



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Arbeitsgedächtnis und Dolmetschen: Forschungsstand und
Perspektiven im Bereich des Gebärdensprachdolmetschens

verfasst von | submitted by

Chiara Aprea BA BA

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien | Vienna, 2026

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 070 348 331

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Translation Italienisch Deutsch

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Franz Pöchhacker

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Einleitung	8
1 Grundlagen des Dolmetschens	11
1.1 Begriffsbestimmung des Dolmetschens	11
1.2 Typologische Unterscheidungen	11
1.2.1 Sprachmodalität.....	11
1.2.2 Dolmetschmodus.....	13
1.2.3 Dolmetschrichtung	14
1.2.4 Setting und Interaktionskonstellation.....	16
1.3 Kognitives Paradigma.....	17
1.3.1 Mem der kognitiven Informationsverarbeitung	17
1.3.2 Effort-Modelle.....	18
2 Arbeitsgedächtnis: Begriffsentwicklung und Modellierung	20
2.1 Gedächtnis als Forschungsobjekt der kognitiven Psychologie.....	20
2.1.1 Mehrspeichermodell: Innovationen und Grenzen	20
2.1.2 Arbeitsgedächtnis: Theoretische Ausarbeitung des Begriffs	22
2.2 Gedächtnissysteme: ein Überblick	23
2.2.1 Sensorisches Gedächtnis	23
2.2.2 Kurzzeitgedächtnis	23
2.2.3 Langzeitgedächtnis.....	24
2.3 Arbeitsgedächtniskapazität und -prozesse	25
2.3.1 Einfache Spannenaufgaben	26
2.3.2 Komplexe Spannenaufgaben.....	27
2.3.3 Zentrale exekutive Aufgaben	29
2.4 Mehrkomponentenmodell.....	29
2.4.1 Zentrale Exekutive	30
2.4.2 Phonologische Schleife	31
2.4.3 Visuell-räumliche Notiztafel	32
2.4.4 Episodischer Puffer	33
2.4.5 Neuere Entwicklungen	34
2.5 Modell eingebetteter Prozesse	36
2.5.1 Komponenten des Modells.....	36
2.5.2 Organisation des Langzeitgedächtnisses	37

3. Gebärdensprache und Arbeitsgedächtnis	39
3.1 Begriffsbestimmung der Gebärdensprache	39
3.1.1 Phonologie von Gebärdensprachen	39
3.1.2 Gebärden und Geste: Unterschiede	41
3.2 Sign Loop	42
3.2.1 Arbeitsgedächtnis und Sprachverarbeitung	42
3.2.2 Effekte phonologischer Ähnlichkeit und artikulatorischer Suppression	43
3.2.3 Gebärdenlängeneffekt	44
3.2.4 Effekt irrelevanter visueller Reize	45
3.2.5 Neuronale Evidenz für die Sign Loop	45
3.3 Modalitätsspezifische Unterschiede im Arbeitsgedächtnis	46
3.3.1 Art der Kodierung und serielle Ordnung	46
3.3.2 Kurzzeitgedächtniskapazität und Artikulationsrate	47
3.4 Jenseits der Sign Loop: Ein flexibler Ansatz zum Arbeitsgedächtnis	48
3.4.1 Dekonstruktion der sprachlichen Sonderstellung	49
3.4.2 Ein domänenübergreifender Arbeitsgedächtnisansatz	50
3.4.3 Neuronale Evidenz für einen domänenübergreifenden Arbeitsgedächtnisansatz ...	51
3.5 Gebärdensprache als Forschungsinstrument	52
4. Gebärdensprachdolmetschen und Arbeitsgedächtnis	53
4.1 Gedächtnissysteme im Dolmetschprozess	53
4.2 Interpreters Advantage Hypothesis	54
4.2.1 Artikulatorische Suppression und Binding	55
4.3 Fragestellungen und empirische Befunde	56
4.3.1 DolmetscherInnen vs. Nicht-DolmetscherInnen	57
4.3.2 DolmetscherInnen vs. Dolmetschstudierende	58
4.3.3 Einfluss der Dolmetschausbildung	59
4.3.4 Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung	60
4.4 Ansätze und Methoden zur Arbeitsgedächtnisforschung beim Gebärdensprach-	
dolmetschen	64
4.4.1 Aufgegriffene theoretische Ansätze	64
4.4.2 Methoden zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität	65
4.4.3 Methoden zur Erfassung von Arbeitsgedächtnisprozessen	66
4.4.4 Validität der Methoden und Auswirkungen auf die Ergebnisse	66
4.5 Relevanz der Forschung zu Arbeitsgedächtnis und Gebärdensprachdolmetschen ...	67
4.5.1 Relevanz in der Dolmetschwissenschaft	68

4.5.2 Relevanz in der Kognitionswissenschaft.....	70
4.6 Zukunftsperspektiven	72
5. Diskussion und Schlussfolgerungen.....	74
Bibliografie.....	77
Abstract.....	86
Abstract English	87

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kategorisierung von Sprachen (Audeoud et al. 2016)	12
Abb. 2: Der Ansatz der Informationsverarbeitung zum Gedächtnis (Baddeley et al. 2025: 8)	20
Abb. 3: Atkinson und Shiffrins Mehrspeichermodell (Baddeley et al. 2025: 102)	21
Abb. 4: Komponenten des Langzeitgedächtnisses nach Squire (1992) (Baddeley et al. 2025: 13)	25
Abb. 5: Der Corsi-Block-Tapping-Test. Die Zahlen dienen lediglich zur Unterstützung des Versuchsleiters und sind für die Teilnehmende nicht sichtbar (Baddeley et al. 2025: 88)	27
Abb. 6: Der Symmetriespannentest (Kane et al. 2004: 196).....	28
Abb. 7: Der Rotationsspannentest (Kane et al. 2004: 196).....	29
Abb. 8: Das ursprüngliche Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (Baddeley et al. 2025: 105)	30
Abb. 9: Das Modell nach Einführung einer vierten Komponente, dem episodischen Puffer (Baddeley et al. 2025: 119)	33
Abb. 10: Ein spekulatives Modell zur Informationsübertragung von der Wahrnehmung zum Arbeitsgedächtnis (Baddeley et al. 2025: 120)	34
Abb. 11: Die neueste Darstellung des Mehrkomponentenmodells (Hitch et al. 2025: 228)....	35
Abb. 12: Das Modell eingebetteter Prozesse (Baddeley et al. 2025: 129).....	37
Abb. 13: Die ASL-Gebärde „INFORM“ mit ihrer phonologischen Beschreibung hinsichtlich Handform, Bewegung und Artikulationsort (Brentari 2016: 62).....	39
Abb. 14: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Handform (Valli et al. 2021: 19, 70)	40
Abb. 15: Minimalpaar in ASL mit Kontrast im Ausführungsstelle (Mund vs. nicht-dominante Hand) (Valli et al. 2021: 47, 356)	40
Abb. 16: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Handflächenorientierung (Handfläche vs. Radialseite der Hand) (Valli et al. 2021: 489, 311)	41
Abb. 17: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Bewegung (kreisförmige Bewegung am Oberkörper vs. Bewegung zum Oberkörper hin) (Valli et al. 2021: 345, 296)	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über zentrale Studien zum Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Gebärdensprachdolmetschen.....	60
---	----

Einleitung

Das Arbeitsgedächtnis gilt als zentrale kognitive Ressource für Dolmetschprozesse, da es unter anderem zur Kodierung, Speicherung und zum Abruf sprachlicher Informationen beiträgt (Bajo & Padilla 2015: 252). Im Rahmen des kognitiven Paradigmas der Dolmetschwissenschaft wurde seine Rolle insbesondere im Zusammenhang mit kognitiver Belastung, Aufmerksamkeit und Verarbeitungskapazität diskutiert (Gile 2009; Seeber 2015b). Die bisherige Forschung konzentrierte sich dabei jedoch überwiegend auf das Lautsprachdolmetschen.

Im Bereich des Gebärdensprachdolmetschens gewinnt die Untersuchung des Arbeitsgedächtnisses erst seit vergleichsweise kurzer Zeit zunehmend an Bedeutung (Wang 2024). Obwohl das Gebärdensprachdolmetschen aufgrund der unterschiedlichen sprachlichen Modalitäten besondere Anforderungen an die Informationsverarbeitung stellt, liegen bislang nur wenige empirische Untersuchungen zu diesem Themenbereich vor. Die vorhandenen Studien unterscheiden sich zudem hinsichtlich ihrer theoretischen Ausgangspunkte, ihrer Forschungsfragen und der eingesetzten methodischen Zugänge.

Vor diesem Hintergrund geht diese Masterarbeit der Frage nach, welche theoretischen Ansätze und methodischen Zugänge sich zur Erforschung des Arbeitsgedächtnisses im Gebärdensprachdolmetschen eignen. Ziel der Arbeit ist es, bestehende Forschungsansätze aus der Arbeitsgedächtnisforschung, der Gebärdensprachforschung und der Dolmetschwissenschaft zusammenzuführen und kritisch einzuordnen, um Perspektiven für zukünftige Forschung aufzuzeigen. Da die Forschungsfrage an der Schnittstelle mehrerer Disziplinen verortet ist, verfolgt die Arbeit einen interdisziplinären literaturbasierten Ansatz, der theoretische und empirische Beiträge aus der Kognitionswissenschaft, Gebärdensprachlinguistik und Dolmetschwissenschaft systematisch analysiert und aufeinander bezieht.

Im ersten Kapitel werden die Grundlagen des Dolmetschens sowie dessen theoretische Einordnung in die Translationswissenschaft dargestellt. Zunächst erfolgt eine Begriffsbestimmung, die auf Kade (1968) aufbaut und Dolmetschen über das Kriterium der Unmittelbarkeit definiert, wodurch auch das Gebärdensprachdolmetschen explizit berücksichtigt wird. Darauf aufbauend werden zentrale typologische Unterscheidungen hinsichtlich der Sprachmodalität, des Dolmetschmodus, der Dolmetschrichtung sowie des Settings und der Interaktionskonstellation erläutert. Anschließend bietet das Kapitel einen Überblick über das kognitive Paradigma in der Dolmetschwissenschaft, das Dolmetschen als komplexen Prozess menschlicher Informationsverarbeitung versteht. In diesem Zusammenhang werden die Effort-Modelle nach Gile (1985) vorgestellt, die das Zusammenspiel begrenzter kognitiver Ressourcen im Dolmetsch-

prozess beschreiben. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei dem Modell des Gebärdensprachdolmetschens.

Im zweiten Kapitel erfolgt eine Aufarbeitung der Begriffsentwicklung und Modellierung des Arbeitsgedächtnisses im Kontext der kognitiven Psychologie. Zunächst wird das Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968) vorgestellt, wobei sowohl dessen Innovationen als auch seine theoretischen und empirischen Grenzen thematisiert werden. Anschließend folgt ein Überblick über die verschiedenen Gedächtnissysteme mit einer Differenzierung zwischen sensorischem Gedächtnis, Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis. Darauf aufbauend werden unterschiedliche methodische Ansätze zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität und der Arbeitsgedächtnisprozesse vorgestellt, insbesondere einfache und komplexe Spannaufgaben sowie Aufgaben zur Messung exekutiver Funktionen. Im weiteren Verlauf wird das Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) erläutert, sowie dessen funktionale Subsysteme: die zentrale Exekutive, die phonologische Schleife, die visuell-räumliche Notiztafel sowie der episodische Puffer. Abschließend wird mit dem Modell eingebetteter Prozesse nach Cowan (1999) eine theoretische Alternative vorgestellt, die das Arbeitsgedächtnis als einen durch Aufmerksamkeit aktivierten Teil des Langzeitgedächtnisses konzeptualisiert.

Im dritten Kapitel wird das Verhältnis zwischen Gebärdensprache und Arbeitsgedächtnis untersucht. Zunächst wird die Gebärdensprache als visuell-gestisches Sprachsystem eingeordnet, wobei ihre spezifische phonologische Struktur sowie ihre Abgrenzung zur Geste erläutert werden. Im weiteren Verlauf wird das Konzept der *Sign Loop* (Wilson & Emmorey 1997a) diskutiert, die einem zur phonologischen Schleife funktional äquivalenten System darstellt, dessen Existenz durch klassische empirische Befunde wie den Effekt phonologischer Ähnlichkeit, die artikulatorische Suppression sowie den Gebärdenlängeneffekt gestützt wird. Darüber hinaus werden modalitätsspezifische Unterschiede in der Informationskodierung und Speicherkapazität analysiert, wobei insbesondere die im Vergleich zur gesprochenen Sprache geringere serielle Merkspanne von Gebärden thematisiert wird. Abschließend wird ein domänenübergreifender Ansatz des Arbeitsgedächtnisses diskutiert, der die Verarbeitung von Gebärdensprache als Teil eines flexiblen Systems versteht und zugleich deren Potenzial als methodisch wertvolles Instrument zur Erforschung der menschlichen Gedächtnisarchitektur hervorhebt.

Im vierten Kapitel werden die bisherigen Studien zum Arbeitsgedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen im Hinblick auf ihre Fragestellungen, theoretischen Annahmen und verwendeten Methoden analysiert. Die empirischen Befunde werden zunächst entlang vier zentraler Forschungsfragen systematisiert: der Vergleich von DolmetscherInnen und Nicht-

DolmetscherInnen, der Vergleich zwischen DolmetscherInnen und Dolmetschstudierenden, der Einfluss der Dolmetschausbildung sowie der Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung. Anschließend werden die in den Studien aufgegriffenen theoretischen Ansätze sowie die eingesetzten Verfahren zur Erfassung von Arbeitsgedächtniskapazität und -prozessen kritisch reflektiert. Darüber hinaus werden die Relevanz der bisherigen Forschung für die Dolmetschwissenschaft und die Kognitionswissenschaft diskutiert, Implikationen für Forschung, Ausbildung und berufliche Praxis abgeleitet sowie zukünftige Forschungsperspektiven aufgezeigt.

Die Arbeit schließt mit einer zusammenfassenden Diskussion der zentralen Erkenntnisse und einer kritischen Würdigung des aktuellen Forschungsstandes. Dabei wird deutlich, dass die Erforschung des Arbeitsgedächtnisses im Gebärdensprachdolmetschen trotz wichtiger Fortschritte noch ein vergleichsweise junges Forschungsfeld darstellt, dessen weitere Entwicklung sowohl für die Dolmetschwissenschaft als auch für die Kognitionswissenschaft ein erhebliches Erkenntnispotenzial birgt.

1 Grundlagen des Dolmetschens

1.1 Begriffsbestimmung des Dolmetschens

Das Dolmetschen ist eine Tätigkeit, die darauf abzielt, Inhalte für Anderssprachige verständlich zu machen (Pöchhacker 2015: 198) und kann daher als „translatorische Tätigkeit“ (Pöchhacker 2022: 9) verstanden werden. In der Translationswissenschaft erfolgt die Abgrenzung zum Übersetzen häufig anhand der Realisierungsform von Ausgangs- und Zieltext: Während beim Dolmetschen beide mündlich realisiert werden, liegen sie beim Übersetzen in schriftlicher Form vor. Diese Definition greift jedoch zu kurz, da sie Formen des Dolmetschens wie das Gebärdensprachdolmetschen oder das Vom-Blatt-Dolmetschen nicht berücksichtigt, bei denen Ausgangs- und Zieltext nicht ausschließlich mündlich realisiert werden (Pöchhacker 2022: 10).

Kade (1968) definiert Dolmetschen als eine Form von Translation, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Ausgangstext nur einmal dargeboten wird und der Zieltext nur bedingt kontrollierbar und korrigierbar ist. Als zentrales Unterscheidungskriterium zwischen Dolmetschen und Übersetzen gilt in diesem Zusammenhang die Unmittelbarkeit, also die Tatsache, dass das Produkt einer Verdolmetschung dem unmittelbaren Nutzen der Kommunikationsbeteiligten dient. Aufbauend auf Kade kann Dolmetschen als eine Form von Translation definiert werden, bei der auf Grundlage der einmaligen Darbietung einer Äußerung in der Ausgangssprache eine erste und zugleich endgültige Wiedergabe in der Zielsprache produziert wird (Pöchhacker 2022: 11). Anhand dieser Definition können auch das Gebärdensprachdolmetschen sowie unter anderen das Vom-Blatt-Dolmetschen und die Live-Untertitelung dem Dolmetschen zugeordnet werden.

1.2 Typologische Unterscheidungen

Im Folgenden werden zentrale Kategorisierungskriterien vorgestellt, die zur Unterscheidung verschiedener Formen des Dolmetschens herangezogen werden. Diese typologischen Unterscheidungen ermöglichen eine systematische Beschreibung dieses vielfältigen Forschungs- und Praxisfeldes.

1.2.1 Sprachmodalität

Der Begriff „Modalität“ bezieht sich auf die unterschiedlichen Arten und Weisen, in denen Sprache realisiert werden kann, etwa in gesprochener, geschriebener oder gebärdeter Form (Treviño et al. 2022: 23). Die Modalität einer Sprache ist an das physische bzw. biologische

Übertragungssystem gebunden, auf dem die sprachliche Realisierung beruht (McBurney 2002: 351). Für die Produktion und Rezeption einer Sprache sind unterschiedliche Systeme verantwortlich. Während bei gesprochenen Sprachen die Produktion über den Stimmapparat erfolgt und die Rezeption auf dem auditiven System basiert, stützen sich Gebärdensprachen in der Produktion auf Hände, Gesicht und Körper und in der Rezeption auf das visuelle System. Entsprechend werden gesprochene Sprachen der vokal-auditiven Modalität und Gebärdensprachen der visuell-gestischen Modalität zugeordnet.

Vor diesem Hintergrund schlagen Audeoud et al. (2016: 5) eine Kategorisierung vor, die zunächst zwischen Laut- und Gebärdensprachen unterscheidet. Lautsprachen umfassen sowohl gesprochene als auch geschriebene Sprache sowie Mischformen wie lautsprachbegleitende Gebärden (LBG) und lautsprachunterstützende Gebärden (LUG) ¹. Gebärdensprachen schließen neben der gebärdeten Sprache auch deren Dokumentationsformen wie Filmaufnahmen ein, die vergleichbare Funktionen wie die Verschriftlichung von Lautsprachen erfüllen und als „mediales Gebärden“ bezeichnet werden. In Anlehnung an diese Systematik wird in dieser Arbeit der Begriff „gesprochene Sprache“ ausschließlich für die mündliche Realisierung von Sprache verwendet, während „Lautsprache“ als Oberbegriff für Sprachsysteme dient, die keine Gebärdensprachen sind, und sowohl deren mündliche als auch schriftliche Realisierungsformen umfasst.

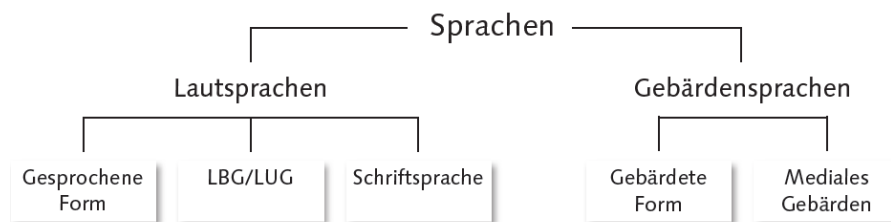


Abb. 1: Kategorisierung von Sprachen (Audeoud et al. 2016)

Auf dieser begrifflichen Grundlage wird im Folgenden die Terminologie des Dolmetschens näher betrachtet. Wie im vorherigen Absatz dargelegt, wird Dolmetschen häufig in der Translationswissenschaft mit gesprochener Sprache in Verbindung gebracht. Mit der zunehmenden Berücksichtigung des Gebärdensprachdolmetschens wurde jedoch eine Differenzierung der Terminologie erforderlich. Grbić (2023) unterscheidet beispielweise zwischen Lautsprachen-

¹ Bei Lautsprachbegleitenden Gebärden (LBG) wird eine gesprochene Sprache verwendet, wobei Wörter durch Gebärden begleitet werden. Bei Lautsprachunterstützenden Gebärden (LUG) werden hingegen nur zu Schlüsselwörtern Gebärden produziert.

dolmetschen und Gebärdensprachdolmetschen bzw. Gebärdensprachdolmetschen, während auf der Website des Österreichischen Verbandes der DolmetscherInnen und ÜbersetzerInnen für ÖGS und Deutsch (ÖGSDV) die Bezeichnungen Gebärdensprachdolmetschen und Lautsprachdolmetschen verwendet werden. Diese Terminologie wird in dieser Arbeit übernommen.

In der englischsprachigen Literatur haben sich hingegen die Bezeichnungen *spoken-language interpreting* und *sign-language interpreting* etabliert und häufig wird der weiter gefasste Begriff *signed language interpreting* verwendet (Pöchhacker 2022: 18). Dieser trägt dem Umstand Rechnung, dass die Kommunikation von Menschen mit Hörbeeinträchtigungen nicht ausschließlich über natürliche, eigenständige Gebärdensprachen erfolgt, sondern auch über gebärdensprachbasierte Systeme, die auf Lautsprache beruhen. Im Deutschen ist diese terminologische Differenzierung weniger eindeutig etabliert und eine direkte Entsprechung ist nicht gebräuchlich.

Im Zusammenhang mit gebärdensprachbasierten Kommunikationssystemen wird zudem zwischen verschiedenen Formen des Dolmetschens differenziert. Das Dolmetschen von einer Lautsprache in eine Gebärdensprache wird häufig als *signing*, die Verdolmetschung von einer Gebärdensprache in eine Lautsprache als *voicing* bezeichnet (Pöchhacker 2022: 18). In der Dolmetschpraxis im deutschsprachigen Raum sind hierfür die Bezeichnungen „gebärden“ bzw. „voicen“ gebräuchlich. Eine besondere Form stellt die Transliteration dar, die sich auf das Dolmetschen zwischen Lautsprache und gebärdensprachbasierten Systemen bezieht.

Je nachdem, ob DolmetscherInnen zwischen Sprachen innerhalb derselben oder unterschiedlicher Modalitäten arbeiten, lässt sich eine weitere Unterscheidung treffen. DolmetscherInnen, die mit Sprachen arbeiten, die in derselben Modalität produziert und rezipiert werden, etwa zwei gesprochene Sprachen, können als unimodale (Nicodemus & Emmorey 2013: 624) bzw. intramodale (Henrique Rodrigues 2022: 242) DolmetscherInnen bezeichnet werden. Demgegenüber werden DolmetscherInnen, die zwischen Sprachen unterschiedlicher Modalitäten dolmetschen, etwa zwischen einer gesprochenen Sprache und einer Gebärdensprache, als bimodale bzw. intermodale DolmetscherInnen beschrieben.

1.2.2 Dolmetschmodus

Die unterschiedlichen Dolmetschmodi lassen sich anhand des zeitlichen Verhältnisses zwischen der Verdolmetschung und dem Ausgangstext bestimmen (Pöchhacker et al. 2015: 268). Beim Simultandolmetschen erfolgt die Verdolmetschung bereits während der Präsentation des Ausgangstextes, mit einem minimalen zeitlichen Abstand von wenigen Sekunden, der als *time lag* bzw. *décalage* bezeichnet wird (Diriker 2015: 382). Beim Konsekutivdolmetschen

hingegen wird ein Redebeitrag erst nach dessen Präsentation gedolmetscht, wobei die Länge der zu verdolmetschenden Segmente von einzelnen Sätzen bis hin zu mehreren Minuten variieren kann, was in der Regel den Einsatz von Notizentechnik erforderlich macht (Andres 2015: 85).

Über weite Teile der Dolmetschgeschichte galt im Bereich gesprochener Sprache das Konsektivdolmetschen als Standardmodus. Eine Differenzierung der Dolmetschmodi wurde erst in den 1920er-Jahren erforderlich, als technologische Fortschritte zur Entwicklung elektrischer Audioübertragungsgeräte führten, die den systematischen Einsatz des Simultandolmetschens vor einem größeren Publikum ermöglichten. Diese Technik kam zunächst im Rahmen von Konferenzen internationaler Organisationen zum Einsatz. Aus diesem Grund wird der Simultanmodus häufig mit dem Konferenzdolmetschen assoziiert, obwohl auch bei Konferenzen weiterhin konsektiv gedolmetscht wird.

Es ist an dieser Stelle jedoch wichtig zu betonen, dass der Simultanmodus bereits lange vor seiner Institutionalisierung existierte, wenn auch in nicht technologisch gestützter Form. Dazu zählen etwa Flüsterdolmetschen sowie das Gebärdensprachdolmetschen (Diriker 2015: 383), bei dem es aufgrund der unterschiedlichen Modalitäten der beteiligten Sprachen zu keiner akustischen Überlagerung von Ausgangs- und Zieltext kommt.

1.2.3 Dolmetschrichtung

Der Begriff Dolmetschrichtung bezeichnet, ob DolmetscherInnen zwischen Sprachen arbeiten, die für sie Erst- oder Fremdsprachen sind. Dabei lassen sich vier Konstellationen unterscheiden (Wang 2022: 40):

1. die Verdolmetschung aus der Fremdsprache in die Erstsprache
2. die Verdolmetschung aus der Erstsprache in die Fremdsprache
3. die Verdolmetschung von einer Erstsprache in eine andere Erstsprache
4. die Verdolmetschung von einer Fremdsprache in eine andere Fremdsprache

DolmetscherInnen, die zweisprachig aufwachsen und daher zwischen zwei Erstsprachen dolmetschen können, sind im Vergleich zu jenen, die einsprachig aufwachsen und sich weitere Arbeitssprachen später aneignen, relativ selten (Bartłomiejczyk 2015: 108).

Der Internationale Verband der Konferenzdolmetscher (AIIC) unterteilt die Arbeitssprachen von KonferenzdolmetscherInnen in A-, B- und C-Sprachen (Wang 2022: 40). Dabei ist die A-Sprache die Erst- bzw. Muttersprache, also diejenige, in der DolmetscherInnen komplexe Inhalte mühelos ausdrücken können. Die B-Sprache ist eine Sprache, die

DolmetscherInnen auf nahezu muttersprachlichem Niveau beherrschen, bei der es jedoch in der Regel leichter fällt, Inhalte zu verstehen als sie zu produzieren. A- und B-Sprachen gelten als aktive Sprachen, während die C-Sprache als passiv definiert wird. Das bedeutet, dass DolmetscherInnen sie vollständig verstehen, jedoch Schwierigkeiten haben können, sich darin auszudrücken.

Ab den 1980er Jahren entwickelte sich in der Dolmetschwissenschaft eine intensive Debatte darüber, welche Dolmetschrichtung die bestmögliche Qualität gewährleistet. Dabei standen sich zwei zentrale Positionen gegenüber. Einerseits vertrat Seleskovitch (1968) im Rahmen der Pariser Schule die Auffassung, dass das Dolmetschen von der B- in die A-Sprache qualitativ überlegen sei. Dies begründete sie damit, dass DolmetscherInnen die B-Sprache in der Regel besser verstehen als aktiv produzieren und sich in ihrer A-Sprache idiomatisch korrekt und stilistisch angemessen ausdrücken können. Demgegenüber argumentierte Denissenko (1989) aus der Perspektive der russischen Schule, dass DolmetscherInnen den Ausgangstext in ihrer A-Sprache präziser erfassen und daher eine genauere Verdolmetschung leisten könnten. Zudem könnten begrenztere lexikalische und syntaktische Ressourcen in der B-Sprache dazu führen, dass Entscheidungen schneller getroffen werden.

In der Praxis hat sich weitgehend die Position der Pariser Schule durchgesetzt, was sich auch in den Empfehlungen des AIIC widerspiegelt. Demnach sollten sowohl das Konsekutiv- als auch das Simultandolmetschen vorzugsweise aus der B- oder C-Sprache in die A-Sprache erfolgen. Nur im Konsekutivmodus ist gegebenenfalls auch das Dolmetschen aus der A- oder C-Sprache in die B-Sprache möglich, während das Dolmetschen aus der A- oder B-Sprache in die C-Sprache grundsätzlich vermieden werden sollte. Das Dolmetschen in die B-Sprache wird gängig auch als *Retourdolmetschen* bezeichnet und ist aufgrund von Marktanforderungen sowohl bei internationalen Organisationen als auch im privaten Sektor weit verbreitet und akzeptiert. Neuere Studien relativieren die Bedeutung der Dolmetschrichtung und weisen darauf hin, dass die Qualität der Dolmetschleistung vielmehr von einem Zusammenspiel mehrerer Faktoren abhängt, darunter die Arbeitssprachen, die Art der Kommunikationssituation sowie die sprachliche und kulturelle Zusammensetzung von RednerInnen und Publikum (Kalina 2005: 782).

