlichen Sachverhalten verfügen (Carey, 2009; Gopnik & Schulz, 2007). Diese Konzepte entwickeln sich ab der frühen Kindheit in einem graduellen Prozess stetig weiter, werden angepasst und korrigiert (Anders, Hardy et al., 2013; Gelman & Brenneman, 2004; Möller & Steffensky, 2010). Im Vor- und Grundschulalter stellt vor allem die Erfassung und Differenzierung grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte einen zentralen Bereich der NK dar. So zeigen Kinder bereits ab dem dritten Lebensjahr erstes Wissen über die Schwerkraft oder können physikalisch unmögliche Ereignisse erkennen (Spelke, Breinlinger, Macomber & Jacobson, 1992). Auch erste Kenntnisse über Aggregatzustände oder Eigenschaften bestimmter Stoffe (z. B. Wasser) entwickeln sich in diesem Alter (Carstensen, Lankes & Steffensky, 2011; Steffensky, Lankes, Carstensen & Nölke, 2012). Neben diesen und weiteren Aspekten unbelebter Natur setzen sich Kinder im Kindergartenalter auch mit der belebten Natur auseinander. So können sie bereits im Alter von vier Jahren zwischen unbelebten Gegenständen und Lebewesen unterscheiden (Simons & Keil, 1995), indem sie Lebewesen bestimmte Merkmale wie Bewegung oder Wachstum zuschreiben (Goswami, 2001). Jedoch zeigen sich in diesem Alter auch noch anfängliche, naive Vorstellungen: z. B. werden Pflanzen von den meisten Kindergartenkindern noch fälschlicherweise zu den unbelebten Objekten gezählt. Erst ab dem Grundschulalter schaffen es die meisten Kinder, Pflanzen als Lebewesen zu verstehen (Berzonsky, Miller, Woody-Ramsey & Harris, 1987).

KAS stellt die prozessbezogene Komponente dar, die das Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen beinhaltet (Hahn et al., 2013). Sie ermöglicht es, Hypothesen über Zusammenhänge von Variablen zu formulieren, diese mit Hilfe von Experimenten zu testen und abschließend die Ergebnisse zu interpretieren (Zimmerman, 2007). Studien konnten diesbezüglich nachweisen, dass bereits Kindergartenkinder in der Lage sind, im Rahmen der Hypothesenprüfung kausale Überzeugungen von empirischen Fakten zu unterscheiden. So zeigte sich, dass die meisten Kinder im Alter von vier Jahren ihre eigenen Überzeugungen aufgeben und verstehen konnten, dass die begrenzten Fakten, die einer Figur in einer erzählten Geschichte zur Verfügung standen, eine andere kausale Vermutung stützen konnten (Koerber, Sodian, Thoermer & Nett, 2005). Auch zeigten Drei- bis Vierjährige ein Verständnis für systematische Zusammenhänge indem sie einfache Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge erkannten (Sodian, 2005). Darauf aufbauend zeigte sich im frühen Grundschulalter die Fähigkeit, einfache Hypothesen zu formulieren und diese mit Hilfe eines passenden Experiments zu überprüfen (Sodian, Zaitchik & Carey, 1991; Sodian & Mayer, 2013). Weiterhin lassen sich erste Ansätze für eine Variablenkontrollstrategie erkennen (van der Graaf, Segers & Verhoeven, 2015). Sowohl der Aufbau von KOS als auch von KAS beginnt

somit bereits im Kindergartenalter und entwickelt sich aufgrund einer erfahrungsreichen Lernumwelt über die Jugend bis ins Erwachsenenalter weiter (Gelman & Kalish, 2006; Sodian & Bullock, 2008).

Es liegt somit nahe, dass bereits im Elementar- und Primarbereich bei der Erfassung der NK sowohl Aspekte von KOS als auch von KAS berücksichtigt werden sollten. Im NEPS werden die beiden Bereiche KOS und KAS in den drei alltäglichen Kontexten Gesundheit, Umwelt und Technologie implementiert und mittels einfacher oder komplexer Multiple-Choice-Fragen repräsentiert (siehe Abb. 1).

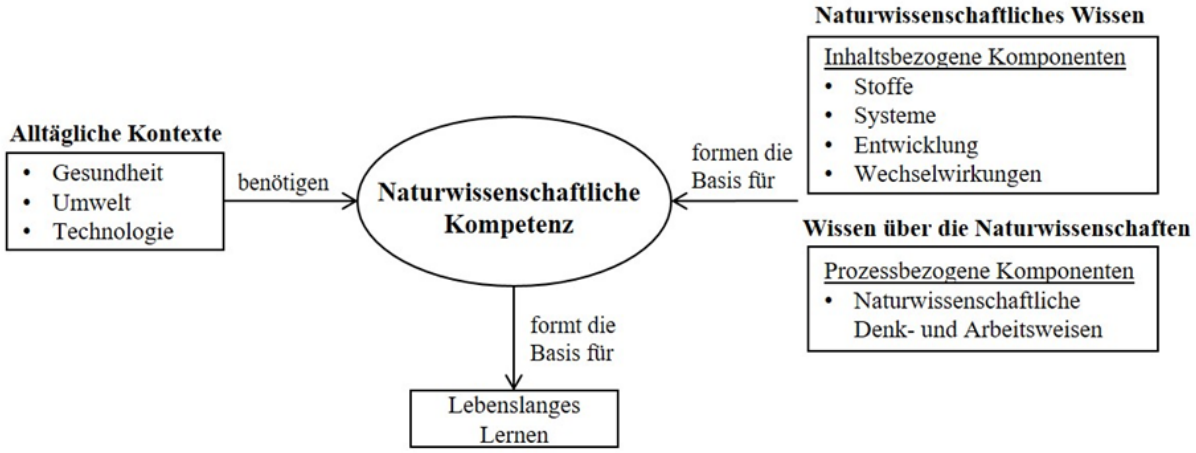



*Abbildung 1.* NEPS-Rahmenkonzeption von naturwissenschaftlicher Kompetenz: Komponenten und Kontexte (Hahn et al., 2013)

Aufbauend auf der Definition NK im NEPS wurde mit Hilfe der Standards der *American Association for the Advancement of Science* (AAAS; AAAS, 2009), PISA (OECD, 2006, 2007) und den Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss (KMK, 2005a, 2005b, 2005c) ein inhaltliches Rahmenkonzept zur Erfassung der NK im NEPS entwickelt. Damit sollte eine Anschlussfähigkeit der NEPS-Konzeption an bestehende Konzeptionen erreicht werden. Zur Entwicklung eines Rahmenkonzepts wurden in einem ersten Schritt die inhaltlichen Gemeinsamkeiten der Konzeptionen der AAAS, PISA und der Bildungsstandards ermittelt. Anschließend wurden diese Gemeinsamkeiten auf Komponenten und Kontexte reduziert, die eine erhebliche Überschneidung aufwiesen und die in einer Testzeit von 30 Minuten bearbeitet werden konnten. Abbildung 2 gibt diese inhaltlichen Überschneidungen zwischen PISA, den Bildungsstandards und dem NEPS (für den Bereich des naturwissenschaftlichen Wissens - KOS) wieder. Die horizontalen Abschnitte zeigen die von PISA und den Bildungsstandards abgedeckten Kontexte Chemie, Physik und Biologie, die wiederum in den entsprechenden NEPS-Komponenten berücksichtigt wurden (Hahn et al., 2013).

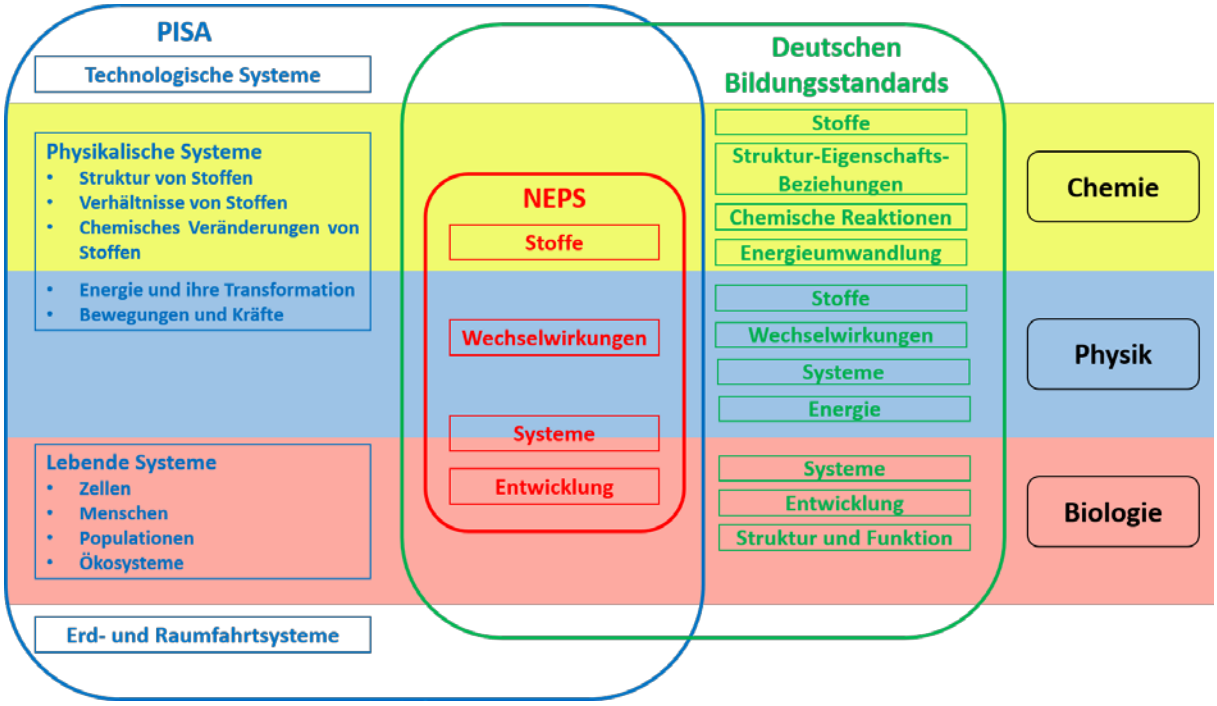



*Abbildung 2*. Überblick über die Überschneidungen von PISA, NEPS und den deutschen Bildungsstandards für den Bereich des naturwissenschaftlichen Wissens (Hahn et al., 2013)

### *1.2.2 Lernumgebungen in der frühen Kindheit*

Für die Kompetenzentwicklung in der frühen Kindheit bedarf es einer erfahrungsreichen Lernumwelt (Gelman & Kalish, 2006), die durch Anregungen, Aktivitäten, Lernmaterialien und Unterstützung von Erwachsenen wichtige Lerngelegenheiten für die Kinder zur Verfügung stellt, anhand derer sie sich neues Wissen erschließen und bestehendes Wissen korrigieren können (Anders, Hardy et al., 2013; Gelman & Kalish, 2006; Kluczniok, Lehrl, Kuger & Roßbach, 2013; Tietze et al., 1998). Sowohl nationale als auch internationale Studien konnten dabei die Relevanz zweier frühkindlicher Lernumgebungen nachweisen: auf der einen Seite das Elternhaus und auf der anderen Seite die institutionellen Bildungseinrichtungen wie Kindergarten und Schule (Kluczniok et al., 2013; Kuger & Kluczniok, 2008; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; 2003; Sylva, Melhuish, Sammons, Siraj-Blatchford & Taggart, 2010; Tietze et al., 1998). Diese Lernumgebungen umfassen nicht nur die strukturellen Rahmenbedingungen einer Familie oder eines Kindergartens, sie tragen mit Hilfe von Lerngelegenheiten, Aktivitäten und Unterstützung auch zu einer förderlichen Anregungsqualität bei, die für die kognitive, emotionale und soziale Entwicklung des Kindes eine wichtige Rolle spielt (Kluczniok et al., 2013; Lehrl, 2018; Tietze et al., 1998). Die Merkmale frühkindlicher Lernumgebungen werden in der empirischen Bildungsforschung in Struktur- und Prozessmerkmale unterteilt (Baumert, Watermann & Schümer, 2003;

Bronfenbrenner & Morris, 2006; Kluczniok et al., 2013; Kuger & Kluczniok, 2008; Tietze et al., 1998).

*1.2.2.1 Strukturmerkmale*

Als Strukturmerkmale werden die zeitlich stabilen Rahmenbedingungen verstanden, die als Indikatoren für die Qualität des Elternhauses bzw. der institutionellen Einrichtungen dienen (Baumert et al., 2003; Kuger & Kluczniok, 2008; Tietze et al., 1998). Dabei stehen sie nicht nur in Zusammenhang mit den Prozessmerkmalen (Kuger & Kluczniok, 2008), sondern stellen eine Grundlage für die kognitive, emotionale und soziale Entwicklung von der frühen Kindheit bis ins Jugendalter dar (Gröhlich, Guill, Scharenberg & Bos, 2010; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; OECD, 2006; Tietze et al., 1998; Wendt et al., 2016).

Die wichtigsten Strukturmerkmale des Elternhauses sind der sozioökonomische Status (SES) einer Familie (meist basierend auf der beruflichen Stellung der Eltern), die elterliche Bildung sowie der Migrationshintergrund (gebildet über das Geburtsland der Eltern). Es konnte nachgewiesen werden, dass ein höherer SES, eine höhere elterliche Bildung sowie die Abwesenheit eines Migrationshintergrundes in positivem Zusammenhang mit der mathematischen Kompetenz von Kindern und Jugendlichen stehen (Anders et al., 2012; Anders, Große, Roßbach, Ebert & Weinert, 2013; Ditton & Krüsken, 2006; Klibanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva & Hedges, 2006; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Opdenakker, van Damme, Fraine, van Landeghem & Onghena, 2002). So untersuchten z. B. Anders et al. (2012) die numerische Kompetenz von 532 Kindern aus 97 Kindergärten im Längsschnitt. Mit Hilfe von latenten Wachstumskurvenmodellen (drei Messzeitpunkte: im Alter von drei, vier und fünf Jahren) wurde die Entwicklung der numerischen Kompetenz unter Berücksichtigung relevanter Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten untersucht. Die Analysen ergaben, dass die familiären Rahmenbedingungen (gesprochene Familiensprache, SES und die Bildung der Mutter) signifikante Prädiktoren für die numerische Kompetenz und deren Entwicklung waren. Ähnliche Zusammenhänge wurden für die sprachliche Kompetenz (Baumert, Stanat & Watermann, 2006; Becker, 2010, 2011; Becker, Klein & Biedinger, 2013; Ditton & Krüsken, 2006; Dollmann, 2010; Dubowy, Ebert, von Maurice & Weinert, 2008; Relikowski, Schneider & Linberg, 2015) und die NK gefunden (Hahn & Schöps, 2019; Ivanov & Nikolova, 2010; Martin, Mullis, Foy & Stanco, 2012; Morgan, Farkas, Hillemeier & Maczuga, 2016; Saçkes, Trundle, Bell & O'Connell, 2011; Wendt et al., 2016).

Zentrale Strukturmerkmale institutioneller Einrichtungen wie Kindergarten oder Schule, die in positivem Zusammenhang mit der kognitiven Entwicklung der Kinder stehen, sind z. B. die Ausstattungsmerkmale der Einrichtung. Hier konnten u.a. signifikante Effekte der räumlichen Größe, der Größe der Gruppe sowie des Vorliegens von Spiel- und Lernmaterialien (z. B. Bücher) gefunden werden (Anders et al., 2012; Anders, Große et al., 2013; Becker, 2010; Ebert et al., 2013; Kluczniok et al., 2013; Sylva et al., 2010). Auch Kompositionsmerkmale (Merkmale zur Zusammensetzung der Gruppe bzw. Klasse) können zu den Strukturmerkmalen frühkindlicher Lernumgebungen gezählt werden. So hat sich vor allem die soziale Komposition als Prädiktor mathematischer, sprachlicher und naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Vor- und Grundschulalter erwiesen (Bellin, 2009; Dumont, Neumann, Maaz & Trautwein, 2013; Dumont, Neumann, Nagy, Becker & Rose, 2013; Schiepe-Tiska et al., 2017; Sylva et al., 2017). Darüber hinaus spielen die Aus- und Fortbildungen des pädagogischen Personals ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Förderung der frühkindlichen kognitiven Entwicklung (Evanschitzky, Lohr & Hille, 2008; Sylva et al., 2017). Es zeigte sich, dass vor allem Kinder aus Kindergärten mit einem hohen Anteil an ausgebildeten Frühpädagoginnen und -pädagogen von einer höheren pädagogischen Qualität profitierten und mehr Entwicklungsfortschritte machten als Kinder aus Kindergärten mit geringerer Qualität (Sylva et al., 2017).

*1.2.2.2 Prozessmerkmale*

Unter den Prozessmerkmalen werden alle Aktivitäten und Interaktionen der Kinder mit ihrer Umwelt, anderen Kindern oder Erwachsenen zusammengefasst, die zur frühkindlichen Entwicklung beitragen (Kluczniok et al., 2013; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; Sylva et al., 2010; Tietze et al., 1998). Dabei gibt es aufgrund von unterschiedlichen Konzepten und Operationalisierungen in der pädagogisch-psychologischen Forschung ein wenig einheitliches Konzept der Prozessmerkmale (Lehrl, 2018). Allgemein dienen die Prozessmerkmale frühkindlicher Lernumgebungen wie Elternhaus und Kindergarten bzw. Schule dazu, Kinder in ihrer sozio-emotionalen sowie kognitiven Entwicklung zu unterstützen (Lehrl, 2018). Sie lassen sich in zwei Bereiche unterteilen: allgemeine Prozesse und domänenspezifische Prozesse (Kluczniok et al., 2013; Kuger & Kluczniok, 2008). Allgemeine Prozesse beinhalten sämtliche Aktivitäten und Interaktionen, die unabhängig von der Unterstützung spezieller Kompetenzen sind (z. B. Spielen, Malen oder Vergleichbares). Im Gegensatz dazu zielen domänenspezifische Prozesse auf die Unterstützung spezifischer Kompetenzbereiche ab (z. B. Lesen für die Sprachentwicklung, Rechnen für die mathematische Kompetenz und Experimentieren für die NK).

Studien konnten zeigen, dass Familien mit weniger vorteilhaften Strukturmerkmalen auch eine geringere Qualität bei den Prozessmerkmalen aufwiesen als Familien mit besseren Rahmenbedingungen (Bradley, Corwyn, McAdoo & Coll, 2001; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; Sylva et al., 2010). Die Qualität der Prozessmerkmale stand wiederum in direktem Zusammenhang mit höherer sprachlicher Kompetenz (Ebert et al., 2013; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2005), mathematischer Kompetenz (Anders et al., 2012; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Niklas & Schneider, 2017) und NK (Morgan et al., 2016). Niklas und Schneider (2017) untersuchten hierzu den Einfluss des häuslichen Lernumfeldes auf die mathematische Kompetenz von 920 Kindergartenkindern aus Deutschland. Das häusliche Lernumfeld erfassten sie dabei mit Hilfe eines Fragebogens, der elf Fragen zu schriftsprachlichen Aktivitäten umfasste (z. B. Häufigkeit von gemeinsamem Lesen oder die Anzahl an Büchern Zuhause). Es zeigte sich, dass das häusliche Lernumfeld nicht nur ein wichtiger Prädiktor früher numerischer Fähigkeiten war, sondern unter Berücksichtigung der Ausgangskompetenz sowie verschiedener Kind- und Familienmerkmale auch die Kompetenzen am Ende der Grundschule vorhersagte.

Es konnte jedoch auch nachgewiesen werden, dass besonders Kinder aus Elternhäusern mit weniger vorteilhaften Strukturmerkmalen von einer höheren Qualität der Prozessmerkmale in institutionellen Einrichtungen profitierten (Anders et al., 2012; Becker, 2011; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; Sylva et al., 2010). Dabei hat sich u.a. das *Effective Pre-school, Primary and Secondary Education Project* (EPPE/EPPSE; Sylva et al., 2010; Sylva et al., 2017) in Großbritannien mit der Untersuchung der Qualität von frühkindlichen Betreuungseinrichtungen beschäftigt. Als erste bedeutsame Längsschnittstudie in Europa mit einer umfangreichen Stichprobe von 2 800 Kindern (Messzeitpunkte im Alter von drei bis elf Jahren) zielte die Studie auf frühkindliche Bildung, Erziehung und Betreuung und deren Auswirkungen auf die kognitive, soziale und emotionale Entwicklung von Kindern ab. Zur Erfassung der Prozessqualität dienten die standardisierten *Early Childhood Environment Rating*-Skalen (ECERS-R und ECERS-E), mit deren Hilfe beobachtungsbasierte Daten u.a. zu sprachlichen und kognitiven Anregungen, Aktivitäten und Interaktionen gesammelt werden konnten. Als zentrales Ergebnis zeigte sich, dass Kinder bei einer höheren Prozessqualität im Kindergarten zu allen Messzeitpunkten nicht nur bessere kognitive Kompetenzen aufwiesen, sondern auch, dass Kinder aus sozial schwächeren Familien stärker von einer höheren Prozessqualität im Kindergarten profitierten. Auch in Deutschland konnten Untersuchungen feststellen, dass der Besuch eines Kindergartens mit höherer Prozessqualität die kognitive, mathematische und sprachliche Kompetenz der Kinder positiv beeinflussen konnte (Hasselhorn

et al., 2014; Kluczniok & Roßbach, 2014). Dies konnten Ulferts, Wolf und Anders (2019) mit Hilfe einer längsschnittlichen Meta-Analyse von 17 europäischen Studien untermauern: Es ergaben sich kleine, aber dauerhafte Effekte einer höheren Qualität pädagogischer Prozesse auf die Entwicklung frühkindlicher Kompetenzen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass neben den strukturellen Rahmenbedingungen des Elternhauses nicht nur die Qualität der Aktivitäten im Elternhaus sondern auch die frühkindliche institutionelle Betreuung dazu beitragen kann, Kindern eine frühzeitige positive Entwicklung ihrer kognitiven, sprachlichen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz zu ermöglichen und sogar unvorteilhafte Rahmenbedingung (niedriger SES, niedrigere elterliche Bildung oder ein Migrationshintergrund) zu kompensieren.

### 1.3 Fragestellungen dieser Disseration

Aufbauend auf den vorangegangenen Ausführungen soll nun mit Hilfe dieser Arbeit die bestehende Forschungslücke zur NK in der frühen Kindheit, ihrer Entwicklung sowie dem Effekt von häuslichen und institutionellen Merkmalen reduziert werden. Damit soll zum einen dazu beigetragen werden, die frühzeitige Entstehung von Disparitäten für den Bereich der NK aufzuzeigen, ähnlich, wie es für die sprachliche und mathematische Kompetenz junger Kinder bereits getan wurde. Zum anderen sollen darauf aufbauend Ansatzpunkte identifiziert werden, die zu einer möglichen Reduzierung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten beitragen können. Im Hinblick auf die enorme Relevanz der NK für den Abbau des Fachkräftemangels (OECD, 2018; Prenzel et al., 2007) sowie für das Wirtschaftswachstum unseres Landes (Hanushek & Wößmann, 2015) erscheint es daher umso wichtiger, die NK und ihre Entwicklung genauer zu betrachten und relevante Prädiktoren auszumachen. Die Daten für diese Arbeit liefert die Startkohorte 2 des NEPS. Neben der NK als abhängige Variable wurden auch relevante Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und institutioneller Lernumgebung (Kindergarten und Schule) ausgewählt und deren Effekte auf die NK untersucht.

In der ersten Studie *„Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern: Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses und der Kindertagesstätte auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von 4- bis 6-Jährigen“* wurde untersucht, inwiefern sich Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses sowie des Kindergartens auf die NK ergeben.

**Fragestellung Studie 1:** Für welche Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kindertagestätte ergeben sich signifikante (direkte oder indirekte) Effekte auf die NK

von Kindergartenkindern und inwiefern zeigen sich Mediationseffekte über die Prozessmerkmale bzw. den rezeptiven Wortschatz der Kinder?

Als Datengrundlage diente dieser Studie die Welle 1 (Kindergarten) der NEPS Startkohorte 2. Insgesamt lagen Kompetenzdaten von 2 931 Kindergartenkindern vor. Für die Untersuchung der Effekte von Merkmalen des Elternhauses und des Kindergartens wurde ein Mehrebenen-Pfadmodell verwendet, in dem zum einen die direkten Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale sowie des rezeptiven Wortschatzes auf die NK spezifiziert wurden. Zum anderen wurden auch die indirekten Effekte der Strukturmerkmale über die Prozessmerkmale bzw. über den Wortschatz einbezogen. Dabei zeigten sich direkte Effekte der im Elternhaus gesprochenen Sprache, der Anzahl an Geschwistern, der Anzahl an Büchern Zuhause und des Wortschatzes auf die NK. Letzterer stellte sich als stärkster Prädiktor für die NK von Kindergartenkindern heraus. Darüber hinaus konnte er sich auch als Mediator sozial- und migrationsbedingter Disparitäten erweisen. Kinder mit einem Migrationshintergrund bzw. mit einer anderen Sprache als Deutsch Zuhause wiesen dann eine niedrigere NK auf, wenn auch ihr Wortschatz geringer ausfiel. Von den untersuchten Merkmalen des Kindergartens hatte nur das Vorliegen eines naturwissenschaftlichen Schwerpunkts einen direkten Effekt auf das Kompetenzniveau der Kinder, und trug damit zu einem höheren Niveau NK bei. Mit dieser Untersuchung konnte zum einen dargelegt werden, dass es bereits im Kindergarten sozial- und migrationsbedingte Disparitäten gibt. Zum anderen konnte die Wichtigkeit des (rezeptiven) Wortschatzes für die NK aufgezeigt werden. Demnach sollte so früh wie möglich mit der Förderung der NK aber auch anderer Kompetenzen, wie z. B. des Wortschatzes, begonnen werden, um eine Manifestation dieser Disparitäten in der frühen Kindheit zu verhindern. Dabei kann der Besuch eines Kindergartens mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt dazu beitragen, Kindern frühzeitig einen Zugang zu einer domänenspezifischen Förderung zu ermöglichen.

Inwiefern sich die NK unter Berücksichtigung dieser Familien- und Institutsmerkmale entwickelt, ist Gegenstand der zweiten Studie „*The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children*“.

**Fragestellung Studie 2:** Inwiefern zeigt sich eine Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz vom Kindergarten bis zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule und welche Merkmale des Elternhauses und des Kindergartens haben einen Effekt darauf?

Hier wurden die Daten der Wellen 1 (Kindergarten), 3 (erste Jahrgangsstufe) und 5 (dritte Jahrgangsstufe) der NEPS Startkohorte 2 gewählt, um das Wachstum der NK von 2 937 Kindern zu untersuchen. Um die Entwicklung der NK zu analysieren, wurden für diese

Längsschnittdaten Wachstumskurvenmodelle berechnet. Diese zeigten ein (lineares) Wachstum der NK vom Kindergarten bis zur dritten Jahrgangsstufe und dass sich die Kinder bereits im Kindergarten in ihrer NK unterschieden. Kinder, die Zuhause nicht Deutsch sprachen, deren Eltern eine geringere Bildung aufwiesen oder die aus Familien mit weniger Büchern kamen, zeigten bereits im Kindergarten eine geringere NK. Auch der naturwissenschaftliche Schwerpunkt erwies sich als signifikanter Prädiktor für die anfängliche NK der Kinder. Darüber hinaus ergaben sich bei der Untersuchung des Wachstums der NK keine interindividuellen Unterschiede über die Zeit. Demnach fiel das Wachstum der NK bei allen Kindern ähnlich aus. Daraus lässt sich schließen, dass auch die im Kindergarten bestehenden Disparitäten über die Grundschulzeit hinweg bestehen blieben und Kinder mit geringerer NK die Lücke zu ihren Peers nicht schließen konnten.

In der dritten Studie *„Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Effekte von Familienmerkmalen und Klassenkomposition“* wurde ebenfalls das Wachstum der NK untersucht, jedoch wurden hier Grundschulkinder unter Berücksichtigung relevanter Merkmale des Elternhauses und der Klasse betrachtet. Vor allem der Effekt der Klassenkomposition stand im Mittelpunkt dieser Untersuchung.

**Fragestellung Studie 3:** Inwiefern zeigt sich ein Zuwachs der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der ersten bis zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule und welche Merkmale des Elternhauses und der Klasse haben eine Effekt auf diesen Zuwachs?

Für die dritte Studie wurden die Daten aus den Wellen 3 (erste Jahrgangsstufe) und 5 (dritte Jahrgangsstufe) der NEPS Startkohorte 2 verwendet, welche aufgrund einer Stichprobenauffüllung Kompetenzdaten von 6 492 Kindern enthielten. Als erstes wurde die Effektstärke zur Bestimmung des Zuwachses der NK über die zwei Jahre berechnet. Diese ergab ein im Mittel starkes Wachstum ($d$ = 1.39). Im Anschluss wurde mit Mehrebenanalysen untersucht, welche Merkmale des Elternhauses bzw. der Schulklasse signifikante Effekte auf das Wachstum der NK zeigen. Neben den sozialen Merkmalen des Elternhauses (Bildung der Eltern, SES und Anzahl der Bücher) erwies sich die Ausgangskompetenz in der ersten Jahrgangsstufe als stärkster Prädiktor für den Zuwachs bis zur dritten Jahrgangsstufe. Des Weiteren zeigte sich ein signifikanter Effekt der sozialen Zusammensetzung der Klasse: Kinder aus Klassen mit einem höheren Anteil an Kindern mit niedrigem SES wiesen einen geringeren Kompetenzzuwachs auf als Kinder aus Klassen mit einer niedrigeren Anzahl an sozial benachteiligten Kindern. Darüber hinaus hatte auch die Anzahl an Heimat- und Sachunterrichtsstunden einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der NK. Es zeigte sich

somit nicht nur ein signifikanter Effekt des Elternhauses. Auch die Zusammensetzung der Klasse sowie der Anteil bestimmter Unterrichtsstunden konnten zum Wachstum NK beitragen.

## 1.4 Literaturverzeichnis

AAAS. (2009). *Benchmarks for Science Literacy. Project 2061.* New York: Oxford University Press. Verfügbar unter http://www.project2061.org/publications /bsl/online/index.php

Anders, Y., Große, C., Roßbach, H.-G., Ebert, S. & Weinert, S. (2013). Preschool and primary school influences on the development of children's early numeracy skills between the ages of 3 and 7 years in Germany. *School Effectiveness and School Improvement*, *24*(2), 195–211. https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749794

Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S., Ramseger, J., Sodian, B. & Steffensky, M. (2013). *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung "Haus der kleinen Forscher"* (Band 5, 1. Auflage). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

Anders, Y., Roßbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S. et al. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, *27*(2), 231–244. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003

Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (2006). Schulstruktur und die Entstehung differenzieller Lern- und Entwicklungsmilieus. In J. Baumert, P. Stanat & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit* (S. 95–188). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Baumert, J., Watermann, R. & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *6*(1), 46–71. https://doi.org/10.1007/s11618-003-0004-7

Becker, B. (2010). Wer profitiert mehr vom Kindergarten? *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 62*(1), 139–163. https://doi.org/10.1007/s11577-010-0090-5

Becker, B. (2011). Social disparities in children's vocabulary in early childhood. Does pre-school education help to close the gap? *The British journal of sociology*, *62*(1), 69–88. https://doi.org/10.1111/j.1468-4446.2010.01345.x

Becker, B., Klein, O. & Biedinger, N. (2013). The development of cognitive, language, and cultural skills from age 3 to 6: A comparison between children of Turkish origin and children of native-born German parents and the role of immigrant parents' acculturation to the receiving society. *American Educational Research Journal, 50*(3), 616–649. https://doi.org/10.3102/0002831213480825

Bellin, N. (2009). Klassenkomposition, Migrationshintergrund und Leistung. Mehrebenenanalysen zum Sprach- und Leseverständnis von Grundschülern. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Berzonsky, M. D., Miller, P. H., Woody-Ramsey, J. & Harris, Y. (1987). The relationship between judgements of animacy and sentiency: Another look. *Journal of Genetic Psychology, 149*(2), 223–238. https://doi.org/10.1080/00221325.1988.10532155

Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G. & von Maurice, J. (2011). Education as a lifelong process: The German National Educational Panel Study (NEPS), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Sonderheft 14). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/s11618-011-0179-2

Blossfeld, H.-P., Schneider, T. & Doll, J. (2009). Methodological advantages of panel studies: Designing the new national educational panel study (NEPS) in Germany. *Journal for Educational Research Online, 1*(1), 10–32.

Bradley, R. H., Corwyn, R. F., McAdoo, H. P. & Coll, C. G. (2001). The home environments of children in the United States part I: Variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Development, 72*(6), 1 844–1 867. https://doi.org/10.1111/1467-8624.t01-1-00382

Bronfenbrenner, U. & Morris, P. A. (2006). The bioecological model of human development. In W. Damon & R. M. Lerner (Hrsg.), *Handbook of child psychology, volume 1: Theoretical models of human development (6th ed.)* (S. 793–828). New York, NY: Wiley.

Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: from purposes to practices. Portsmouth, NH: Heinemann.

Bybee, R. W., McCrae, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(8), 865–883. https://doi.org/10.1002/tea.20333

Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. New York: Oxford University Press.

Carstensen, C. H., Lankes, E.-M. & Steffensky, M. (2011). Ein Modell zur Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Kindergarten. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 14*(4), 651–669. https://doi.org/10.1007/s11618-011-0240-1

Ditton, H. & Krüsken, J. (2006). Sozialer Kontext und schulische Leistungen − zur Bildungsrelevanz segregierter Armut. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation, 26*(2), 135–157.

Dollmann, J. (2010). Türkischstämmige Kinder am ersten Bildungsübergang. Primäre und sekundäre Herkunftseffekte. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Dubowy, M., Ebert, S., von Maurice, J. & Weinert, S. (2008). Sprachlich-kognitive Kompetenzen beim Eintritt in den Kindergarten. Ein Vergleich von Kindern mit und ohne

Migrationshintergrund. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 40*(3), 124–134. https://doi.org/10.1026/0049-8637.40.3.124

Dumont, H., Neumann, M., Maaz, K. & Trautwein, U. (2013). Die Zusammensetzung der Schülerschaft als Einflussfaktor für Schulleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 60*(3), 163–183. https://doi.org/10.2378/peu2013.art14d

Dumont, H., Neumann, M., Nagy, G., Becker, M. & Rose, N. (2013). Einfluss der Klassenkomposition auf die Leistungsentwicklung in Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 60*(3), 198–213. https://doi.org/10.2378/peu2013.art16d

Ebert, S., Lockl, K., Weinert, S., Anders, Y., Kluczniok, K. & Rossbach, H.-G. (2013). Internal and external influences on vocabulary development in preschool children. *School Effectiveness and School Improvement, 24*(2), 138–154. https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749791

Evanschitzky, P., Lohr, C. & Hille, K. (2008). Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Bildung im Kindergarten: Untersuchung der Wirksamkeit einer beruflichen Weiterbildung von Erzieherinnen. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 3* (4), 469–481.

Gelman, R. & Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly, 19*(1), 150–158. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009

Gelman, S. A. & Kalish, C. W. (2006). Conceptual Development. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (Cognition, perception, and language, 2. Aufl., S. 687–733). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0216

Gopnik, A. & Schulz, L. E. (2007). *Causal learning: Psychology, philosophy, and computation.* New York: Oxford University Press.

Goswami, U. (2001). *So denken Kinder*. Bern: Huber.

Gröhlich, C., Guill, K., Scharenberg, K. & Bos, W. (2010). Differenzielle Lern- und Entwicklungsmilieus beim Erwerb der Lesekompetenz in den Jahrgangsstufen 7 und 8. In W. Bos & C. Gröhlich (Hrsg.), *KESS 8 – Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (S. 100–106). Münster: Waxmann.

Hahn, I. & Schöps, K. (2019). Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Frühe Bildung, 8*(1), 3–12. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000405

Hahn, I., Schöps, K., Rönnebeck, S., Martensen, M., Hansen, S., Saß, S. et al. (2013). Assessing scientific literacy over the lifespan – A description of the NEPS science framework and the test development. *Journal for Educational Research Online, 5*(2), 110–138.

Hanushek, E. A. & Wößmann, L. (2015). *The knowledge capital of nations: Education and the economics of growth*. Cambridge, MA: MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029179.001.0001

Hasselhorn, M., Baethge, M., Füssel, H.-P., Hetmeier, H.-W., Maaz, K., Rauschenbach, T. et al. (2014). *Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen* (Bildung in Deutschland, Bd. 2014). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH et Co. KG.

Ivanov, S. & Nikolova, R. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenzen. In W. Bos & C. Gröhlich (Hrsg.), *KESS 8 – Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (S. 79–99). Münster: Waxmann.

Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M. & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk". *Developmental Psychology, 42*(1), 59–69.

Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*(6), 876–903.

Kluczniok, K., Lehrl, S., Kuger, S. & Roßbach, H.-G. (2013). Quality of the home learning environment during preschool age – Domains and contextual conditions. *European Early Childhood Education Research Journal, 21*(3), 420–438. https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.814356

Kluczniok, K. & Roßbach, H.-G. (2014). Conceptions of educational quality for kindergartens. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 17*(6), 145–158. https://doi.org/10.1007/s11618-014-0578-2

KMK (2005a). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss vom 16.12.2004). München: Luchterhand.

KMK (2005b). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss vom 16.12.2004). München: Luchterhand.

KMK (2005c). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss vom 16.12.2004). München: Luchterhand.

Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C. & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology, 64*(3), 141–152. https://doi.org/10.1024/1421-0185.64.3.141

Kuger, S. & Kluczniok, K. (2008). Prozessqualität im Kindergarten – Konzept, Umsetzung und Befunde. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 11,* 159–178. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91452-7_11

LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement, 41*(2), 55–66. https://doi.org/10.1037/a0014532

Lehrl, S. (2018). Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter. Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20184-5

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P. & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science:* TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues, 64*(1), 95–114. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x

Möller, K. & Steffensky, M. (2010). Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern. Kompetenzbereiche frühen naturwissenschaftlichen Lernens. In M. Leuchter (Hrsg.), *Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern.* (S. 163–178). Seelze: Friedrich Verlag.

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher, 45*(1), 18–35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

NICHD Early Child Care Research Network. (2002). Child-care structure–process–outcome: Direct and indirect effects of child care quality on young children's development. *Psychological Science, 13*(3), 199–206. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00438

NICHD Early Child Care Research Network. (2003). Does quality of child care affect child outcomes at age 4(1/2)? *Developmental Psychology, 39*(3), 451–469. https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.3.451

NICHD Early Child Care Research Network. (2005). Early child care and children's development in the primary grades. Follow-up results from the NICHD study of early child

care. *American Educational Research Journal, 42*(3), 537–570. https://doi.org/10.3102/00028312042003537

Niklas, F. & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology, 49*, 263–274. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.006

OECD (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006. Paris: OECD. https://doi.org/10.1787/9789264026407-en

OECD (2007). PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World.

OECD (2018). PISA for development assessment and analytical framework: Reading, mathematics and science: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264305274-en

Opdenakker, M.-C., van Damme, J., Fraine, B. de, van Landeghem, G. & Onghena, P. (2002). The Effect of Schools and Classes on Mathematics Achievement. *School Effectiveness and School Improvement, 13*(4), 399–427. https://doi.org/10.1076/sesi.13.4.399.10283

Prenzel, M., Rost, J., Senkbeil, M., Häußler, P. & Klopp, A. (2001). Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider et al. (Hrsg.), *PISA 2000 – Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 191–248). Opladen: Leske + Budrich.

Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. et al. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme et al. (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.

