

Hasselhorn, Marcus

Arbeitsgedächtnis und Sprachentwicklungsstörungen. Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Diagnostik

formal und inhaltlich überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in:

formally and content revised edition of the original source in:

Sprachförderung und Sprachtherapie in Schule und Praxis 6 (2017) 3, S. 175-181



Bitte verwenden Sie in der Quellenangabe folgende URN oder DOI /
Please use the following URN or DOI for reference:

urn:nbn:de:0111-pedocs-161236

10.25656/01:16123

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-161236>

<https://doi.org/10.25656/01:16123>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Arbeitsgedächtnis und Sprachentwicklungsstörungen: Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Diagnostik

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag skizziert die wichtigsten Funktionsbereiche des Arbeitsgedächtnisses und gibt einen Überblick über Beeinträchtigungen der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen. Das stärkste Defizit betrifft die Verarbeitung klanglich-sprachlicher Informationen durch eine verminderte Präzision der Informationsaufnahme im phonetischen Speicher. Weitere Defizite lassen sich im Bereich der zentralen Exekutive ausmachen, die bereichsübergreifend zu sein scheinen. Wegen der Relevanz der verschiedenen Arbeitsgedächtnisdefizite für Förderbemühungen werden aktuelle Möglichkeiten ihrer Differenzialdiagnostik dargelegt und auf Implikationen für die Praxis hingewiesen.

Die Entwicklung der Sprache im Verlauf der Kindheit ist faszinierend und komplex. Vielfältige Kompetenzen sind zu erwerben, die so unterschiedlichen Sprachkomponenten wie Prosodie, Phonologie, Morphologie, Syntax, Wortschatz und der damit assoziierten Semantik sowie der Pragmatik zuzuordnen sind. Weinert und Grimm (2012) beschreiben den Erwerb der Sprache als einen stetig fortschreitenden aktiven Induktionsprozess, bei dem vorrangig sprachliche Informationen verarbeitet und darin enthaltene Verteilungsmuster entdeckt werden. Wie jeder andere Lernprozess erfordert der Erwerb der Sprache die Verarbeitung von Informationen und hängt daher von der Leistungsfähigkeit des Gedächtnisses ab. Die für diese Leistungsfähigkeit verantwortlichen Prozesse und Strukturen werden seit einem halben Jahrhundert in der Psychologie über Modelle der Informationsverarbeitung beschrieben. In solchen Modellen wird zunächst die Existenz verschiedener Speicherstrukturen postuliert. Abbildung 1 zeigt das Grundmuster der angenommenen Strukturen, die beim Verarbeiten jedweder Art von Informationen beteiligt sind. Die dargebotenen Informationen treffen im Gedächtnis der Kinder auf Speichermechanismen, die häufig als *Sensorische Register* bezeichnet werden. Dabei kann eine große Fülle wahrgenommener Informationen für Bruchteile einer Sekunde aufgenommen werden. Mit bewusster Aufmerksamkeit kann nur ein kleiner Teil dieser Informationen bedacht und somit länger im Gedächtnis festgehalten und weiterverarbeitet werden. Hierfür wird die Existenz eines *Arbeitsgedächtnisses* angenommen, in dem Informationen aktiv für kurze Zeit zur weiteren Verarbeitung verfügbar gehalten werden. Während dieser Zeitspanne kommt es zu einem Abgleich der aktuell verfügbaren Information mit den Inhalten des dritten Speichermechanismus, dem sog. *Langzeitgedächtnis*.

