

Informationen zur Kompetenztestung

NEPS Startkohorte 1 — Neugeborene
Bildung von Anfang an

7. Welle: 6 Jahre

Urheberrechtlich geschütztes Material
Leibniz-Institut für Bildungsverläufe e.V. (LifBi)
Wilhelmsplatz 3, 96047 Bamberg
Direktorin: Prof. Dr. Cordula Artelt
Wissenschaftlich-koordinierende Geschäftsführerin: Dr. Jutta von Maurice
Kaufmännischer Geschäftsführer: Dr. Robert Polgar
Bamberg; 17. März 2020

Informationen zur Testung				
Testsituation	Einzeltestung von sechsjährigen Kindern im Haushalt der Familie, Ankerperson und Interviewerin anwesend			
Ablauf der Testung	Die drei Kompetenzmaße wurden in folgender Reihenfolge administriert: 1. Kognitive Grundfähigkeiten (nonverbal) 2. Zahlenspanne: phonologisches Arbeitsgedächtnis 3. Mathematische Kompetenz Die Eingabe bei den Kompetenztests erfolgte entweder durch die Probanden selbst (Kognitive Grundfähigkeiten) oder durch die Interviewerinnen (Zahlenspanne: phonologisches Arbeitsgedächtnis). Beim Test zur Mathematischen Kompetenz hat überwiegend die Interviewerin die Antwort des Kindes protokolliert, bei wenigen Aufgaben konnte das Kind seine Antwort auch selber antippen.			
Testdauer (ohne Aufbau)	ca. 35 Minuten			
Informationen zu den einzelnen Tests				
Konstrukt	Anzahl der Aufgaben	Dauer (ca.)	Erhebungsmodus	Nächste Messung
<i>Kognitive Grundfähigkeiten (nonverbal)</i>				
Wahrnehmungs- geschwindigkeit	42	90 Sekunden	bilderbasiert; auf Tablet-PC administriert	Welle 11 (2022)
Schlussfolgerndes Denken	12	6 Minuten	bilderbasiert; auf Tablet-PC administriert	Welle 10 (2021)
Zahlenspanne: phonologisches Arbeitsgedächtnis	19 Aufgaben (max.), mit Abbruchkriterium	5 Minuten	Wiedergabe mündlich; auf Tablet-PC administriert	-
Mathematische Kompetenz	25 Aufgaben	20 Minuten	material- und bilderbasiert; auf Tablet-PC administriert	Welle 9 (2020)

Vorbemerkung

Der Entwicklung der einzelnen Tests liegen Rahmenkonzeptionen zugrunde. Dabei handelt es sich um übergeordnete Konzeptionen, auf deren Basis bildungsrelevante Kompetenzen größtenteils über den gesamten Lebenslauf in konsistenter und kohärenter Weise abgebildet werden sollen. Die Rahmenkonzeptionen, auf deren Grundlage die Testinstrumente entwickelt wurden, sind deshalb in verschiedenen Studien identisch.

Zusätzlich zu Kompetenzmaßen, die kohärent über den Lebenslauf erfasst werden, werden etappenspezifische Maße zu bestimmten Zeitpunkten im Lebensverlauf erhoben, zu denen sie besonders aussagefähig sind (vgl. z. B. Berendes, Weinert, Zimmermann & Artelt, 2013¹). In der Regel erfolgt hierbei keine Messwiederholung.

¹ Berendes, K., Weinert, S., Zimmermann, S., & Artelt, C. (2013). Assessing language indicators across the lifespan within the German National Educational Panel Study (NEPS). *Journal for Educational Research Online/Journal für Bildungsforschung Online*, 5(2), 15–49.

Kognitive Grundfähigkeiten (nonverbal) – Wahrnehmungsgeschwindigkeit und schlussfolgerndes Denken

Kognitive Grundfähigkeiten werden im Nationalen Bildungspanel auf der Grundlage der von Baltes, Staudinger und Lindenberger (1999) etablierten Unterscheidung von „kognitiver Mechanik“ und „kognitiver Pragmatik“ erfasst. Während erstere über möglichst bildungsunabhängige, neuartige und domänen-unspezifische Aufgabeninhalte gemessen wird, bauen Aufgaben zur Messung der kognitiven Pragmatik auf erworbenen Fertigkeiten und erworbenem Wissen auf (Ackerman, 1987). Damit können auch die domänenspezifischen Kompetenztests, die im Rahmen des NEPS zum Einsatz kommen, als Indikatoren der kognitiven Pragmatik verstanden werden.