Relikowski, I., Schneider, T. & Linberg, T. (2015). Rezeptive Wortschatz- und Grammatikkompetenzen von Fünfjährigen mit und ohne Migrationshintergrund. Eine empirische Untersuchung aus bildungssoziologischer Perspektive. *Frühe Bildung, 4*(3), 135–143. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000218

Rost, J., Prenzel, M., Carstensen, C.-H., Senkbeil, M. & Groß, K. (2004). *Naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. Methoden und Ergebnisse von PISA 2000*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L. & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement. Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 217–235. https://doi.org/10.1002/tea.20395

Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Heitmann, P., Schöps, K., Prenzel, M. & Nagy, G. (2017). Die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der 9. zur 10. Klasse bei PISA und den Bildungsstandards unter Berücksichtigung geschlechts- und schulartspezifischer Unterschiede sowie der Zusammensetzung der Schülerschaft. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 20*(2), 151–176. https://doi.org/10.1007/s11618-017-0754-2

Simons, D. J. & Keil, F. C. (1995). An abstract to concrete shift in the development of biological thought: The insides story. *Cognition, 56*(2), 129–163. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00660-D

Sodian, B. (2005). Entwicklung des Denkens im Alter von vier bis acht Jahren – was entwickelt sich? In T. Guldiman & B. Hauser (Hrsg.), *Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder* (S. 9–28). Münster: Waxmann.

Sodian, B. & Bullock, M. (2008). Scientific reasoning−Where are we now? *Cognitive Development, 23*(4), 431–434. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.003

Sodian, B. & Mayer, D. (2013). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Vor- und Grundschulalter. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S. 617–631). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19066-2_43

Sodian, B., Zaitchik, D. & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development, 62*(4), 753–766. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01567.x

Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J. & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review, 99*(4), 605–632.

Steffensky, M., Lankes, E.-M., Carstensen, C. H. & Nölke, C. (2012). Alltagssituationen und Experimente: Was sind geeignete naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten für Kindergartenkinder? Ergebnisse aus dem SNaKE-Projekt. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15*(1), 37–54. https://doi.org/10.1007/s11618-012-0262-3

Sylva, K., Melhuish, E. C., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2010). *Early childhood matters. Evidence from the Effective Pre-school and Primary Education Project:* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203862063

Sylva, K., Murkett, G., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj, I. & Taggart, B. (2017). Wirksame Lernunterstützung in der frühkindlichen Bildung und Betreuung. In M. Wertfein, A. Wildgruber, C. Wirts & F. Becker-Stoll (Hrsg.), *Interaktionen in Kindertageseinrichtungen. Theorie und Praxis im interdisziplinären Dialog* (1. Aufl., S. 35–46). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht. https://doi.org/10.13109/9783666702259.35

Tietze, W., Meischner, T., Gänsfuß, R., Grenner, K., Schuster, K.-M., Völkel, P. et al. (1998). *Wie gut sind unsere Kindergärten? Eine Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen Kindergärten*. Berlin: Luchterhand.

Ulferts, H., Wolf, K. M. & Anders, Y. (2019). Impact of Process Quality in Early Childhood Education and Care on Academic Outcomes: Longitudinal Meta-Analysis. *Child Development, 90*(5), 1 474–1 489. https://doi.org/10.1111/cdev.13296

Van der Graaf, J., Segers, E. & Verhoeven, L. (2015). Scientific reasoning abilities in kindergarten. Dynamic assessment of the control of variables strategy. *Instructional Science, 43*(3), 381–400. https://doi.org/10.1007/s11251-015-9344-y

Walter, O. (2009). Herkunftsassoziierte Disparitäten im Lesen, der Mathematik und den Naturwissenschaften: ein Vergleich zwischen PISA 2000, PISA 2003 und PISA 2006. In M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), *Vertiefende Analysen zu PISA 2006* (S. 149–168). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91815-0_8

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In S. Rychen, D. Salganik & L. Hersh (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 54–65). Seattle: Hogrefe & Huber.

Weis, M., Mang, J., Baumann, B. & Reiss, K. (2020). Zuwanderung und Erfolg aus Sicht der PISA-Studie: Ein Gesamtüberblick von 2000 bis 2015. In P. Genkova & A. Riecken (Hrsg.), *Handbuch Migration und Erfolg* (S. 375–388). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18236-6_27

Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K. & Kasper, D. (2016). TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review, 27*(2), 172–223. https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001

# 2 Erste Studie

## Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern: Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses und der Kindertagesstätte auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von 4- bis 6-Jährigen[1]

[1] Erschienen in:

Kähler, J., Hahn, I., Ihme, J. M. & Köller, O. (2020). Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern: Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses und der Kindertagesstätte auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von 4- bis 6-Jährigen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 67*, Open Access. https://doi.org/10.2378/peu2020.art29d

## 2.1 Einleitung

In einer sich stetig wandelnden und von Naturwissenschaften und Technologie geprägten Gesellschaft ist naturwissenschaftliche Kompetenz (NK) unentbehrlich (Prenzel et al., 2007). Sie befähigt uns zum einen dazu, uns mit unserer Umwelt und den daraus resultierenden naturwissenschaftsbezogenen Alltagssituationen und -problemen auseinanderzusetzen (OECD, 2006). Zum anderen ist die Vermittlung von NK unerlässlich, wenn es um die Gewinnung eines qualifizierten Nachwuchses u.a. in den Natur- und Ingenieurwissenschaften (Prenzel et al., 2007) und letztendlich um das Wirtschaftswachstum eines Landes geht (Hanushek & Wößmann, 2015). Folglich kann eine geringere NK nicht nur zu individuellen Nachteilen (z. B. zu schlechteren Berufschancen), sondern auch zu gesellschaftlichen Nachteilen (z. B. zu Fachkräftemangel, niedrigerem Wirtschaftswachstum) führen.

Angesichts ihrer Bedeutsamkeit erscheint es besonders problematisch, dass bereits während des frühen Erwerbs der NK soziale und migrationsbedingte Disparitäten erkennbar sind (Hahn & Schöps, 2019; Morgan, Farkas, Hillemeier & Maczuga, 2016). Es zeigt sich, dass bereits beim Eintritt in die Kindertagestätte (Kita) signifikante Leistungsunterschiede zwischen den Kindern im Bereich der Natur- und Sozialwissenschaften bestehen, die über die Schulzeit hinweg persistieren (Morgan et al., 2016). Die Untersuchung möglicher kompensatorischer Einflussfaktoren ist somit von großer Bedeutung, wenn es um die Verringerung oder Vermeidung sozialer und migrationsbedingter Disparitäten in der frühen Kindheit geht. Trotz der Bedeutsamkeit der NK und des Wissens um eine frühe Entstehung von Disparitäten mangelt es in Deutschland bisher noch an umfassenden Untersuchungen zu Effekten von Einflussfaktoren auf die NK in der frühen Kindheit. Während längsschnittlich angelegte Studien wie z. B. Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Selektionsentscheidungen im Vorschul- und Schulalter (BiKS, von Maurice et al., 2007) zwar die frühkindliche Kompetenzentwicklung betrachten, jedoch auf sprachliche und mathematische Fähigkeiten begrenzt sind, untersuchen Studien wie die *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS, Wendt et al., 2016) oder das *Programme for International Student Assessment* (PISA, OECD, 2006) zwar die NK, setzen allerdings frühestens im Grundschulalter an und sind als Querschnittstudien angelegt. Diese Forschungslücke kann das *Nationale Bildungspanel* (National Educational Panel Study - NEPS, Blossfeld, Roßbach & von Maurice, 2011) schließen, indem es erstmals umfangreiche quer- und längsschnittliche Daten zur Entwicklung der NK von der frühen Kindheit bis ins hohe Erwachsenenalter in Deutschland zur Verfügung stellt.

In der vorliegenden Arbeit werden anhand von Daten der Startkohorte 2 des NEPS die Effekte häuslicher und institutioneller Faktoren auf die NK von Kindergartenkindern untersucht. Dies geschieht vor dem Hintergrund der Bedeutsamkeit der NK mit dem Ziel, Ansatzpunkte für eine frühe Förderung dieser Kompetenz aufzuzeigen, die der Entstehung und Manifestation frühkindlicher Disparitäten entgegenwirken kann.

## 2.2 Das Konzept naturwissenschaftlicher Kompetenz

Die Definition der NK bezieht sich im NEPS wie auch in anderen großen Studien (PISA, OECD, 2006) auf das Konzept der *Scientific Literacy* (Bybee, 1997). Darunter wird eine Grundbildung verstanden, die dazu befähigt, das eigene naturwissenschaftliche Wissen auf verschiedene alltägliche Situationen und Probleme anzuwenden. Dieses grundlegende Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte und Prozesse dient somit der Bewältigung des täglichen Lebens und formt die Grundlage lebenslangen Lernens.

Die NK im NEPS setzt sich angelehnt an das Konzept der Scientific Literacy aus zwei Wissenskomponenten zusammen: Inhaltsbezogene Komponenten (Knowledge of Science) und prozessbezogene Komponenten (Knowledge about Science, Bybee, 1997; Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013; OECD, 2006).

*Inhaltsbezogene Komponenten* beschreiben das grundlegende Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte und Inhalte verschiedener Inhaltsbereiche (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013). Im Vorschulalter steht vor allem die Erfassung und Differenzierung grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte im Vordergrund (Hardy & Kempert, 2011). Themenfelder aus dem Alltag junger Kinder können z. B. Inhalte zur unbelebten Natur (Unterschiede von Materialien, Aggregatzustände oder Magnetismus) sein (Steffensky et al., 2018; für eine ausführlichere Übersicht siehe Hardy und Kempert, 2011).

*Prozessbezogene Komponenten* beziehen sich auf das Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013). Sie befähigen uns u.a. dazu, Hypothesen über Zusammenhänge von Variablen zu formulieren, diese mittels Erzeugung von Experimenten zu testen und abschließend die Ergebnisse zu interpretieren (Zimmerman, 2007). Hierzu belegen Studien, dass bereits Vorschulkinder zwischen kausalen Überzeugungen und empirischen Fakten bei der Hypothesenprüfung unterscheiden können und somit Theorie und Evidenz in Relation setzen können (Koerber, Sodian, Thoermer & Nett, 2005; Zimmerman, 2007). Im frühen Grundschulalter sind Kinder dann auch selbst in der Lage, einfache Hypothesen zu entwickeln und diese mit Hilfe entsprechenden Untersuchungen zu prüfen (Sodian, Zaitchik & Carey, 1991; Sodian & Mayer, 2013).

## 2.3 Naturwissenschaftliche Kompetenz und Spracherwerb

Bei der Betrachtung von Faktoren, die einen Effekt auf die NK haben, dürfen Spracherwerb bzw. sprachliche Kompetenzen nicht unberücksichtigt bleiben. Sprachliche Kompetenzen sind nicht nur für den Aufbau und die Vermittlung von (naturwissenschaftlichem) Wissen relevant, sondern spielen auch für das Verständnis und die Bearbeitung von Testaufgaben eine entscheidende Rolle (Kempert, Schalk & Saalbach, 2019; Weinert, 2004). Neben einer Vielzahl an domänenspezifischen Anforderungen an den Spracherwerb (Kempert et al., 2019; Weinert, 2016) gibt es wechselseitige Beziehungen zwischen der Sprache, der kognitiven Entwicklung und dem fachlichen Wissen (Kempert et al., 2019; Weinert, 2004). D.h. bestimmte kognitive Bereiche stellen wichtige Voraussetzungen für den Spracherwerb dar, der selbst wiederum eine wichtige Voraussetzung für die kognitive Entwicklung (Weinert, 2004) und damit auch für die NK ist. Der Spracherwerb findet dabei nicht nur in Abhängigkeit mit grundlegenden kognitiven Prozessen (Wahrnehmung, Informationsverarbeitung und Gedächtnis) statt, sondern steht auch in Zusammenhang mit höheren kognitiven Fähigkeiten (für eine ausführlichere Übersicht siehe Kempert et al., 2019). Ein Beispiel für eine solche Wechselwirkung stellt die Bildung von Begriffskategorien und die Zuordnung von Sprache zu den Begriffskategorien dar. So erfolgt das Aneignen (naturwissenschaftlicher) Begriffe mit Hilfe mentaler Repräsentationen, die mit typischen Eigenschaften dieser Begriffskategorie verknüpft werden (Sodian, 2002). Die Bildung von Begriffskategorien trägt zu einer geordneten Struktur von Wissen bei, die wiederum den Abruf und die Einordnung neuer Informationen erleichtert (Sodian, 2002). Demnach kann das Bilden von Kategorien das Übertragen von Wissen über Bekanntes auf Neues erleichtern, und folglich auch dem Erwerb von NK dienlich sein. Des Weiteren erleichtert das Bilden von Kategorien auch das Lernen neuer Wörter und somit den Aufbau eines umfangreichen (naturwissenschaftlichen) Wortschatzes, der u.a. wiederum Teil des konzeptuellen Wachstums (Gelman & Brenneman, 2004), der kognitiven Entwicklung (Wellman & Gelman, 1998), der sprachlichen Entwicklung (Dunn & Dunn, 2007) und der NK (Hahn & Schöps, 2019) ist. Aufbauend auf dem Zusammenspiel von Sprache und grundlegenden sowie höheren kognitiven Prozessen, ist somit auch das fachliche Lernen vom Spracherwerb abhängig. So konnten Hahn und Schöps (2019) einen substantiellen Effekt der sprachlichen Kompetenz (rezeptiver Wortschatz) auf die NK nachweisen. Darüber hinaus wird der Spracherwerb auch von strukturellen Rahmenbedingungen in der Familie und prozessbezogenen Aspekten der Lernumgebungen beeinflusst. So zeigen z. B. Kinder mit Migrationshintergrund deutlich geringere Wortschatzkenntnisse als Kinder ohne Migrationshintergrund (Relikowski, Schneider & Linberg, 2015). Ebenso weisen Kindern mit

niedrigerem SES schlechtere sprachliche Kompetenzen u.a. im Wortschatz auf (Dubowy, Ebert, von Maurice & Weinert, 2008). Folglich spielt der Spracherwerb eine wichtige Rolle für die NK.

### 2.4 Einflussfaktoren der sozialen Umgebung

Für die Vermittlung und den Aufbau von NK benötigen Kinder lernrelevante Erfahrungen. In der frühen Kindheit werden diese vor allem im Elternhaus (Kluczniok, Lehrl, Kuger & Roßbach, 2013; Kuger & Kluczniok, 2008) und in institutionellen Einrichtungen gemacht (Tietze et al., 1998). Aufgrund des zeitlichen Umfangs und der regen Inanspruchnahme erweisen sich in Deutschland vor allem Kitas als relevante institutionelle Einrichtungen für junge Kinder: 94 % der 3- bis 5-Jährigen nutzen dieses Angebot (Maaz et al., 2018).

Mit Hilfe von Modellen der pädagogisch-psychologischen Forschung können die Einflussfaktoren der kognitiven Entwicklung aus häuslichem und institutionellem Umfeld in Struktur- und Prozessmerkmale unterteilt und systematisch untersucht werden (Kuger & Kluczniok, 2008; Tietze et al., 1998). *Strukturmerkmale* umfassen die zeitlich stabilen, gleichbleibenden Rahmenbedingungen einer Familie bzw. einer Kita. Sie werden als Indikatoren der häuslichen und institutionellen Einrichtungsqualität verstanden, die mit den Prozessmerkmalen korrelieren (Kuger & Kluczniok, 2008) und positive Auswirkungen auf die kognitive und soziale Entwicklung haben können (Tietze et al., 1998). Die Definition der *Prozessmerkmale* ist weniger einheitlich und durch eine Vielzahl an Konzepten und Operationalisierungen geprägt (Lehrl, 2018). Allgemein können die Prozessmerkmale der häuslichen und institutionellen Lernumwelt als die Summe aller pädagogischen Interaktionen und Aktivitäten der Kinder mit ihren Eltern, Erzieherinnen und Erziehern, Peers und ihrer Umwelt verstanden werden, die zur Unterstützung frühkindlicher Entwicklung beiträgt (Kluczniok et al., 2013; Tietze et al., 1998). Pianta, La Paro und Hamre (2008) postulierten hierzu in dem von ihnen entwickelten *Classroom Assessment Scoring System* (CLASS) eine Unterteilung der Prozessmerkmale in drei Dimensionen: *Emotional Support, Classroom Organization* und *Instructional Support*. Emotional Support spiegelt die Fähigkeit von Erzieherinnen und Erziehern wider, die soziale und emotionale Entwicklung von Kindern zu beeinflussen (z. B. über ein positives Gruppenklima). Classroom Organization wird definiert als die Art und Weise, wie Erzieherinnen und Erzieher Regeln und Routinen im Kindergarten aufstellen und die Zeit für Aktivitäten verwalten, um das produktive Lernen der Kinder zu fördern. Instructional Support konzentriert sich auf die Art und Weise, wie Erzieherinnen und Erzieher Aktivitäten durchführen, die die kognitive und sprachliche Entwicklung von Kindern effektiv unterstützen sollen. Diese verschiedenen Aspekte konnten nachweislich frühkindliche

akademische Leistungen bzw. Kompetenzen positiv beeinflussen (Cameron, Connor, Morrison & Jewkes, 2008; Hamre & Pianta, 2005; Howes et al., 2008; Mashburn et al., 2008). Damit werden nicht nur das Elternhaus sondern auch die Kita als Lernumgebungen verstanden, deren Funktion sich vor allem darauf richtet, Kinder in ihrer intellektuellen Entwicklung zu unterstützen und zu stimulieren (Lehrl, 2018). Bei genauerer Betrachtung lassen sich die Prozessmerkmale noch in allgemeine und domänenspezifische Prozesse unterteilen (Kluczniok et al., 2013; Kuger & Kluczniok, 2008). Während allgemeine Prozesse Aktivitäten und Interaktionen umfassen, die unabhängig von der Förderung spezifischer Kompetenzbereiche sind, zielen domänenspezifische Prozesse auf die Förderung der spezifischen Kompetenzbereiche ab (z. B. Sprache, Mathematik und NK).

Es sollen nun wichtige Struktur- und Prozessmerkmale des häuslichen und institutionellen Lernumfeldes vorgestellt und ausgewählte Befunde präsentiert werden. Dabei ist die Forschungslage bzgl. der Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen auf die NK bisher noch recht rudimentär. Unter der Annahme, dass sich bereits bestehende Forschungsbefunde anderer Kompetenzdomänen auf die NK übertragen lassen, werden wir im folgenden Abschnitt auch einen Überblick zu Befunden von Effekten auf mathematische und sprachliche Kompetenzen geben.

### *2.4.1 Merkmale des häuslichen Lernumfelds*

Das wohl am häufigsten untersuchte Strukturmerkmal des häuslichen Lernumfelds stellt der *sozioökonomische Status einer Familie* (SES) dar. Umfassende Studien konnten den positiven Einfluss auf die mathematischen, naturwissenschaftlichen und sprachlichen Kompetenzen von Vorschulkindern belegen (Dubowy et al., 2008; Lehrl, 2018; Morgan et al., 2016). Ebenso lassen sich Belege für den positiven Einfluss der *mütterlichen bzw. elterlichen Bildung* auf allgemeine kognitive, aber z. B. auch auf mathematische Kompetenzen von Vorschulkindern finden (Anders, Große, Roßbach, Ebert & Weinert, 2013; LeFevre et al., 2009). Ein höherer SES sowie eine höhere elterliche Bildung gehen demnach mit einer höheren Kompetenz junger Kinder einher. Als Indikator für die Investitionsbereitschaft in objektiviertes Kulturkapital dient die *Anzahl an Büchern*, welche sich ebenfalls als fördernder Faktor für die mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz von Grundschulkindern erweist (Lehrl, 2018; Wendt et al., 2016). Auch die *Anzahl an Geschwistern* in der Familie gilt als Strukturmerkmal. Als Maß der zur Verfügung stehenden elterlichen Ressourcen und Zeit zeigt sich, dass mit steigender Kinderzahl negative Effekte auf die intellektuelle Entwicklung der Kinder einhergehen (Downey, 2001). Des Weiteren haben verschiedene Studien nachgewiesen, dass der *häusliche Sprachgebrauch* für spätere Bildungserfolge eine entscheidende Rolle spielt.

Vorschulkinder mit einer anderen Muttersprache als Deutsch weisen zusätzlich zu geringeren deutschsprachigen Fähigkeiten auch eine geringere mathematische Kompetenz auf (Anders et al., 2012; Anders, Große et al., 2013; Dubowy et al., 2008). Ähnliche Ergebnisse liefert die Untersuchung des *Migrationshintergrundes*, dem das Geburtsland der Eltern und des Kindes zugrunde liegt (Wendt et al., 2016). Für den Migrationshintergrund zeigt sich neben einem negativen Einfluss auf den deutschen Wortschatz (z. B. Becker, 2010; Relikowski et al., 2015) auch ein negativer Einfluss auf die mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz (z. B. Hahn & Schöps, 2019; Wendt et al., 2016).

Bei der Betrachtung der Effekte von Prozessmerkmalen des Elternhauses muss die Vielzahl an Operationalisierungen berücksichtigt werden. So konnten LeFevre et al. (2009) nachweisen, dass die *Häufigkeit numerischer Aktivitäten* (z. B. Zählen, Sortieren oder Messen) mit den frühen mathematischen Fähigkeiten von Vor- und Grundschülern zusammenhängt. Bei Lehrl, Ebert, Blaurock, Rossbach und Weinert (2019) konnte die untersuchten Prozessmerkmalen die frühen mathematischen und sprachlichen Fähigkeiten von Kindergartenkinder vorhersagen. Als relevante Prozessmerkmale ergaben sich hier die *Häufigkeit verbaler Interaktionen* bzgl. mathematischer Inhalte, aber auch die *Beschäftigung mit Büchern* (z. B. Häufigkeit des gemeinsamen Lesens). Ähnliches zeigte sich bei Niklas und Schneider (2017). Hier erwies sich das häusliche Lernumfeld, gemessen über *schriftsprachliche Prozessmerkmale* (z. B. Büchereibesuche oder die Häufigkeit des gemeinsamen Lesens), nicht nur als guter Prädiktor für frühkindliche Fähigkeiten in Lesen und Mathematik, sondern auch allgemein für die Kompetenzen am Ende der Grundschule. Es kann daher angenommen werden, dass das häusliche Lernumfeld für die frühkindliche Entwicklung eine entscheidende Rolle spielt.

### *2.4.2 Merkmale des institutionellen Lernumfelds*

Als zentrale Strukturmerkmale einer Kita werden die *Ausstattungsmerkmale* verstanden, wie z. B. die räumliche Größe, Spiel- und Lernmaterialien oder Bücher. Diese stehen nachgewiesenermaßen in positivem Zusammenhang mit der sprachlichen und mathematischen Kompetenz von Kindergartenkindern (Anders et al., 2012; Anders, Große et al., 2013; Becker, 2010). Auch allgemeine und domänenspezifische *Aus-, Fort- und Weiterbildungen von Erzieherinnen und Erziehern* werden als Strukturmerkmal der Kita verstanden. Zum einen zeigte sich für Einrichtungen mit besser qualifiziertem Personal eine höhere pädagogische Qualität, in der Kinder mehr Entwicklungsfortschritte machten als Kinder, die eine Einrichtung mit niedriger Qualität besuchten (Sylva et al., 2017). Zum anderen wurde nachgewiesen, dass naturwissenschaftliche Fortbildungen nicht nur die naturwissenschaftsbezogenen

professionellen Kompetenzen der Fachkräfte und deren Interesse und Einstellungen zu den Naturwissenschaften positiv beeinflussen können, sondern dass auch signifikant höhere Leistungszuwächse von Kindergartenkindern möglich sind, wenn diese durch qualifiziertes Personal mit Hilfe regelmäßiger Lerngelegenheiten an naturwissenschaftlich-technische Inhalte herangeführt werden (Evanschitzky, Lohr & Hille, 2008). Darüber hinaus müssen auch sogenannte *Kompositionsmerkmale*, also Merkmale der Gruppenzusammensetzung, berücksichtigt werden. Im Vorschulbereich erwiesen sich u.a. das durchschnittliche Alter der Gruppe, der durchschnittliche SES sowie die Anzahl an Kindern mit nicht deutscher Muttersprache als relevante Kompositionsmerkmale (Anders et al., 2012; Anders, Große et al., 2013; Sylva et al., 2017). So profitierten z. B. Kinder aus sozial benachteiligten Familien eher von einer guten Kitaqualität, wenn sie Einrichtungen mit gemischten sozialen Hintergründen besuchten, als wenn sie in Einrichtungen mit überwiegend sozial benachteiligten Kindern betreut wurden (Sylva et al., 2017).

Bei der Untersuchung der Prozessmerkmale einer Kita zeigte sich, dass Kinder, die in ihrer Kita täglich entwicklungsförderlichen *Aktivitäten* (z. B. Bilderbücher, Buchstabenspiele und Ähnliches) nachgegangen sind, leicht überdurchschnittlich entwickelte sprachliche Kompetenzen aufwiesen (Hasselhorn et al., 2014). Darüber hinaus gingen Prozessmerkmale der *Lernunterstützung* (z. B. die sprachliche und kognitive Anregung, Aktivitäten oder Interaktionen in der Kita) nicht nur mit besserem Sozialverhalten sondern auch mit besseren kognitiven Kompetenzen von Kindergartenkindern einher (Sylva et al., 2017). Allgemeine, aber auch domänenspezifische Prozesse (wie Aktivitäten und Beschäftigung mit Spielsachen/Lernmaterialien) tragen somit zu einer hohen Qualität der Kita bei, die wiederum die Entwicklung allgemeiner kognitiver, mathematischer und sprachlicher Kompetenzen positiv beeinflusst (Hasselhorn et al., 2014; Kluczniok & Roßbach, 2014). Zum Vergleich der Effekte von allgemeinen und domänenspezifischen Prozessmerkmalen haben Ulferts, Wolf und Anders (2019) eine längsschnittliche Meta-Analyse mit 17 europäischen Studien durchgeführt und untersucht, wie groß die Effektstärken von allgemeinen und domänenspezifischen Prozessmerkmalen auf mathematische und sprachliche Kompetenzen ausfielen. Dabei zeigten sich kleine, aber dauerhafte Vorteile der allgemeinen, aber auch der domänenspezifischen Qualität pädagogischer Prozesse auf die Entwicklung dieser frühkindlichen Kompetenzen. Somit wird deutlich, dass auch die Qualität von Prozessen in frühkindlichen Einrichtungen zum Kompetenzwachstum junger Kinder beitragen kann.

## 2.5 Fragestellungen

Anknüpfend an die dargestellten Befunde, welche die Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen auf verschiedene Kompetenzbereiche belegen, möchten wir die bestehende Forschungslücke für die NK schließen und folgende Fragestellungen (F) untersuchen:

*F1) Welche Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita haben einen direkten Effekt auf die (mittlere) NK von Vorschulkindern (Abbildung 1: rot markierte Pfade)?*
Aufbauend auf bestehenden Befunden werden direkte Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten auf die NK erwartet (u.a. Dubowy et al., 2008; Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016; Wendt et al., 2016). Ferner erwarten wir einen starken Effekt des rezeptiven Wortschatzes (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013; Hahn & Schöps, 2019), da die Begriffsbildung als Teil höherer kognitiver Fähigkeiten auch für den Erwerb NK benötigt wird (Weinert, 2004).

*F2) Welche Strukturmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita haben einen über die Prozessmerkmale vermittelten indirekten Effekt auf die (mittlere) NK von Vorschulkindern (Abbildung 1: blau markierte Pfade)?*
In Anlehnung an das Lesekompetenz-Modell von Baumert, Watermann und Schümer (2003) und das Strukturgleichungsmodell dem NICHD Early Child Care Research Network (2002), erwarten wir für die NK sowohl im Elternhaus als auch in der Kita vergleichbare indirekte Effekte der Strukturmerkmale über die Prozessmerkmale auf die NK. Damit soll das Zusammenspiel struktureller Rahmenbedingungen mit der Qualität einer Lernumgebung bestätigt werden.

*F3) Inwiefern werden die Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhause bzw. der Kita auf die (mittlere) NK durch den (mittleren) Wortschatz mediiert (Abbildung 1: grün markierte Pfade)?*
Da aufgrund bestehender Befunde ein starker Effekt des Wortschatzes auf die NK (Hahn & Schöps, 2019) und ebenso Effekte von sozial- und migrationsbezogenen Merkmalen auf den Wortschatz (Dubowy et al., 2008; Relikowski et al., 2015) nachgewiesen werden konnten, liegt die Vermutung nahe, dass sich auch indirekte Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kita über den Wortschatz auf die NK ergeben. Hier soll untersucht werden, ob soziale und migrationsbedingte Disparitäten in der NK vielmehr über die Ausprägung des Wortschatzes erklärt werden können.

Abbildung 1 zeigt das zugrunde liegende theoretische Modell mit den erwarteten Effekten der Struktur- und Prozessmerkmalen untereinander und auf die NK. Die Fragestellungen werden über die bunten Pfade dargestellt.

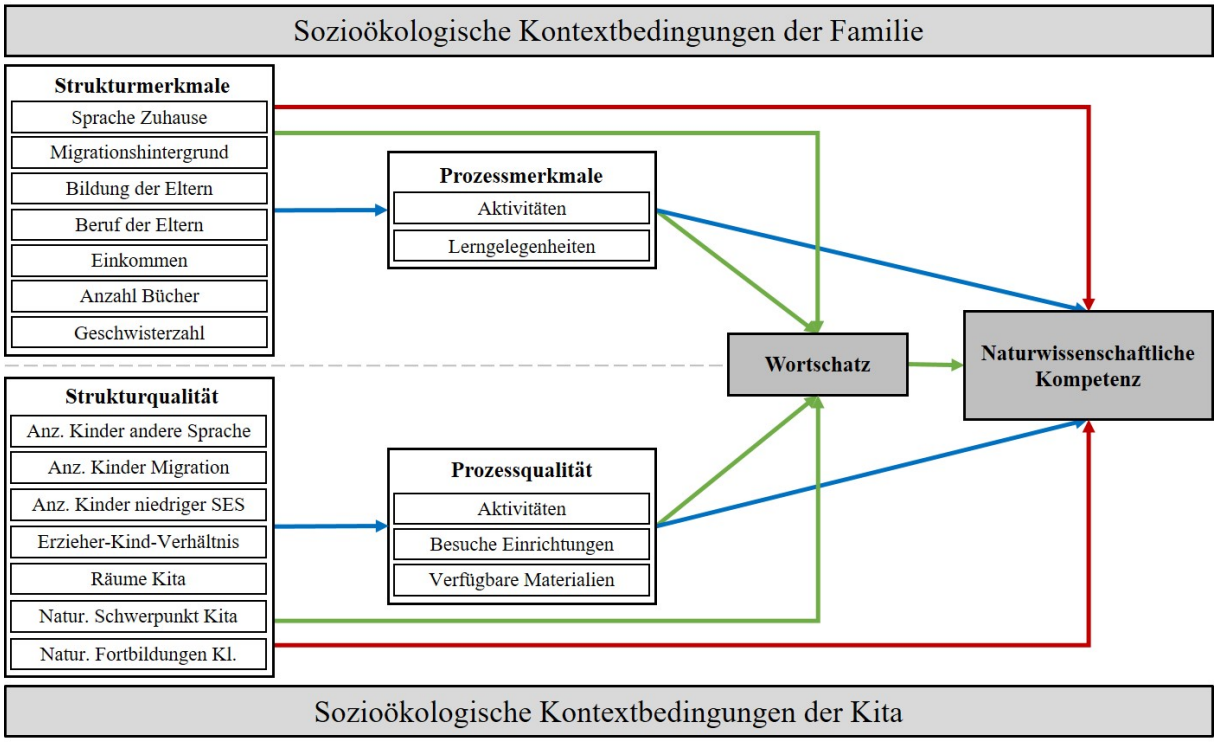



*Abbildung 1*. Theoretisches Modell der Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses bzw. der Kita auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern; 1. Fragestellung (F) = rot, 2. Fragestellung = blau und 3. Fragestellung = grün.

## 2.6 Methode

### *2.6.1 Stichprobe*

Die Untersuchung basiert auf den Daten der Startkohorte 2 (Welle 1) des Nationalen Bildungspanels (National Educational Panel Study, NEPS; Blossfeld et al., 2011). Insgesamt liegen Daten von 2 931 Kindern aus 279 Kitas zu ihrer NK sowie zu ihrem häuslichen und institutionellen Lernumfeld vor (49 % Mädchen im Alter von 4;3 bis 6;1 Jahren, 79 % aus westdeutschen Bundesländern). Darüber hinaus haben 817 Erzieherinnen und Erzieher valide Angaben zu den institutionellen Aktivitäten gemacht (97 % weiblich, durchschnittlich 42 bis 52 Jahre alt und 56 % mit mittlerer Reife als Schulabschluss).

### *2.6.2 Instrumente und Variablen*

Die Erhebung der NK erfolgte mit Hilfe des NEPS-Naturwissenschaftstests für 4- bis 6-jährige Kinder (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013). Insgesamt umfasste der spielerisch gestaltete, bildbasierte Test 25 Fragen, die die Kinder in Einzeltestungen durch das Zeigen auf Antwortkarten beantworteten. Dafür hatten sie 30 Minuten Zeit (für Beispielitems siehe Hahn, Schöps, Saß et al., 2013). Die WLE-Reliabilität des Tests lag bei $r$ = .75.

Der rezeptive Wortschatz der Kinder wurde mit Hilfe der deutschen Adaptation des Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT; Roßbach, Tietze & Weinert, 2005) für 5-Jährige

erfasst und als Prädiktor und Mediator für die NK berücksichtigt. Der ebenfalls bildbasierte Test beinhaltet 77 Items mit einer internen Konsistenz von $\alpha$ = .81.

Als erstes Strukturmerkmal des Elternhauses wurde die zuhause gesprochene Sprache (1 = *Deutsch*, 2 = *andere Sprache*) berücksichtigt. Darüber hinaus wurde der Migrationshintergrund des Kindes ermittelt. Dieser definierte sich über das Geburtsland der Eltern (1 = *kein Elternteil im Ausland geboren*, 2 = *ein Elternteil im Ausland geboren*, 3 = *beide Eltern im Ausland geboren*, vgl. TIMSS, Wendt et al., 2016). Das Bildungsniveau der Eltern wurde mit der *International Standard Classification of Education* (ISCED; Schroedter, Lechert & Lüttinger, 2006) erhoben (1 = *vorschulische Erziehung* bis 6 = *tertiäre Bildung*). Der SES wurde zum einen mit Hilfe des *International Socio-Economic Index of occupational status* (ISEI; Ganzeboom, De Graaf & Treiman, 1992) erfasst, welcher die sozioökonomische Stellung der Eltern über den Beruf ermittelt. Zum anderen wurde das monatliche Einkommen (1 = *weniger als 1000€* bis 6 = *mehr als 5000€*) berücksichtigt. Des Weiteren wurde die Anzahl der Bücher im Elternhaus (1 = *0 bis 10 Bücher* bis 6 = *mehr als 500 Bücher*) als Maß für die Investitionsbereitschaft in Kulturkapital berücksichtigt (vgl. Wendt et al., 2016). Als letztes Strukturmerkmal im Elternhaus wurde die Anzahl der Geschwister einbezogen.

Die Prozessmerkmale des Elternhauses umfassten die gemeinsamen Aktivitäten (9 Items, Cronbachs $\alpha$ = .67, siehe ESM 1) und die Lerngelegenheiten (5 Items, Cronbachs $\alpha$ = .63, siehe ESM 2). Aktivitäten und Lerngelegenheiten wurden mit Hilfe einer 8-stufigen Skala von 1= *nie* bis 8 = *mehrmals täglich* erfasst und vor den Analysen gemittelt. Dabei musste auf vor allem schriftsprachliche und mathematische Aktivitäten zurückgegriffen werden (siehe ESM 1 und 2, zugänglich unter https://www.neps-data.de/), da kaum naturwissenschaftsspezifische Angaben erhoben wurden.

Die Strukturmerkmale der Kita umfassten zum einen Angaben über die Zusammensetzung der Kinder in der Kita: der Anteil (%) an Kindern mit nicht deutscher Muttersprache, der Anteil (%) an Kindern mit Migrationshintergrund und der Anteil (%) an Kindern mit niedrigem sozioökonomischem Status. Zum anderen wurden Angaben der Kita und deren Leitungsperson erfasst: das Erzieher-Kind-Verhältnis, die Anzahl an zur Verfügung stehenden Räumen, der Schwerpunkt der Kita (1 = *kein naturwissenschaftlicher Schwerpunkt*, 2 = *naturwissenschaftlicher Schwerpunkt*), sowie der Umfang (Stunden) an Fortbildungen im Bereich Naturwissenschaften und Mathematik der Kitaleitung.

Die Prozessmerkmale der Kita umfassten Angaben von den Erzieherinnen und Erziehern über die Aktivitäten in der Kita (10 Items, 1 = *nie* bis 8 = *mehrmals täglich*, Cronbachs $\alpha$ = .77, siehe ESM 1), die Besuche bestimmter Einrichtungen (8 Items, 1 = *nie* bis 6 = *etwa täglich*,

Cronbachs $\alpha$ = .67, siehe ESM 3) und die zur Verfügung stehenden Materialien und Spielsachen in der Kita (14 Items, 1 = *nicht vorhanden* bis 4 = *für nahezu alle Kinder vorhanden*, Cronbachs $\alpha$ = .83, siehe ESM 4). Auch für die in der Kita erhobenen Prozessmerkmale musste aufgrund fehlender Angaben zu naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten und Materialien auf schriftsprachliche und mathematische Aspekte zurückgegriffen werden. Daher erfolgte auch keine Unterteilung in allgemeine und naturwissenschaftliche Aktivitäten.

Zusätzlich wurden in den Analysen folgende Kontrollvariablen berücksichtigt: auf Individualebene das Geschlecht (1 = *männlich*, 2 = *weiblich*), das Alter der Kinder und die in der Kita verbrachte Zeit (Einheit in Jahren); auf Kontextebene das Bundesland (1 = *Westdeutschland*, 2 = *Ostdeutschland inkl. Berlin*).

### *2.6.3 Statistische Analysen*

Ein großes Problem in der Analyse großer Datensätze stellt das Vorliegen fehlender Werte dar. Neben der Gefahr einer verzerrten Parameterschätzung aufgrund der Unterschiede zwischen beobachteten und fehlenden Werten, können die meisten statistischen Standardverfahren nur mit vollständigen Datenmatrizen durchgeführt werden (Lüdtke, Robitzsch, Trautwein & Köller, 2007). Zum Umgang mit den fehlenden Werten der NEPS-Daten erfolgte daher vor den Analysen eine multiple Imputation der fehlenden Daten (N = 100 Datensätze, 50 Iterationen) mit Hilfe des Programms *RStudio* Version 1.1.463 (RStudio Team, 2015). Mit der multiplen Imputation wird nicht nur der Einsatz statistischer Standardverfahren ermöglicht, sondern kann durch die Hinzunahme von Hilfsvariablen dazu beitragen, dass für die fehlenden Werte eine *Missing at Random*-Annahme (MAR) gilt (Lüdtke et al., 2007). Darüber hinaus wurde auch die Mehrebenenstruktur der Daten (Kinder geschachtelt in Kindergärten) bei der Imputation berücksichtigt. Die verwendeten Items der Skalen auf Prozessebene wurden zunächst zu Skalenmittelwerten aggregiert und anschließend imputiert. Wenn mehr als die Hälfte der Skala aus fehlenden Werten bestand, wurde ein fehlender Wert eingesetzt. Angaben zu den statistischen Kennwerten der Skalen und Variablen finden sich in Tabelle 1 (für eine allgemeine Diskussion von Imputationsverfahren in Mehrebenenanalysen siehe Lüdtke, Robitzsch und Grund, 2017). Zur anschließenden Prüfung der Fragestellungen wurde ein Mehrebenen-Pfadmodell mit den imputierten Datensätzen in *Mplus* 7.4 (Muthén & Muthén, 2012) gerechnet. Die NK der Vorschulkinder stellte dabei in den Analysen die abhängige Variable dar und ging in Form von *weighted maximum likelihood estimates* (WLE) ein, die aus Analysen in ConQuest 4.2.5 (Adams, Wu & Wilson, 2015) auf der Basis von eindimensionalen *Item Response Theory*-Modellen gewonnen wurden (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013; Schöps, 2013). Es zeigte

sich zwar, dass das zweidimensionale Modell (inhalts- und prozessbezogenen Komponenten) geringfügig besser zu den Daten passte, aufgrund der hohen Korrelation zwischen den Dimensionen ($r$ = .92) wurde aber das eindimensionale Modell verwendet und ein einzelner Kompetenzwert (WLE) gebildet (Schöps, 2013). Ausführliche Informationen zur statistischen Modellierung der NK finden sich im NEPS-Technical Report (Schöps, 2013). Vorliegende Gewichte für die Kindergärten (w_i) und Testpersonen (w_t) wurden ebenfalls berücksichtigt. Darüber hinaus erfolgte für die Struktur- und Prozessmerkmale auf Level-1 eine Zentrierung am Gesamtmittelwert.

