

# Naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorschulkindern

## Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses und der Kindertagesstätte auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von 4- bis 6-Jährigen

Jana Kähler, Inga Hahn, Jan Marten Ihme und Olaf Köller  
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

*Zusammenfassung:* Zur Untersuchung der Effekte häuslicher und institutioneller Faktoren auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von Kindergartenkindern wurde ein Mehrebenen-Pfadmodell mit Daten der Startkohorte 2 des Nationalen Bildungspanels ( $N=2931$ ) geschätzt, welches die direkten und indirekten Effekte der Struktur- und Prozessmerkmale dieser Lernumgebungen berücksichtigte. Direkte Effekte konnten dabei für die zu Hause gesprochene Sprache, die Anzahl an Geschwistern sowie die Anzahl an Büchern gezeigt werden. Als stärkster Prädiktor für die naturwissenschaftliche Kompetenz erwies sich der rezeptive Wortschatz der Kinder. Darüber hinaus erwies sich der Wortschatz auch als Mediator sozial- und migrationsbedingter Disparitäten: Kinder mit einem Migrationshintergrund bzw. Kinder aus einem nicht deutschsprachigen Zuhause zeigten einen geringeren Wortschatz und damit ebenso eine geringere naturwissenschaftliche Kompetenz. Von den Merkmalen der Kindertagesstätten hatte der naturwissenschaftliche Schwerpunkt einen direkten positiven Effekt auf die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz. Der naturwissenschaftliche Schwerpunkt der Kindertagesstätte trägt demnach zu einer höheren mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz bei.

**Schlüsselbegriffe:** Naturwissenschaftliche Kompetenz, Wortschatz, Struktur- und Prozessmerkmale, Elternhaus, Kindertagesstätte

### *Scientific literacy of preschool children Effects of structural and process-based features of the parental home and the preschool on the scientific literacy of 4 to 6-year-old children*

*Summary:* In this study we examined the effects of factors of home and institutional learning environments on the scientific literacy of young children. Therefore, a multilevel path model was estimated using data from starting cohort 2 of 4 to 6-year-old children ( $N=2931$ ) from the National Educational Panel Study, which took into account direct and indirect effects of relevant structural and process-based features. There were direct effects from the language at home, number of siblings and number of books. We also found that the receptive German vocabulary had the strongest effect on the preschoolers' scientific literacy. Furthermore, the German vocabulary also was a mediator for social and migration-related disparities. Thus, having a migration background or speaking a non-german language at home had a negative effect on scientific literacy through a lack of German vocabulary. Regarding the features of the preschools, a scientific focus had a direct, positive effect on the average scientific literacy. Thus, visiting a preschool with a scientific focus can support young children's acquisition of scientific literacy.

**Keywords:** Scientific literacy, German vocabulary, structural and process-based features, home, preschool

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 Kindertagesstätte (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, 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 & 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.

### *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 (Stefensky et al., 2018; für eine ausführlichere Übersicht siehe Hardy & 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 mithilfe entsprechender Untersuchungen zu prüfen (Sodian, Zaitchik & Carey, 1991; Sodian & Mayer, 2013).

### ***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 der (naturwissenschaftlichen) Begriffe mithilfe 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 substanziellen 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 Kinder mit niedrigerem sozioökonomischem Status der Familie (SES) schlechtere sprachliche Kompetenzen u. a. im Wortschatz auf (Dubowy, Ebert, Maurice & Weinert, 2008). Folglich spielt der Spracherwerb eine wichtige Rolle für die NK.

### *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, Lehl, 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).

Mithilfe 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 (Lehl, 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 (Lehl, 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.

### 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; Lehl, 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 (Lehl, 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. Vorschulkindern 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 Grundschulern zusammenhängt. Bei Lehl, Ebert, Blaurock, Rossbach und Weinert (2019) konnten die untersuchten Prozessmerkmale die frühen mathematischen und sprachlichen Fähigkeiten von Kindergartenkindern 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.

### 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 mithilfe 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.

### 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 (Abb. 1:  $\longrightarrow$ )?**

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 (Abb. 1:  $--\blacktriangleright$ )?**

In Anlehnung an das Lesekompetenz-Modell von Baumert, Watermann und Schümer (2003) und das Strukturgleichungsmodell der NICHD-Studie (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 Elternhauses bzw. der Kita auf die (mittlere) NK durch den (mittleren) Wortschatz mediiert (Abb. 1:  $\cdots\blacktriangleright$ )?**

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 Prozessmerkmale untereinander und auf die NK. Die Fragestellungen werden über die unterschiedlich gestrichelten Pfade dargestellt.