In Abgrenzung hiervon sollen die in diesem Abschnitt vorgestellten Tests grundlegende kognitive Fähigkeiten im Sinne der kognitiven Mechanik erfassen. Diese unterliegen zwar ebenfalls alterstypischen Veränderungen; im Unterschied zu stärker bildungs- und wissensbezogenen Kompetenzen erweisen sie sich aber als weniger kultur-, erfahrungs- und sprachabhängig. Sie bilden eine individuelle Grundlage und differenzierende Basisfunktion für den Erwerb bildungsabhängiger Kompetenzen.

Aus den Facetten der kognitiven Mechanik stechen zwei gängige Markiervariablen besonders hervor: **Wahrnehmungsgeschwindigkeit** und **schlussfolgerndes Denken**.

Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit bezeichnet die basale Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung („*speed*“). Im NEPS wird diese über den **Bilder-Zeichen-Test (NEPS-BZT)** erfasst. Dieser basiert auf einer Weiterentwicklung des Digit-Symbol-Tests (DST) aus den Tests der Wechsler-Familie durch Lang, Weiss, Stocker und von Rosenblatt (2007). Analog zu dieser Weiterentwicklung erfordert der NEPS-BZT die Leistung, nach einem Lösungsschlüssel zu jeweils vorgegebenen Symbolen die richtigen Zahlen einzutragen.

Tests des schlussfolgernden Denkens („*reasoning*“) werden als Maß der kognitiven Mechanik (oder fluiden Denkleistungen) betrachtet (Baltes et al., 1999). Der NEPS-Test des schlussfolgernden Denkens (**NEPS-MAT**) ist in der Tradition der klassischen *reasoning*-Tests als Matrizentest angelegt. Jede Matrizenaufgabe besteht aus mehreren waagrecht und senkrecht angeordneten Feldern, in denen verschiedene geometrische Elemente abgebildet sind – nur eines bleibt frei. Die logischen Regeln, denen die Anordnung der geometrischen Elemente folgt, müssen erschlossen werden, um aus den angebotenen Lösungen die richtige Ergänzung für das frei gebliebene Feld auswählen zu können.

Die beiden Tests wurden so gestaltet, dass sie von der Muttersprache möglichst unabhängig, sowie über eine breite Altersspanne hinweg anpassungsfähig sind. Sie werden sowohl per Papier und Bleistift als auch per Computer vorgegeben und bearbeitet. Die Umstellung auf Computer erfolgte zum ersten Mal in der Startkohorte 1 Welle 7.

Die Ergebnisse beider Tests ergeben einen Schätzer für kognitive Grundfähigkeiten, der jedoch nicht mit dem Gesamtergebnis eines herkömmlichen Intelligenztests (IQ) gleichgesetzt werden kann. Vielmehr erlaubt er eine Kontrolle differentieller Ausgangskapazitäten im Prozess des Kompetenzerwerbs.

Literatur

- Ackerman, P. L. (1987). Individual differences in skill learning: An integration of psychometric and information processing perspectives. *Psychological Bulletin*, 102, 3–27.
- Baltes, P. B., Staudinger, U. M. & Lindenberger, U. (1999). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, 50, 471–507.
- Lang, F. R., Weiss, D., Stocker, A. & Rosenbladt, B. v. (2007). Assessing cognitive capacities in computer-assisted survey research: Two ultra-short tests of intellectual ability in the Germany Socio-Economic Panel (SOEP). *Journal of Applied Social Science Studies*, 127, 183–192.

Zahlenspanne – phonologisches Arbeitsgedächtnis

Das Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis gilt als das kapazitätsbegrenzte Nadelöhr der Informationsverarbeitung. Auf der einen Seite können Menschen eine nahezu unbegrenzte Anzahl von Informationen langfristig speichern; auf der anderen Seite erweist sich die Fähigkeit, unverbundene Informationen (z. B. eine Telefonnummer) nach einmaligem Hören unmittelbar wiederzugeben als begrenzt. Entsprechende Leistungen des Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnisses (funktionale Kapazität) erweisen sich als interindividuell unterschiedlich und nehmen während der Kindheit bis ins Jugendalter zu (für einen Überblick, vgl. Weinert, 2010).