## 2.7 Ergebnisse

Insgesamt erklären die Variablen des Elternhauses auf der Individualebene 43,7 % der Unterschiede in der NK zwischen den Kindern innerhalb der Kindergärten. Auf der Kontextebene erklären die Variablen der Kita 65,2 % der Unterschiede der mittleren NK zwischen den Kindergärten. Der Modellfit war akzeptabel: RMSEA = 0.07, CFI = 0.91, $SRMR_{within}$ = 0.03 und $SRMR_{between}$ = 0.04 (Hu & Bentler, 1999; Moosbrugger & Kelava, 2012).

Tabelle 2 zeigt die standardisierten Koeffizienten der direkten, indirekten und totalen Effekte der untersuchten Variablen. Die Werte geben an, um wie viele Standardabweichungseinheiten sich die (mittlere) NK ändert, wenn sich die unabhängige Variable um eine Standardabweichung ändert.

Tabelle 1

*Statistische Kennwerte der verwendeten Variablen*

| Variablen | *N* | *Min* | *Max* | *M* | *SD* | Missings (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kontrollvariablen** | | | | | | |
| Alter Kind | 2931 | 4.25 | 6.08 | 5.00 | 0.36 | 0.00 |
| Geschlecht Kind | 2931 | 1.00 | 2.00 | 1.49 | 0.50 | 0.00 |
| Zeit in der Kita | 2292 | 0.00 | 1.63 | 0.43 | 0.26 | 21.80 |
| Bundesland (Level 2) | 2931 | 1.00 | 2.00 | 1.21 | 0.41 | 0.00 |
| **Elternhaus** | | | | | | |
| Sprache Zuhause | 2928 | 1.00 | 2.00 | 1.16 | 0.37 | 0.10 |
| Migrationshintergrund | 2292 | 1.00 | 3.00 | 1.43 | 0.73 | 21.80 |
| Anzahl Geschwister | 2299 | 0.00 | 10.00 | 1.19 | 1.05 | 21.56 |
| Anzahl Bücher | 2435 | 1.00 | 6.00 | 3.73 | 1.32 | 16.92 |
| Bildung der Eltern (HISCED) | 2474 | 1.00 | 6.00 | 4.27 | 1.41 | 15.59 |
| Beruf der Eltern (HISEI) | 2428 | 16.00 | 90.00 | 53.03 | 16.51 | 17.16 |
| Monatl. Einkommen | 1979 | 1.00 | 6.00 | 3.63 | 1.32 | 32.48 |
| Aktivitäten (9 Items) | 2299 | 2.67 | 8.00 | 6.28 | 0.83 | 21.56 |
| Lerngelegenheiten (5 Items) | 2299 | 2.40 | 8.00 | 5.82 | 0.95 | 21.56 |
| **Kindertagesstätte** | | | | | | |
| Anteil Kinder andere Sprache | 2440 | 0.00 | 95.00 | 23.52 | 25.11 | 16.75 |
| Anteil Kinder Migrationshinter. | 2044 | 0.00 | 93.48 | 28.53 | 22.26 | 30.26 |
| Anteil Kinder niedriger SES | 1881 | 0.00 | 80.00 | 20.11 | 20.24 | 35.82 |
| Erzieher-Kind-Verhältnis | 2438 | 1.91 | 30.00 | 7.18 | 2.84 | 16.82 |
| Anzahl der Räume | 2505 | 2.00 | 73.00 | 13.32 | 7.64 | 14.53 |
| Natur. Schwerpunkt | 2562 | 1.00 | 2.00 | 1.32 | 0.47 | 12.59 |
| Natur. Fortbildung Kitaleitung | 2488 | 0.00 | 40.00 | 1.60 | 5.15 | 15.11 |
| Besuche Einrichtung (8 Items) | 2728 | 1.00 | 3.50 | 2.25 | 0.42 | 6.93 |
| Verfügbares Material (14 Items) | 2737 | 0.69 | 2.79 | 1.61 | 0.34 | 6.62 |
| Aktivitäten (10 Items) | 2737 | 5.20 | 8.00 | 7.08 | 0.49 | 6.62 |
| **Kompetenzen** | | | | | | |
| Wortschatz | 2872 | 0.00 | 73.00 | 46.98 | 14.61 | 2.01 |
| Naturwissenschaftliche Kompetenz | 2931 | -3.76 | 5.01 | 0.00 | 1.04 | 0.0 |

*Anmerkung.* *N* = 2 931; *Min* = Minimum, *Max* = Maximum, *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, SES = Sozioökonomischer Status. Die Angaben für die Skalen (Variablen mit Itemzahl) beziehen sich auf die gebildeten Skalenmittelwerte.

Tabelle 2

*Vorhersage naturwissenschaftlicher Kompetenz; standardisierte Koeffizienten der direkten und indirekten Effekte der berücksichtigten Prädiktoren*

| | Direkter Effekt | | Indirekter Effekt Prozessmerkmale | | Indirekter Effekt Wortschatz | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kontrollvariablen** | Est. | *SE* | Est. | *SE* | Est. | *SE* |
| Alter Kind | .20*** | .02 | - | - | - | - |
| Geschlecht Kind | .06** | .02 | - | - | - | - |
| Zeit in Kita | -.01 | .02 | - | - | - | - |
| Bundesland (Level 2) | -.28*** | .09 | - | - | - | - |
| **Kind / Elternhaus** | | | | | | |
| Sprache Zuhause | -.06* | .03 | .00 | .00 | -.20*** | .02 |
| Migrationshintergrund | -.01 | .03 | .00 | .00 | -.05* | .02 |
| Anzahl Geschwister | -.05* | .02 | .00 | .00 | -.03 | .02 |
| Anzahl Bücher | .05* | .02 | .00 | .00 | .07*** | .02 |
| Bildung der Eltern (HISCED) | .05 | .03 | .00 | .00 | .06** | .02 |
| Beruf der Eltern (HISEI) | .05 | .03 | .00 | .00 | -.01 | .02 |
| Monatl. Einkommen | .03 | .03 | .00 | .00 | .01 | .02 |
| Aktivitäten (9 Items) | -.01 | .02 | - | - | .00 | .00 |
| Lerngelegenheiten (5 Items) | .00 | .02 | - | - | -.01 | .02 |
| Wortschatz | .53*** | .03 | - | - | - | - |
| **Kindertagesstätte** | | | | | | |
| Anteil Kinder andere Sprache | .17 | .19 | .00 | .03 | -.23 | .16 |
| Anteil Kinder Migrationshinter. | -.20 | .18 | .02 | .03 | .00 | .16 |
| Anteil Kinder niedriger SES | -.03 | .12 | -.02 | .02 | -.15 | .11 |
| Erz.-Kind-Verhältnis | -.11 | .08 | .02 | .01 | .05 | .07 |
| Anzahl der Räume | -.09 | .08 | -.01 | .01 | -.06 | .06 |
| Natur. Schwerpunkt | .20* | .08 | .01 | .01 | .00 | .07 |
| Natur. Fortbildung Kitaleitung | .08 | .08 | -.03 | .01 | .04 | .09 |
| Besuche Einrichtung (8 Items) | -.05 | .10 | - | - | .25* | .11 |
| Verfügbares Material (14 Items) | .00 | .10 | - | - | .03 | .09 |
| Aktivitäten (10 Items) | -.18* | .08 | - | - | .10 | .09 |
| Mittlerer Wortschatz | .69*** | .15 | - | - | - | - |

*Anmerkungen. SE* = Standardfehler. SES = Sozioökonomischer Status. Für die indirekten Effekte der Prozessmerkmale wurden die spezifischen indirekten Effekte der einzelnen Prozessmerkmale summiert; die SE entsprechen den gepoolten SE aus den verwendeten Prozessmerkmalen.

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$; $N = 2\,931$.

*Fragestellung 1: Direkte Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale auf die NK*

Es sollte untersucht werden, welche Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita einen signifikanten Effekt auf die (mittlere) NK haben. Für die Strukturmerkmale des Elternhauses zeigte sich unter Kontrolle des Geschlechts, des Alters des Kindes und der Zeit in der Kita, dass eine nicht deutsche Sprache ($\beta = -.06$, $p < .05$) sowie eine höhere Anzahl an Geschwistern ($\beta = -.05$, $p < .05$) mit einer geringeren NK einhergingen. Dafür ergab sich ein positiver Effekt der Anzahl der Bücher ($\beta = .05$, $p < .05$) auf die NK. Neben diesen Strukturmerkmalen erwies sich der rezeptive Wortschatz als stärkster Prädiktor für die NK ($\beta = .53$, $p < .001$). Bei den Prozessmerkmalen des Elternhauses hatten weder die gemeinsamen Aktivitäten noch die häuslichen Lerngelegenheiten einen direkten Effekt auf die NK der Kinder.

Auf der Ebene der Kita zeigten sich unter Kontrolle des Bundeslandes signifikante Effekte des naturwissenschaftlichen Schwerpunkts der Kita ($\beta = .20$, $p < .05$) sowie der Häufigkeit verschiedener Aktivitäten ($\beta = -.18$, $p < .05$) auf die mittlere NK. Andere Struktur- oder Prozessmerkmale wiesen keinen signifikanten direkten Effekt auf die mittlere NK auf. Ebenso wie im Elternhaus ergab sich auch auf Ebene der Kita ein positiver Effekt für die mittlere NK durch den mittleren Wortschatz ($\beta = .69$, $p < .01$).

*Fragestellung 2: Indirekte Effekte der Strukturmerkmale über die Prozessmerkmale auf die NK*

Für die zweite Fragestellung wurden die von den Strukturmerkmalen des Elternhauses bzw. der Kita über die Prozessmerkmale vermittelten indirekten Effekt auf die (mittlere) NK untersucht. Sowohl auf Ebene des Elternhauses als auch auf Ebene der Kita ergaben sich keine signifikanten indirekten Effekte.

*Fragestellung 3: Indirekte Effekte von Struktur- und Prozessmerkmale über den Wortschatz auf die NK*

Als letztes sollte untersucht werden, inwiefern die Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita auf die (mittlere) NK durch den (mittleren) Wortschatz mediiert werden. Auf Ebene des Elternhauses ergaben sich für die Sprache Zuhause ($\beta = -.20$, $p < .001$), den Migrationshintergrund ($\beta = -.05$, $p < .05$), die Anzahl der Bücher ($\beta = .07$, $p < .001$) und die Bildung der Eltern ($\beta = .06$, $p < .01$) signifikante totale indirekte Effekte auf die NK. Dabei erwies sich der Wortschatz des Kindes als der vermittelnde Faktor. Besonders für den Migrationshintergrund und die Bildung der Eltern zeigte sich, dass diese nur indirekt über den Wortschatz auf die NK wirkten. Die Sprache Zuhause und die Anzahl der Bücher hatten zusätzlich zu ihrem direkten Effekt auf die NK auch einen indirekten Effekt über den Wortschatz. Für die Prozessmerkmale ergaben sich auch hier keine indirekten Effekte über

den Wortschatz auf die NK. Auf Ebene der Kita zeigte sich ein indirekter Effekt der Häufigkeit von Besuchen externer Einrichtungen der Kita ($\beta = .25$, $p < .05$) über den mittleren Wortschatz auf die mittlere NK.

## 2.8 Diskussion

Mit der vorliegenden Studie sollte der Frage nachgegangen werden, welche Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses und der Kita direkte und indirekte Effekte auf die NK von Kindergartenkindern haben. Damit sollten zum einen soziale und migrationsbedingte Disparitäten in der frühen Kindheit aufgedeckt werden. Zum anderen sollten damit Ansatzpunkte für Maßnahmen aufzeigt werden, um die NK junger Kinder zu fördern und bestehende Disparitäten zu verringern.

Anhand der ersten Fragestellung wurde untersucht, welche Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita einen direkten Effekt auf die (mittlere) NK von Vorschulkindern haben. Von den Strukturmerkmalen des Elternhauses ergeben sich direkte Effekte der zuhause gesprochenen Sprache, der Anzahl an Geschwistern und der Anzahl an Büchern auf die NK. Damit ergeben sich für die Untersuchung der zuhause gesprochenen Sprache vergleichbare Ergebnisse zu numerischen und sprachlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern (Anders et al., 2012; Dubowy et al., 2008), wonach Kinder mit nicht deutscher Sprache Zuhause eine geringere NK aufweisen. Ein weiterer Befund aus dem Umfeld des Elternhauses bezieht sich auf den direkten Effekt der Anzahl an Geschwistern auf die NK. Kinder aus größeren Familien weisen demnach eine geringere NK auf als Kinder mit weniger Geschwistern. Der Grund dafür kann in der begrenzten Verfügbarkeit elterlicher Ressourcen, wie Zeit und Aufmerksamkeit, liegen (Downey, 2001). Die Anzahl der Bücher dient als Maß für die Investitionsbereitschaft in Kulturkapital. Auch wenn nicht spezifisch die Anzahl der naturwissenschaftsbezogenen Bücher erhoben wurde, geht es doch darum, welchen Stellenwert Bildung hat, wie viel Geld dafür ausgegeben werden kann und ob die Eltern die Entwicklung der NK ihrer Kinder über Materialien wie Bücher oder kulturelle Aktivitäten unterstützen. Es zeigt sich, dass die Anzahl der Bücher einen direkten Effekt auf die NK von Vorschulkinder hat. Dies konnte bereits in Untersuchungen zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz von Grundschulkindern nachgewiesen werden (vgl. Wendt et al., 2016).

Der Befund dieser Studie, dass der SES (gemessen über den HISEI) unter Kontrolle der anderen Strukturmerkmale weder auf den Wortschatz noch auf die NK einen signifikanten Effekt hat, steht im Gegensatz zu bestehenden Studienergebnissen, die den positiven Effekt des SES auf mathematische, naturwissenschaftliche und sprachliche Kompetenz von Vorschulkindern belegen konnten (u.a. Anders, Große et al., 2013; Dubowy et al., 2008;

Morgan et al., 2016). Dies kann dadurch begründet sein, dass, wenn neben dem SES weitere soziale Hintergrundvariablen wie die Bildung der Eltern, die Anzahl der Bücher oder das Einkommen berücksichtigt werden, vielmehr die kulturelle Teilhabe (Anzahl der Bücher) sowie die sprachbezogenen Aspekte (Wortschatz, Sprache Zuhause) für die NK eine Rolle spielen und nicht der SES im Allgemeinen. Zukünftige Studien sollten demnach immer verschiedene Aspekte des sozialen Hintergrundes eines Kindes berücksichtigen, um verzerrte Effekte des SES zu vermeiden.

Für die Qualität des häuslichen Lernumfeldes (Aktivitäten und Lerngelegenheiten) ergeben sich keine signifikanten Effekte auf die NK, was im Widerspruch zu bereits bestehenden Befunden zu mathematischen und sprachlichen Kompetenzen steht (Anders, Große et al., 2013; LeFevre et al., 2009; Lehrl et al., 2019; Niklas & Schneider, 2017). Ein Grund hierfür kann die nicht ausreichende Erfassung der Aktivitäten und Lerngelegenheiten im Elternhaus sein (Verwendung von Befragungsdaten). Die Skalen berücksichtigen zwar typische und lernrelevante Aktivitäten, diese beziehen sich jedoch vor allem auf schriftsprachliche und mathematische Inhalte. Auch bilden sie nur rudimentäre Aspekte der verschiedenen Dimensionen frühkindlicher Prozessqualität ab, wie z. B. im Vergleich zum CLASS (Pianta et al., 2008). Es wird zwar die Häufigkeit verschiedener Aktivitäten erfragt, jedoch wird z. B. die dabei erfolgte Unterstützung seitens der Erzieherinnen und Erzieher nicht erfasst. Darüber hinaus kann auch die Reliabilität der Skalen als nicht ausreichend angesehen werden. Eine umfänglichere Erfassung domänenspezifischer Aktivitäten könnte hier zusätzliche und genauere Informationen liefern und relevante Einflussfaktoren für die NK aufzeigen. Dazu müssten zunächst naturwissenschaftliche Aktivitäten mittels Eltern- bzw. Erzieherbefragung identifiziert und von allgemeinen sowie sprachlichen und mathematischen Aktivitäten abgegrenzt werden. Diese könnten dann in Large-Scale-Assessments wie dem NEPS eingesetzt werden. Zusätzlich sollten die Interaktionen zwischen Erzieherinnen/Erziehern und den Kindern besser erfasst werden. Eine aufwändige Möglichkeit hierzu stellen Aktivitäten-Tagebücher dar. Hier könnten Erzieherinnen und Erzieher aber auch Eltern sämtliche (naturwissenschaftsbezogenen) Aktivitäten des Tages eintragen und zusätzlich nach Kriterien (Dauer, Intensität oder Aufmerksamkeit des Kindes) einschätzen. Kleinere Studien könnten auch mit Hilfe von Beobachtungsverfahren (z. B. Videostudien) die Quantität und Qualität von Aktivitäten und der pädagogischen Unterstützung währenddessen ermitteln. In Large-Scale-Assessments wie dem NEPS erscheint dies jedoch zu aufwändig oder nur für eine Teilstichprobe möglich.

Von den Strukturmerkmalen der Kita hat nur der naturwissenschaftliche Schwerpunkt einen signifikanten direkten Effekt auf die mittlere NK und trägt damit unmittelbar zu einem höheren Kompetenzniveau der Kinder einer Kita bei. Projekte wie das *Haus der kleinen Forscher* können damit einen wichtigen Beitrag zu einer frühkindlichen NK leisten (Anders, Hardy, Pauen & Steffensky, 2013). In diesem Bildungsprogramm werden dem pädagogischen Fachpersonal gezielte Maßnahmen an die Hand gegeben, mit deren Hilfe Kindern eigenständiges Forschen und Lernen ermöglicht werden sollen. Ziele eines naturwissenschaftlichen Schwerpunktes in der Kita sind dann nicht nur eine frühzeitige Verbesserung von Bildungschancen, sondern auch die Förderung des Interesses an den Naturwissenschaften. Neben dem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt findet sich für keines der anderen Strukturmerkmale ein signifikanter Effekt auf die mittlere NK.

Für die Prozessmerkmale der Kita ergibt sich ein signifikant negativer Effekt der Häufigkeit von Aktivitäten auf die mittlere NK, jedoch ein signifikant positiver auf den mittleren Wortschatz. Demnach fiel zwar die mittlere NK geringer aus, wenn häufiger Aktivitäten stattfanden, der mittlere Wortschatz fiel jedoch höher aus. Für den Wortschatz lassen sich damit Befunde anderer Domänen bezüglich der positiven Effekte einer qualitativ hochwertigen Betreuung tendenziell bestätigen (Anders, Große et al., 2013; Lehrl et al., 2019; Niklas & Schneider, 2017). Da die erhobenen Aktivitäten vornehmlich schriftsprachliche und mathematische Inhalte erfragen, kann die Vermutung angestellt werden, dass solche Aktivitäten für den Wortschatz vorteilhaft sind, jedoch die Zeit für naturwissenschaftliche Aktivitäten eingeschränkt wird und sich daher ein negativer Effekt zeigt.

Generell wird deutlich, dass der Wortschatz den stärksten Prädiktor für die NK darstellt. Ein umfangreicher Wortschatz geht demnach mit einer höheren NK einher. Vergleichbares konnte bereits für die NK (Hahn & Schöps, 2019), aber auch für frühe numerische Fähigkeiten nachgewiesen werden (LeFevre et al., 2009). Es bestätigt sich damit, dass der Spracherwerb (z. B. über den Erwerb eines umfangreichen Wortschatzes) auch eine wichtige Voraussetzung für die NK darstellt und somit auch mit dem fachlichen Wissen in Zusammenhang steht (Kempert et al., 2019; Weinert, 2004). Dabei ist anzunehmen, dass der Erwerb neuer Begriffe sowie darauf aufbauende Bildung von Begriffskategorien nicht nur zu einer geordneten Struktur von Wissen beiträgt, die den Abruf und die Einordnung neuer Informationen erleichtert (Sodian, 2002), sondern eben auch den Erwerb von fachlichem Wissen (wie z. B. der NK) erleichtert. Auch auf Ebene der Kita zeigt sich, dass der mittlere Wortschatz den größten Effekt auf die mittlere NK aufweist. Demnach trägt ein im Mittel höherer Wortschatz innerhalb einer Kita zu einer höheren mittleren NK bei. Das bedeutet, dass das naturwissenschaftliche

Kompetenzniveau einer Kita auch über die Förderung eines umfangreicheren Wortschatzniveaus unterstützt werden kann. Lernen Kinder alleine zuhause oder gemeinsam im Kindergarten neue (naturwissenschaftsbezogene) Wörter und erweitern damit ihren Wortschatz, so kann das dabei helfen, dass die Kinder auch naturwissenschaftliches Wissen und die dahinterstehenden Prozesse besser verstehen und erlernen können.

Die zweite Fragestellung bezog sich darauf, welche Strukturmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita einen über die Prozessmerkmale vermittelten indirekten Effekt auf die (mittlere) NK von Vorschulkindern aufweisen. Weder die Merkmale des Elternhauses noch die der Kita weisen einen indirekten Effekt über die Prozessmerkmale auf die NK auf. Da, wie bereits erwähnt, die untersuchten Prozessmerkmale selbst keinen direkten Effekt auf die NK zeigen, während dies für andere Kompetenzen durchaus der Fall ist, bleibt zu klären, inwiefern sich tatsächlich keine Effekte feststellen lassen oder aber die Erfassung der für die NK relevanten Prozessmerkmale nicht ausreichend ist. Eine interessante Forschungsfrage für zukünftige Studien wird sein, ob es bestimmte Aktivitäten gibt, die speziell in Kitas mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt durchgeführt werden und die einen positiven Effekt auf die NK aufweisen.

Mit der dritten Fragestellung wurde untersucht, inwiefern die Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale des Elternhauses bzw. der Kita auf die (mittlere) NK durch den (mittleren) Wortschatz mediiert werden. Für die zuhause gesprochene Sprache zeigt sich neben einem direkten Effekt, auch ein indirekter Effekt über den Wortschatz auf die NK. Demnach fällt die NK bei Kindern mit nicht deutscher Sprache dann geringer aus, wenn auch ihr deutscher Wortschatz geringer ist. Obwohl die Fragen des NEPS-Naturwissenschaftstest bildbasiert, d.h. so konstruiert wurden, dass die Kinder ihre Antworten nicht verbalisieren mussten, stellen deutsche Sprachkenntnisse eine Voraussetzung für die Beantwortung der Fragen dar (Weinert, 2004). Es muss also beachtet werden, dass ein Test in der zuhause gesprochenen Sprache andere Ergebnisse für die NK liefern könnte. Da im NEPS jedoch Aussagen über die Entwicklung im deutschen Bildungssystem gemacht werden und Kinder ihre Schulleistungen auch in Deutsch erbringen müssen, liefert diese Untersuchung erste Hinweise darauf, dass Kinder mit nicht deutscher Sprache bereits in der Kita in Bezug auf ihren deutschen Wortschatz und ihre NK benachteiligt sind. Es bleibt zu klären, inwiefern der Besuch der Grundschule diese Nachteile beeinflussen kann.

Für den Migrationshintergrund gibt es bezüglich des Einflusses auf die NK bereits Befunde. Während jedoch Untersuchungen zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Grundschulalter deutliche Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne

Migrationshintergrund nachweisen konnten (Wendt et al., 2016), zeigt sich in dieser Untersuchung, dass der Effekt des Migrationshintergrundes vollständig über den Wortschatz der Kinder erklärt wird. Demnach weisen Kinder mit Migrationshintergrund gerade dann eine geringe NK auf, wenn auch ihr Wortschatz geringer ausfällt. Ein Migrationshintergrund an sich stellt keinen direkten Nachteil für die NK junger Kinder dar. Erst in Zusammenhang mit einem niedrigeren Wortschatz zeigen sich Kompetenzunterschiede. Es wird somit deutlich, dass frühe migrationsbedingte Disparitäten in der NK über den Wortschatz vermittelt werden. Längsschnittuntersuchungen sollten klären, ob eine frühzeitige und systematische Förderung von Kindern mit geringen Wortschatzkenntnissen, vor allem aus sozial benachteiligten Familien bzw. aus Familien mit Migrationshintergrund, der frühen Wirkung und Manifestation von sozial- und migrationsbedingten Disparitäten entgegenwirken und auch zu einer Verbesserung der NK beitragen kann. Ergebnisse hierzu könnten z. B. durch die *Bremer Initiative zur Stärkung frühkindlicher Entwicklung* (BRISE, http://brise-bremen.de/) geliefert werden. Ziel dieses Projekts ist die Untersuchung, inwiefern die von Geburt an eingesetzten Maßnahmen verschiedener Unterstützungsprogramme positive Auswirkungen auf die Entwicklung der teilnehmenden Kinder haben. Hierzu zählt auch ein kombiniertes Eltern-Erzieher-Programm, das spielerisch Freude im Umgang mit Sprache vermitteln soll.
In der vorliegenden Untersuchung zeigt die Bildung der Eltern, ähnlich wie der Migrationshintergrund, nur noch einen über den Wortschatz vermittelten indirekten Effekt. Dies steht im Unterschied zu Befunden zu mathematischen Fähigkeiten, in denen der Wortschatz allerdings nicht berücksichtigt wurde (Anders, Große et al., 2013; LeFevre et al., 2009). Durch die Berücksichtigung des Wortschatzes wird deutlich, dass die Bildung der Eltern zwar für den Wortschatzerwerb relevant ist, jedoch im Hinblick auf die NK nur über den Wortschatz vermittelt wird. Damit liegt die Annahme nah, dass Eltern mit höheren Bildungsabschlüssen vor allem den Wortschatzerwerb ihrer Kinder stärker fördern und unterstützen, und somit auch die NK beeinflussen.

Die Anzahl der Bücher hat neben einem direkten Effekt auf die NK auch einen indirekten Effekt über den Wortschatz. Es kann vermutet werden, dass Eltern die eine höhere Investitionsbereitschaft in Kulturkapital zeigen und folglich Bildung einen höheren Stellenwert beimessen, ihren Kindern Partizipation an der Hochkultur ermöglichen wollen und mehr Wert auf den Erwerb der NK ihrer Kinder legen. Dabei spielt auch hier der Wortschatz eine vermittelnde Rolle und unterstützt den Erwerb von NK.

Bezüglich indirekter Effekte auf Ebene der Kita ergibt sich ein signifikanter Effekt der Häufigkeit von Besuchen externer Einrichtungen über den mittleren Wortschatz auf die mittlere

NK. Demzufolge fördert der Besuch externer Einrichtungen den Wortschatzaufbau von Kindergartenkinder, was wiederum das Niveau der NK erhöht. Insgesamt deutet sich an, dass das Wortschatzniveau in einer Kita vor allem relevant für die mittlere NK zu sein scheint, jedoch nur geringfügig als Mediator für Struktur- und Prozessmerkmale der Kita dient.

Zusammenfassend bestätigen die Ergebnisse dieser Untersuchung bestehende Befunde im Bereich der kognitiven, mathematischen, sprachlichen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen (Anders et al., 2012; Becker, 2010; Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016), dass bereits in der Kita sozial- und migrationsbedingte Disparitäten in der NK und dem Wortschatz vorliegen. Darüber hinaus erweist sich der Wortschatz nicht nur als stärkster Prädiktor für die NK, sondern dient auch als Mediator für sozial- und migrationsbedingte Effekte.

Ausgangspunkt der vorliegenden Studie war die Untersuchung, welche Struktur- und Prozessmerkmale der häuslichen und institutionellen Lernumgebung von Kindergartenkindern einen Effekt auf die NK haben, um Ansatzpunkte zur Verbesserung der NK zu finden. Anhand der Ergebnisse bietet sich vor allem die Sprache als Ansatzpunkt an: anhand einer gezielten und systematischen Sprachförderung könnte der Entstehung und Persistenz von Disparitäten im Bereich der NK begegnet werden. In diesem Zusammenhang stellt auch die Kita eine wichtige Lernumgebung junger Kinder dar, die den Wortschatzerwerb und damit auch den Aufbau von NK unterstützen kann. Es zeigt sich jedoch, dass vor allem im Bereich der Lernunterstützung in der Kita noch ein deutlicher Optimierungsbedarf besteht (Ulferts et al., 2019). Demzufolge sollten bei der Professionalisierung frühpädagogischer Fachkräfte zum einen die Relevanz von NK sowie anderer frühkindlicher Kompetenzbereiche verdeutlicht werden und zum anderen eine stärkere Verzahnung von naturwissenschaftlichen Inhalten und Inhalten der Sprachförderung erreicht werden. Das würde nicht nur die Gleichwertigkeit von NK mit sprachlichen und mathematischen Fähigkeiten fördern, sondern auch dazu beitragen, Kinder frühestmöglich gezielt beim Aufbau ihrer NK zu unterstützen.

## 2.9 Limitationen und Ausblick

Wie bereits erwähnt, standen in dieser Studie nur wenige Daten zu spezifischen naturwissenschaftsbezogenen Prozessmerkmalen im Elternhaus und der Kita zur Verfügung. Die Angaben, die vorlagen, basierten vollständig auf Befragungsdaten von Eltern oder Erzieherinnen und Erziehern. Dieser Punkt muss bei der Interpretation der nicht signifikanten Effekte der Prozessmerkmale beachtet werden. Es bedeutet nicht, dass die häuslichen und institutionellen Aktivitäten keinen Einfluss auf die NK haben. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass die Erfassung der Prozessmerkmale in Form einer einfachen Befragung nicht

ausreichend war. Wenn möglich, sollten die Interaktionen mit den Erzieherinnen und Erziehern sowie deren Unterstützung im Kita-Alltag mittels Beobachtungsverfahren ermittelt werden. Dies würde einen deutlich größeren Aufwand bedeuten, würde aber zu einer validen Erfassung der Prozessmerkmale führen. Weiterhin wäre eine aufeinander abgestimmte Erfassung naturwissenschaftsbezogener Aktivitäten und Lernmaterialien des häuslichen und institutionellen Umfeldes für zukünftige Erhebungen bedeutsam. Zum einen würde dies eine domänenspezifische Erfassung der häuslichen und institutionellen Qualität sowie die Untersuchung der theoretischen Annahme differentieller Effekte allgemeiner und domänenspezifischer Prozesse ermöglichen. Zum anderen wäre eine stärkere Annäherung an die tatsächlichen Effekte von Prozessmerkmalen möglich.

Des Weiteren liefert diese Untersuchung zwar erste Ergebnisse zu den Effekten von Struktur- und Prozessmerkmalen auf die NK, kann jedoch keine Aussagen über deren langfristige Wirkung treffen. Hierfür werden Längsschnittanalysen benötigt, wie sie das NEPS auch ermöglicht. Diese Längsschnittuntersuchungen, die zurzeit in Arbeit sind, könnten zum einen die Entwicklung der NK und die Persistenz sozial- und migrationsbedingter Disparitäten untersuchen. Zum anderen ermöglichen sie die Ermittlung kompensatorischer Maßnahmen, die den Aufbau und die Entwicklung der NK frühzeitig und langfristig unterstützen können.

## 2.10 Literaturverzeichnis

Adams, R. J., Wu, M. L. & Wilson, M. R. (2015). ACER ConQuest: Generalised Item Response Modelling Software (Version 4) [Computer software]. Camberwell: Australian Council for Educational Research.

Anders, Y., Große, C., Roßbach, H.-G., Ebert, S. & Weinert, S. (2013). Preschool and primary school influences on the development of children's early numeracy skills between the ages of 3 and 7 years in Germany. *School Effectiveness and School Improvement, 24*(2), 195–211. https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749794

Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S. & Steffensky, M. (2013). Zieldimensionen früher naturwissenschaftlicher Bildung im Kita-Alter und ihre Messung. In Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Hrsg.), *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“* (Bd. 5, S. 19–82). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

Anders, Y., Roßbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S. et al. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly, 27*(2), 231–244. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003

Baumert, J., Watermann, R. & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 6*(1), 46–71. https://doi.org/10.1007/s11618-003-0004-7

Becker, B. (2010). Wer profitiert mehr vom Kindergarten? *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 62*(1), 139–163. https://doi.org/10.1007/s11577-010-0090-5

Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G. & von Maurice, J. (2011). Education as a Lifelong Process: The German National Educational Panel Study (NEPS), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Sonderheft 14). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/s11618-011-0179-2

Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Portsmouth, NH: Heinemann.

Cameron, C. E., Connor, C. M., Morrison, F. J. & Jewkes, A. M. (2008). Effects of classroom organization on letter-word reading in first grade. *Journal of school psychology, 46*(2), 173–192. https://doi.org/10.1016/j.jsp.2007.03.002

Downey, D. B. (2001). Number of siblings and intellectual development. The resource dilution explanation. *American Psychologist, 56*(6-7), 497–504. https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.6-7.497

Dubowy, M., Ebert, S., von Maurice, J. & Weinert, S. (2008). Sprachlich-kognitive Kompetenzen beim Eintritt in den Kindergarten. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 40*(3), 124–134. https://doi.org/10.1026/0049-8637.40.3.124

Dunn, L. M. & Dunn, D. M. (2007). *Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT-4)* (4. Aufl.). New Jersey.

Evanschitzky, P., Lohr, C. & Hille, K. (2008). Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Bildung im Kindergarten: Untersuchung der Wirksamkeit einer beruflichen Weiterbildung von Erzieherinnen. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, 3*(4), 469–481.

Ganzeboom, H. B. G., De Graaf, P. M. & Treiman, D. J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research, 21*(1), 1–56. https://doi.org/10.1016/0049-089X(92)90017-B

Gelman, R. & Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly, 19*(1), 150–158. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009

Hahn, I. & Schöps, K. (2019). Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Frühe Bildung, 8*(1), 3–12. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000405

Hahn, I., Schöps, K., Rönnebeck, S., Martensen, M., Hansen, S., Saß, S. et al. (2013). Assessing scientific literacy over the lifespan – A description of the NEPS science framework and the test development. *Journal for Educational Research Online, 5*(2), 110–138.

Hahn, I., Schöps, K., Saß, S., Hansen, S., Martensen, M., Wagner, H. et al. (2013). The assessment of scientific literacy in the National Educational Panel Study (NEPS) including example items for Kindergarten, grade 6, students and adults. Scientific Use File 2013, Version 1.0.0. Bamberg: Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Hamre, B. K. & Pianta, R. C. (2005). Can instructional and emotional support in the first grade classroom make a difference for children at risk of school failure? *Child Development, 76*(5), 949–967. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00889.x

Hanushek, E. A. & Wößmann, L. (2015). *The knowledge capital of nations: education and the economics of growth*. Cambridge, MA: MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029179.001.0001

Hardy, I. & Kempert, S. (2011). Entwicklung und Förderung früher naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Elementarbereich. In F. Vogt, M. Leuchter, A. Tettenborn, U. Hottinger, M. Jäger & E. Wannack (Hrsg.), *Entwicklung und Lernen junger Kinder* (S. 23–36). Münster: Waxmann.

Hasselhorn, M., Baethge, M., Füssel, H.-P., Hetmeier, H.-W., Maaz, K., Rauschenbach, T. et al. (2014). *Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen* (Bildung in Deutschland, Bd. 2014). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH et Co. KG.

Howes, C., Burchinal, M. R., Pianta, R. C., Bryant, D. M., Early, D. M., Clifford, R. M. et al. (2008). Ready to learn? Children's pre-academic achievement in pre-Kindergarten programs. *Early Childhood Research Quarterly, 23*(1), 27–50. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2007.05.002

Hu, L. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling, 6*(1), 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

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. https://doi.org/10.2378/PEU2018.art19d

Kluczniok, K., Lehrl, S., Kuger, S. & Roßbach, H.-G. (2013). Quality of the home learning environment during preschool age – Domains and contextual conditions. *European Early Childhood Education Research Journal, 21*(3), 420–438. https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.814356

Kluczniok, K. & Roßbach, H.-G. (2014). Conceptions of educational quality for kindergartens. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 17*(6), 145–158. https://doi.org/10.1007/s11618-014-0578-2

Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C. & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology, 64*(3), 141–152. https://doi.org/10.1024/1421-0185.64.3.141

Kuger, S. & Kluczniok, K. (2008). Prozessqualität im Kindergarten − Konzept, Umsetzung und Befunde. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 11,* 159–178. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91452-7_11

LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school

years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement, 41*(2), 55–66. https://doi.org/10.1037/a0014532

Lehrl, S. (2018). Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter. Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20184-5

Lehrl, S., Ebert, S., Blaurock, S., Rossbach, H.-G. & Weinert, S. (2019). Long-term and domain-specific relations between the early years home learning environment and students' academic outcomes in secondary school. *School Effectiveness and School Improvement, 24*(2), 1–23. https://doi.org/10.1080/09243453.2019.1618346

Lüdtke, O., Robitzsch, A. & Grund, S. (2017). Multiple imputation of missing data in multilevel designs: A comparison of different strategies. *Psychological Methods, 22*(1), 141–165. https://doi.org/10.1037/met0000096

Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U. & Köller, O. (2007). Umgang mit fehlenden Werten in der psychologischen Forschung. *Psychologische Rundschau, 58*(2), 103–117. https://doi.org/10.1026/0033-3042.58.2.103

Maaz, K., Baethge, M., Brugger, P., Rauschenbach, T., Rockmann, U., Roßbach, H.-G. et al. (2018). *Bildung in Deutschland 2018. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Wirkungen und Erträgen von Bildung* (Bildung in Deutschland, Bd. 2018). Bielefeld: wbv Media.

Mashburn, A. J., Pianta, R. C., Hamre, B. K., Downer, J. T., Barbarin, O. A., Bryant, D. M. et al. (2008). Measures of Classroom Quality in Prekindergarten and Children's Development of Academic, Language, and Social Skills. *Child Development, 79*(3), 732–749. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01154.x

Von Maurice, J., Artelt, C., Blossfeld, H.-P., Faust, G., Roßbach, H.-G. & Weinert, S. (2007). Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Formation von Selektionsentscheidungen im Vor- und Grundschulalter: Überblick über die Erhebungen in den Längsschnitten BiKS-3-8 und BiKS-8-12 in den ersten beiden Projektjahren. Zugriff am 06.12.2019. Verfügbar unter http://psydok.psycharchives.de/jspui/handle/20.500.11780/440

Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. & Maczuga, S. (2016). Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. *Educational Researcher, 45*(1), 18–35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (2012). Mplus (Version 7.4) [Computer software]. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.

NICHD Early Child Care Research Network (2002). Child-care structure−process−outcome: Direct and indirect effects of child-care quality on young children's development. *Psychological Science, 13*(3), 199–206. Early Child Care Research Network. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00438

Niklas, F. & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology, 49*, 263–274. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.006

OECD (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006. Paris: OECD. https://doi.org/10.1787/9789264026407-en

Pianta, R. C., La Paro, K. M. & Hamre, B. K. (2008). *The Classroom Assessment Scoring System. Manual, pre-K*. Baltimore, MD: Brookes.

Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. et al. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme et al. (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.

Relikowski, I., Schneider, T. & Linberg, T. (2015). Rezeptive Wortschatz- und Grammatikkompetenzen von Fünfjährigen mit und ohne Migrationshintergrund. Eine empirische Untersuchung aus bildungssoziologischer Perspektive. *Frühe Bildung, 4*(3), 135–143. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000218

Roßbach, H.-G., Tietze, W. & Weinert, S. (2005). Peabody Picture Vocabulary Test − Revised. Deutsche Forschungsversion des Tests von L. M. Dunn & L. M. Dunn von 1981: Universität Bamberg, FU-Berlin.

RStudio Team. (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc. [Computer software]. Boston, MA.

Schöps, K. (2013). *NEPS Technical Report for Science − Scaling Results of Starting Cohort 2 in Kindergarten* (NEPS Working Paper Nr. 24). Bamberg: University of Bamberg, National Educational Panel Study.

Schroedter, J. H., Lechert, Y. & Lüttinger, P. (2006). ZUMA-Methodenbericht 2006/08. Die Umsetzung der Bildungsskala ISCED-1997 für die Volkszählung 1970, die Mikrozensus-Zusatzerhebung 1971 und die Mikrozensen 1976-2004 (Version 1).

