

**Schrift, Sprache und geringe Literalität: Eine Untersuchung kognitiver
und neuronaler Prozesse der Schriftsprachverarbeitung**

Inaugural-Dissertation

in der Fakultät für Humanwissenschaften

am Institut für Psychologie

der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

vorgelegt von

Denise Arendt, geb. Kunze

aus Gifhorn

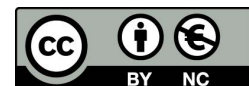


Bamberg 2026

Tag der mündlichen Prüfung:	30.06.2026
Dekan:	Universitätsprofessor Dr. Claus H. Carstensen
Betreuer:	Universitätsprofessor Dr. Jascha Rüsseler
Weitere Gutachterin:	Universitätsprofessorin Dr. Sabine Steins-Löber

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über das Forschungsinformationssystem (FIS; <https://fis.uni-bamberg.de>) der Universität Bamberg erreichbar.
Das Werk steht unter der CC-Lizenz CC BY-NC.

Lizenzvertrag: Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



URN: urn:nbn:de:bvb:473-irb-116607x

DOI: <https://doi.org/10.20378/irb-116607>

Zusammenfassung

Trotz Schulpflicht gelten in Deutschland rund 6.2 Millionen Menschen als gering literalisiert, wobei die Ursachen vielfältig sind. Befunde legen nahe, dass Beeinträchtigungen von kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens eine zentrale Rolle spielen. Ähnliche Defizite sind bei der Lese- und Rechtschreibstörung (LRS) bekannt und werden daher als möglicher Erklärungsansatz für geringe Literalität diskutiert. Auf neuronaler Ebene erfolgt die Sprachverarbeitung frühzeitig und lässt sich mithilfe ereigniskorrelierter Potenziale (EKPs) untersuchen, wobei insbesondere die N170-Komponente als Indikator dient. Ziel dieser Dissertation ist es, die kognitiven und neuronalen Grundlagen der Sprachverarbeitung zu untersuchen. Im Zentrum steht die Frage, wie das kognitive Profil gering literalisierter Erwachsener beschrieben werden kann, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur LRS bestehen und wie sich die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter charakterisieren lässt. Auf neuronaler Ebene wird die Sprachverarbeitung anhand der N170-Komponente untersucht und geprüft, inwieweit ein Wiederholungssuppressionseffekt für deutsche Wörter nachweisbar ist. In einer ersten Erhebung wurden gering literalisierte Personen, Personen mit diagnostizierter LRS sowie eine normgerecht lesende Kontrollgruppe hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten untersucht und mithilfe unterschiedlicher Analyseansätze miteinander verglichen. In einer zweiten Untersuchung wurde eine Gruppe junger Erwachsener während einer Wort-Gesicht-Wiederholungsaufgabe mittels EEG mit Fokus auf die N170-Komponente analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass gering Literalisierte ähnliche Beeinträchtigungen in kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens aufweisen, wie Personen mit LRS und Unterschiede vor allem zwischen gering Literalisierten mit deutscher sowie anderer Erstsprache bestehen. Die Gruppe gering Literalisierter erweist sich zudem als heterogen. Auf neuronaler Ebene lässt sich ein Wiederholungssuppressionseffekt für Gesichter, nicht jedoch für deutsche Wörter beobachten. Die Studie liefert ein tieferes Verständnis für geringe Literalität bei Erwachsenen. Zukünftige Forschung sollte gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch einbeziehen und vielfältige sprachunabhängige Tests nutzen. Darüber hinaus tragen die Ergebnisse zum grundlegenden Verständnis der neuronalen Sprachverarbeitung bei. Zukünftige Forschung sollte den WS-Effekt unter Variation von Untersuchungsparametern und Stimuli weiter untersuchen und zusätzlich Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten berücksichtigen.

Abstract

Despite compulsory education, approximately 6.2 million people in Germany are considered to have low literacy skills, and the reasons are manifold. Findings suggest that impairments in cognitive precursor skills that precede reading play a central role. Similar deficits are known to occur in dyslexia and are therefore discussed as a possible explanation for low literacy. At the neuronal level, language processing occurs early and can be investigated using event-related potentials (ERPs), with the N170 component serving as a key indicator. The aim of this doctoral thesis is to investigate the cognitive and neural foundations of language processing. The central question is how the cognitive profile of low-literate adults can be described, what similarities and differences exist with respect to dyslexia, and how the heterogeneity within the group of low-literate adults can be characterized. At the neural level, language processing is examined using the N170 component, and the extent to which a repetition suppression effect of German words can be demonstrated is investigated. In an initial study, low-literate individuals, individuals with dyslexia, and a control group of typical readers were assessed regarding their cognitive abilities and compared using different analytical approaches. In a second study, a group of young adults was analyzed using EEG during a word-face repetition task, focusing on the N170 component. The results show that low-literate individuals exhibit similar impairments in cognitive precursors of reading as individuals with dyslexia, with differences primarily between low-literate individuals with German or another first language. The group also proves to be heterogeneous. At the neuronal level, a repetition suppression effect is observed for faces, but not for German words. This study provides a deeper understanding of low literacy in adults. Future research should include low-literate individuals whose first language is not German and utilize a variety of language-independent tests. Furthermore, the findings contribute to a fundamental understanding of neural language processing. Future research should further investigate the effect by varying study parameters and stimuli and should also include individuals with literacy difficulties.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen meinen Dank aussprechen, die mich während der Anfertigung dieser Dissertation begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Jascha Rüsseler, der diese Dissertation fachlich betreut hat und gleichzeitig die Leitung des Projekts „Kognitive Grundlagen geringer Literalität Erwachsener (KogLit)“ innehatte. Die hervorragende Betreuung, seine kontinuierliche Unterstützung, die stets offene Tür für Fragen und Diskussionen sowie seine wertvollen fachlichen Anregungen und konstruktiven Hinweise haben die Arbeit entscheidend bereichert.

Ebenso danke ich dem Projekt-Kooperationspartner, den Beruflichen Fortbildungszentren der Bayerischen Wirtschaft (bfz) gemeinnützige GmbH, Standort Bamberg Coburg (bfz gGmbH Bamberg Coburg) für die stets gute Zusammenarbeit.

Besonderer Dank gilt auch Lilly Schmitt und Marina Mezger, die mich durch ihre Arbeit als studentische Hilfskräfte insbesondere bei der Datenerhebung und -erfassung tatkräftig unterstützt und maßgeblich zum Gelingen des Projekts und meiner Dissertation beigetragen haben.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen der Arbeitsgruppe – Dr. Leilah Lenhart, Dr. Daniel Jäger, Louisa Richter und Vivien Vorndran – für den fachlichen Austausch, die wertvollen Anregungen und jegliche Unterstützung während der Entstehung dieser Dissertation. Besonders danke ich Dr. Daniel Jäger für seine Unterstützung bei der Experimental-Programmierung. Weiterhin danke ich Dr. Fabian Hemmerich und Luisa Prokupek für die gemeinsam verbrachten Schreibstunden und den bereichernden Austausch. Von Herzen danke ich außerdem meiner sehr engen Freundin Dr. Yelva Larsen für ihre kontinuierliche Unterstützung – fachlich wie persönlich. Mit ihrem Rat, ihrer Hilfsbereitschaft und ihrer beständigen Ermutigung ist sie mir eine unverzichtbare Stütze. Allen gemeinsam gilt mein Dank für die Hilfe und den Beistand, die mir in vielen Momenten den Rücken gestärkt haben.

Ich danke Frau Prof. Dr. Sabine Steins-Löber, die nicht nur die Zweitbegutachtung übernommen hat, sondern mich auch im Rahmen des FeRNet-Mentoring-Programms als Mentorin durch konstruktiven Austausch, wertvolle Ratschläge und kontinuierliche Unterstützung begleitet hat.

Nicht zuletzt gilt mein Dank meiner Familie für ihre Geduld, ihr Vertrauen und ihre uneingeschränkte Unterstützung während der gesamten Promotionszeit.

Meinem wunderbaren Ehemann: Danke für deine Liebe und dass du immer an meiner Seite bist. Du bist mein Ruhepol, der mich in schwierigen Zeiten erdet und hältst mir in Momenten des Zweifels stets meine Stärken vor Augen. Deine Geduld und dein Verständnis haben mir in allen Phasen der Promotionszeit Kraft gegeben. Dafür danke ich dir herzlichst.

Meinen lieben Eltern: Ich danke euch von Herzen für euer Vertrauen, eure Liebe und dafür, dass ihr mir immer den Rücken gestärkt habt. Eure fortwährende Unterstützung und euer Glaube an mich haben mir meinen akademischen Weg eröffnet und mir zugleich ein erfülltes, ausgeglichenes Leben jenseits beruflicher Erfolge beschert.

All eure Unterstützung hat diese Dissertation erst möglich gemacht. Vielen Dank!

Denise Arendt

Bamberg, den 31.03.2026

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
Abstract	4
Danksagung	5
Erklärung zur Nutzung von KI-Werkzeugen	11
1. Einleitung	12
1.1 Problemstellung und Forschungskontext.....	12
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen	13
1.3 Aufbau der Arbeit	14
2. Teil I – Kognitive Grundlagen geringer Literalität.....	16
2.1 Theoretischer Hintergrund.....	16
2.1.1 Entwicklung des Lesens.....	16
2.1.2 Phonologische Informationsverarbeitung	19
2.1.3 Kognitive Modelle des Lesens.....	23
2.1.4 Analphabetismus und geringe Literalität.....	25
2.1.5 Lese- und Rechtschreibstörung.....	45
2.1.6 Geringe Literalität und Lese-/Rechtschreibstörung im Vergleich.....	58
2.2 Übergreifende Methodik der Studien	63
2.2.1 Projektbeschreibung KogLit	63
2.2.2 KogLit-Stichprobe	63
2.2.3 Testverfahren	65
2.2.4 Versuchsablauf.....	71
2.2.5 Datenbearbeitung und -analyse	72

2.3 Studie 1: Untersuchung kognitiver Fähigkeiten bei geringer Literalität	72
2.3.1 Ziel und Fragestellung	74
2.3.2 Methode.....	74
2.3.3 Ergebnisse	76
2.3.4 Diskussion.....	97
2.4 Studie 2: Differenzierte Betrachtung der Gruppe gering Literalisierter	102
2.4.1 Ziel und Fragestellung	102
2.4.2 Methode.....	103
2.4.3 Ergebnisse	105
2.4.4 Diskussion.....	117
2.5 Studie 3: Gruppenvergleich auf Basis der Lesefähigkeiten	120
2.5.1 Ziel und Fragestellung	120
2.5.2 Methode.....	121
2.5.3 Ergebnisse	123
2.5.4 Diskussion.....	132
2.6 Studie 4: Prädiktoren der Lesefähigkeit	135
2.6.1 Ziel und Fragestellung	135
2.6.2 Methode.....	135
2.6.3 Ergebnisse	138
2.6.4 Diskussion.....	146
2.7 Studie 5: Clusteranalyse zur Gruppenidentifikation	149
2.7.1 Ziel und Fragestellung	150
2.7.2 Methode.....	150
2.7.3 Ergebnisse	152
2.7.4 Diskussion.....	156

3. Teil II – Neuronale Grundlagen der Schriftsprachverarbeitung	160
3.1 Theoretischer Hintergrund	160
3.1.1 Neuronale Grundlagen des Lesens	160
3.1.2 Neuronale Entwicklung beim Lesenlernen	165
3.1.3 Wiederholungssuppression	169
3.2 Studie 6: Untersuchung der neuronalen Wortverarbeitung.....	177
3.2.1 Ziel und Fragestellung	177
3.2.2 Methode.....	178
3.2.3 Ergebnisse	182
3.2.4 Diskussion.....	190
4. Gesamtdiskussion	194
4.1 Kognitives Profil gering Literalisierter	197
4.1.1 Phonologische Bewusstheit	197
4.1.2 Phonologisches Arbeitsgedächtnis	199
4.1.3 Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung.....	200
4.1.4 Lexikalischer Zugriff.....	201
4.1.5 Zusammenfassende Darstellung.....	202
4.2 Heterogene Zusammensetzung der Gruppe gering Literalisierter	202
4.3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen geringer Literalität und Lese- /Rechtschreibstörung	205
4.4 Neuronale Verarbeitung deutscher Wörter	206
4.5 Limitationen.....	207
4.6 Fazit und Ausblick	209
Referenzangabe.....	212

	10
Literaturverzeichnis.....	213
Anhang.....	256

Erklärung zur Nutzung von KI-Werkzeugen

Ich erkläre, dass ich bei der Erstellung dieser Dissertation KI-basierte Hilfsmittel unterstützend eingesetzt habe.

ChatGPT (OpenAI, Version 4) wurde zur sprachlichen Überarbeitung, zur Grammatikprüfung sowie für Strukturierungsideen eingesetzt. Das Werkzeug diente dabei als unterstützende Ressource, während alle inhaltlichen Entscheidungen und Interpretationen von mir getroffen wurden. Sämtliche inhaltlichen Aussagen, Argumentationen, Analysen und Schlussfolgerungen wurden eigenständig von mir erarbeitet und verantwortet. KI-generierte Inhalte wurden kritisch geprüft und gegebenenfalls überarbeitet.

Google Translator (2026) wurde zur Übersetzung einzelner Textpassagen und Fachbegriffe genutzt. Alle Übersetzungen wurden überprüft und gegebenenfalls angepasst.

KI-basierte Anwendungen wurden ausschließlich als Hilfsmittel eingesetzt. Die Einhaltung der Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wurde dabei jederzeit gewährleistet.

Die vollständige Eigenständigkeit dieser Arbeit wird in der Eigenständigkeitserklärung am Ende der Arbeit bestätigt.

Denise Arendt

Bamberg, den 31.03.2026

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Forschungskontext

Mehrere Millionen Erwachsene in Deutschland haben Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben zusammenhängender Texte und gelten daher als gering literalisiert¹. Studien verdeutlichen das Ausmaß dieses Problems: So schätzt die LEO-Studie 2018 die Zahl gering literalisierter Erwachsener auf 6.2 Millionen (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Die aktuelle Studie des *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (PIAAC, 2023; Rammstedt et al., 2024) berichtet von 10.6 Millionen Erwachsene mit niedriger Lesekompetenz, wobei die Ergebnisse von LEO und PIAAC aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden und Kompetenzdefinitionen nur eingeschränkt vergleichbar sind (Grotlüschen et al., 2025). Ungeachtet dieser Unterschiede machen beide Studien deutlich, dass geringe Literalität ein weit verbreitetes gesellschaftliches Problem darstellt. Für Betroffene ist geringe Literalität häufig mit erheblichen Einschränkungen im Alltag verbunden. Tätigkeiten wie das Lesen einer Packungsbeilage oder eines Fahrplans sowie das Ausfüllen von Formularen können große Herausforderungen darstellen. Sie lassen sich oftmals nur mit erheblichem Aufwand oder mit Unterstützung anderer bewältigen (Döbert & Hubertus, 2000; Egloff, 2007).

Die Ursachen geringer Literalität im Erwachsenenalter sind vielfältig und bislang nur unzureichend erforscht. Befunde deuten darauf hin, dass kognitive Faktoren eine relevante Rolle spielen könnten (Bar-Kochva et al., 2019; Grosche & Grünke, 2011; Vágvolgyi et al., 2016, 2025). Entsprechende Untersuchungsergebnisse liegen auch aus Studien mit Kindern und Erwachsenen mit Lese- und Rechtschreibstörung vor, weshalb diese als eine mögliche Ursache geringer Literalität im Erwachsenenalter diskutiert wird (Eme, 2011; Vágvolgyi et al., 2016). Während der Forschungsansatz im Kontext der Lese- und Rechtschreibstörung insbesondere die Lesegeschwindigkeit fokussiert, wird geringe Literalität bei Erwachsenen primär über Defizite im Leseverständnis definiert (Bar-Kochva et al., 2019; Eme et al., 2014; Rüsseler et al., 2003, 2011, 2015). Daher lässt sich keine eindeutige Parallele zwischen geringer Literalität und

¹ Der Begriff „geringe Literalität“ ersetzte mit LEO (2018) den Begriff „funktionaler Analphabetismus“, da letzterer u. a. als stigmatisierend und missverständlich angesehen wurde (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). In dieser Arbeit wird daher ausschließlich der Begriff der geringen Literalität verwendet, auch wenn zitierte ältere Literatur noch den vormals gängigen Begriff „funktionaler Analphabetismus“ verwendete.

Lese- und Rechtschreibstörung ziehen. Zudem liegen bislang nur wenige Studien vor, die beide Phänomene systematisch vergleichend untersuchen (Vágvölgyi et al., 2021). Vor dem Hintergrund der ausgeprägten Heterogenität gering literalisierter Erwachsener, ergibt sich ein besonderer Forschungsbedarf, diese Personengruppe differenzierter zu beschreiben und im direkten Vergleich mit Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung zu analysieren (vgl. Vágvölgyi et al., 2016, 2025).

Neben der Erforschung kognitiver Vorläuferfähigkeiten des Lesens rückt zunehmend auch die neuronale Sprachverarbeitung in den Fokus der Forschung (vgl. Maurer & McCandliss, 2007). In zahlreichen elektrophysiologischen Studien wurde unter anderem die Verarbeitung von Buchstaben und Wörtern untersucht (z. B. Korinth et al., 2013; Maurer, Brandeis, et al., 2005; Maurer et al., 2008; Maurer & McCandliss, 2007). Mithilfe der Elektroenzephalographie und der Analyse ereigniskorrelierter Potenziale lässt sich mit der N170-Komponente ein neuronaler Marker untersuchen, der eng mit der visuellen Wortverarbeitung in Zusammenhang steht (Maurer, Brandeis, et al., 2005; Maurer et al., 2007; McCandliss et al., 2003). In diesem Kontext kann analysiert werden, inwieweit die neuronale Aktivität bei wiederholter Darbietung identischer Stimuli abnimmt – ein Effekt, der als Wiederholungssuppression (repetition suppression; Grill-Spector et al., 2006) bezeichnet wird. Die Verarbeitung deutscher Wörter wurde im Zusammenhang mit Wiederholungssuppression nach aktuellem Kenntnisstand bislang nicht systematisch untersucht. Zudem ist die bestehende Forschung durch eine ausgeprägte methodische Heterogenität gekennzeichnet, die sich aus unterschiedlichen experimentellen Settings und Paradigmen sowie variierenden Stimulusarten und Sprachen ergibt und eine übergreifende Interpretation sowie Vergleichbarkeit der Befunde erheblich einschränkt (vgl. Feuerriegel, 2016; Feuerriegel et al., 2015). Für ein vertieftes Verständnis sprachspezifischer neuronaler Verarbeitungsmechanismen erscheint es daher notwendig, weitere Untersuchungen mit flexiblen und zugleich vergleichbaren Studiendesigns durchzuführen.

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein vertieftes Verständnis geringer Literalität im Erwachsenenalter zu gewinnen, indem sowohl kognitive als auch neuronale Grundlagen schriftsprachlicher Verarbeitung untersucht werden.

Im kognitiven Bereich besteht das übergeordnete Erkenntnisinteresse darin, ein kognitives Profil geringer Literalität zu erstellen, Überschneidungen zur Lese- und Rechtschreibstörung herauszuarbeiten sowie die heterogene Gruppe gering Literalisierter differenzierter zu beschreiben. Hieraus ergeben sich folgende zentrale Fragestellungen: Wie lässt sich das kognitive Profil gering Literalisierter beschreiben? Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es zwischen geringer Literalität und Lese- und Rechtschreibstörung? Wie lässt sich die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter charakterisieren?

Über die kognitive Ebene hinaus richtet sich der Fokus der Arbeit auf die neuronalen Grundlagen der Wortverarbeitung. Folgende Fragestellung soll beantwortet werden: Lässt sich bei Erwachsenen mit normgerechten Lesefähigkeiten ein Effekt der Wiederholungssuppression bei der Verarbeitung deutscher Wörter nachweisen?

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit untersucht sprachverarbeitungsbezogene Mechanismen auf kognitiver und neuronaler Ebene. Entsprechend gliedert sich die Arbeit in zwei Hauptteile, die jeweils einen theoretischen Hintergrund, empirische Studien sowie eine abschließende Diskussion enthalten.

Teil I fokussiert auf kognitive Aspekte und basiert auf dem Projekt KogLit, in dessen Rahmen neuropsychologische Testverfahren zur Analyse von Lese- und Schreibschwierigkeiten sowie kognitive Vorläuferfähigkeiten des Lesens bei Jugendlichen und Erwachsenen eingesetzt wurden. Fünf empirische Studien, die auf demselben Datensatz beruhen, werden in diesem Teil vorgestellt. Ein übergreifender Methodenteil (vgl. Punkt 2.2) beschreibt das Projekt KogLit, die Stichprobe, die eingesetzten Testverfahren, den Versuchsablauf sowie grundlegende Schritte der Datenaufbereitung und -analyse. Anschließend werden die einzelnen Studien mit ihren spezifischen Zielsetzungen, Fragestellungen, methodischen Besonderheiten, Ergebnissen und Diskussionen dargestellt. Die Studien unterscheiden sich in Bezug auf Analysefokus, Analysemethoden und Bewertungskriterien, sodass jede Studie einen eigenständigen Beitrag zur Erforschung gering literalisierter Personen sowie der kognitiven Mechanismen, die dem Lesen zugrunde liegen, leistet.

Teil II widmet sich den neuronalen Grundlagen der Sprachverarbeitung, die mittels Elektroenzephalographie untersucht wurden. Hierbei wird die Verarbeitung häufiger deutscher Wörter auf neuronaler Ebene analysiert. Dieser Teil umfasst eine Studie, die in Bezug auf Zielsetzung, Methodik, Ergebnisse und Diskussion präsentiert wird.

Abschließend werden die Befunde beider Teile in einer Gesamtdiskussion zusammengeführt, theoretisch eingeordnet und im Hinblick auf Implikationen für zukünftige Forschung reflektiert.

2. Teil I – Kognitive Grundlagen geringer Literalität

In diesem Teil der Arbeit werden kognitive Vorläuferfähigkeiten des Lesens bei verschiedenen Personengruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten untersucht. Zunächst erfolgt in einem theoretischen Kapitel (Abschnitt 2.1) eine allgemeine Einführung in das Thema mit Darstellung der Entwicklung des Lesens und Personengruppen, die eingeschränkte Schriftsprachfähigkeiten aufweisen. Anschließend wird in Abschnitt 2.2 das Projekt KogLit vorgestellt, dessen Daten den in Teil I präsentierten Studien zugrunde liegen. Darüber hinaus werden die KogLit-Stichprobe, die eingesetzten Testverfahren, der Versuchsablauf und die Verfahren der Datenbearbeitung und -analyse beschrieben. In den Abschnitten 2.3-2.7 werden schließlich insgesamt fünf Studien vorgestellt, die unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte und Analyseverfahren aufweisen.

2.1 Theoretischer Hintergrund

Um die Herausforderungen und Ursachen geringer Schriftsprachfähigkeiten bei Erwachsenen besser zu verstehen, ist es entscheidend, die normative Entwicklung des Leseprozesses zu verstehen. Daher erfolgt zunächst eine detaillierte Darstellung dieses Entwicklungsprozesses (Abschnitt 2.1.1). Das Lesen umfasst eine Vielzahl an komplexen kognitiven und sprachlichen Prozessen, deren Beeinträchtigung in Zusammenhang mit Schriftsprachschwierigkeiten stehen kann (Ehri, 2014; Snowling, 2019; Vellutino et al., 2004). In den Abschnitten 2.1.2 und 2.1.3 werden deshalb phonologische Prozesse sowie Modelle des Lesens genauer erläutert. Von Schriftsprachschwierigkeiten betroffen sind unter anderem gering literalisierte Erwachsene, die trotz formaler Schulbildung nur sehr eingeschränkte Lese- und Schreibfähigkeiten aufweisen, sowie Personen mit diagnostizierter Lese- und Rechtschreibstörung. Beide Gruppen werden in den Abschnitten 2.1.4 und 2.1.5 näher beschrieben und abschließend in Abschnitt 2.1.6 vergleichend betrachtet.

2.1.1 *Entwicklung des Lesens*

Der Erwerb von Schriftsprache ist eine schrittweise Entwicklung, in der Lernende zunehmend stabilere Verbindungen zwischen orthografischen und phonologischen Informationen aufbauen. Die Entwicklung verläuft von einer präalphabetischen Phase, in der Wörter vor allem anhand visueller Merkmale erkannt werden, über eine partiell und später vollständig

alphabetische Phase, in der Kinder zunehmend systematische Graphem-Phonem-Beziehungen nutzen, bis hin zur konsolidierten alphabetischen Phase, in der größere Einheiten wie Silben oder Morpheme gespeichert und automatisiert verarbeitet werden (Ehri, 1995, 2005, 2014).

Präalphabetische Phase. In der präalphabetischen Phase erwerben Kinder erste Sichtwörter, jedoch ohne Buchstaben-Laut-Beziehungen zu nutzen. Das Lesen beruht in diesem frühen Stadium vor allem auf dem Wiedererkennen ausgewählter visueller Merkmale eines Wortes, nicht auf einer Analyse seiner lautlichen Struktur. Wörter werden über auffällige grafische Eigenschaften mit ihrer Aussprache oder Bedeutung verknüpft und als ganzheitliche Einheiten im Gedächtnis gespeichert. Charakteristisch ist dabei die Orientierung an einzelnen, besonders salienten Hinweisreizen, wie beispielsweise dem Anfangsbuchstaben „M“ im Logo von McDonald's oder spezifischen Gestaltungselementen von Schildern. Auch kontextuelle Merkmale, wie Bilder oder Logos, die ein Wort begleiten, dienen als Gedächtnisstütze. Das Wiedererkennen erfolgt somit eher über das Erinnern an prägnante visuelle Eindrücke als über das Entschlüsseln gedruckter Buchstabenfolgen (Ehri, 1995, 2005, 2014).

Partiell alphabetische Phase. In der partiell alphabetischen Phase lernen Kinder das Lesen von Wörtern, indem sie einzelne Buchstaben teilweise mit den entsprechenden Lauten verknüpfen und so noch unvollständige Wortrepräsentationen bilden. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis zentraler Buchstaben-Laut-Zuordnungen sowie die Fähigkeit, Anfangs- und Endlaute eines Wortes zu identifizieren. Auf dieser Grundlage speichern sie Wörter, indem sie lediglich einzelne Buchstaben mit bestimmten Lauten verbinden. Dies ist häufig beschränkt auf den Anfangs- und den Endlaut. Diese zunächst partielle Analyse der Lautstruktur bleibt jedoch begrenzt, da die vollständige Zerlegung eines Wortes in seine Einzellaute noch nicht gelingt und das Wissen über Buchstaben-Laut-Zusammenhänge – insbesondere bei Vokalen – noch unvollständig ist. Die unvollständigen Wortrepräsentationen führen häufig zur Verwechslung ähnlich geschriebener Wörter. Systematische Strategien des Dekodierens oder der Analogiebildung werden kaum eingesetzt. Stattdessen orientieren sich beginnende Leserinnen und Leser bei unbekannten Wörtern überwiegend an Anfangsbuchstaben und Kontextinformationen, um deren Bedeutung oder Aussprache zu erschließen. Beim Schreiben werden

einzelne Buchstaben zwar korrekt wiedergegeben, jedoch bestehen weiterhin Schwierigkeiten, Wörter in ihrer vollständigen und orthografisch korrekten Form zu speichern und zu schreiben (Ehri, 1995, 2005, 2014).

Vollalphabetische Phase. In der vollalphabetischen Phase verfügen Lernende über gefestigte Kenntnisse der grundlegenden Buchstaben-Laut-Zuordnungen und sind in der Lage, geschriebene Grapheme den entsprechenden Phonemen der gesprochenen Sprache zuzuordnen. Die Genauigkeit des Lesens verbessert sich und ähnlich geschriebene Wörter werden seltener miteinander verwechselt. Korrekte Schreibweisen werden nachhaltiger im Gedächtnis gespeichert, sodass entsprechende Wörter sicher abgerufen werden können. Die Worterkennung erfolgt zunehmend automatisiert, ohne dass einzelne Buchstaben bewusst in Laute umgewandelt werden müssen. Den Lernenden steht damit eine effiziente Dekodierungsstrategie zur Verfügung, die diesen Prozess erleichtert (Ehri, 1995, 2005, 2014).

Konsolidierte alphabetische Phase. Der Übergang zur konsolidierten alphabetischen Phase vollzieht sich, wenn sich vollständig verknüpfte Wörter und Wortbestandteile im Gedächtnis ansammeln und als eigenständige Einheiten erkannt und gelesen werden können. Mit der zunehmenden Speicherung vollständiger Schreibweisen von Wörtern im Gedächtnis verfestigen sich wiederkehrende Buchstabenmuster zu größeren orthografischen Einheiten. Durch wiederholte Erfahrung mit identischen Graphem-Phonem-Verbindungen in unterschiedlichen Wörtern entstehen stabile Muster, die Silben, Morpheme sowie subsilbische Einheiten wie Anlaute und Reime umfassen können. Diese Einheiten werden Bestandteil des orthografischen Wissens und erleichtern insbesondere das Lesen mehrsilbiger Wörter, da weniger einzelne Zuordnungen verarbeitet werden müssen (Ehri, 1995, 2005, 2014).

Weiterer Verlauf. Im weiteren Verlauf des Schriftspracherwerbs wird das erworbene alphabetische und orthografische Wissen zunehmend konsolidiert. Zentrale Prozesse, die diesen Erwerb unterstützen, sind insbesondere Aspekte der phonemischen Bewusstheit. Diese umfasst die Fähigkeit, gesprochene Wörter in Phoneme zu segmentieren und bildet eine Grundlage der Graphem-Phonem-Korrespondenz (Ehri, 2014). Die Förderung der phonemischen Bewusstheit ist gegenüber alternativen Instruktionsformen oder ausbleibender Förderung überlegen und wirkt sich sowohl auf deren Entwicklung als auch auf den Erwerb von Les- und Rechtschreibkompetenzen bei Lesenlernenden positiv aus (Ehri et al., 2001).

Kenntnisse über Buchstabenformen und -namen erleichtern das Erschließen von Lautwerten und verbessern zudem die Erinnerung an zuvor gelesene Wörter. Der Erwerb neuer Wörter erfolgt nicht ausschließlich auditiv, sondern auch über das Lesen, wobei orthografische und phonologische Repräsentationen im Gedächtnis verankert werden. Allerdings neigen lesen lernende Kinder beim stillen Lesen dazu, unbekannte Wörter zu übergehen oder lediglich semantisch zu erschließen, ohne sie phonologisch zu verarbeiten. Dadurch bleiben stabile Verknüpfungen aus, was die Speicherung neuer Wörter erschwert. Dieses Verhalten tritt insbesondere bei Schülerinnen und Schülern mit schwächeren Dekodierfähigkeiten auf und kann deren Wortschatzentwicklung im Vergleich zu geübteren Leserinnen und Lesern beeinträchtigen (Ehri, 2014). Die Verankerung orthografischer Repräsentationen im Gedächtnis erfolgt, wenn Buchstaben systematisch mit phonemischen und silbischen Einheiten der Aussprache verknüpft werden (Ehri, 1995, 2005, 2014). Dabei beeinflusst die Schreibweise die Wahrnehmung und Verarbeitung der Laute in Wörtern. Insbesondere bei mehrdeutigen Wörtern steuert die Buchstaben-Laut-Zuordnung, wie Personen diese in phonetische Bestandteile zerlegen (Ehri, 2014).

Zusammenfassung. Das Modell von Ehri (1995, 2005, 2014) postuliert einen schrittweisen Erwerb der Schriftsprachfähigkeiten, der sich über verschiedene Phasen erstreckt. Es verdeutlicht, dass Lesenlernen ein kontinuierlicher Prozess ist, der sich durch gezieltes Üben und Training nachhaltig verbessern lässt. Phonologische Prozesse spielen dabei eine entscheidende Rolle und werden daher im nächsten Kapitel näher erläutert.

2.1.2 *Phonologische Informationsverarbeitung*

Beim Lesen und Lesenlernen spielt die phonologische Informationsverarbeitung als kognitive Vorläuferfähigkeit eine zentrale Rolle. Dazu zählen die phonologische Bewusstheit, das phonologische Rekodieren beim lexikalischen Zugriff sowie das phonetische Umkodieren im Arbeitsgedächtnis. Diese Fähigkeiten ermöglichen es, sprachliche Informationen im Arbeitsgedächtnis zu verarbeiten, Sprachlaute zu erkennen und zu manipulieren sowie phonologische Repräsentationen schnell und effizient aus dem Langzeitgedächtnis abzurufen (vgl. R. K. Wagner & Torgesen, 1987).

Phonologische Bewusstheit. Phonologische Bewusstheit umfasst die Fähigkeit, die lautliche Struktur gesprochener Wörter bewusst zu repräsentieren, zu analysieren und zu manipulieren. Sie bezieht sich auf die Verarbeitung von Klangmustern auf unterschiedlichen Ebenen, wie der Silben-, Reim- oder Phonemebene. Sie gilt als zentrale Vorläuferkompetenz des Schriftspracherwerbs sowie als Grundlage für die Entwicklung von Lese- und Rechtschreibleistungen (Goswami & Bryant, 2007; Melby-Lervåg et al., 2012). Es wird zwischen phonologischer Bewusstheit im engeren und im weiteren Sinne unterschieden (Skowronek & Marx, 1989). Die phonologische Bewusstheit im engeren Sinne umfasst sprachliche Leistungen, bei denen eine explizite Verarbeitung phonologischer Strukturen erforderlich ist, die weder semantische noch sprachrhythmische Bezüge aufweisen. Eine typische Aufgabe ist die Phonem-Wort-Zuordnung, bei der überprüft wird, ob ein vorgesagter Laut in einem Wort enthalten ist (z. B. „Hörst du ein /i/ in Igel?“ vs. „Hörst du ein /i/ in Auto?“), sowie die Phonemsynthese, bei der einzelne Laute zu einem Wort zusammengesetzt werden (z. B. /H/ – /a/ – /u/ – /s/ → „Haus“). Ebenfalls der phonologischen Bewusstheit im engeren Sinne zuzuordnen sind Maße der Artikulationsgeschwindigkeit, etwa bei wiederholtem Sprechen oder lautem Vorlesen (vgl. Vallar & Baddeley, 1982; R. Wagner et al., 1987) sowie die Wiederholung von Pseudowörtern, bei der unbekannte Silbenfolgen kurzfristig gespeichert und reproduziert werden müssen (z. B. „zippelzak“ oder „buoitkonos“; Skowronek & Marx, 1989). Phonologische Bewusstheit im weiteren Sinne umfasst Aufgaben, die die Fähigkeit erfordern, mit den lautlichen Aspekten der gesprochenen Sprache umzugehen, ohne dass eine explizite Analyse einzelner Phoneme notwendig ist. Die Anforderungen dieser Aufgaben sind in der Regel in konkrete, vertraute sprachliche Handlungen und spielerische Kontexte eingebettet. Zu den Aufgaben der phonologischen Bewusstheit im weiteren Sinne zählen unter anderem das Erkennen von Reimwortpaaren (z. B. Haus – Maus vs. Haus – Mut) sowie die Zerlegung von Wörtern in ihre Silben (sog. Silbensegmentierung, z. B. Ha-fer-brei; Skowronek & Marx, 1989).

Gemäß der *Phonological Processing Theory* wird der phonologischen Verarbeitung eine kausale Bedeutung für das Lesenlernen zugeschrieben (R. K. Wagner & Torgesen, 1987) und Studien belegen, dass phonologische Bewusstheit ein wichtiger Prädiktor für spätere Lese- und Rechtschreibleistungen ist (vgl. Boltzmann, 2014; Moll et al., 2012; Pfohl, 2015; Ziegler & Goswami, 2005). Insbesondere die Fähigkeit der Segmentation (Zerlegung von Wörtern in einzelne Laute) als Teilaspekt der phonologischen Bewusstheit steht in Zusammenhang mit

frühen Fortschritten in der Leseentwicklung (Muter et al., 1998). Darüber hinaus stellen phonologische Dekodierprozesse einen eigenständigen Prädiktor der Rechtschreibleistung sowie des Hör- und Leseverstehens dar (Fracasso et al., 2016). Ein Training der phonologischen Bewusstheit im Vorschulalter kann zudem die Entwicklung von Lesefähigkeiten beim Schuleintritt fördern (Brady et al., 1994; Byrne et al., 2000; Byrne & Fielding-Barnsley, 1991, 1993, 1995). Die prädiktive Bedeutung der phonologischen Bewusstheit sowie von Buchstaben-Laut-Kenntnissen zeigt sich stabil über verschiedene Sprachen (Englisch, Spanisch, Slowakisch, Tschechisch) hinweg (Caravolas et al., 2012).