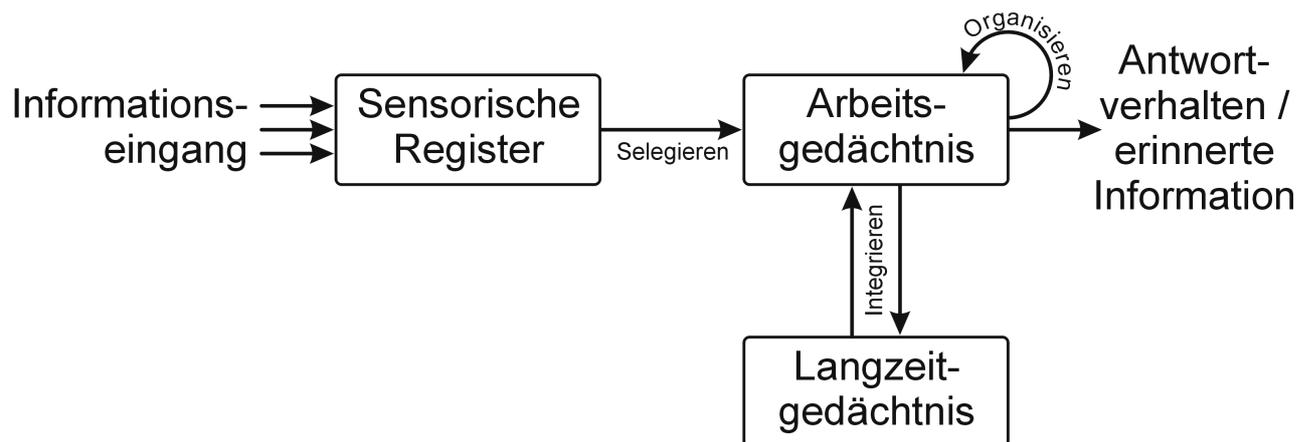


Abbildung 1: Modales Informationsverarbeitungsmodell des menschlichen Gedächtnisses nach Hasselhorn und Gold (2017, 50)

Insbesondere die Kapazität des *Arbeitsgedächtnisses* wird seit längerem als wichtige individuelle Voraussetzungen erfolgreichen Spracherwerbs diskutiert (z.B. Gathercole/Baddeley 1993). Im vorliegenden Beitrag wird zunächst erläutert, was dabei unter Arbeitsgedächtnis verstanden wird, welche Rolle Funktionsbeeinträchtigungen des Arbeitsgedächtnisses bei der Entstehung von spezifischen Sprachentwicklungsstörungen spielt und über welche Möglichkeiten der differenziellen Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses wir mittlerweile verfügen.

1. Was versteht man unter Arbeitsgedächtnis?

Unter Arbeitsgedächtnis versteht man ein internes Speichersystem, das es uns ermöglicht, mehrere Informationen vorübergehend zu speichern, simultan bereit zu halten und miteinander in Beziehung zu setzen. Diese Funktionen sind notwendig, um Sachverhalte zu verstehen – ja, um überhaupt denken zu können. Für die Beschreibung des Arbeitsgedächtnisses hat sich ein von Baddeley (1986) ausgearbeitetes Modell bewährt, das von einem System mit mehreren Komponenten ausgeht (vgl. Abbildung 2). Es unterscheidet verschiedene Bereiche des Arbeitsgedächtnisses, von denen drei von besonderer Bedeutung sind: Die Zentrale Exekutive stellt eine Art Supervisionseinheit dar und ist für die Kontrolle, Überwachung und Regulation von ablaufenden Lernprozessen mitverantwortlich. Hinzu kommen wenigstens zwei modalitätsspezifische Subsysteme, von denen das eine für die Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen (visuell-räumlicher Notizblock) und das andere für die Verarbeitung sprachlich-akustischer Informationen zuständig ist (phonologische Schleife). Je nach Bedarf sorgt die zentrale Exekutive dafür, dass die

Aufmerksamkeit auf Informationen aus der Umwelt oder aus der Wissensbasis gerichtet wird. Für das temporäre Speichern von Information sind die modalitätsspezifischen Subsysteme verantwortlich, für den Abgleich und Austausch von Informationen in den Subsystemen und im Langzeitgedächtnis hat Baddeley die Existenz eines episodischen Puffers postuliert.