Sodian, B. (2002). Entwicklung begrifflichen Wissens. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch. 5. vollst. überarb. Aufl.* (S. 443–468). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Sodian, B. & Mayer, D. (2013). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Vor- und Grundschulalter. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S. 617–631). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19066-2_43

Sodian, B., Zaitchik, D. & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development, 62*(4), 753–766. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01567.x

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"* (Bd. 10, S. 51–136). Opladen: Barbara Budrich. https://doi.org/10.2307/j.ctvmx3jn8.8

Sylva, K., Murkett, G., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj, I. & Taggart, B. (2017). Wirksame Lernunterstützung in der frühkindlichen Bildung und Betreuung. In M. Wertfein, A. Wildgruber, C. Wirts & F. Becker-Stoll (Hrsg.), *Interaktionen in Kindertageseinrichtungen. Theorie und Praxis im interdisziplinären Dialog* (1. Aufl., S. 35–46). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht. https://doi.org/10.13109/9783666702259.35

Tietze, W., Meischner, T., Gänsfuß, R., Grenner, K., Schuster, K.-M., Völkel, P. et al. (1998). *Wie gut sind unsere Kindergärten? Eine Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen Kindergärten*. Berlin: Luchterhand.

Ulferts, H., Wolf, K. M. & Anders, Y. (2019). Impact of Process Quality in Early Childhood Education and Care on Academic Outcomes: Longitudinal Meta-Analysis. *Child Development, 90*(5), 1 474–1 489. https://doi.org/10.1111/cdev.13296

Weinert, S. (2004). Wortschatzerwerb und kognitive Entwicklung. *Sprache − Stimme − Gehör, 28*(1), 20–28. https://doi.org/10.1055/s-2004-815480

Weinert, S. (2016). Natürliche Sprache(n) und Formelsprache(n) in der Bildung. In J. Kilian, B. Brouër & D. Lüttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung* (S. 3–24). Berlin: De Gruyter.

Wellman, H. M. & Gelman, S. A. (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (Cognition, perception, and language, 2. Aufl., S. 523–573). New York: Wiley.

Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K. & Kasper, D. (2016). TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review, 27*(2), 172–223. https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001

Elektronisches Supplement 1

*Skala Aktivitäten des Kindes*

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Bilderbücher, Buchstabenspiele und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 2 | Dinge vergleichen, sortieren, sammeln und Ähnliches* | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 3 | Zahlenspiele, Würfel und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 4 | Puzzle und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 5 | Bau- und Konstruktionsspiele, Lego und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 6 | Basteln, Malen, Töpfern und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 7 | Rollenspiele, Puppenspiele, Playmobil und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 8 | Sportliche Aktivitäten, motorische Spiele und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 9 | Musizieren, Singen, Tanzen und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 10 | Naturerleben, Gärtnern und Ähnliches | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

*Anmerkung.* Skala entspricht den Skalen *Häusliche Aktivitäten* (Cronbachs $\alpha$ = .67) und *Aktivitäten in der Kita* (Cronbachs $\alpha$ = .77); 1=Nie, 2=Seltener, 3=Einmal im Monat, 4=Mehrmals im Monat, 5=Einmal in der Woche, 6=Mehrmals in der Woche, 7=Einmal täglich, 8= Mehrmals täglich; * Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

Elektronisches Supplement 2

*Skala Häusliche Lerngelegenheiten*

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vorlesen | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 2 | Beschäftigung mit Buchstaben | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 3 | Beschäftigung mit Zahlen | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 4 | Auswendiglernen Gedichte, Reime, Lieder* | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 5 | Malen, Zeichnen, Basteln | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 6 | Büchereibesuch | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

*Anmerkung.* Cronbachs $\alpha$ = .63; 1=Nie, 2=Seltener, 3=Einmal im Monat, 4=Mehrmals im Monat, 5=Einmal in der Woche, 6=Mehrmals in der Woche, 7=Einmal täglich, 8= Mehrmals täglich;* Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

Elektronisches Supplement 3

*Skala Besuche externer Einrichtungen*

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Museum | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 2 | Theater, Kino, Konzert | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 3 | Bücherei* | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 4 | Zoo, Wildpark | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 5 | Wald, Park, Wiese, Gewässer | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 6 | Sportplatz, Turnhalle (nicht Kita) * | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 7 | Schwimmbad* | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 8 | Betriebe (z.B. Bäckerei, Gärtnerei) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 9 | Einrichtungen des öffentlichen Lebens (z.B. Polizei, Feuerwehr, Rathaus) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 10 | Bauernhof | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 11 | sonstige Orte | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

*Anmerkung.* Cronbachs $\alpha$ = .67; 1=Nie, 2=Seltener, 3=Einmal im Monat, 4=Mehrmals im Monat, 5=Einmal in der Woche, 6=Mehrmals in der Woche, 7=Einmal täglich, 8= Mehrmals täglich;* Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

Elektronisches Supplement 4

*Skala Materialien und Spielsachen*

| | Die folgenden Spielsachen/Materialien sind so häufig vorhanden, dass ... gleichzeitig damit spielen können. | 1 | 2 | 3 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Bilderbücher (ohne Text oder mit wenig Text) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 2 | Materialien und/oder Verkleidungen für Rollenspiele (z.B. Polizei, Post, Feuerwehr, Kaufladen, Arzt) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 3 | Belebungsmaterial (z.B. Bäume, Personen, Spielfiguren, Tierfiguren, Fahrzeuge) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 4 | Puppen, Handpuppen/Fingerpuppen | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 5 | Bausteinsysteme | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 6 | Gedichtbücher/Liederbücher | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 7 | Musikinstrumente (gekaufte und selbstgebastelte) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 8 | Zeichen- und Schreibmaterial | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 9 | Bücher oder andere Materialien, die das Erlernen der Buchstaben-Laut-Zuordnung unterstützen | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 10 | Bücher oder andere Materialien, die das Erlernen von Buchstaben unterstützen (z.B. Puzzle, Spiele) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 11 | Bücher für Erstleser (wenige, einfache Worte, viele Bilder) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 12 | Bücher oder Materialien, die die Auseinandersetzung mit geometrischen Formen und räumlichen Mustern unterstützen (z.B. Mandalas, Mosaiksteine, Stecksysteme) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 13 | Bücher oder Materialien, die Kinder mit Zahlen/Ziffern und dem Zählen vertraut machen (z.B. Würfelspiele, Rechenschieber) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 14 | Materialien, die Kinder mit dem Vorgang des Messens vertraut machen (z.B. Waage, Maßband) | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

*Anmerkung.* Cronbachs $\alpha$ = 83; 1=einige Kinder, 2= etwa die Hälfte aller Kinder, 3= nahezu alle Kinder, 0=nicht vorhanden.

# 3 Zweite Studie

## The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children[2]

[2] Erschienen in:

Kähler, J., Hahn, I. & Köller, O. (2020). The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children. *International Journal of Science Education, 42*(12), 1988-2007. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1808908

## 3.1 Introduction

The relevance of science has increased enormously in the last years. The world is changing rapidly due to scientific and technological progress, which can be seen in environmental challenges or technological innovations, and scientific literacy (SL) is necessary to understand and deal with these changes (OECD, 2018). Imparting SL as early as possible not only enables individuals to deal with their daily problems, it also forms the basis for highly qualified individuals in science (OECD, 2018) and, ultimately, raises the economic growth of a country (Hanushek & Wößmann, 2015).

The acquisition of SL starts in early childhood and increases in line with cognitive and linguistic development in experiential environments (Gelman & Brenneman, 2004). Results from European studies as well as from assessments in the United States have consistently shown that there are two important learning environments in early childhood: the parental home and kindergarten (Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2002, 2003; Sylva et al., 2010; Tietze et al., 1998). These environments not only provide the framework for development, they also offer learning opportunities and materials, activities, and support for young children to promote their social, cognitive, and emotional development. However, due to the diversity of these environments, children naturally differ in their social background or the number of learning opportunities they have. Hence, it is not surprising that these differences can cause early disparities. Morgan et al. (2016) examined the SL of 7,757 preschool children in the United States and its development as the children progressed to school. They found significant performance differences between children in the fields of natural and social sciences when they entered kindergarten, which persisted beyond primary school. Children with a lower socioeconomic status (SES) or a language other than English spoken at home showed significantly lower science achievement than children with a high SES or children who spoke English at home (Morgan et al., 2016). Although some groups of children were able to compensate for this deficit, they were not able to fully close the initial gap in their science achievement (Morgan et al., 2016). Thus, the results of their study showed—in line with other studies—that early disparities in SL (Hahn & Schöps, 2019; Martin et al., 2012; Morgan et al., 2016; Saçkes et al., 2011), language skills (Becker, 2011; Becker et al., 2013; Ebert et al., 2013; Melhuish et al., 2008; Sammons et al., 2008), or numeracy skills (Anders et al., 2012; Klibanoff et al., 2006; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Sammons et al., 2008) already exist in kindergarten and have an impact on children's later life.

Despite the importance of science education and the acquisition of SL, there is a lack of research in Germany on the development of SL in young children and the possible factors that

affect this development (e.g., in kindergarten). Cross-sectional studies such as the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS; Martin et al., 2012) or the Programme for International Student Assessment (PISA; OECD, 2018) examine children's SL in primary or secondary school. They provide insights into the current level of knowledge in the samples examined. However, to investigate the development of SL, longitudinal studies are needed. The aim of this study was to close this research gap by using the longitudinal data from the Starting Cohort 2 (kindergarten) of the German National Educational Panel Study (NEPS). NEPS offers the opportunity to study the development of various aspects of education, for example, SL, over the lifespan. The NEPS data make it possible to examine whether the results of Morgan et al. (2016) can also be found in Germany and whether initial differences in SL, linked to early social or migration-related disparities, persist into primary school.

### 3.2 Scientific literacy in NEPS

SL is a widespread concept that is used in large-scale national and international studies such as PISA (OECD, 2006). It also forms the basis for the scientific framework that was used to construct all of the science tests in NEPS (Hahn et al., 2013). SL implies an understanding of scientific concepts and processes. This understanding enables people to deal with everyday scientific situations and helps them to participate in a society in which science and technology are of great importance.

Within SL, two components can be differentiated between. First, *knowledge about science* (KAS) specifies the understanding of scientific processes, methods, and enquiry and also comprises knowledge of the means and goals of science (Hahn et al., 2013; OECD, 2006). KAS enables people to formulate hypotheses about the relationships between variables, to test hypotheses by conducting experiments, and to interpret the results (Zimmerman, 2007). Studies have shown that even 4-year-olds can distinguish between simple theories and empirical evidence while generating hypotheses (Koerber et al., 2005; Sandoval et al., 2014; Zimmerman, 2007). In early primary school, children learn to test simple hypotheses themselves by selecting appropriate examinations (Sodian et al., 1991) and to distinguish a confounded from a controlled experiment within a choice task (Bullock et al., 2009). Thus, the development of KAS starts at kindergarten age and continues into adolescence and adulthood (Sodian & Bullock, 2008).

Second, *knowledge of science* (KOS) includes the understanding of scientific content and the knowledge of concepts, theories, and terms from different content areas such as biology or physics (Hahn et al., 2013; OECD, 2006). The knowledge of concepts develops from children's experiential environments and can help them to understand relevant phenomena in the world

(Gelman & Kalish, 2006). Everyday experiences support children to develop their knowledge of concepts in a gradual process, which can include different levels of conceptual understanding (Gelman & Kalish, 2006). For example, previous studies established that although 4-year-old children were able to distinguish correctly between animals and machinery (Simons & Keil, 1995), they were not able to correctly assign plants to living objects until primary-school age (Berzonsky et al., 1987).

### 3.3 Learning environments in early childhood

Influential factors from learning environments in early childhood are categorised into structural and process features (Kluczniok et al., 2013; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; Sylva et al., 2010; Tietze et al., 1998). *Structural features* represent the time-invariant and consistent conditions in the parental home or in kindergarten. Numerous studies have shown that features such as a lower SES, a lower level of parental education, or a migration background negatively affected young children's language skills (Becker, 2011; Becker et al., 2013; Ebert et al., 2013; Sammons et al., 2008), their numeracy skills (Anders et al., 2012; Klibanoff et al., 2006; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Sammons et al., 2008), or their SL (Hahn & Schöps, 2019; Martin et al., 2012; Morgan et al., 2016; Saçkes et al., 2011). However, the structural features of the kindergarten, such as spatial size, qualifications of the educational staff, group size and composition, or the number of toys, learning materials, or books, had positive effects on language or numeracy skills (Anders et al., 2012; Ebert et al., 2013; Kluczniok et al., 2013; Sylva et al., 2010).

The structural features of the parental home or kindergarten are related to the *process features* of these learning environments, which in turn affect the cognitive development of young children (Tietze et al., 1998). Process features include all learning-promoting activities and interactions with other children, parents, teachers, and the environment (Kluczniok et al., 2013; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; Sylva et al., 2010; Tietze et al., 1998). On the one hand, previous findings have demonstrated that children with less beneficial structural features (e.g., low SES, having parents with lower levels of education, or having a different mother tongue) also had a lower quality of process features at home than children with better framework conditions (Bradley et al., 2001; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; Sylva et al., 2010). In addition, previous findings have shown that the process features of the home learning environment (HLE) can directly contribute to higher language skills (Ebert et al., 2013; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2005), higher numeracy skills (Anders et al., 2012; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Niklas & Schneider, 2017), and SL (Morgan et al., 2016). These results indicate that especially

children with less beneficial structural features at home are disadvantaged regarding their cognitive development through the lack of a high-quality HLE. On the other hand, studies have shown that these children benefit more from a higher quality of process features in early child care with regard to their cognitive, language, and numeracy skills than children with beneficial structures at home (Anders et al., 2012; Becker, 2011; Dearing et al., 2009; NICHD Early Child Care Research Network, 2002; Sylva et al., 2010). In addition to the HLE, early child care and its quality are also important for the cognitive development of young children and can even compensate for social and migration-related disparities.

### 3.4 Research questions

The aim of this study was to narrow the research gap concerning the development of the SL of kindergarten children in Germany and to examine whether there are differences in initial SL and, if so, whether these differences persist into primary school. Moreover, we aimed to determine possible starting points for a promotion of early SL by examining the structural and process features of the parental home and kindergarten. Therefore, we used latent growth curve models (LGCMs) to analyse longitudinal data from NEPS Starting Cohort 2 to answer the following research questions:

(1) How does the SL of children develop from kindergarten to the third grade (LGCM 1)?

In line with the results of Morgan et al. (2016) in the United States, we expected to find a (linear) growth in the SL of children from kindergarten to the third grade. Morgan et al. (2016) also showed that there were early disparities in SL, which persisted through primary school. We therefore expected to find similar results for this German sample.

(2) How do variables of the parental home and kindergarten affect initial SL and its development in children from kindergarten to the third grade (LGCM 2)?

In line with previous results from studies about numeracy, language, and scientific skills (e.g., Anders et al., 2012; Becker, 2011; Hahn & Schöps, 2019; LeFevre et al., 2009; Morgan et al., 2016; NICHD Early Child Care Research Network, 2002, 2003; Saçkes et al., 2011; Sammons et al., 2008), we expected to find significant effects of the structural and process features of the parental home and kindergarten on initial SL; in particular, we expected the social and linguistic background of the child to especially affect SL. In line with Morgan et al. (2016), we also expected to find significant effects on the growth of SL, supporting previous results that showed that some children who start with lower SL can partially compensate for this deficit.

## 3.5 Materials and methods

### *3.5.1 Sample and research design*

To investigate the development of SL, we analysed data from the NEPS Starting Cohort 2 (Blossfeld et al., 2011), which included three measurement points (MPs): one in kindergarten (2011), one in Grade 1 of primary school (2013), and one in Grade 3 of primary school (2015). Starting with $N$ = 2,937 children in kindergarten (49% female, aged 4.25 to 6.01 years), only $N$ = 534 children were retested in Grade 1 of primary school (51% female, aged 6.17 to 7.75 years), and $N$ = 479 were retested in Grade 3 of primary school (50% female, aged 7.92 to 9.42 years). Due to technical problems in the sampling procedure, which made it impossible to track a large proportion of the original sample between the first and second MP, $N$ = 2,403 children were tested only at the first MP in kindergarten. From the remaining children, $N$ = 450 participated in all of the three MPs. As a consequence, we decided to use multiple imputation (MI) to handle the missing data (see Statistical Analyses).

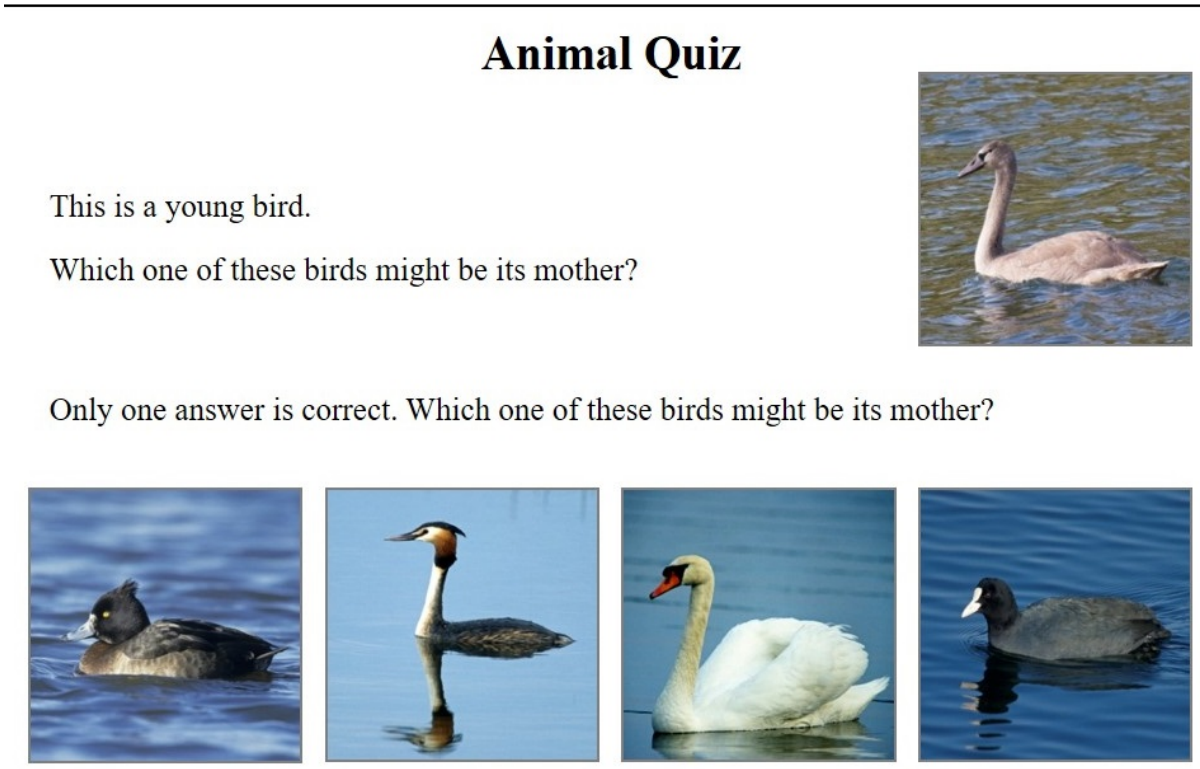
### *3.5.2 Measure*

#### *3.5.2.1 Scientific literacy*

SL was measured using the NEPS tests for science in kindergarten, Grade 1, and Grade 3 (Hahn et al., 2013; Kähler, 2019a, 2019b; Schöps, 2013). All tests contained the same types of response formats: simple multiple choice and complex multiple choice in the special form of true-false items (see Figure 1). The NEPS science test for Grade 3 also included two items with a short constructed-response format. In all NEPS science tests, test administrators read out the questions and possible answers. In the NEPS science test for 4- to 6-year-old children (kindergarten) and the NEPS science test for children in Grade 1, the answers were picture-based, so children did not have to read or verbalise their answers, but had to show them (see Figure 1). For the NEPS science test in Grade 3, two items also contained texts as answers. All tests were carried out in individual testing sessions and had a time limit of 30 min (kindergarten and Grade 1) or 29 min (Grade 3).

Figure 1

*Example of a NEPS multiple-choice item measuring scientific literacy in kindergarten (context: environment, component: development)*




NEPS provides linked weighted maximum likelihood estimates (WLEs) for SL, which can be used in longitudinal analysis. These WLEs were estimated in a one-dimensional model based on the item response theory for all three MPs in ConQuest 4.2.5 (Adams et al., 2015). Because all three tests included different items, which were constructed to accurately measure SL within each age group, an anchor-group design was used to link the test scores from kindergarten and Grade 1 (Kähler, 2019a) and from Grade 1 and Grade 3 (Kähler, 2019b). This means that all items from two SL tests (kindergarten/Grade 1 and Grade 1/Grade 3) were administered in an independent link sample at a single MP. The responses to these items were used to link the respective tests and to estimate linked WLEs on a common scale. For further information about the linked tests, see Kähler (2019a, 2019b), and about the linking method, see Fischer et al. (2016). The NEPS science test for 4- to 6-year-old children contained 25 questions and had a WLE reliability of .75 (Schöps, 2013). The NEPS science test for Grade 1 also included 25 questions and had a WLE reliability of .73 (Kähler, 2019a). The NEPS science test for Grade 3 consisted of 22 items and had a WLE reliability of .68 (Kähler, 2019b).

*3.5.2.2 Covariates*

Structural features were divided into parental home and kindergarten. For the parental home, we considered the language spoken at home (1 = *German*, 2 = *other language*) and the migration background of the child (1 = *no parent born abroad*, 2 = *one parent born abroad*, 3 = *both parents born abroad*). We also included the number of siblings. The educational level of the parents was measured with the International Standard Classification of Education (ISCED; Schroedter et al., 2006), ranging from 1 = *kindergarten* to 6 = *tertiary education*. The SES of the family was measured with the International Socio-Economic Index of Occupational Status (ISEI; Ganzeboom et al., 1992), which determines the SES of the parents by their profession. For each feature (ISCED and ISEI), the highest specification was used. We also considered the monthly income (1 = *less than €1,000* to 6 = *more than €5,000*). Additionally, we used the number of books at home (1 = *0 to10 books* to 6 = *more than 500 books*) as a proxy variable to measure the parental investment in cultural capital. We also included the structural features of the kindergarten as reported by the management of the kindergarten. We considered composite features of the group such as the proportion of children who spoke a language other than German at home, the proportion of children with a migration background, and the proportion of children with a low SES. Moreover, we included the educator-child ratio, the number of rooms, and the (scientific) focus of the kindergarten (1 = *no scientific focus*, 2 = *scientific focus*).

Process features from the parental home and kindergarten were also taken into account. This information was provided by the parents or the kindergarten educators of the child (accessible at https://www.neps-data.de/). For the parental home, we measured common activities (9 items, Cronbach's $\alpha$ = .67) and learning opportunities (5 items, Cronbach's $\alpha$ = .63) at home with an 8-point Likert scale ranging from 1= *never* to 8 = *several times a day*. For the kindergarten, we included common activities (10 items, 1 = *never* to 8 = *several times a day*, Cronbach's $\alpha$ = .77), visits to external locations (8 items, 1 = *never* to 6 = *nearly every day*, Cronbach's $\alpha$ = .67), and materials and toys (14 items, 1 = *unavailable* to 4 = *available for almost all children*, Cronbach's $\alpha$ = .83). However, these items mainly included numeracy- and language-promoting activities and did not include many scientific activities. Means were computed for these five scales, which were then used in the MI and other analyses. Additionally, we included gender as a control variable in the analyses and also considered the time spent in kindergarten (years x hours per week; unit in years).

### *3.5.3 Statistical analyses*

To handle the missing data, we applied MI. MI enables valid parameter estimation for missing data that are missing at random (MAR; Grund et al., 2016), whereas listwise deletion only offers unbiased parameter estimation when the missing data are completely at random. Thus, MI is less restrictive. Moreover, MI makes it possible to make use of all the available data, while taking the uncertainty caused by missing data into account. MI also provides the opportunity to take the multilevel structure of the data into consideration (data from the parental home as Level 1 and kindergarten as Level 2; Grund et al., 2016). Therefore, we ran the MI ($N$ = 100 data sets, 50 iterations) in *RStudio* V3.5.2 (RStudio Team, 2015) with the covariates from the parental home and kindergarten, some auxiliary variables, the controls, and the competence scores for SL from all three MPs while considering the multilevel structure of the data.

To analyse the development of SL, two linear LGCMs were estimated in M*plus* 7.4 (Muthén & Muthén, 2012). In these models, the WLEs were used to estimate the intercept and slope of SL from the three MPs. The loadings of the intercept were fixed to one. The slope was estimated as a linear growth fixed in kindergarten to zero, in Grade 1 to one, and in Grade 3 to two. The correlation between intercept and slope was allowed. Within the LGCMs we also took the given weights for the target into account. Moreover, we used the TYPE=COMPLEX option in M*plus* to correct the standard errors. In LGCM 1, only the intercept and slope of SL were examined. LGCM 2 additionally included the covariates from the parental home and kindergarten on the intercept and slope of SL.

## 3.6 Results

### *3.6.1 Descriptives*

Table 1 shows the descriptive statistics of all variables used in the LGCMs. The descriptives for the structural and process features of the parental home and kindergarten represent the scores from the first MP. The dependent variable SL has three scores for the three MPs (kindergarten, primary school Grade 1, and Grade 3). Moreover, Table 1 shows the missing rates of all variables, indicating the problem in the sampling procedure mentioned above. About 82% of the sample was missing at the second MP, and 84% was missing at the third MP.

### *3.6.2 LGCM 1: Scientific literacy*

To examine the first research question, we used a linear LGCM to estimate the development of SL from kindergarten to Grade 3 of primary school. The fit of this model was good (RMSEA = 0.02, CFI = 1.00, SRMR = 0.02; Hu & Bentler, 1999). The significant mean

of the slope of SL ($M = 1.28$, $p < .001$) showed that, on average, there was a linear increase in SL over time. Thus, the mean model-implied growth curve increased. Regarding the variance of the intercept, the significant result ($s^2 = 0.68$, $p < .001$) indicated that there was significant variability in the latent intercept of SL. Hence, children differed in their intercept in SL in kindergarten. However, the variance of the slope was not significant ($s^2 = 0.07$, $p = .16$), which means that there were no interindividual differences in the magnitude of the linear increase in the individual growth curves. Consequently, children did not differ in the extent to which their SL increased.

Table 1

*Descriptive statistics*

| Variables | *N* | Min | Max | *M* | *SD* | Missings |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Controls** | | | | | | |
| Gender (1 = male, 2 = female) | 2,937 | 1.00 | 2.00 | 1.49 | 0.50 | 0.00 |
| **Parental home** | | | | | | |
| Language (1 = German, 2 = Other) | 2,934 | 1.00 | 2.00 | 1.16 | 0.37 | 0.00 |
| Migration background | 2,296 | 1.00 | 3.00 | 1.43 | 0.73 | 0.22 |
| Number of siblings | 2,302 | 0.00 | 10.00 | 1.19 | 1.05 | 0.22 |
| Parental education (HISCED) | 2,511 | 1.00 | 6.00 | 4.26 | 1.41 | 0.15 |
| Parental occupation (HISEI) | 2,472 | 16.00 | 90.00 | 53.10 | 16.49 | 0.16 |
| Number of books | 2,438 | 1.00 | 6.00 | 3.73 | 1.32 | 0.17 |
| Income (per month) | 1,981 | 1.00 | 6.00 | 3.63 | 1.32 | 0.33 |
| Activities | 2,302 | 2.67 | 8.00 | 6.28 | 0.83 | 0.22 |
| Learning opportunities | 2,302 | 2.40 | 8.00 | 5.82 | 0.95 | 0.22 |
| Time in kindergarten | 2,394 | 0.01 | 1.81 | 0.57 | 0.28 | 0.18 |
| **Kindergarten** | | | | | | |
| Children with another language (%) | 2,446 | 0.00 | 95.00 | 23.57 | 25.12 | 0.17 |
| Children with migration background (%) | 2,049 | 0.00 | 93.00 | 28.57 | 22.25 | 0.30 |
| Children with low SES (%) | 1,886 | 0.00 | 80.00 | 20.15 | 20.25 | 0.36 |
| Educator-child ratio | 2,444 | 1.91 | 30.00 | 7.18 | 2.85 | 0.17 |
| Number of rooms | 2,511 | 2.00 | 73.00 | 13.31 | 7.63 | 0.15 |
| Scientific focus (0 = no, 1 = yes) | 2,568 | 1.00 | 2.00 | 1.32 | 0.47 | 0.13 |
| Visits to external locations | 2,734 | 1.00 | 3.50 | 2.25 | 0.42 | 0.07 |
| Materials and toys | 2,743 | 0.69 | 2.79 | 1.61 | 0.34 | 0.07 |
| Activities | 2,743 | 5.20 | 8.00 | 7.08 | 0.49 | 0.07 |
| **Competences** | | | | | | |
| Scientific literacy kindergarten | 2,937 | -3.74 | 5.00 | 0.00 | 1.04 | 0.00 |
| Scientific literacy Grade 1 | 534 | -1.08 | 4.45 | 1.44 | 0.89 | 0.82 |
| Scientific literacy Grade 3 | 479 | 0.37 | 6.10 | 2.80 | 0.93 | 0.84 |

*Note*. $N = 2{,}937$; SES = Socioeconomic status.

### *3.6.3 LGCM 2: Scientific literacy with covariates*

To examine the second research question, which aimed to investigate the effects of the parental home and kindergarten variables on the intercept and slope of SL, we added these variables to the LGCM (RMSEA = 0.04, CFI = 0.91, SRMR = 0.02). Table 2 shows the results of the LGCM 2 (standardised effects). The size of the effects indicates the number of standard deviation units by which the SL changed when the independent variable changed by one standard deviation, after all of the other variables had been controlled for.

Table 2

*Latent growth curve model 2: scientific literacy with covariates*

| | Model 2 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Intercept SL | | Slope SL | |
| **Controls** | β | *SE* | β | *SE* |
| Gender (1 = male, 2 = female) | 0.08** | 0.03 | -0.08 | 0.41 |
| **Parental Home** | | | | |
| Language (1 = German, 2 = Other) | -0.24*** | 0.04 | 0.38 | 2.11 |
| Migration background | -0.05 | 0.04 | 0.14 | 0.38 |
| Number of siblings | -0.06 | 0.04 | 0.11 | 0.79 |
| Parental education (HISCED) | 0.14** | 0.05 | 0.05 | 0.46 |
| Parental occupation (HISEI) | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.41 |
| Number of books | 0.13** | 0.04 | 0.17 | 0.56 |
| Income (per month) | 0.03 | 0.04 | -0.06 | 0.59 |
| Activities | 0.01 | 0.04 | -0.24 | 1.48 |
| Learning opportunities | -0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.37 |
| Time in kindergarten | 0.06 | 0.03 | -0.08 | 0.65 |
| **Kindergarten** | | | | |
| Children with another language (%) | -0.08 | 0.09 | -0.22 | 2.33 |
| Children with migration background (%) | 0.00 | 0.08 | 0.28 | 2.11 |
| Children with low SES (%) | -0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.54 |
| Educator-child ratio | -0.03 | 0.04 | 0.12 | 0.77 |
| Number of rooms | -0.01 | 0.04 | 0.13 | 0.78 |
| Scientific focus (0 = no, 1 = yes) | 0.09* | 0.04 | -0.20 | 1.00 |
| Visits to external locations | 0.04 | 0.05 | -0.02 | 0.25 |
| Materials and toys | -0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.31 |
| Activities | 0.00 | 0.04 | 0.10 | 0.27 |
| $R^2$ | .32 | | .46 | |

*Note*. $N$ = 2,937; SL = Scientific literacy, β = standardised coefficients, *SE* = Standard error.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Regarding the structural features of the parental home, there was a significantly negative effect of the language spoken at home (β = -0.24, $p > 0.001$) on the intercept of SL. A language other than German being spoken at home led to lower SL in kindergarten. Parents' education had a positive effect (β = 0.14, $p = 0.002$), indicating that children whose parents had a higher educational level had higher SL. The same was true for the number of books (β = 0.13, $p = 0.002$). Children with a higher number of books in the parental home had higher SL in kindergarten than children with fewer books. Among the structural features in kindergarten that we examined, only the scientific focus had a significant effect on SL in kindergarten (β = 0.09, $p = 0.02$), indicating that children who attended a kindergarten that had a scientific focus had higher SL than children who attended a kindergarten that did not have a scientific focus. The process features, either from the parental home or from the kindergarten, did not have any significant effects on initial SL. Furthermore, neither the structural nor the process features had any significant effects on the slope of SL.

### *3.6.4 Effect sizes*

In addition to LGCM 1, we used means and student-level standard deviations from the imputed data to compute standardised effect sizes to quantify the growth trajectories of SL (Hill et al., 2008). Examining the SL of all participating children, the effect sizes from kindergarten to Grade 1 ($d = 1.23$, CI [1.18, 1.29]) and from Grade 1 to Grade 3 ($d = 1.25$, CI [1.19, 1.31]) showed a strong and stable gain in SL. Children gained about 1.23 standard deviations on the SL test from kindergarten to Grade 1, and about 1.25 standard deviations from Grade 1 to Grade 3.

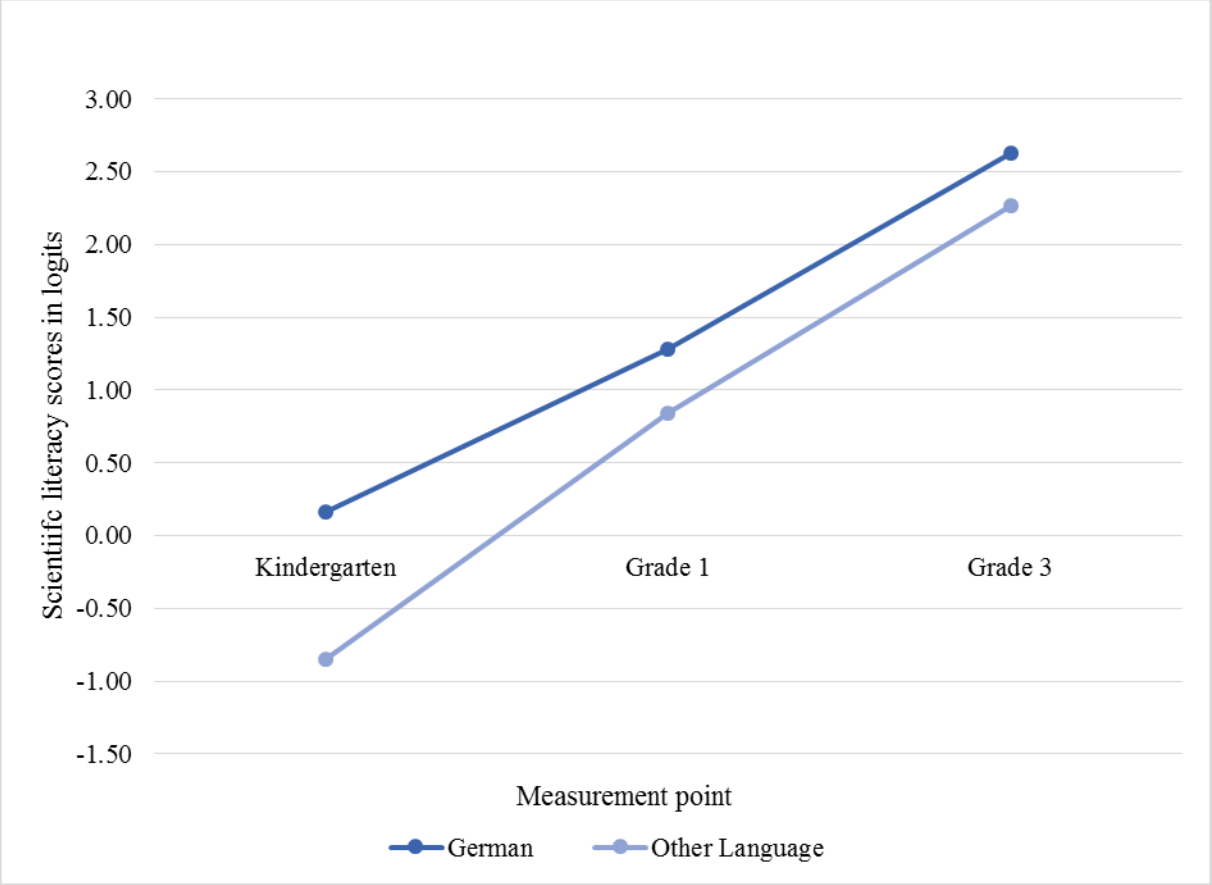
On the basis of the results from the second LGCM, we also estimated standardised effect sizes for the growth of SL separately for the significant variables language-use, parental education, number of books at home, and scientific focus in kindergarten. Figures 2, 3, 4, and 5 display the SL growth trajectories (means of WLEs in logits) for each group. In order to identify whether individual groups of children varied in their SL growth, we examined the means and estimated effect sizes.

First, we examined children who spoke a language other than German at home compared to children who spoke German at home (Figure 2). On average, children who spoke German at home had higher SL scores at all three MPs. However, children who spoke a language other than German at home had slightly reduced this gap between kindergarten and Grade 1. The effect sizes also showed this trend: the effect size for children who spoke German at home from kindergarten to Grade 1 ($d = 1.13$, CI [1.07, 1.19]) was clearly lower than the effect size for children who spoke a language other than German at home ($d = 1.77$, CI [1.62,

1.92]). From Grade 1 to Grade 3 the effect sizes were more similar (German: $d = 1.32$, CI [1.26, 1.38]; another language: $d = 1.36$, CI [1.22, 1.50]), indicating approximately parallel growth trajectories.

Figure 2

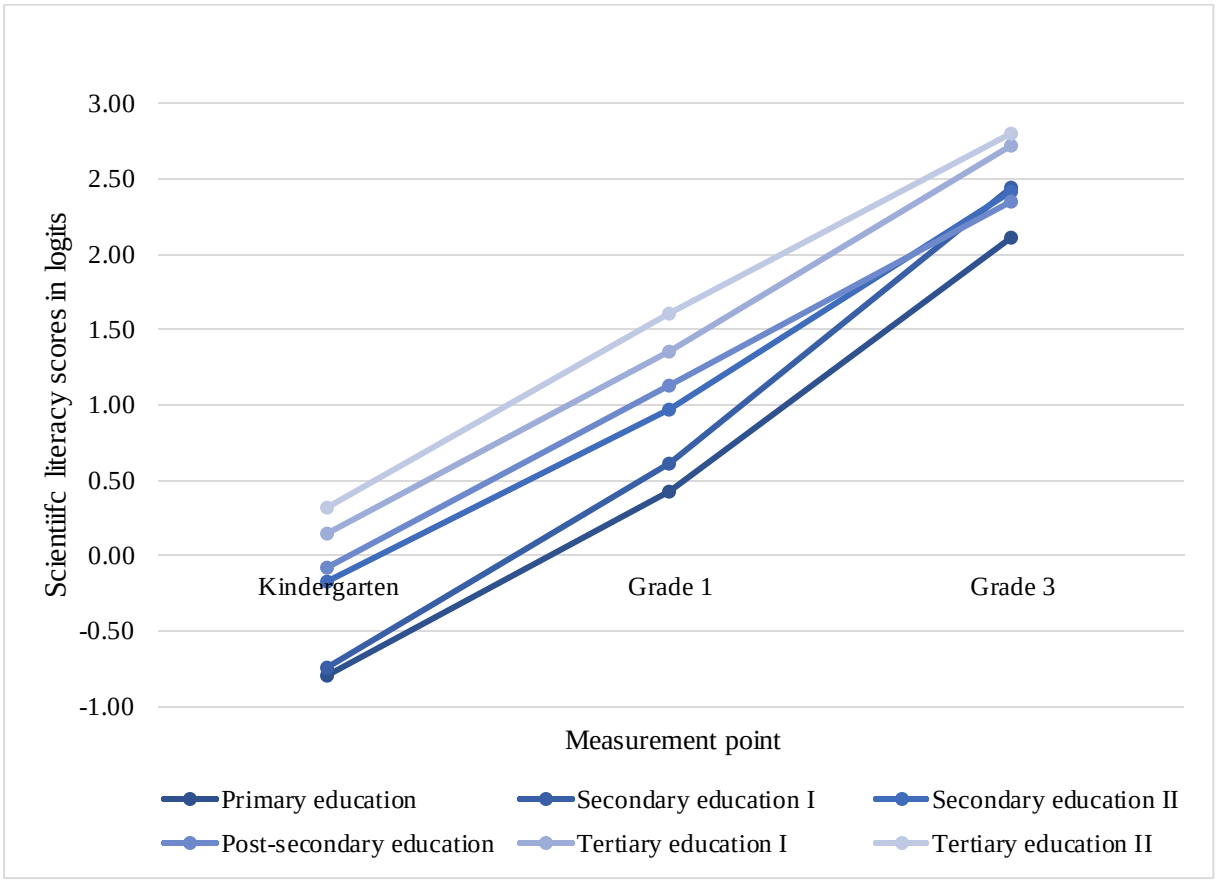
*Development of scientific literacy: means of children who spoke German at home and children who spoke a language other than German at home*




Moreover, we looked at the means of children whose parents had different educational levels (Figure 3), which was measured with the highest ISCED. The ISCED has six levels of education, ranging from primary education to tertiary education. Children whose parents had tertiary-level education had, on average, higher SL scores at all MPs. This was also the case for children in kindergarten and Grade 1 whose parents had primary- or secondary-level education. In Grade 3, these groups were able to reduce the gap and therefore had more similar SL scores.