Während sich im Bereich der Lautsprachen die Norm etabliert hat, vorzugsweise in die A-Sprache zu dolmetschen, gilt für das Gebärdensprachdolmetschen tendenziell das Gegenteil. Die überwiegende Mehrheit bimodaler DolmetscherInnen hat eine Lautsprache als A-Sprache und erwirbt die Gebärdensprache als B-Sprache meist erst später. Dies spiegelt sich auch in den Präferenzen der DolmetscherInnen wider. So zeigen die Ergebnisse einer Umfragestudie von

Nicodemus und Emmorey (2013), dass Gebärdensprachdolmetscher-Innen bevorzugt von der A- in die B-Sprache dolmetschen, während LautsprachdolmetscherInnen eher die Richtung B - A bevorzugen.

1.2.4 Setting und Interaktionskonstellation

Unter Setting versteht man den sozialen Interaktionskontext, in dem eine gedolmetschte Kommunikationssituation stattfindet. Diese kann sowohl zwischen unterschiedlichen Gesellschaften als auch innerhalb heterolingualer Gemeinschaften erfolgen, woraus sich ein Kontinuum von inter- bis intrasozialen Settings ergibt (Pöchlhammer 2022: 14).

Wirtschafts-, Diplomaten- und Militärdolmetschen können als Beispiele für die erste Kategorie gelten, da sie typischerweise zwischen Gemeinschaften stattfinden, die unterschiedliche Sprachen sprechen. Intrasoziale Settings hingegen sind in der Regel mit der Teilnahme aller Mitglieder einer mehrsprachigen und multikulturellen Gesellschaft verbunden. Im Sinne eines gleichberechtigten Zugangs zu Arbeitsmarkt und sozialen Dienstleistungen von MigrantInnen, Geflüchtete und andere sprachliche Minderheiten zählen dazu etwa das Gerichtsdolmetschen sowie das Kommunaldolmetschen und das Mediendolmetschen, anhand dessen fremdsprachige Rundfunkinhalte zugänglich gemacht werden (Pöchlhammer 2022: 15).

Die Frage des Zugangs bestimmt auch die Settings, in denen Gebärdensprachdolmetschen angeboten wird. Grbic (2015: 370) hebt hervor, dass Gebärdensprachdolmetschen eine Vielzahl von Settings umfasst, da es in nahezu allen Lebensbereichen benötigt wird. Sie verweist auf eine von Frishberg (1990) vorgeschlagene Kategorisierung, die folgende Bereiche umfasst: Bildung, Recht, Medizin, psychische Gesundheit, Rehabilitation und Sozialwesen, Wirtschaft/Industrie und Verwaltung, Religion sowie darstellende Künste.

Wichtig ist zu bemerken, dass der Begriff Setting entweder verwendet wird, um den konkreten Ort zu bezeichnen, an dem die Verdolmetschung stattfindet, oder, wie oben gesehen, in einem allgemeineren Sinne, um Unterkategorien einer umfassenderen Domäne zu bezeichnen. So sind Dolmetschen im Gesundheit- und Justizwesen Settings, die zur Domäne Kommunaldolmetschen gehören, während diplomatisches und parlamentarisches Dolmetschen der Domäne Konferenzdolmetschen zuzuordnen sind (Grbić 2015: 370). Konferenzdolmetschen kann im weiten Sinne als die Verdolmetschung von Redebeiträgen definiert werden, die im Rahmen formeller und informeller Konferenzen sowie in konferenzzähnlichen Settings stattfinden (Pöchlhammer 2013: 308).

Eng mit dem Setting verknüpft ist die jeweilige Interaktionskonstellation. Eine grundlegende Unterscheidung besteht zwischen dialogischen und monologischen Interaktionen. In

dialogischen Settings vermitteln DolmetscherInnen zwischen zwei Gesprächspartnern, was üblicherweise als Dialogdolmetschen bezeichnet wird und ein bidirektionales Dolmetschen voraussetzt (Mason 2009: 81). Diese Form der Kommunikation weist in der Regel einen bilateralen Charakter auf. Demgegenüber steht die monologische, meist multilaterale Kommunikation, wie sie typischerweise in Konferenzsettings anzutreffen ist, bei der RednerInnen zu einem Publikum sprechen (Pöchhacker 2022: 16).

1.3 Kognitives Paradigma

Ein Paradigma bezeichnet nach Kuhn (2021) die Gesamtheit von Grundannahmen, Modellen, Werten und methodischen Standards, die von den Mitgliedern einer wissenschaftlichen Gemeinschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt geteilt werden. Ab den 1970er-Jahren etablierte sich in der Dolmetschwissenschaft das kognitive Paradigma, das sich mit den mentalen Prozessen befasst, die dem Dolmetschen zugrunde liegen, und zielt darauf ab, Theorien und Modelle zu entwickeln, die diese Prozesse erklären können (Seeber 2015a: 56). Das Forschungsfeld ist dabei interdisziplinär ausgerichtet und stützt sich insbesondere auf Methoden der kognitiven Psychologie, eines Teilgebiets, das untersucht, wie Menschen Informationen aufnehmen, verarbeiten und speichern (Neisser 1967).

1.3.1 Mem der kognitiven Informationsverarbeitung

Der Begriff „Mem“ bezeichnet kulturelle Symbole, die ähnlich wie Gene durch Nachahmungsprozesse weitergegeben werden und zur Weiterentwicklung kultureller Praktiken beitragen (Scott 2014). Pöchhacker (2022) identifiziert fünf Meme bzw. Grundideen des Dolmetschens, die jeweils bestimmte Perspektiven auf das Phänomen ausdrücken und unterschiedliche theoretische Zugänge dazu eröffnen. Diese lassen sich auf zwei übergeordnete Supermeme zurückführen: Dolmetschen als Verarbeitungsprozess und Dolmetschen als kommunikative Tätigkeit. Beim Dolmetschen als Verarbeitungsprozess liegt der Fokus auf dem Vorgang, bei dem ein Input in einen Output transformiert wird. Dieses Supermem umfasst unter anderem das Mem der kognitiven Informationsverarbeitung, auf dem das kognitive Paradigma beruht.

Im Rahmen dieses Mems wurde die menschliche Informationsverarbeitung mit digitaler Informationsverarbeitung verglichen. Vor dem Hintergrund dieser Metapher beschreibt Gerver (1971) das Dolmetschen als „a fairly complex form of human information processing involving the reception, storage, transformation, and transmission of verbal information“. Daraus lassen sich zentrale Forschungsthemen ableiten, darunter die Verarbeitungskapazität des Menschen,

die Verteilung der Aufmerksamkeit sowie die Struktur und Funktion der Gedächtnissysteme (Pöchhacker 2022: 63). Das Mem der kognitiven Informationsverarbeitung erwies sich zudem als äußerst einflussreich für die Entwicklung von Modellen des Dolmetschprozesses, darunter die Effort-Modelle.

1.3.2 Effort-Modelle

Die Effort-Modelle wurden von Gile (1985) mit einer primär didaktischen Zielsetzung entwickelt, um Leistungseinbußen beim Dolmetschen besser erklären zu können, die sich nicht allein durch unzureichende sprachliche oder außersprachliche Kenntnisse begründen lassen (Gile 2015: 135). Zentral ist dabei der Begriff der kognitiven Belastung, der voraussetzt, dass das menschliche Informationsverarbeitungssystem nur über eine begrenzte Verarbeitungskapazität verfügt. Die kognitive Belastung bezeichnet demnach die Verarbeitungsanforderung, die eine bestimmte Aufgabe an die ausführende Person stellt (Seeber 2015b: 60).

Übertragen auf die Aufgabe des Dolmetschens bedeutet dies, dass DolmetscherInnen lediglich über eine begrenzte Verarbeitungskapazität verfügen, die auf mehrere gleichzeitig ablaufende Prozesse verteilt werden muss. Diese Prozesse werden aufgrund ihres anspruchsvollen Charakters als Efforts bezeichnet. Eine reibungslose und präzise Dolmetschleistung ist nur dann möglich, wenn die Anforderungen aller gleichzeitig aktiven Efforts die verfügbare Gesamtverarbeitungskapazität nicht überschreiten und zugleich ausreichend Kapazität für die Ausführung der einzelnen Prozesse vorhanden ist (Gile 2015: 136). Andernfalls kann es zu einer kognitiven Überlastung seitens der DolmetscherInnen kommen (Wang 2024: 272).

Gile entwickelt Modelle für das Simultan-, Konsektiv- und Vom-Blatt-Dolmetschen. Für die Zwecke dieser Arbeit wird im Folgenden das Modell für Simultandolmetschen präsentiert, das in seiner ursprünglichen Version vier Efforts umfasst: Listening and Analysis (L), Production (P), Memory (M) und Coordination (C). Es lässt sich wie folgt darstellen:

$$SI = L + M + P + C$$

Der Listening and Analysis Effort beinhaltet sämtliche auf das Verstehen ausgerichteten Prozesse, von der physikalischen Rezeption auditiver Signale über die Identifikation von Bedeutungseinheiten bis hin zur Bedeutungskonstruktion. Für das Gebärdensprachdolmetschen lässt sich ein entsprechender Viewing and Analysis Effort annehmen. Um auch das Simultandolmetschen von einer Gebärdensprache in eine gesprochene Sprache angemessen zu berücksichtigen, kann der Listening Effort durch einen allgemeineren Reception Effort (R) ersetzt werden. Das Modell lässt sich dann wie folgt darstellen (Gile 2009: 160):

$$SI = R + M + P + C$$

Beim Production Effort geht es um die Gesamtheit der Vorgänge, die von der mentalen Repräsentation der zu übermittelnden Botschaft bis hin zur Planung und Umsetzung einer Äußerung reichen, einschließlich Self-monitoring und Selbstkorrektur (Gile 2009: 163). Der Coordination Effort dient dazu, die Steuerung der Aufmerksamkeitsressourcen zu erklären, insbesondere deren Verteilung auf die verschiedenen gleichzeitig ablaufenden Prozesse (Gile 2015: 135).

Der Memory Effort bezieht sich schließlich auf die kurzfristige Speicherung und den Abruf von Informationen. In diesem Zusammenhang betont Gile, dass der Memory Effort als Teilprozess des Dolmetschens zu verstehen ist, bei dem Gedächtnis und Gedächtnisleistungen erforderlich sind, nicht jedoch als eigenständige theoretische Entität der kognitiven Psychologie. Zwar könne der Memory Effort mit dem Konzept des Arbeitsgedächtnisses in Verbindung gebracht werden, für die Beschreibung allgemeiner Dolmetschmechanismen bevorzuge er jedoch die Begriffe Kurzzeitgedächtnis und Memory Effort (Gile 2009: 167).

Das Modell für Gebärdensprachdolmetschen in umgekehrter Richtung, also von einer gesprochenen Sprache in eine Gebärdensprache, umfasst zwei zusätzliche Komponenten (Gile 2015: 135). Zunächst wird ein Self-Management in Space Effort (SMS) identifiziert, der die räumliche Positionierung und Raumnutzung von DolmetscherInnen betrifft, um sowohl die Wahrnehmung der Ausgangssprache als auch die Sichtbarkeit für das gehörlose Publikum zu optimieren. Hinzu kommt der Online-Interaction with Deaf Persons Effort (OID), der die Notwendigkeit beschreibt, dass DolmetscherInnen während des Verdolmetschens auf mögliche Gebärdenbeiträge gehörloser ZuhörerInnen achten müssen, sei es in der Kommunikation untereinander oder direkt an die dolmetschende Person gerichtet. Da dieselben kognitiven Ressourcen in diesem Fall auf eine höhere Anzahl an Efforts verteilt werden müssen, gewinnt deren effiziente Aufteilung zusätzlich an Bedeutung. Das Modell lässt sich wie folgt darstellen:

$$SI = L + M + P + SMS + OID + C$$

Insgesamt verdeutlichen die Effort-Modelle die kognitive Komplexität des Dolmetschprozesses und stellen eine wichtige Grundlage für die folgenden Ausführungen der vorliegenden Arbeit dar. Anhand der Effort-Modelle lässt sich zeigen, wie wichtig eine effiziente Bewältigung des Memory Efforts für eine zufriedenstellende Dolmetschleistung ist und welche Relevanz der Forschung zum Arbeitsgedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen zukommt.

2 Arbeitsgedächtnis: Begriffsentwicklung und Modellierung

2.1 Gedächtnis als Forschungsobjekt der kognitiven Psychologie

Sei es physisch, digital oder menschlich, ist ein Gedächtnissystem dadurch gekennzeichnet, dass es Informationen kodieren, speichern und schließlich abrufen kann (Baddeley et al. 2025: 7). Bis in die 1950er-Jahre ging man in der Psychologie überwiegend von der Existenz eines einheitlichen Gedächtnissystems aus, das auf Reiz-Reaktions-Assoziationen beruhte. Mit dem Aufkommen des kognitiven Paradigmas rückte das Gedächtnis zunehmend in den Mittelpunkt psychologischer Forschung, und die Analogie zwischen dem menschlichen Gehirn und dem digitalen Computer gewann an Bedeutung.

In diesem Zusammenhang etablierte sich der Ansatz der Informationsverarbeitung, dem zufolge Informationen aus der Umwelt von einem oder mehreren interagierenden Gedächtnissystemen verarbeitet werden. Ausdruck findet diese Perspektive in zahlreichen Modellen, in denen Informationen in einem unidirektionalen Prozess über sensorische Gedächtnissysteme in einen Kurzzeitspeicher gelangen, bevor sie im Langzeitspeicher gespeichert werden. Heutzutage ist es nachgewiesen, dass Informationen nicht unidirektional von der Umwelt übertragen werden, sondern dass das Allgemeinwissen im Langzeitgedächtnis z. B. dazu beitragen kann, dass der Fokus der Aufmerksamkeit anders gelenkt wird und darauffolgend Stimuli anders aufgenommen und verarbeitet werden (Baddeley et al. 2025: 8).

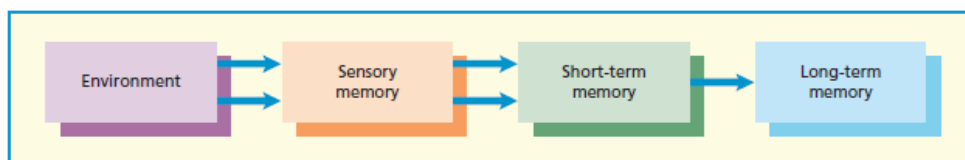


Abb. 2: Der Ansatz der Informationsverarbeitung zum Gedächtnis (Baddeley et al. 2025: 8)

2.1.1 Mehrspeichermodell: Innovationen und Grenzen

Das Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968) gilt als eines der einflussreichsten seiner Zeit. Es beschreibt, wie Informationen zunächst über parallele sensorische Gedächtnissysteme verarbeitet werden, insbesondere über visuelle, auditive und haptische Modalitäten. Die anschließende Stufe der Informationsverarbeitung erfolgt im Kurzzeitspeicher, dem im Modell eine doppelte Funktion zukommt (Baddeley et al. 2025: 102). Einerseits dient er dem Austausch von Informationen mit dem Langzeitspeicher, andererseits ist er sowohl an der Selektion relevanter Informationen als auch an der Durchführung von Wiederholungsstrategien

beteiligt. Aus heutiger Perspektive lässt sich daher festhalten, dass der Kurzzeitspeicher funktional als Arbeitsgedächtnis fungierte, auch wenn der Begriff zu diesem Zeitpunkt noch nicht theoretisch ausgearbeitet war.

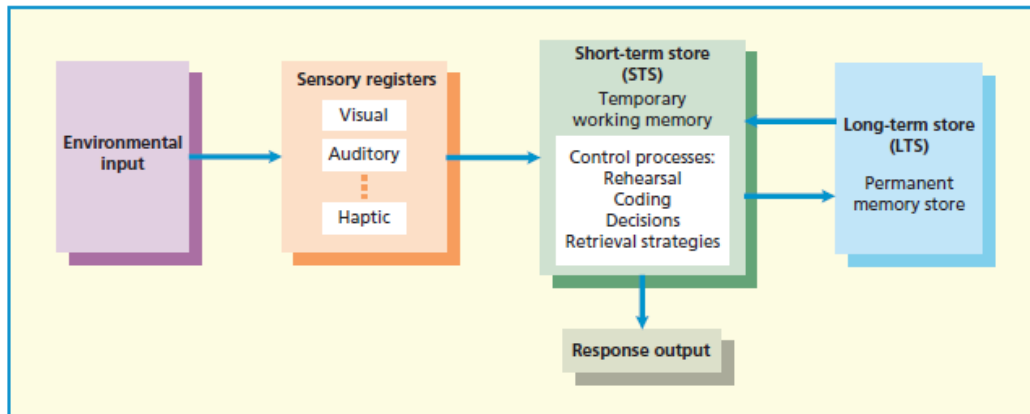


Abb. 3: Atkinson und Shiffrins Mehrspeichermodell (Baddeley et al. 2025: 102)

Trotz seiner großen Relevanz zeigte das Mehrspeichermodell bald theoretische und empirische Grenzen. Eine erste war die Annahme, dass Elemente, die lange genug im Kurzzeitspeicher aufrechterhalten werden, automatisch in den Langzeitspeicher übergehen und in diesem Sinne gelernt werden. Das wurde insbesondere von Craik und Lockhart (1972) infrage gestellt. In ihrer Theorie der Verarbeitungstiefe argumentieren sie, dass die Art und Weise, wie Inhalte verarbeitet werden, entscheidender für den Lernprozess ist als die bloße Dauer ihrer Speicherung im Kurzzeitgedächtnis.

Auch neuere neuropsychologische Befunde ließen sich nur schwer mit dem Modell vereinbaren. 1970 beschrieben Shallice und Warrington einen Patienten mit stark beeinträchtigtem Kurzzeitspeicher. Nach den Modellannahmen hätte dieser Befund sowohl Defizite im Langzeitgedächtnis als auch Beeinträchtigungen kognitiver Leistungen nach sich ziehen müssen. Dem Kurzzeitspeicher wurden nämlich sowohl der Informationsaustausch mit dem Langzeitgedächtnis als auch die Verarbeitungsfunktion eines Arbeitsgedächtnisses zugeschrieben. Tatsächlich zeigte der Patient jedoch keines dieser Defizite, was der These widersprach, dass der Kurzzeitspeicher als Arbeitsgedächtnis fungiert.

Im Lichte dieser neuen Erkenntnisse gewann die Hypothese eines eigenständigen Systems zur Verarbeitung von Informationen zunehmend an Bedeutung und setzte sich schließlich mit der Einführung des Begriffs des Arbeitsgedächtnisses und des damit verbundenen Mehrkomponentenmodells von Baddeley und Hitch (1974) durch.

2.1.2 Arbeitsgedächtnis: Theoretische Ausarbeitung des Begriffs

Die Bezeichnung *working memory* wurde bereits 1960 von Miller, Galanter und Pribram eingeführt, jedoch zunächst nicht weiter theoretisch ausgearbeitet. Diese wurde von Baddeley und Hitch aufgegriffen, um zu verdeutlichen, dass es sich beim Arbeitsgedächtnis nicht um einen statischen Speicher handelt, sondern um ein aktives System, das eine zentrale funktionale Rolle bei der Ausführung komplexer kognitiver Prozesse übernimmt.

Der von ihnen eingeführte Begriff bezeichnet nämlich ein System mit begrenzter Kapazität, das der vorübergehenden Speicherung und Verarbeitung von Informationen dient. Dieses System unterstützt menschliche Denkprozesse, indem es eine Schnittstelle zwischen Wahrnehmung, Langzeitgedächtnis und Handlung bereitstellt (Baddeley, 2003: 829). Vereinfacht formuliert kann das Arbeitsgedächtnis wie folgt definiert werden: „a memory system that underpins our capacity to 'keep things in mind' when performing complex tasks“ (Baddeley et al. 2025: 13).

Das Forschungsfeld des Arbeitsgedächtnisses hat im Laufe der Jahre zunehmend an Bedeutung gewonnen, wodurch eine Vielzahl unterschiedlicher Arbeitsgedächtnismodelle entwickelt wurde. Ein grundlegender Konsens besteht jedoch darin, dass jedes valide Modell die zentralen Eigenschaften des Arbeitsgedächtnisses berücksichtigen und erklären können muss. Byrnes und Miller-Cotto (2023) identifizieren fünf dieser Eigenschaften:

1. Begrenzte Kapazität
2. Kombination von Verarbeitung und Speicherung
3. Zentrale Rolle der Aufmerksamkeit
4. Schnelles Vergessen unbeachteter Informationen
5. Interaktion mit dem Langzeitgedächtnis (z. B. Interferenz oder Chunking)

Das Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch zeichnet sich dadurch aus, dass es aus einem Bottom-up-Ansatz entwickelt wurde. Zunächst setzten sich die Autoren mit der verbalen Gedächtnisspanne auseinander, bevor sie Fragen der Aufmerksamkeitskontrolle untersuchten. Das Modell eingebetteter Prozesse von Cowan (1999) stellt demgegenüber ein Beispiel für einen Top-down-Ansatz dar, der von der Rolle der Aufmerksamkeit und ihrer Steuerungsfunktionen ausgeht. (Baddeley et al. 2025: 127).

2.2 Gedächtnissysteme: ein Überblick

Eine zentrale, in der Psychologie nach wie vor diskutierte Frage betrifft die Anzahl und Abgrenzung unterschiedlicher Gedächtnisarten. Baddeley, Eysenck und Anderson (2025: 8) heben hervor, dass eine Kategorisierung dazu beitragen kann, das umfangreiche Wissen der Disziplin zu diesem Thema systematisch zu ordnen. Entsprechend gehen sie von der Existenz sensorischer, kurzzeitiger und langzeitiger Gedächtnissysteme aus. Im Folgenden werden diese Systeme aus Sicht des letzten Forschungsstands beschrieben, damit deren Verbindungen zum Arbeitsgedächtnis herausgestellt werden können.

2.2.1 Sensorisches Gedächtnis

Ein sensorisches Gedächtnissystem ermöglicht die Speicherung von Informationen in unterschiedlichen Modalitäten über einen sehr kurzen Zeitraum. Je nachdem, ob Informationen visuell oder akustisch gespeichert werden, unterscheidet Neisser (1967) zwischen ikonischem und echoischem Gedächtnis (auch auditives sensorisches Gedächtnis genannt). Das sensorische Gedächtnis kann als Teil des Wahrnehmungsprozesses verstanden werden, indem es als Schnittstelle zwischen Wahrnehmung und Gedächtnis fungiert.

Im Alltag sind Menschen mit einer Vielzahl komplexer visueller Stimuli konfrontiert, deren Informationsgehalt weit über das hinausgeht, was sinnvoll zu speichern und zu verarbeiten wäre. Das ikonische Gedächtnis dient daher vermutlich der Auswahl jener Informationen, die von der Netzhaut ins nächste kurzzeitige Gedächtnissystem übertragen werden. Das echoische Gedächtnis könnte eine vergleichbare Funktion für auditive Informationen erfüllen (Baddeley et al. 2025, S. 9 ff.).

2.2.2 Kurzzeitgedächtnis

Wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, übernimmt das Kurzzeitgedächtnis im Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin (1968) die Funktion eines Arbeitsgedächtnisses. Im theoretischen Rahmen von Baddeley und Hitch (1974) erfährt dieses Verständnis eine grundlegende Veränderung: Das Kurzzeitgedächtnis wird zu einer Komponente des Arbeitsgedächtnisses und ist ausschließlich für die vorübergehende Speicherung von Inhalten über wenige Sekunden zuständig (Baddeley et al. 2025: 13). Im Rahmen des Mehrkomponentenmodells bezieht sich das Kurzzeitgedächtnis auf die Leistung bei der Aufgabe, kleine Mengen an Informationen zu speichern, die unmittelbar oder nach kurzer Zeit getestet werden (Baddeley 2025: 70).

Ursprünglich galt das Kurzzeitgedächtnis zunächst vor allem als Speicher für verbale Informationen. Mit der Zeit setzte sich jedoch zunehmend die Erkenntnis durch, dass auch

visuell-räumliche Inhalte vorübergehend gespeichert werden können (Hitch et al. 2025: 223). Dementsprechend wurde das Modell von Anfang an mit zwei Komponenten ausgestattet, die als kurzzeitige Speicher für verbale und visuell-räumliche Informationen dienen und im Folgenden näher beschrieben werden: die phonologische Schleife und die visuell-räumliche Notiztafel.

2.2.3 Langzeitgedächtnis

Das Langzeitgedächtnis unterstützt die Fähigkeit, Informationen über lange Zeiträume zu speichern. Squire (1992) trifft eine Unterscheidung zwischen explizitem (deklarativem) und implizitem (prozeduralem) Langzeitgedächtnis. Das explizite Gedächtnis ist für das bewusste Abrufen von Ereignissen und Fakten verantwortlich. Beim impliziten Gedächtnis äußert sich das Erinnern hingegen in der Ausführung von Handlungen oder Prozessen, ohne dass das dafür notwendige Wissen jeweils bewusst abgerufen werden muss.

Das explizite Gedächtnis lässt sich weiter in episodisches und semantisches Gedächtnis unterteilen. Das semantische Gedächtnis umfasst das Wissen über die Welt, darunter unter anderem die Bedeutung von Wörtern, sensorische Merkmale von Objekten (z. B. Farbe oder Geschmack) sowie soziale Normen (Baddeley et al. 2025: 13). Es handelt sich dabei um allgemeines Wissen, das sich von den im episodischen Gedächtnis gespeicherten Inhalten unterscheidet. Letzteres ermöglicht die Erinnerung an spezifische, persönlich erlebte Ereignisse (Baddeley et al. 2025: 13). Diese Erinnerungen können im Sinne einer „mentalen Zeitreise“ (Tulving, 2002: 2) erneut erlebt werden, wobei vergangene Ereignisse bewusst rekonstruiert werden. Dies ist möglich, da das episodische Gedächtnis Informationen darüber enthält, *wie*, *wann* und *wo* ein Ereignis stattgefunden hat (Nairne, 2015: 267).

Hinsichtlich der Beziehung zwischen semantischem und episodischem Gedächtnis wird angenommen, dass semantisches Wissen durch die Abstraktion und das „Kristallisieren“ wiederkehrender episodischer Erfahrungen entsteht. Offen bleibt jedoch die Frage, ob beide Gedächtnisformen auf getrennten Speichersystemen beruhen oder ob sie ein gemeinsames System nutzen, aus dem Informationen auf unterschiedliche Weise abgerufen werden (Baddeley et al. 2025: 14). Dass ein einzelnes Ereignis in beiden Gedächtnisformen repräsentiert sein kann, lässt sich beispielhaft an einer Nachricht verdeutlichen. Während der inhaltliche Informationsgehalt der Nachricht im semantischen Gedächtnis gespeichert wird und Teil des Allgemeinwissens der Person wird, ermöglicht das episodische Gedächtnis den Abruf der emotionalen Reaktion oder der Umstände, unter denen die Nachricht rezipiert wurde.

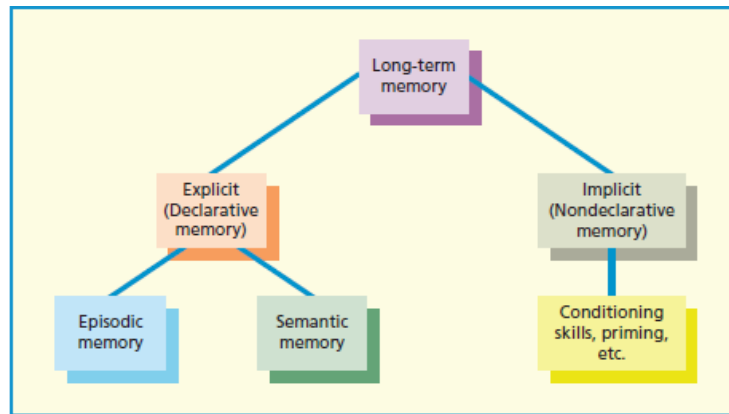


Abb. 4: Komponenten des Langzeitgedächtnisses nach Squire (1992) (Baddeley et al. 2025: 13)

2.3 Arbeitsgedächtniskapazität und -prozesse

Die Arbeitsgedächtniskapazität lässt sich als Maß dafür definieren, wie viele Informationen gleichzeitig gespeichert und verarbeitet werden können (Baddeley et al. 2025: 128). Einer der ersten Forscher, der sich systematisch mit Gedächtniskapazität befasste, war George Miller (1956). Er argumentierte, dass die Kapazitätsgrenze des damals postulierten Kurzzeitspeichers nicht durch die Anzahl einzelner zu erinnernder Elemente bestimmt sei, sondern durch die Anzahl der Chunks (Baddeley et al. 2025: 71). Chunks werden dabei als Gruppen von Elementen verstanden, die durch den Prozess des Chunkings auf der Grundlage von im Langzeitgedächtnis vorhandenem Wissen zu bedeutungsvollen Einheiten zusammengefasst werden. Miller nahm an, dass der Kurzzeitspeicher eine Kapazität von etwa 7 ± 2 Chunks aufweisen würde.