Im Nationalen Bildungspanel wird das Konstrukt „Zahlenspanne“, basierend auf dem theoretischen Rahmenmodell des Arbeitsgedächtnisses, z. B. von Baddeley und Hitch (1974), erhoben. Als Indikatoren für die Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses gelten die Leistungen in sogenannten Spannenaufgaben (Baddeley, 1992). In Spannenaufgaben werden z. B. Folgen von Zahlen (bzw. Ziffern) auditiv präsentiert, die in gleicher Reihenfolge reproduziert werden sollen (vgl. „digit span“). Die Spannenaufgaben werden dabei in ansteigender Länge, d. h. zunehmender Anzahl von Ziffern, präsentiert, bis die fehlerfreie Reproduktion nicht mehr gelingt. Dies stellt die maximale Länge der Sequenz von Ziffern dar, die von einem Individuum nach einmaligem Hören unmittelbar korrekt reproduziert werden kann (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998). Die kurzfristige Speicherung und unmittelbare Wiedergabe der auditiven Informationen beanspruchen die sogenannte phonologische Schleife, welche ein passives Subsystem im Arbeitsgedächtnis-Modell darstellt (Baddeley & Hitch, 1974). Aufgrund einer schnellen Präsentationsrate wird die Nutzung (bzw. Nutzungsunterschiede) bezogen auf Merkstrategien minimiert, weshalb die individuelle Leistung als Indikator für die jeweilige Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses interpretieren werden kann. Die Reproduktion der Ziffernfolgen wird allerdings nicht nur von der strukturellen Kapazität der phonologischen Schleife, sondern auch von Geschwindigkeitsfaktoren (Artikulationsgeschwindigkeit, Geschwindigkeit der Itemidentifikation) beeinflusst, die wiederum mit Vorwissensaspekten, wie z. B. sprachlichem Wissen, zusammenhängen.

Die individuell unterschiedliche Kapazität des phonologischen Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnisses erweist sich in zahlreichen Studien als bedeutsam für die Entwicklung sprachlicher Fertigkeiten, insbesondere den Wortschatzerwerb (vgl. für Überblicke z. B. Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998; Gathercole & Baddeley, 1993; Weinert, 2010) und den Erwerb von Lesekompetenz (z. B. Berendes, Weinert, Zimmermann, & Artelt, 2013; Gathercole & Baddeley, 1993). Darüber hinaus weist u. a. eine Untersuchung von Krajewski und Schneider (2009) auch auf einen Zusammenhang zwischen der

Leistungsfähigkeit der phonologischen Schleife vor der Einschulung und der mathematischen Entwicklung in der Schule hin.

In Startkohorte 1 des NEPS erfolgt die Durchführung der Zahlenspanne angelehnt an die deutsche Version der „Kaufman Assessment Battery for Children“ (K-ABC; Melchers & Preuß, 2009). Geprüft wird die Fähigkeit eine verbal vorgegebene Ziffernreihe in gehörter Reihenfolge unmittelbar wiederzugeben (Zahlenfolgedächtnis). Verwendet werden Ziffern zwischen 1 und 10, wobei auf die Ziffer 7 aufgrund der Mehrsilbigkeit verzichtet wurde (vgl. Melchers & Preuß, 2009). Die Steuerung der Aufgabe und die auditive Vorgabe der Zahlenspannen erfolgen standardisiert und spielerisch von einem Tablet-PC; die Administration erfolgte auf Deutsch. Aufgabe der Kinder ist es, die jeweiligen Ziffernfolgen unmittelbar nach ihrer Vorgabe in derselben Reihenfolge wiederzugeben.

Der Test besteht aus einer Übungsphase und anschließenden Lern- und Testitems. Die Übungsphase umfasst ein Item, das bei falscher oder fehlender Antwort wiederholt wird, um sicherzustellen, dass die Instruktion verstanden wurde; sie geht nicht in den Summenscore ein. Darauf folgen sieben Aufgabensets, welche aus jeweils zwei bis drei Items bestehen. Nach der Übungsphase wird zuerst Set 2 angespielt – Set 1 wird daraufhin nur angespielt, wenn Kinder alle Items in Set 2 falsch beantworten. Für diese Kinder ist der Test nach Set 1 beendet. Alle Kinder, die in Set 2 mindestens ein Item richtig beantworten, gehen direkt in Set 3. Die ersten beiden Items von Set 2 zählen zudem als Lernitems. Sowohl bei den Übungsitems, als auch bei den Lernitems bekommen die Kinder vom Tablet-PC Feedback zur Richtigkeit ihrer Antworten, allerdings gehen die Bearbeitungen der Übungsitems nicht in den Summenscore mit ein. Lernitems gehen nur dann in den Summenscore ein, wenn sie bereits bei der ersten Vorgabe richtig reproduziert wurden. Die Items enthalten zu Beginn zwei Ziffern und die Ziffernanzahl nimmt pro Aufgabenset um eine Ziffer zu, d.h. Set 8 enthält Items mit neun Ziffern. Für den Abbruch des Tests sind die Übungsitems nicht entscheidend; bei den Testitems wird der Test abgebrochen, wenn alle Items innerhalb eines Sets falsch beantwortet wurden. Die maximal erreichbare Punktezahl liegt bei 19 Punkten (17 Testitems und 2 Lernitems), wobei jede korrekt reproduzierte Folge mit einem Punkt bewertet wird.