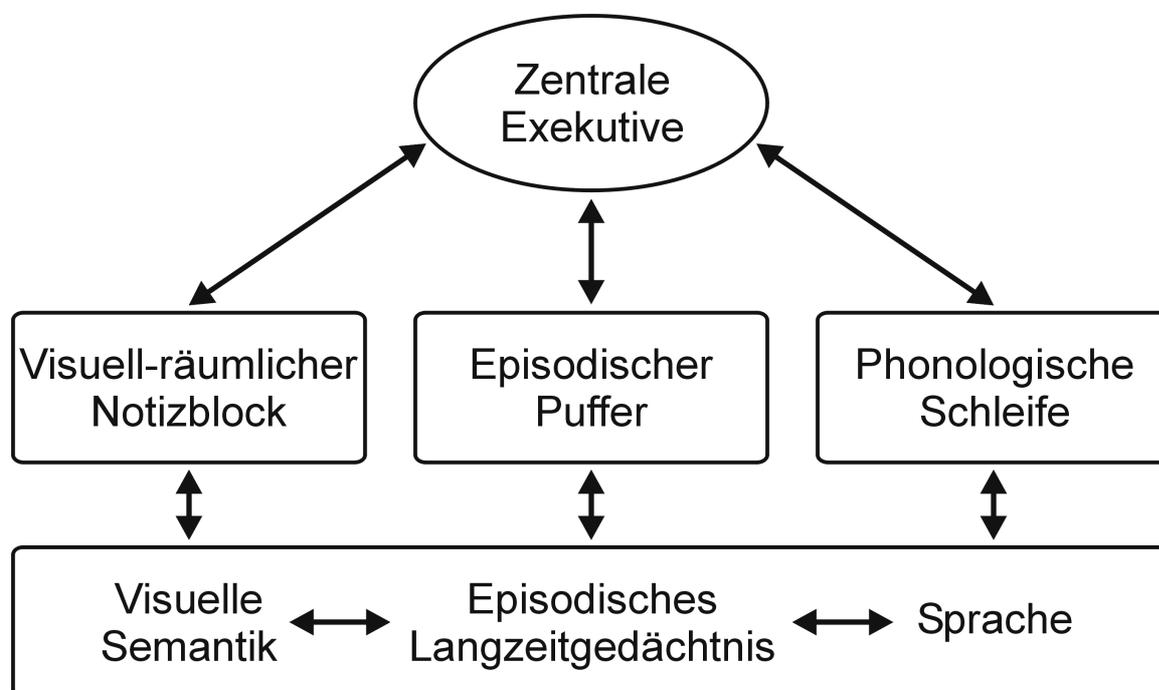


Abbildung 2: Modell des Arbeitsgedächtnisses in Anlehnung an Baddeley (1986, 2006)

Die verschiedenen Subsysteme des Arbeitsgedächtnisses haben unterschiedliche Bedeutungen für das Verarbeiten von Informationen. Das Arbeitsgedächtnis ist nicht nur ein Speicher bzw. Container, der Information aufnimmt, sondern er bewegt und verarbeitet sie auch. Daher wird das Arbeitsgedächtnis oft auch als der Teil des Gedächtnisses bezeichnet, der beim Verarbeiten von Information aktiv ist. Ein gut funktionierendes Arbeitsgedächtnis optimiert das Lernen und erleichtert den späteren Wissensabruf. Für den Spracherwerb hat sich die sog. phonologische Schleife als besonders relevant erwiesen. Seine Leistungsfähigkeit wird von zwei Komponenten determiniert. Da ist zum einen der *phonetische Speicher*. Dieser Speicher nimmt jede akustische und sprachliche Information, die wir hören, wie eine Art „Tonbandendlos-Schleife“ ins Gedächtnissystem auf. Der Speicher arbeitet also wie ein Echo-Gedächtnis, das ungefähr zwei Sekunden andauert und uns mit einem temporären „Abbild“ von Klängen versorgt. Mit zunehmender Schriftsprachbeherrschung liefert er auch ein Abbild von Sprachcodes, die wir beim Lesen von visueller Information sofort in der phonologischen Schleife rekodieren und dann abspeichern. Ohne weitere Verarbeitungsprozesse werden nach zwei Sekunden Verweildauer im Speicher die alten Informationen wieder mit neuen Einträgen

überschrieben. Verhindert werden kann dies durch die Funktionsweise der zweiten Komponente, dem *Rehearsal*. Die zweite Komponente ist eine Art innerer Nachsprechprozess. Er sorgt dafür, dass die Information, die in den Speicher gelangt ist und von der die zentrale Exekutive signalisiert, dass es relevante Information ist, auch für grössere Zeiträume präsent gehalten wird. Dieser Mechanismus gibt dem Arbeitsgedächtnis als ganzem den Raum und die Möglichkeit, viele Informationen gleichzeitig zu bearbeiten.

Die Arbeitsweise der phonologischen Schleife verändert sich im Laufe der Entwicklung. Und zwar ist hierfür ganz entscheidend die Geschwindigkeit, mit der der Prozess des inneren Nachsprechens abläuft. Dieser Prozess entwickelt sich bis ins 16. Lebensjahr immer weiter, wird also immer schneller. Die Funktionstüchtigkeit des Gesamtsystems wird dadurch kontinuierlich gesteigert.