Lexikalischer Zugriff. Phonologische Rekodierung beim lexikalischen Zugriff bezeichnet den Mechanismus, bei dem schriftliche Informationen in phonologische Repräsentationen überführt werden, um den Zugriff auf Wortform und Wortbedeutung im mentalen Lexikon zu ermöglichen (R. K. Wagner & Torgesen, 1987). Der lexikalische Zugriff erfolgt dabei über zwei Wege: erstens die Rückführung geschriebener Symbole in eine lautbasierte Repräsentation, über die der Zugriff auf das Lexikon erfolgt, und zweitens der direkte Zugriff, bei dem geschriebene Symbole ohne lautbasierte Vermittlung mit ihren lexikalischen Einträgen verknüpft werden. Phonologisches Rekodieren wird von allen Lesenden in unterschiedlichem Ausmaß genutzt und scheint besonders in frühen Phasen des Leseerwerbs eine zentrale Bedeutung zu haben (vgl. R. K. Wagner & Torgesen, 1987). Typische Aufgaben, die den Zugriff auf das lexikalische Gedächtnis testen, sind Aufgaben zum schnellen Benennen (*rapid automatized naming*, RAN) von Ziffern, Buchstaben, Farben und Objekten (Denckla & Rudel, 1974; R. K. Wagner & Torgesen, 1987; Wolf & Bowers, 1999). Eine reduzierte Benennungsgeschwindigkeit in derartigen Aufgaben kann in Kombination mit weiteren phonologischen Defiziten zu einer tiefgreifenden Lesebeeinträchtigung führen (vgl. Double-deficit hypothesis; Wolf & Bowers, 1999). Die Benennungsgeschwindigkeit in RAN-Aufgaben gilt als zentraler Prädiktor der Leseleistung in verschiedenen Orthografien, wobei bislang keine eindeutigen Belege für die Wirksamkeit gezielter Fördermaßnahmen vorliegen (Kirby et al., 2010). Empirische Befunde zeigen, dass RAN vor allem die Lesegeschwindigkeit erklärt (Moll et al., 2012). Die prädiktive Bedeutung der Benennungsgeschwindigkeit im lexikalischen Zugriff zeigt sich, wie die phonologische Bewusstheit, über verschiedene Sprachen hinweg stabil (Caravolas et al., 2012).

Phonologisches Arbeitsgedächtnis. Bei der phonetischen Rekodierung im Arbeitsgedächtnis werden schriftliche Informationen in ein lautbasiertes Repräsentationssystem umgewandelt und durch fortlaufende Verarbeitung effizient im Arbeitsgedächtnis gespeichert (Baddeley, 1982; vgl. R. K. Wagner & Torgesen, 1987). Nach dem ursprünglichen Modell von Baddeley und Hitch (1974) besteht das Arbeitsgedächtnis aus drei zentralen Komponenten. Die phonologische Schleife ist für die Verarbeitung und kurzfristige Speicherung verbaler und akustischer Informationen zuständig. Der visuell-räumliche Skizzenblock dient der Speicherung und Verarbeitung visueller und räumlicher Informationen. Die zentrale Exekutive fungiert als übergeordnetes Aufmerksamkeitskontrollsystem und wird von den beiden untergeordneten Speichersysteme unterstützt. Aufgrund theoretischer und empirischer Schwächen des ursprünglichen Modells (vgl. Baddeley, 2003) wurde dieses später um eine vierte Komponente erweitert: den episodischen Puffer (Baddeley, 2000, 2003). Dabei handelt es sich um ein temporäres Speichersystem mit begrenzter Kapazität, das Informationen aus verschiedenen Quellen integriert. Unter Kontrolle der zentralen Exekutive ermöglicht der episodische Puffer das Abrufen, Reflektieren und Modifizieren von Informationen. Als „episodisch“ wird er bezeichnet, da er Informationen räumlich und potenziell zeitlich verknüpft (Baddeley, 2000). Typische Aufgaben zur Untersuchung der phonologischen Schleife sind Aufgaben zum kurzfristigen Behalten verbaler Informationen, beispielsweise das mündliche Wiederholen von Ziffernfolgen (Baddeley & Hitch, 1974; Conway et al., 2005). Dabei erfasst die Vorwärtswiederholung der Ziffern vor allem die kurzfristige Speicherung verbaler Informationen, während Varianten mit Manipulation der Information (z. B. Ziffern rückwärts wiederholen) zusätzlich exekutive Kontrollprozesse des Arbeitsgedächtnisses beansprucht (Baddeley, 2000; Conway et al., 2005). Die Arbeitsgedächtnisleistung zeigt sich als Prädiktor für die Leseflüssigkeit und das Textverständnis (Rose & Rouhani, 2012; Vágvolgyi et al., 2024).

Zusammenfassung. Die phonologische Informationsverarbeitung, welche die phonologische Bewusstheit, das phonologische Arbeitsgedächtnis sowie das phonologische Rekodieren beim lexikalischen Zugriff beinhaltet, stellt eine wichtige kognitive Vorläuferfähigkeit des Lesens dar. Die Entwicklung von Schriftsprachkompetenzen wird daher durch ein Zusammenspiel mehrerer sprachlich-kognitiver Prädiktoren bestimmt, wobei sich insbesondere die phonologische Bewusstheit als zentraler Prädiktor der Lese- und Rechtschreibentwicklung erweist. Die lexikalische Benennungsgeschwindigkeit hat darüber hinaus für die Lesegeschwindigkeit

eine wichtige Bedeutung und das Arbeitsgedächtnis für die Leseflüssigkeit und das Textverständnis. Insgesamt verdeutlichen diese Ergebnisse, dass Lese- und Schreibkompetenzen nicht auf einzelne Teilfähigkeiten zurückzuführen sind, sondern aus dem Zusammenwirken phonologischer, morphologischer, lexikalischer und exekutiver Prozesse hervorgehen.

2.1.3 *Kognitive Modelle des Lesens*

Verschiedene theoretische, teils computergestützte Modelle versuchen das Lesen als komplexe Fähigkeit zu erklären. Im Folgenden werden einige dieser Modelle vorgestellt.

SVR-Modell. Das *Simple View of Reading* Modell (SVR-Modell) von Gough & Tunmer (1986) beschreibt Lesen als Zusammenspiel zweier zentraler Komponenten: Dekodieren und sprachliches Verstehen. Leseverständnis entsteht demnach nur dann, wenn beide Fähigkeiten ausreichend entwickelt sind, also aus dem Produkt von Dekodierung und Verständnis. Das SVR-Modell verdeutlicht, dass Leseschwierigkeiten entweder durch Defizite im Worterkennen (Dekodieren), im sprachlichen Verständnis oder in beiden Bereichen entstehen können. Damit bietet es einen klaren Rahmen, um unterschiedliche Leseprofile systematisch zu klassifizieren und die Ursachen von Leseproblemen zu erklären.

DRC-Modell. Das *Dual Route Cascaded Model* (DRC-Modell; Coltheart, 2005; Coltheart et al., 2001) ist ein Zwei-Wege-Modell zur Erklärung des Leseprozesses und der Worterkennung. Dabei beruht der erste, lexikalische Weg auf dem direkten Zugriff auf das mentale Lexikon, in dem Informationen zur Schreibweise (Orthografie) und Aussprache (Phonologie) von Wörtern gespeichert sind. Der zweite, nicht-lexikalische Weg erfolgt ohne Zugriff auf das mentale Lexikon und basiert stattdessen auf regelgeleiteten Graphem-Phonem-Korrespondenzen, durch die orthografische Segmente mit phonologischen Segmenten überführt werden. Beim lexikalischen Weg wird auf gespeicherte Wortrepräsentationen im orthografischen Lexikon zugegriffen. Diese aktivieren über das phonologische Lexikon die passenden Laute, sodass das Wort korrekt ausgesprochen werden kann. Die Verarbeitung entlang des lexikalischen Wegs erfolgt in mehreren Zyklen, in denen visuelle Merkmale schrittweise Einheiten von Buchstaben, Wörtern und Phonemen aktivieren. Dabei wirken aktivierende und hemmende Verbindungen unter Verwendung von vorwärtsgerichteten (*feedforward*) und rückwärtsgerichteten (*feedback*) Prozessen zwischen orthografischen und phonologischen Ebenen zusammen, bis eine stabile Wort- und Lautrepräsentation erreicht ist. Die Verarbeitung entlang des nicht-

lexikalischen Wegs setzt erst nach mehreren Verarbeitungszyklen ein. Dabei werden die Buchstaben der Zeichenkette schrittweise von links nach rechts mithilfe von Graphem-Phonem-Regeln in Phoneme übersetzt und nacheinander im Phonemsystem aktiviert. Lexikalische und nicht-lexikalische Verarbeitung laufen parallel ab und liefern gemeinsam Aktivierungen an das Phonemsystem. Bei unregelmäßigen Wörtern und Nichtwörtern entstehen dabei Konflikte, die durch hemmende und aktivierende Mechanismen aufgelöst werden. Eine ausgewogene Gewichtung beider Wege ist entscheidend, damit sowohl unregelmäßige Wörter als auch Nichtwörter korrekt gelesen werden können (Coltheart, 2005).

PDP-Modell. Das *Parallel-Distributed-Processing Model* (PDP-Modell; Seidenberg & McClelland, 1989), auch bekannt als konnektionistisches Triangel-Modell, ist ein neuronales Netzwerk zur visuellen Worterkennung. Es basiert auf einem erweiterten Rahmenmodell der Autoren, das als theoretischer Bezugsrahmen dient, und enthält jeweils eine orthografische, phonologische, semantische und kontextuelle Ebene. Das vereinfachte PDP-Modell beinhaltet lediglich zwei zentrale Ebenen: die orthografische und die phonologische Ebene. Dazwischen liegen sogenannte verborgene Einheiten (*hidden units*), welche die Übertragung von Schrift in Laute vermitteln. Die semantische und die kontextuelle Ebene des erweiterten Rahmenmodells werden nicht berücksichtigt. Von der verborgenen Einheit besteht eine Rückkopplung zur orthografischen Ebene, welche als abwärtsgerichtete (*top-down*) Wort-zu-Buchstaben-Verbindung im Modell wirkt. Die Rückkopplung ermöglicht dem Modell den Erhalt, die Verstärkung und die Bereinigung von Mustern, welche durch externe Eingaben (*input*) in die orthografische Ebene erzeugt werden.

CDP-Modell. Ein Modell, welche das Zwei-Wege-Modell mit einem konnektionistischen Ansatz verbindet, ist das *Connectionist-Dual-Process Model* (CDP-Modell; Zorzi et al., 1998). Das Modell umfasst mehrere Ebenen mit zwei zentralen Verarbeitungswegen. Wie beim DRC-Modell ermöglicht ein lexikalischer Weg den direkten Zugriff auf im mentalen Lexikon gespeicherte orthografische und phonologische Repräsentationen. Ein sublexikalischer Weg basiert auf der Umwandlung von Graphemen in Phoneme nach festen Regeln. Die Aussprache von Wörtern entsteht dabei unabhängig vom Wortschatz durch eine systematische Zuordnung von Schrift- zu Lauteinheiten. Beide Wege arbeiten parallel und fließen in einem gemeinsamen Puffer zusammen, aus dem die resultierende Aussprache abgeleitet wird. Bei

Ausnahmewörtern kann es dabei zu konkurrierenden Aktivierungen kommen, was sich in verlängerten Lesezeiten niederschlägt. Strukturell orientiert sich das Modell weitestgehend am klassischen Zwei-Wege-Ansatz, wird jedoch konnektionistisch umgesetzt, indem verschiedene Einheiten zusammenarbeiten. Mithilfe von Algorithmen mit lernbaren, gewichteten Verbindungen zwischen den Einheiten wird die Graphem-Phonem-Zuordnung erlernt. Dies ermöglicht eine flexible Integration mehrerer miteinander konkurrierender Signale (vgl. Plaut et al., 1996). Weiterentwicklungen wie CDP+ (Perry et al., 2007) und CDP++ (Perry et al., 2010, 2013) erweitern das Modell für spezifische Wortarten und betonen auch die Wortbetonung. Das CDP-Modell ist eines der erfolgreichsten Modelle zur Erklärung von Leseleistungen und Lesestörungen wie der Lese- und Rechtschreibstörung (Zorzi, 2010).

Zusammenfassung. Die vorgestellten Modelle bieten verschiedene Erklärungsansätze für den Leseprozess. Sie ähneln sich in ihrer Struktur, indem sie sprachliche Komponenten wie Orthografie und Phonologie mit regelbasierten Verarbeitungsprozessen kombinieren. Die Modelle verdeutlichen einmal mehr, dass Lesen ein komplexer Prozess ist, und helfen dabei, die zugrunde liegenden mentalen Abläufe und Verknüpfungen besser zu verstehen. Sie können Unterschiede in der Leseleistung erklären und Ansätze für gezielte Förderung liefern. Computergestützte Modelle ermöglichen zudem Simulationsstudien, mit denen Theorien überprüft, Annahmen getestet und Vorhersagen über Verhalten getroffen werden können (vgl. Harm & Seidenberg, 2004; Ziegler et al., 2008).

2.1.4 *Analphabetismus und geringe Literalität*

Definition. Analphabetismus bezeichnet die mangelnde oder fehlende Kenntnis der Schriftsprache. Betroffene Personen sind nicht in der Lage, eine kurze, einfache Aussage über ihren Alltag zu lesen oder zu schreiben (UNESCO, 1979). Die Lese- und Schreibkompetenzen unterschreiten somit die Satzebene (LEO 2010, Grotlüschen & Riekmann, 2012). Verschiedene Formen des Analphabetismus werden unterschieden. Von primärem – bzw. totalem oder natürlichem (Linde, 2008, S. 51) – Analphabetismus spricht man, wenn keinerlei Lese- und Schreibkompetenzen vorhanden sind. Dies ist meist dann der Fall, wenn z. B. aufgrund fehlenden Schulbesuchs keine Schriftsprachkenntnisse erworben wurden (Egloff et al., 2011; Hubertus, 1995; Linde, 2008). In Deutschland ist heutzutage diese Form so gut wie nicht mehr vor-

zufinden. Sekundärer Analphabetismus liegt dann vor, wenn zuvor mehr oder weniger gut erworbene Schriftsprachkenntnisse durch einen Prozess des Vergessens bzw. Nicht-Anwendens wieder verloren gegangen sind (Hubertus, 1995). Dabei bleiben häufig so geringe Schriftsprachkenntnisse übrig, dass ein gesellschaftlich anerkanntes Mindestmaß unterschritten wird. Der sekundäre Analphabetismus stellt einen Sonderfall des funktionalen Analphabetismus dar (Hubertus, 1995). Beim funktionalen Analphabetismus verfügen betroffene Personen ebenfalls über sehr geringe Schriftsprachkenntnisse. Davon ist unabhängig, ob die Kenntnisse in nicht ausreichendem Maße erworben wurden, die Kenntnisse im Laufe der Zeit verloren gingen (entspricht sekundärem Analphabetismus) oder beides zutrifft. Bei funktionalem Analphabetismus handelt es sich um einen relativen Begriff, bei dem die vorhandenen Schriftsprachkenntnisse des Individuums in Relation zu den in der Gesellschaft notwendigen bzw. erwarteten Schriftsprachkenntnissen stehen. Sind die individuellen Schriftsprachkompetenzen niedriger als die in der Gesellschaft als erforderlich und selbstverständlich vorausgesetzten Kenntnisse, liegt funktionaler Analphabetismus vor (Hubertus, 1995). Eine besondere Bedeutung hat dabei auch der Aspekt der Teilhabe an gesellschaftlichen Aktivitäten (Hubertus, 1995; UNESCO, 1979). Eine von funktionalem Analphabetismus betroffene Person kann demnach nicht alle Aktivitäten ausführen, die für ein "Funktionieren" in der Gesellschaft erforderlich sind (Rüsseler et al., 2019; UNESCO Institute for Statistics, 2025). Die in Deutschland durchgeführte leo. – Level one Studie (LEO-Studie) ermittelte in den Jahren 2010 und 2018 die Lese- und Schreibkompetenzen der Deutsch sprechenden erwachsenen Bevölkerung im Alter von 18 bis 64 Jahren (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012). Mit dieser Studie wurden sogenannte Alpha-Level beschrieben, die unterschiedliche Ausprägungen geringer Lese- und Schreibkompetenzen darstellen. Die Alpha-Level beschreiben, was eine Person auf dem jeweiligen Level lesen oder schreiben kann (Hartig & Riekman, 2012). Einen Überblick über die Alpha-Level zeigt Tabelle 1.

Gemäß der LEO-Studie 2010 liegt funktionaler Analphabetismus vor, wenn die Lese- und Schreibkompetenzen die Textebene unterschreiten, d. h., das Alpha-Level 4 nicht erreicht wird (Grotlüschen & Riekman, 2012). Hierbei ist anzumerken, dass mit LEO 2010 nach der Einteilung in Alpha-Level die Analphabetinnen und Analphabeten (Alpha-Level 1-2) in der Gruppe der funktionalen Analphabetinnen und Analphabeten (Alpha-Level 1-3) enthalten sind (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012). Es findet an dieser Stelle also eine Überschneidung statt.

Tabelle 1*Alpha-Level nach LEO 2010*

Alpha-Level	Lese- und Schreibkompetenzen
α 1	Buchstaben
α 2	Wörter
α 3	Sätze
α 1-3	Buchstaben bis max. Sätze
α 4	Fehlerhafte Rechtschreibung
$> \alpha$ 4	Komplexere Textebene

Anmerkung. In Anlehnung an Hartig & Riekmann (2012).

In den vergangenen Jahren wurde der Begriff des funktionalen Analphabetismus kontrovers diskutiert (Nickel, 2011), da dieser unter anderem nicht einheitlich definiert und häufig missverstanden wurde (Löffler, 2014). Auch wurde die „Funktionalität“ nie konkret definiert (Vágvölgyi et al., 2016). Nachdem zunächst der Alfabund (Projekträger im DLR e.V., 2011) eine neue Definition vorstellte, wurde mit Durchführung der LEO-Studie 2018 der Begriff der geringen Literalität eingeführt (Grotluschen & Buddeberg, 2020). Geringe Literalität schließt Schriftsprachkenntnisse auf den Alpha-Leveln 1-3 ein, also jene Alpha-Level, nach denen mit LEO 2010 (Grotluschen & Riekmann, 2012) funktionaler Analphabetismus definiert war. Eine Unterscheidung zwischen Analphabetismus und funktionalem Analphabetismus findet mit LEO 2018 nicht mehr statt (Grotluschen & Buddeberg, 2020).

Die Begriffe Analphabetismus und funktionaler Analphabetismus werden im allgemeinen Sprachgebrauch weiterhin verwendet. Im Bereich der wissenschaftlichen Forschung, die sich mit dem Thema geringer Schriftsprachkenntnisse auseinandersetzt, hat sich der Begriff geringe Literalität etabliert (Grotluschen & Buddeberg, 2020). Im Folgenden wird daher geringe Literalität als Bezeichnung für Analphabetismus oder funktionalen Analphabetismus verwendet, auch dann, wenn in zitierter Literatur eine andere Bezeichnung verwendet wurde. Von geringer Literalität betroffene Personen werden als gering literalisierte Personen oder gering Literalisierte bezeichnet.

Diagnostik. Die Diagnostik gering literalisierter Erwachsener wurde in der Vergangenheit sehr uneinheitlich gehandhabt und ist von konzeptuellen und methodischen Inkonsistenzen geprägt. Über viele Jahre fehlten geeignete diagnostische Instrumente, weshalb Forscherinnen und Forscher eigene Verfahren entwickelten. Dabei wurden teils sehr unterschiedliche

Definitionen, Messansätze und Einschlusskriterien verwendet (Vágvölgyi et al., 2016, 2021). So erfassten beispielsweise groß angelegte Studien wie der *Adult Literacy and Lifeskills Survey* (ALL; OECD & Statistics Canada, 2005) oder das *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (PIAAC; OECD, 2013) Literalität auf breiter Ebene über das gesamte Sprachspektrum. Kompetenzorientierte Assessments wie diese teilen die Leistungen und Kenntnisse in diskrete Level ein, erfüllen allerdings nur unzureichend zentrale testtheoretische Kriterien, wie Reliabilität oder Validität. Darüber hinaus bieten sie keine praxisorientierten Hinweise zur individuellen Feststellung geringer Literalität (Vágvölgyi et al., 2016).

In der Forschung werden typischerweise normorientierte Verfahren verwendet und dabei verschiedene Auswahlkriterien zur Feststellung geringer Literalität bei Erwachsenen angewandt. Häufig dient die Anzahl der absolvierten Schuljahre als Indikator. Eine Beschulung von zwei bis vier Schuljahren gilt dabei als gängiges Maß (Egloff et al., 2011). Da der schulische Standard zwischen Kulturen und Ländern erheblich variiert, werden auch andere Anforderungen an die minimale Anzahl der absolvierten Schuljahre gestellt. Als alleiniges Diagnosekriterium ist die Anzahl der Schuljahre deshalb ungeeignet (Vágvölgyi et al., 2016, 2021). Ebenfalls verbreitet sind Klassenäquivalente oder sogenannte Reading-Level-Match-Designs, bei denen gering literalisierte Erwachsene mit Grundschulkindern auf gleichem Leseniveau verglichen werden (vgl. Greenberg et al., 1997; Grosche, 2012; Rüsseler et al., 2011). Zur Erfassung von Schreib- und Lesekompetenzen kommen dabei in der Regel standardisierte Tests für Kinder zum Einsatz (vgl. Egloff et al., 2011). Dies ist gerechtfertigt, da gering literalisierte Erwachsene in Standardtests für Erwachsene vermutlich zu niedrige Werte erreichen würden, um eine sinnvolle Leistungseinschätzung zu ermöglichen (Vágvölgyi et al., 2016).

Hinsichtlich des Einsatzes von kompetenz- vs. normorientierter Diagnostik gibt es einige Kontroverse. So wird teilweise eine kompetenzorientierte Diagnostik vorgeschlagen, aus Mangel an geeigneten Erhebungsinstrumenten jedoch auf normorientierte Verfahren verwiesen (vgl. Egloff et al., 2011). Im Rahmen der LEO-Studie und Entwicklung der Alpha-Level (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012) ist im Bereich der kompetenzorientierten Diagnostik die Alpha-Kurzdiagnostik (Ossner, Jakob et al., 2021) und die Lea-Diagnostik (Grotlüschen, 2010) entstanden. Mit der Alpha-Kurzdiagnostik des Deutschen Volkshochschul-Verbands (DVV) kann der Kenntnisstand von Kursteilnehmenden von Alphabetisierungskursen schnell und unkompliziert eingeschätzt werden. Vorhandene Kompetenzen und

individueller Lernbedarf können so den entsprechenden Alpha-Leveln zugeordnet werden (Ossner, Jakob et al., 2021). Das Verbundprojekt „lea.Literalitätsentwicklung von Arbeitskräften“ (Grotlüschen, 2010; Laufzeit: 2008-2010) entwickelte eine erwachsenengerechte Förderdiagnostik mit Bezug zur Arbeitswelt. Daraus entstanden weitere Projekte wie „lea.online“ (Deutscher Volkshochschul-Verband e. V., o. D.), „BeLeSen – Digitale Berufsfeldbezogene Lese- und Schreibförderung“ (Universität Bremen, o. D.a) und „lea.Schule: Förderdiagnostik gering literalisierter Schüler:innen“ (Universität Bremen, o. D.b). Bei den Programmen handelt es sich um diagnostische Verfahren, bei denen die anschließende Förderung im Vordergrund steht. Dies ist vor allem in der Kursarbeit für eine Einteilung in entsprechende Alphabetisierungskurse sinnvoll. Kritik besteht in einer fehlenden systematischen Evaluation entsprechender Instrumente sowie in der Auswahl spezifischer Themen (z. B. Arbeitswelt), während alltagsrelevante Themen unberücksichtigt bleiben. Das Instrument wird daher nicht als umfassendes Diagnoseverfahren angesehen (Vágvölgyi et al., 2016).

Im Bereich der Diagnostik geringer Literalität besteht große Uneinheitlichkeit in Begrifflichkeiten, Messmethoden sowie Ein- und Ausschlusskriterien. Nur wenige Studien nutzen klar definierte oder etablierte Standards, womit ein deutlicher Bedarf nach konsistenten Definitionen, reliablen Instrumenten und international vergleichbaren diagnostischen Standards besteht (Vágvölgyi et al., 2016, 2021).

Prävalenz. Zwischen den 1970er und 1990er Jahren gab es immer wieder Schätzungen zur Größenordnung geringer Literalität, jedoch gab es keine verlässlichen Daten, da systematische Untersuchungen fehlten (vgl. Döbert & Hubertus, 2000). Seit den 1990er Jahren wurden die Lese- und Schreibkompetenzen weltweit systematisch untersucht. Zu den bekanntesten internationalen Studien mit deutscher Beteiligung gehören der *International Adult Literacy Survey* (IALS; OECD & Statistics Canada, 2000), das *Programme for International Student Assessment* (PISA; OECD, 2022) und PIAAC (OECD, 2013). Ohne deutsche Beteiligung wurden unter anderem der *Skills for Life Survey* (SfL; Department for Business, Innovation and Skills, 2012) und der ALL (OECD & Statistics Canada, 2005) durchgeführt.

In Deutschland wurde das Ausmaß geringer Literalität mit den LEO-Studien (2010/2018) systematisch erfasst (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekmann,

2012). Die aktuelle LEO-Studie 2018 offenbarte, dass 6.2 Millionen² Erwachsene (entspricht 12.1 % der Gesamtbevölkerung) als gering literalisiert gelten (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Die Verteilung auf die verschiedenen Alpha-Level ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Alpha-Level gemäß der LEO-Studie 2018

Alpha-Level	Anteil der erwachsenen Bevölkerung	Anzahl (hochgerechnet)
α 1	0.6 %	0.3 Mio.
α 2	3.4 %	1.7 Mio.
α 3	8.1 %	4.2 Mio.
α 1-3	12.1 %	6.2 Mio.
α 4	20.5 %	10.6 Mio.
$> \alpha$ 4	67.5 %	34.8 Mio.

Anmerkung. Daten der deutschsprachigen Bevölkerung (18-64 Jahre, $n = 7192$). In Anlehnung an Grotlüschen und Buddeberg (2020).

2.94 Millionen (47.4 %) der gering literalisierten Erwachsenen haben dabei eine andere Erstsprache als Deutsch. Von diesen Personen³ ist jedoch der Großteil (77.8 %) in der Lage, in der entsprechenden Erstsprache anspruchsvolle Texte lesen und schreiben zu können (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Darüber hinaus verfügen weitere 10.6 Millionen Erwachsene (20.5 %) über eine deutlich fehlerhafte Rechtschreibung, ohne dass diese Personen gemäß der LEO-Definition als gering literalisiert gelten (entspricht Alpha-Level 4). Dennoch lesen und schreiben die Betroffenen auf Satz- und Textebene langsamer und die Rechtschreibleistung entspricht nicht dem zu erwartenden Niveau. Ähnlich wie bei gering Literalisierten, wird das Lesen und Schreiben häufig vermieden (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012).

Die aktuellsten Daten zur Lesekompetenz in Deutschland stammen aus der PIAAC-Studie 2023 (Rammstedt et al., 2024). Eine Auswertung dieser Ergebnisse zeigt, dass rund 10.6

² Die Zahl von 6.2 Millionen ist auf die Gesamtbevölkerung hochgerechnet und leitet sich von der erhobenen Nettostichprobe ab. Die Stichprobe bestand aus 7192 Personen aus der Deutsch sprechenden erwachsenen Bevölkerung im Alter zwischen 18 und 64 Jahren (Grotlüschen & Buddeberg, 2020).

³ Es bleibt zu beachten, dass in der LEO-Studie nur Personen befragt wurden, „die die deutsche Sprache mündlich soweit beherrschen, dass sie einer Befragung in der deutschen Sprache folgen können.“ (Grotlüschen et al., 2019, S. 9).

Millionen Erwachsene in Deutschland (entspricht rund 20 % der erwachsenen Bevölkerung) als gering literalisiert gelten (vgl. LEO PIAAC 2023; Grotlüschen et al., 2025). Da sich LEO und PIAAC methodisch unterscheiden (vgl. Grotlüschen et al., 2025) und sich die vorliegende Arbeit in ihrer Systematik auf die mit LEO entwickelten Alpha-Level (Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012) bezieht, wird auf eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse der PIAAC-Studie 2023 an dieser Stelle verzichtet. Für umfassende Darstellungen und Einordnungen der PIAAC-2023-Ergebnisse wird auf Rammstedt et al. (2024) und Grotlüschen et al. (2025) verwiesen.

Ursachen. Die Ursachen geringer Literalität sind vielfältig und lassen sich nicht auf eine einzige Erklärung zurückführen. Sie sind auf unterschiedlichen Ebenen verortet und ergeben sich aus einem Zusammenspiel individueller, familiärer, schulischer und gesellschaftlicher Einflussfaktoren, die sich wechselseitig bedingen (vgl. Boltzmann, 2014; Egloff et al., 2011; Grosche, 2012). Einige Einflüsse, wie unzureichende schulische Förderung oder Lernstörungen, stellen direkte Ursachen dar, die nachweislich dazu führen, dass geringe Literalität entsteht. Andere Einflüsse, wie Armut oder die soziale Herkunft, gelten hingegen als Risikofaktoren, die die Wahrscheinlichkeit für geringe Literalität erhöhen, ohne zwangsläufig selbst der Grund dafür zu sein (vgl. Döbert & Hubertus, 2000; Grosche, 2012).

Individuelle Faktoren. Individuelle Einflussfaktoren beziehen sich auf Aspekte, die im Individuum selbst verortet sind, wie z. B. Motivation, Vorerfahrungen mit der Schriftsprache und kognitive Fähigkeiten. Personen mit Schwierigkeiten beim Lesen zeigen häufig ein geringes Interesse an schriftsprachlichen Aktivitäten. Negative Lernerfahrungen können die Bereitschaft, Lesen und Schreiben zu üben, weiter reduzieren. Gleichzeitig kann ein negatives Selbstkonzept entstehen, welches die Überzeugung in die eigenen Fähigkeiten vermindert und die Motivation zum Lernen weiter einschränkt (Greenberg et al., 2002; Rüsseler et al., 2019). Solche motivationalen und selbstbezogenen Faktoren erhöhen das Risiko, dass Lese- und Schreibkompetenzen nur langsam entwickelt werden. Neben motivationalen Aspekten spielen auch frühere Erfahrungen eine wichtige Rolle. Dazu zählen Vorerfahrungen mit der Schriftsprache, wie der Umfang des Lesens und Schreibens in der Kindheit und Jugend, das familiäre Umfeld sowie der Zugang zu Büchern und anderen schriftsprachlichen Materialien (Eme, 2011; Grosche, 2012; Vágvolgyi et al., 2016). Fehlende frühkindliche Sprachförderung oder Defizite in der Sprachentwicklung können die Grundlage für spätere Lese- und Schreibprobleme bilden

und das Risiko erhöhen, dass Defizite langfristig bestehen bleiben (Eme, 2011; Grosche, 2012; Vágvölgyi et al., 2016). Darüber hinaus stellen kognitive und neuropsychologische Einschränkungen zentrale individuelle Risikofaktoren für geringe Literalität dar. Einschränkungen in der phonologischen Verarbeitung, im Arbeitsgedächtnis oder in der Automatisierung von Laut- und Buchstabenfolgen, wie beim schnellen automatischen Benennen (engl.: *rapid automatized naming*, RAN), können die Fähigkeit beeinträchtigen, Schriftsprachprozesse sicher zu automatisieren (Grosche, 2012, 2013; Norton & Wolf, 2012; Vágvölgyi et al., 2016). Arbeitsgedächtnis und exekutive Funktionen beeinflussen dabei insbesondere das simultane Erfassen und Umsetzen von Laut- und Buchstabenfolgen beim Lesen und Schreiben (Grosche, 2012; Vágvölgyi et al., 2016). Solche kognitiven Risikofaktoren erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Defizitmuster entstehen, ohne dass sie zwangsläufig bereits als manifestierte Schwierigkeiten auftreten (Boltzmann et al., 2015; Grosche, 2012, 2013; Norton & Wolf, 2012; Vágvölgyi et al., 2016).

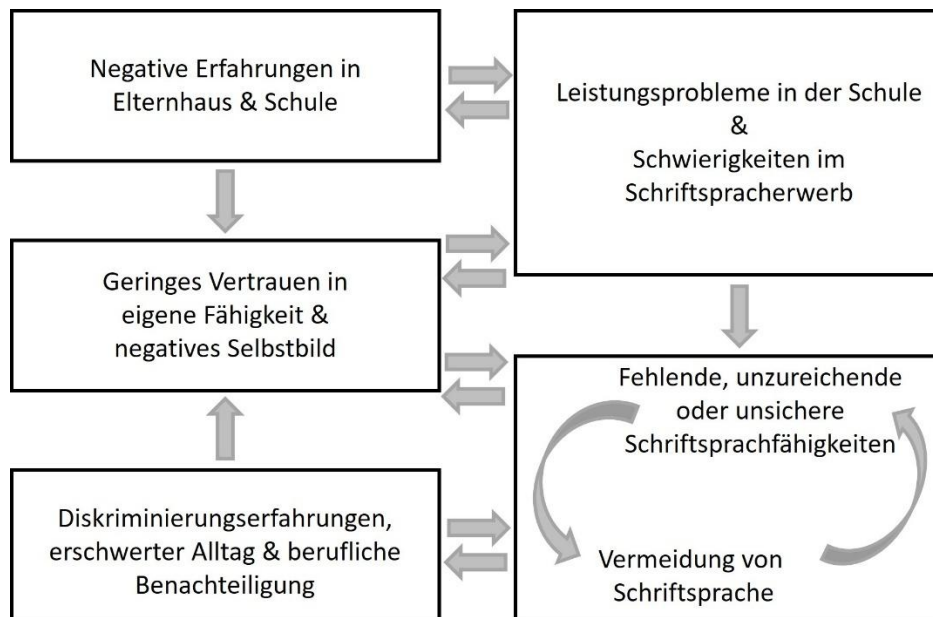
Familiäre Faktoren. Biografische Interviews verdeutlichen, dass das Elternhaus von gering Literalisierten häufig durch Belastungen und wenig Unterstützung geprägt ist. Teilweise werden Gewalterfahrungen berichtet. Häufig mangelt es an Harmonie und emotionaler Stabilität. Schulische Schwierigkeiten der Kinder werden teilweise ignoriert oder bestraft, anstatt dass gezielte Fördermaßnahmen erfolgen (Boltzmann et al., 2015; Egloff, 2007; Grosche, 2012; Löffler, 2014; Rüsseler et al., 2019). Die Eltern sind oft selbst mit Problemen wie Arbeitslosigkeit, Krankheit oder Alkoholismus konfrontiert, was ihre Möglichkeiten zur Unterstützung der Kinder einschränkt. Hinzu kommen oftmals beengte Wohnverhältnisse und eine wenig lernförderliche Umgebung, welche eine häusliche Förderung zusätzlich erschweren. Ältere Kinder übernehmen nicht selten Betreuungsaufgaben für jüngere Geschwister oder helfen im Haushalt, sodass der regelmäßige Schulbesuch erschwert wird (Boltzmann et al., 2015; Egloff, 2007; Grosche, 2012). Schriftsprachliche Praktiken spielen in diesen Familien häufig eine untergeordnete Rolle. Es mangelt an schriftsprachlichen Materialien sowie Aufmerksamkeit durch die Eltern und schulische Aktivitäten werden nur begrenzt unterstützt. Da positive Vorbilder und Anreize fehlen, erkennen die Kinder die Bedeutung von Lesen und Schreiben nur eingeschränkt. Da der familiäre Alltag häufig von Arbeit, Fernsehen und Computerspielen geprägt ist, ergeben sich kaum Gelegenheiten zum aktiven Schriftspracherwerb (Löffler, 2014; Rüsseler et al., 2019). Darüber hinaus sind viele Familien gering Literalisierter von Armut betroffen. Kinder aus armutsbelasteten Haushalten besuchen häufiger niedrigere Schulstufen

und das Risiko für Bildungsdefizite ist erhöht (Butterwegge, 2011). Finanzielle Engpässe erschweren oder verhindern häufig die Inanspruchnahme außerschulischer Lern- oder Nachhilfeangebote, was eine Bildungsbenachteiligung zusätzlich verstärkt (Egloff, 2007; Löffler, 2014; Rüsseler et al., 2019). Diese Befunde verdeutlichen, dass familiäre Faktoren die Entwicklung von Schriftsprache entscheidend beeinflussen, da sie sowohl emotionale Unterstützung als auch konkrete Lernförderung entweder bereitstellen oder einschränken können.