Neuere Ansätze betonen die zentrale Rolle der Aufmerksamkeit für die Arbeitsgedächtniskapazität. Diese wird dadurch weniger als reine Speicherkapazität verstanden, sondern vielmehr als die Fähigkeit, relevante Informationen durch Aufmerksamkeitskontrolle aktiv aufrechtzuerhalten und irrelevante Informationen zu unterdrücken. Engle (2022: 20) fasst diese Perspektive wie folgt zusammen:

Greater WM capacity does mean that more items can be maintained as active, but this is a result of greater ability to control attention, not a larger memory store. Thus, greater WM capacity also means greater ability to use attention to avoid distraction.

Die kontrollierte Aufmerksamkeit steht funktional der zentralen Exekutive im Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) nahe und bildet zugleich einen zentralen Bestandteil des Modells eingebetteter Prozesse von Cowan (1999), die beide im Folgenden näher erläutert werden. Cowan (2005) postuliert zudem, dass die Arbeitsgedächtniskapazität auf etwa vier Chunks begrenzt ist.

Die Funktionen der kontrollierten Aufmerksamkeit werden als exekutive Funktionen beschrieben und in der Literatur unterschiedlich klassifiziert. Baddeley (1996) zählt hierzu unter anderem die Koordination paralleler Aufgaben, den Wechsel zwischen Abrufstrategien, selektive Aufmerksamkeit und Reizunterdrückung sowie das Speichern und Verarbeiten von Informationen im Arbeitsgedächtnis unter Einbezug des Langzeitgedächtnisses. Miyake und Friedman (2012) unterscheiden hingegen drei zentrale exekutive Funktionen: Aktualisierung von Informationen (*updating*), Aufmerksamkeitswechsel (*shifting*) und Hemmung irrelevanter Reize (*inhibition*).

Über die reine Definition dieser Funktionen hinaus zeigen Oberauer et al. (2008), dass Arbeitsgedächtniskapazität kein einheitliches Konstrukt ist, da Aufgaben mit unterschiedlichen exekutiven Anforderungen zwar auf einen gemeinsamen Arbeitsgedächtnisfaktor laden, sich jedoch systematisch hinsichtlich der zugrunde liegenden kognitiven Teilprozesse unterscheiden. So wird zwischen Prozessen der Aufrechterhaltung von Informationen unter Interferenz (*maintenance & interference*), der Koordination und Transformation von Informationen (*coordination & transformation*) sowie der Überwachung und Steuerung laufender Verarbeitungsprozesse (*supervision*) unterschieden. Diese Differenzierung macht deutlich, dass Arbeitsgedächtniskapazität je nach Aufgabenanforderung unterschiedliche exekutive Teilfunktionen in den Vordergrund rückt.

Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität dient die Gedächtnisspanne als zentrales empirisches Maß. Einfache Spannenaufgaben erfassen primär die Speicherkomponente des Arbeitsgedächtnisses und stellen vergleichsweise geringe Anforderungen an exekutive Kontrollprozesse, während komplexe Spannenaufgaben zusätzlich die Fähigkeit zum gleichzeitigen Speichern und Verarbeiten von Informationen prüfen. Zur Erfassung exekutiver Funktionen werden darüber hinaus Aufgaben eingesetzt, die spezifische Aspekte der zentralen Exekutive ansprechen und die von Timarová et al. (2015: 140) als zentrale exekutive Aufgaben (*central executive tasks*) beschreiben werden. Diese zielen darauf ab, Verarbeitungsprozesse des Arbeitsgedächtnisses stärker in den Vordergrund zu rücken und die reine Speicherleistung möglichst zu minimieren.

2.3.1 Einfache Spannenaufgaben

Bei einfachen Spannenaufgaben erhalten die Teilnehmende eine Liste von zu merkenden Elementen (TBR: *to be remembered*) und werden anschließend aufgefordert, diese unmittelbar nach der Präsentation des letzten Elements in der korrekten Reihenfolge wiederzugeben (Unsworth & Engle 2007: 1038). Solche Aufgaben stellen somit zwei Anforderungen: Die

präsentierten Inhalte müssen kurzfristig aufrechterhalten und zugleich in ihrer seriellen Reihenfolge abgerufen werden (Baddeley et al. 2025: 71).

In typischen einfachen Spannaufgaben zur Messung des verbalen Kurzzeitgedächtnisses bestehen die zu merkenden Elemente aus Buchstaben, Ziffern oder Wörtern. Zur Untersuchung visuell-räumlicher Fähigkeiten werden im Folgenden zwei exemplarische Aufgaben vorgestellt. Die erste legt den Schwerpunkt auf die visuelle Komponente des Kurzzeitgedächtnisses, die zweite stärker auf die räumliche Komponente.

Zur Erfassung der visuellen Komponente des Kurzzeitgedächtnisses dient eine von Phillips (1974) entwickelte Testmethode, die in ihrer Grundstruktur dem später als „Matrix Span Task“ bezeichneten Verfahren entspricht, wie es u. a. von Kane et al. (2004) beschrieben wird. Den Teilnehmenden wird dabei ein quadratisches Gitter präsentiert, in dem jeweils die Hälfte der Felder ausgefüllt ist. Im Anschluss müssen die TeilnehmerInnen das gezeigte Muster in einem leeren Gitter reproduzieren. Der Test beginnt mit einem einfachen 2×2 -Gitter, dann wird die Anzahl der Felder schrittweise erhöht, bis die Leistung nachlässt.

Im Gegensatz dazu erfasst der Corsi-Block-Tapping-Test (CBT) insbesondere die räumliche Komponente des Kurzzeitgedächtnisses. Die Teilnehmenden werden dabei neun Blöcke präsentiert. Der Versuchsleiter tippt nacheinander eine bestimmte Abfolge von Blöcken an, die anschließend von den Teilnehmenden in derselben Reihenfolge reproduziert werden soll. Die Länge der Sequenz wird schrittweise erhöht, bis die Leistung nachlässt (Baddeley et al. 2025: 87).

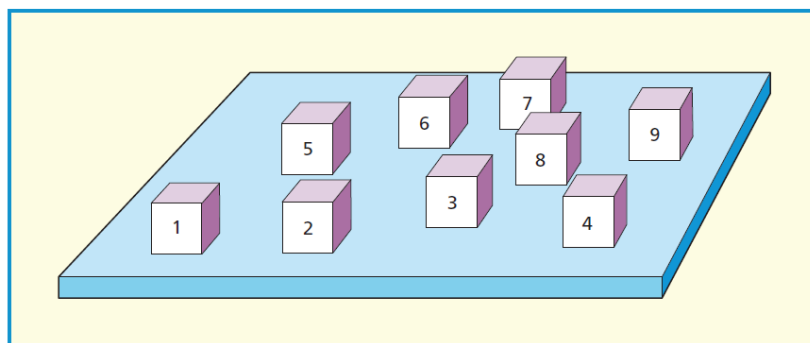


Abb. 5: Der Corsi-Block-Tapping-Test. Die Zahlen dienen lediglich zur Unterstützung des Versuchsleiters und sind für die Teilnehmende nicht sichtbar (Baddeley et al. 2025: 88)

2.3.2 Komplexe Spannaufgaben

Bei komplexen Spannaufgaben müssen die Teilnehmende ebenfalls eine Reihe von Elementen in der korrekten Reihenfolge aufrechterhalten können. Im Unterschied zu einfachen Spannaufgaben kommt hier jedoch zusätzlich eine Verarbeitungskomponente hinzu. Das heißt,

neben der Memorierungsanforderung wird die Ausführung einer weiteren Tätigkeit verlangt, die inhaltlich nicht direkt mit der Gedächtnisaufgabe zusammenhängt. Diese Verarbeitungstätigkeit wird zwischen der Präsentation der einzelnen TBR-Elemente eingefügt (Unsworth & Engle 2007: 1038).

Im Rahmen einer einflussreichen Studie entwickelten Daneman und Carpenter (1980) die ersten komplexen verbalen Spannaufgaben: den Lesespannentest und den Hörspanntest. Beim Lesespannentest lesen die Teilnehmende eine Reihe von Sätzen vor, beurteilen, ob jeder Satz inhaltlich Sinn ergibt, und merken sich das jeweils letzte Wort für das spätere Abrufen. Beim Hörspanntest verläuft der Prozess analog, allerdings hören die Teilnehmende die Sätze, anstatt sie zu lesen. Später führten Turner und Engle (1989) den Operationsspannentest ein, bei dem die TBR-Wörter jeweils von mathematischen Operationen gefolgt werden, die parallel bearbeitet werden müssen.

Zur Erfassung der visuell-räumlichen Komponente des Arbeitsgedächtnisses werden im Folgenden den Symmetriespannentest und den Rotationsspannentest präsentiert (Kane et al. 2004: 197). Beim Symmetriespannentest beurteilen die Teilnehmende nacheinander die Symmetrie abstrakter Muster und merken sich parallel die Positionen farbiger Quadrate auf einem 4×4 -Raster. Ein Testblock umfasst 3 bis 7 Durchgänge, nach denen die Positionen der Quadrate in der richtigen Reihenfolge wiedergegeben werden müssen. Die Blocklänge wird schrittweise erhöht, bis die Leistung nachlässt.

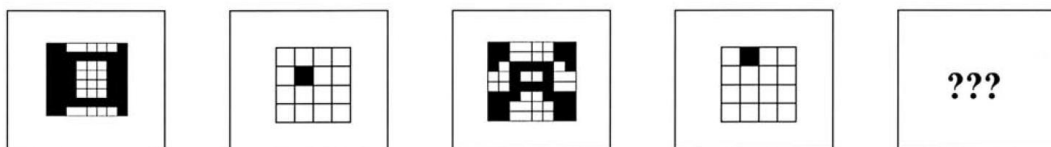


Abb. 6: Der Symmetriespannentest (Kane et al. 2004: 196)

Beim Rotationsspannentest bearbeiten die Teilnehmende eine mentale Rotationsaufgabe, während sie parallel visuelle Informationen im Arbeitsgedächtnis behalten müssen. In jedem Durchgang wird ein Buchstabe (G, F oder R) präsentiert, der entweder normal oder spiegelverkehrt und in unterschiedlichen Winkeln rotiert ist. Die Teilnehmende rotieren den Buchstaben mental und geben an, ob er normal oder gespiegelt dargestellt ist. Unmittelbar danach erscheint nach einer kurzen Pause ein kurzer oder langer Pfeil, dessen Länge erinnert werden muss. Nach einer Sequenz von zwei bis fünf solcher Durchgänge werden die Pfeile in der Reihenfolge ihrer Präsentation wiedergegeben.

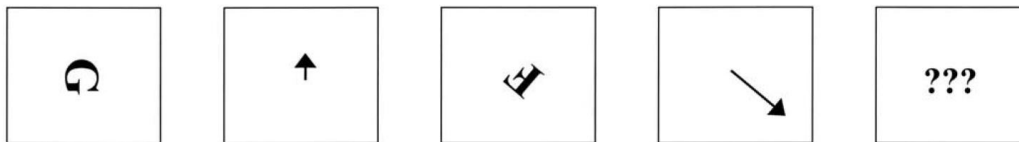


Abb. 7: Der Rotationsspanntest (Kane et al. 2004: 196)

Der Einsatz komplexer Spannaufgaben in der kognitiven Psychologie hat wesentlich dazu beigetragen, den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und höhere kognitive Funktionen aufzuzeigen. Mithilfe komplexer Spannaufgaben konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden, dass die Arbeitsgedächtniskapazität signifikant mit verschiedenen komplexen kognitiven Fähigkeiten korreliert, darunter dem Abruf von Fakten, dem globalen Text- und Hörverständnis (Daneman & Carpenter 1980), dem Leseverständnis in einer Zweitsprache (In'nami et al. 2022) sowie der fluiden Intelligenz (Conway et al. 2002; Kane et al. 2004).

2.3.3 Zentrale exekutive Aufgaben

Zur Erfassung exekutiver Funktionen werden zentrale exekutive Aufgaben eingesetzt, die gezielt einzelne Komponenten der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses adressieren. Zur Messung des Updatings dient die n-back-Aufgabe, bei der ProbandInnen beurteilen müssen, ob ein aktueller Reiz mit einem Reiz n Positionen zuvor identisch ist. Zur Erfassung des Shifting wird häufig die Number-Letter-Aufgabe verwendet, die einen regelgeleiteten Wechsel zwischen unterschiedlichen Entscheidungskriterien erfordert. Inhibition wird hingegen typischerweise mithilfe der Antisaccade-Aufgabe sowie des Arrow-Flanker-Tests untersucht, die die Fähigkeit zur Unterdrückung automatisierter Reaktionen messen.

Methodisch unterscheiden sich diese Aufgaben zudem von klassischen Spannaufgaben dadurch, dass nicht die Anzahl korrekt erinnelter Elemente, sondern vor allem Genauigkeit sowie zeitbezogene Parameter wie Reaktionszeiten oder Wechselkosten als zentrale Leistungsindikatoren herangezogen werden.

2.4 Mehrkomponentenmodell

Bei der Entwicklung ihres Mehrkomponentenmodells verfolgten Baddeley und Hitch das Ziel, eine theoretische Darstellung des Arbeitsgedächtnisses zu liefern, die bewusst minimal und unvollständig gehalten wäre, um als produktives und anschlussfähiges Rahmenkonzept für weitere Forschung sowohl für ExpertInnen als auch für Nicht-ExpertInnen zu dienen (Hitch et al.

2025: 223). Die Unterschiede ihres Modells gegenüber früheren Ansätzen fasst Baddeley (2003: 829) wie folgt zusammen:

These differences include its multi-component character, its emphasis on combined processing and storage, and the stress on its functional importance as a system that facilitates a range of cognitive activities, such as reasoning, learning and comprehension.

Das ursprüngliche Mehrkomponentenmodell umfasst ein Kontrollsystem mit begrenzter Aufmerksamkeitskapazität, die sogenannte zentrale Exekutive, sowie zwei untergeordnete Speichersysteme (Baddeley et al. 2025: 104).

Die phonologische Schleife ist für die vorübergehende Speicherung akustischer und sprachbasierter Informationen zuständig. Es wird angenommen, dass sie eine wichtige Rolle beim Spracherlernen spielt und zudem zur Steuerung sprachlich vermittelter Handlungen beiträgt. Die visuell-räumliche Notiztafel übernimmt hingegen die vorübergehende Speicherung visueller und räumlicher Informationen. Analog zur Funktion der phonologischen Schleife für sprachliche Inhalte könnte sie am Erwerb semantischen Wissens über das Aussehen und die Funktionsweise von Objekten beteiligt sein und darüber hinaus Prozesse der räumlichen Orientierung unterstützen (Baddeley, 2003: 834).

Im Jahr 2000 wurde eine vierte Komponente zum Modell hinzugefügt, der episodische Puffer, der Informationen in einem multidimensionalen Code speichert und die Interaktion mit den anderen Komponenten sowie mit dem Langzeitgedächtnis ermöglicht (Baddeley et al. 2025: 118). Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten des Modells detailliert erläutert und seine Weiterentwicklung bis zum heutigen Stand beschrieben.

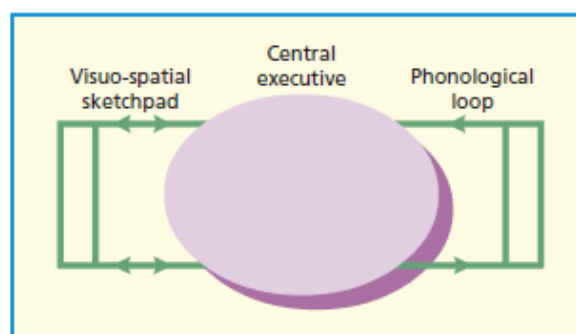


Abb. 8: Das ursprüngliche Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (Baddeley et al. 2025: 105)

2.4.1 Zentrale Exekutive

Die Exekutive ist kein Gedächtnissystem, sondern ein System, das für die Verteilung und Steuerung der Aufmerksamkeit zuständig ist. Das System ermöglicht es, die Aufmerksamkeit auf

eine bestimmte Aufgabe zu fokussieren oder zwischen mehreren Aufgaben aufzuteilen (Baddeley et al. 2025: 113ff). Es wird angenommen, dass dieses System nach dem Modell von Norman und Shallice (1986) arbeitet, das zwischen zwei Kontrollmodi unterscheidet.

Der erste ist automatisch, basiert auf konsolidierten Gewohnheiten und erfordert nur geringe Aufmerksamkeitsressourcen. Ein typisches Beispiel dafür ist das Autofahren. Obwohl hierbei mehrere komplexe Aufgaben und Reaktionen erforderlich sind, etwa das Reagieren auf Verkehrszeichen oder Ampeln, unterstützen automatisierte Abläufe die Konfliktlösungsprozesse, ohne dass die Aufmerksamkeit aktiv gelenkt werden muss. Der zweite Modus kommt zum Einsatz, wenn die automatische Konfliktlösung nicht ausreicht oder wenn man sich in einer neuen, ungewohnten Situation befindet. In solchen Fällen greift das Supervisorische Aufmerksamkeits-System (SAS) ein und ermöglicht die Bewertung und Auswahl zwischen verschiedenen Handlungsoptionen. Es wird angenommen, dass diese SAS-Komponente mit der zentralen Exekutive in Verbindung steht.

2.4.2 Phonologische Schleife

Die phonologische Schleife umfasst zwei Subkomponenten: einen phonologischen Speicher mit begrenzter Kapazität, der Gedächtnisspuren für wenige Sekunden aufrechterhält, sowie einen artikulatorischen Wiederholungsprozess, der durch subvokale Wiederholung dazu beiträgt, diese Gedächtnisspuren zu erneuern. Mit zunehmender Anzahl zu speichernder Elemente wird jedoch ein Punkt erreicht, an dem früh präsentierte Inhalte bereits verblassen, bevor sie erneut wiederholt werden können (Baddeley 2003: 830). Die Annahme zweier funktional unterscheidbarer Subsysteme sowie ihrer Interaktion wird durch eine Reihe experimenteller Befunde gestützt, darunter Effekte der phonologischen Ähnlichkeit, der artikulatorischen Suppression, der Wortlänge sowie irrelevanter Klänge.

Der Effekt der phonologischen Ähnlichkeit tritt auf, wenn zu speichernde Elemente viele gemeinsame phonologische Merkmale aufweisen. In solchen Fällen ist die Gedächtnisleistung geringer als bei phonologisch unähnlichen Elementen (z. B. *mad, can, man, mat, cap* vs. *pit, day, cow, pen, top*). Dieser Befund spricht dafür, dass Informationen im Arbeitsgedächtnis phonologisch kodiert werden. Artikulatorische Suppression bezeichnet eine experimentelle Technik, mit der der artikulatorische Wiederholungsprozess verhindert wird. Versuchspersonen werden dabei aufgefordert, kontinuierlich eine irrelevante verbale Aufgabe auszuführen, etwa das wiederholte Aussprechen einer Silbe. Da die zu merkenden Elemente nicht subvokal wiederholt werden können, verschlechtert sich die Gedächtnisleistung deutlich.

Die Interaktion zwischen phonologischer Ähnlichkeit und artikulatorischer Suppression liefert wichtige Hinweise auf die Struktur der phonologischen Schleife (Baddeley et al. 2017). Werden Reize auditiv präsentiert, interagieren der Effekt phonologischer Ähnlichkeit und der Suppressionseffekt nicht miteinander: Artikulatorische Suppression reduziert den Ähnlichkeitseffekt nicht. Dies spricht für zwei getrennte Mechanismen, nämlich einen phonologischen Speicher, der dem Effekt phonologischer Ähnlichkeit zugrunde liegt, und einen artikulatorischen Mechanismus, der für den Suppressionseffekt verantwortlich ist. Auditives Sprachmaterial erhält demnach automatisch Zugang zum phonologischen Speicher. Werden Reize hingegen visuell dargeboten, etwa als geschriebene Wörter oder benennbare Bilder, zeigt sich ebenfalls ein Ähnlichkeitseffekt, was auf eine phonologische Rekodierung visueller Informationen hinweist. Unter artikulatorischer Suppression verschwindet dieser jedoch, sodass der artikulatorische Mechanismus offenbar notwendig ist, um visuelle Reize in eine phonologische Form zu überführen.

Auch der Wortlängeneffekt liefert Evidenz für die Funktionsweise der phonologischen Schleife. Längere Wörter benötigen mehr Zeit für die subvokale Wiederholung und führen daher zu einer schnelleren Abnahme der Gedächtnisspuren als kürzere Wörter. Schließlich beeinträchtigen auch irrelevante Klänge, wie Hintergrundgeräusche oder Musik, die Gedächtnisleistung, da sie den phonologischen Speicher stören.

2.4.3 Visuell-räumliche Notiztafel

Die visuell-räumliche Notiztafel ist für die Verarbeitung visueller und räumlicher Informationen zuständig. Im Vergleich zur phonologischen Schleife wurde diese Komponente noch nicht so umfassend untersucht. Logie (1995) hat vorgeschlagen, dass die visuell-räumliche Notiztafel ähnlich wie die phonologische Schleife gegliedert sei. Er unterscheidet zwischen einer visuellen temporäreren Speicherkomponente, dem „visuellen Cache“, und einem dynamischeren Abruf- und Wiederholungsprozess, den er als „inneren Schreiber“ bezeichnet. Die Art des Wiederholungsprozess in dieser Modalität bleibt jedoch noch unklar (Baddeley 2012: 13).

Eine weitere Frage ist, ob visuelles und räumliches Gedächtnis unterschieden werden müssen, was durch neuropsychologische Studien gestützt wird. Eine weitere Charakterisierung erfolgt anhand einer Unterscheidung zwischen dynamischem (räumlichem) und statischem (visuellem) Gedächtnis. Eine kinästhetische oder motorische Dimension der Kodierung wurde ebenfalls vorgeschlagen (Smyth et al. 1990).

2.4.4 Episodischer Puffer

Ein zentrales Problem des dreiteiligen Mehrkomponentenmodells bestand darin zu erklären, wie das Arbeitsgedächtnis mit dem Langzeitgedächtnis interagiert. Die Gedächtnisspanne für Wörter innerhalb eines sinnvollen Satzes liegt bei etwa 15 Elementen, während sie für nicht zusammenhängende Wörter lediglich bei fünf bis sechs liegt. Innerhalb des ursprünglichen Modells ist dieser Befund schwer zu erklären, da eine Spanne von fünfzehn Wörtern die Kapazität der phonologischen Schleife deutlich überschreiten würde.

Die erhöhte Gedächtnisspanne lässt sich vielmehr dadurch erklären, dass das Chunking bei einem Satz erleichtert ist. Wörter sind nämlich auf der Grundlage grammatischer Regeln aneinandergereiht und tragen gemeinsam zur Bedeutung bei. Da sowohl syntaktische als auch semantische Informationen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden müssen, stellt sich die Frage, wie das Arbeitsgedächtnis mit diesem interagiert (Baddeley et al. 2025: 118).

Um diese Frage zu behandeln, führte Baddeley (2000) den episodischen Puffer als vierte Komponente des Modells ein. Dabei handelt es sich um einen Pufferspeicher begrenzter Kapazität, der die kurzfristige Speicherung von bis zu vier Chunks an Informationen oder Ereignissen in einem multidimensionalen Code ermöglicht (Baddeley et al. 2025: 118). Die gespeicherten Chunks oder Ereignisse stammen nicht ausschließlich aus dem Arbeitsgedächtnis, sondern können ebenso aus der Wahrnehmung sowie aus dem Langzeitgedächtnis entnommen werden. Sie sind unter anderem verbal, visuell oder semantisch kodiert und werden im episodischen Puffer zu integrierten Repräsentationen kombiniert. Diese neue Komponente kann als Ausdifferenzierung der ursprünglichen zentralen Exekutive verstanden werden, indem Aufmerksamkeitssteuerung und Speicherfunktionen klarer voneinander getrennt werden (Baddeley 2012: 15).

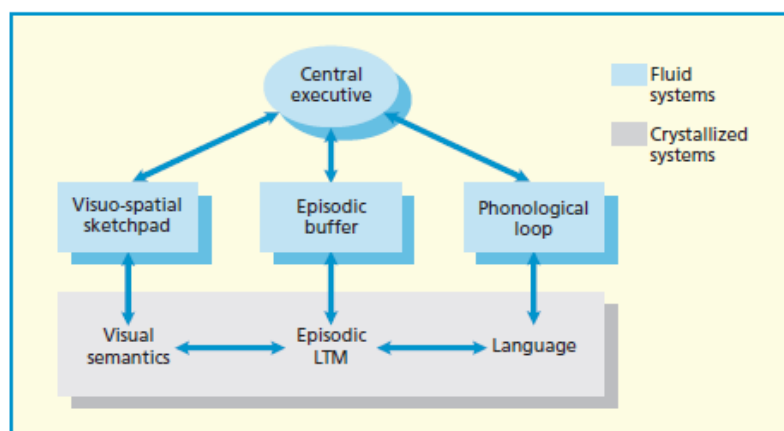


Abb. 9: Das Modell nach Einführung einer vierten Komponente, dem episodischen Puffer (Baddeley et al. 2025: 119)

Dem episodischen Puffer wird zudem die Funktion des Binding zugeschrieben. Darunter versteht man den Prozess, bei dem einzelne Merkmale zu Objekten zusammengeführt werden (z. B. die Kombination von *rot* und *Viereck* zu einem roten Viereck) oder bei dem einzelne Informationen zu kohärenten Episoden integriert werden (Baddeley et al. 2025: 119). Der episodische Puffer ermöglicht es somit, voneinander unabhängige Begriffe sowohl perzeptiv als auch kreativ zu verknüpfen und dadurch neuartige mentale Repräsentationen zu bilden, etwa die Vorstellung eines Hockey spielenden Elefanten durch die Kombination der Konzepte *Hockey* und *Elefant* (Baddeley 2012:16). Diese neu entstandene Repräsentation kann anschließend im Arbeitsgedächtnis weiterverarbeitet werden, sodass beispielsweise erschlossen werden kann, welche Position der Elefant im Spiel einnehmen würde. Da dieser Prozess als besonders aufmerksamkeitsintensiv gilt, postulierte Baddeley, dass der episodische Puffer stark von der zentralen Exekutive abhängt und der Zugriff auf ihn daher nur über diese Komponente erfolgte.

2.4.5 Neuere Entwicklungen

In den folgenden Jahren untersuchten Baddeley, Allen und Hitch experimentell das Binding visueller Merkmale zu Objekten sowie das von Wörtern zu Sätzen (Baddeley 2012: 16f). Dabei belasteten sie die zentrale Exekutive gezielt durch parallele Aufgaben und stellten fest, dass dies keine negativen Auswirkungen auf die Bindungsprozesse hatte. Diese Befunde widersprachen der Hypothese, dass die zentrale Exekutive den Zugriff auf den episodischen Puffer sowie die dort stattfindenden Bindungsprozesse kontrolliert. Stattdessen kamen sie zu dem Schluss, dass Binding unterschiedlicher Art sein kann, etwa wahrnehmungsbezogen oder sprachlich sowie vorübergehend oder dauerhaft, und abhängig von der jeweiligen Modalität in spezialisierten Systemen erfolgt, nicht jedoch im episodischen Puffer selbst.