## Methode

### 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 2931 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).

### Instrumente und Variablen

Die Erhebung der NK erfolgte mithilfe 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 mithilfe 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 zu Hause 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

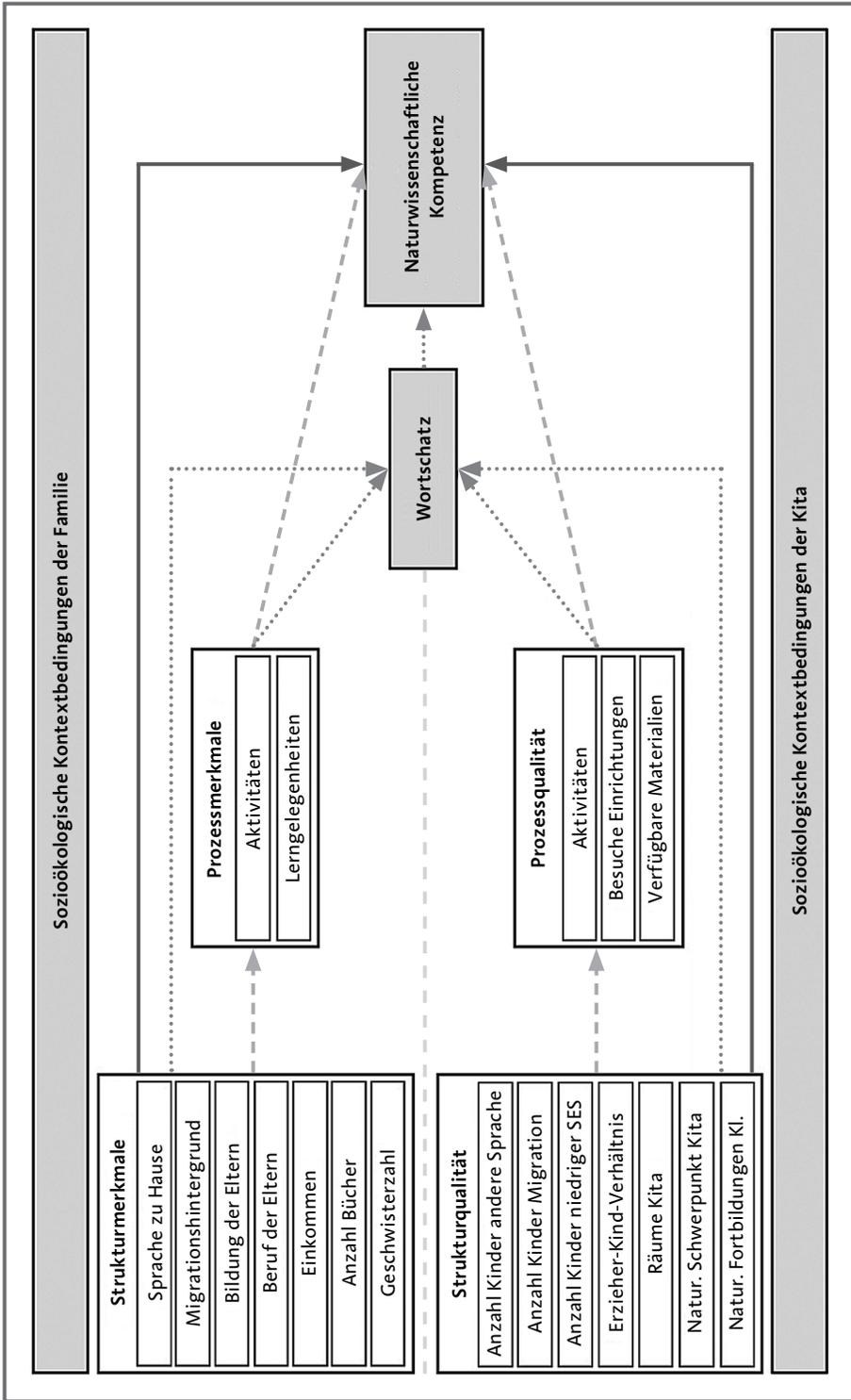


Abb. 1: Theoretisches Modell der Effekte von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses bzw. der Kita auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von Vorkindern; 1. Fragestellung (F) = —→, 2. Fragestellung = - - - → und 3. Fragestellung = ····· →.