Schulische Faktoren. Schwierigkeiten beim Schriftspracherwerb treten häufig bereits zu Beginn der Schulzeit auf und zeigen sich in ersten Defiziten beim Lesen- und Schreibenlernen, die sich im Verlauf der Schulzeit verstärken (Kretschmann et al., 1990). Der reguläre Unterricht berücksichtigt vielfach nicht die sprachlich-schriftsprachlichen Voraussetzungen der Lernenden, wie Laut- und Differenzierungsfähigkeit, Sprachbewusstsein oder Variation in der gesprochenen Sprache. Fehlende individualisierte Förderung, starre Lehrpläne, begrenzte Zeitressourcen sowie mangelnde Diagnostik erschweren es, Lernrückstände auszugleichen. Umweltfaktoren wie große Klassen, häufige Schul- und Lehrerwechsel oder krankheitsbedingte Ausfälle verschärfen die Problemlagen zusätzlich und können zu wiederholten Misserfolgen, Lernblockaden und sozialer Isolation führen (Egloff et al., 2011; Rüsseler et al., 2019). Betroffene Schülerinnen und Schüler entwickeln häufig Strategien, um im Schulalltag „durchzukommen“, wie das Abschreiben von Hausaufgaben, starke mündliche Beteiligung oder störendes Verhalten, während ein Bewusstsein für schulische Anforderungen und die Anwendung von Schriftsprachkenntnissen außerhalb der Schule oft fehlt (Döbert & Hubertus, 2000). Fehlende Förderung kann dazu führen, dass Lernrückstände dauerhaft bestehen. Die formale Erfüllung der Schulpflicht garantiert weder grundlegende Kenntnisse noch einen Abschluss. Viele Betroffene besuchen Förderschulen oder verlassen die Schule ohne Abschluss (Egloff, 2007) und dies hat nachhaltige Auswirkungen. Ohne Schulabschluss sind Ausbildungschancen stark eingeschränkt, rudimentär erworbene Lese- und Schreibkenntnisse werden oft nicht genutzt und gehen verloren, insbesondere in einer zunehmend digitalen Arbeitswelt (Linde, 2008). Diskriminierungserfahrungen, Scham und Versagensängste verstärken Vermeidungsverhalten und den Kompetenzverlust weiter, wodurch sich ein Teufelskreis aus Defiziten, Angst und sozialer Isolation etabliert (Egloff, 2007). Der Schulabschluss bleibt zudem der stärkste Prädiktor für geringe Literalität, wodurch fehlende Abschlüsse die Entwicklung grundlegender Lese- und Schreibkompetenzen nachhaltig beeinflussen (Grotluschen & Riekman, 2012).

Gesellschaftliche Faktoren. Von geringer Literalität betroffen sind häufiger Personen aus niedrigeren sozialen Schichten, mit Migrationshintergrund oder einem niedrigen Bildungsstand (Boltzmann, 2014; Egloff et al., 2011; Grosche, 2012; Grotluschen & Riekmann, 2012). Prekäre Lebenssituationen wie Arbeitslosigkeit oder Armut, familiäre Bildungsressourcen oder gesellschaftliche Stigmatisierung, die den Zugang zu Bildungsangeboten erschweren, stellen weitere Risikofaktoren dar (Nickel, 2002). Durch den gesellschaftlichen Wandel, der höhere Bildungsabschlüsse und Leistungsanforderungen betont, wird die Integration gering Literalisierter auf dem Arbeitsmarkt erschwert, da Betroffene meist über keinen oder einen niedrigen Schulabschluss verfügen. Viele Berufe setzen zudem schriftliche Kompetenzen voraus, was die Berufswahl gering Literalisierter einschränkt. Finanzielle Armut von Eltern oder den gering Literalisierten selbst erschwert den Zugang zu zumeist kostenpflichtigen Lernangeboten. Auch der Alltag wird komplexer, da Automatisierung und Digitalisierung mehr schriftsprachliche Kompetenzen voraussetzen, z. B. beim Ausfüllen digitaler Formulare oder bei der Nutzung von Automaten. Zwar bieten neue Technologien wie Sprachsteuerung und Korrekturprogramme Unterstützung, sie können jedoch zugleich dazu führen, dass die aktive Anwendung und Übung der Schriftsprache weiter abnimmt (Döbert & Hubertus, 2000; Egloff et al., 2011; Grosche, 2012).

Wechselwirkung von Einflussfaktoren. Die zuvor genannten Einflussfaktoren verdeutlichen, dass geringe Literalität nicht isoliert betrachtet werden kann, sondern stets im Kontext komplexer Wechselwirkungen verständlich wird, wie das Ursachenkomplexmodell (Döbert & Hubertus, 2000, S. 52) zeigt (Abbildung 1). Demnach tragen negative Erfahrungen im Elternhaus und in der Schule unmittelbar zu fehlenden oder unsicheren Schriftsprachkompetenzen sowie zur Vermeidung schriftsprachlicher Anforderungen bei. Gleichzeitig stehen sie in enger Wechselwirkung mit einem fehlenden Selbstwertgefühl, negativem Selbstbild und mangelndem Selbstvertrauen. Auch Diskriminierungserfahrungen und die Angst, entdeckt zu werden, verstärken das negative Selbstbild. Die Selbstwertprobleme und Diskriminierungserfahrungen wirken wiederum auf unzureichende Schriftsprachkompetenz und Vermeidungsverhalten zurück. So entsteht ein sich wechselseitig verstärkender Teufelskreis (Döbert & Hubertus, 2000).

Abbildung 1*Ursachenkomplexmodell zur Entstehung geringer Literalität*

Anmerkung. Modifiziert nach Döbert & Hubertus (2000, S. 52).

Einen erweiterten Blickwinkel nimmt die Interaktionstheorie des funktionalen Analphabetismus (Grosche, 2012, 2013) ein, die neben sozialen Einflüssen auch phonologische Schwierigkeiten berücksichtigt. Der Theorie zufolge entsteht das Risiko für geringe Literalität durch eine Kumulation und Interaktion sozialer und phonologischer Risikofaktoren. Erst wenn sowohl ungünstige soziale Bedingungen als auch phonologische Schwächen auftreten und sich gegenseitig verstärken, steigt die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung unzureichender Lese- und Schreibfähigkeiten. Geringe Literalität wird demnach als phonologisch bedingte Beeinträchtigung der Lesefähigkeit verstanden, die durch Defizite in der phonologischen Informationsverarbeitung ausgelöst wird. Diese Beeinträchtigung wird durch soziale Problemlagen, auf die nicht adäquat reagiert wird, verstärkt (Grosche, 2012, 2013).

Empirische Befunde. Empirische Befunde zeigen, dass geringe Literalität bei Erwachsenen nicht nur mit ausgeprägten Lese- und Schreibschwierigkeiten einhergeht, sondern auch mit signifikanten Einschränkungen zentraler kognitiver Vorläuferprozesse des Lesens (Bar-Kochva et al., 2019). Ein aktuelles Review belegt, dass gering literalisierte Erwachsene im Vergleich zu normgerecht lesenden Erwachsenen insbesondere bei Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit und Phonemwahrnehmung, zum lexikalischen Zugriff sowie zum phonologischen

Arbeitsgedächtnis geringere Leistungen erbringen. Demgegenüber zeigen sich im Bereich des orthografischen Wissens keine Unterschiede (vgl. Vágvölgyi et al., 2025).

Schriftsprachliche Defizite. Gering literalisierte Erwachsene weisen ausgeprägte Defizite im Lesen, in der Rechtschreibung sowie in grundlegenden Dekodierprozessen der Schriftsprache auf (vgl. Bar-Kochva et al., 2019). Beim Lesen greifen sie verstärkt auf orthografische Prozesse zurück, wobei vor allem eine Ganzworterkennung stattfindet und eine lautgetreue, phonologische Dekodierung von Wörtern nur eingeschränkt genutzt wird (Eme, 2011; Grosche & Grünke, 2011; Thompkins & Binder, 2003). Besonders betroffen ist dabei das Textverständnis, das bei gering Literalisierten deutlich schwächer ausgeprägt ist als bei geübten Leserinnen und Lesern (Eme et al., 2014; Rüsseler et al., 2011).

Obwohl gering literalisierte Erwachsene häufiger orthografische Verarbeitungsstrategien einsetzen, zeigen sie auch innerhalb dieser Vorgehensweise erhebliche Defizite (Greenberg et al., 1997; Kolinsky & Tossonian, 2023; Thompkins & Binder, 2003). Dieser verstärkte Rückgriff auf orthografisch-lexikalische Prozesse ist als kompensatorische Reaktion auf eingeschränkte phonologische Verarbeitungsfähigkeiten zu verstehen (Greenberg et al., 1997). Aufgrund unzureichend ausgebildeter phonologischer Grundlagen bleibt diese Verarbeitungsweise jedoch begrenzt effizient und kann den weiteren Schriftspracherwerb nachhaltig beeinträchtigen (Grosche & Grünke, 2011; Thompkins & Binder, 2003).

Diese Befunde werden durch eine Studie gestützt, die 54 deutschsprachige gering literalisierte Erwachsene untersuchte und deren zentrale Lese- und Sprachfertigkeiten analysierte. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Personengruppe ein deutlich beeinträchtigtes Profil grundlegender Lesekompetenzen aufweist. Besonders ausgeprägt waren stark unterdurchschnittliche Leistungen in der Dekodierung und Leseflüssigkeit, eine reduzierte Lesegeschwindigkeit sowie erhebliche Einschränkungen im Textverständnis (Bar-Kochva et al., 2021).

Hinsichtlich des Wortschatzes verfügen gering literalisierte Erwachsene über geringere lexikalische Ressourcen als Kinder auf demselben Leselevel, wobei die Befundlage hierzu als heterogen zu bewerten ist (Eme et al., 2014; Greenberg et al., 1997; Thompkins & Binder, 2003). Insgesamt entsprechen die formalen Sprachfähigkeiten gering Literalisierter eher dem Stand ihrer Leseentwicklung als ihrem chronologischen Alter. Defizite zeigen sich insbe-

sondere in der Lautstruktur (Phonologie), im Satzbau (Morphosyntax) sowie in der Sprachreflexion (metalinguistische Analyse), während Wortschatz und Hörverständnis vergleichsweise gut entwickelt sind. Gesprochene und geschriebene Äußerungen weisen häufig eine geringere Kohärenz auf, und inhaltliche Zusammenhänge zwischen einzelnen Aspekten werden weniger deutlich, wobei der emotionale Ausdruck erhalten bleibt (Eme, 2011).

Über Schwierigkeiten im Lesen hinaus weisen gering literalisierte Personen auch erhebliche Defizite in der Rechtschreibung auf (Vágvölgyi et al., 2025). Nach Hochrechnungen der aktuellen LEO-Studie verfügen 10.6 Millionen Menschen in Deutschland der Gesamtbevölkerung (entspricht 20.5 %) über eine auffällig fehlerhafte Rechtschreibung, selbst bei gebräuchlichem und einfachem Wortschatz (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Weitere empirische Befunde stützen diese Ergebnisse. In einer Studie schrieben gering literalisierte Erwachsene in einem Rechtschreibtest der ersten Klassenstufe mehr als die Hälfte der Wörter falsch, während eine Kontrollgruppe mit normgerechten Lese- und Schreibkompetenzen keine Fehler aufwies (Boltzmann et al., 2017). Darüber hinaus zeigen sich Unterschiede in den angewandten Schreibstrategien: Gering literalisierte Personen nutzen ähnlich wie beim Lesen im Schreibprozess seltener phonologische und stattdessen vermehrt orthografische Strategien (Vágvölgyi et al., 2025).

Die Befunde zeigen, dass gering literalisierte Erwachsene ausgeprägte Defizite in zentralen schriftsprachlichen Kompetenzen aufweisen, insbesondere im Lesen und Rechtschreiben. Diese Einschränkungen stehen in engem Zusammenhang mit phonologischen sprachlichen Verarbeitungsprozessen, die im weiteren Verlauf näher betrachtet werden.

Phonologische Verarbeitung. Empirische Befunde zeigen, dass gering literalisierte Erwachsene Defizite in der phonologischen Verarbeitung aufweisen, insbesondere in phonologischen Prozessen der Worterkennung, Verschriftlichung und sprachlichen Analyse (vgl. Bar-Kochva et al., 2019; Eme et al., 2014; Vágvölgyi et al., 2016, 2025).

Eine Reihe von Befunden aus dem englischsprachigen Raum verdeutlicht dies. Greenberg et al. (1997, 2002) zeigten, dass gering literalisierte Erwachsene im Vergleich zu Kindern mit vergleichbarem Leseniveau stärkere phonologische Defizite aufwiesen, insbesondere bei der Phonemsegmentierung und -löschung. Zudem nutzten sie phonologische Strategien sel-

tener und griffen stattdessen vermehrt auf visuelle bzw. orthografische Verarbeitungsprozesse zurück, was grundlegende Einschränkungen der phonologischen Verarbeitung nahelegt. In einer weiteren Studie mit gering literalisierten Erwachsenen und Kindern der ersten und zweiten Klasse auf ähnlichem Leselevel zeigten sich vergleichbare Leistungen bei der Phonemlöschung, jedoch überwiegend schwächere Leistungen der Erwachsenen bei der Phonemerkennung, insbesondere bei komplexeren Aufgabenformaten (Thompkins & Binder, 2003). Fracasso et al. (2016) zeigten, dass phonologische Dekodierung und morphologisches Bewusstsein sowohl eng miteinander als auch mit weiteren sprachlichen Kompetenzen verknüpft sind. Dabei erwies sich die phonologische Dekodierung als eigenständiger Prädiktor der Rechtschreibfähigkeit sowie des Hör- und Leseverstehens. Das morphologische Bewusstsein hingegen stellte einen unabhängigen Prädiktor für die Rechtschreibfähigkeit, den Wortschatz und das Hörverstehen dar und trug darüber hinaus indirekt über den Wortschatz zum Leseverstehen bei. Eine reduzierte phonologische und morphologische Bewusstheit bei gering Literalisierten berichten auch Cheema et al. (2023). Während bei Lesekundigen das Lautbewusstsein mit den Lese- und Rechtschreibfähigkeiten zusammenhing, waren bei gering Literalisierten vor allem morphologische Bewusstheit und Lautbewusstsein für diese Fähigkeiten bedeutsam (Cheema et al., 2023).

Befunde aus Studien mit französisch- und deutschsprachigen gering literalisierten Erwachsenen stützen diese Ergebnisse. In einer Studie mit französischsprachigen gering Literalisierten und Kindern der ersten bis dritten Klassenstufe erzielten die Erwachsenen in phonologischen Aufgaben durchgängig geringere Leistungen als die Kinder, wobei ein signifikanter Gruppenunterschied nur auf dem Leseniveau der ersten Klasse gezeigt wurde (Eme et al., 2014). Eine belgische Studie verglich französischsprachige gering literalisierte Erwachsene mit normgerecht lesenden Kindern sowie Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung (LRS). Trotz vergleichbarer oder teils besserer Leseleistungen im Vergleich zu Kindern der dritten und vierten Klassenstufe zeigten die Erwachsenen ein deutlich reduziertes Phonembewusstsein und schwächere Leistungen in phonologischen Aufgaben (Kolinsky & Tossonian, 2023). Auch im deutschsprachigen Raum zeigen Studien, dass gering literalisierte Erwachsene im Vergleich zu lesekundigen Erwachsenen sowie zu Kindern mit vergleichbarem Leseniveau eine deutlich geringere phonologische Bewusstheit aufweisen (Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011). In einer Studie ohne Kontrollgruppe mit deutschsprachigen gering literalisierten Erwachsenen

lagen im Normenvergleich zur vierten Klassenstufe 37-46 % bei Aufgaben zur Phonemvertauschung und Wortumkehr im oder unter dem 25. Perzentil, 20-22 % erzielten Werte im 10. Perzentil oder darunter. Gleichzeitig erreichten rund 40 % der Stichprobe in diesen Aufgaben vollständig korrekte Lösungen, was auf eine ausgeprägte intraindividuelle Heterogenität hinweist. Einschränkend ist zu beachten, dass der Vergleich auf Normen der vierten Klassenstufe basiert und lediglich zwei Teilbereiche der phonologischen Bewusstheit erfasst wurden (Bar-Kochva et al., 2021).

Insgesamt zeigen sich bei gering lateralisierten Erwachsenen Einschränkungen in der phonologischen Informationsverarbeitung, insbesondere in der phonologischen Bewusstheit. Die Befunde legen nahe, dass das Arbeitsgedächtnis eine zentrale Rolle dabei spielt, wie phonologische Defizite teilweise kompensiert werden, und unterstreichen damit die Bedeutung kognitiver Ressourcen, die im folgenden Abschnitt näher untersucht werden.

Arbeitsgedächtnis. Die empirische Befundlage zu Defiziten im Arbeitsgedächtnis bei gering Literalisierten ist bislang begrenzt und zeigt ein uneinheitliches Bild (für einen Überblick siehe Vágvölgyi et al., 2025). Während einzelne Studien Hinweise auf Einschränkungen des Arbeitsgedächtnisses in dieser Population berichten (z. B. Eme et al., 2014; Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011) lassen sich entsprechende Defizite in anderen Untersuchungen nicht nachweisen (z. B. Thompkins & Binder, 2003). Diese inkonsistenten Befunde lassen sich unter anderem auf methodische Unterschiede zwischen den Studien zurückzuführen. So variieren sowohl die theoretische Fokussierung auf unterschiedliche Gedächtniskomponenten (z. B. verbales vs. phonologisches Arbeitsgedächtnis oder Arbeits- vs. Kurzzeitgedächtnis) als auch die eingesetzten Erhebungsinstrumente (z. B. Reproduktion der Wort- vs. Zahlenspanne).

Studienbefunde deuten jedoch darauf hin, dass die Arbeitsgedächtnisleistung einen zentralen Prädiktor für geringere Leistungen im Textverständnis darstellt (Vágvölgyi et al., 2024). Einen engen Zusammenhang zwischen Leseverständnis und Arbeitsgedächtnis belegen auch Tighe und Schatschneider (2016) in einer Meta-Analyse zu gering literalisierten Erwachsenen. Sie identifizierten sechs Kompetenzbereiche mit starken Zusammenhängen zum Leseverständnis: morphologische Bewusstheit, Sprachverständnis, Leseflüssigkeit, mündlicher Wortschatz, Dekodierfähigkeit realer Wörter sowie das Arbeitsgedächtnis. Darüber hinaus zeigten sich moderate Zusammenhänge für Pseudowortdekodierung, orthografisches Wissen

und phonologische Bewusstheit. Diese Befunde verdeutlichen, dass das Leseverständnis gering literalisierter bzw. leeschwacher Erwachsener auf dem Zusammenspiel mehrerer linguistischer und kognitiver Teilfähigkeiten beruht und dass das Arbeitsgedächtnis dabei eine zentrale Rolle einnimmt.

Die Ergebnisse der Studie von Silva et al. (2012), zeigen, dass Literalität einen signifikanten Einfluss auf die phonologische Schleife des Arbeitsgedächtnisses hat, während für das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis kaum oder keine Effekte festgestellt wurden. Darüber hinaus weisen die Befunde darauf hin, dass auch die zentrale Exekutive von Literalität profitieren könnte, möglicherweise im Sinne einer erhöhten kognitiven Reserve. In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen erzielten gering literalisierte Erwachsene in Zahlenspannenaufgaben durchgängig niedrigere Leistungen als Erwachsene mit normgerechten Lesefähigkeiten. Insgesamt legen die Studienergebnisse nahe, dass der Einfluss der Alphabetisierung primär spezifisch die phonologische Schleife des Arbeitsgedächtnisses betrifft (Silva et al., 2012).

Studien mit gering literalisierten Erwachsenen ohne formale Schulbildung liefern zusätzliche Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Literalität und Gedächtnisleistungen. Ardila et al. (1989) untersuchten gering literalisierte Erwachsene ohne Schulbildung in Bogota/Kolumbien und fanden im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit Schulbildung und entsprechenden Lesefähigkeiten Leistungsnachteile in verschiedenen Gedächtnisaufgaben, unter anderem bei der Wiederholung von Zahlenspannen. Differenziertere Befunde berichten Kosmidis et al. (2011), die unterschiedliche Gruppen griechischer gering Literalisierter (ohne Schulbesuch, autodidaktisch Literalisierte sowie Personen mit kurzer Schulbildung) verglichen. Alle Gruppen wiesen reduzierte Leistungen in Arbeitsgedächtnisaufgaben auf. Der Gruppenvergleich deutet jedoch darauf hin, dass der Erwerb von Lese- und Schreibkompetenzen mit einer verbesserten Arbeitsgedächtnisleistung verbunden sein kann. Die Forschungsgruppe weist allerdings darauf hin, dass die Generalisierbarkeit ihrer Studienergebnisse begrenzt ist (Kosmidis et al., 2011).

Lexikalischer Zugriff. Einzelne Befunde weisen auf eine verlangsamte lexikalische Benennungsgeschwindigkeit bei gering literalisierten Erwachsenen hin, die Evidenz ist jedoch begrenzt (Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011). Robustere Ergebnisse liegen bislang vor allem für Erwachsene ohne Schriftsprachkenntnisse vor (Araújo et al., 2019, 2023, 2025).

Studien mit deutschsprachigen gering literalisierten Personen sprechen nur eingeschränkt für eine Beeinträchtigung: Während der lexikalische Zugriff gegenüber lesekundigen Erwachsenen zwar verlangsamt war, erwies er sich im Vergleich zu Grundschulkindern auf ähnlichem Leseniveau als relativ schnell (Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011). Auch Bar-Kochva et al. (2021) fanden keine Hinweise auf Defizite im lexikalischen Zugriff, wobei die Interpretation aufgrund fehlender Erwachsenennormen und Vergleichsgruppen eingeschränkt ist.

Im Gegensatz zu den überwiegend inkonsistenten Befunden bei gering literalisierten Erwachsenen mit Lesekenntnissen berichtet eine Reihe von Studien konsistent über eine verlangsamte lexikalische Benennungsgeschwindigkeit bei gering literalisierten Erwachsenen ohne jegliche Lesekompetenz (Araújo et al., 2019, 2023, 2925). Leseerfahrung – auch wenn sie erst im Erwachsenenalter erworben wurde – geht mit einer verbesserten RAN-Leistung einher, insbesondere beim Zugriff lexikalisch anspruchsvoller Stimuli wie niederfrequenter Wörter oder solcher mit geringer phonologischer Nachbarschaft. Der Effekt zeigte sich bei portugiesischsprachigen gering literalisierten Erwachsenen unabhängig von Schulbildung und Alter des Schriftspracherwerbs (Araújo et al., 2019) und konnte in weiteren Studien mit portugiesischen und indischen Stichproben repliziert werden, was gegen einen maßgeblichen Einfluss kultureller Faktoren spricht (Araújo et al., 2023, 2925).

Weitere Befunde. Neben den bereits beschriebenen Defiziten deuten Befunde darauf hin, dass gering literalisierte Personen auch in weiteren kognitiven Bereichen Einschränkungen aufweisen. So zeigen sich Defizite in grundlegenden Wahrnehmungsfunktionen wie Richtungshören, Tonhöhenunterscheidung oder auditiver Zeitmustererkennung, die die Entstehung und Aufrechterhaltung schriftsprachlicher Probleme begünstigen (Rüsseler et al., 2011). Gleichzeitig gibt es Hinweise darauf, dass Trainings, die diese basalen Funktionen fördern, sowohl die Schriftsprachkompetenz als auch allgemeine kognitive Leistungen verbessern können (Rüsseler et al., 2013).

Befunde sprechen für weitere Defizite im kognitiven Bereich, wie die Studie von van Linden & Cremers (2008) verdeutlicht. Sie untersuchten jeweils 23 niederländisch sprechende gering Literalisierte und Erwachsenen mit normgerechten Schriftsprachfähigkeiten und erho-

ben neben Lese- und Schreibkompetenzen mehrere kognitive Funktionen (visuelle Wahrnehmung, Verarbeitungsgeschwindigkeit, räumliche mentale Orientierung, Aufmerksamkeit). Die gering Literalisierten erzielten in allen getesteten kognitiven Bereichen niedrigere Werte. Insbesondere zeigten sie in Erinnerungsaufgaben geringere Leistungen, was auf Defizite in visueller Organisation und visuellem Gedächtnis schließen lässt. Zudem wiesen sie eine schwächere räumliche Orientierung sowie reduzierte Aufmerksamkeitsleistungen auf, einschließlich einer eingeschränkten Fähigkeit, den Fokus zu halten und zwischen Aufgaben zu wechseln (van Linden & Cremers, 2008). In einer Studie mit 47 deutschsprachigen gering literalisierten Teilnehmenden an einer Alphabetisierungsmaßnahme zeigten sich vor der Maßnahme deutliche Defizite in basalen kognitiven Kompetenzen: Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen lagen weit unterhalb des Normbereichs, räumliches Denken war normunterdurchschnittlich, und auch mathematische Fähigkeiten (ZF-R) lagen unter dem Durchschnitt. Im Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (BISC; Jansen et al., 2002) wurden ebenfalls niedrige Ausgangswerte festgestellt. Während der Maßnahme traten teilweise Verbesserungen auf, sodass einige Leistungen nach der Maßnahme zumindest den unteren Normbereich erreichten, Defizite bestanden jedoch weiterhin in mehreren Bereichen (van der Meer et al., 2011).

Heterogenität. Die Gruppe gering literalisierter Erwachsener ist durch eine hohe Heterogenität gekennzeichnet, die sich bereits in ihrer soziodemografischen Zusammensetzung zeigt (Deutscher Volkshochschul-Verband e. V., 2019). Innerhalb der Gesamtgruppe finden sich mehr Menschen mit Deutsch als Erstsprache (52.6 %) als mit anderen Herkunftssprachen (47.4 %), mehr Männer (58.4 %) als Frauen (41.7 %) sowie mehr Personen mit Schulabschluss (76 %) als ohne Schulabschluss (22.3 %; 1.6 % zählen zu den Schülerinnen und Schülern). Weiterhin überwiegen Erwerbstätige (62.3 %) gegenüber Arbeitslosen (12.9 %), Hausfrauen und -männer (8.1 %), Rentnerinnen und Rentner (5.6 %) oder sonstigen Tätigkeiten (11 %; Grotlückschen & Buddeberg, 2020). Darüber hinaus lässt sich die Gruppe gering literalisierter Erwachsener in zahlreiche heterogene Subgruppen differenzieren, wie beispielsweise in Berufstätige mit Berufsgrundbildungsbedarf, Menschen mit langjähriger Entfremdung von der Schrift oder dem Verlust vorheriger Schriftsprachkompetenzen, um nur einige zu nennen (Deutscher Volkshochschul-Verband e. V., 2019). Diese Vielfalt verdeutlicht, dass geringe Literalität kein einheitliches Phänomen darstellt, sondern auf unterschiedlichen Bildungs- und Lebensverläufen beruht.

Obwohl knapp die Hälfte (47.4 %) der gering literalisierten Erwachsenen in Deutschland eine andere Erstsprache als Deutsch spricht (Grotlüschen & Buddeberg, 2020), fokussieren deutschsprachige Studien überwiegend Personen mit Deutsch als Erstsprache (z. B. Bar-Kochva et al., 2021; Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011; Rüsseler et al., 2013). Häufig wird explizit ein korrekter, fließender mündlicher Sprachgebrauch im Sinne muttersprachlicher Kompetenz als Einschlusskriterium gefordert, um Effekte geringer Literalität von solchen des Zweitspracherwerbs abzugrenzen. Zugleich wird betont, dass muttersprachliche Kompetenz kein notwendiges Kriterium darstellt, sofern ausreichende mündliche Kenntnisse der Zweitsprache vorliegen (Vágvölgyi et al., 2016).

Darüber hinaus bestehen erhebliche Unterschiede in den Lese- und Schreibfähigkeiten (Bar-Kochva et al., 2019). Dies zeigt sich unter anderem in der Differenzierung der Leselevel 1 bis 3 der LEO-Studie, die ein breites Kompetenzspektrum abbilden, das von sehr basalen Fähigkeiten wie dem Lesen und Schreiben einzelner Wörter bis hin zum Lesen und Verfassen einfacher zusammenhängender Sätze reicht (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Vor diesem Hintergrund verweisen empirische Befunde auch auf Unterschiede in den kognitiven Fähigkeiten gering literalisierter Erwachsener (Vágvölgyi et al., 2016). Eine systematische Übersichtsarbeit zeigt, dass die kognitiven Muster dieser Gruppe in Teilen Ähnlichkeiten mit Profilen von Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung aufweisen, jedoch nicht vollständig mit diesen übereinstimmen. Vielmehr variieren einzelne kognitive Teilfähigkeiten innerhalb der Gruppe deutlich in ihrer Ausprägung, was auf differenzierte zugrunde liegende kognitive Profile hinweist (vgl. Vágvölgyi et al., 2025).

Studien von Eme et al. (2010, 2014) belegen eine ausgeprägte Heterogenität mündlicher Sprachfähigkeiten bei gering literalisierten Erwachsenen. Mithilfe von Clusteranalysen wurden auf Basis narrativer sowie phonologischer, morphosyntaktischer und semantischer Aufgaben mehrere Sprachsubtypen identifiziert, die sich in Art und Ausmaß ihrer Stärken und Schwächen deutlich unterscheiden. Während einzelne Subgruppen erzählerische Leistungen nahe der Kontrollgruppe zeigten, wiesen andere ausgeprägte Defizite auf, etwa in der Diskursorganisation der in spezifischen sprachlichen Teilbereichen. Die Ergebnisse sprechen gegen ein einheitliches Defizitprofil und verweisen stattdessen auf unterschiedliche Entwicklungsverläufe und multiple Risikofaktoren als Grundlage gering literalisierter Sprachkompetenzen (Eme et al., 2010, 2014).

Vágvölgyi et al. (2019) untersuchten in einer multiplen Einzelfallstudie drei gering literalisierte und sieben normgerecht lesende Erwachsene hinsichtlich sprachlicher, kognitiver und numerischer Fähigkeiten. Es zeigten sich heterogene Defizitmuster im sprachlichen Bereich, bei homogenen numerischen Leistungen. Gegenüber der Kontrollgruppe schnitten gering Literalisierte jedoch in allen sprachlichen und den meisten numerischen Aufgaben schlechter ab. Unterschiede in kognitiven Fähigkeiten traten insbesondere in der Inhibition hervor. Die Befunde stützen die Annahme einer ausgeprägten Heterogenität gering literalisierter Personen, sind jedoch aufgrund des Einzelfalldesigns nur eingeschränkt generalisierbar.

Der Forschungsschwerpunkt liegt bislang vorwiegend auf schriftsprachlichen Fähigkeiten, wodurch die Vielfalt innerhalb der Gruppe gering literalisierter Personen nur unzureichend abgebildet und relevante individuelle Faktoren weitgehend unberücksichtigt bleiben (Vágvölgyi et al., 2016, 2019). Gleichzeitig sind selbst die schriftsprachlichen Kompetenzen bisher kaum differenziert untersucht worden (vgl. Rüsseler, 2025; Vágvölgyi et al., 2025). Vor diesem Hintergrund besteht ein deutlicher Bedarf, die Heterogenität dieser Gruppe systematischer und umfassender zu erfassen.

Zusammenfassung. Zusammenfassend zeigen gering literalisierte Personen deutliche Defizite in zentralen schriftsprachlichen Kompetenzen, insbesondere im Lesen und in der Rechtschreibung. Diese Schwierigkeiten stehen offenbar in engem Zusammenhang mit Einschränkungen phonologischer Verarbeitungsprozesse, insbesondere der phonologischen Bewusstheit. Teilweise werden Beeinträchtigungen im Arbeitsgedächtnis sowie im Bereich der phonologischen Schleife diskutiert. Einzelne Befunde weisen außerdem auf eine verlangsamte lexikalische Benennungsgeschwindigkeit, eine eingeschränkte Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit sowie Defizite in mathematischen Fähigkeiten hin. Die Gruppe gering literalisierter Personen ist insgesamt sehr heterogen, sowohl hinsichtlich der Lese- und Schreibfähigkeiten als auch individueller biografischer Faktoren und kognitiver Profile. Diese Heterogenität innerhalb der Gruppe gering Literalisierter schränkt die Interpretierbarkeit der vorhandenen Evidenz ein und macht eine differenziertere Untersuchung dieser Gruppe erforderlich.

2.1.5 Lese- und Rechtschreibstörung

Definition. Die Lese- und Rechtschreibstörung (LRS) wird auch als Lese- und Rechtschreibschwäche, Legasthenie oder Dyslexie bezeichnet. Sie lässt sich unterteilen in erworbene und entwicklungsbedingte LRS (vgl. Boltzmann, 2014; Frith, 1986): Die erworbene LRS beruht auf dem Verlust zuvor intakter schriftsprachlicher Fähigkeiten infolge einer neurologischen Schädigung (Coslett, 2000). Im Gegensatz dazu stellt die entwicklungsbedingte LRS eine weit verbreitete neurologische Entwicklungsstörung der schriftsprachlichen Fähigkeiten dar, die durch beeinträchtigtes, oft verlangsamtes Worterkennen sowie durch Defizite in Rechtschreibung und Dekodierung gekennzeichnet ist (International Dyslexia Association, 2002; Peterson & Pennington, 2015). Im Folgenden wird LRS ausschließlich im Sinne einer entwicklungsbedingten Störung verwendet, da nur diese Form für den Kontext dieser Arbeit relevant ist.

Gemäß der *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (ICD) wird LRS als „umschriebene Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten“ (Ziffer F81.-) definiert. Die derzeit gültige Fassung für Deutschland ist die ICD-10-GM, Version 26 (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2025). Die 11. Revision (ICD-11) befindet sich in Vorbereitung (vgl. Schulte-Körne, 2021). LRS umfasst Beeinträchtigungen der Lesefertigkeiten, die nicht durch Alter, Sehprobleme oder mangelhafte Schulbildung erklärt werden können (Ziffer F80.0). Betroffen sind häufig Leseverständnis, Worterkennung, Vorlesen und weitere leseabhängige Leistungen. Rechtschreibprobleme treten häufig auf und persistieren oft bis in die Jugend. Entwicklungsstörungen des Sprechens oder der Sprache gehen Entwicklungsstörungen des Lesens häufig voraus. Im schulischen Verlauf können zudem emotionale und Verhaltensprobleme begleitend auftreten. Die LRS ist von der isolierten Rechtschreibstörung abzugrenzen, welche die Rechtschreibleistung ohne Vorgeschichte einer Lese- störung betrifft (ICD-10-GM, Version 2026; Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2025).

Das *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed., text rev., DSM-5-TR; American Psychiatric Association, 2022) ist vor allem in den USA ein zentrales Diagnose- und Referenzsystem für die Forschung und klinische Praxis. In Deutschland wird es primär in der Wissenschaft genutzt, während die klinische Diagnostik auf der ICD basiert. Im

DSM-5-TR (American Psychiatric Association, 2022) wird LRS als „Spezifische Lernstörung“ definiert, gekennzeichnet durch anhaltende, altersunangemessene Defizite in schulischen Fertigkeiten wie Lesen, Rechtschreiben, schriftlichem Ausdruck oder Mathematik, die zu deutlichen Beeinträchtigungen in Schule, Alltag oder Beruf führen. Unter den „Spezifischen Lernstörungen mit Beeinträchtigung beim Lesen“ (F81.0) wird Dyslexie als spezifische Form mit den Schweregraden leicht, mittel und schwer klassifiziert.