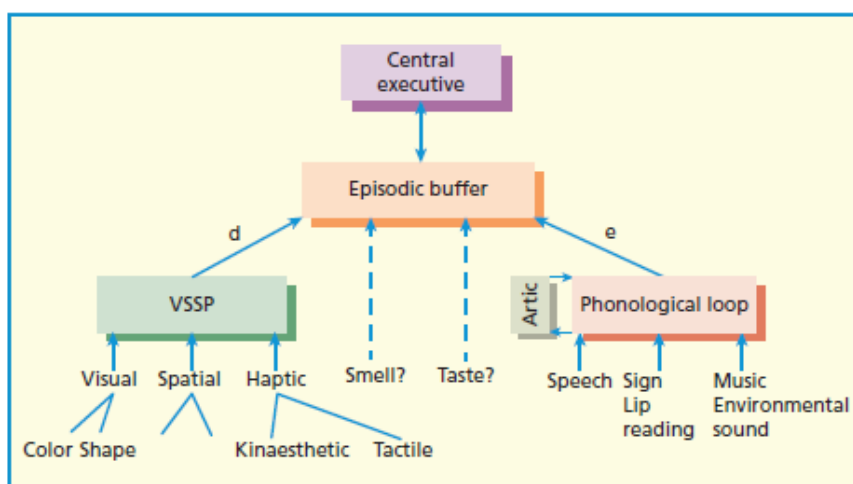


Abb. 10: Ein spekulatives Modell zur Informationsübertragung von der Wahrnehmung zum Arbeitsgedächtnis (Baddeley et al. 2025: 120)

Der episodische Puffer wird daher eher als passive Komponente konzeptualisiert, in der von anderen Systemen erzeugte Bindungen repräsentiert, zugänglich gemacht und weiterverarbeitet werden können. Entsprechend ist diese Komponente im von Baddeley (2012) vorgeschlagenen spekulativen Modell zur Informationsübertragung von der Wahrnehmung zum Arbeitsgedächtnis (Abb.9) nicht mehr ausschließlich über die zentrale Exekutive zugänglich, sondern auch über die beiden Speichersysteme sowie über das Langzeitgedächtnis.

Darüber hinaus wird angenommen, dass auch olfaktorische und gustatorische Informationen Zugang zum episodischen Puffer erhalten können, sofern diese Erlebnisse bewusst wahrgenommen oder erinnert werden. Eine weitere grundlegende Veränderung dieser Darstellung besteht in den neu eingeführten direkten Verbindungen zwischen dem Langzeitgedächtnis und den Speichersystemen des Arbeitsgedächtnisses. So wird angenommen, dass die phonologische Schleife den Spracherwerb unterstützt, während die visuell-räumliche Notiztafel eine vergleichbare Funktion für visuell-räumliche Informationen erfüllt (Baddeley et al. 2025: 120).

Im Rahmen der neuesten Darstellung des Modells (Abb. 10) gewinnt der episodische Puffer weiter an Bedeutung und wird zu einem zentralen Knotenpunkt, der die Interaktion zwischen Lang- und Kurzzeitgedächtnissystemen veranschaulicht, insbesondere zwischen dem semantischen Langzeitgedächtnis und den wahrnehmungs-motorischen Subsystemen. Der episodische Puffer übernimmt dabei eine Funktion, die dem Fokus der Aufmerksamkeit nach Cowan (1999) entspricht.

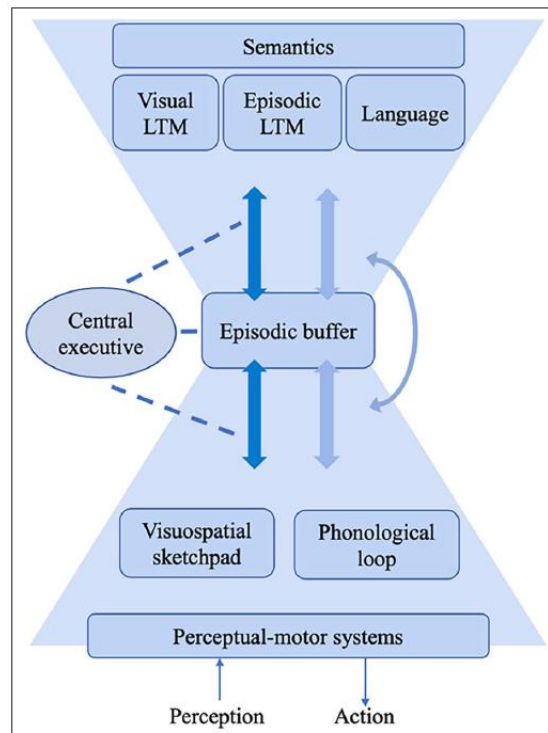


Abb. 11: Die neueste Darstellung des Mehrkomponentenmodells (Hitch et al. 2025: 228)

Die zentrale Exekutive wird hingegen als eine Gesamtheit von Kontrollressourcen konzeptualisiert, die in unterschiedlicher Weise mit den übrigen Komponenten interagieren kann. So trägt sie beispielsweise dazu bei, Informationen im episodischen Puffer aktiv aufrechtzuerhalten und Inhalte sowohl aus den Speichersystemen als auch aus dem Langzeitgedächtnis abzurufen, wie die dunkelblauen Pfeile in der Abbildung verdeutlichen. Hellere Pfeile markieren demgegenüber die automatische Übertragung von Informationen.

Zur Frage der Interaktion zwischen Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis äußert sich Baddeley (2025: 124) schließlich wie folgt: „The interface among WM, perception, and LTM is complex, flexible, and interactive“. In diesem Zusammenhang betont er, in Übereinstimmung mit Cowan (1999) und anderen, dass das Arbeitsgedächtnis die Aktivierung von Repräsentationen im Langzeitgedächtnis involviert.

2.5 Modell eingebetteter Prozesse

Das Modell eingebetteter Prozesse (*embedded processes model*) entstand aus der kritischen Auseinandersetzung mit einem Paradoxon klassischer Informationsverarbeitungsmodelle. Wie im ersten Abschnitt erläutert, gingen diese Modelle davon aus, dass Informationen sequenziell über voneinander getrennte Gedächtnissysteme verarbeitet werden. Bei der Verarbeitung von Reizen aus der Umwelt werden im Arbeitsgedächtnis jedoch zugleich Inhalte aus dem Langzeitgedächtnis aktiviert und einbezogen.

Daher ist es laut Cowan (1999) notwendig, von einem kontinuierlichen, bidirektionalen Austausch zwischen Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis auszugehen. Er schlägt eine alternative Darstellung vor, bei der die unterschiedlichen Prozesse eben eingebettet sind: „instead of different modules with multiple transactions between them in both directions, the representation more simply shows modules within modules“ (Cowan et al. 2020: 49). Im Rahmen seines Modells wird das Arbeitsgedächtnis als die Gesamtheit der Mechanismen verstanden, die es ermöglichen, eine begrenzte Anzahl von Informationen in einem temporär hoch zugänglichen Zustand zu halten (Cowan et al. 2020: 46).

2.5.1 Komponenten des Modells

Die Komponenten des Modells lassen sich wie folgt skizzieren (Cowan et al. 2020: 44). Ein kurzer sensorischer Speicher nimmt Reize aus der Umwelt auf und hält sie für wenige hundert Millisekunden aktiv. Dieser Speicher aktiviert Informationen im Langzeitgedächtnis, wobei jedoch nur ein begrenzter Teil der aktivierten Repräsentation in den Fokus der Aufmerksamkeit

aufgenommen werden kann. Elemente, die durch verbale Wiederholung oder anhaltende Aufmerksamkeitszuwendung ausreichend konsolidiert werden, können über längere Zeit aktiv bleiben, sonst werden sie innerhalb von wenigen Sekunden inaktiv. Eine zentrale Exekutive ermöglicht darüber hinaus die bewusste Steuerung des Fokus der Aufmerksamkeit, indem sie bestimmt, welche kürzlich aktivierten Repräsentationen im Langzeitgedächtnis aufrechterhalten, priorisiert oder zugunsten anderer Inhalte verdrängt werden, um unterschiedliche Aufgabenziele zu erreichen.

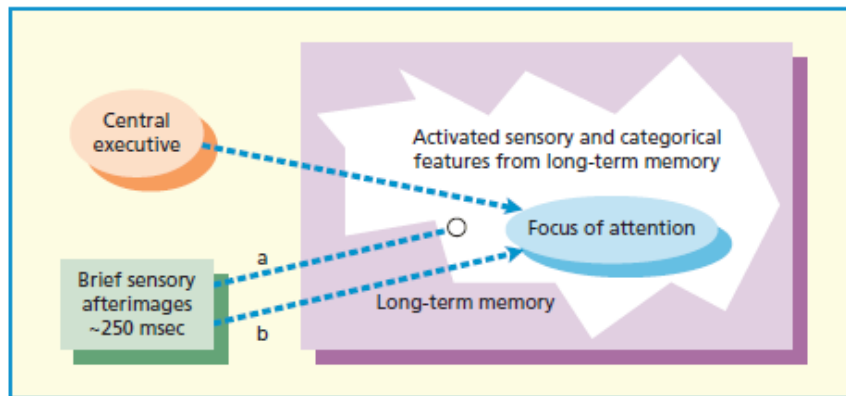


Abb. 12: Das Modell eingebetteter Prozesse (Baddeley et al. 2025: 129)

2.5.2 Organisation des Langzeitgedächtnisses

Cowan geht davon aus, dass ein einzelner Reiz mehrere Arten von Repräsentationen hervorrufen kann, häufig auch gleichzeitig. So kann das, was als phonologischer Code bezeichnet wird, akustische, phonetische (bezogen auf die artikulierten Sprachlaute), morphologische (bezogen auf Wortbildungsregeln) und motorische Komponenten umfassen (etwa im Zusammenhang mit den Mundbewegungen bei der Sprachproduktion). Eine funktionale Untergliederung des Langzeitgedächtnisses schließt Cowan damit nicht grundsätzlich aus. Er geht jedoch davon aus, dass diese wesentlich komplexer sei, als es in anderen Modellen, etwa bei Baddeley und Hitch (1974) mit der Annahme getrennter verbaler und visuell-räumlicher Speichersysteme, postuliert wird (Cowan et al. 2020: 45).

Vor diesem Hintergrund schlägt Cowan vor, unterschiedliche Codes als verschiedene Formen aktivierten Langzeitgedächtnisses zu betrachten. Die Organisation dieses aktivierten Langzeitgedächtnisses ist dabei eigenschaftsbasiert, sodass sich Repräsentationen gegenseitig beeinflussen, sofern sie ähnliche aktivierte Merkmale aufweisen. Interferenz entsteht demnach nicht zwischen getrennten Speichern, sondern zwischen überlappenden Merkmalsrepräsentationen.

Cowan betont, dass die in diesem Kontext allgemein gehaltene Ausrichtung seines Modells mit einer Reihe bislang offener theoretischer Fragen zusammenhängt:

Can all kinds of stimuli somehow be assigned to verbal and visuospatial stores or would more stores have to be added? If not, are these the correct names of the modules? How about the spatial locations of tones or speech? Is orthographic information stored in the same visuospatial buffer as non-verbal information? What about touch, smell, and so on? What about activated semantic information? To what extent is the organization of specialized stores innate versus learning dependent? How are associations between different kinds of information retained, like a bird and its song? (Cowan et al. 2020: 50)

Mit der Einführung des episodischen Puffers nahm Baddeley (2000) nach Cowans Einschätzung an, dass eine einzige Komponente eine Antwort auf viele dieser Fragen liefern könne, eine Annahme, die Cowan selbst nicht teilt.

Andererseits behauptet Baddeley (2025: 119), dass die Komponente dazu beigetragen hat, eine Brücke zwischen dem Mehrkomponentenmodell und dem Modell eingebetteter Prozesse zu schlagen, insofern sowohl das aktivierte Langzeitgedächtnis als auch der episodische Puffer eine multidimensionale Kodierung ermöglichen. Der zentrale Unterschied zwischen beiden Ansätzen liegt seiner Auffassung nach in der Art der Repräsentation. Im Mehrkomponentenmodell werden Informationen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen und im episodischen Puffer als eigenständige Repräsentationen dargestellt, während in Cowans Modell keine separate Speicherinstanz angenommen wird, sondern jeweils neue Repräsentationen innerhalb des Langzeitgedächtnisses selbst entstehen.

3. Gebärdensprache und Arbeitsgedächtnis

3.1 Begriffsbestimmung der Gebärdensprache

Eine Gebärdensprache ist ein abstraktes symbolisches System, das die gesamte Bandbreite sprachlicher Gedankenäußerungen ausdrücken kann (Wilson & Emmorey 1997a: 313). Weltweit existieren mehr als 200 Gebärdensprachen, die innerhalb von Gehörlosengemeinschaften verwendet und weitergegeben werden (Brentari 2019: 2). Gebärdensprachen werden der visuell-gestischen Modalität zugeordnet und weisen die für natürliche Sprachen typischen linguistischen Strukturebenen auf, insbesondere Phonologie, Morphologie, Syntax und Semantik.

3.1.1 Phonologie von Gebärdensprachen

Der Begriff Phonologie wird traditionell mit der Lehre von Sprachlauten in Verbindung gebracht. In der modernen Linguistik geht man jedoch davon aus, dass sich Phonologie nicht auf die Modalität bezieht, in der eine Sprache realisiert wird, sondern auf ihre grammatische Organisation. Sie beschreibt, wie elementare, bedeutungslose Struktureinheiten kombiniert werden, um eine potenziell unbegrenzte Anzahl bedeutungsvoller Äußerungen hervorzubringen (Brentari 2019: 2). Bei Lautsprachen sind diese Einheiten etwa Konsonanten und Vokale, aus denen Wörter gebildet werden.

In Gebärdensprachen werden sprachliche Einheiten durch manuelle sowie nicht-manuelle Artikulatoren realisiert, darunter Mimik, Kopfbewegungen und das sogenannte Mundbild, also die gleichzeitige Artikulation lautsprachlicher Wörter (Pfau et al. 2012: 95). Manuelle Artikulatoren sind durch vier grundlegende phonologische Parameter gekennzeichnet: Handform, Ausführungsstelle, Bewegung und Handflächenorientierung. Diese Komponenten tragen für sich genommen keine eigenständige Bedeutung, werden jedoch nach sprachspezifischen Regeln kombiniert, um Gebärden zu bilden (Wilson & Emmorey 1997a: 315).

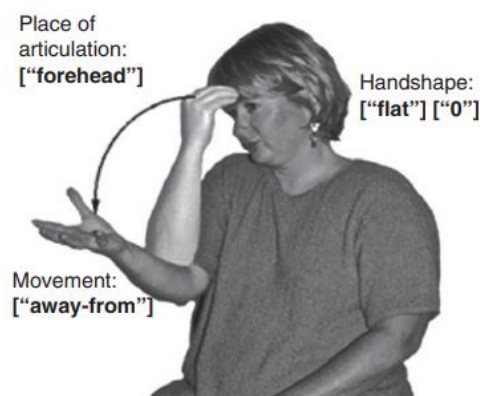


Abb. 13: Die ASL-Gebärde „INFORM“ mit ihrer phonologischen Beschreibung hinsichtlich Handform, Bewegung und Artikulationsort (Brentari 2016: 62)

Gebärdensprachen verfügen somit ebenso wie Lautsprachen über ein begrenztes und stark automatisiertes Inventar phonologischer Einheiten sowie über eine enge Zuordnung zwischen Eingabe- und Ausgaberepräsentationen (Wilson & Emmorey 1997a: 319). Dies bedeutet, dass jede Gebärde nicht nur eine spezifische Bedeutung (oder Bedeutungsmenge) trägt, sondern auch eine klar definierte phonologische Zusammensetzung besitzt, durch die sie sich von anderen Gebärden im Lexikon unterscheidet (Rudner 2018: 2). Ein zentrales Argument hierfür liefern sogenannte Minimalpaare, also Gebärden, die sich nur in einem einzelnen phonologischen Parameter unterscheiden, dabei jedoch unterschiedliche Bedeutungen tragen. Solche Kontraste belegen, dass diese Parameter bedeutungsunterscheidend sind und somit die sublexikalischen Einheiten des phonologischen Systems von Gebärdensprachen bilden (Brentari 2019: 14ff).

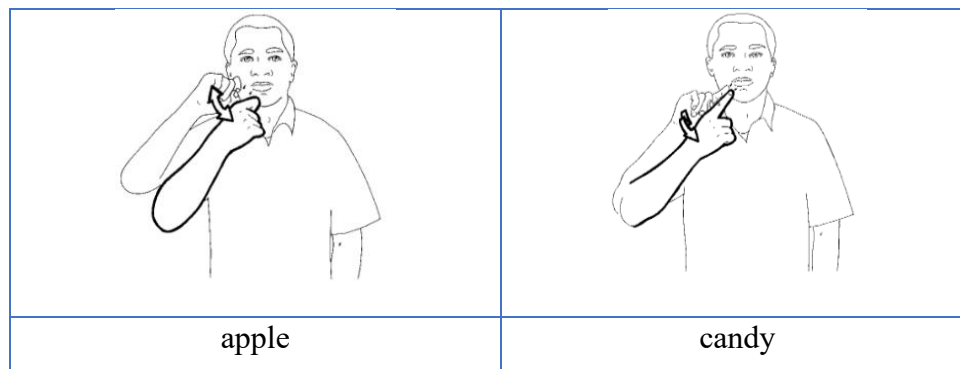


Abb. 14: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Handform (Valli et al. 2021: 19, 70)

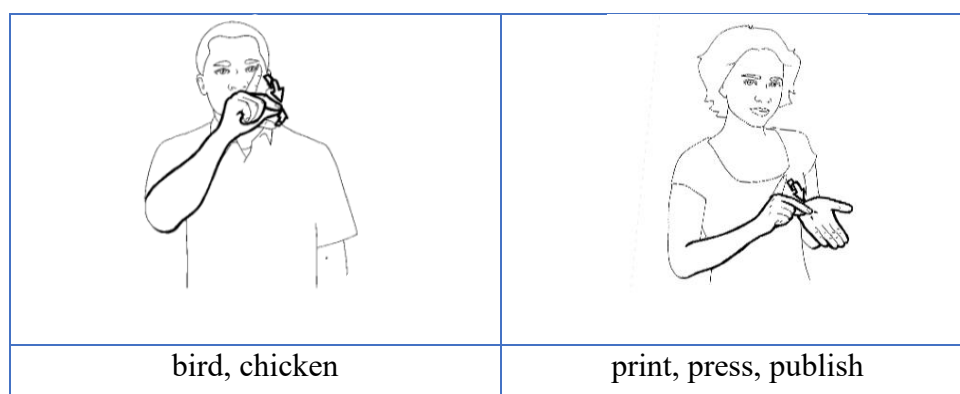


Abb. 15: Minimalpaar in ASL mit Kontrast im Ausführungsstelle (Mund vs. nicht-dominante Hand) (Valli et al. 2021: 47, 356)

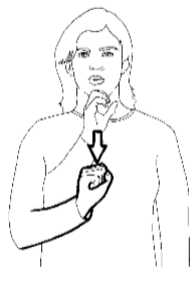
	
treasure, cherish, precious	old

Abb. 16: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Handflächenorientierung (Handfläche vs. Radialseite der Hand) (Valli et al. 2021: 489, 311)

	
please	my

Abb. 17: Minimalpaar in ASL mit Kontrast in der Bewegung (kreisförmige Bewegung am Oberkörper vs. Bewegung zum Oberkörper hin) (Valli et al. 2021: 345, 296)

3.1.2 Gebärden und Geste: Unterschiede

Goldin-Meadow und Brentari (2017) schlagen Merkmale vor, anhand derer sich Gesten von Gebärden unterscheiden lassen. Innerhalb der Kategorie „Gesten“ kann zunächst zwischen sogenannten „lautlosen Gesten“ (*silent gestures*) und sprachbegleitenden Gesten unterschieden werden. Lautlose Gesten werden von hörenden Personen situationsbedingt eingesetzt, wenn sprachliche Äußerung nicht möglich ist, beispielsweise in einem lauten Raum. Sie verfügen weder über eine stabile Phonologie noch über ein Lexikon, da sie ad hoc und kontextabhängig erzeugt werden, und stellen daher keine Gebärdensprache dar (Brentari 2019: 8).

Sprachbegleitende Gesten unterscheiden sich von Gebärden vor allem dadurch, dass sie nicht die Hauptverantwortung der Kommunikation tragen, sondern eng an die gesprochene Sprache gekoppelt sind (Brentari 2019: 7). Zudem weisen Gesten keine hierarchisch organisierte kombinatorische Struktur auf. Das bedeutet, dass ihre Bestandteile zwar variieren können, jedoch nicht auf unterschiedlichen grammatischen Ebenen systematisch kombiniert

werden, wie es bei Gebärdensprachen der Fall ist. Darüber hinaus sind Gesten variabler als sprachliche Einheiten und verfügen über keinen stabilen, konventionalisierten Wortschatz. Schließlich zeigen Gesten eine höhere Gradienz als Gebärden, das heißt, sie sind nicht klar segmentiert, sondern gehen fließend ineinander über und können je nach Kontext unterschiedlich stark ausgeprägt sein.

Gesten werden parallel zur sprachlichen Äußerung und häufig unbewusst sowohl von Sprechenden als auch von Gebärdensprachkompetente produziert. Bei gesprochenen Sprachen lassen sie sich leichter isolieren, da sie in einer anderen Modalität als die lautsprachliche Äußerung realisiert werden. Dennoch kann Gestik auch in jeder Sprachmodalität anhand der genannten Kriterien von sprachlichen Einheiten abgegrenzt werden. Dabei ist anzumerken, dass Handlungen im Arbeitsgedächtnis unabhängig davon kodiert, gespeichert und wiederholt werden können, ob sie als Gesten oder als Gebärden klassifiziert werden (Wilson and Fox, 2007; Rudner, 2015).

3.2 Sign Loop

3.2.1 Arbeitsgedächtnis und Sprachverarbeitung

Das Arbeitsgedächtnis trägt zur Sprachverarbeitung bei, indem es das Aufrechterhalten von Informationen sowie deren Verknüpfung mit bereits vorhandenem Wissen ermöglicht (Rudner 2018: 1). Damit verbunden ist die starke Korrelation der Arbeitsgedächtniskapazität mit dem Sprachverständnis von Texten in unterschiedlichen Modalitäten (siehe Abschnitt 2.3). Darüber hinaus findet das Mehrkomponentenmodell Anwendung in weiteren sprachbezogenen Bereichen, insbesondere beim Erwerb der Muttersprache (Baddeley et al. 1998) sowie beim Erlernen von Fremdsprachen (Linck et al. 2014).

Die Relevanz des Arbeitsgedächtnisses für Sprachverarbeitung und Spracherwerb wurde bislang jedoch vor allem für gesprochene Sprachen nachgewiesen. Dies hängt auch mit einer gewissen Ambiguität in der Definition jener Komponente zusammen, der eine zentrale Rolle beim Spracherwerb zugeschrieben wird: der phonologischen Schleife (siehe Kapitel 2). Einerseits wird diese funktional über ihre Rolle in der Sprachverarbeitung bestimmt, andererseits impliziert diese Definition häufig eine Beschränkung auf auditiv-vokal realisierte Sprache (Wilson & Emmorey 1998: 121). Baddeley selbst (2012: 12) räumt ein, dass er dieses System lange Zeit ausschließlich im Hinblick auf die Verarbeitung gesprochener Sprache betrachtet habe.

Vor diesem Hintergrund liefern die Studien von Wilson und Emmorey (1997a, 1998, 2003) erste Hinweise auf strukturelle Gemeinsamkeiten des Arbeitsgedächtnisses bei der Verarbeitung von Gebärdensprachen und gesprochenen Sprachen. Für die Verarbeitung von Gebärdensprachen postulierten sie die Existenz einer der phonologischen Schleife funktional entsprechenden *Sign Loop* und überprüften diese Hypothese, indem sie zentrale empirische Befunde zur phonologischen Schleife im Bereich der Gebärdensprache replizierten. Zu diesem Zweck untersuchten sie in behavioralen Studien die vier klassischen Effekte der phonologischen Schleife in der Amerikanischen Gebärdensprache (ASL). Im Folgenden werden ihr methodisches Vorgehen sowie die zentralen Ergebnisse näher dargestellt.

3.2.2 Effekte phonologischer Ähnlichkeit und artikulatorischer Suppression

In ihrer ersten Studie testeten Wilson und Emmorey (1997a) den Effekt phonologischer Ähnlichkeit und den Effekt artikulatorischer Suppression sowie deren Interaktion. Hierzu untersuchten sie gehörlose, ASL-kompetente Versuchspersonen in einer Aufgabe zum unmittelbaren seriellen Abruf von Gebärdenlisten.

Dabei zeigte sich, dass phonologisch ähnliche Gebärden, in diesem Fall Gebärden mit gleicher Handform, signifikant schlechter erinnert wurden als phonologisch unähnliche Gebärden. Dies entspricht dem Effekt phonologischer Ähnlichkeit bei Wörtern und weist auf die Nutzung eines gebärdensprachspezifischen phonologischen Codes hin. Zugleich führte manuelle artikulatorische Suppression, bei der die Versuchspersonen während der Enkodierung bedeutungslose repetitive Handbewegungen ausführen mussten, zu einer generellen Verschlechterung der Gedächtnisleistung, analog zu Befunden aus der gesprochenen Sprache.

Darauf aufbauend führten Wilson und Emmorey zwei weitere Experimente durch. Im ersten wurden die Gebärden über Video präsentiert, im zweiten über Bilder. Im ersten Fall blieb der Effekt phonologischer Ähnlichkeit trotz artikulatorischer Suppression bestehen. Dies deutet darauf hin, dass direkt präsentierte Gebärden, ähnlich wie gehörte Wörter, automatischen Zugang zum phonologischen Speicher erhalten und daher nicht erst durch Wiederholung rekodiert werden müssen. Im zweiten Fall hingegen eliminierte die artikulatorische Suppression den Effekt phonologischer Ähnlichkeit vollständig. Dies spricht dafür, dass ein artikulatorischer Wiederholungsprozess notwendig ist, um nicht-phonologisches Material, etwa Bilder, in einen gebärdensprachlichen Code zu überführen und damit im Speicher verfügbar zu machen.

Die Unabhängigkeit der Effekte bei direkter Präsentation sowie ihre Interaktion bei indirekter Präsentation lieferten somit entscheidende Hinweise auf das Vorhandensein einer Wiederholungsschleife, die zentrale strukturelle Eigenschaften der phonologischen Schleife

aufweist. Die Ergebnisse deuteten nämlich auf das Vorhandensein eines phonologischen Speichers hin, in dem Informationen auf Grundlage ihrer sprachspezifischen Struktur gespeichert werden, sowie eines artikulatorischen Wiederholungsprozesses. Letzterer wird durch die konkurrierende Aktivierung der an der Artikulation beteiligten Organe (in diesem Fall der Hände) gestört und dient dazu, sowohl Inhalte im phonologischen Speicher aufrechtzuerhalten als auch nicht-phonologische Reize in eine phonologische Form zu überführen (Wilson & Emmorey 1997a: 319).

3.2.3 Gebärdenlängeneffekt

In einem weiteren Schritt überprüften Wilson und Emmorey (1998), ob sich in der Gebärdensprache ein dem Wortlängeneffekt entsprechender Gebärdenlängeneffekt nachweisen lässt. Ausgangspunkt war die Annahme, dass das Vorhandensein eines artikulatorischen Wiederholungsprozesses zu einer durch die Artikulationsgeschwindigkeit bedingten Begrenzung der Menge an Informationen führt, die ohne Verlust aufrechterhalten werden können.

Die Teilnehmenden am Experiment waren erneut gehörlose, ASL-kompetente Versuchspersonen. Ihnen wurden Listen von jeweils fünf Gebärden präsentiert, die entweder aus kurzen oder aus längeren Gebärden bestanden. Lange Gebärden wurden so ausgewählt, dass sie eine ausgedehnte Bewegung, etwa eine große kreisförmige Bewegung, eine Bewegung über eine größere Strecke oder eine Bewegung mit Richtungswechsel, aufwiesen. Kurze Gebärden hingegen beinhalteten nur kurze Bewegungen ohne Ortswechsel. Nach der Darbietung jeder Liste folgte eine kurze Pause, an die sich eine sogenannte Probegebärde anschloss, also eine Gebärde aus der zuvor präsentierten Liste. Die Aufgabe der Teilnehmenden bestand darin, diejenige Gebärde zu produzieren, die in der ursprünglichen Sequenz unmittelbar auf die Probegebärde folgte, wodurch mögliche Einflüsse der Gebärdenlänge während der Reproduktion kontrolliert werden konnten.