Die Effizienz des phonologischen Arbeitsgedächtnisses hängt aber nicht nur von der Geschwindigkeit des „inneren Nachsprechens“ ab, sondern auch von der Leichtigkeit, mit der dieser Prozess aktiviert wird; dies aber ist eine Frage des Automatisierungsgrades seiner Aktivierung. Hat das Kind eine lernrelevante Information gehört, so muss es diese wiederholen. Macht es das nicht, weil das innere Nachsprechen noch nicht vollständig automatisiert ist, dann resultieren Schwierigkeiten, weil nicht alle Informationen präsent sind, die benötigt werden, um den Lernschritt erfolgreich abzuschliessen. Das „innere Nachsprechen“ ist nicht von Anfang an automatisiert. Man kann heute zeigen, dass im Vorschulalter kein automatisches Aktivieren dieses Prozesses vorhanden ist. Erst im 6. Lebensjahr kommt es bei den meisten Kindern zur entsprechenden Automatisierung, was die Komplexität dessen, was ein Kind behalten kann, enorm erhöht.

Auch der phonetische Speicher ist für das, was gelernt werden kann, bedeutsam. Trotz vorhandener Unterschiede zwischen Personen verändert sich die Grösse des Speichers jedoch nicht mit zunehmendem Alter. Vermutlich unterscheiden sich Menschen nicht nur hinsichtlich der Größe ihres phonetischen Speichers, sondern auch in Bezug auf die Präzision, mit der der Speicher akustische Informationen verarbeitet bzw. repräsentiert. Personen mit geringer Verarbeitungspräzision des Speichers haben z.B. Mühe, sprachliche Klangmuster voneinander zu unterscheiden. Es gibt Hinweise darauf, dass die sog. Spezifische Sprachentwicklungsstörung (bisweilen auch als „reiner Dysgrammatismus“ bezeichnet) die Folge einer defizitären Verarbeitungspräzision im phonetischen Speicher ist. Abbildung 3 veranschaulicht die beiden Komponenten des phonologischen Arbeitsgedächtnisses sowie seiner vier für Lernprozesse entscheidenden Funktionsmerkmale.

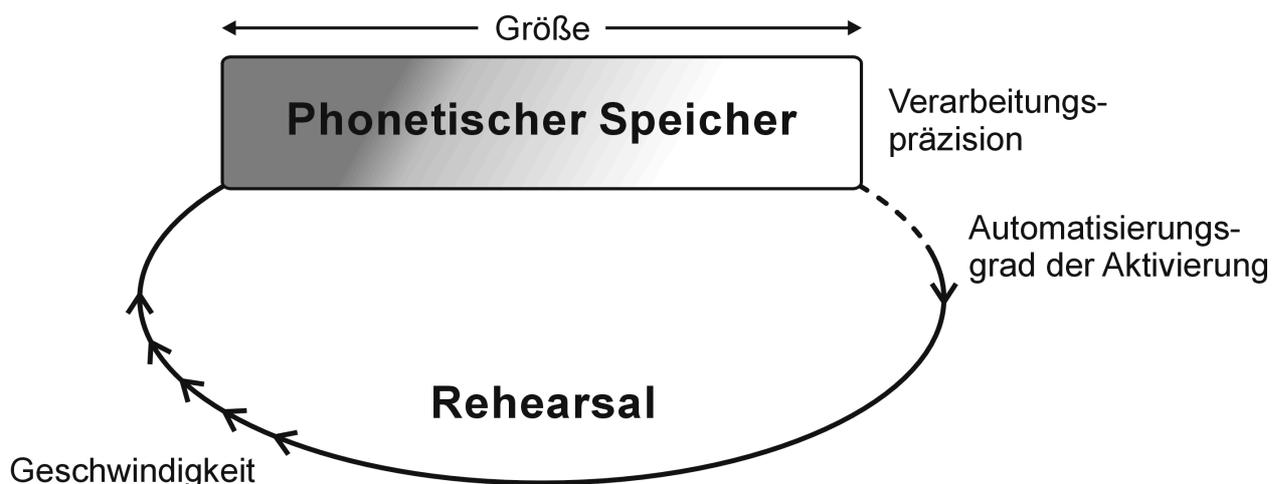


Abbildung 3: Erweitertes Modell des phonologischen Arbeitsgedächtnisses nach Hasselhorn et al. (2000).