Diagnostik. Die Diagnose einer LRS erfolgt anhand psychometrischer Testergebnisse, einer Entwicklungs- und Schulanamnese sowie klinischer Untersuchungen inklusive Seh- und Hördiagnostik (Schulte-Körne & Galuschka, 2019). Zentrale Grundlage bildet dabei die S3-Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) e. V. Die zuletzt gültige Version aus dem Jahre 2015 („Diagnostik und Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Lese- und/oder Rechtschreibstörung“, AWMF-Registernummer 028-044) wird derzeit umfassend überarbeitet und soll mit der Fertigstellung als S3-Leitlinie „Diagnostik und Behandlung der Lese- und/oder Rechtschreibstörung“ im Oktober 2026 neu erscheinen. Ziel der Revision ist es, die aktuellen empirischen Erkenntnisse zu bündeln und in klar formulierte, objektive diagnostische Kriterien zu überführen. Die Leitlinie dient als praxisorientiertes Instrument, das eine einheitliche und wissenschaftlich fundierte Diagnostik und Behandlung unterstützt (Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie [DGKJP] et al., 2025).

Gemäß der aktuellen S3-Leitlinie (2015) basiert die LRS-Diagnostik auf Lese- und/oder Rechtschreibleistungen, die deutlich unter dem zu erwartenden Alters-, Klassen- oder Intelligenzniveau liegen und dadurch die Bewältigung von Alltagsanforderungen beeinträchtigen. Die diagnostische Diskrepanz sollte in der Regel ≥ 1.5 Standardabweichungen betragen, wobei die Einzelleistungen mindestens unterhalb des Durchschnittsbereichs (≥ 1 SD unter dem Mittelwert) liegen sollten. Liegt jedoch Evidenz aus klinischer Untersuchung und psychometrischen Tests vor, können auch geringere Abweichungen (≥ 1 SD unter der Klassen- oder Altersnorm oder dem aufgrund der Intelligenz zu erwartenden Lese-/Schreibleistungen) für die Diagnose berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, vorrangig das Kriterium der Alters- oder Klassennormdiskrepanz oder das IQ-Diskrepanzkriterium heranzuziehen (Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie [DGKJP] et al.,

2015). Die Kriterien Alter und IQ sowie das Diskrepanzkriterium im Rahmen der Diagnosestellung werden kontrovers diskutiert (Grosche, 2012; Peterson & Pennington, 2015). Bei der Testdiagnostik sollten bevorzugt schulformspezifische Normen sowie Klassennormen verwendet werden. Die S3-Leitlinie gibt dazu entsprechende Empfehlungen für den Einsatz standardisierter Lese- und Rechtschreibtests (Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie [DGKJP] et al., 2015). Die schlussendliche Diagnosestellung der LRS als „umschriebene Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten“ mit entsprechendem Diagnoseschlüssel (F81.-) erfolgt nach ICD-10-GM (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2025).

Prävalenz. Die Prävalenz der LRS wird auf 4-8 % geschätzt (Fischbach et al., 2013; Steinbrink & Lachmann, 2014). Die Zahlen variieren erheblich, unter anderem aufgrund unterschiedlicher zugrunde gelegter Diskrepanzkriterien in der Diagnostik sowie variierender Altersgruppen (vgl. Fickler-Stang, 2011; Fischbach et al., 2013; Schulte-Körne & Galuschka, 2019; Steinbrink & Lachmann, 2014). Bei einer Diskrepanz von 1.5 Standardabweichungen unter dem Altersdurchschnitt berichten Peterson und Pennington (2015) eine Prävalenz von etwa 7 %. Bezogen auf unterschiedliche Altersklassen berichten Hasselhorn und Schuchardt (2006) eine Prävalenz der LRS von etwa 7-8 % bei Achtjährigen, > 6 % bei 12-jährigen und 4 % bei jungen Erwachsenen. Die sinkende Prävalenz mit steigendem Alter ist auf Auswirkungen von Fördermaßnahmen zurückzuführen (Hasselhorn & Schuchardt, 2006). In der Vergangenheit gab es geschlechtsspezifische Prävalenzraten zu Ungunsten für Jungen (Hasselhorn & Schuchardt, 2006), welche jedoch nicht mehr zweifelsfrei belegt werden können (Fickler-Stang, 2011).

Komorbiditäten. Kinder mit LRS weisen häufig Komorbiditäten auf, die sowohl andere Lernstörungen als auch psychische und sprachliche Beeinträchtigungen betreffen. Zu den häufigsten Begleiterkrankungen zählen die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS), Angststörungen, depressive Störungen, Rechenstörung, auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sowie Sprach- und Lautbildungsstörungen (Esser & von Wirth, 2020; Hasselhorn & Schuchardt, 2006; Schulte-Körne & Galuschka, 2019; Visser et al., 2019). Studien zeigen, dass das Risiko für ADHS und Angststörungen bei Kindern mit LRS jeweils etwa viermal, für soziale Phobie sogar bis zu sechsmal erhöht ist. Bei Jungen besteht zudem ein erhöhtes Risiko für dissoziales Verhalten (Esser & von Wirth, 2020). Weiterhin zeigen einige

Kinder mit LRS sozial-emotionale oder verhaltensbezogene Auffälligkeiten (Schulte-Körne & Galuschka, 2019).

Persistenz. Unbehandelt verläuft die LRS in vielen Fällen persistierend und ist mit Beeinträchtigungen der schulischen und beruflichen Entwicklung sowie des psychosozialen Funktionsniveaus verbunden (Kohn et al., 2013; Shaywitz et al., 1999). Obwohl sich die Lese- und Rechtschreibleistungen von Kindern und Jugendlichen mit LRS im Laufe der Zeit meist verbessern, bleibt ihre relative Position innerhalb der Altersgruppe weitgehend unverändert (Hasselhorn & Schuchardt, 2006). Bei etwa zwei Dritteln der als Kinder diagnostizierten Erwachsenen bestehen vor allem eine geringe Lesegeschwindigkeit, Schwierigkeiten beim Buchstabieren sowie Defizite beim Lesen von Nichtwörtern fort. Bei ausgeprägten Beeinträchtigungen werden diese Personen der Gruppe gering literalisierter Personen zugerechnet, wobei verlässliche Angaben darüber, wie viele von ihnen im Kindesalter eine LRS-Diagnose erhalten haben, bislang nicht vorliegen (Rüsseler et al., 2019).

Ursachen. Die Ursachen der LRS sind komplex und umfassen Kombinationen aus genetischen, neurobiologischen und umweltbedingten Einflüssen, die während des individuellen Entwicklungsprozesses miteinander interagieren (Frith, 2001; International Dyslexia Association, 2025; Ramus, 2004). Die zentrale Ursache ist meist eine Störung der phonologischen Verarbeitung, die zu vermindertem Leseverständnis und geringerer Leseerfahrung führt und dadurch den Aufbau von Wortschatz und Allgemeinwissen einschränkt (International Dyslexia Association, 2002). Verschiedene Theorien versuchen, die komplexen Ursachen der LRS zu erklären (Frith, 2001; Lachmann & Bergström, 2023; Ramus, 2004; Snowling, 2019; Stein, 2001; Tallal, 2004; Wolf & Bowers, 1999).

Phonologische Defizithypothese. Die phonologische Defizithypothese (Snowling, 2019) geht davon aus, dass Schwierigkeiten beim Lesen- und Schreibenlernen hauptsächlich auf Defizite in der Verarbeitung von Sprachlauten zurückzuführen sind. Personen mit LRS haben demnach Probleme, die Lautstruktur der Sprache präzise zu erkennen, kurzfristig im Gedächtnis zu halten und schnell abzurufen. Diese phonologischen Schwächen erschweren den Erwerb der Graphem-Phonem-Korrespondenzen, die für das Entziffern von Wörtern grundlegend sind. Dadurch entwickeln sich ein langsamer, fehleranfälliger Leseprozess und anhaltende Rechtschreibschwierigkeiten. Die phonologischen Defizite bestehen zumeist bereits vor

dem Lesenlernen und bleiben über die Entwicklung hinweg stabil, wodurch sie als zentrale Ursache der LRS gelten (vgl. Snowling, 2019).

Doppel-Defizit-Hypothese. Während die Hypothese von Snowling (2019) auf Defizite in der phonologischen Verarbeitung beschränkt ist, nehmen Wolf und Bowers (1999) an, dass der LRS sowohl phonologische Defizite als auch Einschränkungen in Prozessen des schnellen Zugriffs lexikalischer Informationen zugrunde liegen. Mit ihrer Doppel-Defizit-Hypothese postulieren sie, dass ein gemeinsames Auftreten beider Defizite zu schweren Leseschwierigkeiten führen kann (Wolf & Bowers, 1999).

Magnozelluläre Theorie. Stein (2001) erklärt LRS durch eine eingeschränkte Funktion der magnozellulären Bahnen im visuellen System. Diese spezialisierten Nervenzellen sind für die schnelle Verarbeitung von Bewegungen, Kontrasten und zeitlichen Veränderungen zuständig und steuern unter anderem die Augenbewegungen beim Lesen. Ein Defizit in diesem System kann dazu führen, dass Betroffene Buchstaben und Wörter nicht flüssig oder korrekt erfassen, was die Lesefähigkeit und das Rechtschreiben erheblich beeinträchtigt. Die magnozelluläre Theorie betont somit die Bedeutung visueller zeitlicher Verarbeitung für das Lesen und ergänzt die phonologische Erklärung der LRS (Stein, 2001).

Rapid Auditory Processing Deficit Hypothesis. Eine andere Hypothese geht von grundlegenden Schwierigkeiten bei der schnellen Verarbeitung und Integration kurz aufeinanderfolgender auditiver Reize aus (sog. *Rapid Auditory Processing Deficit Hypothesis*; Tallal, 2004). Dabei führt eine beeinträchtigte Diskriminationsfähigkeit ähnlich klingender Phoneme zu schwach ausgebildeten Phonemrepräsentationen, was wiederum zu phonologischen Verarbeitungsdefiziten beiträgt.

Zerebelläre Theorie. Nicolson et al. (2001) gehen davon aus, dass bei vielen Personen mit LRS eine Funktionsstörung des Kleinhirns vorliegt. Eine Beeinträchtigung der zerebellären Funktionen kann zu Problemen bei der Automatisierung des Lesens und Schreibens, bei der Sprachartikulation sowie bei anderen kognitiven und motorischen Fertigkeiten führen. Dies kann zu Schwierigkeiten beim Schriftspracherwerb beitragen.

Weitere Theorien. Ramus (2004) erklärt LRS als spezifisches phonologisches Defizit, das zusätzlich sensorische Auffälligkeiten umfassen kann. Ausgehend von der phonologischen

Theorie der Dyslexie (Snowling, 2019) und der magnozellulären Theorie (Stein, 2001) entwickelte er ein integriertes Modell. Dabei geht er davon aus, dass die Hauptursache von LRS auf genetisch bedingten Anomalien in spezifischen linkshemisphärischen Kortexarealen basiert, die maßgeblich an der phonologischen Verarbeitung beteiligt sind. Zusätzlich postuliert er, dass bestimmte hormonelle Einflüsse den Thalamus beeinträchtigen können und dadurch optionale sensorische Störungen entstehen (Ramus, 2004).

Weitere Modelle erklären die Ursachen der LRS auf verschiedenen Ebenen. Frith (2001) beschreibt eine biologische, eine kognitive und eine behaviorale Ebene. Die biologische Ebene umfasst genetische und neurobiologische Faktoren, welche die Entstehung einer LRS begünstigen können. Auf der kognitiven Ebene werden informationsverarbeitende Prozesse beschrieben, in denen sich diese biologischen Voraussetzungen als spezifische Defizite zeigen, beispielsweise in der zeitlichen Verarbeitung oder der Impulskontrolle. Die behaviorale Ebene beschreibt die beobachtbaren Ausprägungen der Störung, zum Beispiel Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben. Umweltfaktoren, wie sozioökonomischer Status oder Bildungsniveau (vgl. Becker et al., 2017; Peterson & Pennington, 2015), wirken dabei auf allen Ebenen und stehen in wechselseitiger Interaktion mit individuellen Voraussetzungen (Frith, 2001).

Ein weiteres Mehrebenenmodell liefern Lachmann und Bergström (2023). Ihr Ansatz beschreibt LRS als Ergebnis eines mehrstufigen Zusammenspiels kognitiver, perzeptueller, neuraler und umweltbezogener Faktoren. Die Autoren gehen davon aus, dass Leseprobleme aus Interaktionen zwischen verschiedenen Ebenen entstehen: von grundlegenden sensorisch-perzeptuellen Prozessen über sprachliche und kognitive Mechanismen bis hin zu erfahrungs- und umweltbedingten Einflüssen.

Empirische Befunde. Verschiedene Ursachenmodelle beschreiben LRS als multifaktorielle Störung (Frith, 2001; Lachmann & Bergström, 2023; Ramus, 2004; Snowling, 2019; Stein, 2001; Tallal, 2004; Wolf & Bowers, 1999), welche Defizite in der Schriftsprache, in der phonologischen Verarbeitung sowie in weiteren mündlichen Sprachfertigkeiten, wie dem Wortschatz, umfasst (vgl. Reis et al., 2020). Beim Lesen sind insbesondere das Leseverständnis und die Leseflüssigkeit beeinträchtigt, wobei diese Schwierigkeiten auch im Erwachsenenalter fortbestehen (Vágvölgyi et al., 2016; Vellutino et al., 2004).

Auf kognitiver Ebene zeigen sich konsistent Defizite in der phonologischen Bewusstheit, Einschränkungen des phonologischen Arbeitsgedächtnisses sowie eine verlangsamte lexikalische Benennungsgeschwindigkeit, wodurch die Graphem-Phonem-Zuordnung und das Dekodieren erschwert werden (z. B. Peterson & Pennington, 2015; Vellutino et al., 2004). Zusätzlich treten bei einem Teil der Betroffenen Aufmerksamkeitsprobleme auf, die unabhängig von phonologischen Beeinträchtigungen bestehen können (Valdois et al., 2004). Insgesamt scheinen allerdings die Defizite in den Lese- und Schreibfertigkeiten stärker zu sein als in anderen sprachlichen Prozessen, was insbesondere bei Messung der Lesegeschwindigkeit deutlich wird (Reis et al., 2020).

Die Ausprägung der Defizite wird dabei von der orthografischen Transparenz beeinflusst. Erwachsene, die Lesen und Schreiben in transparenten Schriftsystemen wie dem Deutschen erlernt haben, zeigen geringere Genauigkeitsdefizite als diejenigen aus komplexeren Orthografien wie dem Englischen. Beeinträchtigungen der Lesegeschwindigkeit bleiben jedoch orthografieunabhängig hoch und vergleichbar (Reis et al., 2020). Schwierigkeiten der Worterkennung, die die Leseflüssigkeit und das Textverständnis beeinträchtigen, lassen sich häufiger auf Beeinträchtigungen impliziter phonologischer Prozesse wie Arbeitsgedächtnis oder lexikalischen Zugriff zurückführen. In komplexen Orthografien treten kausale Zusammenhänge zwischen Worterkennung und phonologischen Defiziten stärker hervor (Vellutino et al., 2004), während bei transparenten Orthografien die phonologische Bewusstheit im Erwachsenenalter ein untergeordnetes Problem darzustellen scheint (Reis et al., 2020). Ziegler et al. (2003) zeigten jedoch beim Vergleich zwischen englisch- und deutschsprachigen Kindern mit LRS, dass die Gemeinsamkeiten zwischen den verschiedensprachigen Kindern weitaus größer waren als die Unterschiede. Auch aktuellere meta-analytische Befunde weisen über Altersgruppen und Orthografien hinweg konsistente Defizite in der phonologischen Verarbeitung, im lexikalischen Zugriff und in der Leseflüssigkeit nach und bestätigen, dass gerade diese Bereiche die zuverlässigsten Marker einer Leseschwäche darstellen (Carioti et al., 2021).

Neurokognitive Modelle führen die LRS auf ein kognitives Kerndefizit in der Verarbeitung phonologischer Aspekte von Sprache zurück, das mit genetisch bedingten funktionellen Veränderungen in spezifischen kortikalen Arealen assoziiert wird (Ramus, 2004).

Schriftsprachliche Defizite. Kinder mit LRS weisen zentrale Beeinträchtigungen der schriftsprachlichen Verarbeitung auf, deren Kern ein grundlegendes Defizit im Erwerb der Dekodierungsprozesse geschriebener Sprache bildet (Vellutino et al., 2004). Dieses Dekodierungsdefizit äußert sich bereits früh in Schwierigkeiten beim Erkennen einzelner Wörter und wirkt sich negativ auf die Leseflüssigkeit aus (Snowling et al., 1997). In diesem Zusammenhang ist die Lesegeschwindigkeit bei Kindern wie auch bei Erwachsenen mit LRS im Vergleich zu Personen ohne LRS deutlich verlangsamt (vgl. Vágvolgyi et al., 2016).

Bereits im Grundschulalter zeigen deutschsprachige Kinder mit LRS im Vergleich zu altersgleichen Kindern ohne LRS eine geringere Leseflüssigkeit und eine geringere Anzahl korrekt dekodierter Pseudowörter pro Minute (Maurer et al., 2011). Ähnliche Befunde ergeben sich in einer weiteren Untersuchung mit deutschsprachigen Kindern mit LRS, teils mit komorbider Dyskalkulie: Sowohl Kinder mit LRS als auch solche mit LRS und Dyskalkulie zeigten in der Leseflüssigkeit sowie im Wort- und Nicht-Wortlesen geringere Leistungen als Kinder mit isolierter Dyskalkulie und Kinder ohne LRS (Landerl et al., 2009). Ergänzend zeigen weitere Befunde, dass Kinder mit LRS auch im Satzlesen beeinträchtigt sind und sowohl eine geringere Anzahl korrekt gelesener Sätze als auch eine erhöhte Anzahl phonologischer und orthografischer Fehler aufweisen (Landerl, 2001). Vergleichbare Muster finden sich auch im Erwachsenenalter: Deutschsprachige Erwachsene mit LRS zeigen im Vergleich zu Kontrollpersonen anhaltende Schwächen im Wort- und Nicht-Wortlesen sowie eine verringerte Lesegeschwindigkeit beim lauten und leisen Lesen (Rüsseler et al., 2003, 2015, 2018).

Neben den Leseschwierigkeiten sind auch anhaltende Probleme im Bereich der Rechtschreibung charakteristisch für LRS. Empirische Studien mit deutschsprachigen Kindern mit LRS zeigen bedeutende Beeinträchtigungen der Rechtschreibleistung im Vergleich zu Kindern ohne LRS (z. B. Landerl et al., 2009; Maurer et al., 2011). Dabei weisen Kinder mit LRS, sowohl mit als auch ohne komorbide Dyskalkulie, deutlich höhere Fehlerraten in der Rechtschreibung auf als Kinder ohne LRS, unabhängig vom Vorliegen einer Dyskalkulie (Landerl et al., 2009). Auch Untersuchungen mit deutschsprachigen Kindern der zweiten und fünften Klassenstufe belegen, dass Kinder mit LRS deutlich höhere Fehlerraten in Rechtschreibaufgaben zeigen als gleichaltrige Kinder ohne LRS (Maurer et al., 2011). Darüber hinaus weisen Befunde auf einen Zusammenhang zwischen Rechtschreibleistung und phonologischer Bewusstheit hin (Moll et al., 2012). Vergleichsstudien mit deutschsprachigen Erwachsenen mit und ohne LRS zeigen

zudem, dass Erwachsene mit LRS signifikant mehr Fehler in Diktataufgaben machen als Kontrollpersonen ohne LRS, was auf dauerhafte Schwierigkeiten im Bereich der Rechtschreibung hinweist (Rüsseler et al., 2003, 2015, 2018).

Phonologische Verarbeitung. Es wird allgemein angenommen, dass der LRS eine Störung der phonologischen Verarbeitung zugrunde liegt (vgl. Snowling, 2019). Zahlreiche Studien konnten ein eingeschränktes phonologisches Bewusstsein bei Kindern mit LRS empirisch belegen (z. B. Landerl, 2001; Landerl et al., 2009; Varvara et al., 2014).

In einer Studie wurden dänischsprachige Kinder mit LRS der vierten bis sechsten Klasse mit normgerecht lesenden Kindern der zweiten Klasse bei vergleichbarer Dekodierleistung verglichen. Kinder mit LRS zeigten eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit sowie ein verlangsamtes Lernen neuer phonologischer Wortformen. Weiterhin erzielten sie beim Erwerb und der Differenzierung neuer phonologischer Repräsentationen sowie bei Phonem-Manipulationsaufgaben geringere Fortschritte. Die Ergebnisse legen nahe, dass das Kernproblem bei LRS in unzureichend ausgebildeten phonologischen Repräsentationen liegt (Elbro & Jensen, 2005). Ramus, Pidgeon et al. (2003) untersuchten phonologische Fähigkeiten sowie die Funktion des Kleinhirns bei acht- bis zwölfjährigen Kindern mit und ohne LRS. Dabei erzielten Kinder mit LRS in einer phonologischen Testbatterie signifikant niedrigere Leistungen als die Kontrollgruppe: rund 77 % der Kinder mit LRS wiesen phonologische Leistungen auf, die deutlich unter dem Durchschnitt der Kontrollgruppe lagen. Eine weitere Studie mit italienischsprachigen Kindern mit und ohne LRS zeigte, dass Kinder mit LRS unter anderem in der phonologischen Bewusstheit deutlich eingeschränkt waren, während andere kognitive Fähigkeiten, beispielsweise das räumliche Kurzzeitgedächtnis, weitgehend unauffällig blieben (Varvara et al., 2014). Im deutschen Sprachraum ist die Befundlage heterogen. Während in einigen Studien über phonologische Defizite vor allem im Bereich der Phonemlöschung bei Kindern mit LRS berichtet wird (Landerl, 2001; Landerl et al., 2009), zeigt eine andere deutsche Studie zwar Beeinträchtigungen in einzelnen kognitiven Bereichen bei Kindern mit Schriftsprachschwierigkeiten, jedoch keine Auffälligkeiten in der phonologischen Bewusstheit (Mayringer & Wimmer, 1999).

Forschungsergebnisse mit Studierenden weisen darauf hin, dass die mit LRS verbundenen phonologischen Beeinträchtigungen nicht auf die Kindheit beschränkt sind, sondern bis

ins Erwachsenenalter fortbestehen: Die Studie von Snowling et al. (1997) zeigte, dass englischsprachige Studierende mit LRS im Vergleich mit normgerecht lesenden Studierenden insbesondere in phonologischen und schriftsprachlichen Aufgaben deutlich geringere Leistungen erzielten. Ähnliches belegten Hatcher et al. (2002), die zeigten, dass englischsprachige Studierende mit LRS im Vergleich zu einer Kontrollgruppe trotz ähnlicher allgemeiner kognitiver Fähigkeiten deutliche Defizite in phonologischen Verarbeitungsprozessen aufwiesen. Eine Fallstudie mit englischsprachigen Studierenden mit und ohne LRS offenbarte, dass phonologische Beeinträchtigungen bei allen Betroffenen mit LRS auftraten, während zusätzliche auditive, motorische oder visuelle Defizite nur teilweise vorhanden waren (Ramus, Rosen, et al., 2003).

Arbeitsgedächtnis. Studien belegen, dass Kinder mit LRS Defizite im Arbeitsgedächtnis aufweisen (vgl. Rüsseler et al., 2019; Vágvölgyi et al., 2016). So zeigten beispielsweise Beneventi et al. (2009) in einer fMRT-Studie mit norwegischen Kindern mit und ohne LRS reduzierte Aktivität in Hirnarealen, die auf Arbeitsgedächtnisdefizite hinweisen: Während einer Buchstaben- und einer Sequenzaufgabe beobachteten sie eine verminderte Aktivierung im linken präzentralen Gyrus, was sie als Defizit der phonologischen Verarbeitung deuteten. Die ausschließlich in der Sequenzaufgabe auftretende bilaterale Aktivierungsreduktion im präfrontalen sowie superioren parietalen Kortex führten die Autoren auf ein spezifisches Arbeitsgedächtnisdefizit zurück, das die Verarbeitung zeitlicher Reihenfolgen betrifft. Beneventi et al. (2010) zeigten weiterhin, dass Kinder mit LRS in einer n-back-Aufgabe geringere Leistungen erbrachten. Die dabei beobachtete Aktivierungsreduzierung im präfrontalen und parietalen Kortex sowie im Kleinhirn interpretierten die Autoren ebenfalls als Hinweis auf eine beeinträchtigte neuronale Verarbeitung arbeitsgedächtnisrelevanter Prozesse.

In einer italienischen Studie mit Kindern mit LRS und altersgleichen Kontrollpersonen konnten bei den Betroffenen Einschränkungen des verbalen Arbeitsgedächtnisses bei der Bearbeitung einer Nichtwort-Wiederholungsaufgabe nachgewiesen werden. Darüber hinaus waren das verbale und das visuelle Kurzzeitgedächtnis beeinträchtigt, während das räumliche Kurzzeitgedächtnis keine Auffälligkeiten aufwies (Varvara et al., 2014). Vergleichbare Befunde berichten auch Studien mit deutschsprachigen Kindern mit LRS der dritten Klasse, in denen insbesondere Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis nachgewiesen wurden (Landerl, 2001; Mayringer & Wimmer, 1999). Diese kognitiven Einschränkungen bestehen auch im Er-

wachsenenalter fort (Ramus, Rosen, et al., 2003). So zeigen beispielsweise finnische Erwachsene mit einer in der Kindheit diagnostizierten Leseschwäche im Vergleich zu Kontrollpersonen anhaltende Defizite im Arbeitsgedächtnis (Eloranta et al., 2019).

Lexikalischer Zugriff. Mehrere Befunde belegen eine langsamere Benennungsgeschwindigkeit im lexikalischen Zugriff bei Kindern mit LRS. Dies zeigen Studien mit portugiesischen (Araújo et al., 2010, 2011), polnischen (Dębska et al., 2022), französischen (Saksida et al., 2016) sowie deutschen Kindern mit LRS (Landerl, 2001; Mayringer & Wimmer, 1999). Zwar gilt diese Fähigkeit grundsätzlich als orthografieunabhängig (Carioti et al., 2021), ihr Einfluss auf die Leseleistung ist jedoch in orthografisch komplexeren Schriftsystemen wie dem Englischen stärker ausgeprägt (Landerl et al., 2013). In ihrer Studie untersuchten Landerl et al. (2013) 1138 Kinder mit und ohne LRS in sechs Sprachen mit unterschiedlicher orthografischer Komplexität. Die Ergebnisse zeigen, dass sich LRS-Symptome mit zunehmender orthografischer Komplexität verstärken. Insbesondere das schnelle Benennen von Ziffern hatte in komplexen Orthografien einen stärkeren Einfluss. Eine weitere Studie bestätigt dieses Muster: Bei normallesenden Kindern in fünf Sprachen unterschiedlicher orthografischer Komplexität zeigt sich in allen Orthografien ein Zusammenhang zwischen RAN und Schriftsprachleistungen. Die Vorhersagemuster sind dabei weitgehend vergleichbar, im Englischen jedoch besonders ausgeprägt (Moll et al., 2014). Insgesamt deuten die Befunde darauf hin, dass orthografische Komplexität die Bedeutung automatisierter Verarbeitungsprozesse beim Lesen erhöht.

Eine Meta-Analyse von 137 Studien zeigt weiterhin einen Zusammenhang zwischen dem lexikalischen Zugriff und der Leseleistung. Die Fähigkeit zum schnellen lexikalischen Zugriff beeinflusst alle zentralen Bereiche des Lesens, insbesondere das Wort- und Textlesen. Dieser Zusammenhang besteht unabhängig davon, ob Lesen eher auf phonologischen oder orthografischen Kodierungsprozessen beruht. RAN-Aufgaben zur Benennung von Buchstaben und Ziffern sagen die Lesekompetenz deutlich besser vorher als Aufgaben zum schnellen Benennen von Farben oder Objekten, da sie die für das Worterkennen relevanten Verarbeitungsprozesse besser abbilden. Insgesamt bleibt der Zusammenhang zwischen RAN und Leseleistung auch bei veränderten Aufgabenanforderungen stabil (Araújo et al., 2015).

Eine finnische Studie zeigt, dass Defizite in der Benennungsgeschwindigkeit bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben: Erwachsene, deren Leseschwierigkeiten aus der Kindheit fortbestehen, erzielen niedrigere Leistungen im lexikalischen Zugriff als Kontrollpersonen ohne Leseschwierigkeiten. Erwachsene, deren Lesefähigkeiten sich im Laufe des Lebens verbessert haben und nun dem Niveau einer normgerecht lesenden Kontrollgruppe entsprechen, erreichen dagegen vergleichbare Leistungen (Eloranta et al., 2019). Dies unterstreicht, dass die Geschwindigkeit des lexikalischen Zugriffs eng mit den Lesefähigkeiten verknüpft ist.

Weitere kognitive Befunde. Empirische Befunde deuten darauf hin, dass Personen mit LRS Auffälligkeiten in Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozessen zeigen (Beidas et al., 2013; Bogdanowicz et al., 2014; Leong et al., 2011; Ramus, Rosen, et al., 2003; Varvara et al., 2014; Zoubrinetzky et al., 2014). In diesem Zusammenhang berichten Varvara et al. (2014) über Defizite in mehreren Bereichen der exekutiven Funktionen sowie in aufmerksamkeitsbezogenen Prozessen. Diese Befunde sind jedoch nicht einheitlich, was die Annahme einer heterogenen Ursachenstruktur der LRS stützt: So argumentieren Valdois et al. (2004), dass phonologische und aufmerksamkeitsbezogene Beeinträchtigungen unabhängig voneinander auftreten können. Ergänzend zeigen Untersuchungen zu exekutiven Funktionen, dass bei Studierenden mit kompensierter LRS keine Unterschiede zu einer Kontrollgruppe in visuell-räumlichen Aufgaben bestehen, die eine enge Verknüpfung mit Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozessen aufweisen (Brosnan et al., 2002). Darüber hinaus gibt es Hinweise auf motorische Auffälligkeiten (Ramus, Pidgeon, et al., 2003) sowie mathematische Schwächen (Pedemonte et al., 2024) bei Kindern und Jugendlichen mit LRS. Zudem werden grundlegende Rechenaufgaben häufig langsamer und mit geringerer Genauigkeit bearbeitet als von der Vergleichsgruppe (Boets & De Smedt, 2010; De Smedt & Boets, 2010; Simmons & Singleton, 2006). Leseschwächen gehen jedoch nicht zwangsläufig mit mathematischen Defiziten einher (vgl. Pedemonte et al., 2024). Vielmehr wird angenommen, dass Beeinträchtigungen in spezifischen kognitiven Funktionen – beispielsweise im verbalen und visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis sowie in der lexikalischen Benennungsgeschwindigkeit – das gemeinsame Auftreten von Lese- und Rechenproblemen erklären könnten (Bull et al., 2008; Szűcs, 2016; Wilson et al., 2015).

Neurobiologische Faktoren. Neurobiologische Studien zeigen konsistent, dass Personen mit LRS im Vergleich zu normallesenden Personen strukturelle und funktionelle Abweichungen im linkshemisphärischen Lesenetzwerk aufweisen (Démonet et al., 2004; Richlan et al., 2009). Funktionell finden sich reduzierte Aktivierungen in der temporo-parietalen Region, die zentral für phonologische Verarbeitung und Graphem-Phonem-Konversion ist, sowie im okzipito-temporalen Areal einschließlich der *Visual Word Form Area*, die an der Ganzworterkennung beteiligt ist. Ergänzend werden atypische Aktivierungen im linken inferioren frontalen Gyrus berichtet. Strukturell zeigen sich verminderte Volumina grauer Substanz innerhalb dieses Netzwerks (Peterson & Pennington, 2015; Richlan, 2020). Raschle et al. (2011) gehen davon aus, dass diese funktionellen und strukturellen Veränderungen bereits pränatal oder in der frühen Kindheit entstehen. Sie zeigten bei Vorschulkindern mit familiärer Vorbelastung für LRS reduzierte Volumina der grauen Substanz in linken okzipito-temporalen sowie beidseitigen parieto-temporalen Regionen, insbesondere im linken Gyrus fusiformis und im rechten Gyrus lingualis (Raschle et al., 2011). Darüber hinaus liegen Hinweise auf eine reduzierte funktionelle Konnektivität der weißen Substanz vor, die mit geringerer Lesefähigkeit oder LRS in Verbindung gebracht wird (Vandermosten et al., 2012). Des Weiteren legen Befunde nahe, dass eine verringerte Konnektivität im auditiven Bereich ein charakteristisches Merkmal der LRS darstellt. Eine entsprechend höhere Konnektivität bei Personen mit unauffälligen Lesefähigkeiten ist dagegen mit einer besseren Leseflüssigkeit assoziiert (Tschentscher et al., 2018).

Genetische Faktoren. Bei der Entstehung einer LRS spielen genetische Faktoren eine wesentliche Rolle (vgl. Becker et al., 2017). So weisen Befunde aus Zwillings- und Familienstudien auf eine moderate bis hohe Erbllichkeit von etwa 30-70 % hin (Scerri & Schulte-Körne, 2010). Mehrere Gene, darunter DYX1C1, KIAA0319, DCDC2 und ROBO1, gelten als Kandidatengene für die LRS. Sie sind an zentralen Prozessen der neuronalen Entwicklung beteiligt und könnten zu subtilen kortikalen Fehlbildungen führen, die abweichende neuronale Verschaltungen begünstigen. Diese Veränderungen können sensomotorische, perzeptuelle und kognitive Lernprozesse beeinträchtigen. Aktuelle Befunde deuten darauf hin, dass genetische Effekte in komplexer Wechselwirkung mit weiteren genetischen und umweltbedingten Faktoren stehen und so Entstehung und Ausprägung der LRS beeinflussen (Darki et al., 2012; Galaburda et al., 2006). So wurden für DYX1C1 Interaktionen mit Umweltfaktoren wie Geburtsgewicht, sozioökonomischem Status und mütterlichem Rauchen beschrieben, die Lese- und Gedächtnisleistungen modulieren können (Mascheretti et al., 2013).

Zusammenfassung. Bei der Entstehung einer LRS scheinen genetische Faktoren eine wichtige Rolle zu spielen. Darüber hinaus sind bei Personen mit LRS strukturelle und funktionelle Abweichungen in der linken Hirnhemisphäre bekannt. Im kognitiven Bereich weisen Betroffene deutliche Defizite in der phonologischen Bewusstheit auf und zeigen zudem Beeinträchtigungen im Arbeitsgedächtnis, in der lexikalischen Abrufgeschwindigkeit sowie in Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozessen. Auch werden Einschränkungen in exekutiven Funktionen sowie mathematische Schwächen berichtet. Damit zeigen sich diverse Überschneidungen der Beeinträchtigungen zwischen gering Literalisierten und Personen mit LRS. Im folgenden Kapitel erfolgt daher eine vergleichende Betrachtung beider Gruppen.

2.1.6 Geringe Literalität und Lese-/Rechtschreibstörung im Vergleich

Charakteristika. Die Diagnostik geringer Literalität basiert auf unterschiedlichen Kriterien und Messverfahren, die je nach Forschungs- oder Praxiszusammenhang variieren. Sie erfolgt kompetenz- oder normorientiert und zielt auf die Zuordnung zu Kompetenzstufen ab (Egloff et al., 2011; Grotluschen & Buddeberg, 2020; Grotluschen & Riekmann, 2012). Für die LRS-Diagnostik liegen hingegen mit der ICD-10-GM, Version 26 (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2025) sowie der S3-Leitlinie der AWMF („Diagnostik und Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Lese- und/oder Rechtschreibstörung“, AWMF-Registernummer 028-044) verbindliche klinische Klassifikations- und Diagnoseinstrumente vor. Geringe Literalität wird überwiegend im späten Schulalter sowie im Kontext der Erwachsenenbildung untersucht, während LRS in der Regel bereits im Kindesalter während der Schulzeit diagnostiziert wird (Grotluschen & Buddeberg, 2020; Schulte-Körne & Galuschka, 2019). Bei der Erfassung geringer Literalität werden grundsätzlich auch Personen mit anderen Erstsprachen als Deutsch berücksichtigt, sofern ein grundlegendes Sprachverständnis zur Bearbeitung der Aufgaben im Rahmen der Erhebung gegeben ist (Grotluschen & Buddeberg, 2020; Grotluschen & Riekmann, 2012). Die LRS-Diagnostik bei mehrsprachig aufwachsenden Kindern und Jugendlichen erfordert aufgrund zusätzlicher sprachlicher Einflussfaktoren ein differenzierteres diagnostisches Vorgehen: LRS darf in solchen Fällen nur dann diagnostiziert werden, wenn die Lese- und Rechtschreibleistungen in der Unterrichtssprache überprüft, Sprachkompetenzen in Deutsch und der Erstsprache erhoben, sprachliche Ursachen ausgeschlossen und für Mehrsprachige normierte Verfahren verwendet wurden (Schulte-Körne & Galuschka, 2019). Von geringer Literalität betroffen sind gemäß der LEO-Studie 12.1 % der Gesamtbevölkerung

(Grotlüschen & Buddeberg, 2020), während die Prävalenz von LRS auf 4-8 % geschätzt wird (Fischbach et al., 2013; Steinbrink & Lachmann, 2014). Sowohl geringe Literalität als auch LRS weisen multifaktorielle, interagierende Ursachen auf, unterscheiden sich jedoch in deren Gewichtung: Geringe Literalität entsteht aus dem Zusammenwirken individueller, familiärer, schulischer und gesellschaftlicher Einflussfaktoren (vgl. Boltzmann, 2014; Egloff et al., 2011; Grosche, 2012; Grotlüschen & Riekman, 2012), während bei LRS insbesondere genetische, neurobiologische und umweltbedingte Faktoren relevant sind (Frith, 2001; International Dyslexia Association, 2025).