(1 = *vorschulische Erziehung* bis 6 = *tertiäre Bildung*). Der SES wurde zum einen mithilfe 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 umfassen 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 mithilfe 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 Aktivi-

täten 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 Individual-ebene das Geschlecht (1 = *männlich*, 2 = *weiblich*), das Alter der Kinder und die in der Kita verbrachte Zeit (Jahre  $\times$  Stunden pro Woche, Einheit in Jahren); auf Kontextebene das Bundesland (1 = *Westdeutschland*, 2 = *Ostdeutschland inkl. Berlin*).

### 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) mithilfe 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 beigetragen werden, 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 geschachtet 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 & 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-*

Tab. 1: Statistische Kennwerte der verwendeten Variablen

Variablen	N	Min	Max	M	SD	Missings (%)
<b>Kontrollvariablen</b>						
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
<b>Elternhaus</b>						
Sprache zu Hause	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
<b>Kindertagesstätte</b>						
Anteil Kinder andere Sprache	2440	0.00	95.00	23.52	25.11	16.75
Anteil Kinder Migrationshintergrund	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
<b>Kompetenzen</b>						
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

Anmerkungen: N=2931; 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.

Response-Theory-Modellen gewonnen wurden (Hahn, Schöps, Rönnebeck et al., 2013; Schöps, 2013). Es zeigte sich zwar, dass das zweidimensionale Modell (inhalts- und prozessbezogene 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.

## 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<sub>within</sub> = 0.03 und SRMR<sub>between</sub> = 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

Tab. 2: Vorhersage naturwissenschaftlicher Kompetenz; standardisierte Koeffizienten der direkten und indirekten Effekte der berücksichtigten Prädiktoren

	Direkter Effekt		Indirekter Effekt Prozessmerkmale		Indirekter Effekt Wortschatz	
	Est.	SE	Est.	SE	Est.	SE
<b>Kontrollvariablen</b>						
Alter Kind	.20***	.02	–	–	–	–
Geschlecht Kind	.06**	.02	–	–	–	–
Zeit in Kita	-.01	.02	–	–	–	–
Bundesland (Level 2)	-.28***	.09	–	–	–	–
<b>Kind/Elternhaus</b>						
Sprache zu Hause	-.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	–	–	–	–
<b>Kindertagesstätte</b>						
Anteil Kinder andere Sprache	.17	.19	.00	.03	-.23	.16
Anteil Kinder Migrationshintergrund	-.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.

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ ;  $N = 2931$ .

geben an, um wie viele Standardabweichungseinheiten sich die (mittlere) NK ändert, wenn sich die unabhängige Variable um eine Standardabweichung ändert.

### 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 El-

ternhauses 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 Effekte 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 Prozessmerkmalen 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 zu Hause ( $\beta = -.20, p < .001$ ), 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 zu Hause 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.

## **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 aufgezeigt 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 zu Hause gesprochenen Sprache, der Anzahl an Geschwistern und der Anzahl an Büchern auf die NK. Damit ergeben sich für die Untersuchung der zu Hause 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 zu Hause 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 Ver-

fügbarkeit 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 Vorschulkindern 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 zu Hause) 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; Lehl 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 umfanglichere 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 aufwendige 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 mithilfe 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 aufwendig oder nur für eine Teilstichprobe möglich.

Von den Strukturmerkmalen der Kita hat nur der naturwissenschaftliche Schwerpunkt einen signifikanten direkten Effekt auf die mitt-

lere 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 soll. 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; Lehl 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 umfang-

reichen 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). 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 zu Hause 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 zu Hause 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-Naturwissenschaftstests 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 zu Hause 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 Kindergartenkindern, 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 frühpäd-

agogischer 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.

### *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 differenzieller 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.