Auch der visuell-räumliche Notizblock scheint aus zwei voneinander trennbaren Funktionsmechanismen zu bestehen. So wird angenommen, dass in einem eher statischen visuellen Speicher Farb- und Forminformation verarbeitet bzw. festgehalten werden. Außerdem wird die Existenz einer Art „inneren Sehens“ bzw. „inneren Schreibens“ als Pendant zum subvokalen Rehearsal der phonologischen Schleife angenommen. Während die Leistungsfähigkeit des eher passiven visuellen Speichers bei Kindern mit zunehmendem Alter stark zunimmt, fällt die alterskorrelierte Steigerung im räumlich-dynamischen Bereich deutlich geringer aus.

Baddeley (2006) unterscheidet schließlich vier Funktionen der übergeordneten Steuer- und Kontrolleinheit. Da ist zunächst die Koordinationskapazität, die für ein zeitgleiches oder zeitnahes Ausführen verschiedener Aufgaben benötigt wird. Zweitens nennt er die Steuerung und den Wechsel von Verarbeitungsstrategien, und drittens die Aufmerksamkeitslenkung, die irrelevante Informationen abhalten und den Fokus auf relevante Informationen steuern soll. Viertens verweist er schließlich auf die Manipulation von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis, worunter auch die selektive Aktivierung von Wissensinhalten zu verstehen ist.

2. Welchen Erklärungswert hat das Arbeitsgedächtnis für das Auftreten von Sprachentwicklungsstörungen?

Es gilt heute als unumstritten, dass die Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses für den erfolgreichen Spracherwerb wie auch für die Entstehung von Sprachentwicklungsstörungen eine wesentliche Rolle spielt (z.B. Gathercole/Baddeley 1993, Hasselhorn/Werner 2000, Schuchardt et al. 2012). Mittlerweile liegen auch Metaanalysen zur Frage vor, wie groß die Defizite in den verschiedenen Funktionsbereichen des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen ausfallen (Graf Estes et al. 2007, Vugs et al. 2013). In diesen Metaanalysen werden die Unterschiede über sogenannte d-Werte quantifiziert. Ein d-Wert von 1 bedeutet, dass der Unterschied der Mittelwerte zwischen zwei Verteilungen eine Standardabweichung beträgt. Konventionell gelten d-Werte bis 0.5 als kleine Effekte, d-Werte von 0.5 bis 0.8 als mittlere Effekte und d-Werte größer als 0.8 werden als große Effekte interpretiert. Es zeigte sich ein großer Unterschied ($d = 1.27$) zwischen sprachentwicklungsgestörten und unauffälligen Kindern in der Funktionstüchtigkeit der phonologischen Schleife (Graf Estes et al. 2007) sowie ein mittlerer Unterschied ($d = 0.63$) im Bereich der Zentralen Exekutive und ein eher kleiner Unterschied im visuell-räumlichen Notizblock (Vugs et al. 2013).

Für die Frage, ob die gefundenen Unterschiede die Folge qualitativer Unterschiede zur normalen Entwicklung darstellen, sind Studien aufschlussreich, in denen die Leistungen von sprachgestörten Kindern mit denen einer unauffälligen Gruppe chronologisch gleichaltriger Kinder und einer weiteren Gruppe sprachunauffälliger jüngerer Kinder mit vergleichbarem Sprachentwicklungsstand verglichen werden. Bei vergleichbaren Leistungen der sprachentwicklungsgestörten Kinder und der sprachparallelisierten unauffälligen jüngeren Kinder ist von einer verzögerten Entwicklung analog des Sprachstandes auszugehen. Fallen dagegen die Leistungen der sprachbeeinträchtigten Kinder noch unter die der jüngeren Kinder gleichen Sprachalters, ließe sich schlussfolgern, dass qualitative Abweichungen ein Verursachungsfaktor der Sprachentwicklungsstörung sind.

Ergebnisse so angelegter Studien zeigen ein differenziertes und störungsspezifisches Leistungsprofil der Funktionstüchtigkeit der phonologischen Schleife. So unterscheiden sich unauffällige und sprachgestörte Kinder hinsichtlich der Rehearsalkomponente nicht qualitativ, sondern nur quantitativ (Archibald/Gathercole 2006). Anders sieht es dagegen in der Funktionstüchtigkeit des phonetischen Speichers aus, die bevorzugt über das Kunstwörter-Nachsprechen untersucht wird. Bei dieser Aufgabe muss das Kind sinnfreie Kunstwörter nach einmaligem Hören unmittelbar nachsprechen. Hasselhorn und Werner (2000) verglichen die Leistungen von achtjährigen sprachentwicklungsgestörten Kindern (Diagnose: reiner Dysgrammatismus) mit der unauffälliger fünfjähriger Kinder vergleichbaren