Schriftsprachliche Defizite. Im schriftsprachlichen Bereich zeigen gering Literalisierte häufig Einschränkungen in grundlegenden Dekodierprozessen, die sich in einem verminderten Leseverständnis äußern (Bar-Kochva et al., 2019; Eme et al., 2014; Rüsseler et al., 2011). Auch im schriftlichen Ausdruck zeigen sich signifikant erhöhte Fehlerraten, wobei die Schreibleistungen häufig dem Niveau der Grundschule entsprechen (vgl. Boltzmann et al., 2017). Bei Personen mit LRS stehen demgegenüber Beeinträchtigungen der Leseflüssigkeit mit reduzierter Lesegeschwindigkeit im Vordergrund (Landerl et al., 2009; Maurer et al., 2011; Rüsseler et al., 2003, 2015, 2018; Snowling et al., 1997). Darüber hinaus zeigen Kinder und Erwachsene mit LRS im Vergleich zu normgerecht lesenden Kontrollgruppen eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Rechtschreibfehlern (z. B. Landerl et al., 2009; Maurer et al., 2011). Sowohl die Lese- als auch die Rechtschreibschwierigkeiten bestehen bis ins Erwachsenenalter fort (Rüsseler et al., 2003, 2015, 2018).

Phonologische Verarbeitung. Defizite in der phonologischen Informationsverarbeitung zeigen sich sowohl bei gering Literalisierten als auch Personen mit LRS (Grosche, 2012; Ramus, 2014; Wimmer & Schurz, 2010), die mit schlechteren Leistungen in Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit (Greenberg et al., 1997, 2002; Landerl, 2001; Landerl et al., 2009; Thompkins & Binder, 2003; Varvara et al., 2014), dem phonologischen Arbeitsgedächtnis (Benvenuti et al., 2009; Eme et al., 2014; Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011; Varvara et al., 2014) und dem schnellen Benennen von beispielsweise Objekten oder Farben einhergehen (Araújo et al., 2015; Araújo & Faísca, 2019; Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011). Gering literalisierte Personen zeigen häufig Schwierigkeiten bei phonologischen Prozessen, die für Worterkennung, Verschriftlichung und sprachliche Analyse relevant sind (Eme et al., 2014).

Besonders betroffen sind dabei die phonologische Bewusstheit, einschließlich Dekodierungsprozessen, sowie das morphologische Bewusstsein (Fracasso et al., 2016). Bei Personen mit LRS wird ein Defizit in der phonologischen Dekodierung als zentraler Faktor für die Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb angesehen (Vellutino et al., 2004). Kinder mit LRS zeigen dabei konsistent ein eingeschränktes phonologisches Bewusstsein (z. B. Peterson & Pennington, 2015; Vellutino et al., 2004).

Lexikalischer Zugriff. Bei Erwachsenen mit geringer Literalität finden sich teilweise Auffälligkeiten im lexikalischen Zugriff. Sie benennen Items zwar langsamer als lesekundige Erwachsene, unterscheiden sich jedoch nicht von Grundschulkindern mit vergleichbarem Leseselevel (Grosche & Grünke, 2011). Im Vergleich dazu weisen Kinder mit LRS in RAN-Aufgaben konsistent eine reduzierte Benennungsgeschwindigkeit auf, die eng mit Leseschwierigkeiten zusammenhängt und als zentraler Prädiktor für die spätere Entwicklung einer LRS gilt (Denckla & Cutting, 1999; Denckla & Rudel, 1974; Norton & Wolf, 2012). Der verlangsamte lexikalische Zugriff bei Personen mit LRS kann dabei bis ins Erwachsenenalter fortbestehen (Eloranta et al., 2019).

Weitere kognitive Defizite. Während bei Kindern mit LRS wiederholt Defizite im Arbeitsgedächtnis berichtet werden (vgl. Rüsseler et al., 2019; Vágvölgyi et al., 2016), ist die Befundlage zu Arbeitsgedächtnisdefiziten bei gering Literalisierten bislang begrenzt und heterogen (z. B. Vágvölgyi et al., 2025). Defizite in der Aufmerksamkeit werden sowohl bei gering literalisierten Personen (van der Meer et al., 2011; van Linden & Cremers, 2008) als auch bei Personen mit LRS (z. B. Beidas et al., 2013; Leong et al., 2011; Ramus, Rosen, et al., 2003; Varvara et al., 2014) beschrieben. Für gering Literalisierte werden darüber hinaus Beeinträchtigungen in der Konzentrationsfähigkeit (van der Meer et al., 2011) sowie grundlegender Wahrnehmungsfunktionen berichtet (Rüsseler et al., 2011). Bei Personen mit LRS treten häufig mathematische Schwächen auf, die parallel bestehen können (Pedemonte et al., 2024; Vágvölgyi et al., 2025). Für die LRS scheinen insbesondere genetische und neurobiologische Faktoren eine zentrale Rolle zu spielen (Becker et al., 2017; Vágvölgyi et al., 2025).

Kompensation. Sowohl gering literalisierte Erwachsene als auch Personen mit LRS nutzen mehr oder weniger erfolgreich Kompensationsstrategien, um bestehende Defizite im Le-

sen und Schreiben auszugleichen (Greenberg et al., 1997; Steinbrink & Lachmann, 2014; Vág-völgyi et al., 2016). Gering Literalisierte greifen dabei vermehrt auf orthografisch-lexikalische Prozesse zurück, um phonologische Schwächen zu kompensieren, etwa durch das Wiedererkennen vertrauter Wortformen oder das Nutzen kontextueller Hinweise (Greenberg et al., 1997; Worthy & Viise, 1996). Auch bei Personen mit LRS finden sich Hinweise auf den Einsatz kompensatorischer Strategien (Steinbrink & Lachmann, 2014; Vág-völgyi et al., 2016), was durch die Vielzahl von Studien mit Studierenden mit LRS verdeutlicht wird (z. B. Benedetti et al., 2022; Hatcher et al., 2002; Ramus, Rosen, et al., 2003; Snowling et al., 1997). Wenngleich die zugrunde liegenden Defizite bei Personen mit LRS häufig bis ins Erwachsenenalter fortbestehen (vgl. Steinbrink & Lachmann, 2014), scheint es einem Teil der Betroffenen zu gelingen, diese unter anderem durch den Einsatz kompensatorischer Strategien in einem Ausmaß auszugleichen, das die Aufnahme und Bewältigung eines Universitätsstudiums ermöglicht (Reis et al., 2020).

LRS als mögliche Ursache für geringe Literalität. Insbesondere phonologische Verarbeitungsdefizite gelten als charakteristisch für LRS und geringe Literalität. Unklar ist bisher, ob diese Defizite auf eine gemeinsame Ursache zurückgehen oder lediglich ein gemeinsames kognitives Profil darstellen (Grosche, 2013; Vág-völgyi et al., 2021). Aufgrund der Überschneidungen in den Defizitmustern wird LRS als möglicher Verursachungsfaktor für geringe Literalität diskutiert (Fickler-Stang, 2011; Grosche, 2013; Huettig et al., 2018; H. Wagner, 2008). In diesem Zusammenhang wird angenommen, dass geringe Literalität eine Ausprägungsform der LRS darstellt oder auf eine in der Kindheit nicht festgestellte oder unbehandelte LRS zurückzuführen sein könnte (Boltzmann et al., 2017; Eme, 2011; Fickler-Stang, 2011; Greenberg et al., 1997; Grosche, 2012).

In frühen Erklärungsmodellen geringer Literalität blieb LRS entweder unberücksichtigt, wurde nicht fokussiert oder nicht als den sozialen Ursachen gleichwertiger Erklärungsfaktor konzeptualisiert (vgl. Grosche, 2013). Dafür lassen sich drei zentrale Gründe anführen: Erstens galt LRS lange Zeit als Phänomen bildungsnaher Milieus, während geringe Literalität vorwiegend bildungsfernen sozialen Schichten zugeschrieben wurde. Zweitens war die LRS-Diagnose traditionell an eine durchschnittliche Intelligenz gebunden, wobei die diagnostische und praktische Relevanz von Intelligenztests zunehmend kritisch hinterfragt wurde. Drittens geben nur

wenige gering literalisierte Erwachsene an, von einer LRS betroffen zu sein, sodass der tatsächliche Anteil bislang unklar bleibt (Grosche, 2013).

Empirische Befunde verdeutlichen diese Problematik: während etwa ein Drittel der mit LRS diagnostizierten Schülerinnen und Schüler im späteren Erwachsenenalter normgerechte Lese- und Rechtschreibleistungen erreicht (Steinbrink & Lachmann, 2014), berichteten in der LEO-Studie 2018 lediglich 7% der Befragten, jemals eine LRS-Diagnose erhalten zu haben (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Gleichzeitig weisen Teilnehmende von Alphabetisierungskursen überdurchschnittlich häufig eine diagnostizierte oder selbst berichtete LRS auf (Fickler-Stang, 2011).

Insgesamt stellt LRS allein keine hinreichende Erklärung für geringe Literalität dar. Vielmehr erhöht sich das Risiko für geringe Literalität insbesondere dann, wenn phonologische Ursachenfaktoren mit sozialen Einflussfaktoren zusammenwirken und sich gegenseitig verstärken (sog. Interaktionstheorie; Grosche, 2013). Um zu klären, inwieweit vergleichbare Ursachen für eingeschränkte Schriftsprachkompetenzen bei gering literalisierten Erwachsenen und Personen mit LRS wirksam sind, bedarf es eines direkten Vergleichs beider Gruppen innerhalb einer Studie. An solchen direkten experimentellen Vergleichsstudien mangelt es jedoch bislang. Eine systematische Recherche identifizierte lediglich fünf Studien, die diesem Anspruch genügen (Vágvölgyi et al., 2021), wodurch eine erhebliche Forschungslücke deutlich wird.

Zusammenfassung. Geringe Literalität und LRS weisen diverse Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf. Beide Gruppen haben gemeinsam, dass die Entstehungsfaktoren auf multifaktorielle und interagierende Ursachen zurückgehen. Während jedoch bei gering Literalisierten individuelle, familiäre, schulische und gesellschaftliche Faktoren im Vordergrund stehen, sind bei LRS vor allem genetische, neurobiologische und umweltbedingte Faktoren von Bedeutung. Auf kognitiver Ebene sind insbesondere phonologische Verarbeitungsprozesse in beiden Gruppen beeinträchtigt. Unterschiede bestehen unter anderem in der Diagnostik und den Prävalenzraten. Darüber hinaus zeigen sich wesentliche Differenzen im Lesen: Während bei gering Literalisierten eher das Leseverständnis beeinträchtigt ist, so bestehen die Schwierigkeiten bei Personen mit LRS eher in der Leseflüssigkeit und -geschwindigkeit. Insbesondere aufgrund der Gemeinsamkeiten wird LRS als mögliche Erklärung für geringe Literalität diskutiert. Die

bislang begrenzten Forschungsergebnisse zu direkten Vergleichen zwischen geringer Literalität und LRS stellen eine Forschungslücke heraus, die in dieser Arbeit aufgegriffen werden soll.

2.2 Übergreifende Methodik der Studien

2.2.1 Projektbeschreibung KogLit

Das Projekt „Kognitive Grundlagen geringer Literalität Erwachsener (KogLit)“ wurde im Rahmen der nationalen Dekade für Alphabetisierung und Grundbildung (AlphaDekade) von Februar 2021 bis Dezember 2023 an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg in Kooperation mit den Beruflichen Fortbildungszentren der Bayerischen Wirtschaft (bfz) gemeinnützige GmbH, Standort Bamberg Coburg (bfz gGmbH Bamberg Coburg) durchgeführt. Die AlphaDekade verfolgt das Ziel, die Lese- und Schreibfähigkeiten Erwachsener in Deutschland im Zeitraum von 2016 bis 2026 deutlich zu verbessern. Das Projekt KogLit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen W1475AFO).

Mit KogLit wurde der Frage nachgegangen, welchen Beitrag kognitive Ursachen zur Entstehung geringer Literalität Erwachsener leisten. Es sollte ein kognitives Profil gering literalisierter Erwachsener erstellt werden, um Ursachen geringer Literalität auf kognitiver Ebene identifizieren zu können. Ausgehend von möglichen kognitiven Faktoren sollten Trainingsbausteine entwickelt und in Pilotprojekten für den Einsatz in Alphabetisierungs-, Grundbildungs- und Integrationskursen in der Praxis erprobt werden.

Die folgenden Studien 1 bis 5 basieren auf den Daten aus dem KogLit-Projekt. Eine Veröffentlichung von Teilergebnissen erfolgte im Rahmen des Projektes.

Der Untersuchung wurde vom Ethikrat der Otto-Friedrich-Universität Bamberg zugestimmt (Antrag: 2020-09/24) und in Übereinstimmung mit den ethischen Prinzipien der Deklaration von Helsinki (World Medical Association, 2001) durchgeführt.

2.2.2 KogLit-Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus drei Experimentalgruppen und einer Kontrollgruppe. Die Experimentalgruppen waren (1) gering literalisierte Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch (EglF), (2) gering literalisierte Personen mit Deutsch als Erstsprache (EglD) sowie (3) Personen mit Deutsch als Erstsprache und einer LRS-Diagnose (ELRS). Die Kontrollgruppe (KG)

bestand aus Personen mit normgerechten Lese- und Schreibfähigkeiten. Die Einschlusskriterien für die Experimentalgruppen umfassten eine mindestens vierjährige Schulbildung sowie keine bekannten kognitiven Einschränkungen. Für die ELRS-Gruppe sollte außerdem eine LRS-Diagnose in der Kindheit vorliegen. Die Regelschulzeit sollte abgeschlossen sein. Mit Erfüllung dieses Kriteriums wurden Personen ab 16 Jahren in die Studie eingeschlossen. Insgesamt 126 Personen nahmen an der Untersuchung teil. Neun Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen: keine Schulbildung ($n = 2$), Dropout (wesentliche Lesetests fehlten; $n = 2$), Erkrankung mit möglichem Medikamenteneinfluss ($n = 2$), keine eindeutige LRS-Diagnose ($n = 3$). Die finale Stichprobe bestand aus 117 Personen: 34 gering literalisierte Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch (18 weiblich, $M = 35.50$ Jahre, $SD = 8.99$, Spanne: 16-57), 25 gering literalisierte Personen mit Deutsch als Erstsprache (9 weiblich, 1 divers, $M = 43.60$ Jahre, $SD = 20.48$, Spanne: 17-69), 30 Personen mit Deutsch als Erstsprache und einer LRS-Diagnose (13 weiblich, $M = 33.23$ Jahre, $SD = 16.10$, Spanne: 16-67) sowie 28 Erwachsene mit normgerechten Lese- und Schreibfähigkeiten (18 weiblich, $M = 47.89$ Jahre, $SD = 13.05$, Spanne: 21-61).

Die EglF-Gruppe bestand aus Teilnehmenden von Alphabetisierungs- und Integrationskursen des bfz gGmbH Bamberg Coburg sowie aus Kursen der Arbeiterwohlfahrt Kreisverband Bamberg Stadt und Land e.V. (AWO) und dem Deutschen Erwachsenen-Bildungswerk (DEB) in Bamberg. Der Erhebungszeitraum war von August 2020 bis Juli 2023. Die Eingruppierung erfolgte nach Einschätzung einer geringen Lese- und Schreibfähigkeit auf Deutsch durch die Betroffenen selbst oder durch die Kursleitungen. Die Deutschkenntnisse mussten ausreichend sein, um Aufgabeninstruktionen auf Deutsch verstehen zu können. Die EglD-Gruppe bestand aus Teilnehmenden von Schreib-/Lesekursen an Volkshochschulen und Grundbildungszentren in ganz Deutschland, aus Kursen oder Maßnahmen von Mütter-/Väterzentren sowie Auszubildenden zweier Berufsbildungsstätten, jeweils in Bayern. Der Erhebungszeitraum war von August 2021 bis Juli 2023. Die Eingruppierung erfolgte nach Einschätzung einer geringen Lese- und Schreibfähigkeit auf Deutsch durch die Betroffenen selbst oder durch die Kurs-/Schulleitungen. Die ELRS-Gruppe wurde teils über dieselben oben benannten Einrichtungen wie die EglD-Gruppe sowie über Zeitungsannoncen gewonnen. Der Erhebungszeitraum war von Juli 2021 bis Juli 2023. Die Eingruppierung erfolgte nach Selbstauskunft einer LRS-Diagnosestellung in der Kindheit. Die KG wurde über Zeitungsannoncen gewonnen. Der Erhebungszeitraum war von Juli 2022 bis Januar 2024. Die Eingruppierung erfolgte anhand folgender Kriterien: Alter 20-60 Jahre, deutsche Erstsprache, Schulbesuch 9-11 Jahre, keine LRS-Diagnose, keine

besonderen Lese- und Schreibschwierigkeiten in der deutschen Sprache. Alle Teilnehmenden nahmen freiwillig an der Untersuchung teil und erhielten eine Aufwandsentschädigung von 12.50 Euro pro Stunde. Minderjährige Teilnehmende ($n = 6$) legten eine Einverständniserklärung der Eltern vor.

2.2.3 Testverfahren

Die Lese- und Schreibfähigkeiten der Teilnehmenden wurden mit einer Selbsteinschätzung, einer Schreibprobe und standardisierten Testverfahren, die kognitiven Fähigkeiten mit überwiegend standardisierten und teils nicht-standardisierten Testverfahren erhoben. Die einzelnen Verfahren werden im Folgenden beschrieben.

Selbsteinschätzung. Die Teilnehmenden gaben den subjektiv empfundenen Umfang und die subjektiv empfundene Schwierigkeit des Lesens und Schreibens auf Deutsch bzw. der jeweiligen Erstsprache (EgIF-Gruppe) auf einer Likert-Skala an. Der Umfang wurde mit der Frage „Wie häufig lesen/schreiben Sie auf Deutsch/Ihrer Erstsprache?“ abgefragt. Die Skala reichte von 0 = „gar nicht“ bis 10 „sehr viel“. Die Schwierigkeit wurde mit der Frage „Wie schwer fällt Ihnen das Lesen/Schreiben auf Deutsch/Ihrer Erstsprache?“ abgefragt und konnte mit Werten von 0 = „nicht möglich“ bis 10 „sehr leicht“ beantwortet werden.

Schreibprobe. Die Teilnehmenden sollten außerdem eine Schreibprobe in der Erstsprache durchführen. Dazu diktierte ihnen die Versuchsleitung folgende Sätze auf Deutsch: (1) *„Im Sommer wird es manchmal sehr heiß in Deutschland. Dann gehe ich gerne schwimmen.“* und (2) *„Ich bin gerne mit meinen Freunden zusammen. Wir gehen gerne ins Kino.“*. Teilnehmende mit anderer Erstsprache als Deutsch mussten die Sätze in die Erstsprache übersetzen und diese auf einem Blatt in ihrer Erstsprache und im jeweiligen Schriftsystem aufschreiben. Auf Nachfrage wiederholte die Versuchsleitung die Sätze oder legte sie den Teilnehmenden zur Ansicht vor. Teilnehmende mit Deutsch als Erstsprache sollten ebenfalls die Sätze nach Diktat auf Deutsch aufschreiben. Die Sätze wurden auf Nachfrage wiederholt, eine Vorlage zur Ansicht erfolgte jedoch nicht. Während die Teilnehmenden schrieben, beobachtete die Versuchsleitung, wie flüssig sie die Sätze in der jeweiligen Erstsprache aufschrieben und protokollierte dies. Die Schreibprobe lieferte einen ersten Eindruck über die Schreibflüssigkeit und, im Deutschen, über die Rechtschreibfähigkeit.

Lesegeschwindigkeit. Die Lesegeschwindigkeit wurde mit der eingerückten Version der Saarbrücker Lesetexte (Reinhart & Kerkhoff, 2015) und dem Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9 (SLS 2-9; Mayringer & Wimmer, 2014) erfasst. Die Saarbrücker Lesetexte bestehen aus sechs Prosa-Texten à 180 Worten, welche die Teilnehmenden nacheinander so schnell und fehlerfrei wie möglich laut vorlesen müssen, während die Versuchsleitung die Lesezeit und die Anzahl der Lesefehler protokolliert. Für die einzelnen Texte sind alters- und geschlechtsspezifische Normwerte für die Lesezeit und die Fehleranzahl vorhanden. Das SLS 2-9 ist ein Speed-Test und dient der Identifikation von Schwächen in der basalen Lesefertigkeit, welche sich in einer verlangsamten Lesegeschwindigkeit widerspiegeln. Innerhalb von drei Minuten müssen die Teilnehmenden so viele Sätze wie möglich leise lesen und schnell beurteilen, ob diese inhaltlich sinnvoll sind. Es liegen geschlechtsspezifische Normwerte für die Klassenstufen zwei bis neun vor. Anhand der Anzahl korrekt beurteilter Sätze kann ein Lesequotient (LQ; $M = 100$, $SD = 15$) für die jeweiligen Klassenstufen ermittelt werden. Der LQ drückt aus, wie weit die gemessene Lesefertigkeit vom Durchschnitt der Normierungsstichprobe abweicht.

Leseverständnis. Das Leseverständnis wurde mit der Kurzversion des Leseverständnis-tests für Erst- bis Siebtklässler – Version II (ELFE II; Lenhard et al., 2020) in Papierform ermittelt. Neben dem Leseverständnis erfasst der ELFE II auch die Leseflüssigkeit und Lesegenauigkeit, alles jeweils auf der Wort-, Satz- und Textebene. Je nach Untertest müssen Wörter einem Bild (Wortebene) oder einem Satz (Satzebene) zugeordnet werden oder kurze Texte und verschiedene Antwortalternativen leise gelesen und die jeweils korrekte Alternative ausgewählt werden (Textebene). Dazu stehen bei der Kurzversion jeweils zwei (Wort- & Satzebene) bzw. sechs Minuten (Textebene) zur Verfügung. Es sollen so viele Items wie möglich innerhalb der Zeitvorgabe bearbeitet werden. Für jeden Untertest wird die Anzahl korrekt bearbeiteter Items ermittelt und zu einem Gesamtergebnis verrechnet. Es liegen Normwerte ab dem Ende der ersten bis zum Beginn der siebten Klassenstufe für verschiedene Zeitpunkte im Schuljahr vor.

Rechtschreibung. Die Rechtschreibleistung wurde mit dem diagnostischen Rechtschreibtest (DRT), Form A, erfasst (Klassenstufen 1-5; Grund et al., 2017a, 2017b; Müller, 2003a, 2003b, 2003c). Je nach Kenntnisstand der Teilnehmenden kamen unterschiedliche Klassenstufen zum Einsatz. Bei Personen mit LRS und der KG wurde außerdem das Diktat

„Rummelplatz“ des Rechtschreibungstests (RT; Kersting & Althoff, 2003) durchgeführt. Beim DRT fügen die Teilnehmenden nach Diktat Wörter mit zunehmender Schwierigkeit in einen Lückentext ein. Je nach Klassenstufe werden so 30 (DRT-1) bis 51 (DRT-5) Wörter aufgeschrieben. Gezählt werden die falsch (DRT-1-3) bzw. die korrekt geschriebenen Wörter (DRT-4-5). Es liegen Normwerte für die unterschiedlichen Klassenstufen vor. Beim DRT-5 werden die Normwerte außerdem noch für verschiedene Schulformen unterschieden. Beim RT liest die Versuchsleitung einen Text laut vor, während die Teilnehmenden in einer Lückentextvorlage leise mitlesen und die fehlenden Wörter sofort in die Lücken eintragen. Gezählt werden die falsch geschriebenen Wörter. Es liegen Normwerte für verschiedene Altersgruppen und Schulformen vor.

Nonverbale Intelligenz. Zur Ermittlung der allgemeinen nonverbalen Intelligenz wurde zunächst der Wiener Matrizen-Test 2 (WMT-2; Formann et al., 2011) verwendet. Ab Oktober 2022 wurde alternativ der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT; Oswald, 2016) eingesetzt. Der WMT-2 ist ein kurzes und sehr ökonomisches, sprachfreies Verfahren zur Erfassung des intellektuellen Leistungsniveaus. Der Test erfasst die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken im Umgang mit abstrakten Symbolen. Da der WMT-2 einen bestimmten Aspekt der Intelligenz erfasst, welcher Personen aus verschiedenen Kulturkreisen gleichermaßen zukommt, kann dieser Test kulturunabhängig eingesetzt werden. Der WMT-2 besteht aus insgesamt 18 Matrizen. Die Matrizen beinhalten jeweils acht vorgegebene abstrakte Symbole, die einer logischen Anordnung folgen, und ein fehlendes Symbol. An der Stelle des fehlenden Symbols befindet sich ein Fragezeichen. Die Teilnehmenden müssen aus einer Auswahl von insgesamt acht Symbolen dasjenige auswählen, welches die logische Anordnung sinnvoll vervollständigt. Eine Zeitvorgabe gibt es nicht. Es liegen altersspezifische Normwerte für Erwachsene zwischen 19 und 64 Jahren für verschiedene Schulformen vor. Der ZVT ist ein spezifischer Intelligenztest zur Messung der kognitiven Leistungsgeschwindigkeit. Die kognitive Leistungsgeschwindigkeit wird durch Messung der Bearbeitungsgeschwindigkeit ermittelt und entspricht im Wesentlichen der *Speed*-Komponente gebräuchlicher Intelligenztests (Oswald, 2016, S. 11). Der ZVT besteht aus vier Matrizen, auf denen die Zahlen von eins bis 90 in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sind. Die nachfolgende Zahl befindet sich dabei immer in unmittelbarer Nachbarschaft zur vorangegangenen Zahl. Die Aufgabe besteht darin, die Zahlen in aufsteigender Reihenfolge schnellstmöglich korrekt zu verbinden. Dabei wird die Bearbeitungszeit gemessen. Es liegen altersspezifische Normwerte für Personen von sieben bis 80 Jahren vor.

Phonologische Verarbeitung. Die phonologische Verarbeitung umfasst u. a. die phonologische Bewusstheit und das phonologische Arbeitsgedächtnis. Die phonologische Bewusstheit wurde mit dem Test Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4; Stock et al., 2017) ermittelt. Der BAKO 1-4 ist ein Test zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit vom ersten bis vierten Grundschuljahr und besteht aus insgesamt 74 Aufgaben, die sich einem von sieben Untertests zuordnen lassen. Den Teilnehmenden werden dabei über einen Lautsprecher Wörter oder Wortreihen vorgespielt. Je nach Untertest sollen sie entweder einzelne Laute benennen und anzeigen (Pseudowort-Segmentierung), Buchstaben im Wort austauschen (Vokalersetzung), Anfangslaute weglassen (Restwortbestimmung), einzelne Laute im Wort umdrehen (Phonemvertauschung), Wörter mit anderem Anfangs- oder Endlaut bestimmen (Lautkategorisierung), Wörter mit längeren oder kürzeren Lauten in der Wortmitte bestimmen (Vokallängenbestimmung) oder Wörter rückwärts sprechen (Wortumkehr). Gezählt werden die jeweils korrekten Antworten je Untertest. Darüber hinaus wird ein Gesamtestwert ermittelt. Es liegen Normwerte für die Klassenstufen eins bis vier vor. Das phonologische Arbeitsgedächtnis wurde mit dem Untertest „Zahlen Nachsprechen“ der deutschen Bearbeitung der *Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition* (WAIS-IV; Petermann, 2012) und mit dem Untertest „Arbeitsgedächtnis – Schwierigkeitsstufe 3“ aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP, Version 2.3.1; Zimmermann & Fimm, 2021) ermittelt. Beim „Zahlen Nachsprechen“ der WAIS-IV spricht die Versuchsleitung den Teilnehmenden immer länger werdende Zahlenreihen vor. Die Teilnehmenden sollen die Zahlen in der ersten Aufgabe in gleicher, in der zweiten Aufgabe in umgekehrter und in der dritten Aufgabe in aufsteigender Reihenfolge mündlich wiederholen. Für jede Reihenlänge (Anzahl der Zahlen) werden zwei alternative Zahlenreihen vorgesprochen, von denen mindestens eine Reihe korrekt wiedergegeben werden muss, damit die Aufgabe fortgeführt wird. Jede Zahlenreihe wird dabei nur ein einziges Mal vorgesprochen. Gezählt wird die Anzahl korrekt wiederholter Zahlenreihen. Das Ergebnis liefert ein Maß für die Gedächtnisspanne. Es liegen altersspezifische Normwerte vor. Der Untertests Arbeitsgedächtnis der TAP prüft die Kontrolle des Informationsflusses und die Aktualisierung der Informationen im Arbeitsgedächtnis (Zimmermann & Fimm, 2021, S. 17). Die Teilnehmenden sehen auf einem Monitor eine Abfolge von einstelligen Zahlen, die im Rhythmus von drei Sekunden dargeboten werden. Stimmt eine Zahl mit der zu vorletzt gesehenen Zahl überein, müssen die Teilnehmenden schnellstmöglich eine Reaktions-taste drücken. Der Test besteht aus 100 Reizen, von denen 15 Zielreize sind. Für diesen Test

liegen altersspezifische (Altersbereiche 11-18 Jahre & 19-89 Jahre) sowie bildungsspezifische Normen (< 12 Schuljahre & ≥ 12 Schuljahre) vor.

Aufmerksamkeit und Konzentration. Die Aufmerksamkeit und Konzentration wurden mit dem d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest (d2-R; Brickenkamp et al., 2010) sowie den Untertests „Alertness“ und „Geteilte Aufmerksamkeit“ – Durchführungsform 1 (visuell, auditiv & Doppelaufgabe) aus der TAP (Zimmermann & Fimm, 2021) ermittelt. Der d2-R erfasst die Konzentrationsfähigkeit der Teilnehmenden sowie die Schnelligkeit und Genauigkeit bei der Unterscheidung ähnlicher visueller Reize (Detail-Diskrimination). Die Teilnehmenden bekommen einen Antwortbogen mit insgesamt 798 Zeichen, die in 14 Reihen mit jeweils 57 Items pro Reihe angeordnet sind. Die Aufgabe besteht darin, in jeder Reihe innerhalb von 20 Sekunden möglichst viele Zielobjekte (Buchstabe „d“, versehen mit zwei Strichen) unter einer Menge von Distraktoren (Buchstabe „p“ sowie „d“ mit mehr oder weniger als zwei Strichen) zu identifizieren und diese anzustreichen. Ausgewertet wird die Anzahl korrekt markierter Zielobjekte abzüglich ausgelassener Zielobjekte und markierter Distraktoren. Für den d2-R liegen altersspezifische Normwerte vor. Der Untertest „Alertness“ der TAP untersucht den allgemeinen Wachzustand einer Person. Mit dem sogenannten „tonischen Arousal“ wird dabei der allgemeine Wachzustand, der im Tagesverlauf charakteristische Schwankungen aufweist, untersucht, mit dem „phasischen Arousal“ eine erhöhte Reaktionsbereitschaft auf erwartete Ereignisse (Zimmermann & Fimm, 2021, S. 10). Die Teilnehmenden sehen in variierenden Zeitintervallen ein Kreuz auf der Bildschirmmitte. In der ersten Bedingung müssen sie nach Erscheinen des Kreuzes schnellstmöglich eine Reaktionstaste drücken. Erfasst wird dabei „intrinsische Alertness“. In einer zweiten Bedingung erscheint vor dem Kreuz ein Warnton, auf welchen die Teilnehmenden jedoch nicht reagieren sollen. Erst bei Erscheinen des Kreuzes sollen sie die Reaktionstaste drücken. Der Test besteht aus vier Blöcken mit je 20 Zielreizen, welche in einem ABBA-Design angeordnet sind: 1. Durchgang ohne Warnton, 2. und 3. Durchgang mit Warnton, 4. Durchgang ohne Warnton. Ermittelt werden Standardwerte für richtige und fehlende Reaktionen, Ausreißer sowie Antizipationen (Reaktionen auf Warnton). Für TAP „Alertness“ liegen altersspezifische (Altersbereiche 6-18 Jahre & 19-89 Jahre) sowie bildungsspezifische Normen (< 12 Schuljahre & ≥ 12 Schuljahre) vor. Beim Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ (Durchführungsform I) wird die Fähigkeit der Teilnehmenden untersucht, ihre Aufmerksamkeit auf simultan ablaufende Prozesse aufzuteilen. Dieser Untertest besteht aus drei Teilaufgaben. Bei der visuellen Aufgabe sehen die Teilnehmenden in der Bildschirmmitte

ein quadratisches Feld, bestehend aus 4 x 4 Punkten. Während der Durchführung erscheinen in einem festen Rhythmus zwischen sechs und acht kleine Kreuze, die ein Muster bilden. Die Teilnehmenden sollen schnellstmöglich eine Reaktionstaste drücken, wenn vier direkt aneinandergrenzende Kreuze ein kleines Quadrat bilden. Es gibt insgesamt 100 visuelle Reize, von denen 17 Zielreize darstellen. Bei der auditiven Aufgabe hören die Teilnehmenden in einem synchronen Rhythmus abwechselnd einen hohen und einen tiefen Ton. In einigen Fällen ertönt der hohe oder tiefe Ton zweimal nacheinander, woraufhin die Teilnehmenden schnellstmöglich die Reaktionstaste drücken sollen. Insgesamt gibt es 200 auditive Reize, von denen 16 Zielreize sind. Bei der Doppelaufgabe laufen visuelle und auditive Aufgabe parallel ab. Die visuellen Reize wechseln dabei mit einem Rhythmus von zwei Sekunden, während die auditiven Reize in einem Rhythmus von einer Sekunde für jeweils 433 ms zu hören sind. Jeder Aufgabentyp muss einzeln für sich beachtet werden. Visuelle und auditive Items überschneiden sich dabei nicht. Für den visuellen und auditiven Aufgabenteil werden Standardwerte für die Reaktionszeiten sowie für die Anzahl korrekter Reaktionen, Auslassungen und Ausreißer ermittelt. Für die Doppelaufgabe gibt es Standardwerte für die Anzahl der Auslassungen und der Fehler. Für TAP „Geteilte Aufmerksamkeit“ liegen altersspezifische (Einzelaufgabe: Altersbereiche 9-12 Jahre & 20-90 Jahre; Doppelaufgabe: Altersbereiche 6-18 Jahre & 19-90 Jahre) sowie bildungsspezifische Normen (< 12 Schuljahre & ≥ 12 Schuljahre) vor.