## Literatur

- 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, 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: Schubli Lernmedien AG.
- Anders, Y., Roßbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S. & Maurice, J. v. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 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, 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, 139–163. <https://doi.org/10.1007/s11577-010-0090-5>
- Blossfeld, H.-P., Roßbach, H.-G. & Maurice, J. v. (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, 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, 497–504. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.6-7.497>
- Dubowy, M., Ebert, S., Maurice, J. v. & Weinert, S. (2008). Sprachlich-kognitive Kompetenzen beim Eintritt in den Kindergarten. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 40, 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, 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, 1–56. [https://doi.org/10.1016/0049-089X\(92\)90017-B](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, 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, 3–12. <https://doi.org/10.26/2191-9186/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.
- Hahn, I., Schöps, K., Saß, S., Hansen, S., Martensen, M., Wagner, H. & Funke, L. (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, 949–967. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00889.x>
- Hanushek, E. A. & Woßmann, 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., Baetge, M., Füssel, H.-P., Hetmeier, H.-W., Maaz, K., Rauschenbach, T., ..., Wolter, A. (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. & Barbarin, O. (2008). Ready to learn? Children's pre-academic achievement in pre-Kindergarten programs. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 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*, 6, 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, 176–195. <https://doi.org/10.2378/PEU2018.art19d>
- Kluczniok, K., Lehl, 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, 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, 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](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, 55–66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- Lehl, 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>
- Lehl, 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, 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, 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, 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., ..., Kühne, S. (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., ..., Howes, C. (2008). Measures of Classroom Quality in Prekindergarten and Children's Development of Academic, Language, and Social Skills. *Child Development*, 79, 732–749. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01154.x>
- Maurice, J. v., 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 6.12.2019. 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, 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 (2002). Child-care structure-process-outcome: Direct and indirect effects of child-care quality on young children's development. *Psychological Science*, 13, 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. & Hammann, M. (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 linguistisch-linguistischer Perspektive. *Frühe Bildung*, 4, 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 Mikrozensus 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. Edelman (Hrsg.), *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung* (S. 617–631). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-19066-2\\_43](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, 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., Taskinen, P. & Ziegler, T. (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, 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. & Roßbach, H.-G. (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, 1474–1489. <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., Selzer, 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, 172–223. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>

**Jana Kähler**

**Dr. Inga Hahn**

**Dr. Jan Marten Ihme**

**Prof. Dr. Olaf Köller**

Leibniz-Institut für die Pädagogik  
der Naturwissenschaften und Mathematik

Olshausenstraße 62

24118 Kiel, Germany

E-Mail: [jkaehler@ipn.uni-kiel.de](mailto:jkaehler@ipn.uni-kiel.de)

[hahn@ipn.uni-kiel.de](mailto:hahn@ipn.uni-kiel.de)

[ihme@ipn.uni-kiel.de](mailto:ihme@ipn.uni-kiel.de)

[koeller@ipn.uni-kiel.de](mailto:koeller@ipn.uni-kiel.de)

**Anhang**

**Elektronisches Supplement 1: Skala Aktivitäten des Kindes**

	Nie	Seltener	Einmal im Monat	Mehrmals im Monat	Einmal in der Woche	Mehrmals in der Woche	Einmal täglich	Mehrmals täglich
1	<input type="checkbox"/>							
2	<input type="checkbox"/>							
3	<input type="checkbox"/>							
4	<input type="checkbox"/>							
5	<input type="checkbox"/>							
6	<input type="checkbox"/>							
7	<input type="checkbox"/>							
8	<input type="checkbox"/>							
9	<input type="checkbox"/>							
10	<input type="checkbox"/>							

Anmerkungen: Skala entspricht den Skalen *Häusliche Aktivitäten* (Cronbachs  $\alpha = .67$ ) und *Aktivitäten in der Kita* (Cronbachs  $\alpha = .77$ ); \* Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

**Elektronisches Supplement 2: Skala Häusliche Lerngelegenheiten**

	Nie	Seltener	Einmal im Monat	Mehrmals im Monat	Einmal in der Woche	Mehrmals in der Woche	Einmal täglich	Mehrmals täglich
1	<input type="checkbox"/>							
2	<input type="checkbox"/>							
3	<input type="checkbox"/>							
4	<input type="checkbox"/>							
5	<input type="checkbox"/>							
6	<input type="checkbox"/>							

Anmerkungen: Cronbachs  $\alpha = .63$ ; \* Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

**Elektronisches Supplement 3:** Skala Besuche externer Einrichtungen

	Nie	Seltener	Einmal im Monat	Mehrmals im Monat	Einmal in der Woche	Mehrmals in der Woche	Einmal täglich	Mehrmals täglich
1	<input type="checkbox"/>							
2	<input type="checkbox"/>							
3	<input type="checkbox"/>							
4	<input type="checkbox"/>							
5	<input type="checkbox"/>							
6	<input type="checkbox"/>							
7	<input type="checkbox"/>							
8	<input type="checkbox"/>							
9	<input type="checkbox"/>							
10	<input type="checkbox"/>							
11	<input type="checkbox"/>							

Anmerkungen: Cronbachs  $\alpha = .67$ ; \* Item wurde aufgrund niedriger Trennschärfe bei der Mittelwertsbildung ausgeschlossen.

**Elektronisches Supplement 4:** Skala Materialien und Spielsachen

	einige Kinder	etwa die Hälfte aller Kinder	nahezu alle Kinder	nicht vorhanden
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die folgenden Spielsachen/Materialien sind so häufig vorhanden, dass ... gleichzeitig damit spielen können

- 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. Puzzles, 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)

Anmerkungen: Cronbachs  $\alpha = .83$ .