Das Experiment variierte zwei zentrale Bedingungen: die Länge der Gebärden sowie das Vorhandensein artikulatorischer Suppression. In der Suppressionsbedingung führten die Teilnehmenden während der gesamten Präsentationsphase und der anschließenden Pause eine kontinuierliche, bedeutungslose Handbewegung aus. Die Ergebnisse zeigten, dass längere Gebärden zu einer geringeren Gedächtnisleistung führten als kürzere und bestätigten somit das Vorhandensein eines Gebärdenlängeneffekts. Dieser wurde unter artikulatorischer Suppression deutlich reduziert oder vollständig aufgehoben, was darauf hindeutet, dass er auf den artikulatorischen Wiederholungsprozess zurückzuführen ist.

3.2.4 Effekt irrelevanter visueller Reize

Wilson und Emmorey (2003) untersuchten schließlich, ob das Arbeitsgedächtnis für Gebärdensprache in ähnlicher Weise für irrelevante visuelle Reize anfällig ist, wie das Arbeitsgedächtnis für gesprochene Sprache für irrelevante Geräusche.

Hierzu verglichen sie eine Gruppe hörender Versuchspersonen mit einer Gruppe gehörloser, ASL-kompetenter ProbandInnen. Die hörenden Teilnehmenden mussten Listen gedruckter Wörter, die gehörlosen Teilnehmenden hingegen Listen von per Video präsentierten ASL-Gebärden in ihrer korrekten seriellen Reihenfolge abrufen. Während eines Retentionsintervalls wurde den Teilnehmenden passiv irrelevanter visueller Input in drei Varianten dargeboten: Pseudogebärden (phonologisch mögliche, aber bedeutungslose Gebärden), bewegte geometrische Formen sowie ein gleichmäßiges graues Feld als Kontrollbedingung.

Die Ergebnisse zeigten eine klare modalitätsspezifische Dissoziation. Während der visuelle Input die Gedächtnisleistung der hörenden Teilnehmenden für gedruckte Wörter nicht beeinträchtigte, führte er bei den gehörlosen Teilnehmenden zu einer signifikanten Verschlechterung der Abrufleistung im Vergleich zur Kontrollbedingung. Dabei erwiesen sich Pseudogebärden als deutlich störender als die bewegten geometrischen Formen. Diese Befunde deuten darauf hin, dass das Arbeitsgedächtnis für Gebärdensprache auf visuellen bzw. visuell-räumlichen Repräsentationen basiert, die durch konkurrierenden visuellen Input gestört werden können. Im Gegensatz dazu scheinen hörende Teilnehmende visuelle Reize wie Schrift in einen phonologischen Code zu überführen, der weniger anfällig für visuelle Interferenzen ist.

3.2.5 Neuronale Evidenz für die Sign Loop

Einen wichtigen neurokognitiven Hinweis auf die Existenz einer Sign Loop liefert die Studie von Rönnerberg et al. (2004), die als erste das Arbeitsgedächtnis für Gebärdensprache mithilfe bildgebender Verfahren direkt mit dem für gesprochene Sprache vergleicht. Als Ausgangspunkt der Untersuchung beziehen sich die AutorInnen sowohl auf die behaviorale Evidenz zu den oben dargestellten klassischen Effekten der phonologischen Schleife in der Gebärdensprache (Wilson & Emmorey 1997a, 1998, 2003) als auch auf neurokognitive Befunde, die auf Überschneidungen zwischen der Verarbeitung von Gebärden- und Lautsprache hinweisen.

An der Studie nahmen frühe bimodal-bilinguale GebärdensprachdolmetscherInnen mit der Sprachkombination Schwedisch – Schwedische Gebärdensprache (SSL) teil, die innerhalb eines PET-Scanners drei unterschiedliche Aufgaben absolvierten, welche die Kodierung, Speicherung und den Abruf lexikalischer Einheiten in Laut- und Gebärdensprache umfassten. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Verarbeitung gebärdensprachlichen Materials im

Arbeitsgedächtnis mit einer spezifischen, modalitätsabhängigen Aktivierung neuronaler Netzwerke einhergeht. Während die Verarbeitung von gesprochener Sprache vorwiegend anteriore und ventrale Hirnregionen rekrutiert, ist die Verarbeitung von Gebärdensprache stärker mit der Aktivierung posteriorer und dorsaler Areale verbunden. Insbesondere die ausgeprägte Beteiligung der Parietallappen wird als Hinweis auf die Nutzung einer virtuellen räumlichen Anordnung interpretiert, die zum Abruf der zu merkenden Informationen beiträgt, indem diese räumlich organisiert und mit virtuellen Positionen im Raum verknüpft werden.

Diese Aktivierungsmuster lassen sich nicht allein durch Unterschiede in Aufgabenkomplexität, motorischer Ausführung oder eine Rekodierung in gesprochene Sprache erklären. Vielmehr sprechen sie für ein spezialisiertes Verarbeitungssystem, das funktional der phonologischen Schleife entspricht, jedoch auf visuell-räumliche Ressourcen zurückgreift. In diesem Sinne liefert die Studie Evidenz dafür, dass die Sign Loop als funktionales Pendant zur phonologischen Schleife verstanden werden kann. Diese neuen Befunde werden auch von Baddeley in einem Review-Artikel (2012: 12) anerkannt, in dem er einräumt, dass ein Mechanismus, der der phonologischen Schleife ähnelt, sowohl dem Arbeitsgedächtnis für über Lippenlesen rezipiertes als auch für gebärdensprachlich vermitteltes Material zugrunde liegen könnte.

3.3 Modalitätsspezifische Unterschiede im Arbeitsgedächtnis

Trotz der strukturellen Parallelen zwischen phonologischer Schleife und Sign Loop zeigen sich in der Verarbeitung von Laut- und Gebärdensprache Unterschiede, die auf die jeweilige Modalität zurückzuführen sind. Wie Wilson (2001: 51) hervorhebt, wird das Arbeitsgedächtnis durch die spezifischen Eigenschaften der zugrunde liegenden sensorischen und motorischen Modalitäten geprägt und zugleich begrenzt. Im Folgenden werden diese modalitätsspezifischen Unterschiede näher erläutert.

3.3.1 Art der Kodierung und serielle Ordnung

Ein zentraler Unterschied betrifft die Art der Informationskodierung, die zur unterschiedlichen Repräsentationsformen im phonologischen Speicher führt (Wilson & Emmorey 1998: 588). Während das auditive System auf zeitliche Kodierung spezialisiert ist, zeichnet sich das visuelle System durch eine besondere Eignung für räumliche Kodierung aus (Wilson & Emmorey 1997b: 127). Dies zeigt sich insbesondere in Aufgaben zum seriellen Abruf. Gehörlose Gebärdende weisen häufig geringere Leistungen bei strikt seriellen Abruf auf, erreichen jedoch vergleichbare Ergebnisse wie Hörende im freien Abruf (Hanson 1982: 580). Auch beim

Rückwärtsabruf zeigt sich ein divergentes Muster: Während Hörende hierbei deutlich schlechter abschneiden als beim Vorwärtsabruf, zeigen gehörlose Gebärdenden kaum Leistungseinbußen (Wilson & Emmorey 1997b: 127).

Diese Befunde werden darauf zurückgeführt, dass auditiv basierte Repräsentationen als unidirektional charakterisiert werden können, da sie eine inhärente zeitliche Struktur besitzen. Visuell kodierte Informationen sind hingegen nicht notwendigerweise richtungsgebunden und ermöglichen daher ein Abrufen in beide Richtungen. Die räumliche Anordnung von Informationen ist in Gebärdensprachen nämlich nicht nur physisch realisierbar, sondern auch in die grammatische Struktur integriert (Wilson 2001: 51). Diese Unterschiede in der Art der Informationskodierung wirken sich nicht nur auf die serielle Ordnung aus, sondern haben auch Konsequenzen für die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses.

3.3.2 Kurzzeitgedächtniskapazität und Artikulationsrate

Ein weiterer modalitätsspezifischer Unterschied betrifft die Kurzzeitgedächtnisspanne bei Gebärdensprachnutzenden im Vergleich zu Sprechenden. Für gesprochene Sprache liegt diese typischerweise bei etwa 7 ± 2 Items, während sie für Gebärdensprachen näher an der Kapazität für visuo-räumliche Inhalte liegt und etwa 5 ± 1 Items umfasst (Boutla et al. 2004: 997).

Eine häufig angeführte Erklärung für diese Diskrepanz sind unterschiedliche Artikulationsraten. Obwohl beide Sprachformen auf Satzebene vergleichbare Geschwindigkeiten erreichen, unter anderem aufgrund der Effizienz der räumlich strukturierten Grammatik in der Gebärdensprache, dauert die Artikulation einzelner Gebärden etwa doppelt so lange wie die einzelner gesprochener Wörter (Klima & Bellugi 1980). Nach dieser Annahme führt die längere Artikulationsdauer zu einem Effekt, der dem Wortlängeneffekt entspricht und somit die Gedächtnisspanne reduziert.

Neben der Artikulationsrate wird auch die sensorische Persistenz als möglicher Erklärungsfaktor diskutiert. Auditive Gedächtnisspuren (echoisches Gedächtnis) bleiben über 2 bis 4 Sekunden stabil (Darwin, Turvey & Crowder 1972), während visuelle Spuren (ikonisches Gedächtnis) bereits nach 200 bis 300 Millisekunden verblassen (Loftus, Duncan & Gehrig 1992). Dies liefert einen weiteren Hinweis darauf, dass das auditive System insbesondere für die zeitliche Kodierung, das visuelle System hingegen für die räumliche Kodierung spezialisiert ist.

Boutla et al. (2004) konnten jedoch zeigen, dass die Artikulationsrate nicht die alleinige Ursache dieser Differenz ist und somit weitere Faktoren berücksichtigt werden müssen. In ihren Experimenten kontrollierten sie sowohl die phonologische Komplexität als auch die

Artikulationsdauer, indem sie besonders einfache und vergleichbare Stimuli verwendeten. Für das Englische kamen Zahlen von 1 bis 9 zum Einsatz, da diese phonologisch wenig komplex und untereinander unähnlich sind. Um vergleichbare Bedingungen für ASL zu schaffen, wurden fingeralphabetische Zeichen verwendet, die, ähnlich wie Ziffern, phonologisch einfach strukturiert und den Gebärdenden hoch vertraut sind.

Obwohl die Artikulationsraten zwischen Gebärdensprachkompetente und Sprechenden auf diese Weise angeglichen wurden und Gebärdensprachkompetente beim Abruf teilweise sogar höhere Geschwindigkeiten zeigten, blieb die signifikant kürzere Gedächtnisspanne für Gebärden bestehen. Besonders bedeutsam ist dabei der Befund, dass dieser Effekt auch bei hörenden bimodal-bilingualen Personen auftritt. Diese zeigen in ihrer gesprochenen Sprache die typische 7er-Spanne, in Gebärdensprache jedoch die reduzierte 5er-Spanne, was darauf hindeutet, dass nicht die Gehörlosigkeit, sondern die Sprachmodalität entscheidend für die Kapazität und die funktionalen Begrenzungen des Kurzzeitgedächtnisses ist.

3.4 Jenseits der Sign Loop: Ein flexibler Ansatz zum Arbeitsgedächtnis

Die Studien von Wilson und Emmorey (1997a, 1998, 2003) zeigen, dass das Arbeitsgedächtnis eine der phonologischen Schleife funktional entsprechende Struktur zur Verarbeitung von Gebärdensprache ausbilden kann. Damit liefern sie Hinweise darauf, dass die artikulatorischen und phonologischen Eigenschaften einer Sprache ausreichen, um eine Wiederholungsschleife im Arbeitsgedächtnis zu etablieren, unabhängig von der sensomotorischen Modalität der Sprache (Wilson & Emmorey 1998: 589).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage nach der funktionalen Einordnung dieser Systeme. Es bleibt unklar, ob es sich bei der Sign Loop um eine spezialisierte Komponente des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses handelt oder ob sie vielmehr eine eigenständige Einheit zur Verarbeitung visuell-räumlicher Sprache darstellt. Eine analoge Frage stellt sich für die phonologische Schleife: Beruht sie auf Mechanismen, die auch für die Verarbeitung nichtsprachlicher auditiver Reize relevant sind, oder ist sie als sprachspezifisches System zu verstehen?

In diesem Zusammenhang wird diskutiert, inwieweit sprachbasierte Wiederholungsschleifen über den sprachlichen Bereich hinaus auch als strukturierender Rahmen für die Verarbeitung nichtsprachlicher Inhalte wie Musik oder Körperbewegungen fungieren können (Wilson & Emmorey 1997a; Wilson & Fox 2007: 470). Wilson und Fox (2007) gehen in ihrer Studie der Frage nach, ob eine Wiederholungsschleife überhaupt an Sprache gebunden sein muss, und

untersuchen die Bedingungen, unter denen sie sich ausbildet. Ihre Befunde legen dabei eine Erweiterung des klassischen Verständnisses der phonologischen Schleife nahe.

3.4.1 Dekonstruktion der sprachlichen Sonderstellung

In ihren experimentellen Untersuchungen zeigen Wilson und Fox (2007), dass drei der vier klassischen Effekte der phonologischen Schleife, insbesondere der Ähnlichkeitseffekt, der Längeneffekt sowie der Effekt artikulatorischer Suppression, auch bei der Verarbeitung unbekannter und bedeutungsloser Körperbewegungen auftreten.

Diese Befunde deuten auf das Vorhandensein eines sensomotorischen Wiederholungsprozesses hin, der jenem der phonologischen Schleife ähnelt. Die Wiederholungsschleife erscheint somit weniger als sprachspezifisches Modul, sondern vielmehr als funktionales System, das immer dann aktiviert wird, wenn sequenzielle und reproduzierbare Reize verarbeitet werden. Entscheidend ist dabei, dass diese Reize motorisch imitierbar sind, also eine motorische Kodierung ermöglichen, die den Reiz intern nachbildet.

Damit verschiebt sich die theoretische Perspektive auf das Arbeitsgedächtnis. Anstelle einer festen Struktur spezialisierter Subsysteme tritt ein flexibles Modell, in dem sich Wiederholungsschleifen als Reaktion auf spezifische Aufgabenanforderungen dynamisch ausbilden und durch Übung stabilisieren können. Kognitive Ressourcen werden entsprechend nicht statisch zugewiesen, sondern situationsabhängig rekrutiert. Jeder Reiz, der eine motorische Repräsentation erlaubt, kann potenziell eine solche Wiederholungsschleife hervorbringen. Sprache stellt in diesem Sinne keinen Sonderfall dar, sondern vielmehr eine besonders gut untersuchte Ausprägung eines allgemeineren kognitiven Mechanismus.

Auf dieser Grundlage schlagen Wilson und Fox eine Differenzierung des Arbeitsgedächtnisses in mindestens vier funktionale Domänen vor, die sich nach der sensomotorischen Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materials bestimmen lassen. Dabei unterscheiden sie eine motorisch-auditive Domäne für auditiv wahrnehmbare, motorisch produzierbare Reize (z. B. gesprochene Sprache), eine motorisch-visuelle Domäne für visuell wahrnehmbare, motorisch produzierbare Reize (z. B. Gebärden und Gesten), eine nicht-motorisch-auditive Domäne für nichtsprachliche akustische Reize (z. B. Umgebungsgeräusche) sowie eine nicht-motorisch-visuelle Domäne für visuelle Reize ohne motorische oder sprachliche Struktur (z. B. nicht benennbare Formen). Zugleich bleibt offen, inwieweit diese Domänen tatsächlich als getrennte Einheiten zu verstehen sind oder ob Arbeitsgedächtnisressourcen nicht vielmehr domänenübergreifend organisiert sind. Einen wichtigen Beitrag zur weiteren Klärung dieser Frage leisten Emmorey et al. (2017).

3.4.2 Ein domänenübergreifender Arbeitsgedächtnisansatz

Emmorey et al. (2017) untersuchen die Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnisspannen von Sprechenden und Gebärdensprachkompetenten sowohl im linguistischen als auch im räumlichen Bereich. Ziel der Studie ist es zu klären, ob und in welchem Ausmaß linguistische und/oder räumliche Arbeitsgedächtnisspannen mit dem Sprachverständnis korrelieren. Hierzu wurden gehörlose ASL-NutzerInnen, hörende monolinguale Englischsprechende sowie bimodal-bilinguale Personen getestet. Die Testbatterie umfasste einfache Spannenaufgaben (Buchstabenspanne, Corsi-Block-Tapping-Test), komplexe Spannenaufgaben (Hör-, Gebärden- und räumliche Spannentest) sowie einen narrativen Verständnistest, der sowohl faktische als auch räumliche Informationen erfasste.

Die Ergebnisse zeigen zunächst, dass der häufig berichtete Vorteil von Sprechenden bei einfachen, seriellen Spannenaufgaben sich nicht auf komplexe Spannenaufgaben übertragen lässt. Hinsichtlich des Sprachverständnisses ergibt sich ein differenziertes Bild. Im Englischen sagt das sprachliche Arbeitsgedächtnis die Aufrechterhaltung nicht-räumlicher Informationen voraus, während sowohl das sprachliche als auch das räumliche Arbeitsgedächtnis die Aufrechterhaltung von räumlichen Informationen vorhersagen. Für ASL hingegen sagt das räumliche Arbeitsgedächtnis spezifisch die Aufrechterhaltung räumlicher, nicht jedoch faktischer Inhalte vorher. Das sprachliche Arbeitsgedächtnis zeigt hier keine entsprechende Vorhersagekraft.

Die fehlende Korrelation zwischen sprachlicher Arbeitsgedächtnisspanne und dem Verständnis von ASL legt nahe, dass Gebärdensprachverstehen weniger stark auf der Kodierung serieller Ordnung basiert als das Verstehen gesprochener Sprache. Außerdem fordern diese Befunde die klassische Annahme heraus, dass das Arbeitsgedächtnis aus strikt getrennten, domänenspezifischen Kapazitätspools für sprachliche und räumliche Informationen besteht. Wenn das sprachliche und das räumliche System völlig unabhängig voneinander operieren würden, dürfte das räumliche Arbeitsgedächtnis keine Vorhersagekraft für das Verständnis sprachlicher Inhalte besitzen, doch genau dies zeigt sich bei beiden Gruppen.

Diese Befunde sprechen daher für ein Modell des Arbeitsgedächtnisses, bei dem die Speicherung und Verarbeitung sprachlicher und räumlicher Informationen nicht durch unabhängige modalitätsspezifische Subsysteme erfolgt. Die klassische Dichotomie zwischen einer sprachlichen und einer visuell-räumlichen Komponente wird damit relativiert. Stattdessen erscheint das Arbeitsgedächtnis als ein dynamisches System, das durch flexible,

domänenübergreifende Ressourcen charakterisiert ist und, abhängig von Modalität und Aufgabenanforderung, unterschiedliche Verarbeitungsstrategien kombiniert und integriert.

In diesem Zusammenhang gewinnt insbesondere der episodische Puffer an theoretischer Bedeutung. Er kann als Schnittstelle verstanden werden, in der phonologische, semantische und räumliche Informationen integriert und zu kohärenten Einheiten gebunden werden. Die Verarbeitung von Gebärdensprache scheint in besonderem Maße von solchen multidimensionalen Bindungsprozessen zu profitieren, da gebärdensprachliche Äußerungen typischerweise mehrere Informationsebenen simultan kodieren. Dies erklärt, warum Gebärdenkompetente und Sprechende in komplexen Arbeitsgedächtnisaufgaben identische Leistungen erbringen: Gebärdensprachkompetente kompensieren die geringere serielle Kapazität erfolgreich durch die effiziente Nutzung dieser integrativen Ressourcen im episodischen Puffer.

3.4.3 Neuronale Evidenz für einen domänenübergreifenden Arbeitsgedächtnisansatz

Befunde für einen domänenübergreifenden Ansatz des Arbeitsgedächtnisses werden auch durch neurowissenschaftliche Studien gestützt. Hinweise auf eine funktionale Organisation liefern Neuroimaging-Untersuchungen, die eine weitgehende Überlappung der neuronalen Netzwerke bei der Verarbeitung von Laut- und Gebärdensprache zeigen (für eine Übersicht siehe Emmorey 2017).

Ein weiterer wichtiger Hinweis auf die Flexibilität der zugrunde liegenden Systeme ergibt sich aus Befunden zur cross-modalen Plastizität bei gehörlosen GebärdensprachbenutzerInnen (Rudner 2018: 5). Dabei werden Areale des auditiven Kortex, die bei hörenden Personen typischerweise an der Verarbeitung akustischer Informationen beteiligt sind, auch für visuell-räumliche Aufgaben rekrutiert. Diese Aktivierung tritt nicht nur bei sprachlichen Materialien, sondern teilweise auch bei nichtsprachlichen visuell-räumlichen Gedächtnisaufgaben auf. Dies spricht dafür, dass kortikale Ressourcen nicht strikt modalitätsgebunden organisiert sind, sondern funktional adaptiv genutzt werden können.

Insgesamt unterstützen diese Befunde die Annahme, dass die funktionale Organisation des Arbeitsgedächtnisses nicht ausschließlich an spezifische sensorische Modalitäten gebunden ist, sondern sich flexibel an Aufgabenanforderungen und verfügbare Verarbeitungsressourcen anpasst. Die beobachtete neuronale Plastizität liefert damit eine biologische Grundlage für ein Modell des Arbeitsgedächtnisses, das stärker durch dynamische Rekrutierung als durch starre modalspezifische Zuordnung charakterisiert ist.

3.5 Gebärdensprache als Forschungsinstrument

Im Abschnitt 3.4 wurde dargestellt, wie die Forschung zum Arbeitsgedächtnis in der Gebärdensprache zugleich neue Erkenntnisse für die allgemeine Arbeitsgedächtnisforschung ermöglicht. Gebärdensprachen bieten dabei einen zentralen Zugang zur Untersuchung der Architektur des Arbeitsgedächtnisses, da sie aufgrund ihrer visuell-gestischen und sprachlichen Eigenschaften eine besondere Möglichkeit eröffnen, den Einfluss der Modalität auf das Arbeitsgedächtnis systematisch zu analysieren (Emmorey et al. 2017: 3).

Rudner (2018: 2) erläutert, wie der Vergleich zwischen Gebärden- und Lautsprache wesentliche Rückschlüsse auf die organisationale Struktur des Arbeitsgedächtnisses sowie dessen Modalitätsspezifität erlaubt. Ein zentraler methodischer Vorteil ergibt sich aus der Möglichkeit, zentrale linguistische Variablen gezielt zu kontrollieren. Linguistische sowie nicht linguistische manuell ausgeführte Bewegungen können als experimentelle Stimuli eingesetzt werden, um die Rolle von Semantik und Phonologie im Arbeitsgedächtnis differenziert zu untersuchen. Für Personen ohne Gebärdensprachkompetenz besitzen solche Bewegungen häufig keinen etablierten semantischen Gehalt, und ihre sublexikalische Struktur entspricht keinem bekannten linguistischen System. Dadurch entsteht eine experimentelle Situation, in der semantische und phonologische Einflussfaktoren gezielt kontrolliert oder ausgeschaltet werden können.

Insgesamt zeigt sich, dass Gebärdensprache nicht nur ein empirischer Untersuchungsgegenstand, sondern auch ein methodisches Instrument zur Präzisierung theoretischer Modelle des Arbeitsgedächtnisses ist. Sie ermöglicht die systematische Trennung sprachlicher und sensorischer Einflussfaktoren und trägt damit wesentlich zur Überprüfung zentraler Annahmen zur kognitiven Architektur bei.

4. Gebärdensprachdolmetschen und Arbeitsgedächtnis

Bevor auf den Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Gebärdensprachdolmetschen und Arbeitsgedächtnis eingegangen wird, soll zunächst näher erläutert werden, wie die im Kapitel 2 beschriebenen Gedächtnissysteme im Dolmetschprozess zusammenwirken und welche Rolle dabei insbesondere dem Arbeitsgedächtnis zukommt. Anschließend werden zentrale Erkenntnisse aus der Forschung zum Arbeitsgedächtnis und Lautsprachdolmetschen dargestellt, die eine wichtige Grundlage für das Verständnis der später diskutierten Studien zum Gebärdensprachdolmetschen bilden. Auch wenn sich beide Dolmetschformen hinsichtlich ihrer sprachlichen Modalität unterscheiden, ähneln sie sich nämlich in ihren grundlegenden kognitiven Prozessen weitgehend (Napier 2016: 17).

4.1 Gedächtnissysteme im Dolmetschprozess

Das Gedächtnis wird von Bajo und Padilla (2015: 252) als ein wesentlicher Effizienzfaktor beim Dolmetschen beschrieben. Wie Gile (1985) in den Effort Models erläutert, können begrenzte Gedächtnisressourcen zu einer kognitiven Überlastung beitragen und dadurch die Dolmetschleistung beeinträchtigen. Gute Gedächtnisleistungen ermöglichen hingegen eine effizientere Bewältigung des Memory Efforts und tragen somit zu einer besseren Dolmetschleistung bei. Das Gedächtnis ist beim Dolmetschen an mehreren Teilprozessen beteiligt, die im Folgenden dargestellt werden.

Das Verständnis des Ausgangstextes stellt eine erste und grundlegende Voraussetzung dafür dar, dass eine Verdolmetschung überhaupt stattfinden kann, und lässt sich als konstruktiver kognitiver Prozess beschreiben (Padilla & Bajo 2015: 71). Dieser Prozess beansprucht das Gedächtnis insbesondere im Simultanmodus, da das Verstehen gleichzeitig mit der Wiedergabe in der anderen Sprache erfolgen muss. Neu eingehende Informationen müssen dabei fortlaufend mit bereits verarbeiteten Inhalten integriert werden. Hierfür sind mentale Repräsentationen kurzfristig aufrechtzuerhalten und mit bereits vorhandenem Wissen zu verknüpfen, was die Interaktion von Arbeits- und Langzeitgedächtnis erfordert (Padilla & Bajo 2015: 73).

Das Arbeitsgedächtnis fungiert dabei als aktiver mentaler Arbeitsplatz, dessen Prozesse durch die zentrale Exekutive gesteuert werden. Diese koordiniert nicht nur die Verteilung der Aufmerksamkeit auf die konkurrierenden Teilaufgaben des Rezipierens und Produzierens, sondern ist auch für die fortlaufende Aktualisierung von Informationen sowie die Hemmung irrelevanter Reize verantwortlich. Da die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist, wird es

durch den Rückgriff auf Wissensbestände des Langzeitgedächtnisses unterstützt. Eine besondere Rolle kommt hierbei dem episodischen Puffer zu, der als integrative Schnittstelle fungiert und es ermöglicht, sprachliche Eingänge mit bereits vorhandenem Wissen durch Binding zu kohärenten, multidimensionalen Bedeutungseinheiten zu verknüpfen.

In diesem Zusammenhang wird in der Dolmetschwissenschaft häufig auf das Konzept des *Long-Term Working Memory* (LTWM) von Ericsson und Kintsch (1995) Bezug genommen. Dieses beschreibt kein eigenständiges Speichersystem, sondern eine spezifische Ausprägung von Expertise. Gemeint ist die Fähigkeit von ExpertInnen, durch langjährige gezielte Übung stabile Abrufstrukturen im Langzeitgedächtnis aufzubauen. Mithilfe weniger Abrufhinweise im Arbeitsgedächtnis kann dadurch rasch auf umfangreiche und hochgradig organisierte Wissensbestände zugegriffen werden, wodurch die funktionellen Begrenzungen des Arbeitsgedächtnisses teilweise kompensiert werden. Insbesondere erfahrene DolmetscherInnen können auf diese Weise relevantes Wissen effizient aktivieren, Botschaften schneller identifizieren und teilweise sogar antizipieren (Bajo & Padilla 2015: 253).

Die Rolle des prozeduralen Gedächtnisses beim Dolmetschen ist bislang weniger umfassend erforscht. Sie zeigt sich jedoch insbesondere in der Automatisierung von Produktions- und Verständnisstrategien, etwa im Aufbau von Ausdrucksrepertoires sowie in der Entwicklung von Chunking-Fähigkeiten (Moser Mercer 2000: 90).

Im Dolmetschprozess zeigt sich zudem, dass das Gedächtnis nicht nur für die eigentliche Dolmetschleistung, sondern auch für die Vorbereitung von zentraler Bedeutung ist. Diese umfasst den Erwerb auftragsrelevanter Kenntnisse, insbesondere im Bereich der Terminologie, und erfordert die Erweiterung des fachlichen Wissens von DolmetscherInnen (Bajo & Padilla 2015: 253). Díaz-Galaz, Padilla und Bajo (2015: 19f) zeigen, dass eine gründliche Vorbereitung die Leistung sowohl erfahrener als auch weniger erfahrener DolmetscherInnen im Hinblick auf Genauigkeit, Geschwindigkeit und Effizienz verbessert.