Sprachentwicklungsniveaus beim Kunstörter-Nachsprechen. Dabei variierten sie die Silbenlänge (zwei-, drei- und viersilbige Kunstwörter) und die Art der akustischen Darbietung. Hierbei wurde die Hälfte der Kunstwörter mit einem „rosa Rauschen“ unterlegt, wodurch eine akustische Klangverzerrung zustande kommt. Insgesamt fiel der Abbau der Nachsprechleistung mit zunehmender Silbenzahl sowohl für die sprachentwicklungsgestörten Kinder als auch die jüngeren Kinder mit vergleichbarem Sprachstand unter der verzerrten Darbietung stärker aus als unter der unverzerrten. Der Leistungsabstand zwischen den beiden Gruppen reduzierte sich allerdings bei den verzerrten Kunstwörtern mit mehr als drei Silben, so dass die sprachentwicklungsgestörten Kinder durch das Rauschen anscheinend weniger beeinträchtigt werden. Dieser Befund spricht dafür, dass sprachentwicklungsgestörte Kinder spezifische Funktionsdefizite in der *Verarbeitungsqualität* des phonetischen Speichers aufweisen.

Vor kurzem haben Lucy und Botting (2017) die Ergebnisse zur Qualität der zentral-exekutiven Funktionsdefizite bei Kindern mit spezifischen Sprachentwicklungsstörungen gesichtet und dabei festgestellt, dass die oben erwähnten mittelgroßen Defizite sprachentwicklungsgestörter Kinder in der Zentralen Exekutive nicht auf die Verarbeitung verbaler Informationen beschränkt sind, sondern unabhängig von den Speicherproblemen in der phonologischen Schleife bereichsübergreifender Natur sind.

Die Unterscheidung von qualitativen Unterschieden in der phonologischen Schleife und quantitativen Unterschieden in der Zentralen Exekutive hat unmittelbare praktische Relevanz: Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Verarbeitungsqualität des phonetischen Speichers im Unterschied zu vielen zentral-exekutiven Funktionen kaum trainierbar ist (Holmes et al. 2015). Insofern ist für eine differenzierte Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses für die professionelle Planung jedweder Förderung oder Therapie von Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen unerlässlich.

3. Wie lässt sich die Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern feststellen?

Wie gut die einzelnen Arbeitsgedächtniskomponenten funktionieren, lässt sich mit Hilfe von Testanforderungen erfassen, die in besonderer Weise diese Funktionen beanspruchen. Im deutschen Sprachraum liegt mit der computerbasierten Arbeitsgedächtnistestbatterie für Kinder von 5 bis 12 Jahren (AGTB 5-12; Hasselhorn et al. 2012) erstmals ein Verfahren vor, das für die Individualdiagnostik geeignet ist. Aus testökonomischer Sicht wurde für viele

Subtests ein adaptives Verfahren gewählt, das unabhängig vom Funktionsniveau der Kinder eine festgelegte Anzahl von Durchgängen bei individuell angepasstem Schwierigkeitsniveau vorsieht. Die AGTB 5-12 besteht aus zwölf Subtests (vier phonologische, zwei visuell-räumliche und sechs zentral-exekutive), was eine sehr gute Durchführbarkeit – auch bei den jüngsten – sichergestellt.

Die AGTB 5-12 wurde an über 1600 Kindern im Alter von 5;0 bis 12;11 Jahren normiert. Um eine möglichst hohe differentialdiagnostische Güte zu erreichen, wurden zwischen 5;0 und 7;11 Jahren Halbjahresabstände für die Normen gewählt, zwischen 8;0 und 12;11 Jahren Ganzjahresabstände. Die testpsychologischen Gütekriterien sind für die Objektivität (aufgrund der komplett computergesteuerten Vorgabe und Auswertung) in einem Höchstmaß gegeben. Die Reliabilitätswerte sind für entwicklungspsychologische Testverfahren als überwiegend gut einzustufen (interne Konsistenzen zwischen .58 und .98 für fünf- bis achtjährige und .67 und .99 für neunjährige und ältere Kinder; Retestreliabilitäten zwischen .66 und .89). Die Konstruktvalidität ist über den empirischen Nachweis der Altersinvarianz der zugrunde gelegten dreiteiligen Arbeitsgedächtnisstruktur gegeben (vgl. Michalczyk et al. 2013). Um einen Eindruck davon zu vermitteln, wie die Funktionstüchtigkeit der drei Bereiche des Arbeitsgedächtnisses erfasst wird, werden hier beispielhaft einzelne Aufgaben vorgestellt.