Lexikalischer Zugriff. Zur Ermittlung der Fähigkeit zum lexikalischen Zugriff wurden ein selbstkonstruierter Test sowie die zwei Untertests „Schnelles Benennen 1“ (SB 1) und „Schnelles Benennen 2“ (SB 2) aus dem Zürcher Lesetest – II (ZLT-II; Petermann & Daseking, 2019) eingesetzt. Für das schnelle Benennen (*rapid automatized naming*, RAN) von Ziffern, Buchstaben und Farben wurde in Anlehnung an Denckla und Rudel (1974) sowie Grosche und Grünke (2011) ein selbstkonstruierter Test eingesetzt, der aus drei Matrizen mit jeweils fünf Zeilen und zehn Items pro Zeile bestand. Die Items waren so angeordnet, dass in jeder Zeile jeweils zwei gleiche Items vorkamen, die jedoch niemals direkt aufeinander folgten. Das letzte Item einer Zeile war außerdem niemals identisch mit dem ersten Item der nachfolgenden Zeile. In jeder Spalte kam jedes Item weiterhin nur einmal vor. Als Items wurden die Ziffern 1, 3, 5, 7, 9, die kleingeschriebenen Buchstaben e, n, s, a, t sowie farbige Quadrate der Farben rot, blau, schwarz, gelb, grün verwendet. Die Teilnehmenden sollten die Items so schnell und so korrekt wie möglich von oben links bis unten rechts benennen. Die Zeit und die Anzahl der Fehler wurden protokolliert. Falsch benannte Items, die korrigiert wurden, wurden nicht als Fehler

gewertet. Diesem Test liegen keine Normen einer Normstichprobe zugrunde. Für das schnelle Benennen von Objekten wurden die Untertests des ZLT-II eingesetzt. Beim SB 1 werden den Teilnehmenden insgesamt 30 Items bestehend aus fünf verschiedenen Objekten präsentiert. Die Objekte sind in sechs Zeilen mit jeweils fünf Items angeordnet. Die Objekte können sich direkt nacheinander wiederholen und kommen weiterhin in unterschiedlichen Häufigkeiten vor (4x Fisch, 7x Auto, 7x Herz, 6x Brille, 6x Sonne). Die Teilnehmenden müssen die Objekte so schnell und so korrekt wie möglich von oben links bis unten rechts benennen. Der Untertest SB 2 ist identisch aufgebaut, enthält jedoch insgesamt 30 unterschiedliche Objekte. Gewertet wird jeweils die benötigte Benennzeit. Für die Tests liegen Normen ab Ende der ersten Klassenstufe bis zur achten Klassenstufe vor.

2.2.4 Versuchsablauf

Nach Eintreffen der Teilnehmenden wurden das Einverständnis eingeholt und die demographischen Daten festgestellt. Eine Audioaufnahme, welche für die Datenauswertung relevant war, wurde gestartet. Anschließend wurde die Selbsteinschätzung inkl. Schreibprobe durchgeführt. Danach fing die eigentliche Untersuchung an, in denen die Testverfahren in pseudorandomisierter Reihenfolge durchgeführt wurden. Die Lese- und Rechtschreibtests wurden in Abhängigkeit des Lese-/Schreibniveaus der Teilnehmenden durchgeführt. Die Saarbrücker Lesetexte (Reinhart & Kerkhoff, 2015) sowie der Untertest zum Textverständnis des ELFE II (Lenhard et al., 2020) wurden nur mit Personen durchgeführt, die in der Lage waren, ganze Texte zu lesen. Der DRT (Grund et al., 2017a, 2017b; Müller, 2003a, 2003b, 2003c) wurde abhängig vom Kenntnisstand für etwa zwei bis drei verschiedene Klassenstufen durchgeführt, wobei i. d. R. mit einer niedrigeren Klassenstufe begonnen wurde. Als Einschätzung des Kenntnisstands diente die Schreibprobe. Der RT (Kersting & Althoff, 2003) wurde nur mit Teilnehmenden der KG und der ELRS-Gruppe durchgeführt sowie mit Personen der EglD-Gruppe, die den DRT-5 (Grund et al., 2017b) absolvieren konnten. Eine Durchführung des RT (Kersting & Althoff, 2003) in der EglF-Gruppe war nicht vorgesehen. Die Gesamtdauer des Experiments variierte zwischen zweieinhalb und vier Stunden. Die Teilnehmenden absolvierten die Tests in der Regel an zwei Terminen. Aufgrund eines Fehlens beim zweiten Testtermin, einem fehlenden Instruktionsverständnis oder Hörschwierigkeiten absolvierten nicht alle Teilnehmenden jedes Testverfahren. Am Ende einer Sitzung wurde die Audioaufnahme gestoppt

und die Teilnehmenden wurden vergütet und verabschiedet. Die Audioaufnahme wurde nach der Testauswertung vollständig und dauerhaft gelöscht.

2.2.5 Datenbearbeitung und -analyse

In die statistische Analyse eingeschlossen wurden Personen, die an mindestens einem der beiden Testtermine anwesend waren. Voraussetzung dabei war, dass wesentliche Lese- und Schreibtests absolviert wurden. Personen wurden von der Analyse einzelner Tests ausgeschlossen, wenn die Instruktion nicht verstanden wurde oder die Aufgabe falsch ausgeführt wurde. Dadurch ergaben sich unterschiedliche Stichprobengrößen bei einzelnen Testverfahren.

Fehlende Werte wurden nicht ersetzt, sofern nicht anders angegeben. Ausreißer wurden mithilfe der *Explore*-Funktion (Boxplots & Extremwerte) in *IBM SPSS Statistics* (Version 30.0) identifiziert und visuell inspiziert. Handelte es sich um reale bzw. plausible Messwerte, wurden diese in die Analysen eingeschlossen. Sofern nicht anders angegeben, wurde dieses Vorgehen konsequent angewendet.

Die Schreibprobe wurde nicht berücksichtigt, da sie nur einer Ersteinschätzung der Schreibfähigkeit für den weiteren Testverlauf diente. Bei den Saarbrücker Lesetexten wurden alle Personen in die Analyse eingeschlossen, die mindestens drei Texte gelesen hatten. Berichtet wird der Gesamtmittelwert für die Lesezeit in Sekunden sowie die Anzahl der Lesefehler. Beim SLS 2-9 wird neben dem Rohwert (Anzahl korrekt bearbeiteter Sätze) der Lesequotient (LQ) für die höchste erreichte Klassenstufe berichtet. Beim ELFE II wurden alle Personen in die Analyse eingeschlossen, die alle drei Untertests (Wort-, Satz- und Textverständnis) absolviert hatten. Beim DRT wird ebenfalls nur die jeweils höchste erreichte Klassenstufe berichtet. Der Grund dafür ist, dass die Testdurchführung leistungsabhängig war und nicht alle Tests jeder Klassenstufe mit allen Teilnehmenden durchgeführt wurden. Bei der TAP, Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“, wurden alle Personen in die Analyse eingeschlossen, die alle drei Bedingungen (visuell, auditiv und doppel) absolviert hatten.

2.3 Studie 1: Untersuchung kognitiver Fähigkeiten bei geringer Literalität

Wie empirische Befunde zeigen, weisen gering literalisierte Erwachsene Defizite in zentralen kognitiven Bereichen auf, die denen von Personen mit LRS ähneln (vgl. Vágvölgyi et

al., 2016, 2025). Besonders betroffen sind die phonologische Bewusstheit (Eme et al., 2014; Greenberg et al., 1997; Ramus, Pidgeon, et al., 2003), das phonologische Arbeitsgedächtnis (Eme et al., 2014; Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011; Landerl, 2001; Mayringer & Wimmer, 1999) sowie der lexikalische Zugriff (Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011; Landerl, 2001; Mayringer & Wimmer, 1999). Weiterhin können Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen eingeschränkt sein (Beidas et al., 2013; Bogdanowicz et al., 2014; Leong et al., 2011; Ramus, Rosen, et al., 2003; van der Meer et al., 2011; van Linden & Cremers, 2008; Varvara et al., 2014; Zoubrinetzky et al., 2014). Ein direkter Vergleich beider Gruppen ermöglicht es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den zugrunde liegenden Defizitmustern genauer zu bestimmen.

Die Gruppe gering Literalisierter ist durch eine hohe Heterogenität gekennzeichnet, welche sich unter anderem in soziodemografischen Parametern wie der Erstsprache (Deutscher Volkshochschul-Verband e. V., 2019; Grotlüschen & Buddeberg, 2020), in schriftsprachlichen Prozessen (Bar-Kochva et al., 2019) und in kognitiven Fähigkeiten (Vágvölgyi et al., 2016, 2025) widerspiegelt. So haben laut der LEO-Studie knapp die Hälfte (47.4 %) der gering literalisierten Erwachsenen in Deutschland eine andere Erstsprache als Deutsch (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Die Einbeziehung dieser Gruppe in deutschsprachige Studien ist umstritten, da geringe Schriftsprachkompetenzen im Deutschen nicht zwingend auf grundlegende Defizite im Lesen und Schreiben insgesamt hinweisen. Sie können ebenso Ausdruck begrenzter Deutschkenntnisse sein (Vágvölgyi et al., 2016). Entsprechend zeigt die LEO-Studie, dass die Mehrheit (77.8 %) dieser Personen in ihrer Erstsprache komplexe Texte lesen und schreiben kann. Dennoch treten die Schwierigkeiten, die mit geringen deutschsprachigen Schriftsprachkompetenzen verbunden sind, unabhängig von der Erstsprache auf (Grotlüschen & Buddeberg, 2020). Inwieweit sich bei gering Literalisierten mit anderer Erstsprache vergleichbare kognitive Defizite zeigen wie bei gering Literalisierten mit Deutsch als Erstsprache oder bei Personen mit Lese- und Rechtschreibstörungen, ist bislang empirisch nicht hinreichend geklärt, da dies nur in wenigen Studien systematisch untersucht wurde (vgl. Vágvölgyi et al., 2021).

2.3.1 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, gering literalisierte Personen mit Deutsch als Erstsprache sowie mit anderen Erstsprachen hinsichtlich der dem Lesen zugrunde liegenden kognitiven Fähigkeiten sowie ihrer Lese- und Schreibkompetenzen zu untersuchen. Auf dieser Basis sollen differenzierte kognitive Profile dieser Gruppen erarbeitet werden. Zusätzlich wird eine Gruppe von Personen mit LRS einbezogen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten zu analysieren. Alle drei Gruppen werden zudem mit normgerecht lesenden Erwachsenen verglichen, wobei gruppenspezifische Defizite identifiziert werden sollen. Darüber hinaus soll die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter verdeutlicht werden.

Die bisherige empirische Evidenz zeigt, dass sowohl gering Literalisierte als auch Personen mit LRS deutliche Einschränkungen in der phonologischen Bewusstheit aufweisen. Weniger eindeutige Befunde deuten bei beiden Personengruppen auf Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis, im lexikalischen Zugriff sowie in der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung hin (vgl. Vágvölgyi et al., 2025). Vor diesem Hintergrund wird angenommen, dass sowohl gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache und mit anderer Erstsprache als Deutsch sowie Personen mit LRS Beeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit, im phonologischen Arbeitsgedächtnis, im lexikalischen Zugriff und in der Aufmerksamkeit aufweisen. Darüber hinaus wird für gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache und mit anderer Erstsprache als Deutsch vermutet, dass zusätzlich eine eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit vorliegt.

2.3.2 Methode

Stichprobe. Für die vorliegende Studie wurde die KogLit-Stichprobe ($n = 117$; vgl. Abschnitt 2.2.2) analysiert, wobei vier Gruppen miteinander verglichen wurden: EglF ($n = 34$, 18 weiblich, $M = 35.50$ Jahre, $SD = 8.99$, Spanne: 16-57), EglD ($n = 25$, 9 weiblich, 1 divers, $M = 43.60$ Jahre, $SD = 20.48$, Spanne: 17-69), ELRS ($n = 30$, 13 weiblich, $M = 33.23$ Jahre, $SD = 16.10$, Spanne: 16-67) sowie einer KG ($n = 28$, 18 weiblich, $M = 47.89$ Jahre, $SD = 13.05$, Spanne: 21-61).

Versuchsmaterial und -ablauf. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der in dieser Analyse eingesetzten Testverfahren unter Nennung der getesteten kognitiven Bereiche sowie die jeweils angewendete statistische Methode. Für eine Beschreibung des Versuchsmaterials und -ablaufs siehe Abschnitte 2.2.3 und 2.2.4.

Tabelle 3

Übersicht der eingesetzten Testverfahren mit Nennung der getesteten Bereiche und angewendeter Statistikmethode

Testverfahren	Kognitiver Bereich	Statistikmethode
Selbsteinschätzung	Lesen & Schreiben: Fähigkeitseinschätzung	Deskriptive Statistik
Saarbrücker Lesetexte	Lesegeschwindigkeit	Deskriptive Statistik
SLS 2-9	Lesegeschwindigkeit	Deskriptive Statistik
ELFE II	Leseverständnis	Deskriptive Statistik
DRT-1-5	Rechtschreibung	Deskriptive Statistik
WMT-2	Nonverbale Intelligenz	Deskriptive Statistik
ZVT	Nonverbale Intelligenz	Deskriptive Statistik
BAKO 1-4	Phonologische Bewusstheit	Gruppenvergleich (ANOVA)
WAIS-IV	Phonologische Verarbeitung: Gedächtnisspanne	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-AG	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	Gruppenvergleich (ANOVA)
d2-R	Konzentrationsfähigkeit & Detail-Diskrimination	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-AL	Aufmerksamkeit: allgemeiner Wachzustand	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-GA	Aufmerksamkeit: simultane Prozesse	Gruppenvergleich (ANOVA)
ZLT-II SB 1 & SB 2	Lexikalischer Zugriff	Gruppenvergleich (ANOVA)
RAN	Lexikalischer Zugriff	Gruppenvergleich (ANOVA)

Anmerkung. SLS 2-9 = Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9; ELFE II = Erst- bis Siebtklässler – Version II; DRT-1-5 = Diagnostischer Rechtschreibtest für 1. bis 5. Klassen; WMT-2 = Wiener Matrizen-Tests 2; ZVT = Zahlen-Verbindungs-Test; BAKO 1-4 = Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen 1.-4. Klasse; WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition; TAP-AG = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Arbeitsgedächtnis; d2-R = d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest; TAP-AL = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Alertness; TAP-GA = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit; ZLT-II SB 1 & SB 2 = Zürcher Lesetest – II, Untertests Schnelles Benennen 1 & 2; RAN = Rapid Automatized Naming, Test zum schnellen Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben.

Statistische Analyse. Aufgrund der unterschiedlichen Stichprobengrößen wurde für jedes Testverfahren eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt, anstelle einer

multivariaten Varianzanalyse (MANOVA). Da die ANOVA robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilungsannahme ist (Blanca et al., 2017; Harwell et al., 1992; Schmider et al., 2010), wurde diese auch durchgeführt, wenn keine Normalverteilung vorlag. Zur Minimierung des Alpha-Fehler-Risikos bei multiplem Testen wurde die Benjamini-Hochberg-Korrektur (Benjamini & Hochberg, 1995) angewandt. Darüber hinaus gelten die Beschreibungen aus Abschnitt 2.2.5.

2.3.3 Ergebnisse

Lesen und Schreiben. Im Folgenden werden die deskriptiven Ergebnisse der selbst eingeschätzten Schriftsprachfähigkeiten sowie der Lese- und Schreibtests vorgestellt.

Selbsteinschätzung. Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung zu Umfang und Schwierigkeit des Lesens und Schreibens auf Deutsch bzw. der Erstsprache sind in den Tabellen 4 und 5 dargestellt. Es zeigte sich, dass die Experimentalgruppen das Lesen und Schreiben auf Deutsch im Vergleich zur KG als schwieriger einschätzten. Der Umfang des Lesens und Schreibens wurde von allen Gruppen als mittelmäßig eingeschätzt, wobei die KG den Leseumfang leicht höher bewertete.

Tabelle 4

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für den Umfang des Lesens und Schreibens

Gruppe	Lesen		Schreiben	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	6.14 (2.43)	[5.20, 7.09]	5.25 (2.50)	[4.28, 6.22]
EglF (<i>n</i> = 34)	6.12 (3.41) ^a	[4.93, 7.31]	5.56 (3.31) ^a	[4.40, 6.72]
	4.97 (1.92) ^b	[4.30, 5.64]	5.24 (2.38) ^b	[4.41, 6.06]
EglD (<i>n</i> = 25)	4.60 (2.00)	[3.77, 5.43]	4.52 (2.86)	[3.34, 5.70]
ELRS (<i>n</i> = 30)	5.60 (2.59)	[4.63, 6.57]	5.37 (2.46)	[4.66, 5.58]

Anmerkung. Selbsteinschätzung auf einer Skala von 0-10 (0 = gar nicht, 10 = sehr viel). KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a In der Erstsprache. ^b In Deutsch.

Tabelle 5

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für die Schwierigkeit des Lesens und Schreibens

Gruppe	Lesen		Schreiben	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	9.29 (1.08)	[8.87, 9.71]	8.54 (1.26)	[8.05, 9.02]
EglF (<i>n</i> = 34)	9.33 (1.88) ^{a, c}	[8.67, 10.00]	9.06 (1.89) ^{a, c}	[8.39, 9.73]
	5.35 (1.84) ^b	[4.71, 6.00]	4.68 (2.08) ^{b, c}	[3.94, 5.42]
EglD (<i>n</i> = 25)	5.28 (2.48)	[4.26, 6.30]	4.52 (2.62)	[3.44, 5.60]
ELRS (<i>n</i> = 30)	5.03 (2.59)	[4.07, 6.00]	5.17 (2.18)	[4.35, 5.98]

Anmerkung. Selbsteinschätzung auf einer Skala von 0-10 (0 = nicht möglich, 10 = sehr leicht). KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a In der Erstsprache. ^b In Deutsch. ^c *N* = 33.

Lesegeschwindigkeit. Die Ergebnisse der Saarbrücker Lesetexte und des SLS 2-9 sind in den Tabellen 6 und 7 dargestellt. Bei den Saarbrücker Lesetexten erzielte die KG mit einer mittleren Lesezeit von *M* = 65.07 Sekunden (*SD* = 10.58) die beste Leistung und lag damit innerhalb der Normwerte der Normstichprobe (Cut-off Lesezeit pro Text = 99.2 Sek.). Die drei Experimentalgruppen lasen langsamer (Spanne: 107.49-163.75 Sek.) als die KG und überschritten damit die Cut-off-Werte der Normstichprobe. Die KG machte weniger Fehler (*M* = 4.80, *SD* = 2.31) als die Experimentalgruppen (Spanne: 14.13-32.38 Fehler). Alle Gruppen, einschließlich der KG, lagen außerhalb der Normwerte der Normstichprobe (Cut-off Fehlerzahl pro Text = 3.6).

Tabelle 6

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für Lesezeit und Fehleranzahl der Saarbrücker Lesetexte

Gruppe	Lesezeit (Sek.)		Fehleranzahl	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	65.07 (10.58)	[60.97, 69.17]	4.80 (2.31)	[3.90, 5.69]
EglF (<i>n</i> = 31)	163.75 (73.59)	[136.75, 190.74]	32.38 (17.46)	[25.97, 38.78]
EglD (<i>n</i> = 12)	107.49 (49.70)	[75.91, 139.07]	14.13 (7.73)	[9.21, 19.04]
ELRS (<i>n</i> = 28)	136.20 (53.95)	[115.28, 157.12]	19.03 (14.19)	[13.53, 24.53]

Anmerkung. Lesezeit und Fehleranzahl sind Gesamtmittelwerte der Saarbrücker Lesetexte A-F. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Im SLS 2-9 bearbeitete die KG innerhalb von drei Minuten die meisten von insgesamt 100 Sätzen korrekt ($M = 77.29$, $SD = 9.20$), während die Experimentalgruppen deutlich weniger Sätze richtig beantworteten (Tabelle 7).

Tabelle 7

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Rohwerte für das Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9 (SLS 2-9)

Gruppe	Anzahl korrekt bearbeiteter Sätze	
	$M (SD)$	95 % KI
KG ($n = 28$)	77.29 (9.20)	[73.72, 80.85]
EglF ($n = 26$)	30.15 (12.02)	[25.30, 35.01]
EglD ($n = 24$)	38.75 (24.76)	[28.30, 49.20]
ELRS ($n = 30$)	48.23 (18.87)	[41.19, 55.28]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Auf Grundlage der Anzahl korrekt beurteilter Sätze wurde für jede Person der Lesequotient (LQ) ermittelt, der die höchste erreichte Klassenstufe im Bereich der 2. bis 9. Klasse abbildet. Der LQ ($M = 100$, $SD = 15$) drückt aus, wie stark die gemessene Lesefähigkeit vom Durchschnitt der Normierungsstichprobe (Schülerinnen und Schüler der 2. bis 9. Klasse) abweicht. Ein $LQ < 85$ kann als unterdurchschnittlich, ein $LQ < 70$ als massive Leseschwäche interpretiert werden (Mayringer & Wimmer, 2014). Zwei Personen der KG erzielten einen so hohen LQ, dass hierfür keine entsprechenden Normwerte vorlagen. Drei weitere Personen aus den Gruppen EglF und EglD erreichten hingegen einen so niedrigen LQ, dass dieser nicht einmal dem Niveau der zweiten Klassenstufe entsprach (Tabelle 8).

Leseverständnis. Die Ergebnisse des ELFE II sind in den Tabellen 9 und 10 dargestellt. Die KG erzielte in allen drei Untertests sowie im Gesamtergebnis die höchsten Werte, während die EglF-Gruppe die niedrigsten Ergebnisse erreichte (Tabelle 9). Eine Betrachtung der T-Werte auf Grundlage der Normen für die 7. Klasse zeigt, dass die KG überwiegend durchschnittliche bis überdurchschnittliche Leistungen erzielte. Die ELRS-Gruppe erreichte Werte im durchschnittlichen Bereich, während die EglD- und EglF-Gruppen nahezu ausschließlich unterdurchschnittliche T-Werte aufwiesen (Tabelle 10).

Tabelle 8

Mittelwerte und Standardabweichungen der Lesequotienten für die jeweils höchste Klassenstufe für das Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9 (SLS 2-9)

Gr.	> LQ9		LQ9		LQ8		LQ7		LQ6		LQ5		LQ4		LQ3		LQ2		< LQ2	
	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>n</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)
KG	1	96.00 ^a	26	112.12 (12.82)	1	138.00 ^a		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.
EglF		n. z.	4	70.50 (12.50)	2	64.50 (3.54)		n. z.	5	65.00 (2.61)	1	63.00	4	63.00 (2.00)	5	66.20 (3.03)	4	70.50 (4.93)	1 ^c	n. z.
EglD ^b		n. z.	11	91.18 (14.78)		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.	1	65.00	2	69.00 (7.07)	7	68.14 (4.60)	2 ^c	n. z.
ELRS		n. z.	16	93.06 (16.33)	1	64.00	3	65.33 (3.06)	2	66.00 (4.24)	3	62.33 (.78)	2	62.50 (.71)	2	65.50 (3.54)	1	65.00		n. z.

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Jungen und Mädchen der 2. bis 9. Klasse (jeweils zweite Schuljahreshälfte). Gr. = Gruppe; LQ = Lesequotient; LQ9 = Lesequotient der 9. Klasse (analog: LQ2-LQ8); KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; n. z. = nicht zutreffend.

^a Kein Normwert für die entsprechende Klassenstufe vorhanden. ^b Kein Normwert für Geschlecht „divers“ vorhanden (betrifft *n* = 1 in dieser Gruppe). ^c LQ2 wurde nicht erreicht, da der Rohwert zu gering war.

Tabelle 9

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für den Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler – Version II (ELFE II)

Gruppe	Anzahl korrekt bearbeiteter Items						Summe der Einzelergebnisse	
	Wortverständnis		Satzverständnis		Textverständnis		Gesamtergebnis	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	60.96 (8.99)	[57.48, 65.45]	28.36 (4.18)	[26.74, 29.98]	20.71 (5.11)	[18.73, 22.69]	189.79 (24.68)	[113.00, 220.00]
EglF (<i>n</i> = 34)	30.82 (11.46)	[26.83, 34.82]	11.62 (6.12)	[9.48, 13.75]	8.41 (4.37)	[6.89, 9.94]	104.71 (23.19)	[75.00, 165.00]
EglD (<i>n</i> = 24)	33.25 (17.60)	[25.82, 40.68]	13.42 (9.25)	[9.51, 17.32]	10.35 (8.22)	[6.79, 13.90]	118.70 (43.36)	[75.00, 189.00]
ELRS (<i>n</i> = 30)	41.47 (15.10)	[35.83, 47.10]	17.73 (7.67)	[14.87, 20.60]	14.43 (7.23)	[11.73, 17.13]	136.50 (39.60)	[75.00, 216.00]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Tabelle 10

Mittelwerte und Standardabweichungen der T-Werte für den Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler – Version II (ELFE II)

Gruppe	Wort- verständnis	Satz- verständnis	Text- verständnis	Gesamt- ergebnis
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
KG (<i>n</i> = 28)	68.11 (7.17)	64.46 (9.22)	57.21 (11.36)	64.71 (9.28)
EglF (<i>n</i> = 34)	39.26 (10.56)	32.18 (8.03)	33.26 (6.89)	33.21 (7.97)
EglD (<i>n</i> = 24)	42.58 (17.14)	37.13 (13.61)	37.70 (14.35) ^a	39.17 (15.05) ^a
ELRS (<i>n</i> = 30)	49.93 (14.87)	42.03 (13.27)	44.53 (13.48)	45.00 (14.60)

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse (in den ersten drei Schulmonaten). KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a *n* = 23.

Rechtschreibung. Die Ergebnisse des DRT-1-5 und des RT sind in den Tabellen 11 und 12 dargestellt. Für den DRT werden die Rohwerte und Prozentränge jeweils bezogen auf die höchste erreichte Klassenstufe berichtet. Mit der KG wurde ausschließlich der DRT-5 durchgeführt.

Tabelle 11

Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte für den diagnostischen Rechtschreibtest für 1. bis 5. Klassen (DRT-1-5), jeweils für die höchste erreichte Klassenstufe

Gruppe	Anzahl Fehler						Anzahl Korrekte			
	DRT-1		DRT-2		DRT-3		DRT-4		DRT-5	
	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>
KG		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.	28	49.61 (1.91)
EglF	3	9.00 (6.56)	10	22.20 (8.97)	9	26.22 (5.12)	7	3.76 (1.42)	5	35.60 (6.58)
EglD	4	25.50 (1.91)	6	30.50 (1.38)	2	42.00 (1.41)	1	14.00	12	39.17 (7.96)
ELRS	1	16.00	1	30.00	2	43.50 (.71)	3	17.67 (6.81)	23	38.09 (12.83)

Anmerkung. Werte bei DRT-1 bis DRT-3 sind Anzahl Fehler, bei DRT-4 und DRT-5 Anzahl Korrekte. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; n. z. = nicht zutreffend.

Tabelle 12

Mittelwerte und Standardabweichungen der Prozenträge für den diagnostischen Rechtschreibtest für 1. bis 5. Klassen (DRT 1-5), jeweils für die höchste erreichte Klassenstufe

Gr.	DRT-1		DRT-2		DRT-3		DRT-4		DRT-5		
	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	
KG		n. z.		n. z.		n. z.		n. z.	28	97.65 (5.39) ^a	95.31 (7.15) ^b
EglF	3	36.67 (24.71)	10	32.00 (31.28)	9	28.44 (14.32)	7	26.14 (10.73)	5	19.00 (18.07) ^a	45.40 (20.98) ^b
EglD	4	4.25 (1.50)	6	3.33 (2.94)	2	1.00 (.00)	1	8.00	12	76.00 (23.11) ^a	58.75 (24.34) ^b
ELRS	1	14.00	1	4.00	2	1.00 (.00)	3	17.67 (12.66)	23	62.13 (32.70) ^a	62.50 (31.41) ^{b, c}

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Schülerinnen und Schülern der 1. bis 5. Klasse. Beim DRT-5 sind Werte für die entsprechende Schulform sowie für die Gesamtstichprobe angegeben. Gr. = Gruppe; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; n. z. = nicht zutreffend.

^a Prozenrang gem. Schulform. ^b Prozenrang für Gesamtstichprobe. ^c für *n* = 22 war kein Prozenrang vorhanden.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse des RT. Die KG wies die geringste Fehleranzahl auf (*M* = 18.07, *SD* = 8.96), gefolgt von der EglD-Gruppe (*M* = 38.57, *SD* = 9.48) und abschließend der ELRS-Gruppe (*M* = 40.04, *SD* = 10.83). Zu beachten ist, dass die Normstichprobe lediglich Personen bis zu einem Alter von 30 Jahren umfasst. Teilnehmende über 30 Jahre wurden daher auf Grundlage der höchsten verfügbaren Altersnorm eingestuft. Die EglF-Gruppe hat diesen Test nicht absolviert.

Tabelle 13

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle des Rechtschreibungstests (RT)

Gruppe	Fehleranzahl		Standardwert	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	18.07 (8.96)	[14.60, 21.54]	102.71 (9.61)	[98.99, 106.44]
EglD (<i>n</i> = 7)	38.57 (9.48)	[29.80, 47.34]	85.14 (7.80)	[77.93, 92.35]
ELRS (<i>n</i> = 24)	40.04 (10.83)	[35.47, 44.61]	79.50 (6.31)	[76.84, 82.16]

Anmerkung. Standardwert (*M* = 100, *SD* = 10). Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 15 und 30 Jahren (unterteilt nach Schulformen Realschule und Gymnasium). Die Gruppe gering Literalisierter mit anderer Erstsprache als Deutsch (EglF) hat diesen Test nicht absolviert. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Nonverbale Intelligenz. Die IQ-Werte, gemessen mit dem WMT-2 und dem ZVT, sind in Tabelle 14 dargestellt. Zu beachten ist, dass die Normstichprobe beim WMT-2 nur Personen bis zu einem Alter von 64 Jahren umfasst. Teilnehmende über 64 Jahre wurden anhand der höchsten verfügbaren Altersnorm bewertet.

Tabelle 14

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der IQ-Werte des Wiener Matrizen-Tests 2 (WMT-2) und des Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)

Gr.	WMT-2			ZVT		
	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG		n. z.		27	124.33 (15.37)	[118.25, 130.41]
EgIF	19	85.89 (25.20)	[73.75, 98.04]	7	111.57 (4.56)	[107.35, 115.79]
EgID	8	59.25 (8.99)	[51.74, 66.76]	20	95.88 (15.26)	[88.73, 103.02]
ELRS	12	96.00 (22.30)	[81.83, 110.17]	20	95.50 (16.11)	[87.96, 103.04]

Anmerkung. Die Normstichproben bestanden beim WMT-2 aus österreichischen Personen zwischen 14 und 67 Jahren und beim ZVT aus Personen zwischen 7 und 80 Jahren. Die Kontrollgruppe hat nur den ZVT absolviert. Gr. = Gruppe; KG = Kontrollgruppe; EgIF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EgID = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; n. z. = nicht zutreffend.

Phonologische Verarbeitung. Die Rohwerte und ANOVA-Ergebnisse des BAKO 1-4 sind in Tabelle 15 dargestellt. Die Verteilung der T-Werte zeigt Tabelle 16. Die KG erzielte im Gesamtwert die höchsten Rohwerte, gefolgt von der EgIF- und der ELRS-Gruppe. Am niedrigsten waren die Werte der EgID-Gruppe (Tabelle 15).

Die Rohwerte des BAKO 1-4 waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Mehrere Ausreißer wurden ermittelt und überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Die Überprüfung der Varianzhomogenität mit dem Levene-Test ergab, dass eine Gleichheit der Varianzen nur für die Untertests Pseudowortsegmentierung ($p = .19$), Vokallängenbestimmung ($p = .63$), Wortumkehr ($p = .64$) und im Gesamtwert ($p = .05$) angenommen werden kann. Für die anderen Untertests lag keine Gleichheit der Varianzen vor ($p < .05$). Eine einfaktorielle ANOVA zeigte statistisch signifikante Gruppenunterschiede in den Rohwerten des BAKO 1-4 in den meisten Untertests sowie im Gesamtwert. Signifikante Ergebnisse der paarweisen Vergleiche zeigt Tabelle 17.

Tabelle 15

Mittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) der Rohwerte des Tests Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4)

Aufgabe	KG (n = 28)	EglF (n = 25)	EglD (n = 20)	ELRS (n = 29)	ANOVA			
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	Test-Typ	F-Wert	df	η^2
PWS	3.89 (1.69)	3.12 (1.69)	2.20 (2.14)	2.76 (2.23)	ANOVA	3.24	3, 98	.09
VE	9.68 (1.77)	7.88 (3.52)	4.40 (4.04)	6.62 (3.72)	Welch-ANOVA	13.36**	3, 47.20	.24
RWB	5.64 (1.13)	5.32 (1.87)	3.15 (2.48)	4.38 (1.92)	Welch-ANOVA	7.55**	3, 48.38	.20
PV	7.86 (3.22)	7.68 (3.31)	4.60 (4.02)	5.97 (3.94)	Welch-ANOVA	3.91*	3, 51.66	.11
LK	6.32 (1.54)	6.36 (1.22)	4.15 (2.39)	5.48 (2.05)	Welch-ANOVA	5.59**	3, 50.35	.18
VLB	6.32 (3.03)	6.32 (2.73)	3.75 (2.43)	5.10 (2.91)	ANOVA	4.27*	3, 98	.12
WU	10.00 (5.27)	9.60 (5.85)	6.10 (6.14)	7.97 (5.49)	ANOVA	2.26	3, 98	.06
GW	49.68 (13.10)	44.56 (17.38)	28.40 (20.39)	38.28 (19.11)	ANOVA	6.33**	3, 98	.16

Anmerkung. Für Variablen mit Verletzung der Varianzhomogenität (Levene-Test, $p < .05$) wurde die Welch-ANOVA herangezogen. Alpha-Fehler wurden mittels Benjamini-Hochberg-Korrektur angepasst. PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

* $p < .05$. ** $p < .01$.

Tabelle 16

Mittelwerte und Standardabweichungen der T-Werte des Tests Basiskompetenzen für Leserechtschreibleistungen (BAKO 1-4)

Aufgabe	KG (n = 28)	EglF (n = 25)	EglD (n = 20)	ELRS (n = 29)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
PWS	41.61 (9.74)	37.20 (9.14)	32.45 (11.56)	35.48 (12.12)
VE	49.57 (8.10)	45.08 (9.06)	36.35 (9.63)	41.62 (9.64)
RWB	45.61 (8.04)	44.72 (10.75)	33.15 (12.70)	38.55 (10.74)
PV	48.61 (11.63)	48.08 (12.65)	37.10 (12.96)	41.34 (13.29)
LK	43.71 (8.69)	43.36 (7.27)	34.20 (10.56)	39.66 (9.38)
VLB	51.93 (11.00)	50.56 (9.50)	42.70 (7.01)	46.34 (9.93)
WU	45.29 (8.41)	44.48 (10.00)	37.85 (11.38)	41.72 (9.42)
GW	46.29 (9.38)	42.84 (11.22)	32.75 (12.59)	38.45 (11.86)

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Schülerinnen und Schülern 4. Klasse. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert.

Wie in Tabelle 17 zu sehen ist, zeigten Tukey bzw. Games-Howell post-hoc-Tests, dass die KG in fast allen Untertests (Ausnahmen: Pseudowortsegmentierung, Wortumkehr) signifikant höhere Rohwerte erzielte als die EglD-Gruppe und in zwei Untertests (Vokalersetzung, Restwortbestimmung) als die ELRS-Gruppe. Die EglF-Gruppe zeigte ebenfalls in den meisten Untertests (Ausnahmen: Pseudowortsegmentierung, Wortumkehr) signifikant höhere Werte als die EglD-Gruppe. Beim Untertest Pseudowortsegmentierung zeigte die ANOVA vor der Benjamini-Hochberg-Korrektur zwar einen signifikanten ($p = .03$) Unterschied in den Rohwerten zwischen den Gruppen, welcher jedoch nach der Korrektur lediglich marginal signifikant ($p = .06$) ausfiel. Der Tukey post-hoc Test zeigte einen Trend für einen Gruppenunterschied zwischen KG und EglD-Gruppe, mit höheren Rohwerten in der KG ($M_{Diff} = 1.69$, $SE = .57$, $p = .02$, 95 %-KI [.20, 3.18]). Für eine vollständige Übersicht aller paarweisen Vergleiche siehe Anhang A.