4.2 Interpreters Advantage Hypothesis

Vor dem Hintergrund der zentralen Rolle des Arbeitsgedächtnisses im Dolmetschprozess stellt sich die Frage, ob dessen kontinuierliche Beanspruchung langfristig zu messbaren Veränderungen oder Vorteilen in den zugrunde liegenden kognitiven Fähigkeiten führt. Eine zentrale theoretische Annahme in diesem Zusammenhang ist die sogenannte *Interpreters Advantage Hypothesis* (García 2014). Diese postuliert, bezogen auf das Lautsprachdolmetschen, dass die spezifischen kognitiven Anforderungen des Dolmetschens dazu führen können, dass professionelle

DolmetscherInnen effizientere sprachliche und exekutive Fähigkeiten entwickeln, die sich auch auf Aufgaben außerhalb des Dolmetschens übertragen lassen.

Im Rahmen dieser Hypothese zählt insbesondere das Arbeitsgedächtnis neben der Aufmerksamkeitssteuerung und der kognitiven Flexibilität zu den Fähigkeiten, die durch Dolmetscherfahrung trainiert werden können. Diese Fähigkeiten unterscheiden die professionelle Nutzung mehrerer Sprachen im Dolmetschkontext von der alltäglichen Verwendung mehrsprachiger Kompetenzen. Metaanalysen (Ghiselli 2022; Mellinger & Hanson 2019; Wen & Dong 2019) zeigen, dass erfahrene DolmetscherInnen in komplexen Spannaufgaben häufig signifikant bessere Leistungen erbringen als Nicht-DolmetscherInnen. Dieser Vorteil manifestiert sich insbesondere in exekutiven Komponenten des Arbeitsgedächtnisses, etwa im effizienten Aktualisieren von Informationen, in der selektiven Aufmerksamkeit sowie in der Fähigkeit zum flexiblen Aufgabenwechsel.

Ein besonders robuster Befund im Rahmen der Interpreters Advantage Hypothesis betrifft die geringere Anfälligkeit erfahrener DolmetscherInnen gegenüber artikulatorischer Suppression (Bajo et al. 2000; Padilla et al. 2005; Yudes et al. 2012). Während bei Nicht-DolmetscherInnen der freie Abruf durch gleichzeitige artikulatorische Suppression signifikant beeinträchtigt wird, zeigt sich bei professionellen DolmetscherInnen kein vergleichbarer Leistungseinbruch. Dieser Befund wird in der Forschung häufig als Hinweis auf spezifische Anpassungen der Arbeitsgedächtnisprozesse interpretiert und soll im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

In der Forschung wird diskutiert, ob die beobachteten Vorteile auf eine selektive kognitive Eignung zurückzuführen sind oder vielmehr das Ergebnis langfristiger Erfahrung und Übung darstellen (Pöchhacker 2022: 113). Letzteres würde für eine erfahrungsabhängige Anpassung kognitiver Prozesse im Sinne neuronaler Plastizität sprechen, während ersteres implizieren würde, dass Personen mit besonders günstigen kognitiven Voraussetzungen eher den Dolmetschberuf ergreifen.

4.2.1 Artikulatorische Suppression und Binding

Die Studien von Padilla et al. (1995; 2005) zum Lautsprachsimplandolmetschen liefern wichtige Hinweise darauf, dass professionelle DolmetscherInnen eine geringe Anfälligkeit gegenüber artikulatorischer Suppression aufweisen. Während sich bei Dolmetschstudierenden und hochkompetenten bilingualen Personen unter Bedingungen artikulatorischer Suppression deutliche Einbußen beim freien Abruf unabhängiger Wortlisten zeigen, bleibt die Gedächtnisleistung erfahrener DolmetscherInnen weitgehend stabil.

Diese relative Resistenz wird darauf zurückgeführt, dass DolmetscherInnen über weite Teile der Dolmetschleistung gleichzeitig hören und sprechen müssen, wodurch die Möglichkeit einer aktiven subvokalen Wiederholung innerhalb der phonologischen Schleife stark eingeschränkt ist. Um Informationen dennoch erfolgreich aufrechtzuerhalten, müssen Strategien genutzt werden, die weniger von der reinen Speicherkapazität des Kurzzeitgedächtnisses abhängig sind. Dementsprechend scheinen ExpertInnen verstärkt auf sprachspezifisches Langzeitwissen zurückzugreifen.

In diesem Zusammenhang verweisen Padilla et al. (2005) sowie Christoffels (2006) auf die zentrale Rolle des episodischen Puffers als Integrationssystem für Informationen aus unterschiedlichen Gedächtnissystemen. Aufgrund ihres hochgradig organisierten domänenspezifischen Wissens fällt es professionellen DolmetscherInnen leichter, solche multidimensionalen Repräsentationen zu konstruieren. Die Resistenz gegenüber artikulatorischer Suppression wird somit nicht als Ausdruck einer grundsätzlich größeren kurzzeitigen Speicherkapazität interpretiert, sondern vielmehr als Hinweis auf effizientere Bindungsprozesse von Informationen im episodischen Puffer.

4.3 Fragestellungen und empirische Befunde

Empirische Studien zum Arbeitsgedächtnis und Dolmetschen konzentrieren sich überwiegend auf den Simultanmodus, der eine schnelle Informationsverarbeitung sowie eine präzise Aufmerksamkeitssteuerung erfordert. In diesem Zusammenhang lassen sich vier grundlegende Fragestellungen identifizieren (Wang 2024: 273):

1. Weisen professionelle DolmetscherInnen eine bessere Arbeitsgedächtnisleistung auf als Nicht-DolmetscherInnen?
2. Weisen professionelle DolmetscherInnen eine bessere Arbeitsgedächtnisleistung auf als Dolmetschstudierende?
3. Verbessert eine Dolmetschausbildung die Arbeitsgedächtnisleistung signifikant?
4. Korreliert die Arbeitsgedächtnisleistung signifikant mit der Dolmetschleistung?

Im Bereich der gesprochenen Sprache ergibt sich hierzu folgendes Gesamtbild (Wang 2024: 273ff). Professionelle DolmetscherInnen weisen gegenüber Nicht-DolmetscherInnen einen Vorteil in der Arbeitsgedächtniskapazität auf, der sich insbesondere in komplexen verbalen Spannungsaufgaben zeigt. Im Vergleich zwischen professionellen DolmetscherInnen und Studierenden fällt die Evidenz hingegen uneinheitlich aus: Zwar übertreffen sowohl professionelle

DolmetscherInnen als auch fortgeschrittene Studierende AnfängerInnen, Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen sind jedoch häufig nicht signifikant. Auch hinsichtlich des Einflusses der Ausbildung zeigt sich, dass diese die allgemeine Arbeitsgedächtniskapazität in der Regel nicht wesentlich steigert. Schließlich ergibt sich bei der Korrelation zwischen Arbeitsgedächtnis- und Dolmetschleistung ein differenziertes Bild. Während bei Studierenden und untrainierten bilingualen Personen ein signifikanter Zusammenhang besteht, verliert dieser bei professionellen DolmetscherInnen an Bedeutung, wo stattdessen Erfahrung und spezialisierte exekutive Kontrollmechanismen als stärkere Prädiktoren der Leistung erscheinen.

Die Forschung zum Zusammenhang von Gebärdensprachdolmetschen und Arbeitsgedächtnis hat im Vergleich zum Lautsprachdolmetschen bislang weniger Aufmerksamkeit erhalten. In jüngerer Zeit gewinnt sie jedoch zunehmend an Bedeutung, was sich unter anderem darin zeigt, dass Wang (2024: 282) die Erforschung des Arbeitsgedächtnisses sowie des visuell-räumlichen Gedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen als aktuelle Forschungstrends hervorhebt. Auch in diesem Bereich orientiert sich die Forschung an den oben genannten vier Fragestellungen. In den folgenden Abschnitten werden zentrale Studien vorgestellt, die sich mit diesen Aspekten befassen haben.

4.3.1 DolmetscherInnen vs. Nicht-DolmetscherInnen

Mit Bezug auf die erste Fragestellung führen Wang und Napier (2013) eine Studie durch, in der erstmals die Arbeitsgedächtniskapazität professioneller GebärdensprachdolmetscherInnen mit der von Nicht-DolmetscherInnen verglichen wird. Im Zentrum der Studie steht insbesondere die Untersuchung des Einflusses des Hörstatus (hörend vs. gehörlos) sowie des Erwerbsalters der Gebärdensprache (muttersprachlich vs. nicht-muttersprachlich) auf die gebärdensprachspezifische Arbeitsgedächtniskapazität. Hierzu werden professionelle hörende DolmetscherInnen mit gehörlosen Gebärdenden ohne Dolmetscherfahrung verglichen, wobei beide Gruppen sowohl muttersprachliche als auch nicht-muttersprachliche Gebärdensprachkompetente umfassen.

Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität wird eine gebärdensprachliche Spannaufgabe eingesetzt. Aufgrund der spärlichen Literatur zur Messung des Arbeitsgedächtnisses in Gebärdensprachen wird diese aus der Spannaufgabe von Gran Tarabocchia und Kellett Bidoli (2001) für die italienische Gebärdensprache (LIS) adaptiert und um eine Komponente zur Satzüberprüfung erweitert. Die Teilnehmenden betrachten Videosequenzen von Sätzen in australischer Gebärdensprache (Auslan), beurteilen deren semantische Plausibilität und müssen sich

gleichzeitig die jeweils letzte Gebärde jedes Satzes merken, um diese am Ende einer Sequenz in der korrekten Reihenfolge wiederzugeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die hörenden DolmetscherInnen in der Spannaufgabe signifikant bessere Leistungen erzielen als die gehörlosen Nicht-DolmetscherInnen. Zur Erklärung dieses Vorteils führen die Autorinnen mehrere Faktoren an. Erstens könnten hörende DolmetscherInnen verstärkt lautsprachbasierte, subvokale Wiederholungsstrategien nutzen, die für die serielle Speicherung von Informationen effizienter sind als visuell-räumliche Strategien. Zweitens könnten sie über eine ausgeprägtere Fähigkeit zur Aufmerksamkeitssteuerung verfügen, insbesondere bei der parallelen Bewältigung von Speicher- und Verarbeitungsanforderungen. Drittens ist anzunehmen, dass ihre regelmäßige berufliche Praxis zu einem Training des Arbeitsgedächtnisses beiträgt.

Die Befunde scheinen im Einklang mit Studien zum Lautsprachdolmetschen zu stehen, denen zufolge professionelle DolmetscherInnen über eine höhere Arbeitsgedächtniskapazität verfügen. Die Autorinnen weisen jedoch darauf hin, dass unklar bleibt, ob die Dolmetscherfahrung selbst für die höhere Arbeitsgedächtniskapazität verantwortlich ist, da sie im Untersuchungsdesign nicht vom Hörstatus zu trennen ist. Abschließend betonen sie, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, um zu klären, ob die beobachteten Unterschiede im Arbeitsgedächtnis auf den Hörstatus, die Dolmetscherfahrung oder andere Faktoren zurückzuführen sind, etwa Selbstselektion, individuelle Unterschiede, verbale und nonverbale Intelligenz, Unterschiede in Top-down-Gedächtnisstrategien sowie im metakognitiven Bewusstsein für effektive Memorierstrategien.

4.3.2 DolmetscherInnen vs. Dolmetschstudierende

Mit der zweiten Fragestellung beschäftigen sich Hermans et al. (2007, zit. nach Timarová et al. 2015: 105) im Rahmen einer Studie, die professionelle DolmetscherInnen und Studierende mit dem Sprachpaar Niederländische Gebärdensprache (NGT) – Niederländisch vergleicht. Geprüft werden insbesondere ihre allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, darunter Arbeitsgedächtnis, Kurzzeitgedächtnis und kognitive Kontrolle, sowie ihre Dolmetschleistung.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich erfahrene DolmetscherInnen und Studierende auf Gruppenebene nicht signifikant in diesen kognitiven Grundfunktionen unterscheiden. Demgegenüber zeigen sich deutliche Unterschiede in der Dolmetschleistung selbst. Die erfahrenen DolmetscherInnen erzielen in den eigentlichen Dolmetschaufgaben signifikant bessere Ergebnisse als die Studierenden. Wenn der Faktor der Dolmetscherfahrung nicht berücksichtigt wird,

ergibt die Analyse auf Individualebene jedoch eine signifikante Korrelation zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und Dolmetschqualität.

4.3.3 Einfluss der Dolmetschausbildung

Macnamara und Conway (2016) untersuchen die dritte Fragestellung anhand einer zweijährigen Längsschnittstudie, die darauf abzielt, die Beziehung zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und dem Erwerb von Dolmetschfertigkeiten bei Studierenden mit der Sprachkombination ASL – Englisch sowie die Veränderbarkeit ihrer kognitiven Fähigkeiten durch Training zu analysieren. Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität greifen sie auf den theoretischen Rahmen von Oberauer et al. (2008) zurück. Für das Dolmetschen messen sie dabei insbesondere zwei als zentral erachtete Funktionen des Arbeitsgedächtnisses: die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung von Informationen unter Interferenz sowie die Fähigkeit zur Koordination und Transformation von Informationen.

Die Aufrechterhaltung von Informationen unter Interferenz wird mithilfe zweier komplexer Spannenaufgaben untersucht, nämlich des *Automated Reading Span* und des *Automated Operation Span*. In diesen Aufgaben versuchen die Teilnehmenden, sich Buchstaben zu merken, während sie gleichzeitig Sätze lesen bzw. mathematische Aufgaben lösen. Zur Erfassung der Fähigkeit zur Koordination und Transformation von Informationen werden eine Rückwärts-Ziffernspannenaufgabe sowie eine Buchstaben-Zahlen-Sequenzierungsaufgabe eingesetzt. Bei der Rückwärts-Ziffernspanne geben die Teilnehmenden Ziffern in umgekehrter Reihenfolge zur Präsentation wieder. In der Buchstaben-Zahlen-Sequenzierungsaufgabe sehen sie pseudozufällige Abfolgen von Ziffern und Buchstaben und werden anschließend aufgefordert, diese getrennt nach Zahlen und Buchstaben zu ordnen und in numerischer bzw. alphabetischer Reihenfolge wiederzugeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Arbeitsgedächtniskapazität die Dolmetschleistung sowohl zu Beginn als auch am Ende der Ausbildung vorhersagt, nicht jedoch die Lerngeschwindigkeit. Zudem erklärt die Kombination aus initialer Dolmetschleistung und Arbeitsgedächtniskapazität 73 % der Varianz der späteren Dolmetschleistung. Das Arbeitsgedächtnis erweist sich dabei im Vergleich zu anderen kognitiven Variablen als der stärkste und stabilste Prädiktor der Dolmetschleistung im Verlauf der Ausbildung, sodass seine Berücksichtigung als mögliche Eignungsvoraussetzung im Rahmen von Aufnahmeverfahren für Dolmetschausbildungen sinnvoll erscheint.

Hinsichtlich der Verbesserung kognitiver Fähigkeiten durch Training zeigt sich ein differenziertes Bild. Während sich die Fähigkeit zur Koordination und Transformation von

Informationen im Verlauf der Ausbildung signifikant verbessert, bleibt die Aufrechterhaltung von Informationen unter Interferenz über den gesamten Zeitraum hinweg stabil und wird durch das Training nicht beeinflusst. Entgegen der Annahme eines kompensatorischen Ausbildungseffekts behalten Studierende mit höherer Ausgangskapazität ihren Vorteil bis zum Ende der Studie bei.

4.3.4 Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung

Im Folgenden werden drei Studien vorgestellt, die den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung bei GebärdensprachdolmetscherInnen untersuchen und dabei unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen. Die bisherigen Befunde zeichnen dabei kein einheitliches Bild, da sich die Studien sowohl hinsichtlich ihrer methodischen Zugänge als auch in Bezug auf die untersuchten Populationen und die verwendeten Messinstrumente deutlich unterscheiden.

4.3.4.1 Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung bei professionellen DolmetscherInnen

Macnamara et al. (2011) untersuchen professionelle GebärdensprachdolmetscherInnen im Hinblick auf bereichsübergreifende kognitive Fähigkeiten und Persönlichkeitsmerkmale als potentielle Eignungsfaktoren für Dolmetschexpertise. Im Zentrum steht die Frage, ob sich hochkompetente von weniger kompetenten DolmetscherInnen anhand dieser Merkmale unterscheiden lassen. Die teilnehmenden DolmetscherInnen werden zunächst auf Grundlage ihrer Dolmetschkompetenz in zwei Gruppen eingeteilt. Anschließend absolvieren sie sieben Tests zur Erfassung kognitiver Fähigkeiten sowie drei Verfahren zur Untersuchung der Interaktion zwischen Emotion und Kognition. Die Arbeitsgedächtniskapazität wird dabei mithilfe des Symmetriespannentest gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die beiden Gruppen insbesondere in der kognitiven Kontrolle, der mentalen Flexibilität und der Verarbeitungsgeschwindigkeit unterscheiden. Das Arbeitsgedächtnis weist zwar eine mittlere Effektstärke auf, erweist sich jedoch nicht als signifikanter Prädiktor für die Gruppenzugehörigkeit. Die AutorInnen schließen nicht aus, dass Unterschiede in der Arbeitsgedächtniskapazität das Kompetenzniveau beeinflussen können, betonen jedoch, dass weitere Forschung in diesem Bereich erforderlich ist.

4.3.4.2 Arbeitsgedächtnis und Qualität der Dolmetschleistung

Van Dijk et al. (2012) untersuchen den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Qualität der Dolmetschleistung bei GebärdensprachdolmetscherInnen mit der Sprachkombination

NGT – Niederländisch. Der Studie liegt dabei die Annahme zugrunde, dass Unterschiede in den Leistungen professioneller DolmetscherInnen mit individuellen Unterschieden im Arbeitsgedächtnis zusammenhängen.

Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität wird in einem ersten Experiment eine 3-back-Aufgabe eingesetzt, bei der Sequenzen verbaler oder nonverbaler Reize präsentiert werden. Die Teilnehmenden müssen jeweils beurteilen, ob ein aktueller Reiz mit jenem übereinstimmt, der drei Positionen zuvor präsentiert wurde. Im zweiten Experiment werden einfache Spannaufgaben unter drei Bedingungen eingesetzt: ohne Suppression (Kontrollbedingung), unter oraler artikulatorischer Suppression (gleichzeitiges Sprechen der Silbe „DA“) sowie unter manueller artikulatorischer Suppression (gleichzeitige Ausführung bedeutungsloser Gebärden). Die Qualität der Dolmetschleistung wird anhand von sechs gedolmetschten Narrativen bewertet.

Aufbauend auf den Studien von Padilla et al. (1995; 2005) gehen die AutorInnen davon aus, dass die Fähigkeit zum Binding von Informationen im episodischen Puffer eine zentrale Rolle für eine qualitativ hochwertige Dolmetschleistung spielt. Entsprechend formulieren sie die Hypothese, dass die Sensitivität gegenüber oraler artikulatorischer Suppression bei gesprochenen Wörtern sowie gegenüber manueller artikulatorischer Suppression bei Gebärden mit der Qualität der Dolmetschleistung in beiden Sprachrichtungen zusammenhängt.

Die Ergebnisse liefern mehrere zentrale Befunde. So zeigt sich zunächst kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Leistung in der n-back-Aufgabe und der Dolmetschqualität. Darüber hinaus ergeben sich, im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, keine Unterschiede zwischen den Gedächtnisspannen für Gebärden und gesprochene Wörter in der Kontrollbedingung. Dies deutet darauf hin, dass professionelle GebärdensprachdolmetscherInnen Informationen beider Modalitäten kurzfristig vergleichbar effizient aufrechterhalten können. Zweitens zeigt sich ein Effekt oraler artikulatorischer Suppression sowohl für Gebärden als auch für gesprochene Wörter, während keine vergleichbare Beeinträchtigung durch manuelle Suppression festgestellt wird. Die AutorInnen interpretieren dies dahingehend, dass die DolmetscherInnen zur Aufrechterhaltung beider Sprachmodalitäten verstärkt sprachbasierte Kodierungsstrategien nutzen, etwa durch Mundbilder, die in NGT besonders häufig und systematisch auftreten, oder durch lautsprachliche Äquivalente.

Besonders bedeutsam ist, dass ausschließlich die Gedächtnisspannen unter oraler artikulatorischer Suppression signifikant mit der Dolmetschqualität in beide Sprachrichtungen korrelieren, während sich für die Kontroll- und die manuelle Suppressionsbedingung keine entsprechenden Zusammenhänge zeigen. Diese Befunde replizieren damit zentrale Ergebnisse aus

der Forschung zum Lautsprachsimultandolmetschen (Bajo & Padilla 1995, 2005), die ebenfalls eine besondere Resistenz gegenüber artikulatorischer Suppression bei professionellen DolmetscherInnen nachweisen. Die AutorInnen schließen daraus, dass die Resistenz gegenüber artikulatorischer Suppression weniger auf eine erhöhte reine Speicherkapazität zurückzuführen ist als vielmehr auf eine besonders effiziente Integration und Bindung von Informationen im episodischen Puffer, wodurch die Abhängigkeit von kurzfristiger serieller Speicherung reduziert wird, und qualitativ hochwertiges Simultandolmetschen erleichtert werden kann.

4.3.4.3 Arbeitsgedächtniskapazität und Dolmetschleistung

Wang (2016) untersucht den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und Dolmetschleistung bei professionellen DolmetscherInnen mit der Sprachkombination Auslan – Englisch. Die Studie folgt einem explorativen Mixed-Methods-Design und umfasst vier zentrale Komponenten. Zunächst absolvierten die Teilnehmenden Dolmetschaufgaben in beide Sprachrichtungen, die auf authentischen Konferenzvorträgen basierten und inhaltlich vergleichbar gestaltet waren. Diese Leistungen wurden von externen GutachterInnen in den Bereichen Genauigkeit, Zieltextgestaltung, Darbietung und Prozesskompetenzen quantitativ bewertet. Zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität wurden ein englischer Hörspannentest sowie eine Auslan-Spannenaufgabe eingesetzt. Ergänzend wurden nach jeder Dolmetschaufgabe semi-strukturierte Kurzinterviews durchgeführt, um qualitative Einblicke in Ursachen kognitiver Überlastung sowie in individuell eingesetzte Bewältigungsstrategien zu gewinnen.

Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und der Gesamtqualität der Dolmetschleistung. Dies gilt sowohl für die Gesamtgruppe als auch für die Untergruppen der muttersprachlichen und nicht-muttersprachlichen GebärdensprachdolmetscherInnen und bestätigt damit die Ergebnisse von van Dijk et al. (2012). Die qualitativen Daten liefern jedoch wichtige ergänzende Einsichten: Kognitive Überlastung tritt insbesondere bei hoher Informationsdichte, langen Time Lags, listenartigen Strukturen sowie bei Ermüdung auf. Als zentrale Bewältigungsstrategien werden insbesondere Auslassungen, Zusammenfassungen, Generalisierungen sowie die flexible Anpassung des Time Lags beschrieben.

Die Studie kommt insgesamt zu dem Schluss, dass die reine Arbeitsgedächtniskapazität, gemessen über komplexe Spannenaufgaben, kein zentraler Prädiktor für die Dolmetschleistung professioneller DolmetscherInnen ist. Stattdessen sind strategische Kompetenz sowie domänenspezifisches Wissen entscheidend für die erfolgreiche Bewältigung komplexer Dolmetsch-situationen.

Tabelle 1: Überblick über zentrale Studien zum Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Gebärdensprachdolmetschen

Studie	Forschungsfrage (nach Wang, 2024)	Schwerpunkt mit Bezug auf Arbeitsgedächtnis	Aufgegriffene Ansätze aus der Arbeitsgedächtnisforschung	Aufgegriffene Methode aus der Arbeitsge- dächtnisforschung zur Erfassung von Ar- beitsgedächtniskapazität und -prozesse
Wang & Napier (2013)	1) DolmetscherInnen vs. Nicht-DolmetscherInnen	Einfluss von Hörstatus und Erwerbsalter der Gebärdensprache auf Arbeitsgedächtniskapazität	- Mehrkomponentenmodell (Baddeley & Hitch, 1974) - Sign Loop (Wilson & Emmorey, 1997a)	Gebärdensprachliche Spannaufgabe
Hermans et al. (2007)	2) DolmetscherInnen vs. Dolmetschstudierende	Arbeitsgedächtniskapazität als allgemeine kognitive Funktion	<i>nicht explizit angegeben</i>	<i>nicht explizit angegeben</i>
Macnamara & Conway (2016)	3) Einfluss der Dolmetschausbildung	Arbeitsgedächtniskapazität als Prädiktor für Dolmetschkompetenz	Arbeitsgedächtnisfunktionen (Oberauer et al., 2008)	- Automated Reading Span - Operation Span - Rückwärts- Ziffernspannaufgabe - Buchstaben-Zahlen-Sequenzierungsaufgabe
Macnamara et al. (2011)	4) Zusammenhang zwi- schen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung	Arbeitsgedächtniskapazität als Prädiktor für Dolmetschkompetenz	<i>nicht explizit angegeben</i>	Symmetriespannaufgabe
Van Dijk et al. (2012)	4) Zusammenhang zwi- schen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung	Arbeitsgedächtnis als Prädiktor für Dolmetschleistung	- Sign Loop (Wilson & Emmorey 1997a) - Mehrkomponentenmodell (Baddeley & Hitch, 1974)	3-back-Aufgabe - Einfache Spannaufgaben zum Abruf serieller Ordnung (ohne und mit oraler und manueller artikulatorischer Suppression)
Wang (2016)	4) Zusammenhang zwi- schen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung	Arbeitsgedächtnis als Prädiktor für Dolmetschleistung	Arbeitsgedächtnisdefinition von Baddeley (2000)	- Englischer Hörspannentest - Gebärdensprachliche Spannaufgabe

4.3.4.4 Synthese der Befunde

Zusammenfassend ergibt sich, ähnlich wie beim Lautsprachdolmetschen, ein differenziertes Bild des Zusammenhangs zwischen Arbeitsgedächtnis und Dolmetschleistung. Während das Arbeitsgedächtnis in frühen Ausbildungsphasen sowie bei weniger erfahrenen Personen teilweise als relevanter Prädiktor für Leistung und Ausbildungserfolg erscheint, verliert es auf Expertenniveau zunehmend an Vorhersagekraft. Stattdessen treten domänenspezifische Strategien, kognitive Kontrolle und automatisierte Verarbeitungsprozesse in den Vordergrund. Arbeitsgedächtnisfunktionen bleiben zwar relevant, scheinen jedoch vor allem eine Grundlage für den Erwerb von Expertise zu bilden, deren Bedeutung im Verlauf der Professionalisierung durch effizientere Verarbeitungsstrategien teilweise kompensiert wird.

4.4 Ansätze und Methoden zur Arbeitsgedächtnisforschung beim Gebärdensprachdolmetschen

Im Folgenden wird ein Überblick über jene theoretischen Ansätze der Arbeitsgedächtnisforschung gegeben, die in Studien zum Gebärdensprachdolmetschen herangezogen werden. Anschließend werden die in den einzelnen Untersuchungen verwendeten Methoden dargestellt, um den Zusammenhang zwischen theoretischem Ansatz und methodischer Umsetzung explizit zu machen. Ziel ist es aufzuzeigen, wie bestimmte theoretische Grundannahmen die Wahl der Untersuchungsmethoden beeinflussen und wie sich dies wiederum auf die Ergebnisse sowie deren Validität auswirkt. Auf dieser Grundlage lässt sich beurteilen, welche Ansätze und Methoden für die Erforschung des Arbeitsgedächtnisses beim Gebärdensprachdolmetschen besonders aufschlussreich und geeignet erscheinen.

4.4.1 Aufgegriffene theoretische Ansätze

In der Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen und Arbeitsgedächtnis erweist sich das Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) als der am häufigsten rezipierte theoretische Ansatz. Explizit wird es in den Studien von Wang und Napier (2013) sowie Van Dijk et al. (2012) herangezogen, während Wang (2016) lediglich auf die allgemeine Definition des Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley (2000) Bezug nimmt. Macnamara et al. (2011) sowie Macnamara und Conway (2016) beziehen sich hingegen nicht ausdrücklich auf das Modell. Die Verwendung komplexer Spannaufgaben sowie der Fokus auf exekutive Funktionen legen jedoch nahe, dass ihre Untersuchungen implizit auf dessen Grundannahmen beruhen.