Im Scientific Use File² ist Folgendes veröffentlicht: die Anzahl der insgesamt administrierten Übungsitems; die Korrektheit der Lösung jedes einzelnen Lern- und Testitems; der Summenwert, der aus der Anzahl aller richtig gelösten Lern- und Testitems besteht; die maximale Ziffernspanne, welche korrekt wiedergegeben wurde; sowie eine Variable, welche anzeigt, bei welcher Ziffernspanne der Test abgebrochen wurde. Bei Lernitems wurde sowohl für die Bewertung der Korrektheit, als auch für den Summenscore nur der erste Versuch des Kindes gewertet.

Literatur

Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559.
<https://doi.org/10.1126/science.1736359>

Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

² Hinweis: Die hier als veröffentlicht beschriebenen Daten beziehen sich auf Version SC1:7.0.0.

- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158–173. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.158>
- Berendes, K., Weinert, S., Zimmermann, S., & Artelt, C. (2013). Assessing language indicators across the lifespan within the German National Educational Panel Study (NEPS). *Journal for Educational Research Online*, 5(2), 15–49.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of Psychology of Education*, 8(3), 259–272. <https://doi.org/10.1007/BF03174081>
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 103(4), 516–531. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.009>
- Melchers, P., & Preuß, U. (2009). *Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC), dt. Version (8., unveränderte Aufl.)*. Frankfurt, Germany: Pearson Assessment.
- Weinert, S. (2010). Beziehungen zwischen Sprachentwicklung und Gedächtnisentwicklung. In H.-P. Trollenier, W. Lenhard, & P. Marx, *Brennpunkte der Gedächtnisforschung: Entwicklungs- und pädagogisch-psychologische Perspektiven* (147–170). Göttingen, Germany: Hogrefe.

Mathematische Kompetenz für den Elementar- und Primarbereich

Dem Konstrukt „mathematische Kompetenz“ liegt im Nationalen Bildungspanel die Idee der „Mathematical Literacy“ zugrunde, wie sie z. B. im Rahmen von PISA definiert wurde. Das Konstrukt beschreibt demnach „die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und Mathematik in einer Weise zu verwenden, die den Anforderungen des Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektiertem Bürger entspricht“ (OECD, 2003, S. 24). Für jüngere Kinder wird diese Idee derart übertragen, dass sich mathematische Kompetenz hier auf den kompetenten Umgang mit mathematischen Problemstellungen in *altersspezifischen Kontexten* bezieht.

Dementsprechend wird mathematische Kompetenz im NEPS durch Aufgaben operationalisiert, die über das reine Erfragen von mathematischem Wissen hinausgehen. Stattdessen muss Mathematik in realitätsnahen, überwiegend außermathematischen Problemstellungen erkannt und flexibel angewendet werden.

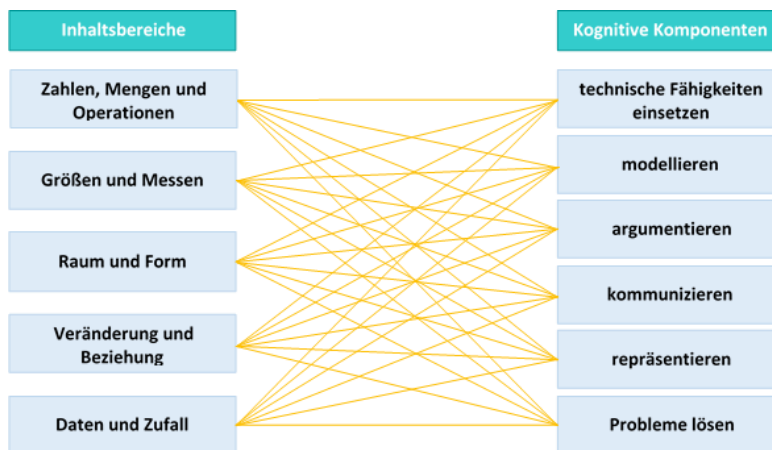


Abb. 1: Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz im NEPS für den Elementar- und Primarbereich

Es wird eine Struktur mathematischer Kompetenz angenommen, die zwischen inhaltlichen und prozessbezogenen Komponenten unterscheidet (vgl. Abb. 1). Nach den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich werden dabei fünf Inhaltsbereiche charakterisiert, die im NEPS wie folgt realisiert werden (KMK, 2004).