Figure 3

*Development of scientific literacy: means of children whose parents had different educational levels (HISCED)*




The effect sizes for children whose parents had different educational levels can be found in Table 3. On average, children whose parents had lower educational levels showed higher effect sizes and, thus, a higher growth in their SL. But, they were not able to fully close the initial gap between their SL and that of children whose parents had tertiary-level education.

Table 3

*Effect sizes for the growth trajectories of SL: children whose parents had different educational levels (HISCED)*

| | *n* | MP | *d* | Lower CI | Upper CI |
|---|---|---|---|---|---|
| Primary education | 39 | Kiga to Grade 1 | 1.49 | 0.99 | 1.99 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.78 | 1.26 | 2.31 |
| Secondary education I | 203 | Kiga to Grade 1 | 1.47 | 1.25 | 1.69 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.87 | 1.63 | 2.10 |
| Secondary education II | 931 | Kiga to Grade 1 | 1.16 | 1.06 | 1.26 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.45 | 1.35 | 1.55 |
| Post-secondary education | 412 | Kiga to Grade 1 | 1.16 | 1.02 | 1.31 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.16 | 1.01 | 1.31 |
| Tertiary education I | 490 | Kiga to Grade 1 | 1.24 | 1.10 | 1.38 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.36 | 1.22 | 1.50 |
| Tertiary education II | 862 | Kiga to Grade 1 | 1.29 | 1.19 | 1.40 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.22 | 1.12 | 1.32 |

*Note*. $N$ = 2,937; $d$ = effect size.

We also estimated the effect sizes of the growth trajectories of the SL of children with different numbers of books at home. The number of books served as a proxy variable to measure the parental investment in cultural capital. Categories ranged from *0–10 books* to *more than 500 books*. Figure 4 shows the SL means for the six categories, and Table 4 shows the corresponding effect sizes. On average, children with more books at home had higher SL scores at the three MPs, although some groups overlapped at the second and third MPs. Especially from Grade 1 to Grade 3, children with *101–200 books* had comparable SL means to children with more books. The effect sizes also showed that growth trajectories were higher from Grade 1 to Grade 3 than from kindergarten to Grade 1 (except for children with *201–500 books*).

Figure 4

*Development of scientific literacy: means of children with different numbers of books at home*

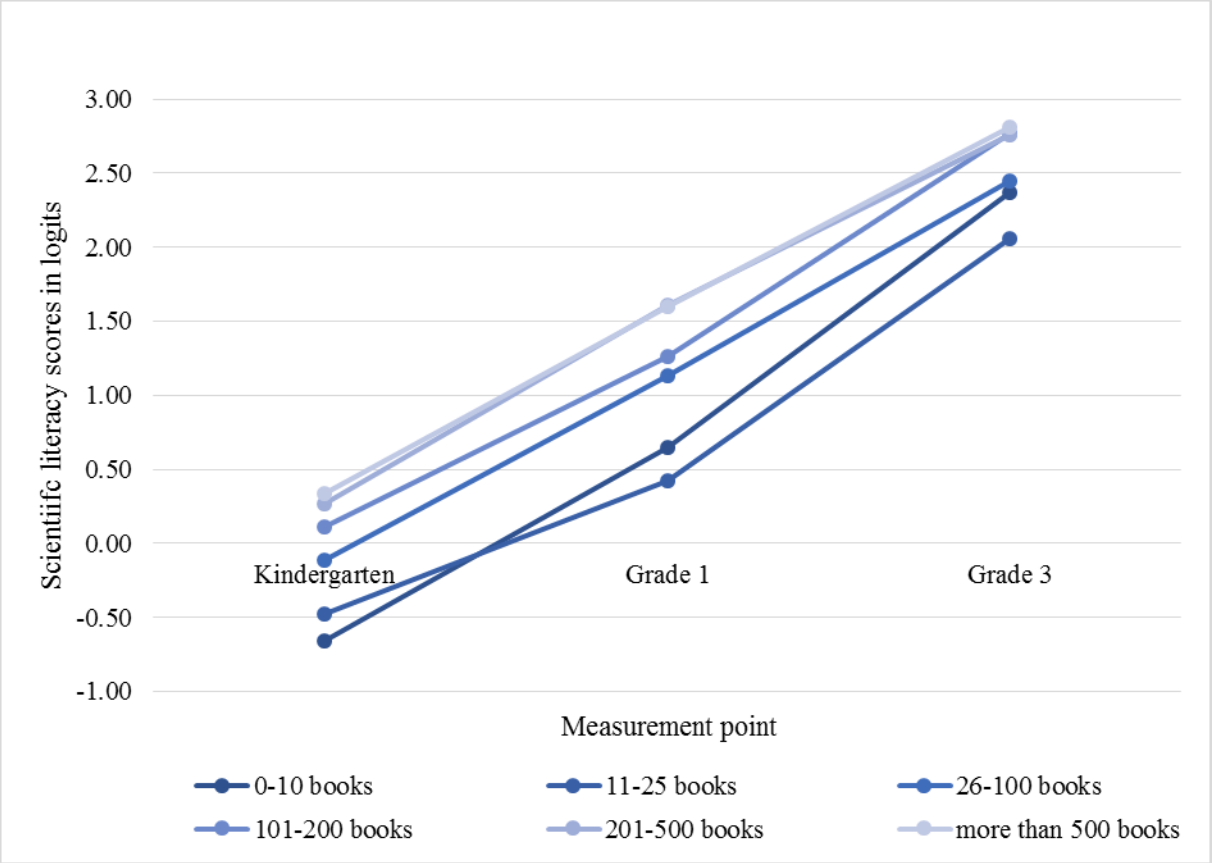



Table 4

*Effect sizes for the growth trajectories of SL: children with different numbers of books at home*

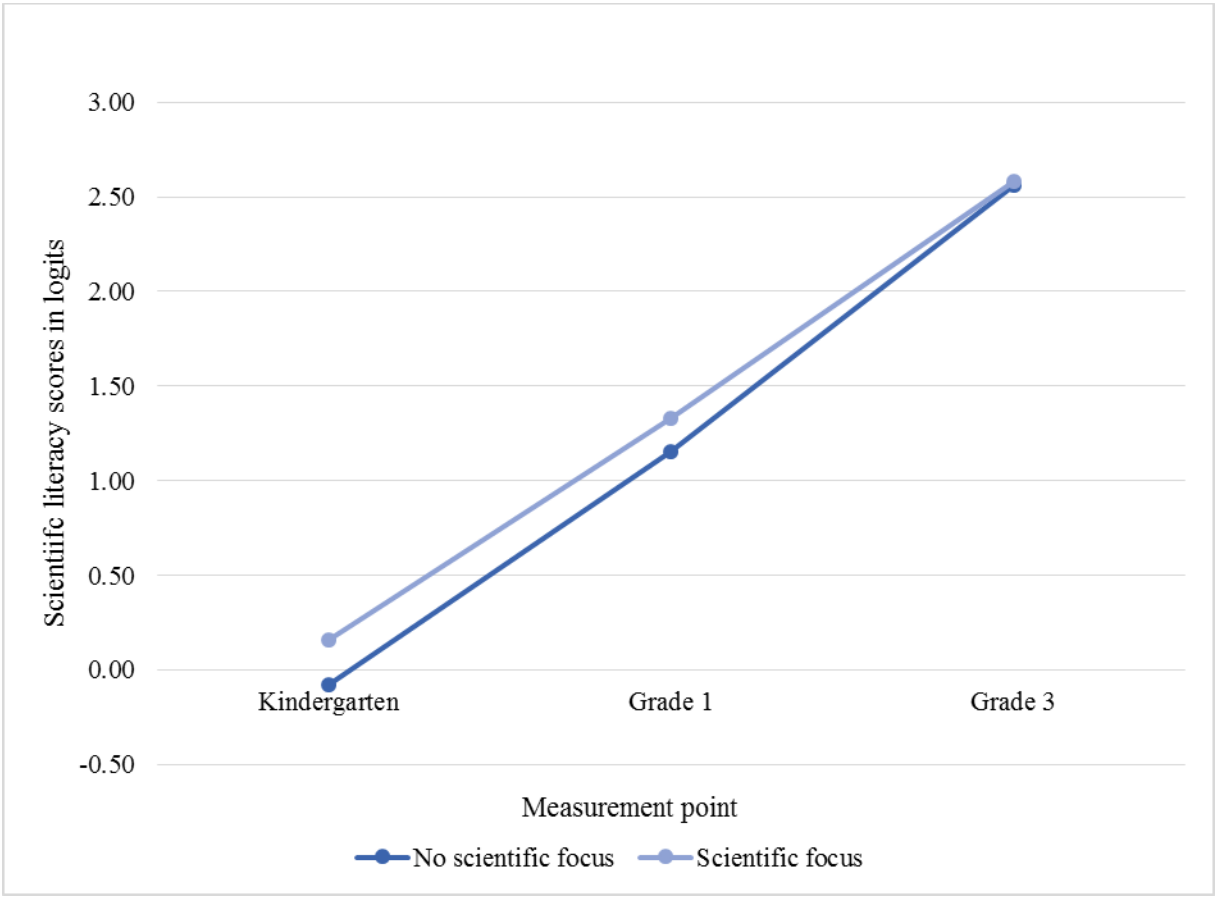
| | *n* | MP | *d* | Lower CI | Upper CI |
|---|---|---|---|---|---|
| 0–10 books | 131 | Kiga to Grade 1 | 1.37 | 1.10 | 1.64 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.75 | 1.46 | 2.03 |
| 11–25 books | 310 | Kiga to Grade 1 | 0.97 | 0.80 | 1.13 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.65 | 1.47 | 1.83 |
| 26–100 books | 978 | Kiga to Grade 1 | 1.27 | 1.17 | 1.37 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.35 | 1.25 | 1.45 |
| 101–200 books | 596 | Kiga to Grade 1 | 1.19 | 1.06 | 1.31 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.51 | 1.39 | 1.64 |
| 201–500 books | 612 | Kiga to Grade 1 | 1.34 | 1.21 | 1.46 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.16 | 1.03 | 1.28 |
| More than 500 books | 310 | Kiga to Grade 1 | 1.27 | 1.10 | 1.44 |
| | | Grade 1 to Grade 3 | 1.19 | 1.02 | 1.36 |

*Note*. $N$ = 2,937; $d$ = effect size.

Finally, we estimated the effect sizes for children who attended a kindergarten that had a scientific focus and for children who attended a kindergarten that did not have a scientific focus. Figure 5 shows the SL means for both groups. On average, children in kindergartens that had a scientific focus had higher SL scores in kindergarten and Grade 1. In Grade 3, both groups had very similar average SL scores. This can also be seen in the effect sizes. Whereas the effect sizes from kindergarten to Grade 1 were similar (children in kindergartens that did not have a scientific focus: $d$ = 1.19, CI [1.13, 1.26]; children in kindergartens that had a scientific focus: $d$ = 1.17, CI [1.07, 1.27]), children in kindergartens that did not have a scientific focus showed a slightly higher effect size ($d$ = 1.35, CI [1.28, 1.42]) and, thus, a higher growth trajectory from Grade 1 to Grade 3 than children in kindergartens that did have a scientific focus ($d$ = 1.24, CI [1.15, 1.34]).

Figure 5

*Development of scientific literacy: means of children who attended kindergartens with and without a scientific focus*



## 3.7 Discussion

The aim of this study was to investigate the SL of kindergarten children in Germany and its growth up to the third grade in primary school. We analysed whether there are early disparities in children's SL and whether these initial differences persist into primary school. Moreover, we provided insights into the effects of structural and process features on SL and its growth. Such insights could indicate possible starting points for the promotion of SL, which could reduce or compensate for early disparities in kindergarten.

For the first research question, we examined how SL develops from kindergarten to the third grade of primary school (LGCM 1). The results confirmed the linear growth of SL. Thus, children increased their SL from kindergarten to the third grade. The effect sizes found in our analyses supported this result. They also showed strong and stable growth trajectories between the MPs. The LGCM also showed differences in the SL of children in kindergarten, which confirms previous results (Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016). This means that there were already differences between the SL of kindergarten children before they entered school. To our surprise, there were no interindividual differences in the growth of SL. This means that the initial differences found in kindergarten persisted into primary school but neither decreased nor increased. Children with lower SL did not show more SL growth, and therefore, were not able to compensate for the initial differences. Attending primary school obviously was not enough to support children with early disparities and to help them to close the gap between them and their peers with higher SL. Our results are comparable with those of Morgan et al. (2016) and illustrate the importance of early promotion und support, especially for children with lower SL. To get the best support for young children, this promotion should already start in kindergarten and should be followed up in school.

In this context, the main limitation of this study should be mentioned. Due to the problematic sampling procedure, only 16% of the children were tested at all three MPs; 82% were tested only at the first MP. This problem in the sampling procedure occurred because the kindergarten management was asked to name the schools the children would attend after they finished kindergarten. Unfortunately, most children went to other schools than had been expected. It was not possible to track these children; this is the reason for the large amount of missing data. The exclusion of these cases would have led to biased parameter estimation. Because the data were missing due to this problem (at all kindergartens), we assumed that these cases were at least MAR, if not missing completely at random (MCAR). Because of the MAR assumption, we used MI (Grund et al., 2016). To evaluate the quality of the MI, we checked the convergence of the imputation model in which we used a variety of background variables

from the first MP (from Level 1 and Level 2), and we also included some auxiliary variables in the imputation model (Grund et al., 2016; Zinn & Gnambs, 2018). Nonetheless, a distortion of the effects cannot be completely ruled out. This means that the results for the slopes should be interpreted carefully, and further longitudinal studies are needed to verify our results. Nevertheless, the results of this study can be seen as a first indication of persisting disparities in SL and they support previous results (Morgan et al., 2016).

For the second research question, we examined the effects of structural and process features on SL and its growth (LGCM 2) to find possibilities for reducing or compensating for the early differences in the SL of kindergarten children. Due to the low variance of the slope, the examined features did not have any significant effects on the growth of SL. However, there were significant effects on the initial SL in kindergarten. The language spoken at home had a negative effect, which is in line with results from studies on numeracy and language skills (e.g., Anders et al., 2012; Ebert et al., 2013). Children who spoke a language other than German at home had lower SL in kindergarten. This is also shown in the effect sizes. Although children who spoke a language other than German at home showed stronger growth in SL from kindergarten to Grade 1, they were not able to close the initial gap between their SL and that of children who spoke German at home. These results show the importance of the linguistic background of the child for SL (Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016) and indicate a possible starting point for improving young children's acquisition and development of SL. Supporting children who speak a language other than German at home as early as possible may help to reduce these initial disparities in SL and could offer them the same access to learning in school as those of children who speak German at home. Further longitudinal studies should clarify whether the early and systematic support of these children, particularly children from socially disadvantaged homes, can counteract the early effects and manifestations of social and migration-related disparities and also contribute to an improvement in SL.

In addition to the language spoken at home, the parental education also had a significant effect on the initial SL. Children whose parents had a higher educational level also had higher SL. This finding corresponds to results from various studies on numeracy and language skills (Anders et al., 2012; Becker et al., 2013; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2002). In particular, children whose parents had tertiary-level education had higher SL at all MPs. Moreover, the effect sizes found in our study revealed that children whose parents had post-secondary-level education or lower had higher growth trajectories, in particular from Grade 1 to Grade 3. Thus, these children were able to reduce the gap over time. Parental education seems to affect young children's SL, especially in

kindergarten and in Grade 1 of primary school. It could be assumed that, in general, parents with a higher educational level also give education a higher priority and, therefore, promote and support their children's development and their acquisition of SL.

That is why the number of books at home (as a proxy measurement of the parental investment in cultural capital) is also a significant factor for young children's SL. A positive effect of the number of books on the SL of young children has already been found for children in primary school (Martin et al., 2012). In our study, we were able to replicate this effect for children in kindergarten. The effect sizes for the growth trajectories of the number of books are comparable with those for parental education. Whereas children with a high number of books at home clearly had higher SL at all MPs, children with fewer books at home were able to slightly reduce the existing gap in kindergarten. However, on average, they still showed lower SL in Grade 3 than children with a high number of books at home. Altogether, these results demonstrate that the initial differences in SL can be attributed to social and linguistic disparities in early childhood.

Looking at the structural features of the kindergarten, a scientific focus had a significantly positive effect on SL. Attending a kindergarten that explicitly offered a scientific focus directly contributed to a higher level of SL. An example of kindergartens that have a scientific focus are "Little Scientists' House" kindergartens (*Haus der kleinen Forscher*; Anders et al., 2018). Kindergartens that participate in this German educational program have a specific concept and have equipment specifically recommended for supporting young children's SL. For example, educators can learn how to impart knowledge about science and research to young children and, thus, young children's SL can improve.

Therefore, children who attend a kindergarten that has a scientific focus have more educational opportunities related to science in early childhood. A kindergarten that has a scientific focus can form the starting point from which children can go on to expand their formal scientific knowledge in school, from which they—in turn—go on to become highly qualified individuals in the field of science.

However, with regard to the effect sizes for the growth trajectories of children in kindergartens with and without a scientific focus, these initial differences seemed to disappear in Grade 3 of primary school. Children in kindergartens that did not have a scientific focus were able to close the gap between them and their peers who attended a kindergarten that did have a scientific focus. Thus, a scientific focus in kindergarten seemed to have only a short-term effect on SL. We assume that the structured and systematic science education that started in primary school helped to reduce these early differences and brought the children from different

kindergartens onto the same level of SL. In Germany, there is no specific science curriculum in kindergarten, and children learn very differently about science. That is why the first challenge for schools (regarding children's SL) is to bring all children onto the same level of SL to create equal conditions for science teaching in secondary schools. In order for science teaching in secondary schools to be successful, the basis for scientific thinking and scientific knowledge must already be formed in primary school (Möller et al., 2002). Building on these results, it would be interesting to examine the influence of different ways of teaching and specific activities at school on the development of children's SL. Unfortunately, this was beyond the scope of our study but it is an important task for future research.

Nevertheless, attending a kindergarten that has a scientific focus can bring children closer to the natural sciences and can thus create a basis for the development of SL as early as possible. However, further research is needed to examine these specific effects. In particular, further research should investigate the quantity and quality of specific scientific contents or activities in kindergartens that have a scientific focus. This could help to identify the relevant process features in kindergartens that specifically affect young children's SL, so that other kindergartens that do not have a scientific focus could benefit from these findings and implement comparable activities. Our study revealed that the activities that measured the quality of the parental home and kindergarten did not have a significant effect on the SL of kindergarten children. We assume that these activities (mainly numeracy- and language-promoting activities) did not address enough scientific activities, which can be seen as a limitation of this study. Moreover, the examination of more science-related process features in kindergartens could help to reveal the meaning of the label "scientific focus". Due to the limited NEPS data, the binary coded scientific focus was the only science-related variable. The management of the kindergarten could choose between being a kindergarten with a scientific focus or not. One can assume that all educators explore scientific concepts in their daily routine in kindergarten, regardless of whether they work in a kindergarten that has a scientific focus or not. The questions of how the educational behaviour of educators at kindergartens that have a scientific focus differs from that of educators at kindergartens that do not have a scientific focus remains open, as does the question of how that difference affects young children's SL. Future studies should help to answer these questions.

### 3.8 Conclusion

The results of this study show that young children already differed in their SL in kindergarten and that these differences were based on social and linguistic disparities. Moreover, our results reveal that the SL of these children grew up to the third grade of primary

school but that there were no differences in the growth. This means that children from socially disadvantaged homes or children who spoke a language other than German at home had lower levels of SL and were not able to compensate for these deficits. These disparities were still found in the third grade of primary school, which revealed that attending primary school did not in itself enable the children to reduce these initial deficits. Promoting the acquisition and development of SL as early as possible could help to reduce these disparities and to prepare these children for their later life.

## 3.9 References

Adams, R. J., Wu, M. L., & Wilson, M. R. (2015). ACER ConQuest: Generalised item response modelling software (Version 4) [Computer software]: Australian Council for Educational Research.

Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S., Ramseger, J., Sodian, B., & Steffensky, M. (2018). *Early science education − goals and process-related quality criteria for science teaching* (Volume 5). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

Anders, Y., Roßbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S., & von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, *27*(2), 231–244. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003

Becker, B. (2011). Social disparities in children's vocabulary in early childhood. Does pre-school education help to close the gap? *The British journal of sociology*, *62*(1), 69–88. https://doi.org/10.1111/j.1468-4446.2010.01345.x

Becker, B., Klein, O., & Biedinger, N. (2013). The development of cognitive, language, and cultural skills from age 3 to 6. *American Educational Research Journal*, *50*(3), 616–649. https://doi.org/10.3102/0002831213480825

Berzonsky, M. D., Miller, P. H., Woody-Ramsey, J., & Harris, Y. (1987). The relationship between judgements of animacy and sentiency: Another look. *Journal of Genetic Psychology*, *149*(2), 223–238. https://doi.org/10.1080/00221325.1988.10532155

Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G., & von Maurice, J. (2011). Education as a lifelong process: The German National Educational Panel Study (NEPS), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Sonderheft 14): VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bradley, R. H., Corwyn, R. F., McAdoo, H. P., & Coll, C. G. (2001). The home environments of children in the United States part I: Variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Development*, *72*(6), 1 844–1 867. https://doi.org/10.1111/1467-8624.t01-1-00382

Bullock, M., Sodian, B., & Koerber, S. (2009). Doing experiments and understanding science: Development of scientific reasoning from childhood to adulthood. In W. Schneider & M. Bullock (Eds.), *Human development from early childhood to early adulthood: Findings from a 20 year longitudinal study* (pp. 173–197). Psychology Press.

Dearing, E., McCartney, K., & Taylor, B. A. (2009). Does higher quality early child care promote low-income children's math and reading achievement in middle childhood? *Child Development*, *80*(5), 1 329–1 349. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01336.x

Ebert, S., Lockl, K., Weinert, S., Anders, Y., Kluczniok, K., & Rossbach, H.-G. (2013). Internal and external influences on vocabulary development in preschool children. *School Effectiveness and School Improvement*, *24*(2), 138–154. https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749791

Fischer, L., Rohm, T., Gnambs, T., & Carstensen, C. (2016). *Linking the data of the competence tests* (NEPS Survey Paper No. 1): Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Ganzeboom, H. B. G., De Graaf, P. M., & Treiman, D. J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research*, *21*(1), 1–56. https://doi.org/10.1016/0049-089X(92)90017-B

Gelman, R., & Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, *19*(1), 150–158. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009

Gelman, S. A., & Kalish, C. W. (2006). Conceptual Development. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Cognition, perception, and language. Handbook of child psychology* (2nd ed., pp. 687–733). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0216

Grund, S., Lüdtke, O., & Robitzsch, A. (2016). Multiple imputation of multilevel missing data. *SAGE Open*, *6*(4), 1–17. https://doi.org/10.1177/2158244016668220

Hahn, I., & Schöps, K. (2019). Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund [Educational disparities right from the start? Relevance of structural and procedural variables for the scientific literacy of preschool children with and without a migration background]. *Frühe Bildung*, *8*(1), 3–12. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000405

Hahn, I., Schöps, K., Rönnebeck, S., Martensen, M., Hansen, S., Saß, S., Dalehefte, I. M., & Prenzel, M. (2013). Assessing scientific literacy over the lifespan – A description of the NEPS science framework and the test development. *Journal for Educational Research Online*, *5*(2), 110–138.

Hanushek, E. A., & Wößmann, L. (2015). The knowledge capital of nations: education and the economics of growth: MIT Press.

Hill, C. J., Bloom, H. S., Black, A. R., & Lipsey, M. W. (2008). Empirical benchmarks for interpreting effect sizes in research. *Child Development Perspectives*, *2*(3), 172–177. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2008.00061.x

Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *6*(1), 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

Kähler, J. (2019a). *NEPS technical report for science: Scaling results of starting cohort 2 for grade 1* (NEPS Survey Paper No. 58): Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Kähler, J. (2019b). *NEPS technical report for science: Scaling results of starting cohort 2 for grade 3* (NEPS Survey Paper No. 60): Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk.". *Developmental Psychology*, *42*(1), 59–69. https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.1.59

Kluczniok, K., Lehrl, S., Kuger, S., & Roßbach, H.-G. (2013). Quality of the home learning environment during preschool age – Domains and contextual conditions. *European Early Childhood Education Research Journal*, *21*(3), 420–438. https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.814356

Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C., & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology*, *64*(3), 141–152. https://doi.org/10.1024/1421-0185.64.3.141

LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, *41*(2), 55–66. https://doi.org/10.1037/a0014532

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, *64*(1), 95–114. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x

Möller, K., Jonen, A., Hardy, I., & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung [The promotion of scientific understanding in primary school children by structuring the learning environment]. *Zeitschrift für Pädagogik*, *45*(Beiheft), 176–191.

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher, 45*(1), 18–35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2012). Mplus (Version 7.4) [Computer software]: Muthén & Muthén.

NICHD Early Child Care Research Network (2002). Child-care structure−process−outcome: Direct and indirect effects of child care quality on young children's development. *Psychological Science, 13*(3), 199–206. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00438

NICHD Early Child Care Research Network (2003). Does quality of child care affect child outcomes at age 4(1/2)? *Developmental Psychology, 39*(3), 451–469. https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.3.451

NICHD Early Child Care Research Network (2005). Early child care and children's development in the primary grades: Follow-up results from the NICHD study of early child care. *American Educational Research Journal, 42*(3), 537–570. https://doi.org/10.3102/00028312042003537

Niklas, F., & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology, 49*, 263–274. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.006

OECD (2006). Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006: OECD Publishing.

OECD (2018). PISA for development assessment and analytical framework: Reading, mathematics and science: OECD Publishing.

RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc. [Computer software].

Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the Early Childhood Longitudinal Study. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 217–235. https://doi.org/10.1002/tea.20395

Sammons, P., Anders, Y., Sylva, K., Melhuish, E. C., Siraj-Blatchford, I., Taggart, B., & Barreau, S. (2008). Children's cognitive attainment and progress in English primary schools during key stage 2: Investigating the potential continuing influences of pre-school education. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Sonderheft 11, 179–198. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91452-7_12

Sandoval, W. A., Sodian, B., Koerber, S., & Wong, J. (2014). Developing children's early competencies to engage with science. *Educational Psychologist*, *49*(2), 139–152. https://doi.org/10.1080/00461520.2014.917589

Schöps, K. (2013). *NEPS technical report for science - Scaling results of starting cohort 2 in kindergarten* (NEPS Working Paper Nr. 24): University of Bamberg, National Educational Panel Study.

Schroedter, J. H., Lechert, Y., & Lüttinger, P. (2006). ZUMA-Methodenbericht 2006/08. Die Umsetzung der Bildungsskala ISCED-1997 für die Volkszählung 1970, die Mikrozensus-Zusatzerhebung 1971 und die Mikrozensen 1976-2004 (Version 1) [Implementation of the ISCED-1997 educational scale for the 1970 census, the 1971 additional microcensus and the 1976-2004 microcensuses (version 1)].

Simons, D. J., & Keil, F. C. (1995). An abstract to concrete shift in the development of biological thought: The insides story. *Cognition*, *56*(2), 129–163. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00660-D

Sodian, B., & Bullock, M. (2008). Scientific reasoning − Where are we now? *Cognitive Development*, *23*(4), 431–434. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.003

Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, *62*(4), 753–766. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01567.x

Sylva, K., Melhuish, E. C., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2010). *Early childhood matters: Evidence from the Effective Pre-school and Primary Education Project*: Routledge.

Tietze, W., Meischner, T., Gänsfuß, R., Grenner, K., Schuster, K.-M., Völkel, P., & Roßbach, H.-G. (1998). Wie gut sind unsere Kindergärten? Eine Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen Kindergärten [How good are our kindergartens? An examination of the educational quality in German kindergartens]: Luchterhand.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, *27*(2), 172–223. https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001

Zinn, S., & Gnambs, T. (2018). Modeling competence development in the presence of selection bias. *Behavior Research Methods*, *50*(6), 2426–2441. https://doi.org/10.3758/s13428-018-1021-z

# 4 Dritte Studie

## Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Effekte von Familienmerkmalen und Klassenkomposition[3]

[3] Erscheint in:

Kähler, J., Hahn, I. & Köller, O. (in Druck). Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Effekte von Familienmerkmalen und Klassenkomposition. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*.

Hinweis: Diese Artikelfassung entspricht nicht vollständig dem in der Zeitschrift für pädagogische Psychologie veröffentlichten Artikel. Dies ist nicht die Originalversion des Artikels und kann daher nicht zur Zitierung herangezogen werden. Bitte verbreiten oder zitieren Sie diesen Artikel nicht ohne Zustimmung des Autors.

## 4.1 Einleitung

In Zeiten der Corona-Pandemie, des Klimawandels oder des Bestrebens, nachhaltiger zu leben (z. B. durch Nutzung regenerativer Energien) scheint die Bedeutsamkeit naturwissenschaftlicher Kompetenzen immer weiter zuzunehmen. Um sich diesen gesellschaftlichen Herausforderungen zu stellen, bedarf es wissenschaftlichen und technologischen Fortschritts, der jedoch nur mit ausreichender naturwissenschaftlicher Kompetenz (NK) im Sinne von Scientific Literacy in der Bevölkerung erreicht werden kann. Dabei ist sowohl ein Grundverständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen als auch ein grundlegendes naturwissenschaftliches Wissen von Nöten, um Informationen bewerten und verantwortungsvoll handeln zu können (Schiepe-Tiska et al., 2017). Erst dann ermöglicht NK einen adäquaten Umgang mit den alltäglichen Herausforderungen und Problemen in unserer Umwelt. Da NK in diesem Sinne nicht nur individuell bedeutsam ist, sondern auch zum Wirtschaftswachstum eines Landes beiträgt (Hanushek & Wößmann, 2015), ist es umso wichtiger, frühzeitig eine solide Basis für einen gut ausgebildeten Nachwuchs in den Natur- und Ingenieurswissenschaften zu schaffen (OECD, 2018).

Obwohl aufgrund der wachsenden Herausforderungen NK immer mehr an Relevanz gewinnt, gibt es in Deutschland bisher nur sehr wenige Untersuchungen zur Entwicklung der NK und möglicher Einflussgrößen. Befunde, die Erkenntnisse über die NK von Kindern und Jugendlichen liefern, kamen in den letzten Jahren vornehmlich aus dem Bereich der Schulleistungsstudien wie der *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS, Wendt et al., 2016) oder dem *Programme for International Student Assessment* (PISA, OECD, 2006). Diese Querschnittstudien zeigten sowohl für den Primar- als auch den Sekundarbereich deutliche soziale und migrationsbedingte Disparitäten der Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf ihre NK. Gemäß TIMSS (Wendt et al., 2016) bestehen diese Disparitäten also bereits in der Grundschule, in der der Unterricht eigentlich dazu beitragen sollte, die Voraussetzungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in weiterführenden Schulen zu ermöglichen, indem grundlegende Denk- und Arbeitsweisen aufgebaut werden (Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002). Dies scheint jedoch nur einem Teil der Schülerschaft zu gelingen. Große Studien wie TIMSS lassen neben diesen Analysen zu Disparitäten auch Zusammenhangsanalysen zwischen den NK und anderen Merkmalen der Schülerinnen Schüler sowie des schulischen und häuslichen Kontextes zu. Ihre Anlage erlaubt es aber nicht, Faktoren zu identifizieren, die Effekte auf die Veränderung von NK im Laufe der Grundschulzeit haben.

Eine Studie, mit deren Hilfe diese Forschungslücke jetzt verkleinert werden kann, ist das Nationale Bildungspanel (National Educational Panel Study, NEPS). Hier wird die NK

(neben anderen Kompetenzdomänen) gleich in mehreren Startkohorten für verschiedene Altersstufen längsschnittlich untersucht (Blossfeld, Roßbach & von Maurice, 2011). Die NEPS-Daten der Startkohorte 2 sollen in diesem Beitrag genutzt werden, um zu untersuchen, wie sich die NK in der Grundschule von der 1. bis zur 3. Jahrgangsstufe entwickelt und welche individuellen und klassenbezogenen Merkmale relevante Prädiktoren der Veränderung darstellen.

## 4.2 Naturwissenschaftliche Kompetenz im NEPS

Die Rahmenkonzeption der Naturwissenschaftstests im NEPS orientiert sich ähnlich wie das *Programme for International Student Assessment* (PISA; OECD, 2006) an dem Konzept der Scientific Literacy. Dabei wird NK als Teil der Grundbildung verstanden, die Menschen dazu befähigt, sich mit den wachsenden naturwissenschaftlichen und technologischen Anforderungen in der Gesellschaft auseinanderzusetzen (Bybee, McCrae & Laurie, 2009; OECD, 2006). Sie ermöglicht somit die Bewältigung alltäglicher Situationen und Probleme im Bereich der Naturwissenschaften. Dabei erfolgt im NEPS in Anlehnung an die PISA Studie (OECD, 2006) eine Unterteilung der NK in inhaltsbezogene (Knowledge of Science) und prozessbezogene (Knowledge about Science) Komponenten, die in den drei alltäglichen Kontexten Gesundheit, Umwelt und Technologie abgebildet werden (siehe Abbildung 1; Hahn et al., 2013). Während die inhaltsbezogenen Komponenten das Wissen über naturwissenschaftliche Konzepte und Fakten umfassen, beziehen sich die prozessbezogenen Komponenten auf das Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Hahn et al., 2013).

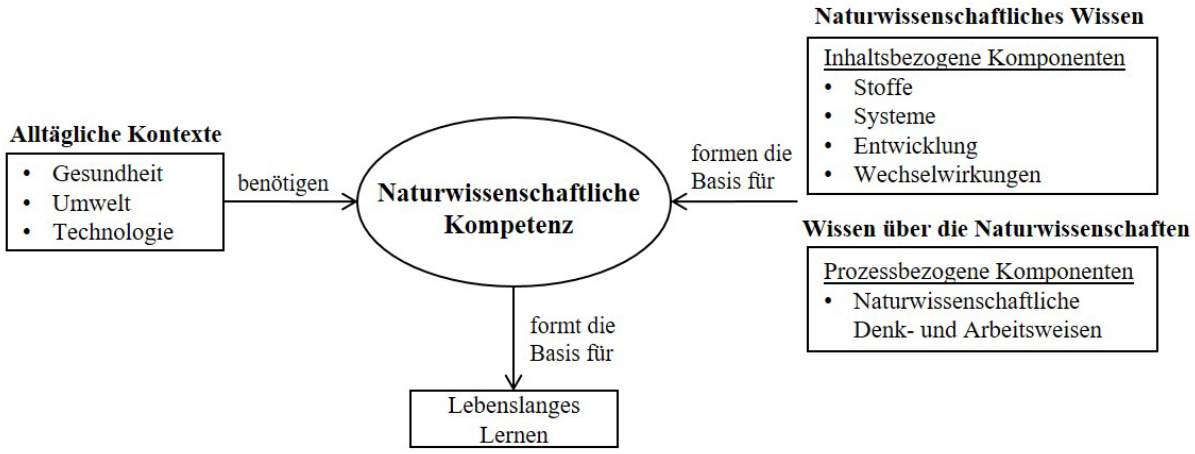



*Abbildung 1*. NEPS-Rahmenkonzept der Naturwissenschaftstests (Hahn et al., 2013).

## 4.3 Befunde zur (Entwicklung der) naturwissenschaftlichen Kompetenz

Im Folgenden sollen Erkenntnisse über die NK und ihre Entwicklung dargestellt werden. Bisher gibt es wenige groß angelegte Studien für den Bereich der frühen Kindheit,

sodass für Annahmen über die Entwicklung von NK in diesem Bereich auch auf Erkenntnisse aus der Sekundarstufe zurückgegriffen werden muss.

Morgan, Farkas, Hillemeier und Maczuga (2016) untersuchten mit Hilfe von Daten der *Early Childhood Longitudinal Study* (ECLS-K) die Entwicklung der NK (bzw. früher Vorläuferfähigkeiten der NK) von 7 757 Kindern vom Kindergarten bis zur achten Jahrgangsstufe. Die Daten zeigten dabei besonders vom Kindergarten bis zur ersten Jahrgangsstufe ein starkes Kompetenzwachstum der Kinder in den Natur- und Sozialwissenschaften ($d$ = 1.59). Das Wachstum der NK ab der dritten Jahrgangsstufe fiel dagegen etwas geringer aus (von Jahrgangsstufe 3 bis 5: $d$ = 0.88; von Jahrgangsstufe 5 bis 8: $d$ = 1.14). Die Autoren konnten zusätzlich bereits im Kindergarten große Kompetenzunterschiede im Bereich der Natur- und Sozialwissenschaften zwischen bestimmten Gruppen nachweisen. Vor allem Kinder mit sprachbezogenen und sozialen Nachteilen zeigten hier niedrigere Kompetenzen. Diese frühen Disparitäten konnten die Kompetenzunterschiede in der 1. Jahrgangsstufe vorhersagen, welche wiederum ein starker Prädiktor für Unterschiede in der NK ab der 3. Jahrgangsstufe waren. Diese Unterschiede blieben dann bis zur 8. Jahrgangsstufe bestehen.

Auch anhand der Daten des *Nationalen Bildungspanels* (National Educational Panel Study, NEPS) konnten bereits frühe Disparitäten im Bereich der Naturwissenschaften festgestellt werden. Hahn und Schöps (2019) untersuchten dabei querschnittlich die NK von 2 947 Kindergartenkindern mit und ohne Migrationshintergrund und fanden, dass Kinder mit Migrationshintergrund (gemessen über das Geburtsland der Eltern) eine deutlich geringere NK aufwiesen als ihre Peers ohne Migrationshintergrund.

Der Effekt des Migrationshintergrundes wurde ebenfalls in der *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) anhand von 3 948 Kinder aus der 4. Jahrgangsstufe in Deutschland untersucht (Wendt et al., 2016). Auch hier konnten soziale und migrationsbedingte Disparitäten festgestellt werden. Kinder aus Arbeiterfamilien, armutsgefährdete Kinder sowie Kinder mit Migrationshintergrund zeigten deutlich niedrigere Leistungen in den Naturwissenschaften im Vergleich zu ihren Peers ohne soziale Benachteiligung. Darüber hinaus lieferte die TIMS-Studie der 1990er Jahre eine Untersuchung der Leistungsfortschritte der NK deutscher Schülerinnen und Schüler von der siebten zur achten Jahrgangsstufe (Baumert et al., 1997). Dabei fielen die Fortschritte im internationalen Vergleich geringer aus ($d$ = 0.33).

Den Zuwachs der NK von der 7. zur 8. Jahrgangsstufe untersuchten auch Ivanov und Nikolova (2010) anhand der Daten der Studie *Kompetenzen und Einstellungen von*

*Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (KESS). Der Naturwissenschaftstest der KESS-Studie basierte dabei weitestgehend auf den Testaufgaben der TIMS-Studie und wurde an 4 884 Schülerinnen und Schüler aus Hamburg durchgeführt. Es zeigte sich ein deutlich höherer Kompetenzzuwachs ($d$ = 0.81) als bei der TIMS-Studie (vgl. Baumert et al., 1997).