Van Dijk et al. (2012) sowie Wang und Napier (2013) greifen darüber hinaus den Ansatz der Sign Loop von Wilson und Emmorey (1997a, 1998, 2003) auf. Dieser kann als Erweiterung des klassischen Mehrkomponentenmodells verstanden werden, da er eine der phonologischen Schleife funktional entsprechende Struktur zur Verarbeitung von Gebärdensprache postuliert. Darüber hinaus heben Van Dijk et al. (2012) die theoretische Bedeutung des episodischen Puffers hervor. Insbesondere die Fähigkeit zum Binding wird als zentral für eine qualitativ hochwertige Dolmetschleistung betrachtet, da sie die Integration phonologischer, semantischer und visuo-räumlicher Informationen ermöglicht und dadurch die Abhängigkeit von der reinen seriellen Speicherkapazität des Kurzzeitgedächtnisses reduziert.

4.4.2 Methoden zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität

Ausgehend vom Mehrkomponentenmodell werden in der Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen überwiegend komplexe Spannaufgaben zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität eingesetzt, insbesondere bei Wang und Napier (2013), Macnamara et al. (2011), Macnamara und Conway (2016) sowie Wang (2016).

Wang und Napier (2013) sowie Wang (2016) verwenden dabei insbesondere eine gebärdensprachliche Spannaufgabe, deren Entwicklung als methodische Konsequenz des Sign-Loop-Ansatzes verstanden werden kann. Diese stellt eine gezielte Adaptation klassischer komplexer Spannaufgaben an die visuell-gestische Modalität dar. Erste Anwendungen in diesem Bereich gehen auf Gran Tarabocchia und Kellett Bidoli (2001) zurück, die eine entsprechende Aufgabe für die LIS entwickelten und einsetzten. Unabhängig davon konzipierten Boutla et al. (2004) außerhalb der Dolmetschwissenschaft eine vergleichbare Aufgabe für die ASL, bei der die Teilnehmenden Gebärden memorieren und diese anschließend in selbst generierten Sätzen verwenden mussten.

Die Entwicklung solcher Aufgabe erfolgte als Reaktion auf die Notwendigkeit, das Arbeitsgedächtnis von Gebärdensprachkompetenten modalitätsgerecht zu erfassen, da einfache serielle Merkspannen für Gebärden mit etwa fünf Items typischerweise kürzer ausfallen als jene für gesprochene Wörter mit etwa sieben Items. Die gebärdensprachliche Spannaufgabe ermöglicht daher einen angemesseneren Vergleich der kognitiven Ressourcen von Sprechenden und Gebärdensprachkompetente innerhalb ihrer jeweiligen Primärmodalität. Mithilfe solcher Aufgaben konnte gezeigt werden, dass gehörlose Gebärdensprachkompetente trotz kürzerer serieller Merkspannen über vergleichbare Arbeitsgedächtnisressourcen für die Sprachverarbeitung verfügen wie Hörende.

4.4.3 Methoden zur Erfassung von Arbeitsgedächtnisprozessen

Neben komplexen Spannaufgaben kommen in der Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen auch Verfahren zum Einsatz, die spezifische Arbeitsgedächtnisprozesse erfassen sollen. Van Dijk et al. (2012) verwenden hierzu einfache Spannaufgaben unter Bedingungen oraler und manueller artikulatorischer Suppression. Ziel dieser Methode ist es, die Speicherung sprachlicher und gebärdensprachlicher Informationen unter gezielter Störung der jeweiligen Wiederholungsschleifen zu untersuchen, um Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Kodierungs- und Verarbeitungsmechanismen ziehen zu können. Durch die Interferenz mit artikulatorischen Prozessen lässt sich analysieren, in welchem Ausmaß Informationen phonologisch bzw. visuell-manuell aufrechterhalten werden.

Zur Erfassung exekutiver Funktionen setzen Van Dijk et al. (2012) darüber hinaus eine 3-back-Aufgabe ein, die insbesondere Prozesse der Aktualisierung beansprucht. Im Unterschied zu klassischen Spannaufgaben steht hierbei weniger die reine Speicherkapazität als vielmehr die Fähigkeit im Vordergrund, relevante Informationen unter Belastung aktiv zu kontrollieren, laufend zu aktualisieren und irrelevante Reize zu hemmen. Gemessen werden dabei vor allem die Genauigkeit sowie die Geschwindigkeit der Reaktionen.

4.4.4 Validität der Methoden und Auswirkungen auf die Ergebnisse

Die Wahl der Methode hat wesentlichen Einfluss darauf, ob ein Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnisleistung und Dolmetschleistung nachgewiesen werden kann. Wang und Napier (2013) weisen kritisch darauf hin, dass aufgrund der methodischen Vielfalt unklar bleibt, ob verschiedene Studien tatsächlich dasselbe theoretische Konstrukt des Arbeitsgedächtnisses erfassen oder lediglich unterschiedliche Teilprozesse messen. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt und die Interpretation der Befunde erschwert.

Van Dijk et al. (2012) fanden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Leistung in der 3-back-Aufgabe und der Qualität der Dolmetschleistung. Die AutorInnen stellen daher die Validität der n-back-Aufgabe für die Dolmetschforschung infrage und vermuten, dass n-back-Aufgaben möglicherweise nicht jene Arbeitsgedächtnisprozesse erfassen, die für das Dolmetschen besonders relevant sind, etwa die Integration und Bindung unterschiedlicher Informationsarten im episodischen Puffer. Zur Begründung verweisen sie darauf, dass frühere Studien stärkere Zusammenhänge zwischen n-back-Aufgaben und einfachen Spannaufgaben als mit komplexen Spannaufgaben gefunden haben (Roberts & Gibson 2002) beziehungsweise lediglich moderate Korrelationen zwischen n-back-Aufgaben und komplexen Spannaufgaben nachweisen konnten (Kane et al. 2007; Miller et al. 2009).

Interessanterweise gelangte Wang (2016) unter Verwendung einer komplexen gebärdensprachlichen Spannenaufgabe zu einem ähnlichen Ergebnis wie Van Dijk et al. (2012). Auch hier konnte bei professionellen DolmetscherInnen kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Arbeitsgedächtniskapazität und der Gesamtqualität der Dolmetschleistung festgestellt werden. Dies spricht dafür, dass bei ExpertInnen andere Faktoren wie strategische Kompetenz, Automatisierung oder domänenspezifisches Wissen die Bedeutung der reinen Kapazität des Arbeitsgedächtnisses überlagern können.

Die Verwendung artikulatorischer Suppression bei Van Dijk et al. (2012) erwies sich hingegen als besonders aufschlussreich für die Untersuchung funktionaler Arbeitsgedächtnisprozesse. Da nur die Leistungen unter Bedingungen der Interferenz signifikant mit der Dolmetschqualität korrelierten, deutet dies darauf hin, dass für eine qualitativ hochwertige Dolmetschleistung weniger die reine Speicherkapazität als vielmehr die effiziente Koordination und Integration von Informationen entscheidend ist. Diese Befunde sprechen insbesondere für die Bedeutung des episodischen Puffers beziehungsweise domänenübergreifender Bindungsprozesse.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die methodische Entwicklung von einfachen Speicheraufgaben hin zu modalitätsgerechten komplexen Spannenaufgaben und Interferenzparadigmen die Validität der Forschung erhöht hat. Gleichzeitig wird deutlich, dass unterschiedliche Methoden verschiedene Komponenten und Prozesse des Arbeitsgedächtnisses erfassen. Die Ergebnisse legen nahe, dass die funktionale Organisation des Arbeitsgedächtnisses beim Gebärdensprachdolmetschen weniger durch starre Kapazitätsgrenzen als vielmehr durch flexible, domänenübergreifende Verarbeitungsressourcen geprägt ist.

4.5 Relevanz der Forschung zu Arbeitsgedächtnis und Gebärdensprachdolmetschen

Die Relevanz der Forschung zum Arbeitsgedächtnis im Kontext des Gebärdensprachdolmetschens zeigt sich insbesondere in zwei übergeordneten Bereichen: Zum einen ergeben sich bedeutsame Implikationen für die Dolmetschwissenschaft, insbesondere im Hinblick auf Forschung, Ausbildung und berufliche Praxis. Zum anderen leisten die Befunde einen Beitrag zur Kognitionswissenschaft, indem sie die Weiterentwicklung und Überprüfung theoretischer Modelle des Arbeitsgedächtnisses unterstützen.

4.5.1 Relevanz in der Dolmetschwissenschaft

Aus den Effort Models lässt sich ableiten, dass Gedächtnisleistungen einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Dolmetschleistung haben. Eine effiziente Nutzung der begrenzten Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses kann dazu beitragen, die kognitive Belastung während des Dolmetschens zu reduzieren und dadurch die Leistung zu verbessern.

Im Kontext des Gebärdensprachdolmetschens von einer gesprochenen Sprache in eine Gebärdensprache erhält diese Annahme zusätzliche Relevanz, da Gile (2015) hierfür zwei weitere Efforts, den Self-Management in Space Effort (SMS) und den Online-Interaction with Deaf Persons Effort (OID), beschreibt. Die Berücksichtigung dieser zusätzlichen Anforderungen verdeutlicht die erhöhte Komplexität des Dolmetschprozesses. Da mehrere Efforts gleichzeitig auf dieselben begrenzten kognitiven Ressourcen zugreifen, gewinnt die effiziente Nutzung des Arbeitsgedächtnisses zusätzlich an Bedeutung.

Darüber hinaus spielt das Arbeitsgedächtnis nicht nur im eigentlichen Dolmetschprozess, sondern auch in der Vorbereitung eine wichtige Rolle, etwa beim Erwerb, der Organisation und der Aktivierung auftragsrelevanten Wissens. Vor diesem Hintergrund erscheint die Untersuchung des Arbeitsgedächtnisses im Kontext des Gebärdensprachdolmetschens besonders relevant. Die bisherigen theoretischen und empirischen Befunde lassen sowohl Implikationen für die zukünftige Dolmetschforschung als auch für Ausbildung und berufliche Praxis erkennen.

4.5.1.1 Implikationen für die Dolmetschforschung

Die vorliegenden Studien deuten darauf hin, dass sich der Forschungsfokus zunehmend von der Frage nach der reinen Speicherkapazität des Arbeitsgedächtnisses hin zu exekutiven Prozessen und zur effizienten Integration von Informationen im episodischen Puffer verschiebt. Während frühe Ansätze vor allem untersuchten, wie viele Informationseinheiten kurzfristig gespeichert werden können, rücken neuere Befunde die Frage in den Vordergrund, wie unterschiedliche Informationsquellen unter hoher kognitiver Belastung koordiniert und zu bedeutungsvollen Einheiten integriert werden.

Insbesondere die Ergebnisse von van Dijk et al. (2012) legen nahe, dass die Resistenz gegenüber artikulatorischer Suppression ein aussagekräftigerer Prädiktor für die Qualität der Dolmetschleistung sein könnte als die reine Gedächtnisspanne. Diese Resistenz wird als Hinweis auf eine effiziente Nutzung des episodischen Puffers interpretiert, der die Verknüpfung sprachlicher, semantischer und räumlicher Informationen zu integrierten Repräsentationen ermöglicht. Die Qualität des Dolmetschens scheint demnach weniger davon abzuhängen, wie

viele Informationseinheiten kurzfristig gespeichert werden können, sondern vielmehr davon, wie effektiv unterschiedliche Bedeutungsebenen miteinander verbunden und aktualisiert werden.

Diese Perspektive hat auch Konsequenzen für die Interpretation von Dolmetschfehlern. Während Leistungseinbußen traditionell häufig als Folge eines Verlassens von Gedächtnisspuren im Kurzzeitgedächtnis verstanden wurden, insbesondere bei langen Décalages, können sie aus Sicht des episodischen Puffers als Ausdruck einer unzureichenden Integration mehrdimensionaler Informationen interpretiert werden. Dadurch verschiebt sich der Fokus von der Frage, „wie viel“ DolmetscherInnen speichern können, hin zu der Frage, „wie gut“ sie verschiedene Informationsströme synchronisieren und zu kohärenten Bedeutungseinheiten verknüpfen.

Darüber hinaus legen die Befunde nahe, dass zukünftige Forschung modalitätsübergreifende Verarbeitungsstrategien stärker berücksichtigen sollte. Professionelle GebärdensprachdolmetscherInnen greifen offenbar nicht ausschließlich auf gebärdensprachbasierte Kodierungen zurück, sondern nutzen flexibel unterschiedliche Strategien, darunter lautsprachliche, semantische und räumliche Codes. Dies spricht dafür, Kompetenz nicht allein anhand serieller Speicherleistungen zu erfassen, sondern verstärkt die Fähigkeit zur flexiblen Integration multimodaler Informationen in den Blick zu nehmen.

4.5.1.2 Implikationen für die Dolmetschausbildung und berufliche Praxis

Die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen untersucht die Arbeitsgedächtniskapazität unter anderem als Prädiktor für den Erwerb von Dolmetschkompetenz. Die Studien von Macnamara et al. (2011) sowie Macnamara und Conway (2016) identifizieren das Arbeitsgedächtnis als einen der zentralen Faktoren, die den Erfolg in Dolmetschausbildungen mitbestimmen. Besonders hervorzuheben ist die Studie von Macnamara und Conway (2016), deren Ergebnisse zeigen, dass die Arbeitsgedächtniskapazität gemeinsam mit der anfänglichen Dolmetschleistung 73% der Varianz späterer Leistungen erklärt. Die AutorInnen weisen darauf hin, dass ein großer Teil der Studierenden ein Dolmetschstudium entweder vorzeitig abbricht oder die Ausbildung ohne ausreichende professionelle Kompetenzen abschließt und sprechen sich daher für die Berücksichtigung entsprechender Faktoren bereits im Aufnahmeverfahren aus.

Die Befunde legen darüber hinaus nahe, dass Ausbildungsprogramme nicht ausschließlich auf die Erweiterung der Gedächtnisspanne abzielen sollten. Vielmehr erscheint die Förderung jener Strategien sinnvoll, die eine effiziente Nutzung begrenzter Arbeitsgedächtnisressourcen ermöglichen. Dazu zählen insbesondere Chunking-Strategien, die bedeutungsbasierte

Integration von Informationen, Antizipationsprozesse, die flexible Anpassung des Décalage sowie der Umgang mit hoher Informationsdichte.

Gerade im Bereich des Gebärdensprachdolmetschens gewinnen solche Strategien zusätzlich an Bedeutung. Aufgrund der modalitätsspezifischen Eigenschaften von Gebärdensprachen und ihrer vergleichsweise geringeren seriellen Merkspanne scheint die Fähigkeit, Informationen zu integrierten Bedeutungseinheiten zu bündeln, besonders relevant zu sein. Ausbildungsansätze könnten daher verstärkt die Entwicklung multimodaler Verarbeitungsstrategien fördern, etwa durch Übungen zur bedeutungsorientierten Umformulierung sowie zur Nutzung kontextueller Hinweise.

Auch für die berufliche Praxis lassen sich vorsichtige Implikationen ableiten. Die Ergebnisse von Wang (2016) deuten darauf hin, dass bei professionellen DolmetscherInnen die reine Arbeitsgedächtniskapazität gegenüber domänenspezifischem Wissen, automatisierten Prozessen und strategischer Flexibilität an Bedeutung verliert. Eine gründliche Vorbereitung kann das Arbeitsgedächtnis entlasten, indem relevantes Wissen bereits aktiviert und schneller mit eingehenden Informationen verknüpft werden kann. Gleichzeitig verdeutlichen die Befunde die Bedeutung eines bewussten Umgangs mit Faktoren, die die kognitive Belastung erhöhen, etwa hohe Informationsdichte, Zahlenmaterial, Ermüdung oder ungünstige Arbeitsbedingungen. Dies unterstreicht die Relevanz von Maßnahmen zur kognitiven Ergonomie, beispielsweise im Hinblick auf Teamdolmetschen, Pausenplanung oder die Bereitstellung von Vorbereitungsmaterialien.

4.5.2 Relevanz in der Kognitionswissenschaft

4.5.2.1 Implikationen für Arbeitsgedächtnistheorien

Ähnlich wie die Forschung zu Gebärdensprachen kann auch die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen wichtige Impulse für die Weiterentwicklung von Arbeitsgedächtnistheorien liefern.

Wang und Napier (2013) diskutieren in ihrer Studie insbesondere die theoretischen Konsequenzen ihrer Befunde für bestehende Arbeitsgedächtnismodelle. Ihre Ergebnisse legen nahe, dass sowohl professionelle GebärdensprachdolmetscherInnen als auch gehörlose Gebärdensprachkompetente beim Memorieren von Gebärden unterschiedliche Strategien einsetzen, darunter auch gebärdensprachbasierte phonologische Kodierungsstrategien. Dies lässt sich als weiterer Befund interpretieren, der mit der Annahme einer Sign Loop vereinbar ist, wie sie von Wilson und Emmorey (1997a, 1998, 2003) beschrieben wird.

Darauf aufbauend plädieren Wang und Napier (2013) für eine Integration der Sign Loop in Baddeleys Mehrkomponentenmodell, um die Verarbeitung gebärdensprachlicher Informationen adäquat erklären zu können. Gleichzeitig zeigen ihre Ergebnisse, dass das Arbeitsgedächtnis für Gebärden nicht ausschließlich auf gebärdensprachbasierter phonologischer Kodierung beruht, sondern auch lautsprachliche subvokale Wiederholung, semantische Strategien sowie räumliche Indexierung einbezogen werden können. Dies spricht dafür, dass bei der Verarbeitung gebärdensprachlicher Informationen mehrere Komponenten des Arbeitsgedächtnisses zusammenwirken und möglicherweise auch der episodische Puffer an der Integration unterschiedlicher Informationsquellen beteiligt ist.

Van Dijk et al. (2012) gehen ebenfalls vom Konzept der Sign Loop aus, gelangen jedoch zu einer teilweise abweichenden Interpretation. Die von ihnen untersuchten DolmetscherInnen zeigten beim Behalten von Gebärden einen Effekt oraler, nicht jedoch manueller artikulatorischer Suppression. Daraus schließen die AutorInnen, dass professionelle DolmetscherInnen Gebärden unter bestimmten Bedingungen nicht primär über visuell-manuelle Wiederholungsmechanismen aufrechterhalten, sondern verstärkt auf sprachbasierte Kodierungsstrategien zurückgreifen, etwa über Mundbilder oder lautsprachliche Äquivalente. Die Existenz einer Sign Loop wird dadurch nicht grundsätzlich infrage gestellt; vielmehr deuten die Befunde darauf hin, dass ExpertInnen flexibel zwischen unterschiedlichen Kodierungsstrategien wechseln und die Sign Loop je nach Aufgabenanforderung durch alternative Strategien ergänzen oder teilweise umgehen können.

4.5.2.2 DolmetscherInnen als besondere Forschungsgruppe

Professionelle GebärdensprachdolmetscherInnen, insbesondere solche mit früher bimodal-bilingualer Spracherfahrung, werden in der Arbeitsgedächtnisforschung bevorzugt als ProbandInnen eingesetzt, da sie ein einzigartiges kognitives und linguistisches Profil aufweisen. Wie Rönneberg et al. (2004) darlegen, ermöglicht die Untersuchung dieser Gruppe ein besonders aussagekräftiges *within-subject-design*, bei dem Arbeitsgedächtnisprozesse über verschiedene Sprachmodalitäten hinweg innerhalb derselben Person direkt verglichen werden können. Dies erlaubt es ForscherInnen, die spezifischen Auswirkungen der Sprachmodalität auf das Arbeitsgedächtnis effizient zu testen, was mit monolingualen ProbandInnen unmöglich wäre.

Zudem bietet der Berufsstatus eine externe Validierung für eine hohe Sprachkompetenz und eine ausgewogene, tägliche Erfahrung in beiden Modalitäten, was ein Indikator für eine nativ-ähnliche zerebrale Organisation beider Sprachen ist. Da das Simultandolmetschen eine extrem komplexe Form der Informationsverarbeitung darstellt, dienen DolmetscherInnen als

ideale Untersuchungsgruppe, um die exekutive Kontrolle und die strategische Rekrutierung kognitiver Ressourcen unter hoher Belastung zu erforschen. Die Einbeziehung von DolmetscherInnen in die kognitionswissenschaftliche Forschung ermöglicht somit wichtige Erkenntnisse darüber, welche Aspekte des Arbeitsgedächtnisses modalitätsspezifisch und welche modalitätsunabhängig organisiert sind.

4.6 Zukunftsperspektiven

Die bisherige Forschung zum Arbeitsgedächtnis im Kontext des Gebärdensprachdolmetschens steht trotz wichtiger Erkenntnisse noch am Anfang. Die bislang geringe Zahl empirischer Studien, ihre kleinen Stichproben sowie die heterogenen Untersuchungsdesigns erschweren die Ableitung belastbarer Schlussfolgerungen. Daraus ergeben sich mehrere Ansatzpunkte für zukünftige Forschung.

Ein zentrales Desiderat betrifft die Klärung jener Faktoren, die den beobachteten Leistungsunterschieden zugrunde liegen. So bleibt bislang offen, ob die in einzelnen Studien berichteten Vorteile von GebärdensprachdolmetscherInnen im Arbeitsgedächtnis tatsächlich auf die Dolmetschexpertise zurückzuführen sind oder vielmehr durch den Hörstatus, den Erwerbszeitpunkt der Gebärdensprache, die bimodale Zweisprachigkeit oder andere individuelle Merkmale erklärt werden können. Wang und Napier (2013) weisen ausdrücklich darauf hin, dass diese Variablen in ihrer Untersuchung nicht voneinander getrennt werden konnten. Künftige Studien sollten daher systematische Vergleiche zwischen professionellen DolmetscherInnen, Dolmetschstudierenden, hörenden bimodal bilingualen Gebärdensprachkompetenten ohne Dolmetscherfahrung, hörenden Monolingualen sowie gehörlosen Gebärdensprachkompetenten durchführen. Größere und hinsichtlich zentraler Merkmale homogenere Stichproben, insbesondere im Hinblick auf den Erwerbszeitpunkt der Gebärdensprache, könnten zudem die statistische Aussagekraft der Befunde erhöhen.

Darüber hinaus besteht ein Bedarf an einer methodischen Weiterentwicklung und stärkeren Standardisierung der eingesetzten Verfahren. Die bisherigen Studien unterscheiden sich erheblich hinsichtlich der verwendeten Aufgaben zur Erfassung von Arbeitsgedächtniskapazität und -prozessen, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Wang und Napier (2013) empfehlen unter anderem, potenzielle Störvariablen zu reduzieren, etwa durch eine sorgfältige Kontrolle der Stimulusmaterialien, die Verwendung randomisierter statt aufsteigender Darbietungsreihenfolgen sowie den Einsatz einheitlicher Instrumente zur Erfassung individueller Gedächtnisstrategien. Gleichzeitig erscheint die Entwicklung validerer, modalitäts-

sensibler Messverfahren erforderlich, die den tatsächlichen Anforderungen des Gebärdensprachdolmetschens möglichst nahekommen.

Ein weiterer Forschungsbedarf ergibt sich aus der bislang unzureichenden Berücksichtigung der Eigenschaften der Dolmetschaufgabe selbst. Macnamara und Conway (2016) weisen darauf hin, dass Faktoren wie die Komplexität des Inputs, die Vorhersehbarkeit von Äußerungen, die Informationsdichte oder situative Rahmenbedingungen den Zusammenhang zwischen kognitiven Fähigkeiten und Dolmetschleistung maßgeblich beeinflussen können. Auch die qualitativen Befunde von Wang (2016) zeigen, dass kognitive Überlastung insbesondere bei hoher Informationsdichte, langen Time Lags, listenartigen Strukturen und Ermüdung auftritt. Zukünftige Forschung sollte daher verstärkt untersuchen, unter welchen Bedingungen bestimmte Arbeitsgedächtnisprozesse für die Dolmetschleistung besonders relevant werden.

Schließlich ergeben sich auch theoretische Perspektiven für die Weiterentwicklung bestehender Modelle des Arbeitsgedächtnisses. Die bisherigen Befunde sprechen dafür, dass die Erklärung von Dolmetschleistungen nicht allein auf Unterschiede in der Speicherkapazität reduziert werden kann. Stattdessen gewinnen exekutive Funktionen, die effiziente Nutzung des episodischen Puffers, der Aufbau von Expertise sowie strategische Anpassungsprozesse zunehmend an Bedeutung. Darüber hinaus könnten Ansätze der Embodied Cognition neue Impulse liefern. Diese betonen die Rolle körperlicher Erfahrungen und sensorimotorischer Prozesse für die Kognition und erscheinen insbesondere im Kontext der visuell-gestischen Modalität von Gebärdensprachen vielversprechend, wurden bislang jedoch kaum auf das Gebärdensprachdolmetschen übertragen.

In diesem Zusammenhang erscheint auch eine stärkere interdisziplinäre Vernetzung zwischen Kognitionswissenschaft, Gebärdensprachforschung und Dolmetschwissenschaft wünschenswert. Die bisherige Entwicklung zeigt, dass theoretische Ansätze der Arbeitsgedächtnisforschung häufig erst mit zeitlicher Verzögerung in die Gebärdensprachdolmetschwissenschaft Eingang finden. So wurde etwa der Sign-Loop-Ansatz von Wilson und Emmorey (1997a, 1998, 2003) erst relativ spät zur Interpretation von Befunden im Gebärdensprachdolmetschen herangezogen. Eine frühzeitigere Rezeption und Integration kognitionswissenschaftlicher Entwicklungen könnte dazu beitragen, neue Forschungsfragen zu generieren, methodische Innovationen zu fördern und bestehende Befunde differenzierter zu interpretieren. Umgekehrt kann die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen aufgrund ihrer besonderen modalen Bedingungen wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung allgemeiner Arbeitsgedächtnistheorien liefern.

5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit untersuchte, welche theoretischen Ansätze und methodischen Zugänge sich zur Erforschung des Arbeitsgedächtnisses im Gebärdensprachdolmetschen besonders eignen. Zu diesem Zweck wurde der bisherige Forschungsstand systematisch dargestellt und kritisch eingeordnet.

Die Arbeit geht davon aus, dass das Gedächtnis in verschiedenen Teilprozessen des Dolmetschens eine zentrale Rolle spielt, insbesondere in der Dolmetschleistung selbst sowie in der Vorbereitung. Dies wird anhand der Effort Models von Gile (1985) untermauert, in denen das Gedächtnis als einer von mehreren konkurrierenden Prozessen beschrieben wird, die während des Dolmetschens auf begrenzte kognitive Ressourcen zugreifen. Ausgehend von der Annahme, dass eine bessere Gedächtnisleistung zu einer besseren Dolmetschleistung beitragen kann, ergibt sich eine erste grundlegende Motivation für die Untersuchung des Zusammenspiels unterschiedlicher Gedächtnissysteme in der Dolmetschwissenschaft.

Die unterschiedlichen Gedächtnissysteme und ihre Interaktion wurden aus kognitions-wissenschaftlicher Perspektive dargestellt, wobei das Arbeitsgedächtnis als besonders relevantes System für das Dolmetschen hervorgehoben wurde. Als aktiver mentaler Arbeitsplatz ermöglicht es die kurzfristige Aufrechterhaltung und Verarbeitung von Informationen und bildet damit eine Voraussetzung für das Verstehen, Speichern und Produzieren sprachlicher Äußerungen. Dabei wurden zwei zentrale Modelle des Arbeitsgedächtnisses mit unterschiedlichen Schwerpunkten diskutiert: Während das Mehrkomponentenmodell insbesondere die funktionale Differenzierung des Arbeitsgedächtnisses betont und mit dem episodischen Puffer einen Mechanismus zur Integration unterschiedlicher Informationsquellen bereitstellt, hebt das Modell der eingebetteten Prozesse die Rolle von Aufmerksamkeit und aktiviertem Langzeitgedächtnis hervor.