Phonologische Schleife

Ein typisches Maß für die Gesamtkapazität der Phonologischen Schleife ist die sogenannte Wortspanne. Dahinter verbirgt sich die Anzahl an Wörtern, die von einer Person unmittelbar im Anschluss an ihre akustische Darbietung in gleicher Reihenfolge nachgesprochen werden können. Wenn ein Kind also etwa die akustisch dargebotene Wortreihe „Stein – Haus – Topf“ korrekt wiederholt, hat es mindestens eine Wortspanne von 3 (oder auch höher, wenn es mehr Wörter nachsprechen kann). Diese Aufgabe beansprucht den phonetischen Speicher, der die wahrgenommenen Wörter festhält, als auch die Rehearsalschleife, mit der die Wörter wiederholt und abgerufen werden.

Um die Speichergenauigkeit des phonetischen Speichers zu erfassen, werden einzelne Pseudowörter präsentiert. Das sind ausgedachte und unbekannte Wortgebilde, die es nicht real gibt (z. B. „fallurwakel“), sodass die erfolgreiche Reproduktion davon abhängt, wie genau die akustische Information aufgenommen und bereitgehalten wurde.

Die Rehearsalgeschwindigkeit wird anhand der Geschwindigkeit der laut artikulierten Sprache, also der Artikulations- oder Sprechgeschwindigkeit geschätzt. Dabei lässt man den

Probanden einfache Wortreihen so schnell wie möglich laut wiederholen und misst die Anzahl an Wörtern, die innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit ausgesprochen werden können.

Visuell-räumlicher Notizblock

Wie gut visuell-räumliche Informationen im Arbeitsgedächtnis gespeichert werden, kann anhand von Aufgaben erfasst werden, bei denen visuelle Informationen dargeboten werden, die anschließend reproduziert werden sollen. Die Matrix-Aufgabe misst die Funktionstüchtigkeit der Fähigkeit, statische Informationen kurzzeitig zu speichern und abzurufen. Dabei werden Abbildungen von einer Matrix bestehend aus 4 x 4 weißen Feldern dargeboten. Eine zunehmende Anzahl an Feldern ist schwarz dargestellt. Auf einer leeren Matrix sollen im Anschluss die Felder gezeigt werden, die schwarz waren, wozu es notwendig ist, sich die Muster bis zum anschließenden Abruf einzuprägen.

Die Funktionstüchtigkeit hinsichtlich der Aufnahme und Verarbeitung dynamischer Informationen wird mit der Corsi Block-Aufgabe gemessen. Dabei sind auf einem grauen Hintergrund neun unsystematisch angeordnete Quadrate oder Blöcke zu sehen. Ein gelber Smiley erscheint für etwas weniger als eine Sekunde nacheinander auf einer steigenden Anzahl verschiedener Blöcke. Anschließend soll auf einer leeren Vorlage in der richtigen Reihenfolge auf die Blöcke gezeigt werden, auf die der Smiley erschienen ist.

Zentrale Exekutive

Zu den Funktionen der Zentralen Exekutive gehört die Zuteilung von Verarbeitungskapazitäten und Aufmerksamkeitsressourcen. Beides ist beim Verarbeiten von Informationen insbesondere dann von Nöten, wenn die Verarbeitung von Informationen unterschiedlicher Modalitäten gleichzeitig gefordert ist. Bei den sogenannten Doppel-Aufgaben werden diese zentral-exekutiven Funktionen beansprucht, indem zwei Anforderungen gleichzeitig gestellt werden.

Bei der Zählspanne geht es darum, auf einem Bild mit einer Anordnung von Kreisen und Vierecken die Kreise zu zählen. Es werden mehrere solcher Bilder nacheinander präsentiert und anschließend abgefragt, wie die Anzahlen der Kreise von den Bildern in der richtigen Reihenfolge lauten. Das bedeutet, die Kreise müssen während der Aufgabenbearbeitung nicht nur gezählt werden, sondern das Ergebnis sowie das der vorherigen Bilder muss auch währenddessen behalten werden. Ähnlich verhält es sich bei der Objektspanne. Visuell dargeboten werden nacheinander Bilder von einzelnen Objekten. Die Objekte sollen gemerkt und am Ende der Darbietung der Bilderreihe in der richtigen Reihenfolge benannt werden.