- **Zahlen, Mengen und Operationen** beinhaltet das Verständnis von Zahlendarstellungen und -beziehungen sowie die Beherrschung von Rechenoperationen insbesondere in Kontexten.
Beispiele aus dem *Elementar- und Primarbereich*: Mengenerfassung und -vergleiche, Abzählen (ordinaler / kardinaler Aspekt), Rechenoperationen.
- **Größen und Messen** umfasst alle Arten von Größenvorstellungen sowie das Rechnen mit Größen in Sachsituationen.
Beispiele aus dem *Elementar- und Primarbereich*: Standardeinheiten kennen und anwenden, mit Maßeinheiten rechnen, einfache Bruchzahlen im Zusammenhang mit Größen, Längenvergleiche.
- **Raum und Form** beinhaltet alle Arten ebener oder räumlicher Konfigurationen, Gestalten oder Muster.
Beispiele aus dem *Elementar- und Primarbereich*: Erfassen geometrischer Formen, einfache Eigenschaften von Formen, Perspektive.
- **Veränderung und Beziehungen** umfasst alle Arten von funktionalen und relationalen Beziehungen und Mustern.
Beispiele aus dem *Elementar- und Primarbereich*: Erkennen und Fortsetzen von Mustern, Zahlzusammenhänge, Proportionalität.
- **Daten und Zufall** beinhaltet alle Situationen, bei denen statistische Daten oder Zufall eine Rolle spielen.
Beispiele aus dem *Elementar- und Primarbereich*: intuitives Einschätzen von Wahrscheinlichkeiten, Sammeln und Strukturieren von Daten.

Für den Sekundar- und Erwachsenenbereich werden die Inhaltsbereiche „Zahlen und Operationen“ sowie „Größen und Messen“ unter dem Begriff „Quantität“ zusammengefasst betrachtet.

Die kognitiven Komponenten mathematischer Denkprozesse werden wie folgt unterschieden:

- Zu **Technischen Fertigkeiten** zählen u.a. das Anwenden eines bekannten Algorithmus sowie das Abrufen von Wissen oder Rechenverfahren.

- **Modellieren** beinhaltet den Aufbau eines Situationsmodells, den Aufbau eines mathematischen Modells, sowie die Interpretation und Validierung von Ergebnissen in Realsituationen.
- **Mathematisches Argumentieren** umfasst die Bewertung von Begründungen und Beweisen, aber auch die Erarbeitung eigener Begründungen oder Beweise.
- Das **mathematische Kommunizieren** erfordert die Verständigung über mathematische Inhalte und beinhaltet dabei unter anderem auch die korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Fachbegriffe.
- Zum **Repräsentieren** zählen der Gebrauch sowie die Interpretation mathematischer Darstellungen, wie zum Beispiel von Tabellen, Diagrammen oder Graphen.
- Beim **Lösen mathematischer Probleme** ist kein offensichtlicher Lösungsweg vorgegeben; entsprechend beinhaltet es u.a. systematisches Probieren, Verallgemeinern oder die Untersuchung von Spezialfällen.

Die in NEPS eingesetzten Testaufgaben beziehen sich auf einen Inhaltsbereich, der hauptsächlich von der Aufgabe angesprochen wird, sie können jedoch durchaus auch mehrere kognitive Komponenten beinhalten (weitere Beschreibung der Rahmenkonzeption in Neumann et al., 2013). Mit dieser Unterscheidung ist die Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz im NEPS anschlussfähig an die PISA Studien und an die Nationalen Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Ein deutlicher Zusammenhang der in NEPS, PISA und dem IQB-Ländervergleich gemessenen mathematischen Kompetenz konnte bereits erfolgreich für die Klassenstufe 9 durch hohe Korrelationen ($r = .89$ für NEPS-PISA sowie $r = .91$ für NEPS-Ländervergleich) gezeigt werden (van den Ham, 2016).

Literatur

- KMK (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz) (2004) Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004. München, Germany: Luchterhand.
- Neumann, I., Duchhardt, C., Grüßing, M., Heinze, A., Knopp, E., & Ehmke, T. (2013). Modeling and assessing mathematical competence over the lifespan. *Journal for Educational Research Online*, 5(2), 80–109. Retrieved from <http://journal-for-educational-research-online.com/index.php/jero/article/view/362>.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD] (2003). The PISA 2003 assessment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Paris, France: OECD.
- Van den Ham, A.-K. (2016). *Ein Validitätsargument für den Mathematiktest der National Educational Panel Study für die neunte Klassenstufe*. Unveröffentlichte Dissertation, Leuphana Universität Lüneburg, Lüneburg, Germany.