Ein wiederum zu den TIMSS-Daten ähnliches Ergebnis lieferte die nationale Erweiterung des *Programme for International Student Assessment* (PISA Studie 2003). In einer Follow-up-Untersuchung wurde anhand curricularer Testaufgaben die Entwicklung der NK von der neunten zur zehnten Jahrgangsstufe ermittelt. Dabei ergab sich ein Kompetenzzuwachs von $d$ = 0.24 Standardabweichungen (Walter, Senkbeil, Rost, Carstensen & Prenzel, 2006). Im Gegensatz dazu fanden Schiepe-Tiska et al. (2017) in ihrer Untersuchung des PISA-Längsschnitts 2012/2013 bei der Analyse der internationalen Testaufgaben keine Veränderungen in der NK von der neunten zur zehnten Jahrgangsstufe ($d$ = 0.02). Bei der Analyse der Aufgaben aus dem nationalen Vergleich des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB, vgl. Pant et al., 2013) ergaben sich in den spezifischen Fachwissensbereichen Biologie ($d$ = 0.23), Physik ($d$ = 0.34) und Chemie ($d$ = 0.24) Anstiege des Fachwissens von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe. Ob sich diese Ergebnisse zur Entwicklung der NK auf Schülerinnen und Schüler in der Grundschule übertragen lassen, soll mit dieser Studie untersucht werden.

## 4.4 Determinanten der Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz

### *4.4.1 Effekte struktureller Familienmerkmale*

Zahlreiche nationale sowie internationale Large-Scale-Studien konnten nachweisen, dass die Merkmale des Elternhauses eine wichtige Grundlage für die kognitive Entwicklung von der frühen Kindheit bis ins Jugendalter darstellen (Gröhlich, Guill, Scharenberg & Bos, 2010; Melhuish et al., 2008; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; OECD, 2006; Wendt et al., 2016). Diese Merkmale werden in der empirischen Bildungsforschung in Struktur- und Prozessmerkmale unterteilt (vgl. Baumert, Watermann & Schümer, 2003). Dabei stellen die Strukturmerkmale die stabilen, gleichbleibenden Rahmenbedingungen in einer Familie dar und gehören wohl zu den am häufigsten untersuchten Merkmalen.

Insbesondere der sozioökonomische Status (SES) einer Familie erwies sich in umfassenden Studien als stabiler Prädiktor kognitiver Kompetenzen. Mit steigendem SES fielen u.a. auch die mathematischen, naturwissenschaftlichen und sprachlichen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen höher aus (Baumert, Stanat & Watermann, 2006; Ivanov & Nikolova, 2010; Morgan et al., 2016; Opdenakker, van Damme, Fraine, van Landeghem &

Onghena, 2002; Wendt et al., 2016). Zusätzlich zu dem über die berufliche Stellung der Eltern gemessenen SES einer Familie wurde als Prädiktor kindlicher Kompetenzen auch oft die Anzahl an Büchern Zuhause (als Indikator für objektiviertes kulturelles Kapital) herangezogen. Untersuchungen im Kindergarten- und Grundschulbereich konnten hierfür einen positiven Effekt auf die mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz (Hahn & Schöps, 2019; Wendt et al., 2016) sowie auf die Lesekompetenz (Ditton & Krüsken, 2006) nachweisen. Somit zeigten sozial benachteiligte Kinder (ob anhand eines niedrigeren SES oder einer geringeren Anzahl an Büchern Zuhause) bereits im Kindergarten und der Grundschule ein geringeres Kompetenzniveau als ihre sozial privilegierten Peers. Auch die elterliche Bildung hatte nachgewiesenermaßen einen Effekt auf die Kompetenzen der Kinder. Kinder von Eltern mit höherem Bildungsabschluss zeigten höhere Kompetenzen in den Bereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften als Kinder mit niedrigerer elterlicher Bildung (Baumert et al., 2006; Ditton & Krüsken, 2006; Ivanov & Nikolova, 2010; Opdenakker & van Damme, 2001; Stanat, Schwippert & Gröhlich, 2010; Walter, 2008). Neben den sozialen Aspekten der Familie sollten auch ethnisch-kulturelle Merkmale nicht unberücksichtigt bleiben. Hier dient häufig der Migrationshintergrund des Kindes, gebildet über das Geburtsland der Eltern, als Indikator ethnischer Bildungsunterschiede (Gresch, 2016). Studien konnten nachweisen, dass Kinder mit Migrationshintergrund nicht nur geringere Lesefähigkeiten in Deutsch aufwiesen (Dollmann, 2010; Niklas, Segerer, Schmiedeler & Schneider, 2012; Schwippert, Wendt & Tarelli, 2012), sondern auch geringere mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen als Kinder ohne Migrationshintergrund erreichten (Hahn & Schöps, 2019; Wendt et al., 2016). Neben dem Migrationshintergrund wurde weiterhin der häusliche Sprachgebrauch als Merkmal des familiären Hintergrundes einer Familie verwendet. Es zeigte sich ein vergleichbarer Effekt der gesprochenen Familiensprache auf die NK: Kinder mit einer anderen Familiensprache als Deutsch wiesen eine geringere NK auf (Hahn & Schöps, 2019; Ivanov & Nikolova, 2010). Heinze, Herwartz-Emden und Reiss (2007) konnten nachweisen, dass der Migrationshintergrund bei simultaner Berücksichtigung des Sprachstandes keinen Effekt mehr auf die mathematische Kompetenz zu Beginn der Grundschule hatte. Ähnliches konnten Hahn und Schöps (2019) nachweisen. Hier erwies sich der häusliche Sprachgebrauch nicht mehr als signifikanter Prädiktor, wenn ebenfalls der rezeptive Wortschatz der Kinder berücksichtigt wurde. Um verzerrte Ergebnisse zu vermeiden, sollte demnach bei der Untersuchung kindlicher Kompetenzen neben dem Migrationshintergrund auch immer der häusliche Sprachgebrauch oder die sprachlichen Fähigkeiten des Kindes als Prädiktor untersucht werden.

### *4.4.2 Effekte der Kompositionsmerkmale*

Ein Kompositionseffekt liegt vor, wenn die Zusammensetzung der Schülerschaft einer Klasse über das entsprechende Individualmerkmale hinaus die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler beeinflusst (Baumert et al., 2006; Schiepe-Tiska et al., 2017; van Ewijk & Sleegers, 2010). Kompositionsmerkmale werden typischerweise durch Aggregation von Individualmerkmalen auf Klassenebene gebildet, z. B. wird der mittlere sozio-ökonomische Hintergrund einer Klasse aus den Individualangaben der Kinder gewonnen (Baumert et al., 2006). Kompositionsmerkmalen können neben den individuellen und familiären Merkmalen ebenfalls auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler wirken. Baumert et al. (2006) nahmen dazu eine Unterteilung der Kompositionsmerkmale in fünf Dimensionen vor: 1) die soziokulturelle Zusammensetzung, 2) die Konzentration sozialer Risikofaktoren durch belastende Familienverhältnisse, 3) die ethnisch-kulturelle Zusammensetzung, 4) das Fähigkeits- und Leistungsniveau der Schülerschaft und 5) die Konzentration lernbiografischer Belastungsfaktoren. Bei der Untersuchung von Kompositionsmerkmalen ist es nicht nur wichtig, dass möglichst viele Aspekte der Zusammensetzung der Schülerschaft untersucht werden (Dimensionen), sondern auch die entsprechenden Merkmale auf Individualebene berücksichtigt werden (Dumont, Neumann, Maaz & Trautwein, 2013).

Sowohl nationale als auch internationale Untersuchungen zu Kompositionsmerkmalen konnten übereinstimmend feststellen, dass das Fähigkeitsniveau einer Klasse (oder Schule) auch bei simultaner Berücksichtigung anderer Kompositionsmerkmale den stärksten Prädiktor für verschiedene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern darstellte: Lesekompetenz (Baumert et al., 2006; Baumert, Maaz, Stanat & Watermann, 2009; Bellin, 2009; Gröhlich et al., 2010; Stanat et al., 2010), mathematische Kompetenz (Nikolova, 2011; Opdenakker & van Damme, 2001; Opdenakker et al., 2002) und NK (Schiepe-Tiska et al., 2017). Für eine Zusammenfassung siehe Dumont, Neumann, Maaz et al. (2013).

Neben dem mittleren Fähigkeitsniveau ging auch der mittlere SES einer Klasse (oder Schule) in Untersuchungen zu Effekten von Kompositionsmerkmalen ein. Hier ergab sich ein weniger eindeutiges Bild. Einige Studien konnten einen Effekt auch nach Berücksichtigung des mittleren Fähigkeitsniveaus (und anderer Kompositionsmerkmale sowie der Schulform) für die Lesekompetenz (Baumert et al., 2006; Baumert et al., 2009; Stanat et al., 2010) und die mathematische Kompetenz (Opdenakker et al., 2002) nachweisen, während andere Studien keinen eigenständigen Effekt des mittleren SES für die Lesekompetenz (Bellin, 2009; Dumont, Neumann, Nagy, Becker & Rose, 2013; Gröhlich et al., 2010; Nikolova, 2011), mathematische

Kompetenz (Dumont, Neumann, Nagy et al., 2013; Nikolova, 2011; Opdenakker & van Damme, 2001) und NK (Schiepe-Tiska et al., 2017) finden konnten. Diese Diversität an Befunden konnte durch die Meta-Analyse von van Ewijk und Sleegers (2010) untermauert werden. Sie untersuchten 30 Studien zum Thema Kompositionsmerkmale und fanden heraus, dass die Effekte stark von der Art der Messung des SES und der Modellauswahl abhingen. Zum einen ergab ein dichotom gemessener SES einen geringeren Effekt als ein Komposit aus mehreren SES-Dimensionen, zum anderen fielen die Effekte auf Schulebene deutlich geringer aus als auf Klassenebene. Van Ewijk und Sleegers (2010) kamen zu der Schlussfolgerung, dass unter Berücksichtigung all dieser Punkte der mittlere SES eine wichtige Determinante für die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern zu sein scheint.

Neben der sozialen Komposition einer Schülerschaft stand auch die ethnisch-kulturelle Zusammensetzung im Fokus vieler Studien. Dabei war entweder der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in einer Klasse oder der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit nicht-deutscher Muttersprache Gegenstand der Untersuchungen. Hier zeigte sich fast einheitlich, dass unter Berücksichtigung des mittleren Fähigkeitsniveaus und der sozialen Zusammensetzung der eigenständige Effekt der ethnischen Zusammensetzung verschwand. Dies konnte sowohl für die Lesekompetenz (Bellin, 2009; Ditton & Krüsken, 2006; Stanat et al., 2010; Walter, 2008) als auch für die NK (Walter, 2008) nachgewiesen werden. Das bedeutet, dass die Nachteile einer Klasse mit einem höheren Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund vollständig auf den mittleren SES und das mittlere Fähigkeitsniveau einer Klasse zurückgeführt werden können (Bellin, 2009; Dumont, Neumann, Maaz et al., 2013).

Insgesamt fehlt es jedoch vor allem im Primarbereich der Schule noch an umfassenden Untersuchungen zu Effekten von Kompositionsmerkmalen auf die NK.

### 4.5 Fragestellungen

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Veränderung der NK von Schülerinnen und Schülern in der Grundschule (von der 1. bis zu 3. Jahrgangsstufe) und möglicher Einflussfaktoren. Dabei sollen neben Familienmerkmalen vor allem die Effekte von Klassenkompositionsmerkmalen auf die Veränderung der NK untersucht werden. Es wird demnach der Frage nachgegangen, inwiefern die Komposition einer Klasse im ersten Jahr der Grundschule unter Berücksichtigung von individuellen Familienmerkmalen einen zusätzlichen Effekt auf die Kompetenzentwicklung in der 3. Jahrgangsstufe der Grundschule hat. Als Kompositionsmerkmale gehen dabei soziale, migrationsbedingte, geschlechtsspezifische und

leistungsbezogene Merkmale in die Analysen ein. Folgende Fragestellungen sollen untersucht werden:

1. Wie hoch ist der Zuwachs der NK in den NEPS-Naturwissenschaftstests von der 1. bis zur 3. Jahrgangsstufe?
2. Welche Merkmale der Familie haben einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der NK von der 1. bis zur 3. Jahrgangsstufe?
3. Welche Merkmale der Klassenkomposition haben einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der NK von der 1. bis zur 3. Jahrgangsstufe?

## 4.6 Methode

### *4.6.1 Stichprobe*

Für die vorliegenden Untersuchung wurden die Daten von $N$ = 6 492 Kindern (51% Mädchen) aus $N$ = 1 018 Klassen von $N$ = 374 Schulen der Startkohorte 2 des NEPS (Blossfeld et al., 2011) verwendet. In Welle 3 wurden 2013 in ganz Deutschland Kinder der 1. Jahrgangstufe getestet (5;5 bis 8;11 Jahre alt). 2015 wurden diese Kinder in der 3. Jahrgangsstufe in Welle 5 erneut getestet (7;0 bis 10;7 Jahre alt). Da die Teilnahme auf einer freiwilligen Basis stattfand, konnten keine gesamten Klassen getestet werden. Im Durchschnitt nahmen sechs Schülerinnen und Schüler pro Klasse und drei Klassen pro Schule an der Studie teil. Neben der erhobenen NK wurden die Eltern zu Familienmerkmalen und die Lehrer zu Klassenmerkmalen befragt.

### *4.6.2 Instrumente und Variablen*

#### *4.6.2.1 Naturwissenschaftstests*

Die Erhebung der NK erfolgte mit Hilfe der NEPS-Naturwissenschaftstests für die 1. und 3. Jahrgangsstufe (Hahn et al., 2013; Kähler, 2019a, 2019b). Die Tests enthielten in der 1. Jahrgangsstufe 25 Items und in der 3. Jahrgangsstufe 22 Items zu naturwissenschaftlichen Themen wie Tiere, Pflanzen oder Technik. Dabei kamen verschiedenen Antwortformate zum Einsatz: einfache Multiple-Choice (vier Antworten, eine Richtige) und komplexe Multiple-Choice (vier Antworten, jeweils mit ja oder nein zu bewerten). Darüber hinaus enthielt der Test für die 3. Jahrgangsstufe noch zwei Aufgaben mit Kurztextantworten. Beide Erhebungen wurden in Einzeltestungen durchgeführt, bei denen die Testleiterinnen und Testleiter die Items vorlasen. Im NEPS-Naturwissenschaftstest für die 1. Jahrgangsstufe waren die Antworten bildbasiert, d.h. die Kinder mussten ihre Antwort nicht formulieren, sondern nur das richtige Bild ankreuzen. Im NEPS-Naturwissenschaftstest für die 3. Jahrgangsstufe durften die Kinder die Fragen und Antworten mitlesen, mussten aber auch hier nur die Antworten ankreuzen. Für

den Test in der 1. Jahrgangsstufe hatten die Kinder 30 Minuten, für den Test in der 3. Jahrgangsstufe hatten sie 29 Minuten Zeit.

Auf Basis der Items wurden dann für beide Messzeitpunkte weighted maximum likelihood estimates (WLEs) berechnet. Dazu wurde ein eindimensionales Raschmodell in ConQuest 4.2.5 (Adams, Wu & Wilson, 2015) verwendet. Die WLE-Reliabilität des Tests in der 1. Jahrgangsstufe lag bei $r = .73$ (Kähler, 2019a) und die des Tests in der 3. Jahrgangsstufe lag bei $r = .68$ (Kähler, 2019b). Da beide Tests unterschiedliche Aufgaben enthielten, die zur genauen Messung der NK in den Altersgruppen konstruiert wurden, musste ein Anchor-Group-Design verwendet werden, um die Fähigkeiten auf einer gemeinsamen, vergleichbaren Metrik abzubilden. Das bedeutet, dass alle Aufgaben (der 1. und 3. Jahrgangsstufe) an einem einzelnen Testtag an eine unabhängige Linking-Stichprobe zur Bearbeitung gegeben wurden. Mit Hilfe dieser Daten wurden die beiden Tests auf einer Metrik abgebildet und korrigierte WLEs berechnet, die den Kompetenzzuwachs abbilden können. Für weitere Informationen zu dem Linking der Tests, siehe Kähler (2019b), für allgemeine Informationen zu der Linking Methode, siehe Fischer, Rohm, Gnambs und Carstensen (2016).

#### *4.6.2.2 Familienmerkmale*

Mittels Fragebogen wurden die Eltern der teilnehmenden Kinder zu den familiären Merkmalen befragt. Neben dem Geschlecht (1 = *männlich*, 2 = *weiblich*) wurde die zuhause gesprochene Familiensprache (1 = *Deutsch*, 2 = *andere Sprache*) erfasst. Darüber hinaus wurde der Migrationshintergrund des Kindes ermittelt. Dieser definierte sich über das Geburtsland der Eltern (1 = *kein Elternteil im Ausland geboren*, 2 = *ein Elternteil im Ausland geboren*, 3 = *beide Eltern im Ausland geboren*). Des Weiteren wurde die Anzahl der Bücher im Elternhaus (1 = *0 bis 10 Bücher* bis 6 = *mehr als 500 Bücher*) als Maß für die Investitionsbereitschaft in kulturelles Kapital berücksichtigt. Der SES wurde mit Hilfe des *International Socio-Economic Index of Occupational Status* (ISEI; Ganzeboom, Graaf & Treiman, 1992) erfasst, welcher die sozioökonomische Stellung der Eltern über den Beruf ermittelt. Ein höherer Wert steht dabei für eine höhere berufliche Stellung. Das Bildungsniveau der Eltern wurde mit der *International Standard Classification of Education* (ISCED; Schroedter, Lechert & Lüttinger, 2006) erhoben (1 = *vorschulische Erziehung* bis 6 = *tertiäre Bildung*). Sowohl für den SES als auch für die Bildung der Eltern wurde der jeweils höhere Wert verwendet, wenn Angaben beider Elternteile vorlagen.

#### *4.6.2.3 Klassenmerkmale*

Da keine ganzen Klassen erhoben wurden und im Mittel nur sechs Schülerinnen und Schüler pro Klasse (Min = 1, Max = 21) getestet wurden, wurden die Kompositionsmerkmale

einer Klasse nicht über die Individualangaben der einzelnen Schülerinnen und Schüler einer Klasse aggregiert, sondern es wurde auf die Angaben der befragten Lehrerinnen und Lehrer zurückgegriffen. Diese bezogen sich auf die gesamte Klasse und waren bzgl. der Zusammensetzung der Schülerschaft verlässlicher. Als erstes wurde die Anzahl der Schülerinnen und Schüler in einer Klasse (1 = *weniger als 10 bis 14* bis 5 = *30 oder mehr*) berücksichtigt. Des Weiteren wurden der Anteil an männlichen Schülern (in Prozent), der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund (in Prozent), der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit niedrigem und hohem SES (jeweils in Prozent), sowie der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit mindestens einem Elternanteil mit Hochschulabschluss (in Prozent) einbezogen. Darüber hinaus gingen auch die Anzahl an Unterrichtsstunden pro Woche (1 = *unter 5h*, 2 = *5 bis 6h*, 3 = *über 6h*) in den Fächern Deutsch/Schriftspracherwerb, Mathematik und Sachkunde/Heimat- und Sachunterricht auf Klassenebene als Kovariaten mit in die Analysen mit ein.

### *4.6.3 Statistische Analysen und Umgang mit fehlenden Werten*

Zur Beantwortung der ersten Fragestellung werden zunächst deskriptive Ergebnisse zur Entwicklung der NK berichtet. Anschließend werden zur Beantwortung der zweiten und dritten Fragestellung die Ergebnisse von Mehrebenen-Regressionsanalysen mit Schülerinnen und Schülern auf Ebene 1 (Individualebene) und Klassen auf Ebene 2 (Kontextebene) in M*plus* 7.4 (Muthén & Muthén, 2012) präsentiert. Um den Zuwachs der NK untersuchen zu können, wurde die Kompetenz zum zweiten Messzeitpunkt (3. Jahrgangsstufe) durch die individuelle Kompetenz zum ersten Messzeitpunkt (1. Jahrgangsstufe) vorhergesagt. In den Regressionsmodellen wurden dann schrittweise weitere Prädiktoren der Individual- und Klassenebene aufgenommen, die den Zuwachs der NK vorhersagen sollten. Zu Beginn wurde ein Nullmodell zur Bestimmung der Intraklassenkorrelation spezifiziert. In Modell 1 wurde dann als erstes auf Ebene 1 die individuelle Ausgangskompetenz in der 1. Jahrgangsstufe aufgenommen. Modell 2 enthielt dann die individuellen Familienmerkmale auf Ebene 1. Als nächstes wurden in Modell 3 die Kompositionsmerkmale der Klassen integriert, welche in Modell 4 um die mittlere Ausgangskompetenz der Klasse in der 1. Jahrgangsstufe erweitert wurde. Im letzten Modell 5 wurde dann als letztes die Anzahl an Unterrichtsstunden bestimmter Fächer aufgenommen. In allen Analysemodellen wurden Gewichte für die Testpersonen verwendet, die das NEPS zur Verfügung stellt. Des Weiteren wurden die Variablen auf Individualebene am Gesamtmittelwert zentriert.

Da für einige Familien- und Klassenmerkmale aber auch für die Kompetenzdaten fehlende Werte vorlagen (siehe Tabelle 1), wurde vor den Analysen eine multiple Imputation

der fehlenden Daten (*N* = 100 Datensätze, 50 Iterationen) mit Hilfe des Programms *RStudio* V3.5.2 (RStudio Team, 2015) durchgeführt. Dabei wurde die Mehrebenstruktur der Daten (Schülerinnen und Schüler geschachtelt in Klassen) berücksichtigt. Die multiple Imputation ermöglichte es, die Mehrebenenanalysen ohne den Ausschluss von Personen durchführen zu können. Für eine allgemeine Diskussion von Imputationsverfahren in Mehrebenenanalysen, siehe Lüdtke, Robitzsch und Grund (2017).

## 4.7 Ergebnisse

### *4.7.1 Deskriptive Befunde*

Tabelle 1 zeigt die deskriptiven Statistiken der in die Analysen eingegangen Variablen. Die Merkmale der Familie und Klasse, die in die Analysen mit eingingen, wurden zum ersten Messzeitpunkt erhoben.

### *4.7.2 Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz*

Tabelle 1 gibt auch Auskunft über die durchschnittlichen Kompetenzstände für die NK in der 1. und 3. Jahrgangsstufe. Zur Beantwortung der ersten Fragestellung wurden mit Hilfe der vorliegenden Mittelwerte und Standardabweichungen auf Schülerebene standardisierte Effektgrößen berechnet, um den Lernzuwachs für die NK zu quantifizieren (Hill, Bloom, Black & Lipsey, 2008). Der Zuwachs betrug für die NK *d* = 1.39 Standardabweichungen (CI [1.35, 1.43]). Damit zeigte sich ein deutliches Wachstum der NK von der 1. bis zur 3. Jahrgangsstufe.

### *4.7.3 Effekte von Familien- und Klassenmerkmalen auf die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz*

Die Ergebnisse der Mehrebenen-Regressionsanalysen finden sich in Tabelle 2. Dabei handelt es sich um die standardisierten Regressionsgewichte, d.h. die Werte geben an, um wie viele Standardabweichungseinheiten sich die abhängige Variable ändert, wenn sich die unabhängige Variable um eine Standardabweichung ändert.

Zur Bestimmung der Verteilung der Varianz auf Individual- und Klassenebene in der 3. Jahrgangsstufe wurde als erstes ein Nullmodell spezifiziert. Dieses ergab für die NK eine Intraklassenkorrelation von ICC = .16. Das bedeutet, dass von den insgesamt zu beobachtenden Leistungsunterschieden in der NK 16 Prozent auf Unterschiede zwischen den Schulklassen zurückzuführen sind. Dabei muss beachtet werden, dass der Varianzanteil zwischen den Klassen auch Leistungsunterschiede zwischen den Schulen enthält. Die übrigen 84 Prozent lassen sich auf Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern innerhalb der Schulklassen zurückführen.

Tabelle 1

*Deskriptive Statistik*

| | *N* | Min | Max | *M* | *SD* | Missings |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kind- und Familienmerkmale** | | | | | | |
| Geschlecht (1=männlich) | 6492 | 1 | 2 | 1.51 | .500 | 0.00 |
| Sprache Zuhause (1=deutsch) | 4115 | 1 | 2 | 1.06 | .242 | 0.37 |
| Migrationshintergrund (1=kein) | 5169 | 1 | 3 | 1.35 | .655 | 0.20 |
| Anzahl der Bücher | 5688 | 1 | 6 | 4.12 | 1.275 | 0.12 |
| SES (HISEI) | 5774 | 16 | 90 | 55.54 | 16.258 | 0.11 |
| Bildung der Eltern (HISCED) | 5842 | 1 | 6 | 4.63 | 1.315 | 0.10 |
| **Klassenmerkmale** | | | | | | |
| SuS pro Klasse | 5702 | 1 | 5 | 2.94 | .799 | 0.12 |
| SuS, männlich (in %) | 5702 | 15 | 79 | 50.05 | 9.154 | 0.12 |
| SuS, mit Migrationshintergrund (%) | 5219 | 0 | 100 | 26.93 | 23.530 | 0.20 |
| SuS, mit niedrigem SES (%) | 4374 | 0 | 100 | 21.33 | 18.395 | 0.33 |
| SuS, mit höherem SES (%) | 4323 | 0 | 100 | 19.39 | 18.099 | 0.33 |
| SuS, Eltern mit Universitätsabschluss (%) | 2990 | 0 | 100 | 25.90 | 20.284 | 0.54 |
| Unterrichtstunden: Deutsch | 5118 | 1 | 3 | 2.20 | .455 | 0.21 |
| Unterrichtstunden: Mathematik | 5076 | 1 | 3 | 1.87 | .439 | 0.22 |
| Unterrichtstunden: HSU | 5091 | 1 | 3 | 2.01 | .521 | 0.22 |
| **Kompetenzen** | | | | | | |
| Naturwissen. Kompetenz Jhg. 1 | 6492 | -1.67 | 5.52 | 1.38 | 0.93 | 0.00 |
| Naturwissen. Kompetenz Jhg. 3 | 5327 | -1.25 | 7.14 | 2.67 | 0.93 | 0.18 |

*Anmerkungen.* $N$ = 6 492; Min = Minimum, Max = Maximum, $M$ = Mittelwert, $SD$ = Standardabweichung, SuS = Schülerinnen und Schüler, SES = sozioökonomischer Status, HSU = Heimat- und Sachunterricht, Jhg = Jahrgangsstufe. Kompetenzen gingen in Form von weighted maximum likelihood estimates (WLE) ein.

Tabelle 2

*Ergebnisse der Mehrebenenanalysen für die naturwissenschaftliche Kompetenz in Klasse 3*

| | Modell 1 | | Modell 2 | | Modell 3 | | Modell 4 | | Modell 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ebene 1** | β | *SE* | β | *SE* | β | *SE* | β | *SE* | β | *SE* |
| Naturwissen. Kompetenz Jhg. 1 | 0.61** | 0.01 | 0.55** | 0.01 | 0.55** | 0.01 | 0.53** | 0.01 | 0.53** | 0.01 |
| Geschlecht (1=männlich) | | | -0.05** | 0.01 | -0.05** | 0.01 | -0.05** | 0.01 | -0.05** | 0.01 |
| Sprache Zuhause (1=deutsch) | | | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Migrationshintergrund (1=kein) | | | -0.02 | 0.02 | -0.02 | 0.02 | -0.02 | 0.02 | -0.02 | 0.02 |
| Anzahl Bücher | | | 0.05** | 0.02 | 0.05** | 0.02 | 0.05** | 0.02 | 0.05** | 0.02 |
| SES (HISEI) | | | 0.06** | 0.02 | 0.06** | 0.02 | 0.06** | 0.02 | 0.06** | 0.02 |
| Bildung der Eltern (HISCED) | | | 0.09** | 0.02 | 0.09** | 0.02 | 0.09** | 0.02 | 0.09** | 0.02 |
| **Ebene 2** | | | | | | | | | | |
| SuS pro Klasse | | | | | -0.04 | 0.06 | -0.03 | 0.05 | -0.02 | 0.05 |
| SuS, männlich (%) | | | | | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.05 |
| SuS, mit Migrationshintergrund (%) | | | | | 0.05 | 0.08 | -0.01 | 0.07 | -0.02 | 0.07 |
| SuS, mit niedrigem SES (%) | | | | | -0.16 | 0.09 | -0.17* | 0.08 | -0.17* | 0.08 |
| SuS, mit hohem SES (%) | | | | | 0.03 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.07 |
| SuS, Eltern mit Universitätsabschluss (%) | | | | | 0.20* | 0.09 | 0.16* | 0.07 | 0.14 | 0.08 |
| Mittlere naturwissen. Kompetenz Jhg. 1 | | | | | | | 0.47** | 0.06 | 0.46** | 0.07 |
| Unterrichtstunden: Deutsch | | | | | | | | | 0.03 | 0.05 |
| Unterrichtstunden: Mathematik | | | | | | | | | 0.04 | 0.05 |
| Unterrichtstunden: HSU | | | | | | | | | 0.11* | 0.05 |
| **Varianzaufklärung** | | | | | | | | | | |
| Ebene 1 | 0.38 | | 0.40 | | 0.39 | | 0.36 | | 0.36 | |
| Ebene 2 | - | | - | | 0.10 | | 0.43 | | 0.44 | |

*Anmerkungen*. $N = 6\,492$; β = standardisierte Regressionsgewichte, *SE* = Standardfehler, Jhg = Jahrgangsstufe, SES = sozioökonomischer Status, SuS = Schülerinnen und Schüler, MH = Migrationshintergrund, HSU = Heimat- und Sachunterricht. * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

Zur Untersuchung der Vorhersage des Kompetenzzuwachses von der 1. zur 3. Jahrgangsstufe wurde in Modell 1 als erstes die individuelle Ausgangskompetenz aufgenommen. Erwartungsgemäß stellte sie sich als starker Prädiktor heraus ($\beta = .61$, $p < 0.001$). Die Varianzaufklärung auf Ebene der Schülerinnen und Schüler erreichte durch die Aufnahme der Ausgangskompetenz bereits 38 Prozent.

In Modell 2 wurden dann die Familienmerkmale auf der Individualebene aufgenommen. Dadurch reduzierte sich der Effekt der Ausgangskompetenz auf den Kompetenzzuwachs leicht ($\beta = .55$, $p < 0.001$). Darüber hinaus zeigten sich signifikante Effekte für fast alle Familienmerkmale. So erwiesen sich die Bildung der Eltern ($\beta = .09$, $p < 0.001$), der SES ($\beta = .06$, $p < 0.001$) und die Anzahl der Bücher ($\beta = .05$, $p < 0.001$) als bedeutsame Prädiktoren. Damit waren für den Zuwachs der NK vor allem soziale Aspekte der Familie relevant. Kinder mit einer höheren elterlichen Bildung, einem höheren SES oder mehr Büchern zuhause hatten auch ein höheres Wachstum der NK. Ethnisch-kulturelle Merkmale wie der Migrationshintergrund ($\beta = -.02$, $p = 0.18$) oder die zuhause gesprochene Familiensprache ($\beta = .01$, $p = 0.66$) hatten hingegen keinen signifikanten Effekt auf den Zuwachs in der NK. Dafür ergab sich ein kleiner, aber signifikanter Effekt für das Geschlecht ($\beta = -.05$, $p < 0.001$) zugunsten der Jungen. Die individuellen Familienmerkmale erklärten zusammen mit der Ausgangskompetenz in der ersten Klasse 40 Prozent der Varianz innerhalb der Schulklassen.

In Modell 3 wurden nun auch Variablen auf Klassenebene mit aufgenommen: die Kompositionsmerkmale der Klassen. Für die NK ergab sich dabei nur ein signifikanter Effekt für den prozentualen Anteil der Schülerinnen und Schüler mit mindestens einem Elternteil mit Hochschulabschluss ($\beta = .20$, $p = 0.03$). Klassen, in denen es mehr Kinder mit Eltern mit Hochschulabschluss gab, zeigten einen höheren Zuwachs an NK. Für die anderen Kompositionsmerkmale konnten keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Insgesamt konnten mit den Kompositionsmerkmalen 10 Prozent der Varianz zwischen den Schulklassen erklärt werden.

In Modell 4 wurde auf Ebene der Klasse die mittlere Ausgangskompetenz der Klasse in der 1. Jahrgangsstufe mit aufgenommen und zeigte vergleichbar zur Individualebene den stärksten Effekt der Kompositionsmerkmale auf die Veränderung der NK ($\beta = .47$, $p < 0.001$). Das bedeutet, dass Kinder aus Klassen mit einem im Mittel höheren Ausgangsniveau selbst einen höheren Kompetenzzuwachs in der 3. Jahrgangsstufe hatten. Unter Kontrolle des mittleren Ausgangsniveaus ergab sich nun auch ein signifikanter Effekt durch den Anteil an Kindern mit niedrigem SES ($\beta = -.17$, $p = 0.03$). Demnach zeigten Schülerinnen und Schüler aus Klassen mit einem größeren Anteil an Kindern mit niedrigem SES, einen geringeren

Kompetenzzuwachs in den Naturwissenschaften als Kinder aus Klassen mit einem geringeren Anteil an sozial schwachen Kindern. Die Varianzaufklärung auf Klassenebene konnte durch die Hinzunahme des Ausgangsniveaus auf 43 Prozent deutlich gesteigert werden.

In Modell 5 wurden als letztes die Anzahl an Unterrichtsstunden in den Fächern Deutsch, Mathematik und Heimat- und Sachunterricht (HSU) auf Klassenebene aufgenommen. Es zeigte sich, dass die Anzahl an HSU-Stunden einen signifikanten Effekt auf die Veränderung der NK in der dritten Jahrgangsstufe hatte ($\beta = .11$, $p = 0.04$). Der signifikante Kompositionseffekt des Anteils an Kindern mit niedrigem SES für die NK blieb auch in diesem Modell bestehen ($\beta = -.17$, $p = 0.03$). Das finale Modell zur Vorhersage der NK in der dritten Klasse erreichte auf Individualebene eine Varianzaufklärung von 36 Prozent und auf Klassenebene von 44 Prozent.

## 4.8 Zusammenfassung und Diskussion

Mit dem vorliegenden Beitrag sollte untersucht werden, wie sich die NK in der Grundschule entwickelt (Fragestellung 1) und welche Familien- und Klassenmerkmale relevante Effekte auf die Veränderung der NK von der 1. zur 3. Jahrgangsstufe haben (Fragestellung 2 und 3). Damit sollte zum einen die im Grundschulbereich mangelnde Befundlage zur Entwicklung der NK erweitert und darüber hinaus auch ein Vergleich zu Erkenntnissen über curriculumsbezogene NK (TIMSS, KESS) ermöglicht werden. Zum anderen sollte diese Untersuchung klären, welche Klassenmerkmale einen Effekt auf die Veränderung der NK in der Grundschule haben, um mögliche Ansatzpunkte für eine Unterstützung von benachteiligten Personengruppen zu finden. Eine frühe Förderung der NK könnte nicht nur zu einer Verbesserung der NK sowie zu einem höheren Interesse an den Naturwissenschaften führen (Oppermann, Brunner, Eccles & Anders, 2017), sondern in der Folge auch dazu beitragen, dem Fachkräftemangel in den Natur- und Ingenieurswissenschaften entgegenzuwirken (OECD, 2018).

Zur Untersuchung der Entwicklung der NK über zwei Jahre (Fragestellungen 1) haben wir die Effektstärke berechnet, die den Kompetenzzuwachs vergleichbar zu anderen Studien quantifiziert. Dabei zeigte sich für die NK ein Zuwachs von $d = 1.39$ Standardabweichungen über zwei Schuljahre. Nimmt man eine Gleichverteilung über die Schuljahre an, entspräche dies einem Zuwachs von $d = 0.70$ Standardabweichungen pro Schuljahr, der vergleichbar mit dem in der KESS-Studie ermittelten Zuwachs von der 7. zur 8. Jahrgangsstufe ist ($d = .81$; Ivanov & Nikolova, 2010). Es ergab sich somit ein Wachstum der NK über die Zeit in der Grundschule, das deutlich über den gefundenen Effektstärken der Sekundarstufe lag (TIMSS: $d = .33$, Baumert et al., 1997; PISA: $d = .24$, Walter et al., 2006). Somit zeigt sich, dass nicht nur für Lese- und Mathematikleistungen höhere Leistungszuwächse in der Grundschule als in

der Sekundarstufe finden lassen (Köller & Baumert, 2018), sondern auch für die NK. Es lassen sich somit auch für die NK nicht-lineare Lernzuwächse vermuten, d.h. die Leistungszuwächse nehmen in den höheren Jahrgangsstufen immer weiter ab (Köller & Baumert, 2018).

Zur Beantwortung der zweiten und dritten Fragestellung haben wir in Mehrebenen-Regressionsmodellen die Effekte von Familien- und Klassenmerkmalen auf die NK untersucht. Dabei erwies sich erwartungskonform und vergleichbar zu bestehenden Studien die Ausgangskompetenz in der 1. Jahrgangsstufe als stärkster Prädiktor auf Individualebene (Baumert et al., 2006; Dumont, Neumann, Nagy et al., 2013; Schiepe-Tiska et al., 2017). Kinder zeigten in der 3. Jahrgangsstufe ein höheres Kompetenzniveau, wenn sie bereits in der 1. Jahrgangsstufe eine höhere NK aufwiesen. Auch die in Modell 2 aufgenommenen Familienmerkmale ergaben signifikante Effekte auf das Kompetenzwachstum. Wie erwartet zeigten Kinder mit höherer elterlicher Bildung, einem höheren SES sowie einer höheren Anzahl an Büchern zu Hause eine günstigere Veränderung der NK (vgl. Baumert et al., 2006; Ditton & Krüsken, 2006; Hahn & Schöps, 2019; Ivanov & Nikolova, 2010; Stanat et al., 2010; Walter, 2008; Wendt et al., 2016). Damit erweist sich auch im Grundschulalter der soziale Hintergrund eines Kindes als relevanter Faktor und sollte als möglicher Ansatzpunkt zur Verbesserung der NK junger Kinder berücksichtigt werden. Sozial benachteiligte Kinder, die frühzeitig eine geringere NK aufzeigen, sollten mehr Unterstützung bei der Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens und dazugehöriger Denk- und Arbeitsweisen erhalten, um den Rückstand zu ihren Peers über die Schulzeit reduzieren oder gar schließen zu können. Dazu müsste regelmäßig der Kompetenzstand junger Kinder festgestellt werden, und bei Bedarf zusätzliche Fördermaßnahmen ergriffen werden. Besser wäre es, diese Disparitäten erst gar nicht entstehen zu lassen und sozial benachteiligte Kinder bereits im Kindergarten besser bei dem Aufbau ihrer Kompetenzen zu unterstützen. Oppermann et al. (2017) konnte hierzu belegen, dass Kinder, die einen Kindergarten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt besuchten, ein höheres Interesse an den Naturwissenschaften entwickelten. Womöglich kann ein naturwissenschaftlicher Schwerpunkt auch die NK in der frühen Kindheit positiv fördern, und zu einer Reduzierung bestehender sozial bedingter Disparitäten beitragen. Dies sollten zukünftige Studien zeigen.