Zusätzlich soll bei jeder einzelnen Bilddarbietung eingeschätzt werden, ob das Objekt essbar ist oder nicht. Auch hier wird also der einfache Merkprozess durch eine Zweitaufgabe erschwert.

Ein weiterer Aufgabenbereich der Zentralen Exekutive ist die Manipulation oder Bearbeitung der in den Speichern bereitgehaltenen Informationen. Diese Funktion wird anhand von Rückwärtsspannen erfasst. Dabei werden akustisch Wörter oder Zahlwörter dargeboten, die anschließend in der umgekehrten Reihenfolge wiedergegeben werden sollen. Die Wörter müssen also nicht nur gemerkt, sondern auch nach einer bestimmten Regel transformiert werden.

4. Implikationen für die Praxis

Fasst man die Ausführungen dieses Beitrages zur Rolle des Arbeitsgedächtnisses für Phänomene des gestörten Erwerbs der Sprache, so lässt sich festhalten, dass die Funktionstüchtigkeit insbesondere des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, aber auch der zentralen Exekutive und – wenn auch in geringerem Maße – des visuell-räumlichen Notizblocks mitentscheidend sind. Für die Planung von Förder- und Therapiemaßnahmen ist es entscheidend zu wissen, welche Teilfunktionen des Arbeitsgedächtnisses im Einzelfall beeinträchtigt sind, zumal sich in bisherigen Untersuchungen zum Arbeitsgedächtnis von sprachentwicklungsgestörten Kindern unterschiedliche Profile der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses gezeigt haben.

Literatur

- Archibald, L.M.D. & Gathercole, S.E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 41, 675-693.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2006). Working memory: An overview. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education (pp. 1-31)*. San Diego, CA: Academic Press.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Erlbaum.
- Graf Estes, K., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 177-195.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2017). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren (4. Aufl.)*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hasselhorn, M., Grube, D. & Mähler, C. (2000). Theoretisches Rahmenmodell für ein Diagnostikum zur differentiellen Funktionsanalyse des phonologischen Arbeitsgedächtnisses. In M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx (Hrsg.), *Diagnostik von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. Test und Trends, N.F., Bd. 1* (S. 167-181). Göttingen: Hogrefe.

- Hasselhorn, M., Schumann-Hengsteler, R., Gronauer, J., Grube, D., Mähler, C., Schmid, I., Seitz-Stein, K., & Zoelch, C. (2012). *Arbeitsgedächtnistestbatterie für Kinder von 5 bis 12 Jahren (AGTB 5-12)*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Hasselhorn, M. & Werner, I. (2000). Zur Bedeutung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses für die Sprachentwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Sprachentwicklung* (Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie III Sprache, Bd. 3) (S. 363-378). Göttingen: Hogrefe.
- Henry, L.A. & Botting, N. (2017). Working memory and developmental language impairments. *Child Language Teaching and Therapy*, 33, 19-32.
- Holmes, J., Butterfield, S., Cormack, F., van Loenhoud, A., Ruggero, L., Kashirkar, L., & Gathercole, S. (2015). Improving working memory in children with low language abilities. *Frontiers in Psychology*, 6 (519).
- Michalczyk, K., Malstädt, N., Worgt, M., Könen, T. & Hasselhorn, M. (2013). Age differences and measurement: Invariance of working memory in 5- to 12-year-old children. *European Journal of Psychological Assessment*, 29, 220-229. doi: 10.1027/1015-5759/a000149
- Schuchardt, K., Worgt, M. & Hasselhorn, M. (2012). Besonderheiten im Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit Sprachauffälligkeiten. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses* (Test und Trends, Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik, N.F. Bd. 10, S. 77-93). Göttingen: Hogrefe.
- Vugs, B., Cuperus, J., Hendriks, M., & Verhoeven, L. (2013). Visuospatial working memory in specific language impairment: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 2596-2597.
- Weinert, S. & Grimm, H. (2012). Sprachentwicklung. In W. Schneider & U. Lindenberger (Hg.), *Entwicklungspsychologie* (7. Aufl., S. 433-456). Weinheim: Beltz.

Prof. Dr. Marcus Hasselhorn
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Abteilung Bildung und Entwicklung
Schloßstr. 29
60486 Frankfurt am Main
mail: hasselhorndipf.de