Tabelle 17

Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle der post-hoc Tests des Tests Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4)

Aufgabe	<i>M</i> Diff. (<i>SE</i>)	<i>p</i>	95 % KI
VE ^b			
KG vs. EglD	5.28 (.96)	< .001	[2.62, 7.94]
KG vs. ELRS	3.06 (.77)	.001	[1.00, 5.11]
EglF vs. EglD	3.48 (1.15)	.02	[.40, 6.56]
RWB ^b			
KG vs. EglD	2.49 (.59)	.001	[.86, 4.13]
KG vs. ELRS	1.26 (.41)	.02	[16, 2.37]
EglF vs. EglD	2.17 (.67)	.01	[.37, 3.97]
PV ^b			
KG vs. EglD	3.26 (1.08)	.02	[.33, 6.18]
EglF vs. EglD	3.08 (1.12)	.04	[.08, 6.08]
LK ^b			
KG vs. EglD	2.17 (.61)	.01	[.52, 3.83]
EglF vs. EglD	2.21 (.59)	.001	[.60, 3.82]
VLB ^b			
KG vs. EglD	2.57 (.79)	.01	[.47, 4.68]
EglF vs. EglD	2.57 (.77)	.01	[.51, 4.63]
GW ^a			
KG vs. EglD	21.28 (5.12)	< .001	[7.89, 34.67]
EglF vs. EglD	16.16 (5.25)	.01	[2.44, 29.88]

Anmerkung. Nur signifikante Vergleiche sind dargestellt. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; *M* Diff. = Mittelwertdifferenz; PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; GW = Gesamtwert.

^a Tukey post-hoc Test. ^b Games-Howell post-hoc Test.

Tabellen 18 und 19 zeigen die Ergebnisse der TAP im Untertest Arbeitsgedächtnis. Die meisten Fehler machten die EglD-Gruppe und die KG. Die EglD-Gruppe wies außerdem die meisten Auslassungen ($M = 4.47$, $SD = 2.99$) auf. Die EglF-Gruppe erzielte die besten Ergebnisse und verzeichnete sowohl die niedrigste Fehlerquote ($M = 3.13$, $SD = 6.70$) als auch die geringste Anzahl an Auslassungen ($M = 2.38$, $SD = 3.32$).

Tabelle 18

Mittelwerte, Standardfehler und Konfidenzintervalle für Fehler und Auslassungen der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Arbeitsgedächtnis

Gruppe	Fehler		Auslassungen	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 22)	5.68 (5.96)	[3.04, 8.32]	2.82 (2.44)	[1.74, 3.90]
EglF (<i>n</i> = 24)	3.13 (6.70)	[.30, 5.95]	2.38 (2.32)	[1.40, 3.35]
EglD (<i>n</i> = 19)	5.84 (11.38)	[.36, 11.33]	4.47 (2.99)	[3.03, 5.91]
ELRS (<i>n</i> = 26)	3.85 (5.78)	[1.51, 6.18]	3.12 (2.79)	[1.99, 4.24]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Alle Gruppen erzielten durchschnittliche T-Werte im Vergleich zur Normstichprobe mit einer Ausnahme: Bei den Auslassungen erzielte die EglD-Gruppe einen leicht unterdurchschnittlichen T-Wert ($M = 39.58$, $SD = 9.91$).

Tabelle 19

Mittelwerte und Standardabweichungen für die T-Werte der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Arbeitsgedächtnis

Gruppe	Fehler	Auslassungen
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
KG (<i>n</i> = 22)	44.00 (10.93)	47.09 (11.35)
EglF (<i>n</i> = 24)	50.96 (10.43)	46.58 (8.27)
EglD (<i>n</i> = 19)	47.26 (11.96)	39.58 (9.91)
ELRS (<i>n</i> = 26)	47.88 (9.90)	44.54 (10.66)

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 11 und 89 Jahren. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Die Rohwerte (Fehler & Auslassungen) der TAP, Untertest Arbeitsgedächtnis, waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Mehrere Ausreißer wurden identifiziert, überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Die Überprüfung der Varianzhomogenität mit dem Levene-Test ergab, dass eine Gleichheit der Varianzen sowohl für die Anzahl der Fehler ($p = .22$) als auch für die Anzahl der Auslassungen ($p = .37$) vorlag. Die ANOVA zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede für die Anzahl der Fehler $F(3, 87) = .71$, $p = .59$ sowie für die Anzahl der Auslassungen $F(3, 87) = 2.41$, $p = .13$.

Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse des WAIS-IV, Untertest Zahlen nachsprechen. Die KG erzielte im Rohwert sowie in den Wertpunkten im Vergleich zur altersentsprechenden Normstichprobe die höchsten Werte. Es folgten die EglF-, die ELRS- und schließlich die EglD-Gruppe. Die Analyse der standardisierten Wertpunkte ($M = 10$, $SD = 3$) ergab, dass die KG normgerechte Werte erreichte, wohingegen die drei Experimentalgruppen Mittelwerte unterhalb des Normbereichs ($M < 7$) zeigten.

Tabelle 20

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für die Rohwerte und Wertpunkte der Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition (WAIS-IV; deutsche Version), Untertest Zahlen nachsprechen

Gruppe	RW		WP	
	$M (SD)$	95 % KI	$M (SD)$	95 % KI
KG ($n = 28$)	27.07 (5.84)	[24.81, 29.33]	9.64 (3.15)	[8.42, 10.87]
EglF ($n = 34$)	21.09 (5.08)	[19.31, 22.86]	5.97 (2.66)	[5.04, 6.90]
EglD ($n = 25$)	17.84 (4.09)	[16.15, 19.53]	4.68 (1.93)	[3.88, 5.48]
ELRS ($n = 30$)	20.87 (6.46)	[18.46, 23.28]	6.03 (3.03)	[4.90, 7.17]

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 16 und 89 Jahren. RW = Rohwert; WP = Wertpunkte; KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Die Wertpunkte des WAIS-IV waren normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p > .05$) und eine Gleichheit der Varianzen wurde angenommen (Levene-Test; $p = .33$). Ein einzelner Ausreißer wurde aufgedeckt und überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Die ANOVA zeigte, dass sich die Wertpunkte signifikant zwischen den Gruppen unterschieden, $F(3, 113) = 16.45$, $p = .002$, $\eta^2 = .30$. Der Turkey post-hoc Test zeigte, dass die KG höhere Wertpunkte erzielte als die EglF-Gruppe ($M_{\text{Diff.}} = 3.67$, $SE = .70$, $p < .001$, 95 %-KI [1.84, 5.51]), als die EglD-Gruppe ($M_{\text{Diff.}} = 4.96$, $SE = .76$, $p < .001$, 95 %-KI [2.99, 6.94]) und als die ELRS-Gruppe ($M_{\text{Diff.}} = 3.61$, $SE = .72$, $p < .001$, 95 %-KI [1.72, 5.50]).

Aufmerksamkeit und Konzentration. Die Ergebnisse des d2-R sowie der TAP mit den Untertests Geteilte Aufmerksamkeit und Alertness, sind in den Tabellen 21-24 dargestellt. Beim d2-R war die Konzentrationsleistung (KL) in der KG und der EglF-Gruppe am höchsten, die EglD-Gruppe wies die geringste KL auf. Unter Berücksichtigung der Standardwerte für die Konzentrationsleistung (SW-KL) einer altersspezifischen Normstichprobe (Altersbereich 9-60 Jahre), zeigte sich ein etwa gleiches Ergebnis bei KG und EglF-Gruppe, gefolgt von der ELRS-

Gruppe. Die EglD-Gruppe wies auch im Standardwert die geringste KL im Vergleich zur Normstichprobe auf (Tabelle 21). Es ist zu beachten, dass die Normstichprobe nur bis zu einem Alter von 60 Jahren reicht. Teilnehmende über 60 Jahren wurden daher anhand der Normwerte für die höchste Altersgruppe bewertet.

Tabelle 21

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Roh- und Standardwerte für die Konzentrationsleistung des Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest Revision (d2-R)

Gruppe	KL		SW-KL	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	132.32 (28.88)	[121.12, 143.52]	95.21 (8.29)	[92.00, 98.43]
EglF (<i>n</i> = 26)	135.88 (35.66)	[121.48, 150.29]	94.96 (9.28)	[90.94, 98.44]
EglD (<i>n</i> = 24)	101.67 (41.46)	[84.16, 119.17]	85.00 (11.81)	[80.01, 89.99]
ELRS (<i>n</i> = 30)	124.83 (36.15)	[111.34, 138.33]	91.73 (10.09)	[87.97, 98.50]

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 9 und 60 Jahren. KL = Konzentrationsleistung; SW-KL = Standardwert für die Konzentrationsleistung; KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Der SW-KL war nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Eine Gleichheit der Varianzen wurde angenommen (Levene-Test; $p = .08$). Ein einzelner Ausreißer wurde ermittelt und überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Die ANOVA zeigte, dass sich der SW-KL signifikant zwischen den Gruppen unterschied, $F(3, 107) = 5.64$, $p = .002$, $\eta^2 = .14$. Der Turkey post-hoc Test zeigte, dass die KG höhere Standardwerte erzielte als die EglD-Gruppe ($M_{\text{Diff.}} = 10.21$, $SE = 2.75$, $p < .01$, 95 %-KI [3.03, 17.40]). Auch die EglF-Gruppe erzielte höhere Standardwerte als die EglD-Gruppe ($M_{\text{Diff.}} = 9.69$, $SE = 2.80$, $p = .01$, 95 %-KI [2.38, 17.00]).

Bei der TAP, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit, zeigte sich, dass über alle Gruppen und Bedingungen hinweg nur wenige Fehler auftraten, wobei die T-Werte im Normbereich der Normstichprobe lagen (Tabelle 22). Auch bei den ausgelassenen Zielitems wurden nur geringe Abweichungen beobachtet (Tabelle 23), und die T-Werte lagen ebenfalls im Normbereich (Tabelle 24).

Tabelle 22

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für Fehler und entsprechender T-Werte der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Geteilte Aufmerksamkeit

Gruppe	Fehler								
	Visuell			Auditiv			Doppel-gesamt		
	M (SD)	95 % KI	T-Wert M (SD)	M (SD)	95 % KI	T-Wert M (SD)	M (SD)	95 % KI	T-Wert M (SD)
KG (n = 27)	1.30 (1.32)	[.77, 1.82]	48.41 (6.01)	.44 (.80)	[13, .76]	48.81 (2.88)	.41 (.80)	[.09, .72]	55.33 (6.58)
EglF (n = 25)	1.52 (1.81)	[.77, 2.27]	46.09 (7.37)	1.12 (2.74)	[-.01, 2.25]	47.52 (5.30)	.68 (.75)	[.37, .99]	51.00 (6.18)
EglD (n = 22)	1.77 (1.41)	[1.15, 2.40]	41.65 (10.50)	1.50 (2.43)	[.42, 2.58]	45.53 (6.17)	2.23 (5.01)	[.00, 4.45]	48.00 (8.47)
ELRS (n = 29)	1.48 (2.13)	[.67, 2.29]	46.70 (6.77)	.76 (1.70)	[.11, 1.41]	48.30 (4.03)	1.21 (2.50)	[.26, 2.16]	51.14 (8.20)

Anmerkung. Bei der Doppelbedingung liegen keine Fehlerwerte für die Bedingungen doppel-visuell und doppel-auditiv vor. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Tabelle 23

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für Auslassungen der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Geteilte Aufmerksamkeit

Gruppe	Auslassungen									
	Visuell		Auditiv		Doppel-visuell		Doppel-auditiv		Doppel-gesamt	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 27)	1.30 (1.32)	[.77, 1.82]	.19 (.48)	[-.01, .38]	.96 (.90)	[.61, 1.32]	.33 (.73)	[.04, .62]	1.30 (1.30)	[.78, 1.81]
EgIF (<i>n</i> = 25)	1.52 (1.81)	[.77, 2.27]	.12 (.44)	[-.06, .30]	1.20 (1.78)	[.47, 1.93]	.76 (1.23)	[.25, 1.27]	1.96 (2.46)	[.95, 2.97]
EgID (<i>n</i> = 22)	1.77 (1.41)	[1.15, 2.40]	.91 (1.63)	[.19, 1.63]	1.68 (2.17)	[.72, 2.64]	1.45 (2.06)	[.54, 2.37]	3.14 (3.36)	[1.65, 4.62]
ELRS (<i>n</i> = 29)	1.48 (2.13)	[.67, 2.29]	.28 (.80)	[-.03, .58]	1.17 (1.95)	[.43, 1.91]	.66 (1.45)	[.11, 1.21]	1.83 (2.61)	[.84, 2.82]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EgIF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EgID = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Tabelle 24

Mittelwerte und Standardabweichungen für die Auslassungen der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Geteilte Aufmerksamkeit

Gruppe	Auslassungen				
	Visuell ^a	Auditiv ^a	Doppel-visuell	Doppel-auditiv	Doppel-gesamt
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
KG (<i>n</i> = 27)	49.81 (6.84)	47.89 (5.61)	51.33 (6.52)	48.15 (4.23)	50.19 (7.45)
EglF (<i>n</i> = 25)	48.87 (8.57)	48.48 (5.41)	50.08 (9.58)	46.12 (6.22)	46.96 (9.59)
EglD (<i>n</i> = 22)	47.18 (8.30)	41.35 (10.90)	47.50 (10.18)	43.05 (9.40)	42.59 (11.19)
ELRS (<i>n</i> = 29)	49.13 (9.54)	47.87 (6.28)	50.59 (10.12)	47.03 (6.18)	47.00 (8.43)

Anmerkung. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a Abweichende Stichprobengrößen aufgrund fehlender T-Werte für einige Altersgruppen: EglF *n* = 23, EglD *n* = 17, ELRS *n* = 23

Vor der Durchführung der ANOVA wurden in allen Einzel- und Doppelbedingungen der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit) mehrere Ausreißer identifiziert, überprüft und anschließend in die Analysen einbezogen. Die anschließende ANOVA ergab für keine der Bedingungen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Die Einzelwerte für Fehler und Auslassungen (visuell & auditiv) waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Eine Gleichheit der Varianzen wurde für die visuelle Bedingung (Fehler & Auslassungen) angenommen (Levene-Test; $p > .05$), jedoch nicht für die auditive Bedingung (Fehler & Auslassungen; Levene-Test; $p < .05$). Für die visuelle Einzelbedingung zeigte die ANOVA keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Fehleranzahl $F(3, 102) = .66$, $p = .60$ sowie der Anzahl der Auslassungen $F(3, 102) = .31$, $p = .82$. Für die auditive Einzelbedingung zeigte der Welch-Test ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen: Anzahl Fehler $F(3, 46.83) = 1.68$, $p = .22$, Anzahl Auslassungen $F(3, 50.75) = 1.71$, $p = .22$.

In der Doppelbedingung waren die Werte für Fehler (doppel-gesamt) und für Auslassungen (doppel-visuell, doppel-auditiv & doppel-gesamt) nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Varianzhomogenität wurde für die Bedingungen doppel-visuell (Auslassungen)

und doppel-gesamt (Fehler) angenommen (Levene-Test; $p > .05$), für doppel-auditiv (Auslassungen) und doppel-gesamt (Auslassungen) jedoch nicht (Levene-Test; $p < .05$). Für die Bedingung doppel-visuell zeigte die ANOVA keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Anzahl der Auslassungen $F(3, 102) = .71, p = .59$, ebenso für die Bedingung doppel-gesamt für die Anzahl Fehler $F(3, 102) = 2.06, p = .15$. Der Welch-Test zeigte ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede für Auslassungen in der Bedingung doppel-auditiv $F(3, 49.53) = 2.41, p = .14$ und doppel-gesamt $F(3, 49.26) = 2.22, p = .15$.

Die Ergebnisse der TAP, Untertest Alertness, sind in den Tabellen 25 und 26 dargestellt. Die KG und die EglF-Gruppe erzielten die schnellsten Reaktionszeiten (Tabelle 25). Alle Gruppen erzielten in beiden Bedingungen durchschnittliche T-Werte im Vergleich mit der Normstichprobe (Tabelle 26).

Tabelle 25

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle des Medians der Reaktionszeiten der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Alertness

Gruppe	Serien ohne Ton ^a		Serien mit Ton ^b	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG ($n = 28$)	250.34 (45.97)	[232.51, 268.17]	251.98 (41.82)	[235.76, 268.20]
EglF ($n = 26$)	254.13 (53.17)	[232.66, 275.61]	257.46 (58.08)	[234.00, 280.92]
EglD ($n = 24$)	279.65 (56.30)	[255.87, 303.42]	265.40 (43.39)	[247.08, 283.72]
ELRS ($n = 30$)	270.62 (42.80)	[254.63, 286.60]	270.85 (48.37)	[252.79, 288.91]

Anmerkung. Dargestellt sind Reaktionszeiten in ms als Mittelwert der Gruppenmediane. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a Serien 1 & 4. ^b Serien 2 & 3.

Der Median der Reaktionszeit war sowohl für Serien ohne Warnton (Serien 1 & 4) als auch für Serien mit Warnton (Serien 2 & 3) nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Eine Gleichheit der Varianzen wurde für alle Werte angenommen (Levene-Test; $p > .05$). Diverse Ausreißer wurden ermittelt und überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Die ANOVA zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede im Median der Reaktionszeit für Serien ohne Warnton $F(3, 104) = 2.04, p = .15$ sowie für Serien mit Ton $F(3, 104) = .85, p = .55$.

Tabelle 26

Mittelwerte und Standardabweichungen der T-Werte des Medians der Reaktionszeiten der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Alterness

Gruppe	Serien ohne Ton ^a	Serien mit Ton ^b
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
KG (<i>n</i> = 28)	48.25 (8.26)	44.79 (7.18)
EglF (<i>n</i> = 26)	47.00 (9.25)	43.50 (8.42)
EglD (<i>n</i> = 24)	41.75 (7.28)	41.58 (6.70)
ELRS (<i>n</i> = 30)	42.23 (6.84)	40.43 (5.92)

Anmerkung. Die durchschnittlichen T-Werte sind vom Median der Reaktionszeit berechnet. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 6 und 89 Jahren. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

^a Serien 1 & 4. ^b Serien 2 & 3.

Lexikalischer Zugriff. Die Ergebnisse für das schnelle Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben (RAN) sowie Objekten (ZLT-II) sind in den Tabellen 27-30 dargestellt. Beim RAN erzielte die KG in allen drei Bedingungen die schnellsten Benennzeiten. Beim schnellen Benennen von Ziffern und Buchstaben erzielten die EglD- und ELRS-Gruppe die langsamsten Benennzeiten, beim schnellen Benennen von Farben die EglF-Gruppe (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Benennzeiten für das schnelle automatische Benennen (RAN)

Gruppe	Ziffern		Buchstaben		Farben	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	17.61 (2.92)	[16.47, 18.74]	17.39 (3.48)	[16.04, 18.74]	29.71 (5.23)	[27.68, 31.74]
EglF (<i>n</i> = 26)	23.52 (3.31)	[22.18, 24.86]	23.54 (4.15)	[21.86, 25.21]	41.38 (11.19)	[36.86, 45.91]
EglD (<i>n</i> = 24)	25.38 (7.62)	[22.16, 28.59]	26.38 (9.54)	[22.35, 30.40]	38.17 (10.74)	[33.63, 42.70]
ELRS (<i>n</i> = 30)	26.10 (8.38)	[22.97, 29.23]	25.11 (7.90)	[22.16, 28.06]	38.83 (10.93)	[34.75, 42.92]

Anmerkung. Benennzeiten in Sekunden. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Die Rohwerte (Benennzeit in Sekunden) der RAN-Aufgabe waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$) und Varianzhomogenität wurde nicht angenommen (Levene-Test;

$p < .05$). Mehrere Ausreißer wurden aufgedeckt, überprüft und anschließend in die Analyse eingeschlossen. Die Welch-ANOVA zeigte, dass sich die Benennzeiten signifikant zwischen den Gruppen unterschieden, für Ziffern, $F(3, 53.54) = 23.29$, $p = .002$, $\eta^2 = .24$, für Buchstaben, $F(3, 53.67) = 17.98$, $p = .002$, $\eta^2 = .22$ und für Farben, $F(3, 52.65) = 12.75$, $p = .002$, $\eta^2 = .17$. Games-Howell post-hoc Tests zeigten, dass die KG in allen drei Bedingungen (Ziffern, Buchstaben, Farben) signifikant schneller war als die anderen Gruppen (Tabelle 28).

Tabelle 28

Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle des Games-Howell post-hoc Tests für das schnelle automatische Benennen (RAN)

Aufgabe	M Diff. (SE)	p	95 % KI
Ziffern			
KG vs. EglF	-5.91 (.85)	< .001	[-8.18, -3.65]
KG vs. EglD	-7.77 (1.65)	< .001	[-12.27, -3.27]
KG vs. ELRS	-8.49 (1.63)	< .001	[-12.87, -4.12]
EglF vs. EglD	-1.86 (1.69)	.69	[-6.43, 2.72]
EglF vs. ELRS	-2.58 (1.66)	.42	[-7.04, 1.88]
EglD vs. ELRS	-.73 (2.18)	.99	[-6.52, 5.07]
Buchstaben			
KG vs. EglF	-6.15 (1.05)	< .001	[-8.93, -3.36]
KG vs. EglD	-8.98 (2.06)	< .001	[-14.59, -3.37]
KG vs. ELRS	-7.71 (1.58)	< .001	[-11.96, -3.47]
EglF vs. EglD	-2.84 (2.11)	.54	[-8.57, 2.89]
EglF vs. ELRS	-1.57 (1.66)	.78	[-5.98, 2.85]
EglD vs. ELRS	1.27 (2.42)	.95	[-5.20, 7.74]
Farben			
KG vs. EglF	-11.67 (2.41)	< .001	[-18.17, -5.18]
KG vs. EglD	-8.45 (2.41)	.01	[-14.97, -1.94]
KG vs. ELRS	-9.12 (2.23)	.001	[-15.08, -3.16]
EglF vs. EglD	3.22 (3.10)	.73	[-5.04, 11.48]
EglF vs. ELRS	2.55 (2.97)	.83	[-5.32, 10.42]
EglD vs. ELRS	-.67 (2.97)	1.00	[-8.55, 7.22]

Anmerkung. M Diff. = Mittelwertdifferenz; KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Beim ZLT-II erzielte die KG in beiden Bedingungen die schnellsten Benennzeiten. Beim Untertest SB 1 benötigte die EglD-Gruppe die längste Benennzeit, beim Untertest SB 2 die EglF-Gruppe (Tabelle 29).

Die erzielten Werte lagen gruppenübergreifend im Normbereich im Vergleich mit Schülerinnen und Schülern der ersten bis sechsten Klassenstufe, sowie mit Ausnahme des SB 2 für die Gruppe EglF (PR Band 6-10) im Normbereich im Vergleich mit Schülerinnen und Schülern der siebten bis zehnten Klassenstufe.

Tabelle 29

Mittlere Benennzeiten für das schnelle Benennen von Objekten aus dem Zürcher Lesetest - II (ZLT-II), Untertests Schnelles Benennen 1 (SB 1) und Schnelles Benennen 2 (SB 2)

Gruppe	SB 1		SB 2	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
KG (<i>n</i> = 28)	16.43 (3.28)	[15.16, 17.70]	21.07 (4.04)	[19.51, 22.64]
EglF (<i>n</i> = 34)	19.65 (4.50)	[18.08, 21.22]	43.18 (10.87)	[39.38, 46.97]
EglD (<i>n</i> = 25)	20.80 (7.01)	[17.91, 23.69]	28.16 (9.21)	[24.36, 31.96]
ELRS (<i>n</i> = 29)	19.88 (4.55)	[18.15, 21.61]	27.52 (7.90)	[24.63, 30.41]

Anmerkung. Mittlere Benennzeiten in Sekunden. KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Die Rohwerte (Benennzeit in Sekunden) waren beim ZLT-II nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Eine Homogenität der Varianzen wurde nicht angenommen (Levene-Test; $p < .05$). Mehrere Ausreißer wurden aufgedeckt, überprüft und anschließend in die Analyse eingeschlossen. Die Welch-ANOVA zeigte, dass sich die Benennzeiten signifikant zwischen den Gruppen unterschieden, für SB 1, $F(3, 58.81) = 6.09$, $p = .002$, $\eta^2 = .10$, sowie für SB 2, $F(3, 57.22) = 41.55$, $p = .002$, $\eta^2 = .51$. Games-Howell post-hoc Tests zeigten, dass die KG sowohl im Benennen von bekannten Objekten (SB 1) als auch im Benennen von unbekannten Objekten (SB 2) signifikant schneller war als die anderen Gruppen. Die EglF-Gruppe war im SB 2 signifikant langsamer als alle anderen Gruppen (Tabelle 30).

Tabelle 30

*Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle des Games-Howell post-hoc Tests für das schnelle Benennen von Objekten aus dem Zürcher Lesetest - II (ZLT-II), Unter-
tests Schnelles Benennen 1 (SB 1) und Schnelles Benennen 2 (SB 2)*

Aufgabe	M Diff. (SE)	p	95 % KI
ZLT-II, SB 1			
KG vs. EglF	-3.22 (.99)	.01	[-5.84, -.60]
KG vs. EglD	-4.37 (1.53)	.04	[-8.52, -.23]
KG vs. ELRS	-3.45 (1.05)	.01	[-6.24, -.67]
EglF vs. EglD	-1.15 (1.60)	.89	[-5.45, 3.14]
EglF vs. ELRS	-.23 (1.14)	1.00	[-3.26, 2.79]
EglD vs. ELRS	.92 (1.64)	.94	[-3.47, 5.31]
ZLT-II, SB 2			
KG vs. EglF	-22.11 (2.01)	< .001	[-27.49, -16.72]
KG vs. EglD	-7.09 (1.99)	.01	[-12.49, -1.69]
KG vs. ELRS	-6.45 (1.60)	.001	[-10.73, -2.16]
EglF vs. EglD	15.02 (2.62)	< .001	[8.08, 21.96]
EglF vs. ELRS	15.66 (2.34)	< .001	[9.48, 21.84]
EglD vs. ELRS	.64 (2.32)	.99	[-5.54, 6.82]

Anmerkung. M Diff. = Mittelwertdifferenz; KI = Konfidenzintervall; KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

2.3.4 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwiefern sich verschiedene Gruppen von Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten in ihren kognitiven Fähigkeiten von Personen ohne Schriftsprachschwierigkeiten unterscheiden. Zu diesem Zweck wurden mithilfe standardisierter sowie nichtstandardisierter Testverfahren die Lese- und Rechtschreibfähigkeiten, die nonverbale Intelligenz, phonologische Verarbeitungsfähigkeiten, Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeiten sowie der lexikalische Zugriff erfasst. An der Studie nahmen insgesamt vier Gruppen teil: drei Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten – 25 gering literalisierte Personen mit Deutsch als Erstsprache (EglD), 34 gering literalisierte Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch (EglF) und 30 Personen mit einer in der Kindheit diagnostizierten LRS (ELRS) – sowie 28 Personen mit normgerechten Lesefähigkeiten, die als Kontrollgruppe (KG) dienten. Es wurde erwartet, dass gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache und mit anderer Erstsprache als Deutsch sowie Personen mit LRS Beeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit, im phonologischen Arbeitsgedächtnis, im lexikalischen Zugriff und in der

Aufmerksamkeit aufweisen. Weiterhin wurde angenommen, dass gering Literalisierte unabhängig von ihrer Erstsprache eine eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit zeigen.

Die Ergebnisse der Lese- und Schreibtests zeigten, dass Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten deutliche Differenzen im Vergleich zur KG aufwiesen. Während die KG normgerechte Leseleistungen erzielte, waren die Vergleichsgruppen insgesamt langsamer und wiesen Defizite im Textverständnis auf. Besonders auffällig war die ausgeprägte Heterogenität innerhalb der Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten, die Leseleistungen von sehr niedrigen schulischen bis nahezu altersadäquaten Niveaus umfasste. Das Leseverständnis war dabei vor allem bei gering Literalisierten eingeschränkt. Ein ähnliches Bild zeigte sich in den Rechtschreibtests. Die KG erreichte durchweg normgerechte Rechtschreibleistungen, während die Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten deutliche Defizite aufwiesen. Die Leistungen waren innerhalb der Gruppen stark unterschiedlich und reichten von der ersten bis zur fünften Klassenstufe. Auch wenn die Ergebnisse nicht statistisch abgesichert sind, lassen sie einen Trend erkennen, der mit früheren Befunden (Bar-Kochva et al., 2019; Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Rüsseler et al., 2003, 2015, 2018; Vágvolgyi et al., 2016) übereinstimmt. Eine Einschränkung dieser Studie war, dass alle Lese- und Schreibtests für Personen mit Deutsch als Erstsprache entwickelt wurden. Für die EgIF-Gruppe stellt dies eine zusätzliche sprachliche Hürde dar, die die kognitive Belastung erhöht. Es kann daher angenommen werden, dass die Testergebnisse zu Schriftsprachfähigkeiten in der EgIF-Gruppe von geringeren Deutschkenntnissen in negativer Weise beeinflusst wurden.

Die Ergebnisse zur phonologischen Verarbeitung zeigten ein heterogenes Bild. In den Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit erzielten sowohl die KG als auch die EgIF-Gruppe Leistungen auf dem Niveau der Normstichprobe. Die zugrunde liegenden Vergleichsnormen basieren zwar auf einer Stichprobe von Kindern der 4. Klassenstufe. Da sich die phonologische Bewusstheit jedoch im Verlauf der Grundschulzeit kontinuierlich entwickelt und in der Regel bis zum Ende der Grundschulzeit weitgehend ausgebildet ist (vgl. Ehri, 1995, 2005, 2014; Frith, 1986), kann dies nicht als Einschränkung für die Interpretation der Ergebnisse gewertet werden. Erwartungsgemäß zeigte die EgID-Gruppe deutliche Schwierigkeiten in den Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit mit überwiegend unterdurchschnittlichen Leistungen im Vergleich mit Kindern der 4. Klasse. Die ELRS-Gruppe wies dagegen lediglich leichte Defizite auf mit teilweise unterdurchschnittlichen Leistungen verglichen mit Kindern der 4. Klasse. Dies

stützt Befunde, die eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit bei gering Literalisierten (z. B. Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011) und Personen mit LRS (z. B. Ramus, Pidgeon, et al., 2003; Snowling et al., 1997) aufzeigen. Entgegen der Erwartung zeigte die EglF-Gruppe keine Defizite in der phonologischen Bewusstheit und erzielte insgesamt sogar signifikant bessere Leistungen als die EglD-Gruppe. Dies zeigt, dass geringe Schriftsprachschwierigkeiten nicht zwangsläufig mit Einschränkungen in der phonologischen Bewusstheit einhergehen. Das gilt insbesondere für Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch, die in ihrer Herkunftssprache überwiegend literalisiert sind. Im phonologischen Arbeitsgedächtnis zeigten sich entgegen der Erwartung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Leistungen aller Gruppen lagen im Vergleich zur Normstichprobe insgesamt im Normbereich. Eine Ausnahme gab es jedoch bei den Auslassungen, bei welchen die EglD-Gruppe im Vergleich zur Normstichprobe leicht unterdurchschnittliche Werte erzielte. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass in die Analyse ausschließlich diejenigen Fälle einbezogen wurden, bei denen im Rahmen der Übungsdurchläufe ein hinreichendes Aufgabenverständnis erkennbar war. Gruppenübergreifend traf dies jedoch auf einen beträchtlichen Teil der Teilnehmenden nicht zu, sodass die Aufgabe zum phonologischen Arbeitsgedächtnis vielfach nicht bearbeitet wurde. Entsprechend klein und gruppenübergreifend sehr unterschiedlich groß fallen die resultierenden Stichprobengrößen aus, was die Generalisierbarkeit der Befunde deutlich einschränkt. Darüber hinaus kann nicht mit abschließender Sicherheit ausgeschlossen werden, dass auch unter den Teilnehmenden, die die Aufgabe bearbeiteten, Missverständnisse hinsichtlich der korrekten Durchführung bestanden. Die vergleichsweise niedrigen mittleren Fehlerzahlen aller Gruppen, die durchweg im Normbereich lagen, sprechen jedoch zumindest nicht für ein grundlegendes Aufgabenmissverständnis. Bei Aufgaben zum Wiederholen von Zahlenspannen im Bereich der phonologischen Schleife schnitten alle drei Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten signifikant schlechter ab als die KG. Dies entspricht der Erwartung und stimmt mit Befunden überein, die Defizite in der phonologischen Schleife bei gering Literalisierten berichten (z. B. Ardila et al., 1989; Eme et al., 2014; Silva et al., 2012). Mit wenigen Ausnahmen bestätigen die Ergebnisse zur phonologischen Verarbeitung die erwarteten Defizite in der phonologischen Bewusstheit und in den Arbeitsgedächtnisleistungen. Die Defizite im Arbeitsgedächtnis zeigten sich dabei insbesondere im Bereich der phonologischen Schleife.

Die in dieser Studie erwarteten Einschränkungen der Aufmerksamkeitsleistung bei Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten konnten nicht bestätigt werden. Diese zeigten sich bei allen Teilnehmenden als unauffällig. Es gab keine signifikanten Gruppenunterschiede und die erzielten Werte lagen durchgängig im durchschnittlichen Bereich der Normstichprobe. In der Konzentrationsleistung zeigte nur die EglD-Gruppe Defizite und erzielte im Vergleich zur KG und zur EglF-Gruppe deutlich schlechtere Ergebnisse. Die Ergebnisse stützen die Annahme eingeschränkter Konzentrationsleistungen, jedoch ausschließlich bei gering literalisierten Personen mit deutscher Erstsprache. Die Ergebnisse sprechen gegen die Annahme, dass reduzierte Schriftsprachkenntnisse per se mit einer allgemeinen Einschränkung der Konzentrationsleistung einhergehen. Vielmehr deuten sie darauf hin, dass Aufmerksamkeits- bzw. Konzentrationsdefizite nicht als generelles Merkmal von Schriftsprachschwierigkeiten betrachtet werden können. Diese Ergebnisse stimmen teilweise mit früheren Befunden überein, die Defizite in der Aufmerksamkeit und der Konzentration bei gering literalisierten Personen berichten (van der Meer et al., 2011; van Linden & Cremers, 2008).

Erwartungsgemäß zeigten alle drei Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten Beeinträchtigungen im lexikalischen Zugriff im Vergleich mit einer normgerecht lesenden KG. Dies steht im Einklang mit früheren Befunden (vgl. Grosche, 2012; Grosche & Grünke, 2011; Landerl, 2001; Mayringer & Wimmer, 1999), die Defizite in der schnellen und automatisierten Aktivierung lexikalischer Einträge als zentrales Merkmal von Schriftsprachschwierigkeiten beschreiben. Obwohl sich beim schnellen Benennen von Objekten Gruppenunterschiede zeigten, lagen mit einer Ausnahme alle Gruppen im Normbereich der 7.-10. Klasse. Lediglich die EglF-Gruppe erzielte bei unbekannten Objekten unterdurchschnittliche Ergebnisse und schnitt zudem signifikant schlechter ab als die drei übrigen Gruppen. Dabei lässt sich für die EglF-Gruppe jedoch nicht mit Sicherheit sagen, ob die verlangsamte Benennungsgeschwindigkeit schriftsprachlichen Prozessen zuzuschreiben ist oder zumindest teilweise auf geringere Deutschkenntnisse zurückgeführt werden kann. So könnte insbesondere die geringe Benennungsgeschwindigkeit unbekannter Objekte ein Hinweis auf den Einfluss eines eingeschränkten deutschen Wortschatzes sein. Zu bedenken ist weiterhin, dass für die in Anlehnung an Denckla und Rudel (1974) sowie Grosche und Grünke (2011) entwickelte RAN-Aufgabe zu Ziffern, Buchstaben und Farben keine Normstichprobe vorliegt. Folglich kann hier ausschließlich der Gruppenvergleich herangezogen werden, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ein-

schränkt. Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Beeinträchtigungen im lexikalischen Zugriff ein bedeutsames Merkmal von Schriftsprachschwierigkeiten darstellen. Ihre Bewertung sollte jedoch stets unter Berücksichtigung der dargestellten methodischen Einschränkungen sowie der individuellen Sprachkenntnisse der Teilnehmenden erfolgen.