Bei der Betrachtung der Effekte ethnisch-kultureller Merkmale ergab sich, dass sich weder ein Migrationshintergrund noch eine andere Familiensprache als negativer Faktor für das Wachstum der NK herausstellte. Dies kann womöglich auf die simultane Berücksichtigung des Ausgangsniveaus zurückgeführt werden. Vergleichbar zu existierenden Studien (Hahn & Schöps, 2019; Heinze et al., 2007), die nach Berücksichtigung des Sprachstandes keinen Effekt

der Familiensprache auf die mathematische bzw. naturwissenschaftliche Kompetenz mehr finden konnten, stellt auch in dieser Untersuchung eine Kompetenz (in dem Fall die Ausgangsleistung) einen wichtigeren Prädiktor als der ethnisch-kulturelle Hintergrund eines Kindes dar. Dabei können für die NK mögliche indirekte Effekte des Migrationshintergrundes vermittelt über das vorherige Kompetenzniveau oder sogar sprachlicher Fähigkeiten (vgl. Hahn & Schöps, 2019) nicht ausgeschlossen werden. Daher sind Längsschnittuntersuchungen, die möglichst früh in der Kindheit beginnen, von großer Bedeutung, denn sie ermöglichen es, die Entwicklung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten genauer zu betrachten. Erkenntnisse aus den USA (Morgan et al., 2016) verdeutlichen, dass bereits beim Eintritt in den Kindergarten deutliche Leistungsunterschiede der Kinder im Bereich der Natur- und Sozialwissenschaften vorliegen, die bis in die 8. Jahrgangsstufe bestehen bleiben. Vergleichbare längsschnittliche Untersuchungen in Deutschland stehen noch aus.

Zur Untersuchung möglicher Geschlechtseffekte ging auch das Geschlecht der Kinder auf Individualebene mit in die Regressionsanalysen ein. Dabei zeigten Jungen ein höheres Wachstum als Mädchen. Die genauere Betrachtung beider Gruppen offenbarte, dass Jungen bereits in der 1. Jahrgangsstufe leicht höhere Kompetenzen erreichten ($M_{K1}$ = 1.40, $SD_{K1}$ = 0.93) als Mädchen ($M_{K1}$ = 1.37, $SD_{K1}$ = 0.93). Demnach hat sich der Abstand zwischen den beiden Geschlechtern über die zwei Schuljahre noch vergrößert. Es deutet sich damit an, dass die in bestehenden Studien gefundenen Disparitäten zugunsten der Jungen ihren Aufbau bereits im Grundschulalter beginnen. So konnte die KESS-Studie nachweisen, dass sich Jungen von der achten zur zehnten Jahrgangstufe signifikant stärker verbessern konnten (Ivanov, 2011). Auch der PISA-Längsschnitt 2003/2004 zeigte eine höhere Zunahme der mittleren NK für die Jungen (Baumert et al., 1997). Es konnte belegt werden, dass Mädchen erst am Ende der zehnten Jahrgangstufe das Kompetenzniveau erreichten, dass die Jungen bereits am Ende der neunten Jahrgangsstufe besaßen. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, bedarf es demnach bereits im Grundschulalter, wenn nicht sogar noch früher, einer gezielten Förderung von Mädchen im Bereich der Naturwissenschaften.

Neben den individuellen Familienmerkmalen wurden auch verschiedene Klassenmerkmale in den Mehrebenen-Regressionsanalysen untersucht. Als erstes gingen die Kompositionsmerkmale der Klasse mit ein (Modell 3). Hier zeigte sich erst nur ein signifikanter Effekt der Anzahl an Kindern von Eltern, die einen Universitätsabschluss besaßen. Demnach erreichen Kinder ein höheres Wachstum der NK, wenn sie Klassen mit einem höheren Anteil an Kindern mit hoher elterlicher Bildung besuchten. Damit hat nicht nur die eigene elterliche Bildung einen Effekt auf die NK, sondern auch die der Mitschülerinnen und Mitschüler. Dieser

Effekt blieb bestehen, als die mittlere Ausgangskompetenz der Klasse in der 1. Jahrgangsstufe in das Modell einging (Modell 4). Diese erwies sich erwartungskonform als stärkster Prädiktor auf Klassenebene für die NK (vgl. Bellin, 2009; Nikolova, 2011; Schiepe-Tiska et al., 2017; Zusammenfassung bei Dumont, Neumann, Maaz et al., 2013). Es zeigt sich also, dass sich nicht nur ein eigenes höheres Ausgangsniveau als relevant für die NK in der 3. Jahrgangsstufe erweist, sondern auch das vorangehende Kompetenzniveau in der Klasse eine Rolle spielt. Weitere Untersuchungen sollten differenzieren, ob Kinder mit sozial- oder migrationsbedingter Benachteiligung sogar mehr als ihre Peers von Klassen mit höherem Niveau profitieren können. So könnte die Klassenzusammensetzung einen wichtigen Beitrag zu der Reduzierung früher Kompetenzunterschiede leisten, denn es zeigte sich in dieser Untersuchung neben dem mittleren Ausgangsniveau auch ein signifikanter Effekt der soziökonomischen Zusammensetzung der Klasse auf das Wachstum der NK. Demnach erreichten Kinder aus Klassen mit einer höheren Anzahl an Schülerinnen und Schülern mit niedrigem SES ein geringeres Kompetenzwachstum in den Naturwissenschaften. Insgesamt deuten die Ergebnisse zu der Klassenkomposition darauf hin, dass die soziale Zusammensetzung auch eine wichtige Determinante für die NK von Schülerinnen und Schülern zu sein scheint (vgl. van Ewijk & Sleegers, 2010). Daran änderte auch die Berücksichtigung fachspezifischer Unterrichtsstunden in den Klassen nicht mehr viel (Deutsch, Mathematik und HSU, Modell 5). Das mittlere Kompetenzniveau stellte weiterhin den stärksten Prädiktor auf Klassenebene dar und auch die Anzahl an Schülerinnen und Schülern mit niedrigem SES erwies sich als relevante Größe für das Wachstum der NK. Lediglich die Anzahl an Kindern mit elterlichem Universitätsabschluss wurde unter Berücksichtigung der Unterrichtsstunden nicht mehr signifikant. Dafür zeigte sich die Anzahl an Stunden im Fach HSU als signifikanter Prädiktor für das Wachstum der NK. Kinder, die mehr HSU erhielten, wiesen damit auch ein höheres Kompetenzwachstum auf. Es bleibt dabei offen, welche Inhalte explizit zu einer Verbesserung des Wachstums von NK beitragen oder inwiefern die Art der Wissensvermittlung (z. B. mittels Experimenten) einen Beitrag zu der Entwicklung von NK leisten kann. Bestehende Studien konnten hierzu den Vorteil von konstruktivistisch orientierten Unterrichtseinheiten im Bereich der Naturwissenschaften aufzeigen, bei denen die Lernenden eine aktive, selbstgesteuerte Rolle einnehmen (Blumberg, Hardy & Möller, 2008; Möller et al., 2002; Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg, 2006). Demnach muss naturwissenschaftlicher Unterricht Kindern Gelegenheiten bieten, ihre Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen (z. B. warum ein Schiff schwimmt) in Gesprächen zu entwickeln, diese in Experimenten zu überprüfen und dazu Erklärungen zu konstruieren (Möller et al., 2002; Möller et al., 2006).

Dabei ist die Auseinandersetzung mit den bestehenden Präkonzepten naturwissenschaftlicher Phänomene besonders wichtig und bedarf einer gezielten Förderung durch strukturierende Elemente. Die Umsetzung dieser konzeptwechselorientierten Unterrichtsform bedarf jedoch Zeit und Aufwand, und kann nur anhand eines exemplarisch angelegten Unterrichts erreicht werden (Möller et al., 2002).

Als Limitation dieser Studie muss erwähnt werden, dass an dieser Untersuchung keine vollständigen Klassen teilgenommen haben. Daher musst bzgl. der Kompositionsmerkmale auf Befragungsdaten der Lehrerinnen und Lehrer zurückgegriffen werden, die jedoch fehlerbehaftet sein können. Die Einschätzung des SES der Kinder durch die Lehrinnen und Lehrer kann möglicherweise von den Angaben der Eltern abweichen. Da in dieser Erhebung jedoch nur durchschnittlich sechs Schülerinnen und Schüler pro Klasse teilgenommen haben, wären aggregierte Klassenmerkmale deutlich fragwürdiger bzgl. ihrer Aussagekraft gewesen. Für das Kompetenzniveau der Klasse in der 1. Jahrgangsstufe hingegen konnten wir nicht auf Angaben der Lehrer zurückgreifen. Hier wurden die ermittelten WLEs der Schülerinnen und Schüler verwendet, die an der Studie teilgenommen haben. Daher kann auch hier die Möglichkeit einer Verzerrung vorliegen. Es wird somit deutlich, dass weitere Studien an vollständigen Klassen durchgeführt werden müssen, um die gefundenen Effekte für die Entwicklung der NK zu bestätigen.

Letztendlich liefern die Ergebnisse dieser Untersuchung erste Einblicke zu dem Zusammenhang von Individual- und Klassenmerkmalen mit der NK im Grundschulalter. Zukünftige Studien sollten weitere Aspekte untersuchen, die den Kompetenzzuwachs der NK und das Zusammenspiel von Elternhaus und Schule beeinflussen. So blieb in dieser Untersuchung das häusliche Lernumfeld unberücksichtigt, welches nachgewiesenermaßen einen großen Einfluss auf die Kompetenzen junger Kinder zu haben scheint (Lehrl, 2018). Des Weiteren könnte die Untersuchung indirekter Effekte über die Ausgangskompetenz als Mediator auf das Kompetenzwachstum dazu beitragen, Hinweise auf eine frühzeitige Entstehung sozialer und migrationsbedingter Disparitäten zu finden. All diese Erkenntnisse könnten dann zu einer besseren und gezielten Förderung frühkindlicher NK beitragen.

## 4.9 Literaturverzeichnis

Adams, R. J., Wu, M. L. & Wilson, M. R. (2015). ACER ConQuest: Generalised Item Response Modelling Software (Version 4) [Computer software]. Camberwell, England: Australian Council for Educational Research.

Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I. et al. (1997). *TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske & Budrich.

Baumert, J., Maaz, K., Stanat, P. & Watermann, R. (2009). Schulkomposition oder Institution − was zählt? Schulstrukturen und die Entstehung schulformspezifischer Entwicklungsverläufe. *Die deutsche Schule, 101,* 33–46.

Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (2006). Schulstruktur und die Entstehung differenzieller Lern- und Entwicklungsmilieus. In J. Baumert, P. Stanat & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit* (S. 95–188). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Baumert, J., Watermann, R. & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. Ein institutionelles und individuelles Mediationsmodell. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 6*(1), 46–72.

Bellin, N. (2009). Klassenkomposition, Migrationshintergrund und Leistung. Mehrebenenanalysen zum Sprachund Leseverständnis von Grundschülern. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G., & von Maurice, J. (2011). Education as a lifelong process: The German National Educational Panel Study (NEPS), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Sonderheft 14): VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Blumberg, E., Hardy, I. & Möller, K. (2008). Anspruchsvolles naturwissenschaftsbezogenes Lernen im Sachunterricht der Grundschule - auch für Mädchen? *Zeitschrift für Grundschulforschung, 1*(2), 59–72.

Bybee, R., McCrae, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(8), 865–883. https://doi.org/10.1002/tea.20333

Ditton, H. & Krüsken, J. (2006). Sozialer Kontext und schulische Leistungen − zur Bildungsrelevanz segregierter Armut. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation, 26*(2), 135–157.

Dollmann, J. (2010). Türkischstämmige Kinder am ersten Bildungsübergang. Primäre und sekundäre Herkunftseffekte. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Dumont, H., Neumann, M., Maaz, K. & Trautwein, U. (2013). Die Zusammensetzung der Schülerschaft als Einflussfaktor für Schulleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 60*(3), 163–183. https://doi.org/10.2378/peu2013.art14d

Dumont, H., Neumann, M., Nagy, G., Becker, M. & Rose, N. (2013). Einfluss der Klassenkomposition auf die Leistungsentwicklung in Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 60*(3), 198–213. https://doi.org/10.2378/peu2013.art16d

Fischer, L., Rohm, T., Gnambs, T. & Carstensen, C. (2016). *Linking the Data of the Competence Tests* (NEPS Survey Paper No. 1). Bamberg, Germany: Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Ganzeboom, H. B. G., Graaf, P. M. de & Treiman, D. J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research, 21*(1), 1–56. https://doi.org/10.1016/0049-089X(92)90017-B

Gresch, C. (2016). Ethnische Ungleichheit in der Grundschule. In C. Diehl, C. Hunkler & C. Kristen (Hrsg.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf. Mechanismen, Befunde, Debatten* (S. 475–515). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04322-3_11

Gröhlich, C., Guill, K., Scharenberg, K. & Bos, W. (2010). Differenzielle Lern- und Entwicklungsmilieus beim Erwerb der Lesekompetenz in den Jahrgangsstufen 7 und 8. In W. Bos & C. Gröhlich (Hrsg.), *KESS 8 – Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (S. 100–106). Münster: Waxmann.

Hahn, I. & Schöps, K. (2019). Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Frühe Bildung, 8*(1), 3–12. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000405

Hahn, I., Schöps, K., Rönnebeck, S., Martensen, M., Hansen, S., Saß, S. et al. (2013). Assessing scientific literacy over the lifespan – A description of the NEPS science framework and the test development. *Journal for Educational Research Online, 5*(2), 110–138.

Hanushek, E. A. & Wößmann, L. (2015). The knowledge capital of nations: education and the economics of growth. Cambridge, MA: MIT Press.

Heinze, A., Herwartz-Emden, L. & Reiss, K. (2007). Mathematikkenntnisse und sprachliche Kompetenz bei Kindern mit Migrationshintergrund zu Beginn der Grundschulzeit. *Zeitschrift für Pädagogik, 53*(4), 562–581.

Hill, C. J., Bloom, H. S., Black, A. R. & Lipsey, M. W. (2008). Empirical Benchmarks for Interpreting Effect Sizes in Research. *Child Development Perspectives, 2*(3), 172–177. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2008.00061.x

Ivanov, S. (2011). Naturwissenschaftliche Kompetenz und fachbezogene Einstellungen. In U. Vieluf, S. Ivanov & R. Nikolova (Hrsg.), *KESS 10/11. Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern an Hamburger Schulen am Ende der Sekundarstufe I und zu Beginn der gymnasialen Oberstufe HANSE – Hamburger Schriften zur Qualität im Bildungswesen* (Bd. 10, S. 183–214). Münster: Waxmann.

Ivanov, S. & Nikolova, R. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenzen. In W. Bos & C. Gröhlich (Hrsg.), *KESS 8 − Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (S. 79–99). Münster: Waxmann.

Kähler, J. (2019a). *NEPS Technical Report for Science: Scaling Results of Starting Cohort 2 for Grade 1* (NEPS Survey Paper No. 58). Bamberg, Germany: Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Kähler, J. (2019b). *NEPS Technical Report for Science: Scaling Results of Starting Cohort 2 for Grade 3* (NEPS Survey Paper No. 60). Bamberg, Germany: Leibniz Institute for Educational Trajectories, National Educational Panel Study.

Köller, O. & Baumert, J. (2018). Schulische Leistungen und ihre Messung. In W. Schneider & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (8. Aufl., S. 663–680). Weinheim: Beltz.

Lehrl, S. (2018). Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter. Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung. Wiesbaden: Springer VS.

Lüdtke, O., Robitzsch, A. & Grund, S. (2017). Multiple imputation of missing data in multilevel designs. A comparison of different strategies. *Psychological Methods, 22*(1), 141–165. https://doi.org/10.1037/met0000096

Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2008). Effects of the Home Learning Environment and Preschool Center Experience upon Literacy and Numeracy Development in Early Primary School. *Journal of Social Issues, 64*(1), 95–114.

Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T. & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule* (S. 161–193). Münster: Waxmann.

Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik, 45*(Beiheft), 176–191.

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. & Maczuga, S. (2016). Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. *Educational Researcher, 45*(1), 18–35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (2012). Mplus (Version 7.4) [Computer software]. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.

NICHD Early Child Care Research Network (2005). Early Child Care and Children's Development in the Primary Grades: Follow-Up Results From the NICHD Study of Early Child Care. *American Educational Research Journal, 42*(3), 537–570.

Niklas, F., Segerer, R., Schmiedeler, S. & Schneider, W. (2012). Findet sich ein „Matthäus-Effekt" in der Kompetenzentwicklung von jungen Kindern mit oder ohne Migrationshintergrund? *Frühe Bildung, 1*(1), 26–33. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000022

Nikolova, R. (2011). Grundschulen als differenzielle Entwicklungsmilieus. Objektive Kontextmerkmale der Schülerzusammensetzung und deren Auswirkungen auf die Mathematik- und Leseleistungen. Münster: Waxmann.

OECD (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006. Paris, France: OECD Publishing.

OECD (2018). PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science. Paris, France: OECD Publishing.

Opdenakker, M.-C. & van Damme, J. (2001). Relationship between school composition and characteristics of school process and their effect on mathematics achievement. *British Educational Research Journal, 27*(4), 407–432.

Opdenakker, M.-C., van Damme, J., Fraine, B. de, van Landeghem, G. & Onghena, P. (2002). The Effect of Schools and Classes on Mathematics Achievement. *School Effectiveness and School Improvement, 13*(4), 399–427. https://doi.org/10.1076/sesi.13.4.399.10283

Oppermann, E., Brunner, M., Eccles, J. S. & Anders, Y. (2017). Uncovering young children's motivational beliefs about learning science. *Journal of Research in Science Teaching, 55* (3), 399–421. https://doi.org/10.1002/tea.21424

Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschatliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (Empirische Erziehungswissenschaft 2013/14). Münster: Waxmann

Verlag. Verfügbar unter http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783830979906

RStudio Team. (2015). RStudio: Integrated Development for R (Version 3.5.2) [Computer software]. Boston, MA: RStudio, Inc.

Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Heitmann, P., Schöps, K., Prenzel, M. & Nagy, G. (2017). Die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der 9. zur 10. Klasse bei PISA und den Bildungsstandards unter Berücksichtigung geschlechts- und schulartspezifischer Unterschiede sowie der Zusammensetzung der Schülerschaft. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 20*(2), 151–176. https://doi.org/10.1007/s11618-017-0754-2

Schroedter, J. H., Lechert, Y. & Lüttinger, P. (2006). ZUMA-Methodenbericht 2006/08. Die Umsetzung der Bildungsskala ISCED-1997 für die Volkszählung 1970, die Mikrozensus-Zusatzerhebung 1971 und die Mikrozensen 1976-2004 (Version 1).

Schwippert, K., Wendt, H. & Tarelli, I. (2012). Lesekompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. In W. Bos, I. Tarelli, A. Bremerich-Vos & K. Schwippert (Hrsg.), *IGLU 2011. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 191–207). Münster: Waxmann.

Stanat, P., Schwippert, K. & Gröhlich, C. (2010). Der Einfluss des Migrantenanteils in Schulklassen auf den Kompetenzerwerb. Längsschnittliche Überprüfung eines umstrittenen Effekts. *Zeitschrift für Pädagogik, 55*(Beiheft), 147–164.

Van Ewijk, R. & Sleegers, P. (2010). The effect of peer socioeconomic status on student achievement. A meta-analysis. *Educational Research Review, 5*(2), 134–150. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.02.001

Walter, O. (2008). Ethno-linguale Kompositionseffekte in neunten Klassen: Befunde aus der Klassenstichprobe von PISA 2006. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 10,* 169–184.

Walter, O., Senkbeil, M., Rost, J., Carstensen, C. & Prenzel, M. (2006). Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der neunten zur zehnten Klassenstufe: Deskriptive Befunde. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand et al. (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 88–118). Münster: Waxmann.

Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K. & Kasper, D. (2016). TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

# 5 Gesamtdiskussion

## 5.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Forschungsarbeit hat sich die Untersuchung der naturwissenschaftlichen Kompetenz (NK) in der frühen Kindheit sowie möglicher Einflussfaktoren aus Elternhaus und institutionellen Einrichtungen zum Ziel gesetzt. Dazu wurden die Daten der Startkohorte 2 des Nationalen Bildungspanels (NEPS) für quer- und längsschnittliche Analysen genutzt.

Im Folgenden werden zunächst die wichtigsten Ergebnisse der drei Studien dieser Arbeit zusammengefasst und kurz diskutiert. Darauf aufbauend erfolgt eine studienübergreifende Diskussion der Befunde. Anschließend werden die Limitationen der Studienergebnisse dargestellt und ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen ein Ausblick auf zukünftige Forschungsarbeiten gezogen.

### *5.1.1 Studie 1: Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern*

In der ersten Studie dieser Arbeit wurde die NK von Vorschulkindern untersucht. Dazu wurden die Daten der ersten Welle aus Startkohorte 2 des NEPS (Blossfeld, Roßbach & von Maurice, 2011) verwendet, in der Kompetenzdaten von 2 931 Kindergartenkindern im Alter von 4 bis 6 Jahren vorlagen. Mit Hilfe eines Mehrebenen-Pfadmodells wurden die Effekte verschiedener Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten auf die NK der Kinder untersucht. Zusätzlich wurde untersucht, inwiefern sich mediierende Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale im Kindergartenalter über den rezeptiven Wortschatz auf die NK zeigen. Ziel dieser Studie war damit, frühe Disparitäten von Kindergartenkindern im Bereich der NK zu erkennen und dadurch mögliche Ansatzpunkte frühkindlicher Unterstützung und Förderung für den Aufbau NK zu ermitteln.

Die Analysen dieser Untersuchung ergaben für das Elternhaus signifikante Effekte des sozialen Hintergrundes der Kinder. So zeigte sich beispielsweise, dass Kinder, die eine geringere Menge an Büchern Zuhause besaßen (als Maß für die elterliche Investitionsbereitschaft in Kulturkapital), auch eine geringere NK aufwiesen als ihre Peers mit einer größeren Anzahl an Büchern Zuhause. Damit konnten bestehende Befunde aus Grundschuluntersuchungen (Wendt et al., 2016) auch für den Kindergarten repliziert werden. Darüber hinaus erwies sich neben sozialen Aspekten des familiären Hintergrundes auch der häusliche Sprachgebrauch als relevanter Prädiktor der frühen NK. Kinder, die Zuhause eine andere Sprache als Deutsch sprachen, wiesen im Vergleich zu ihren Peers mit deutscher Muttersprache eine geringere NK auf. Es konnte somit ein Effekt des häuslichen Sprachgebrauchs für die NK nachgewiesen werden, der mit dem Effekt auf die sprachliche und die mathematische Kompetenz vergleichbar ist (Anders et al., 2012; Dubowy, Ebert, von

Maurice & Weinert, 2008; Ebert et al., 2013; Morgan, Farkas, Hillemeier & Maczuga, 2016). Neben der im Elternhaus gesprochenen Sprache diente auch der rezeptive Wortschatz als Prädiktor der NK und ging als direktes Maß sprachlicher Kompetenz mit in die Analysen ein. Es ergab sich, dass der mit dem *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT, Roßbach, Tietze & Weinert, 2005) gemessene rezeptive Wortschatz der stärkste Prädiktor der NK war. Höhere Wortschatzfähigkeiten gingen mit einer höheren NK einher. Dabei erwies sich auch das sprachliche Kompetenzniveau innerhalb eines Kindergartens als relevanter Prädiktor für die NK. In den Kindergärten, in denen ein höheres Wortschatzniveau vorlag, konnte auch ein höheres Niveau an NK gefunden werden. Demzufolge steht nicht nur die eigene sprachliche Kompetenz mit der eigenen NK in Zusammenhang. Auch das Niveau sprachlicher Kompetenz innerhalb des Kindergartens kann die NK beeinflussen. Zusammengenommen lässt sich somit ein guter Ansatzpunkt einer frühen Förderung NK aufzeigen: der Aufbau und die Förderung sprachlicher Kompetenz kann auch den Aufbau der NK unterstützen. Durch kombinierte Aktivitäten und Lernmöglichkeiten können Eltern sowie das pädagogische Personal im Kindergarten den Aufbau dieser beiden Kompetenzen unterstützen und fördern. Die Bedeutsamkeit sprachlicher Kompetenz für die NK wird noch klarer, wenn die indirekten Effekte des sozialen und migrationsbedingten Hintergrundes der Kinder betrachtet werden. Demnach gingen mit einer anderen häuslichen Sprache als Deutsch, einem Migrationshintergrund, einer geringeren Anzahl an Büchern und einer geringeren elterlichen Bildung genau dann eine geringere NK einher, wenn auch die Wortschatzfähigkeiten geringer ausfielen. Damit wird deutlich, dass eine frühe Förderung sprachlicher Kompetenz nicht nur die Möglichkeit bietet, den Aufbau NK positiv zu beeinflussen, sondern auch zu einer Reduzierung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten im Kindergartenalter beitragen kann. Gerade Kinder mit Migrationshintergrund bzw. mit einer anderen Sprache als Deutsch Zuhause könnten von einem Kindergartenbesuch in Bezug auf ihre sprachliche und naturwissenschaftliche Kompetenzentwicklung profitieren (Becker, 2010, 2012; Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016). Jedoch zeigt sich immer noch, dass gerade diese Kinder im Vergleich zu Gleichaltrigen ohne Migrationshintergrund seltener Kindertagesbetreuungsangebote in Anspruch nehmen (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020).

Neben dem Elternhaus scheint auch der Kindergarten als wichtige Lernumgebung zu dem frühen Kompetenzaufbau junger Kinder beizutragen: es ergab sich ein positiver Effekt eines naturwissenschaftlichen Schwerpunktes im Kindergarten auf die NK. D.h. Kinder aus Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt zeigten ein höheres Kompetenzniveau

als Kinder aus Kindergärten ohne oder mit einem anderen Schwerpunkt. Somit scheinen Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, wie z. B. *Haus-der-kleinen-Forscher-Kindergärten* (Anders et al., 2013), zu einer höheren NK ihrer Kinder beitragen zu können. Dabei stellt sich die Frage, worin sich Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt von Kindergärten ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt bzw. mit einem anderen Schwerpunkt unterscheiden und welche dieser Unterschiede hinter dem gefundenen Effekt des Schwerpunktes stehen. Aspekte wie z. B. die durchgeführten Aktivitäten, die vorhandenen Lernmaterialien oder das Engagement des pädagogischen Personals stellen mögliche Einflussgrößen dar, die zu einer höheren NK der Kinder beitragen könnten. In dieser Studie konnten für die erfassten Aktivitäten keine signifikanten Effekte auf die NK gefunden werden. Dieser Befund kann dadurch begründet sein, dass vornehmlich Daten zu schriftsprachlichen und mathematischen Aktivitäten zur Verfügung standen und die Erfassung der für die NK relevanten Aktivitäten und Lerngelegenheiten nicht ausreichend bzw. nicht reliabel war. Zukünftige Studien sollten daher naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten umfangreicher berücksichtigen, um eine bessere Interpretation des Effekts eines naturwissenschaftlichen Schwerpunktes zu ermöglichen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bereits im Kindergarten sozial- und migrationsbedingte Disparitäten in der NK der Kinder vorliegen. Als Ansatzpunkt für eine frühe Förderung der NK sowie den Umgang mit den beschriebenen Disparitäten hat sich die sprachliche Kompetenz der Kinder herausgestellt. Der rezeptive Wortschatz hat sich nicht nur als direkter Prädiktor für die NK erwiesen, sondern fungierte auch als Mediator für die untersuchten Strukturmerkmale. Eine frühzeitige Förderung sprachlicher Kompetenz kann demnach dazu beitragen die Nachteile von Kinder aus sozial schwächeren Familien oder mit Migrationshintergrund in Bezug auf ihre Kompetenzentwicklung zu reduzieren. Dabei kann auch der Besuch einer Bildungsinstitution wie dem Kindergarten helfen, die Kinder frühestmöglich an die Naturwissenschaften heranzuführen und eine Grundlage für den Aufbau NK zu ermöglichen.

### *5.1.2 Studie 2: The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children*

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Studie wurde mit der zweiten Studie die Entwicklung der NK vom Kindergarten bis zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule untersucht. Hierzu wurden die NEPS-Daten der Welle 1 (Kindergarten), 3 (erste Jahrgangsstufe) und 5 (dritte Jahrgangsstufe) der Startkohorte 2 verwendet (Blossfeld et al., 2011). Aufgrund eines Problems bei der Stichprobenziehung ging beim Übergang vom Kindergarten in die Grundschule (Welle 1) ein Großteil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

des Längsschnitts verloren. Von den 2 937 Kindern im Kindergartenalter (Welle 1) konnten in der ersten Jahrgangsstufe (Welle 3) nur noch 534 Kinder erneut getestet werden. In der dritten Jahrgangsstufe (Welle 5) lagen dann nur noch Kompetenzdaten von 479 Kindern vor. Um mit diesem Datenausfall umzugehen, wurde eine multiple Imputation durchgeführt. Die imputierten Datensätze wurden dann in latenten Wachstumskurvenmodellen verwendet, um die Entwicklung der NK abzubilden. Dabei wurden erneut die Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten auf die NK und deren Entwicklung untersucht. Diese Längsschnittuntersuchung hatte zum Ziel, die Entwicklung der NK abzubilden und darüber hinaus die gefundenen Disparitäten im Kindergarten im Hinblick auf ihre Persistenz zu untersuchen.

Im ersten Wachstumskurvenmodell wurde zunächst die Entwicklung der NK über die drei Messzeitpunkte spezifiziert. Es zeigte sich erwartungskonform ein (lineares) Wachstum der NK vom Kindergarten zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule. Zusätzlich ergaben sich anfängliche Unterschiede in der NK zum ersten Messzeitpunkt (vgl. Studie 1). Kinder unterschieden sich bereits im Kindergarten bezüglich ihrer NK (Hahn & Schöps, 2019; Morgan et al., 2016). Bei der Betrachtung des Wachstums der NK zeigten sich überraschenderweise jedoch keine interindividuellen Unterschiede. Demnach schienen sich die Kinder in ihrem naturwissenschaftlichen Kompetenzwachstum nicht zu unterscheiden. Das bedeutet, bestehende Unterschiede im Kindergarten blieben somit über die Zeit in der Grundschule weitestgehend bestehen. Vergleichbares konnte auch bei Morgan et al. (2016) in den Vereinigten Staaten gezeigt werden. Es bleibt anzumerken, dass die Ergebnisse aufgrund des Datenverlustes vorsichtig interpretiert werden sollten. Weitere Längsschnittuntersuchungen sind nötig, um die fehlenden Wachstumsunterschiede zu replizieren.

In das zweite Wachstumskurvenmodell wurden die Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten aufgenommen. Damit sollte untersucht werden, welche Merkmale einen Effekt auf die anfängliche NK und deren Entwicklung haben. Da sich in Bezug auf die Entwicklung der NK keine Unterschiede und damit keine Varianz ergeben hatten, erwies sich auch keines der untersuchten Merkmale als signifikanter Prädiktor für das Wachstum NK. Es ergaben sich aber vergleichbare Effekte zu den in Studie 1 gefundenen Effekten der untersuchten Merkmale auf die Ausgangskompetenz im Kindergarten. Die Sprache Zuhause und die Anzahl an Büchern Zuhause sowie das Vorliegen eines naturwissenschaftlichen Schwerpunktes im Kindergarten zeigten auch in dieser Untersuchung signifikante Effekte auf die anfängliche NK. Insgesamt hat sich damit der familiäre Hintergrund eines Kindes für seinen Kompetenzaufbau und dessen Entwicklung als bedeutsam erwiesen.

Es kann festgehalten werden, dass sich auch in Studie 2 bestehende sozial- und migrationsbedingte Disparitäten im Kindergarten gezeigt haben. Aufgrund der fehlenden interindividuellen Unterschiede im Wachstum der NK konnte darüber hinaus aufgezeigt werden, dass diese Disparitäten über die Zeit in der Grundschule bestehen blieben. Der Besuch eines Kindergartens mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt scheint eine Möglichkeit zu sein, der Entwicklung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten entgegenzuwirken. Dabei bleibt weiterhin offen, welche Prozesse hinter dem Effekt des naturwissenschaftlichen Schwerpunktes stehen. In jedem Fall erweist sich eine frühzeitige Förderung als bedeutsam, die nicht erst mit der Grundschule, sondern bereits im Kindergarten beginnen sollte.

### *5.1.3 Studie 3: Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule*

In der dritten Studie dieser Arbeit wurde untersucht, wie sich die NK in der Grundschule entwickelt und inwiefern neben bekannten Familienmerkmalen auch die Zusammensetzung der Schülerschaft einer Klasse (Kompositionsmerkmale) einen Effekt auf die NK und ihre Entwicklung hat. Dazu wurden die NEPS-Daten aus Welle 3 (erste Jahrgangsstufe) und 5 (dritte Jahrgangsstufe) der Startkohorte 2 verwendet (Blossfeld et al., 2011). Diese umfassten aufgrund einer Auffüllstichprobe in Welle 1 insgesamt Kompetenzdaten von 6 492 Schülerinnen und Schülern. Mit Hilfe von Effektstärken wurde das Wachstum der NK berechnet und mit Mehrebenanalysen wurden die Effekte von Familien- und Kompositionsmerkmalen auf das Wachstum der NK untersucht. Ziel war es, das Wachstum der NK in der Grundschule zu untersuchen und darüber hinaus institutionelle Merkmale zu ermitteln, die beim Wachstum der NK eine Rolle spielen.

Die berechnete Effektstärke für das Wachstum von der ersten zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule ergab einen deutlichen Zuwachs der NK über die zwei Schuljahre ($d$ = 1.39) und lag damit deutlich über den Effekten, die in der Sekundarstufe gefunden wurden (Effekte für ein Schuljahr: TIMSS: $d$ = .33, Baumert et al., 1997; PISA: $d$ = .24, Walter, Senkbeil, Rost, Carstensen & Prenzel, 2006). Dieses Ergebnis stützt damit die Vermutung, dass es auch für den Bereich der NK nicht-lineare Lernzuwächse gibt, was bedeutet, dass die Lernzuwächse in den höheren Jahrgangsstufen immer weiter abnehmen (Köller & Baumert, 2018).

Zur Untersuchung der Effekte von Familien- und Kompositionsmerkmalen auf das Wachstum der NK wurde zunächst die Ausgangskompetenz aus der ersten Jahrgangsstufe in das Mehrebenmodell aufgenommen. Diese erwies sich erwartungskonform auch unter der Hinzunahme anderer Variablen auf Individualebene als stärkster Prädiktor für den Kompetenzzuwachs (Baumert, Stanat & Watermann, 2006; Dumont, Neumann, Nagy, Becker & Rose, 2013; Schiepe-Tiska et al., 2017). Darüber hinaus stand auch der soziale Hintergrund

der Schülerinnen und Schüler in Zusammenhang mit dem Wachstum der NK: eine höhere elterliche Bildung, ein höherer SES sowie eine höhere Anzahl an Büchern Zuhause stellten sich als relevante Prädiktoren für das Wachstum der NK heraus (Baumert et al., 2006; Ivanov & Nikolova, 2010; Stanat, Schwippert & Gröhlich, 2010; Walter, 2008; Wendt et al., 2016). Für die Kompositionsmerkmale wurden die Angaben der Lehrerinnen und Lehrer zur Zusammensetzung der Schülerschaft verwendet. Auch auf Klassenebene wurde die (mittlere) Ausgangskompetenz der ersten Jahrgangsstufe berücksichtigt (aggregiert über die einzelnen Kompetenzen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler einer Klasse) und erwies sich als stärkster Prädiktor für den Zuwachs NK. Ein höheres Kompetenzniveau der Klasse in der ersten Jahrgangsstufe hing demnach mit einem höheren Kompetenzwachstum der Schülerinnen und Schüler zusammen. Des Weiteren ergab sich ein signifikant negativer Effekt der Anzahl an Schülerinnen und Schülern mit niedrigem SES auf das Wachstum NK. Dabei fiel das Kompetenzwachstum geringer aus, wenn die besuchte Klasse einen höheren Anteil an Kindern mit geringerem SES aufwies. Damit zeigte sich für den sozialen Hintergrund nicht nur ein direkter Effekt auf das Kompetenzwachstum, sondern auch ein Effekt über die Klassenkomposition. Der Effekt der sozialen Zusammensetzung der Klasse änderte sich auch nicht, wenn die Anzahl der Stunden an Heimat- und Sachunterricht (naturwissenschaftsbezogener Unterricht) in das Mehrebenmodell aufgenommen wurden. Die Stundenzahl hatte auch einen signifikanten Effekt auf das Wachstum der NK. Demnach kann durch eine Erhöhung der Stunden an naturwissenschaftlichem Unterricht auch das Wachstum NK erhöht werden. Da die Anzahl an Unterrichtsstunden in der Grundschule recht begrenzt ist, kann womöglich die Nachmittagsbetreuung einen wichtigen Schlüsselbereich für diesen Befund darstellen. Mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften, Workshops oder themenbezogenen Ausflügen kann die Nachmittagsbetreuung Möglichkeiten bieten, Kindern die Naturwissenschaften näher zu bringen und erste Erfahrungen mit Experimenten und naturwissenschaftlichem Arbeiten zu sammeln.

Zusammenfassend liefert diese Studie erste Erkenntnisse über das Wachstum NK in der Grundschule und möglicher Einflussgrößen aus Elternhaus und Klasse. Dabei zeigte sich erneut der soziale Hintergrund als relevante Größe in Bezug auf den Kompetenzzuwachs – auch unter Berücksichtigung der Ausgangskompetenz in der ersten Jahrgangsstufe. Daneben erwiesen sich die soziale Zusammensetzung der Schülerschaft sowie die Stundenzahl an naturwissenschaftsbezogenem Unterricht als signifikante Merkmale für das Kompetenzwachstum in den Naturwissenschaften. Es bleibt die Frage, wie die Befunde bei der zukünftigen Zusammensetzung von Klassen sowie dem bestehenden Curriculum der

Grundschule berücksichtigt werden können. Womöglich bietet die Nachmittagsbetreuung (die an vielen Grundschulen angeboten wird) die Möglichkeit, Aktivitäten zur Vermittlung NK zu integrieren, um den gefunden Disparitäten entgegenzuwirken.

## 5.2 Studienübergreifende Diskussion der Befunde

Das Ziel dieser Arbeit und den darin enthaltenen Artikeln war die Untersuchung der NK in der frühen Kindheit und möglicher Einflussgrößen aus dem frühen Lernumfeld junger Kinder. Damit sollte zum einen untersucht werden, ob sich analog zu anderen Domänen wie Lesen oder Mathematik ebenfalls bereits vor der Grundschule Disparitäten in der NK zeigen und wie sich diese über die Grundschulzeit entwickeln. Zum anderen sollten mit der Untersuchung verschiedener Struktur- und Prozessmerkmale der frühkindlichen Lernumgebungen mögliche Ansatzpunkte für die Reduzierung dieser Disparitäten aufgezeigt werden. Demnach sollte diese Arbeit auch praktische Vorschläge liefern, wie der Entstehung und Persistenz früher Disparitäten in der NK entgegengewirkt werden kann.

Das zentrale Ergebnis aller drei Studien besteht darin, dass auch für die NK und ihre Entwicklung in der frühen Kindheit das *Elternhaus* eine entscheidende Rolle spielt. So ließen sich anhand der häuslichen Rahmenbedingungen einer Familie (z. B. die Sprache oder die Anzahl an Büchern) bereits im Kindergartenalter Kompetenzunterschiede zwischen den Kindern feststellen (Studie 1 und 2). Damit bestätigen sich in der frühen Kindheit gefundene Kompetenzunterschiede aus anderen Domänen wie Lesen oder Mathematik (Anders et al., 2012; Becker, Klein & Biedinger, 2013; Dubowy et al., 2008; Ebert et al., 2013; LeFevre et al., 2009; Lehrl, 2018; Melhuish et al., 2008; Wendt et al., 2016). Unter Berücksichtigung des rezeptiven Wortschatzes der Kinder konnten zudem wichtige indirekte Effekte dieser Strukturmerkmale auf die NK gezeigt werden (Studie 1). Damit wird deutlich, dass auch unter Berücksichtigung des Wortschatzes sozial- und migrationsbedingte Unterschiede im Kindergarten bestehen blieben, diese aber zu einem nicht geringen Anteil über die sprachliche Kompetenz vermittelt wurden. Bei der Entwicklung der NK ergab sich, dass die frühen sozial- und migrationsbedingten Disparitäten auch über die Zeit in der Grundschule bestehen blieben (Studie 2). Es scheint, dass die Kompensation dieser Kompetenzunterschiede demnach bis zur dritten Jahrgangsstufe nicht möglich war (Morgan et al., 2016). Kinder aus sozial schwächeren Familien oder mit Migrationshintergrund wiesen auch über die Zeit in der Grundschule geringere NK auf als ihre Peers ohne soziale Benachteiligung oder Migrationshintergund. Damit zeigten sich vergleichbare Ergebnisse zu Studien, die die Persistenz und sogar Verstärkung der sozialbedingten Disparitäten bereits für den Bereich der mathematischen Kompetenz darlegen konnten (Helbling, Tomasik & Moser, 2019; Viesel-Nordmeyer, Schurig,

Bos & Ritterfeld, 2019). Auch Studie 3, die den Kompetenzzuwachs von der ersten zur dritten Jahrgangsstufe der Grundschule untersuchte, ergab signifikante Effekte der Strukturmerkmale des Elternhauses. Damit ließen sich bestehende Befunde über den Zusammenhang von Strukturmerkmalen des Elternhauses mit anderen Domänen wie Lesen und Mathematik auch für die NK bestätigen (Baumert et al., 2006; Ivanov & Nikolova, 2010; Stanat et al., 2010; Walter, 2008; Wendt et al., 2016). Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass für die NK – ähnlich wie für die mathematische oder sprachliche Kompetenz – bereits ab dem Kindergarten sozial- und migrationsbedingte Disparitäten vorliegen, die über die Zeit in der Grundschule bestehen bleiben. Diese Disparitäten werden dabei auch über die sprachliche Kompetenz der Kinder vermittelt.