Aus der Analyse der ausgewählten Studien zeigte sich, dass die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen bislang vor allem auf das Mehrkomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses zurückgreift. Dieses erweist sich aufgrund seiner Flexibilität und seiner Differenzierung verschiedener Teilsysteme als besonders anschlussfähiger theoretischer Ansatz. Innerhalb der Gebärdensprachforschung wurde insbesondere die Komponente der phonologischen Schleife weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang schlugen Wilson und Emmorey (1997a) die Sign Loop als funktionales Äquivalent zur Verarbeitung gebärdensprachlicher Informationen vor. Neuere Ansätze gehen hingegen davon aus, dass Wiederholungsmechanismen nicht

ausschließlich an sprachspezifische Systeme gebunden sind, sondern auf domänenübergreifenden und aufgabenabhängigen Ressourcenverteilungen beruhen.

In diesem Kontext gewinnt in der Kognitionswissenschaft, der Gebärdensprachforschung sowie in Dolmetschstudien insbesondere die theoretische Aufwertung des episodischen Puffers und seiner Bindungsfunktion zunehmend an Bedeutung. Im Rahmen der Verarbeitung von Gebärdensprachen fungiert der episodische Puffer als zentrale Schnittstelle, die phonologische, semantische und räumliche Informationen zu kohärenten, multidimensionalen Bedeutungseinheiten integriert. Wird diese funktionale Rolle auf Dolmetschprozesse übertragen, führt dies zu einer Verschiebung im Verständnis von Dolmetschqualität. Die Leistung hängt dann weniger von der reinen kurzfristigen Speicherkapazität ab, sondern vielmehr davon, wie effizient unterschiedliche Informationsquellen integriert, priorisiert und unter hoher kognitiver Belastung koordiniert werden. Fehler lassen sich in diesem Zusammenhang weniger auf eine unzureichende Speicherkapazität zurückführen als vielmehr auf Einschränkungen in der integrativen Verarbeitung.

Expertise scheint demnach nicht allein auf einer höheren Speicherkapazität zu beruhen, sondern vielmehr auf der Fähigkeit, begrenzte Ressourcen effektiv einzusetzen. In diesem Zusammenhang gewinnen Faktoren wie strategische Kompetenz, kognitive Kontrolle, mentale Flexibilität, domänenspezifisches Wissen und die effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen an Bedeutung. Diese weisen bei professionellen DolmetscherInnen eine höhere Vorhersagekraft für die Dolmetschleistung auf als die Arbeitsgedächtniskapazität, die insbesondere in frühen Ausbildungsphasen als Prädiktor späterer Leistungen gilt. Für die Ausbildung ergibt sich daraus die Implikation, Strategien zur effizienten Nutzung begrenzter kognitiver Ressourcen zu fördern, anstatt sich ausschließlich auf Aufgaben zur Erweiterung der kurzfristigen Speicherkapazität zu konzentrieren.

Aus diesen Befunden lassen sich schließlich auch methodische Konsequenzen ableiten. Die bisherigen Ergebnisse sprechen dafür, dass komplexe Spannenaufgaben insbesondere zur Untersuchung von Entwicklungsprozessen während der Dolmetschausbildung geeignet sind. Gleichzeitig erscheint die Entwicklung modalitätssensibler Verfahren, etwa gebärdensprachlicher Spannenaufgaben, vielversprechend, um den spezifischen Anforderungen des Gebärdensprachdolmetschens besser gerecht zu werden. Darüber hinaus könnten experimentelle Paradigmen, die die Integration unterschiedlicher Informationsquellen gezielt beanspruchen, beispielsweise durch den Einsatz artikulatorischer Suppression, wie sie von Van Dijk et al. (2012) verwendet wurde, dazu beitragen, die Rolle des episodischen Puffers und multimodaler Bindungsprozesse differenzierter zu untersuchen.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die bisherige Forschung zum Arbeitsgedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen einige methodische Einschränkungen aufweist. Die geringe Anzahl an Studien, kleine und heterogene Stichproben sowie die Verwendung unterschiedlicher Messinstrumente erschweren die Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Darüber hinaus bilden viele der eingesetzten Aufgaben die komplexen Anforderungen realer Dolmetschsituationen nur eingeschränkt ab. Zukünftige Untersuchungen sollten daher verstärkt auf ökologisch valide und modalitätssensible Verfahren zurückgreifen, die sowohl die Besonderheiten von Gebärdensprachen als auch die Dynamik authentischer Dolmetschprozesse angemessen berücksichtigen.

Die bisherige Entwicklung verdeutlicht zudem, dass Erkenntnisse aus der allgemeinen Arbeitsgedächtnisforschung häufig nur zeitverzögert in die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen übernommen werden. Eine stärkere interdisziplinäre Vernetzung zwischen Kognitionswissenschaft, Gebärdensprachforschung und Dolmetschwissenschaft könnte dazu beitragen, theoretische Entwicklungen früher aufzugreifen, methodische Innovationen zu fördern und neue Forschungsfragen zu generieren. Umgekehrt bietet die Forschung zum Gebärdensprachdolmetschen aufgrund ihrer spezifischen modalitätsspezifischen Bedingungen wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung allgemeiner Arbeitsgedächtnistheorien.

Insgesamt wird deutlich, dass die Rolle des Arbeitsgedächtnisses beim Gebärdensprachdolmetschen nicht auf Speicherkapazität oder einzelne kognitive Faktoren reduziert werden kann. Vielmehr ist sie als komplexes Zusammenspiel von Arbeitsgedächtnisprozessen, Expertise, strategischem Handeln, domänenspezifischem Wissen und situativen Anforderungen zu verstehen. Die Erforschung dieses Zusammenhangs steht trotz bedeutender Fortschritte weiterhin am Anfang, entfaltet jedoch gerade dadurch ein besonderes Erkenntnispotenzial: Sie vertieft nicht nur das Verständnis der kognitiven Grundlagen des Gebärdensprachdolmetschens, sondern erweitert zugleich die theoretischen und methodischen Perspektiven sowohl der Dolmetschwissenschaft als auch der Kognitionswissenschaft.

Bibliografie

- Andres, Dörte (2015). Consecutive interpreting. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 84–87.
- Audeoud, Mireille; Becker, Claudia; Krausneker, Verena & Tarcsiová, Darina (2016). *Bi- Bi- Toolbox. Impulse für die Bimodal-Bilinguale Bildung*. Wien: De-Sign Bilingual, Developing & Documenting Sign Bilingual Best Practice in Schools.
- Atkinson, Richard C. & Shiffrin, Richard M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. eScholarship, University of California.
- Baddeley, Alan (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4 (11), 417–423. DOI: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2.
- Baddeley, Alan (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience* 4 (10), 829–839. DOI: 10.1038/nrn1201.
- Baddeley, Alan (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology* 63 (1), 1–29. DOI: 10.1146/annurev-psych-120710-100422.
- Baddeley, Alan & Hitch, Graham (1974). Working memory. In: Bower, Gordon H. (Hrsg.) *Psychology of Learning and Motivation*. Bd. 8. New York: Academic Press, 47–89. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.
- Baddeley, Alan; Lewis, Vivienne J. & Vallar, Giovanni (2017). Exploring the articulatory loop. In: Baddeley Alan (Hrsg.) *Exploring Working Memory: Selected works of Alan Baddeley*. London: Taylor and Francis, 130–149.
- Baddeley, Alan; Eysenck, Michael W. & Anderson, Michael C. (2025). *Memory*. 4. Aufl. London: Routledge. DOI: 10.4324/9781003453536.
- Baddeley, Alan; Gathercole, Susan & Papagno, Costanza (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review* 105 (1), 158–173. DOI: 10.1037/0033-295X.105.1.158.
- Bajo, María Teresa; Padilla, Francisca & Padilla, Presentación (2000). Comprehension processes in simultaneous interpreting. In: Chesterman, Andrew; Gallardo San Salvador, Natividad & Gambier, Yves (Hrsg.) *Translation in context: Selected contributions from the EST congress, Granada, 1998*. Bd. 39. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 127–142. DOI: 10.1075/btl.39.15baj.
- Bajo, María Teresa & Padilla, Presentación (2015). Memory. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 252–254.

- Bartłomiejczyk, Magdalena (2015). Directionality. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 108–110.
- Boutla, Mrim; Supalla, Ted; Newport, Elissa L. & Bavelier, Daphne (2004). Short-term memory span: Insights from sign language. *Nature Neuroscience* 7 (9), 997–1002. DOI: 10.1038/nn1298.
- Brentari, Diane (2016). Linguistics: Phonology. In: Brentari, Diane; Gertz, Genie & Boudreault, Patrick (Hrsg.) *The SAGE deaf studies encyclopedia*. Thousand Oaks California: SAGE Publications, Inc, 628–634. DOI: 10.4135/9781483346489.n199.
- Brentari, Diane (2019). *Sign language phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Byrnes, James P. & Miller-Cotto, Dana (2023). Historical, methodological, and philosophical analysis of the working memory construct. *The American Journal of Psychology* 136 (2), 193–208. DOI: 10.5406/19398298.136.2.08.
- Christoffels, Ingrid (2006). Listening while talking: The retention of prose under articulatory suppression in relation to simultaneous interpreting. *European Journal of Cognitive Psychology* 18 (2), 206–220. DOI: 10.1080/09541440500162073.
- Conway, Andrew R. A.; Cowan, Nelson; Bunting, Michael F.; Theriault, David J. & Minkoff, Scott R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence* 30 (2), 163–183. DOI: 10.1016/S0160-2896(01)00096-4.
- Cowan, Nelson (1999). An embedded-processes model of working memory. In: Miyake, Akira & Shah, Priti (Hrsg.) *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge: Cambridge University Press. 62–101. DOI: 10.1017/CBO9781139174909.006.
- Cowan, Nelson (2005). *Working memory capacity*. New York: Psychology Press.
- Cowan, Nelson; Morey, Candice C. & Naveh-Benjamin, Moshe (2020). An embedded-processes approach to working memory: How is it distinct from other approaches, and to what ends? In: Cowan, Nelson; Morey, Candice C. & Naveh-Benjamin, Moshe: *Working Memory*. Oxford University Press. 44–84. DOI: 10.1093/oso/9780198842286.003.0003.
- Craik, Fergus I. M. & Lockhart, Robert S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11 (6), 671–684.
- Daneman, Meredyth & Carpenter, Patricia A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 19 (4), 450–466. DOI: 10.1016/S0022-5371(80)90312-6.

- Denissenko, Jurij (1989). Communicative and interpretative linguistics. In: Gran, Laura (Hrsg.) *The Theoretical and Practical Aspects of Teaching Conference Interpretation: First International Symposium on Conference Interpreting at the University of Trieste*. Udine: Campanotto editore, 155–158.
- Díaz-Galaz, Stephanie; Padilla, Presentación & Bajo, María Teresa (2015). The role of advance preparation in simultaneous interpreting: A comparison of professional interpreters and interpreting students. *Interpreting* 17 (1), 1–25. DOI: 10.1075/intp.17.1.01dia.
- Diriker, Ebru (2015). Simultaneous interpreting. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 382–385.
- Emmorey, Karen; Giezen, Marcel R.; Petrich, Jennifer A. F.; Spurgeon, Erin & O’Grady Farnady, Lucinda (2017). The relation between working memory and language comprehension in signers and speakers. *Acta Psychologica* 177, 69–77.
- Engle, Randall W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science* 11 (1), 19 – 23. DOI: 10.1111/1467-8721.00160.
- Ericsson, Karl Anders & Kintsch, Walter (1995). Long-term working memory. *Psychological Review* 102 (2), 211–245. DOI: 10.1037/0033-295X.102.2.211.
- Frishberg, Nancy (1987). *Interpreting: An Introduction*. RID publications.
- Gerver, David (1971). *Aspects of simultaneous interpretation and human information processing*. London: British Library Lending Division, International Photocopy Service.
- Ghiselli, Serena (2022). Working memory tasks in interpreting studies: A meta-analysis. *Translation, Cognition & Behavior* 5 (1), 50–83. DOI: 10.1075/tcb.00063.ghi.
- Gile, Daniel (1985). Le modèle d’efforts et l’équilibre d’interprétation en interprétation simultanée. *Meta* 30 (1), 44–48.
- Gile, Daniel (2009). *Basic concepts and models for interpreter and translator training*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Gile, Daniel (2015). Effort models. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 135–137.
- Goldin-Meadow, Susan & Brentari, Diane (2017). Gesture, sign, and language: The coming of age of sign language and gesture studies. *The Behavioral and Brain Sciences* 40, 1–82.
- Gran Tarabocchia, Laura & Kellett Bidoli, Cynthia Jane (2001). Sign language interpretation: A newcomer to Italian universities. *Textus* 14 (2), 4.
- Grbić, Nadja (2023). *Gebärdensprachdolmetschen als Beruf: Professionalisierung als Grenzziehungsarbeit. Eine historische Fallstudie in Österreich*. Bielefeld: transcript Verlag. DOI: 10.14361/9783839462942.

- Grbić, Nadja (2015). Settings. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 370–371.
- Hanson, Vicki L. (1982). Short-term recall by deaf signers of American Sign Language: Implications of encoding strategy for order recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 8 (6), 572 – 583. DOI: 10.1037/0278-7393.8.6.572.
- Henrique Rodrigues, Carlos (2022). The intermodal simultaneous interpreting process. In: Stone, Christopher; Adam, Robert; Müller De Quadros, Ronice, & Rathmann, Christian. *The Routledge handbook of sign language translation and interpreting*. London: Routledge, 225–246. DOI: 10.4324/9781003019664-19.
- Hermans, Daan; Van Dijk, Rick & Christoffels, Ingrid (2007). *De effectiviteit van gebarentaaltolken in de communicatie tussen dove en horende mensen [Effectiveness of sign language interpreting in communication between deaf and hearing people]*. (Abschlussbericht). Utrecht University of Applied Sciences.
- In’nami, Yo; Hijikata, Yuko & Koizumi, Rie (2022). Working memory capacity and L2 reading: A meta-analysis. *Studies in Second Language Acquisition* 44 (2), 381–406. DOI: 10.1017/S0272263121000267.
- Kade, Otto (1968). *Zufall und Gesetzmäßigkeit in der Übersetzung*. Leipzig: Verlag Enzyklopädie.
- Kalina, Sylvia (2005). Quality assurance for interpreting processes: Processus et cheminements en traduction et interprétation. *Meta* 50 (2), 768–784.
- Kane, Michael J.; Conway, Andrew R. A.; Miura, Timothy K. & Colflesh, Gregory J. H. (2007). Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 33 (3), 615–622. DOI: 10.1037/0278-7393.33.3.615.
- Kane, Michael J.; Hambrick, David Z.; Tuholski, Stephen W.; Wilhelm, Oliver; Payne, Tabitha W. & Engle, Randall W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General* 133 (2), 189–217. DOI: 10.1037/00963445.133.2.189.
- Klima, Edward S. & Bellugi, Ursula (1980). *The signs of language*. 3. Aufl. Cambridge, Mass: Harvard Univ. Press.
- Kuhn, Thomas (2021). The structure of scientific revolutions. In: Ruse, Michael (Hrsg.) *Philosophy after Darwin: Classic and Contemporary Readings*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 176–177. DOI: 10.1515/9781400831296

- Linck, Jared A.; Osthus, Peter; Koeth, Joel T. & Bunting, Michael F. (2014). Working memory and second language comprehension and production: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review* 21 (4), 861–883.
- Logie, Robert H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. London: Psychology Press.
- Macnamara, Brooke N.; Moore, Adam B.; Kegl, Judy A. & Conway, Andrew R. A. (2011). Domain-general cognitive abilities and simultaneous interpreting skill. *Interpreting* 13 (1), 121–142. DOI: 10.1075/intp.13.1.08mac.
- Mason, Ian (2009). Dialogue interpreting. In: Baker, Mona & Saldanha, Gabriela (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of Translation Studies*. 2. Aufl. London/New York: Routledge, 81–84.
- McBurney, Susan Lioyd (2002). Pronominal reference in signed and spoken language: Are grammatical categories modality-dependent? In: *Modality and Structure in Signed and Spoken Languages*. Cambridge University Press, 329–369.
- Mellinger, Christopher D. & Hanson, Thomas A. (2019). Meta-analyses of simultaneous interpreting and working memory. *Interpreting* 21 (2), 165–195. DOI: 10.1075/intp.00026.mel.
- Miller, George A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 63 (2), 81–97. DOI: 10.1037/h0043158.
- Miller, George A.; Galanter, Eugene & Pribram, Karl H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Henry Holt and Co. DOI: 10.1037/10039-000.
- Miyake, Akira & Friedman, Naomi P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science* 21 (1), 8–14. DOI: 10.1177/0963721411429458.
- Moser-Mercer, Barbara (2000). Simultaneous interpreting: Cognitive potential and limitations. *Interpreting* 5 (2), 83–94. DOI: 10.1075/intp.5.2.03mos.
- Nairne, James S. (2015). The three “Ws” of episodic memory: What, when, and where. *The American Journal of Psychology* 128 (2), 267–279. DOI: 10.5406/amerjpsyc.128.2.0267.
- Napier, Jemina (2016). *Linguistic coping strategies in sign language interpreting*. Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Neisser, Ulric (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

- Nicodemus, Brenda & Emmorey, Karen (2013). Direction asymmetries in spoken and signed language interpreting. *Bilingualism: Language and Cognition* 16 (3), 624–636. DOI: 10.1017/S1366728912000521.
- Norman, Donald A. & Shallice, Tim (1980). *Attention to action: Willed and automatic control of behavior*. La Jolla, CA: Center for Human Information Processing, University of California, San Diego.
- Oberauer, Klaus; Süß, Heinz-Martin; Wilhelm, Oliver & Wittmann, Werner W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence* 36 (6), 641–652. DOI: 10.1016/j.intell.2008.01.007.
- Österreichischer Verband der Dolmetscher:innen und Übersetzer:innen für ÖGS und Deutsch. Links. <https://oegsdv.at/links/#> (Stand 24.06.2026).
- Padilla, Francisca; Bajo, María Teresa & Macizo, Pedro (2005). Articulatory suppression in language interpretation: Working memory capacity, dual tasking and word knowledge. *Bilingualism: Language and Cognition* 8 (3), 207–219. DOI: 10.1017/S1366728905002269.
- Padilla, Presentación & Bajo, María Teresa (2015). Comprehension. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 70–73.
- Padilla, Presentación; Bajo, María Teresa; Cañas, José Juan & Padilla, Francisca (1995). Cognitive processes of memory in simultaneous interpretation. In: Tommola, Jorma (Hrsg.) *Topics in Interpreting Research*. Turku: University of Turku, Centre for Translation and Interpreting, 61–71.
- Pfau, Roland; Steinbach, Markus & Woll, Bencie (2012). *Sign language: An international handbook*. Berlin/Boston: De Gruyter Mouton. DOI: 10.1515/9783110261325.
- Phillips, William A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception & Psychophysics* 16 (2), 283–290.
- Pöchhacker, Franz (2013). Conference interpreting. In: Malmkjær, Kirsten & Windle, Kevin (Hrsg.) *The Oxford handbook of translation studies*. Oxford: Oxford University Press, 307–325.
- Pöchhacker, Franz (2015). Interpreting. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 197–198.
- Pöchhacker, Franz (2022). *Introducing interpreting studies*. 3. Aufl. Abingdon, Oxon New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group. DOI: 10.4324/9781003186472.

- Roberts, Rose & Gibson, Edward (2002). Individual differences in sentence memory. *Journal of Psycholinguistic Research* 31 (6), 573–598. DOI: 10.1023/A:1021213004302.
- Rönnberg, Jerker; Rudner, Mary & Ingvar, Martin (2004). Neural correlates of working memory for sign language. *Cognitive Brain Research* 20 (2), 165–182. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2004.03.002.
- Rudner, Mary (2015). Working memory for meaningless manual gestures. *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale* 69 (1), 72–79. DOI: 10.1037/cep0000033.
- Rudner, Mary (2018). Working memory for linguistic and non-linguistic manual gestures: Evidence, theory, and application. *Frontiers in Psychology* 9 (May), 679.
- Scott, John (2014). meme. In: Scott, John (Hrsg.) *A Dictionary of Sociology*. 4. Aufl. Oxford: Oxford University Press.
- Seeber, Kilian G. (2015a). Cognitive approaches. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 56–60.
- Seeber, Kilian G. (2015b). Cognitive load. In: Pöchhacker, Franz (Hrsg.) *Routledge encyclopedia of interpreting studies*. London/New York: Routledge, 60–61.
- Seleskovitch, Danica (1968). *L'Interprète dans les conférences internationales : problèmes de langage et de communication*. Paris: Lettres modernes Minard.
- Shallice, Tim & Warrington, Elizabeth K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological Study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 22 (2), 261–273. DOI: 10.1080/00335557043000203.
- Smyth, Mary M. & Pendleton, Lindsay R. (1990). Space and movement in working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A* 42 (2), 291–304. DOI: 10.1080/14640749008401223.
- Squire, Larry R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience* 4 (3), 232–243. DOI: 10.1162/jocn.1992.4.3.232.
- Timarová, Šárka; Čeňková, Ivana; Meylaerts, Reine; Hertog, Erik; Szmalec, Arnaud & Duyck, Wouter (2015). Simultaneous interpreting and working memory capacity. In: Ferreira, Aline & Schwieter, John W. (Hrsg.) *Psycholinguistic and Cognitive Inquiries into Translation and Interpreting*. Bd. 115. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 101–126. DOI: 10.1075/btl.115.05tim.
- Treviño, Rafael; Ortiz, Ricardo & Quinto-Pozos, David (2022). Multimodal-multilingual interpreting. In: Stone, Christopher; Adam, Robert; Müller De Quadros, Ronice &

- Rathmann, Christian (Hrsg.) *The Routledge handbook of sign language translation and interpreting*. London: Routledge, 9–25. DOI: 10.4324/9781003019664-3.
- Tulving, Endel (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology* 53 (1), 1–25. DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135114.
- Turner, Marilyn L. & Engle, Randall W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language* 28 (2), 127–154. DOI: 10.1016/0749-596X(89)90040-5.
- Unsworth, Nash & Engle, Randall W. (2007). On the division of short-term and working memory: An examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin* 133 (6), 1038–1066. DOI: 10.1037/0033-2909.133.6.1038.
- Van Dijk, Rick; Christoffels, Ingrid; Postma, Albert & Hermans, Daan (2012). The relation between the working memory skills of sign language interpreters and the quality of their interpretations. *Bilingualism: Language and Cognition* 15 (2), 340–350. DOI: 10.1017/S1366728911000198.
- Wang, Jihong & Napier, Jemina (2013). Signed language working memory capacity of signed language interpreters and deaf signers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 18 (2), 271–286. DOI: 10.1093/deafed/ens068.
- Wang, Jihong (2016). The relationship between working memory capacity and simultaneous interpreting performance: A mixed methods study on professional Auslan/English interpreters. *Interpreting* 18 (1), 1–33. DOI: 10.1075/intp.18.1.01wan.
- Wang, Jihong (2022). Directionality in translation and interpreting. In: Stone, Christopher; Adam, Robert; Müller De Quadros, Ronice & Rathmann, Christian (Hrsg.) *The Routledge handbook of sign language translation and interpreting*. London: Routledge, 40–57. DOI: 10.4324/9781003019664-5.
- Wang, Jihong (2024). Interpreting and memory. In: Mellinger, Christopher D. (Hrsg.) *The Routledge handbook of interpreting and cognition*. London: Routledge, 269–287. DOI: 10.4324/9780429297533-20.
- Wen, Hao & Dong, Yanping (2019). How does interpreting experience enhance working memory and short-term memory: A meta-analysis. *Journal of Cognitive Psychology* 31 (8), 769–784. DOI: 10.1080/20445911.2019.1674857.
- Wilson, Margaret (2001). The case for sensorimotor coding in working memory. *Psychonomic Bulletin & Review* 8 (1), 44–57.

- Wilson, Margaret & Emmorey, Karen (1997a). A visuospatial “phonological loop” in working memory: Evidence from American Sign Language. *Memory & Cognition* 25 (3), 313–320.
- Wilson, Margaret & Emmorey, Karen (1997b). Working memory for sign language: A window onto the architecture of the working memory system. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 2 (3), 121–130.
- Wilson, Margaret & Emmorey, Karen (1998). A “word length effect” for sign language: Further evidence for the role of language in structuring working memory. *Memory & Cognition* 26 (3), 584–590.
- Wilson, Margaret & Emmorey, Karen (2003). The effect of irrelevant visual input on working memory for sign language. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 8 (2), 97–103.
- Wilson, Margaret & Fox, Glenn (2007). Working memory for language is not special: Evidence for an articulatory loop for novel stimuli. *Psychonomic Bulletin & Review* 14 (3), 470–473.
- Yudes, Carolina; Macizo, Pedro; Morales, Luis & Bajo, María Teresa (2013). Comprehension and error monitoring in simultaneous interpreters. *Applied Psycholinguistics* 34 (5), 1039–1057. DOI: 10.1017/S0142716412000112.

Abstract

Die vorliegende Masterarbeit bietet einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Gebärdensprachdolmetschen. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass das Arbeitsgedächtnis eine wesentliche kognitive Ressource für Dolmetschprozesse darstellt. Während seine Bedeutung für das Lautsprachdolmetschen bereits umfassend untersucht wurde, befindet sich die Forschung zum Arbeitsgedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen noch in einer frühen Entwicklungsphase. Ziel der Arbeit ist es, theoretische Ansätze und methodische Zugänge zu identifizieren, die sich für die Erforschung des Arbeitsgedächtnisses im Gebärdensprachdolmetschen besonders eignen. Hierzu werden Erkenntnisse aus der Kognitionswissenschaft, der Gebärdensprachlinguistik und der Dolmetschwissenschaft im Rahmen einer interdisziplinären Literaturarbeit zusammengeführt und kritisch eingeordnet. Die Analyse der empirischen Studien zum Arbeitsgedächtnis im Gebärdensprachdolmetschen zeigt, dass das Mehrkomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974) den dominierenden theoretischen Bezugsrahmen der bisherigen Forschung bildet, das in einzelnen Studien durch den Ansatz der Sign Loop von Wilson und Emmorey (1997a) ergänzt wird. Im Fokus der Forschung steht nicht mehr die reine Speicherkapazität, sondern die Effizienz von Bindungs- und Integrationsprozessen im episodischen Puffer. Vor diesem Hintergrund erweist sich insbesondere der Einsatz artikulatorischer Suppression nach Van Dijk et al. (2012) als vielversprechender methodischer Zugang zur Untersuchung jener Arbeitsgedächtnisprozesse, die die Koordination und Integration von Informationen während des Dolmetschens ermöglichen. Darüber hinaus wird deutlich, dass die bisherige Forschung hinsichtlich ihrer theoretischen Grundlagen und methodischen Verfahren eine hohe Heterogenität aufweist. Die Arbeit kommt zu dem Schluss, dass die Erforschung des Arbeitsgedächtnisses im Gebärdensprachdolmetschen sowohl für die Weiterentwicklung der Dolmetschwissenschaft als auch für ein vertieftes Verständnis der menschlichen Gedächtnisarchitektur in der Kognitionswissenschaft von zentraler Bedeutung ist. Gleichzeitig zeigt sich ein erheblicher weiterer Forschungsbedarf, der idealerweise in einem interdisziplinären Rahmen adressiert werden sollte.

Abstract English

This master's thesis provides an overview of the current state of research on the relationship between working memory and sign language interpreting, based on the assumption that working memory is a key cognitive resource for interpreting processes. While its role in spoken-language interpreting has been extensively investigated, research on working memory in sign language interpreting is still at an early stage of development. This thesis aims to identify theoretical approaches and methodological frameworks that are particularly suitable for investigating working memory in sign language interpreting. To this end, findings from cognitive science, sign language linguistics, and interpreting studies are brought together and critically examined within the framework of an interdisciplinary literature review. The analysis of empirical studies on working memory in sign language interpreting shows that the multi-component model proposed by Baddeley and Hitch (1974) constitutes the dominant theoretical framework in the existing literature and is complemented in some studies by the sign loop approach developed by Wilson and Emmorey (1997a). The focus of research has shifted from the mere storage capacity of memory systems to the efficiency of binding and integration processes within the episodic buffer. Against this background, articulatory suppression as proposed by Van Dijk et al. (2012) emerges as a particularly promising methodological approach for investigating the working-memory processes that enable the coordination and integration of information during interpreting. Furthermore, the review highlights the considerable heterogeneity of existing research concerning both theoretical foundations and methodological procedures. The thesis concludes that investigating working memory in sign language interpreting is of central importance both for the advancement of interpreting studies and for a deeper understanding of human memory architecture within cognitive science. At the same time, the findings point to a substantial need for further research, ideally conducted within an interdisciplinary framework.