Es kann somit aufbauend auf den gefundenen Erkenntnissen festgestellt werden, dass das Elternhaus den ersten Ansatzpunkt für die Reduzierung früher Disparitäten darstellt (Lehrl, 2018). Auch wenn sich für die in diesen Studien untersuchten Prozessmerkmale keine signifikanten Effekte ergeben haben, was auf die eingeschränkte Erfassung naturwissenschaftlicher Aktivitäten zurückgeführt werden kann, belegen zahlreiche Studien die Bedeutsamkeit des häuslichen Lernumfeldes für die frühkindliche Kompetenzentwicklung (Anders et al., 2012; Ebert et al., 2013; LeFevre et al., 2009; Melhuish et al., 2008; Morgan et al., 2016; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; Niklas & Schneider, 2017). Eine höhere Anregungsqualität, die mit Hilfe von allgemeinen und domänenspezifischen Aktivitäten, Lerngelegenheiten und Interaktionen erreicht werden kann, schafft demnach eine erfahrungsreiche Lernumwelt für junge Kinder, in der sie spielerisch neues Wissen und neue Fähigkeiten erwerben können (Gelman & Kalish, 2006), aber auch bestehende, naive Vorstellungen und Konzepte durch wissenschaftlich haltbare Konzepte korrigieren und ersetzen können (Möller & Steffensky, 2010). Damit verdeutlicht sich die Notwendigkeit, die Eltern stärker in die Bildungsarbeit ihrer Kinder einzubeziehen (Anders, 2013). Gerade in Familien mit schlechteren Rahmenbedingungen (geringer SES, Migrationshintergund oder geringe Bildung der Eltern) hat sich gezeigt, dass die Qualität der häuslichen Prozessmerkmale geringer ausfiel und z. B. weniger anregende Aktivitäten unternommen wurden (Bradley, Corwyn, McAdoo & Coll, 2001; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; Sylva, Melhuish, Sammons, Siraj-Blatchford & Taggart, 2010). Um den sozial- und migrationsbedingten Disparitäten entgegenzuwirken, bedarf es jedoch gerade in diesen Familien einer höheren Anregungsqualität. Um Familien (unabhängig von ihren Rahmenbedingungen) diesbezüglich zu unterstützen, könnte eine enge Zusammenarbeit mit Krippen, Kindergärten, Grundschulen und Nachmittagsbetreuungen angestrebt werden. Mit

Hilfe eines gemeinsamen Förderplans, der spezifische Lernziele für die Kinder umfassen sollte, könnten die Aktivitäten und Lerngelegenheiten in frühkindlichen Bildungseinrichtungen durch sinnvolle Aktivitäten im Elternhaus ergänzt und unterstützt werden. Auch könnten Anreizsysteme (Gutscheine für Tierparks, Museen oder Vergleichbares) dazu beitragen, die Motivation von Eltern in Bezug auf die Durchführung von naturwissenschaftlichen Aktivitäten im Elternhaus zu erhöhen. Um ein solches Programm aufzubauen, bedarf es umsetzbarer und kindgerechter Aktivitäten für den Bereich der Naturwissenschaften. Es mangelt zurzeit jedoch noch an Studien, die sich einer umfassenden und domänenspezifischen Untersuchung häuslicher und institutioneller Prozessmerkmale widmen und damit für die Entwicklung der NK relevante Aktivitäten und Lerngelegenheiten identifizieren könnten. Auch die NEPS-Daten enthalten nur wenige und vornehmlich schriftsprachliche und mathematische Aktivitäten, die das häusliche und institutionelle Lernumfeld nur rudimentär abdecken können. Daher bedarf es weiterer Studien, die versuchen, die für die NK relevanten (naturwissenschaftlichen) Prozessmerkmale im Elternhaus zu identifizieren, um damit eine Grundlage für einen strukturierten Aktivitätenplan im Elternhaus zu ermöglichen. Darüber hinaus könnten dann auch die Effekte der Strukturmerkmale besser abgebildet und mögliche Mediationseffekte aufgedeckt werden.

Die Bedeutsamkeit der *sprachlichen Kompetenz* für die NK stellt sich als zweiter wichtiger Befund dieser Arbeit heraus. Studie 1 konnte darlegen, dass sich der rezeptive Wortschatz unter Berücksichtigung des familiären Hintergrundes sowie allgemeiner Prozesse in Elternhaus und Kindergarten als der stärkste Prädiktor für die NK erwiesen hat und das sowohl auf Kind- als auch auf Kindergartenebene. Vergleichbares konnte bereits für den Bereich der mathematischen Kompetenz gezeigt werden, wo sich ebenfalls ein starker Zusammenhang zwischen sprachlicher und mathematischer Kompetenz nachweisen ließ (Heinze, Herwartz-Emden & Reiss, 2007; Viesel-Nordmeyer, Ritterfeld & Bos, 2020). Wie bereits erwähnt, erwies sich der Wortschatz auch als ein wichtiger Mediator für sozial- und migrationsbedingte Disparitäten. Kinder aus sozial schwächeren Familien oder mit Migrationshintergrund zeigten genau dann eine geringe NK, wenn auch ihr Wortschatz geringer ausfiel. In diesem Zusammenhang scheint es erwähnenswert, dass sich die sprachliche Kompetenz im Kindesalter auch als Mediator für den Einfluss von grundlegenden kognitiven Fähigkeiten auf die mathematische Kompetenz erwiesen hat (Viesel-Nordmeyer et al., 2020). Demnach spielen nicht nur häusliche und institutionelle Struktur- und Prozessmerkmale sowie die sprachliche Kompetenz in der frühen Kindheit eine entscheidende Rolle für den Aufbau und die Entwicklung von Kompetenzen. Auch der Einfluss grundlegender kognitiver Fähigkeiten

muss berücksichtigt werden (Daseking & Petermann, 2011; Grube & Hasselhorn, 2006; Kempert, Schalk & Saalbach, 2019; Krajewski, 2008). So konnte dargelegt werden, dass der Zusammenhang zwischen Rechtschreib- und Mathematikleistungen von der zweiten bis zur vierten Jahrgangsstufe unter Berücksichtigung von Intelligenzmaßen deutlich geringer und nur noch in der vierten Jahrgangsstufe signifikant ausfiel (Grube & Hasselhorn, 2006). Ähnliches zeigte sich bei Daseking und Petermann (2011), die feststellten, dass neben der sprachlich-grammatikalischen Kompetenz auch die visuelle selektive Aufmerksamkeit und die verbalen Gedächtnisleistungen für die Entwicklung von Lesen, Rechnen und Rechtschreibung in der Grundschule von Bedeutung sind. Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass Kindergartenkindern mit Defiziten in den exekutiven Funktionen (z. B. Arbeitsgedächtnis) ein erhöhtes Risiko für Schwierigkeiten in den Domänen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften während der Grundschulzeit aufwiesen (Morgan et al., 2019). Es muss daher vermutet werden, dass der gefundene Zusammenhang zwischen der sprachlichen Kompetenz und der NK zu einem bestimmten Anteil auch auf allgemein kognitive Fähigkeiten zurückzuführen ist. Es bedarf weiterer Untersuchungen, die neben den häuslichen und institutionellen Merkmalen des Lernumfeldes junger Kinder sowie deren sprachlicher Kompetenz auch kognitive Fähigkeiten wie z. B. Gedächtnisleistungen, Aufmerksamkeit oder Intelligenzmaße erfassen.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen lässt sich als zweiter Ansatzpunkt für die Reduzierung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten die sprachliche Kompetenz bestimmen. So stellt die wechselseitige Beziehung zwischen der sprachlichen Kompetenz, der kognitiven Entwicklung und dem Fachwissen (Kempert et al., 2019; Weinert, 2004) eine Möglichkeit dar, bereits frühzeitig den Aufbau und die Entwicklung NK zu unterstützen. Beim Aufbau einer anregenden Lernumwelt im Elternhaus oder auch im Kindergarten bieten sich daher gerade die Aktivitäten oder Lerngelegenheiten an, die mehrere Kompetenzbereiche berühren, um frühzeitig den Kompetenzaufbau von Kindern zu fördern. Zum Beispiel kann auf der einen Seite das Lesen von naturwissenschaftlichen Büchern oder die Durchführung und Dokumentation von kleinen naturwissenschaftlichen Experimenten Zuhause frühzeitig dazu beitragen, die NK von Kindern aufzubauen. Auf der anderen Seite kann das Benennen und Bestimmen von Tieren und Pflanzen sowie die Beschreibung naturwissenschaftlicher Prozesse zur Erweiterung des Wortschatzes und der Ausdrucksfähigkeit beitragen. Die Förderung der einen Kompetenz kann dann zu der Entwicklung der anderen Kompetenz beitragen. Ähnliches konnte bereits für die mathematische Kompetenz gezeigt werden (Niklas & Schneider, 2017). Schriftsprachliche Aktivitäten (z. B. gemeinsames Lesen, Anzahl an Büchern Zuhause oder

Büchereibesuche) standen in Zusammenhang mit der frühkindlichen numerischen Kompetenz sowie der mathematischen Kompetenz am Ende der Grundschulzeit. Domänenspezifische Aktivitäten und Lerngelegenheiten tragen somit zu einer höheren Anregungsqualität im Elternhaus bei (Kluczniok, Lehrl, Kuger & Roßbach, 2013). Somit steht weiterhin die Erhöhung der Anregungsqualität in den Lernumgebungen junger Kinder im Vordergrund. Um im Elternhaus die Häufigkeit und Qualität von Aktivitäten und damit auch die Kommunikation zwischen Kind und Eltern zu erhöhen, vor allem auch in Familien mit sozialen oder migrationsbedingten Nachteilen (Bradley et al., 2001; NICHD Early Child Care Research Network, 2005; Sylva et al., 2010), muss den Eltern eine Vielzahl an Aktivitäten oder Lerngelegenheiten vermittelt werden, auf die sie zurückgreifen können. So könnten naturwissenschaftliche Aktivitäten im Freien, die gemeinsam mit den Eltern unternommen werden, nicht nur bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichem Wissen und der Erweiterung des Wortschatzes helfen, sondern auch dazu beitragen das Interesse der Kinder für die Naturwissenschaften zu erhöhen, ihren Wert zu verdeutlichen und Eltern und Kinder gemeinsam an die Naturwissenschaften heranzuführen.

Neben dem Elternhaus kann – darauf lässt der dritte wichtige Befund dieser Arbeit schließen - auch der *Besuch eines Kindergartens* zum Aufbau NK in der frühen Kindheit beitragen. Kinder profitierten hinsichtlich ihrer NK von dem Besuch eines Kindergartens mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Studie 1 und 2). In früheren Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt dazu beigetragen haben, das Interesse an den Naturwissenschaften bei jungen Kindern zu erhöhen (Oppermann, Brunner, Eccles & Anders, 2018). Nun zeigt sich, dass der Besuch eines solchen Kindergartens auch einen Effekt auf die NK der Kinder hat. Dazu wäre es interessant zu untersuchen, inwiefern die Motivation im Hinblick auf die NK als Moderator oder Mediator für die Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale aus Elternhaus und Kindergarten (z. B. naturwissenschaftlicher Schwerpunkt) fungiert. Weiterhin bleibt jedoch offen, welche Aktivitäten und Lerngelegenheiten in Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt unternommen werden, die zu den gefundenen Kompetenzunterschieden beigetragen haben könnten. Es kann angenommen werden, dass der Effekt des Schwerpunktes auf den naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten, Lerngelegenheiten, Materialien und pädagogischen Elementen eines Kindergartens beruht. Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, wie z. B. die Teilnehmer der *Haus-der-kleinen-Forscher-Initiative* (Anders et al., 2013), verfügen u.a. über ein spezielles Konzept und passendes Equipment (Bücher, Spielzeug, Lernmaterialien), das besonders für den Aufbau früher NK geeignet ist. Darunter fällt auch die

Fortbildung des pädagogischen Personals, welche darauf abzielt, Erzieherinnen und Erziehern Wissen zu vermitteln, mit dessen Hilfe sie Kindern eigenständiges Forschen und Lernen ermöglichen können (Anders et al., 2013). Allerdings werden auch Kindergärten ohne expliziten naturwissenschaftlichen Schwerpunkt naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten, Lerngelegenheiten und Materialien anbieten. Daher sollten in zukünftigen Studien naturwissenschaftsbezogene Struktur- und Prozessmerkmale so präzise wie möglich erfasst werden, um untersuchen zu können, welche dieser Merkmale (quantitativ und qualitativ) einen Effekt auf die NK haben. Dies sollte es hoffentlich ermöglichen, die Entwicklung der NK im Kindergarten gezielt zu unterstützen.

Neben dem Effekt des naturwissenschaftlichen Schwerpunktes auf die NK im Kindergarten wurde in dieser Studie auch die Entwicklung der NK von Kindern aus Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt mit der Entwicklung der NK von Kindern aus Kindergärten ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt bzw. mit einem anderen Schwerpunkt verglichen. Die Längsschnittanalysen ergaben zwar keine interindividuellen Unterschiede im Wachstum der NK (Studie 2). Die Betrachtung der Kompetenzmittelwerte der beiden Gruppen zu den drei Messzeitpunkten legt jedoch eine Reduzierung der bestehenden Unterschiede nahe. Der Besuch eines Kindergartens mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt scheint demnach nur einen Kurzzeiteffekt zu haben, der während des Besuchs der Grundschule zu verschwinden scheint. Das lineare Wachstum der NK über die Zeit legt nahe, dass alle Kinder während der Grundschulzeit ihre NK steigern konnten. Die Kinder aus Kindergärten ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt konnten dazu noch den Rückstand zu ihren Peers mit naturwissenschaftlichen Schwerpunkt aufholen. Die Grundschule scheint also zu einer Reduzierung dieser Kompetenzunterschiede beigetragen zu haben. Dabei stellt sich jedoch die Frage, wie diese Reduzierung zustande gekommen ist. Haben die Kinder aus Kindergärten ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt nun die Kompetenz erworben, welche die Kinder aus Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt bereits erworben hatten? Und haben die Kinder aus Kindergärten mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt in der Grundschule weniger dazugelernt als es durch den Aufbau auf bestehendes Wissen möglich gewesen wäre? Zur Klärung dieser Fragen bedarf es weiterer Längsschnittuntersuchungen, die die Unterschiede im vermittelten Wissen im Kindergarten sowie die Inhalten des Curriculums naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule genauer betrachten.

In jedem Fall kann der Besuch eines Kindergartens als Gelegenheit für den frühzeitigen Aufbau NK und andere Kompetenzen angesehen werden. Der Kindergarten wird in Deutschland als erste Bildungseinrichtung junger Kinder verstanden, welche vielfältige

Bildungsziele erfüllen soll (z. B. kognitive, motorische, soziale und sprachliche Kompetenzentwicklung; Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020). Jedoch scheint aufgrund eines fehlenden Curriculums bzw. einer nicht vorhandenen Struktur im Bereich der Wissensvermittlung noch eine große Heterogenität in der Unterstützung des Kompetenzaufbaus junger Kinder zu bestehen. Daher starten Kinder mit sehr unterschiedlichen Wissensständen in die Grundschule. Nicht nur im Bereich der NK auch für die sprachliche und mathematische Kompetenz zeigten sich bereits vor Beginn der Grundschule signifikante Kompetenzunterschiede (Becker, 2012; Hahn & Schöps, 2019; Helbling et al., 2019; Morgan et al., 2016; Viesel-Nordmeyer et al., 2019). Aus diesem Grund stellt auch die Angleichung der Wissensstände der einzelnen Schülerinnen und Schüler eine elementare Aufgabe der Grundschule dar, um damit möglichst faire Voraussetzungen für den Fachunterricht in den weiterführenden Schulen zu ermöglichen (Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002). Gerade für Kinder aus sozial schwächeren Familien oder für Kinder mit Migrationshintergrund scheint dies jedoch nur schlecht zu funktionieren, sodass die Kompetenzunterschiede dieser Kinder zu ihren Peers ohne soziale oder migrationsbedingte Benachteiligung auch über die Grundschulzeit bestehen bleiben. Es wird deutlich, dass der Kindergarten einen wichtigen Bildungsort in der frühen Kindheit darstellt, der durch einen spielerisch gestalteten Umgang mit den Naturwissenschaften (z. B. mit kleinen Experimenten; Steffensky, Lankes, Carstensen & Nölke, 2012) eine frühzeitige Reduzierung dieser Disparitäten ermöglichen kann.

Das in diesem Zusammenhang zum 1. Januar 2019 in Kraft getretene „Gute-KiTa-Gesetz“ (Gesetz zur Weiterentwicklung der Qualität und zur Teilhabe in der Kindertagesbetreuung), durch das Bundesmittel für frühkindliche Betreuungseinrichtungen bereitgestellt werden sollen, kann diese strukturelle Qualitätsentwicklung unterstützen (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020). Dabei lassen sich verschiedene Ansatzpunkte zur Verbesserung der Qualität frühkindlicher Bildungseinrichtungen identifizieren. So sollte zum einen die Qualität der Strukturmerkmale frühkindlicher Bildungseinrichtungen verbessert werden. Dazu kann zum einen die Reduzierung des Fachkraft-Kind-Verhältnisses gezählt werden. Die Bertelsmann-Stiftung empfiehlt hierzu ein Verhältnis von 1:7,5 bei den über Dreijährigen, welches bisher nur in wenigen Regionen Deutschland erreicht wurde (Bertelsmann Stiftung, 2019). Zum anderen bedarf es fachgerechter Aus-, Fort- und Weiterbildungen des pädagogischen Personals. Als Zentrum der Umsetzung qualitativ hochwertiger pädagogischer Interaktionen mit dem Kind ist das pädagogische Personal die elementare Stellschraube für eine förderliche Anregungsqualität. Dabei müssen bei der Aus-, Fort- und Weiterbildung frühpädagogischer Fachkräfte standardisierte Vorgaben

gemacht werden, an denen sich die Ausgestaltung der fachschulischen und universitären Ausbildung orientieren soll. Inhalte, wie z. B. die Vermittlung von Wissen verschiedener Domänen mit Hilfe qualitativ hochwertiger Interaktionen, stellen nur einen wichtigen Teil dieser Standards dar und sollten sich an den Empfehlungen aktueller Forschung bezüglich Komplexität und Umfang orientieren. So wäre eine Orientierung an dem Konzept der *Haus-der-kleinen-Forscher-Initiative* (Anders et al., 2013) möglich, das bereits eine Fortbildung des pädagogischen Personals enthält. Diese vermittelt den Erzieherinnen und Erziehern Wissen darüber, Kindern eigenständiges Forschen und Lernen zu ermöglichen. Durch die Verbesserung des Curriculums frühpädagogischer Aus-, Fort- und Weiterbildungen von Erzieherinnen und Erziehern kann dann auch die Qualität pädagogischer Interaktionen in Kindergärten erhöht werden.

Zum anderen muss zur Umsetzung des „Gute-KiTa-Gesetzes“ die Qualität der Prozessmerkmale in den Einrichtungen erhöht werden, um die Förderung frühkindlicher Kompetenzen zu verbessern. Darunter könnte auch die Entwicklung einer Art Curriculum für den Kindergarten fallen, mit dem strukturierte Prozesse zur Kompetenzvermittlung in den Kindergartenalltag Einzug finden. Dabei sollte das Curriculum nicht nur auf die reine Wissensvermittlung abzielen, vielmehr geht es um Bildungsangebote, die sich an den Interessen und Alltagssituationen der Kinder orientieren. Es bedarf daher klarer Lern- und Entwicklungsziele anhand derer pädagogische Interaktionen und Aktivitäten geplant werden können. So scheinen sich bestimmte Elemente des naturwissenschaftlichen Curriculums der Grundschule bereits im Kindergarten vermitteln zu lassen (Steffensky et al., 2012). Inhalte wie z. B. Pflanzen und Tiere halten und pflegen, Eigenschaften und Aggregatzustände von Wasser oder die eigene Umwelt kennenlernen sind Inhalte des Grundschulcurriculums (Ministerium für Bildung Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2019), die bereits im Kindergarten vermittelbar wären und zum Teil auch schon vermittelt werden (Steffensky, Lankes, Carstensen & Nölke, 2012). Festgeschriebene Bildungsinhalte für den Kindergarten würden nicht nur einen gleichermaßen guten Grundstein für den Aufbau der NK aller Kinder legen und hoffentlich frühe Disparitäten verringern, sondern auch der Grundschule eine bessere Verzahnung mit den Lerninhalten des Kindergartens ermöglichen. Gerade aufgrund der Vielzahl an gesellschaftlichen Herausforderungen, wie z. B. der Bekämpfung des Klimawandels, des Umgangs mit Pandemien oder der Notwendigkeit eines nachhaltigen Lebens, und vor dem Hintergrund der Bedeutsamkeit der NK im Hinblick auf den wirtschaftlichen Erfolg eines Landes, scheinen festgeschriebene Bildungsinhalte und ein frühzeitiger und systematischer Aufbau NK im Kindegarten angemessen und notwendig. Damit

kann eine Grundlage geschaffen werden, die den Nachwuchs unseres Landes dazu befähigt mit diesen und weiteren Herausforderungen umzugehen.

## 5.3 Limitationen und Ausblick

Im Hinblick auf die Ergebnisse dieser Arbeit lassen sich bestimmte Limitationen identifizieren, die bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden müssen. Dabei scheint die größte Einschränkung in den erfassten Prozessmerkmalen der NEPS-Daten zu liegen. Aufgrund von Zeitbeschränkungen und der Einschränkung auf Eltern- und Erzieherbefragungen kann das NEPS nur sehr begrenzt Aktivitäten und Lerngelegenheiten erfassen. Naturwissenschaftsbezogene Prozessmerkmale werden teilweise durch nur ein Item repräsentiert (Beispiel: Naturerleben, Gärtnern und Ähnliches). Dabei wäre es wünschenswert, eine Unterteilung der Prozessmerkmale in allgemeine und domänenspezifische Anregungsprozesse vorzunehmen (Kluczniok et al., 2013), um dadurch mehr Informationen über die Wirkung von Prozessmerkmalen zu erhalten. Das würde nicht nur dazu beitragen das häusliche und institutionelle Lernumfeld besser abbilden zu können, sondern auch eine bessere Untersuchung der Veränderungen in den Effekten der Strukturmerkmale dieser Lernumgebungen ermöglichen. Hierzu können auch die pädagogischen Einstellungen der Eltern zählen. Kluczniok et al. (2013) konnten in diesem Zusammenhang bereits nachweisen, dass allgemeine Anregungsprozesse (z. B. alltägliche Aktivitäten wie Einkaufen, Essen, Freunde besuchen oder die familiäre Unterstützung) relativ unabhängig von den häuslichen Strukturmerkmalen und den elterlichen Einstellungen zu sein scheinen. Bereichsspezifische Anregungsprozesse (z. B. naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten wie Experimentieren) stehen dafür in deutlich stärkerem Zusammenhang mit den häuslichen Rahmenbedingungen und den pädagogischen Einstellungen der Eltern. Um also das Elternhaus als Lernumgebung besser abzubilden und die Effekte von Strukturmerkmalen auf frühkindliche Kompetenzen genauer zu erfassen, sollten neben den bekannten Strukturmerkmalen auch allgemeine und domänenspezifische Aktivitäten sowie die pädagogische Einstellung der Eltern berücksichtigt werden. Damit könnte dann untersucht werden, inwiefern spezifische Aktivitäten zu einer Reduzierung sozial- und migrationsbedingter Disparitäten beitragen können. Diese Erkenntnisse könnten dazu genutzt werden, den Aufbau NK von Kindern aus sozial schwächeren Familien oder von Kindern mit Migrationshintergrund zu unterstützen und Disparitäten zu verringern. Es sollte in diesem Zusammenhang auch überlegt werden, ob das bisherige Verfahren zur Erfassung von Prozessmerkmalen ideal zur Einschätzung des häuslichen und institutionellen Lernumfelds ist. Im NEPS werden sowohl die Struktur- als auch die Prozessmerkmale in Elternhaus und Kindergarten bzw. Schule mittels einfacher Fragebögen

erfasst. Gerade im Kindergarten, wo Erzieherinnen und Erzieher im Rahmen des NEPS zu den alltäglichen Aktivitäten einer ganzen Gruppe und nicht zu den Aktivitäten einzelner Kinder befragt werden, erscheinen Beobachtungsverfahren passender. Mit ihrer Hilfe können auch Angaben über einzelne Kinder erfasst und somit auch mögliche Unterschiede zwischen den Kindern eines Kindergartens aufgedeckt werden. Zukünftige Studien sollten daher zum einen mehr domänenspezifische Prozessmerkmale erfassen. Hierzu könnte es hilfreich sein, als erstes mit Hilfe einer offenen Befragung von Eltern, Erzieherinnen und Erziehern sowie Lehrerinnen und Lehrern wichtige naturwissenschaftliche Aktivitäten und Lerngelegenheiten zu ermitteln. Diese können dann in nachfolgenden Studien für alle Lernumgebungen junger Kinder in gleicher Weise erfragt werden, was zu einer besseren Vergleichbarkeit der Effekte von Elternhaus und Kindergarten bzw. Schule beitragen würde. So ergäbe sich die Möglichkeit, Bereiche zu identifizieren, in denen die Bildungsinstitutionen Mängel der häuslichen Unterstützung der Kinder kompensieren können. Zum anderen wäre es interessant, die Eltern und das pädagogische Personal darum zu bitten, die Aktivitäten der Kinder nicht anhand eines Fragebogens, sondern z. B. anhand eines Aktivitäten-Tagebuchs (z. B. in Form einer App) zu erfassen und die Häufigkeit und Intensität einzelner Aktivitäten direkt zu bestimmen. Diese deutlich aufwendigeren Methoden könnten verlässlichere Erkenntnisse über die Wirkung von Prozessmerkmalen aus Elternhaus und Kindergarten bzw. Schule liefern.

Neben dem Ausbau der Erfassung von Prozessmerkmalen sollte auch eine Kontrolle allgemeiner kognitiver Grundfähigkeiten angestrebt werden, um die Effekte besser interpretieren zu können. Wie bereits erwähnt, zeigten Untersuchungen, dass die Kompetenzentwicklung auch durch kognitive Fähigkeiten beeinflusst werden kann (Morgan et al., 2019) und dass der Zusammenhang zwischen sprachlicher Kompetenz und der Kompetenz anderer Domänen zu einem nicht geringen Anteil auf allgemeine kognitive Grundfähigkeiten zurückgeführt werden kann (Daseking & Petermann, 2011; Grube & Hasselhorn, 2006; Krajewski, 2008). Studie 1 dieser Arbeit konnte die starke Relevanz des Wortschatzes für die NK von Kindergartenkinder belegen. Es stellt sich dabei jedoch die Frage, inwiefern die kognitive Grundfähigkeit der Kinder einen Effekt auf diesen Zusammenhang hat. Dies konnte aufgrund der Datenlage der Startkohorte 2 in dieser Untersuchung nicht geklärt werden und stellt daher eine wichtige Forschungsfrage für zukünftige Studien dar.

Eine weitere Limitation dieser Arbeit stellt der Datenausfall im Längsschnitt der NEPS Daten dar. Die damit berechneten Wachstumskurvenmodelle aus Studie 2 sollten nur mit Vorsicht interpretiert werden und bedürfen weiterer Studien, um die gefundenen Effekte zu replizieren. Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich zwar bereits in den Vereinigten Staaten

(Morgan et al., 2016), müssen jedoch durch weitere, vor allem nationale Studien ergänzt werden. Mögliche Daten, die für die Untersuchung der Entwicklung der NK in der frühen Kindheit verwendet werden können, lassen sich in der Startkohorte 1 der NEPS Studie finden. Hier wird die NK der Kinder ebenfalls im Kindergarten (5-Jährige), in der ersten Jahrgangsstufe und in der dritten Jahrgangsstufe erfasst. Auch der Wortschatz wird zu den jeweiligen Messzeitpunkten erhoben. Darüber hinaus erfassen die Erhebungen der Startkohorte 1 des NEPS mehr (vorwiegend häusliche) Prozessmerkmale und ermöglichen somit eine Verbesserung der Abbildung des häuslichen und institutionellen Lernumfelds der teilnehmenden Kinder. Erste Daten dieses Längsschnitts werden 2023 erwartet.

Zusammenfassend konnten die Studien dieser Arbeit die Relevanz des häuslichen und institutionellen Lernumfelds in der frühen Kindheit für den Aufbau und die Entwicklung der NK aufzeigen. In Bezug auf die Erkenntnis, dass die NK den stärksten Prädiktor für das Wirtschaftswachstum eines Landes (Hanushek & Wößmann, 2015) ausmacht, und bereits im Kindergartenalter erste Grundsteine für den Aufbau dieser Kompetenz gelegt werden, sollte die frühzeitige Förderung NK und die Bekämpfung von sozial- und migrationsbedingten Disparitäten weiter in den Fokus der Bildungsforschung rücken. Damit kann nicht nur dazu beigetragen werden, allen Kindern den gleichen Zugang zu einer guten naturwissenschaftlichen Bildung zu ermöglichen, sondern auch die Basis für einen gut ausgebildeten Nachwuchs in den Naturwissenschaften zu schaffen (Prenzel et al., 2007), der den anstehenden Herausforderungen unser Gesellschaft adäquat begegnen kann.

## 5.4 Literaturverzeichnis

Anders, Y. (2013). Stichwort: Auswirkungen frühkindlicher institutioneller Betreuung und Bildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *16*(2), 237–275.

Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S., Ramseger, J., Sodian, B. & Steffensky, M. (2013). *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung "Haus der kleinen Forscher"* (Band 5, 1. Auflage). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

Anders, Y., Roßbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S. et al. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, *27*(2), 231–244. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003

Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2020). Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt. Bielefeld: wbv. https://doi.org/10.3278/6001820gw

Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I. et al. (1997). *TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske & Budrich.

Baumert, J., Stanat, P. & Watermann, R. (2006). Schulstruktur und die Entstehung differenzieller Lern- und Entwicklungsmilieus. In J. Baumert, P. Stanat & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit* (S. 95–188). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90082-7_4

Becker, B. (2010). Wer profitiert mehr vom Kindergarten? *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, *62*(1), 139–163. https://doi.org/10.1007/s11577-010-0090-5

Becker, B. (2012). Ethnische Bildungsungleichheit in der frühen Kindheit. Ergebnisse aus dem Projekt ESKOM-V. *Frühe Bildung*, *1*(3), 150–158. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000035

Becker, B., Klein, O. & Biedinger, N. (2013). The development of cognitive, language, and cultural skills from age 3 to 6: A comparison between children of Turkish origin and children of native-born German parents and the role of immigrant parents' acculturation to the receiving society. *American Educational Research Journal*, *50*(3), 616–649. https://doi.org/10.3102/0002831213480825

Bertelsmann Stiftung (2019). *Kitapersonal braucht bessere Arbeitsbedingungen*. Verfügbar unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2019/september/kitapersonal-braucht-bessere-arbeitsbedingungen/

Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G. & von Maurice, J. (2011). Education as a lifelong process: The German National Educational Panel Study (NEPS), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Sonderheft 14). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bradley, R. H., Corwyn, R. F., McAdoo, H. P. & Coll, C. G. (2001). The home environments of children in the United States part I: Variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Development, 72*(6), 1 844–1 867. https://doi.org/10.1111/1467-8624.t01-1-00382

Daseking, M. & Petermann, F. (2011). Der Einfluss von Vorläuferfähigkeiten auf die Rechtschreib-, Lese- und Rechenleistung in der Grundschule. *Gesundheitswesen, 73*(10), 644–649. https://doi.org/10.1055/s-0031-1286268

Dubowy, M., Ebert, S., von Maurice, J. & Weinert, S. (2008). Sprachlich-kognitive Kompetenzen beim Eintritt in den Kindergarten. Ein Vergleich von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 40*(3), 124–134. https://doi.org/10.1026/0049-8637.40.3.124

Dumont, H., Neumann, M., Nagy, G., Becker, M. & Rose, N. (2013). Einfluss der Klassenkomposition auf die Leistungsentwicklung in Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 60*(3), 198–213. https://doi.org/10.2378/peu2013.art16d

Ebert, S., Lockl, K., Weinert, S., Anders, Y., Kluczniok, K. & Rossbach, H.-G. (2013). Internal and external influences on vocabulary development in preschool children. *School Effectiveness and School Improvement, 24*(2), 138–154. https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749791

Gelman, S. A. & Kalish, C. W. (2006). Conceptual Development. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (Cognition, perception, and language, 2. Aufl., S. 687–733). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0216

Grube, D. & Hasselhorn, M. (2006). Längsschnittliche Analysen zur Lese-, Rechtschreib- und Mathematikleistung im Grundschulalter: Zur Rolle von Vorwissen, Intelligenz, phonologischem Arbeitsgedächtnis und phonologischer Bewusstheit. In I. Hosenfeld & F.-W. Schrader (Hrsg.), *Schulische Leistung: Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven* (S. 87–105). Münster: Waxmann.

Hahn, I. & Schöps, K. (2019). Bildungsunterschiede von Anfang an? Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen für die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Frühe Bildung, 8*(1), 3–12. https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000405

Hanushek, E. A. & Wößmann, L. (2015). *The knowledge capital of nations: Education and the economics of growth*. Cambridge, MA: MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029179.001.0001

Heinze, A., Herwartz-Emden, L. & Reiss, K. (2007). Mathematikkenntnisse und sprachliche Kompetenz bei Kindern mit Migrationshintergrund zu Beginn der Grundschulzeit. *Zeitschrift für Pädagogik, 53*(4), 562–581.

Helbling, L. A., Tomasik, M. J. & Moser, U. (2019). Long-term trajectories of academic performance in the context of social disparities: Longitudinal findings from Switzerland. *Journal of Educational Psychology, 111*(7), 1 284–1 299. https://doi.org/10.1037/edu0000341

Ivanov, S. & Nikolova, R. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenzen. In W. Bos & C. Gröhlich (Hrsg.), *KESS 8 – Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8* (S. 79–99). Münster: Waxmann.

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. https://doi.org/10.2378/PEU2018.art19d

Kluczniok, K., Lehrl, S., Kuger, S. & Roßbach, H.-G. (2013). Quality of the home learning environment during preschool age – Domains and contextual conditions. *European Early Childhood Education Research Journal, 21*(3), 420–438. https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.814356

Köller, O. & Baumert, J. (2018). Schulische Leistungen und ihre Messung. In W. Schneider & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (8. Aufl., S. 663–680). Weinheim: Beltz.

Krajewski, K. (2008). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule* (2. korr. Aufl.). Hamburg: Verlag Dr. Kovač.

LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement, 41*(2), 55–66. https://doi.org/10.1037/a0014532

Lehrl, S. (2018). Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter. Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20184-5

Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and

numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues, 64*(1), 95–114. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x

Ministerium für Bildung Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein (2019). *Fachlehrplan Heimat- und Sachkundeunterricht in der Grundschule*. Verfügbar unter https://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=154

Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik, 45*(Beiheft), 176–191.

Möller, K. & Steffensky, M. (2010). Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern. Kompetenzbereiche frühen naturwissenschaftlichen Lernens. In M. Leuchter (Hrsg.), *Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*. (S. 163–178). Seelze: Friedrich Verlag.

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher, 45*(1), 18–35. https://doi.org/10.3102/0013189X16633182

Morgan, P. L., Farkas, G., Wang, Y., Hillemeier, M. M., Oh, Y. & Maczuga, S. (2019). Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic difficulties across elementary school. *Early Childhood Research Quarterly, 46,* 20–32. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.06.009

NICHD Early Child Care Research Network (2005). Early child care and children's development in the primary grades. Follow-up results from the NICHD study of early child care. *American Educational Research Journal, 42*(3), 537–570. https://doi.org/10.3102/00028312042003537

Niklas, F. & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology, 49,* 263–274. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.006

Oppermann, E., Brunner, M., Eccles, J. S. & Anders, Y. (2018). Uncovering young children's motivational beliefs about learning science. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(3), 399–421. https://doi.org/10.1002/tea.21424

Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. et al. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme et al. (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.

Roßbach, H.-G., Tietze, W. & Weinert, S. (2005). Peabody Picture Vocabulary Test - Revised. Deutsche Forschungsversion des Tests von L. M. Dunn & L. M. Dunn von 1981. Universität Bamberg, FU-Berlin.

Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Heitmann, P., Schöps, K., Prenzel, M. & Nagy, G. (2017). Die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der 9. zur 10. Klasse bei PISA und den Bildungsstandards unter Berücksichtigung geschlechts- und schulartspezifischer Unterschiede sowie der Zusammensetzung der Schülerschaft. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 20*(2), 151–176. https://doi.org/10.1007/s11618-017-0754-2

Stanat, P., Schwippert, K. & Gröhlich, C. (2010). Der Einfluss des Migrantenanteils in Schulklassen auf den Kompetenzerwerb. Längsschnittliche Überprüfung eines umstrittenen Effekts. *Zeitschrift für Pädagogik, 55*(Beiheft), 147–164.

Steffensky, M., Lankes, E.-M., Carstensen, C. H. & Nölke, C. (2012). Alltagssituationen und Experimente: Was sind geeignete naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten für Kindergartenkinder? Ergebnisse aus dem SNaKE-Projekt. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15*(1), 37–54. https://doi.org/10.1007/s11618-012-0262-3

Sylva, K., Melhuish, E. C., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2010). *Early childhood matters. Evidence from the Effective Pre-school and Primary Education Project:* Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203862063

Viesel-Nordmeyer, N., Ritterfeld, U. & Bos, W. (2020). Welche Entwicklungszusammenhänge zwischen Sprache, Mathematik und Arbeitsgedächtnis modulieren den Einfluss sprachlicher Kompetenzen auf mathematisches Lernen im (Vor-)Schulalter? *Journal für Mathematik-Didaktik, 41*(1), 125–155. https://doi.org/10.1007/s13138-020-00165-0

Viesel-Nordmeyer, N., Schurig, M., Bos, W. & Ritterfeld, U. (2019). Effects of pre-school mathematical disparities on the development of mathematical and verbal skills in primary school children. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 17*(2), 149–164.

Walter, O. (2008). Ethno-linguale Kompositionseffekte in neunten Klassen: Befunde aus der Klassenstichprobe von PISA 2006. In M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), *Vertiefende Analysen zu PISA 2006* (S. 169–184). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91815-0_9

Walter, O., Senkbeil, M., Rost, J., Carstensen, C. & Prenzel, M. (2006). Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der neunten zur zehnten Klassenstufe: Deskriptive Befunde. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand et al. (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 88–118). Münster: Waxmann.

Weinert, S. (2004). Wortschatzerwerb und kognitive Entwicklung. *Sprache – Stimme – Gehör, 28*(1), 20–28. https://doi.org/10.1055/s-2004-815480

Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K. & Kasper, D. (2016). TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

# Tabellarischer Lebenslauf

| **Persönliche Angaben** | |
|---|---|
| Name | Jana Kähler |
| **Akademischer Werdegang** | |
| 2011 – 2017 | Studium der Psychologie an der Christian-Albrechts Universität zu Kiel (Diplom) |
| 2017 – 2021 | Promotionsstudium im Fach Psychologie an der Christian-Albrechts Universität zu Kiel |

Kiel, September 2020