Der direkte Vergleich der beiden Gruppen gering Literalisierter (EglF & EglD) mit der ELRS-Gruppe ergab mit Ausnahme des schnellen Benennens unbekannter Objekte (ZLT-II, SB 2) keine signifikanten Unterschiede. Die drei Experimentalgruppen unterschieden sich in der phonologischen Bewusstheit nicht untereinander. Im Vergleich zur KG zeigte die EglD-Gruppe jedoch stärkere Defizite als die ELRS-Gruppe, während die EglF-Gruppe keine Auffälligkeiten aufwies. Bei der Aufgabe zum Zahlen nachsprechen (WAIS-IV, phonologische Schleife) erzielte die EglF-Gruppe die höchsten und die EglD-Gruppe die niedrigsten Werte, ohne dass die Unterschiede zwischen den drei Experimentalgruppen statistisch signifikant waren. Die Konzentrationsfähigkeit war in dieser Studie nur bei der EglD-Gruppe eingeschränkt. Diese zeigte im Vergleich zur KG und zur EglF-Gruppe signifikant geringere Leistungen. Gegenüber der ELRS-Gruppe war der Standardwert der Konzentrationsleistung zwar ebenfalls niedriger, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Im lexikalischen Zugriff lagen alle drei Experimentalgruppen überwiegend auf vergleichbarem Leistungsniveau. Einziger Unterschied zeigte sich beim schnellen Benennen unbekannter Objekte (ZLT-II, SB 2), bei dem die EglF-Gruppe signifikant langsamer war als die EglD- und ELRS-Gruppe. Differenzierte Befunde zum lexikalischen Zugriff berichten Mahé et al. (2013). In ihrer Studie zeigten französischsprachige Erwachsene mit LRS in Aufgaben zum schnellen Benennen von Objekten, Ziffern und Farben eine signifikant langsamere Benennungsgeschwindigkeit als gering literalisierte Erwachsene sowie eine normgerecht lesende KG. Gering Literalisierte waren hingegen nicht signifikant langsamer als die KG.

Zusammenfassend lassen sich die in dieser Studie beobachteten Defizitmuster der drei Experimentalgruppen wie folgt darstellen: Die EglF-Gruppe wies vor allem Einschränkungen in der phonologischen Schleife und im lexikalischen Zugriff auf. Die EglD-Gruppe zeigte Defizite in der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, der Konzentration sowie im lexikalischen Zugriff. Bei der ELRS-Gruppe traten lediglich vereinzelt Defizite in der phonologischen Bewusstheit sowie zusätzlich in der phonologischen Schleife und im lexikalischen Zugriff

auf. Die Defizite der drei Experimentalgruppen waren unterschiedlich stark ausgeprägt. Signifikante Unterschiede zwischen diesen Gruppen zeigten sich jedoch – abgesehen von wenigen Ausnahmen in der EglF-Gruppe – nicht.

2.4 Studie 2: Differenzierte Betrachtung der Gruppe gering Literalisierter

Teile dieses Abschnitts wurden mit freundlicher Genehmigung von Springer Nature bereits veröffentlicht (Arendt & Rüsseler, 2026). Die Ergebnisse werden hier im Rahmen der Dissertation erweitert, in den übergeordneten Kontext eingeordnet und diskutiert.

Studie 1 zeigte, dass verschiedene Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten in unterschiedlichem Ausmaß Defizite in kognitiven Fähigkeiten aufweisen, die dem Lesen zugrunde liegen. Zudem wurde eine deutliche Heterogenität innerhalb der einzelnen Gruppen deutlich. Aufbauend auf diesen Befunden zielt die vorliegende Studie darauf ab, die Gesamtgruppe gering literalisierter Personen differenziert zu charakterisieren.

2.4.1 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Gruppen mit eingeschränkten Schriftsprachkenntnissen differenzierter zu beschreiben und ihre Heterogenität sichtbar zu machen. Dazu werden die Teilnehmenden zunächst anhand ihrer Lesefähigkeiten in gering literalisierte und nicht gering literalisierte Personen eingeteilt, da die Lesekompetenz ein zentrales Merkmal für die Einordnung der Schriftsprachfähigkeiten darstellt (OECD, 2022). Anschließend werden die kognitiven Fähigkeiten phonologische Bewusstheit, phonologisches Arbeitsgedächtnis, Lexikalischer Zugriff und Aufmerksamkeit gegenübergestellt, um die Leistungsprofile der Gruppen darzustellen. Auf diese Weise sollen spezifische Stärken und Schwächen sichtbar gemacht und die Heterogenität innerhalb der Gruppen verdeutlicht werden. Da diese Studie einen explorativen Ansatz verfolgt, werden keine Hypothesen formuliert. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, die Leistungsprofile gering Literalisierter besser zu verstehen und Unterschiede innerhalb dieser Gruppe aufzuzeigen.

2.4.2 Methode

Stichprobe. Für die vorliegende Analyse wurde die KogLit-Stichprobe ($n = 117$; vgl. Abschnitt 2.2.2) herangezogen. Alle Teilnehmenden wurden anhand ihrer Lesefähigkeiten in gering literalisierte und nicht gering literalisierte Personen eingeteilt. Dafür wurden die Rohwerte des SLS 2-9 sowie jedes Untertests des ELFE-II zu einem gemeinsamen Kennwert LESEN zusammengefasst. Personen, deren Leseleistung im Kennwert LESEN im Vergleich zur KG um mindestens 1.65 *SD* unter dem Mittelwert lag, wurden als gering literalisiert klassifiziert und in einer neuen Gruppe „Gering Literalisierte“ (GL) zusammengefasst. Alle übrigen Personen verblieben in ihren jeweiligen Ursprungsgruppen (EgIF, EgID, ELRS, KG).

Die KG diente in dieser Analyse als Normierungsstichprobe. Für die weiteren Analyseschritte wurden nur Personen der KG berücksichtigt, deren Leseleistung im Vergleich zum Mittelwert der Normierungsstichprobe im durchschnittlichen Bereich lag, das heißt, deren Abweichung im *z*-Wert maximal 1.65 *SD* betrug. Zwei Personen der KG wurden von der Analyse ausgeschlossen, da ihre Leseleistung mehr als 1.65 *SD* unter dem Mittelwert der Normierungsstichprobe (d. h. unter dem Mittelwert der übrigen KG) lag. Trotz ihrer ursprünglichen Zuordnung zur KG ist bei diesen beiden Personen somit von deutlich unterdurchschnittlichen Leseleistungen auszugehen. Die finale Stichprobe bestand aus 105 Personen.

In der vorliegenden Studie wurden nach der Neugruppierung fünf Gruppen einander gegenübergestellt und explorativ miteinander verglichen: KG ($n = 26$, 17 weiblich, $M = 47.19$ Jahre, $SD = 13.29$, Spanne: 21-61), EgIF ($n = 1$, männlich, 39 Jahre), EgID ($n = 5$, 4 weiblich, $M = 20.80$ Jahre, $SD = 2.39$, Spanne: 18-24), ELRS ($n = 10$, 4 weiblich, $M = 26.80$ Jahre, $SD = 7.15$, Spanne: 17-40), GL ($n = 73$, 32 weiblich, 1 divers, $M = 39.49$, $SD = 16.05$, Spanne: 16-69). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die ursprünglichen Bezeichnungen beibehalten, auch wenn sie im vorliegenden Anwendungskontext nicht mehr vollständig zutreffend sind.

Versuchsmaterial und -ablauf. Eingesetzte und für diese Analyse verwendete Testverfahren waren: SLS 2-9, ELFE-II (Kurzversion), BAKO 1-4, WAIS-IV Untertest: „Zahlen nachsprechen“, TAP Untertests: „Arbeitsgedächtnis“, „Alertness“ und „Geteilte Aufmerksamkeit“, ZLT-II Untertests: „SB 1“ und „SB 2“ und schnelles Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben (RAN) sowie d2-R. Für eine detaillierte Beschreibung der Testverfahren siehe Abschnitt 2.2.3. Der Versuchsablauf ist im Abschnitt 2.2.4 beschrieben.

Statistische Analyse. Die grundlegenden Schritte der Datenbearbeitung und -analyse sind in Abschnitt 2.2.5 dargestellt. Darüber hinaus ergeben sich für die vorliegende Studie folgende spezifische Besonderheiten:

Z-Standardisierung. Um einen Vergleich der Daten der einzelnen Gruppen miteinander zu ermöglichen, wurden die Rohwerte der Tests anhand von Mittelwert und Standardabweichung der KG z-standardisiert. Da einige kognitive Fähigkeiten mit mehr als einem Testscore erfasst wurden, wurden nach der z-Standardisierung verschiedene Testscores zu einem mittleren z-Score zusammengefasst, der eine bestimmte kognitive Funktion erfasst (siehe Unterpunkt „Kennwerte“).

Devianz-Analyse der Leseleistung. Zunächst wurde geprüft, inwieweit die Teilnehmenden das Kriterium geringer Literalität erfüllten. Dazu wurden drei Schritte angewendet (vgl. Ramus, Rosen, et al., 2003): 1) Ermittlung von Mittelwert und Standardabweichung der KG sowie Identifikation von Personen innerhalb dieser Gruppe mit einer Abweichung von mehr als 1.65 SD, 2) Ausschluss der entsprechenden Fälle und Neuberechnung von Mittelwert und Standardabweichung der KG und 3) Identifikation von Personen in den ursprünglichen Gruppen EglF, EglD und ELRS, deren Leseleistungen um mehr als 1.65 SD vom Mittelwert der KG abweichen.

Ermittlung der Leseleistung. Zur Ermittlung der Leseleistung sowie des Kennwertes LESEN wurden die ermittelten z-Werte aufsummiert und gemittelt. Es wurden alle Fälle berücksichtigt, zu denen Werte sowohl für den SLS 2-9 als auch für den ELFE-II vorlagen. Somit erfasst der Kennwert LESEN das Leseverständnis sowie die Lesegeschwindigkeit. Zur Identifikation von Personen mit Leseschwierigkeiten in den Gruppen EglF, EglD und ELRS wurde überprüft, welche Personen im Kennwert LESEN im Vergleich zur KG eine um mindestens 1.65 SD schlechtere Leseleistung aufweisen. Diese Personen wurden der Gruppe GL zugeordnet.

Bei dieser Vorgehensweise wurden $n = 10$ Fälle identifiziert für die keine vollständigen Werte für SLS 2-9 und ELFE-II vorlagen. Diese wurden für die Devianz-Analyse zur Ermittlung der Leseleistung ausgeschlossen, jedoch für alle weiteren Analysen berücksichtigt. Für eine Zuordnung dieser Fälle zur Gruppe GL wurde die Abweichung im z-Wert in den absolvierten Subtests des Lesens im Vergleich zur KG geprüft. Betrug diese mindestens 1.65 SD, wurden die entsprechenden Personen der Gruppe GL zugeordnet.

Kennwerte. Folgende Werte wurden zur Ermittlung von Kennwerten z-standardisiert: Gesamtrohwert des BAKO 1-4 (Kennwert: Phonologische Bewusstheit, PHON-BW), Rohwert „Zahlen nachsprechen“ des WAIS-IV (Kennwert: Zahlenspanne, WAIS-ZN), Rohwert von Fehlern und Auslassungen des Untertests „Arbeitsgedächtnis“ der TAP (Kennwert: phonologisches Arbeitsgedächtnis, AG), Rohwerte des ZLT-II „schnelles Benennen“ (SB 1 & SB 2) sowie schnelles Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben (Kennwert: Lexikalischer Zugriff, RAN), Wert KL des d2-R (Kennwert: Konzentrationsleistung, KL), Mittelwert der Reaktionszeit mit und ohne Warnton des Untertests „Alertness“ der TAP (Kennwert: Aufmerksamkeitsleistung, TAP AL) sowie Rohwert von Fehlern und Auslassungen des Untertests „Geteilte Aufmerksamkeit“ der TAP (Kennwert Aufmerksamkeitsleistung, TAP GA).

2.4.3 Ergebnisse

Leseleistung. Tabelle 31 zeigt die ermittelten z-Werte des Kennwertes LESEN nach der Devianz-Analyse (einschließlich des Ausschlusses zweier Personen aus der KG), bevor die Neugruppierung in fünf Gruppen erfolgte. Abbildung 2 zeigt die z-Werte des Kennwertes LESEN der verschiedenen Gruppen auf Personenebene vor und nach der Neugruppierung.

Tabelle 31

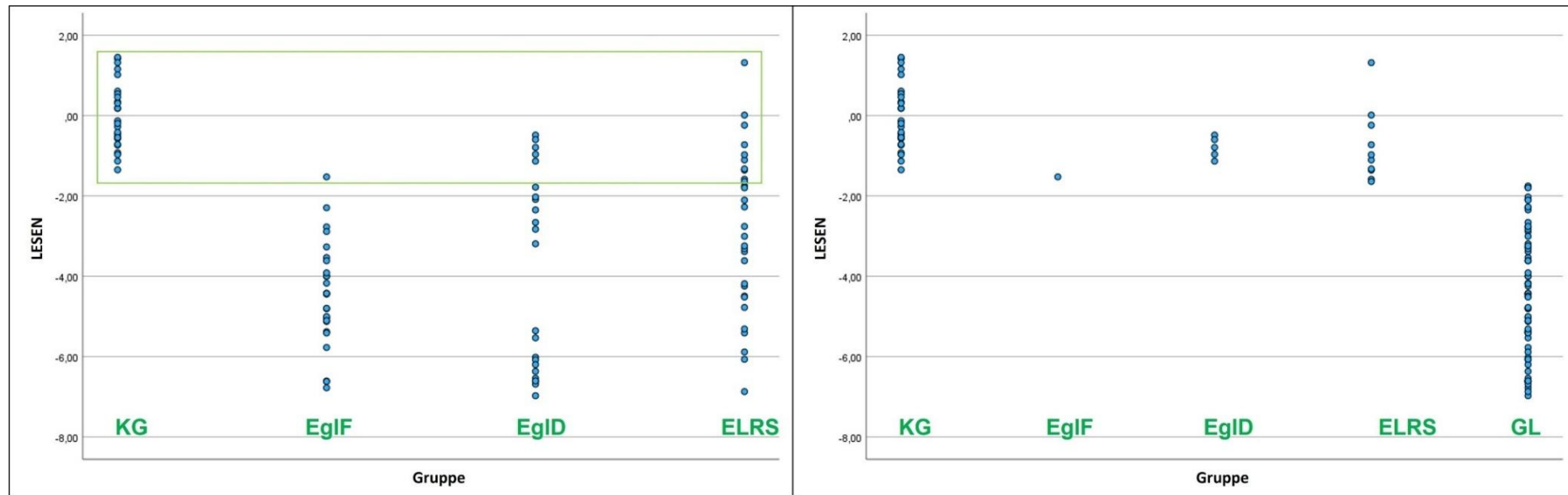
Ergebnisse der Lesetests (Rohwerte) und des kombinierten Kennwertes LESEN (z-Wert) bei vier Gruppen, jeweils $M \pm SD$

Gruppe	SLS (RW)	ELFE Wort (RW)	ELFE Satz (RW)	ELFE Text (RW)	LESEN ($\emptyset$ z-Wert)
KG ($n = 26$)	78.58 ± 8.05	62.58 ± 6.94	28.92 ± 3.60	21.50 ± 4.32	0.00 ± 0.82
EglF ($n = 26$)	30.15 ± 12.02	32.85 ± 9.96	12.19 ± 5.90	9.15 ± 4.33	-4.45 ± 1.30
EglD ($n = 23$)	39.78 ± 24.78	34.39 ± 17.06	13.91 ± 9.12	10.35 ± 8.22	-3.91 ± 2.43
ELRS ($n = 30$)	48.23 ± 18.87	41.47 ± 15.10	17.73 ± 7.67	14.43 ± 7.23	-2.89 ± 2.01

Anmerkung. SLS = Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9; ELFE = Ein Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler – Version II; Wort = Untertest Wortverständnis; Satz = Untertest Satzverständnis; Text = Untertest Textverständnis; RW = Rohwert; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Abbildung 2

Z-Werte für den Kennwert *LESEN* bei ursprünglich vier Gruppen und nach Neugruppierung



Anmerkung. Niedrige z-Werte bedeuten schlechtere Leseleistungen. Jeder Punkt steht für eine teilnehmende Person. Bei mehrfach erzielten Werten können Punkte übereinander liegen. Der Kasten markiert Fälle, die innerhalb des Normbereichs der Kontrollgruppe liegen. Außerhalb des Kastens liegende Fälle deuten auf eine Leseleistung hin, die > 1.65 SD unterhalb der Durchschnittsleistung der Kontrollgruppe liegt. KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Personen der Gruppen EglF, EglD und ELRS zeigten im Mittel deutlich schlechtere Leseleistungen als die KG, mit einer Abweichung im z-Wert des Kennwertes LESEN von mehr als 1.65 *SD* (Tabelle 31). Zu beachten gilt, dass die eingesetzten Testverfahren für Schülerinnen und Schüler der 7. (ELFE-II) bzw. der 9. Klassenstufe (SLS 2-9) entwickelt und normiert wurden.

Eine Überschneidung der z-Wert-Verteilungen zwischen der KG und den Gruppen EglF, EglD und ELRS deutet darauf hin, dass Personen der entsprechenden Gruppe eine Leseleistung auf dem Niveau der KG erzielten. Eine Person aus Gruppe EglF, fünf Personen aus Gruppe EglD und zehn Personen aus Gruppe ELRS zeigten Leseleistungen, die innerhalb der durchschnittlichen Leistung der KG lagen (Abbildung 2, links, grüner Kasten, Punkte gleicher z-Werte können übereinander liegen). Diese Personen können nicht als gering literalisiert angesehen werden und wurden daher für die weiteren Analysen in den jeweiligen Ursprungsgruppen belassen. Fälle mit Abweichungen von mehr als 1.65 *SD* vom Mittelwert der KG wurden aus den Ursprungsgruppen extrahiert und in der neuen Gruppe GL zusammengeführt (Abbildung 2, rechts).

Tabelle 32 zeigt die Ergebnisse der Lesetests und des Kennwertes LESEN für die neu gebildeten Gruppen. Es wird ersichtlich, dass ausschließlich Gruppe GL eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 *SD* im Vergleich mit der KG aufwies.

Phonologische Bewusstheit. In Tabelle 33 und Abbildung 3 (links) sind die Ergebnisse für den Kennwert PHON-BW dargestellt. Aus Tabelle 33 wird deutlich, dass eine Person der EglF-Gruppe eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 *SD* im Vergleich mit der KG aufwies. Die anderen Gruppen wiesen im Mittel keine unterdurchschnittlichen Werte im Vergleich mit der KG auf.

In der KG wiesen drei Fälle, in der EglF-Gruppe ein Fall und in der GL-Gruppe 24 Fälle eine phonologische Bewusstheit auf, die schlechter war als der Durchschnitt der KG (Abbildung 3, links). Es ist zu beachten, dass die hier verwendeten Werte des BAKO 1-4 auf einer Normstichprobe von Kindern der vierten Klassenstufe basieren. Weiterhin haben nicht alle Personen diesen Test vollständig absolviert, weshalb hier eine abweichende Stichprobengröße vorliegt.

Tabelle 32

Ergebnisse der Lesetests (Rohwerte) und des kombinierten Kennwertes LESEN (z-Wert) bei fünf Gruppen, jeweils M ± SD

Gruppe	SLS (RW)	ELFE Wort (RW)	ELFE Satz (RW)	ELFE Text (RW)	LESEN (Ø Z-Wert)
KG (n = 26)	78.58 ± 8.05	62.58 ± 6.94	28.92 ± 3.60	21.50 ± 4.32	0.00 ± 0.82
EglF (n = 1)	59.00	57.00	24.00	15.00	-1.53
EglD (n = 5)	70.00 ± 8.19	53.80 ± 7.76	25.60 ± 1.34	21.80 ± 3.11	-0.80 ± 0.26
ELRS (n = 10)	67.90 ± 9.94	55.80 ± 8.57	25.30 ± 4.14	22.60 ± 2.07	-0.76 ± 0.91
GL (n = 63)	32.67 ± 15.46	31.83 ± 11.89	12.13 ± 6.32	8.87 ± 5.11	-4.43 ± 1.55

Anmerkung. SLS = Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9; ELFE = Ein Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler – Version II; Wort = Untertest Wortverständnis; Satz = Untertest Satzverständnis; Text = Untertest Textverständnis; RW = Rohwert; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Tabelle 33

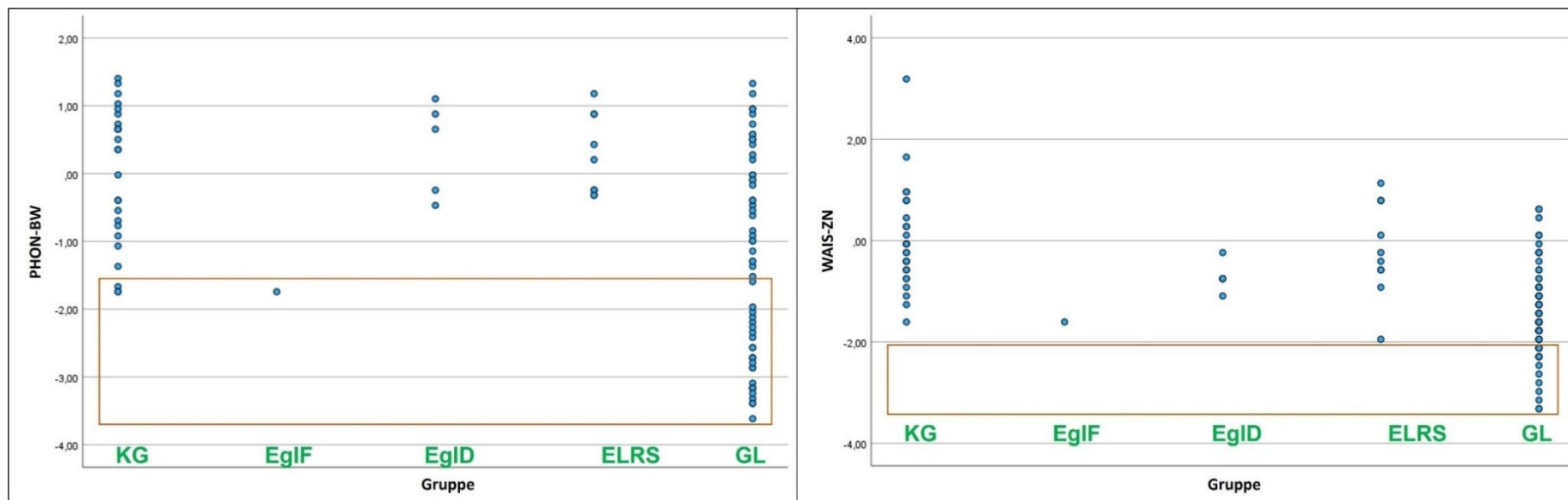
Ergebnisse des BAKO 1-4 (Rohwerte) und des Kennwertes PHON-BW (z-Wert), jeweils M ± SD

Gruppe	BAKO 1-4 (RW gesamt)	PHON-BW (Ø Z-Wert)
KG (n = 26)	50.27 ± 13.35	0.00 ± 1.00
EglF (n = 1)	27.00	-1.74
EglD (n = 5)	55.40 ± 9.34	0.38 ± 0.70
ELRS (n = 10)	53.20 ± 7.79	0.22 ± 0.58
GL (n = 58)	33.72 ± 19.82	-1.24 ± 1.49

Anmerkung. BAKO 1-4 = Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen; PHON-BW = Kennwert: Phonologische Bewusstheit; RW = Rohwert; KG = Kontrollgruppe; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Abbildung 3

Z-Werte für die Kennwerte PHON-BW und WAIS-ZN



Anmerkung. Niedrige z-Werte bedeuten schlechtere Leistungen in entsprechenden Tests. Jeder Punkt steht für eine teilnehmende Person. Bei mehrfach erzielten Werten können Punkte übereinander liegen. Der Kasten markiert Fälle, die außerhalb des Normbereichs der Kontrollgruppe liegen. Innerhalb des Kastens liegende Fälle deuten auf eine Leistung hin, die > 1.65 SD unterhalb der Durchschnittsleistung der Kontrollgruppe liegt. PHON-BW = Kennwert: Phonologische Bewusstheit; WAIS-ZN = Kennwert: Zahlenspanne; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = Gering Literalisierte.

Zahlenspanne. In Tabelle 34 und Abbildung 3 (rechts) sind die Ergebnisse für den Kennwert WAIS-ZN dargestellt. Keine Gruppe wies im Durchschnitt eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 *SD* im Vergleich mit der KG auf (Tabelle 34). In Gruppe GL wiesen 28 Fälle eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 *SD* im Vergleich mit der KG auf (Abbildung 3, rechts). Außerdem wiesen zwei Personen der KG einen überdurchschnittlich hohen Wert im Vergleich zum KG-Gruppenmittelwert auf (Abbildung 3, rechts, zwei oberste Punkte bei KG).

Tabelle 34

Ergebnisse des Kennwertes WAIS-ZN (Rohwert & z-Wert), jeweils $M \pm SD$

Gruppe	WAIS-ZN (RW)	WAIS-ZN ($\emptyset$ Z-Wert)
KG ($n = 26$)	27.38 ± 5.84	0.00 ± 1.00
EglF ($n = 1$)	18.00	-1.61
EglD ($n = 5$)	23.20 ± 1.79	-0.72 ± 0.31
ELRS ($n = 10$)	26.30 ± 5.42	-0.18 ± 0.93
GL ($n = 63$)	19.07 ± 5.07	-1.42 ± 0.87

Anmerkung. WAIS-ZN = Kennwert: Zahlenspanne; RW = Rohwert; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Phonologisches Arbeitsgedächtnis. In Tabelle 35 und Abbildung 4 (links) sind die Ergebnisse für den Kennwert AG dargestellt. Es wird deutlich, dass keine Gruppe eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 *SD* im Vergleich mit der KG aufwies.

Tabelle 35

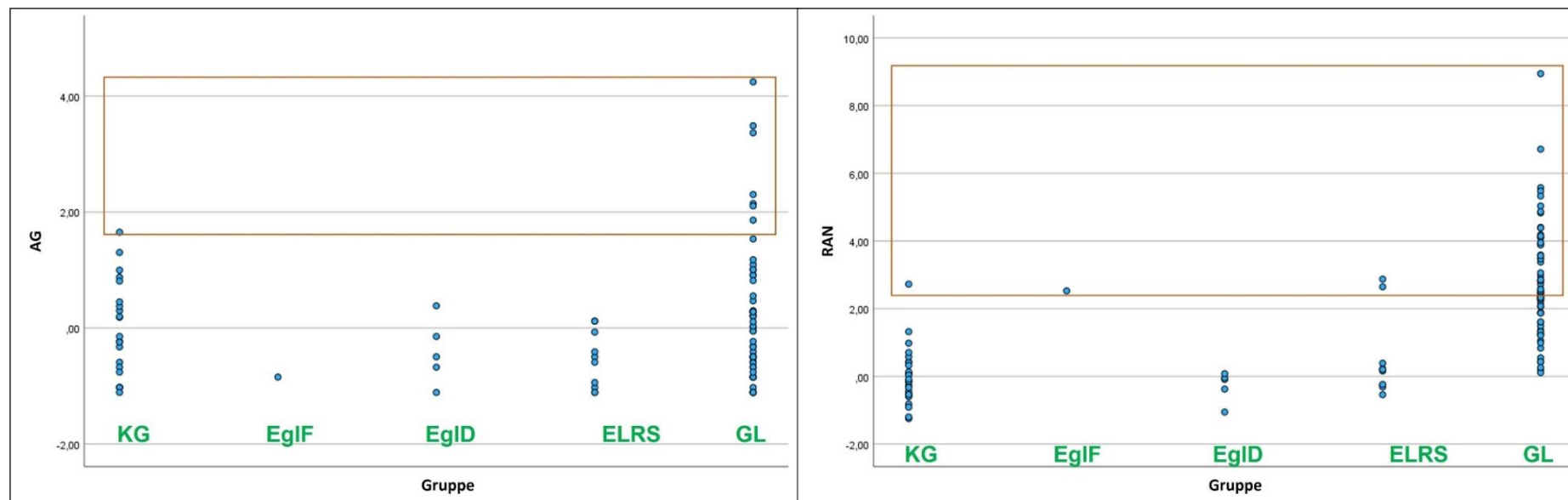
Ergebnisse des Kennwertes AG (Rohwert & z-Wert), jeweils $M \pm SD$

Gruppe	TAP AG (Fehler)	TAP AG (Auslassungen)	AG ($\emptyset$ Z-Wert)
KG ($n = 21$)	5.33 ± 5.87	2.48 ± 1.89	0.00 ± 0.82
EglF ($n = 1$)	0.00	1.00	-0.85
EglD ($n = 5$)	1.40 ± 0.89	2.20 ± 1.92	-0.41 ± 0.56
ELRS ($n = 10$)	1.90 ± 1.73	1.50 ± 1.58	-0.55 ± 0.49
GL ($n = 53$)	4.91 ± 8.90	3.70 ± 2.90	0.29 ± 1.23

Anmerkung. TAP AG = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest: Arbeitsgedächtnis; AG = Kennwert: phonologisches Arbeitsgedächtnis; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Abbildung 4

Z-Werte für die Kennwerte AG und RAN



Anmerkung. Hohe z-Werte im Kennwert AG sowie hohe z-Werte im Kennwert RAN bedeuten schlechtere Leistungen. Jeder Punkt steht für eine teilnehmende Person. Bei mehrfach erzielten Werten können Punkte übereinander liegen. Der Kasten markiert Fälle, die außerhalb des Normbereichs der Kontrollgruppe liegen. Innerhalb des Kastens liegende Fälle deuten auf eine Leistung hin, die > 1.65 SD unterhalb der Durchschnittsleistung der Kontrollgruppe liegt. AG = Kennwert: Phonologisches Arbeitsgedächtnis; RAN = Kennwert: Lexikalischer Zugriff; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = Gering Literalisierte.

Aus Abbildung 4 (links) wird deutlich, dass in der KG ein Fall und in der GL-Gruppe sieben Fälle einen überdurchschnittlich hohen Kennwert AG aufwiesen (Überschneidungen der Fälle sind möglich).

Lexikalischer Zugriff. In Tabelle 36 und Abbildung 4 (rechts) sind die Ergebnisse für den Kennwert RAN dargestellt. Die Gruppen EglF und GL wiesen im Mittel eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 SD im Vergleich mit der KG auf (Tabelle 36).

Tabelle 36

Ergebnisse für das schnelle Benennen (Rohwerte) und des kombinierten Kennwertes RAN (z-Wert), jeweils $M \pm SD$

Gruppe	ZLT-II SB 1 (Sek.)	ZLT-II SB 2 (Sek.)	SB Ziffern (Sek.)	SB Buchst. (Sek.)	SB Farben (Sek.)	RAN (Ø Z-Wert)
KG (n = 26)	15.92 ± 2.58	20.73 ± 3.86	17.54 ± 3.00	17.31 ± 3.58	29.12 ± 4.93	0.00 ± 0.84
EglF (n = 1)	19.00	34.00	22.00	32.00	41.00	2.53
EglD (n = 5)	15.40 ± 2.70	18.80 ± 2.39	17.40 ± 2.19	16.20 ± 2.17	27.00 ± 1.87	-0.30 ± 0.45
ELRS (n = 10)	16.85 ± 3.43	21.70 ± 5.93	21.20 ± 4.87	19.32 ± 3.41	30.00 ± 8.25	0.51 ± 1.22
GL (n = 63)	20.89 ± 5.48	36.24 ± 11.46	26.29 ± 6.91	26.41 ± 7.42	41.49 ± 9.91	2.78 ± 1.68

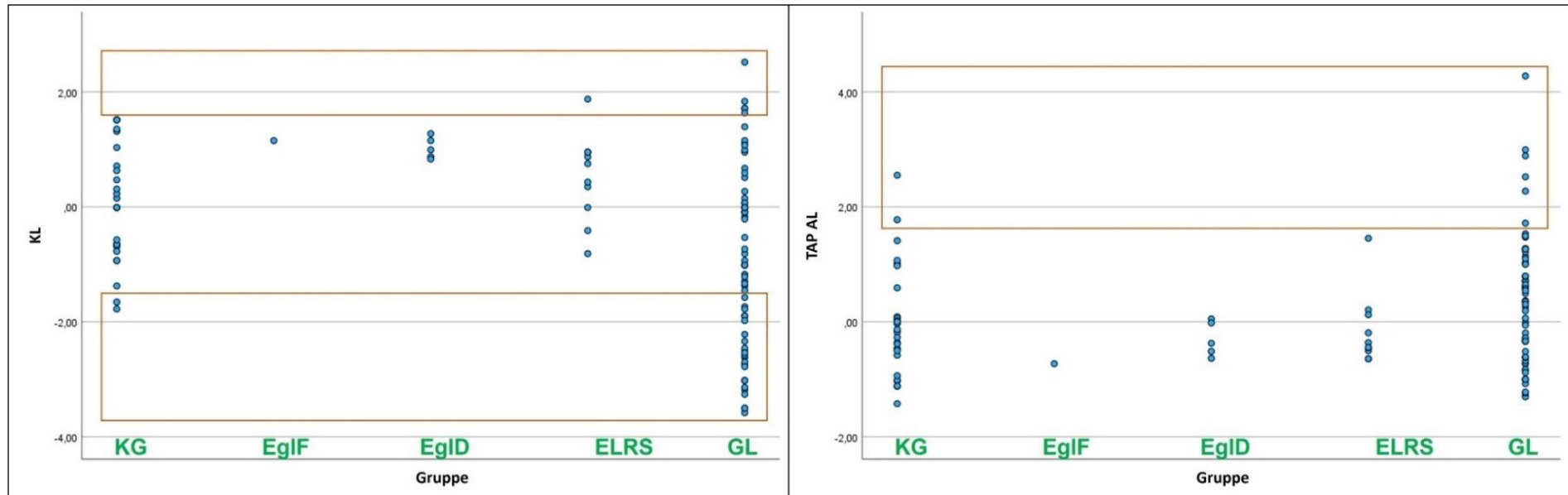
Anmerkung. ZLT-II = Zürcher Lesetest – II; SB 1 = Schnelles Benennen 1; SB 2 = Schnelles Benennen 2; SB Ziffern = Schnelles Benennen Ziffern; SB Buchst. = Schnelles Benennen Buchstaben; SB Farben = Schnelles Benennen Farben; RAN = Kennwert: Lexikalischer Zugriff; Sek. = Sekunden; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Abbildung 4 (rechts) zeigt, dass in der KG und der EglF-Gruppe jeweils ein Fall, in der ELRS-Gruppe zwei Fälle und in der GL-Gruppe 46 Fälle eine Benennungsgeschwindigkeit und damit einen RAN-Wert zeigten, der schlechter war als der mittlere z-Wert der KG ($> 1.65 SD$).

Konzentrationsleistung. In Tabelle 37 und Abbildung 5 (links) sind die Ergebnisse für den Kennwert KL dargestellt. Es wird deutlich, dass keine Gruppe in der Konzentrationsleistung eine Abweichung im z-Wert von mehr als 1.65 SD im Vergleich mit der KG aufwies (Tabelle 37).

Abbildung 5

Z-Werte für die Kennwerte KL und TAP AL



Anmerkung. Niedrige z-Werte im Kennwert KL sowie höhere z-Werte im Kennwert TAP AL bedeuten schlechtere Leistungen. Jeder Punkt steht für eine teilnehmende Person. Bei mehrfach erzielten Werten können Punkte übereinander liegen. Der Kasten markiert Fälle, die außerhalb des Normbereichs der Kontrollgruppe liegen. Innerhalb des Kastens liegende Fälle deuten auf eine Leistung hin, die > 1.65 SD unterhalb bzw. oberhalb der Durchschnittsleistung der Kontrollgruppe liegt. KL = Kennwert: Konzentrationsleistung; TAP AL = Kennwert: Aufmerksamkeitsleistung; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = Gering Literalisierte.

Abbildung 5 (links) zeigt, dass in der KG zwei Fälle deutlich unter dem eigenen Gruppenmittelwert lagen. In der ELRS-Gruppe erzielte eine Person bessere Werte als die KG. In der GL-Gruppe lagen vier Fälle deutlich über und 23 deutlich unter dem Mittelwert der KG (jeweils Abweichung $> 1.65 SD$ im z-Wert).

Tabelle 37

Ergebnisse des Kennwertes KL (Rohwert & z-Wert), jeweils $M \pm SD$

Gruppe	d2-R (KL)	d2-R (KL $\emptyset$ Z-Wert)
KG ($n = 26$)	136.31 ± 24.93	0.00 ± 1.00
EglF ($n = 1$)	165.00	1.15
EglD ($n = 5$)	161.80 ± 4.66	1.02 ± 0.19
ELRS ($n = 10$)	148.60 ± 19.21	0.49 ± 0.77
GL ($n = 64$)	113.41 ± 39.73	-0.92 ± 1.59

Anmerkung. d2-R = d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest; KL = Kennwert: Konzentrationsleistung; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

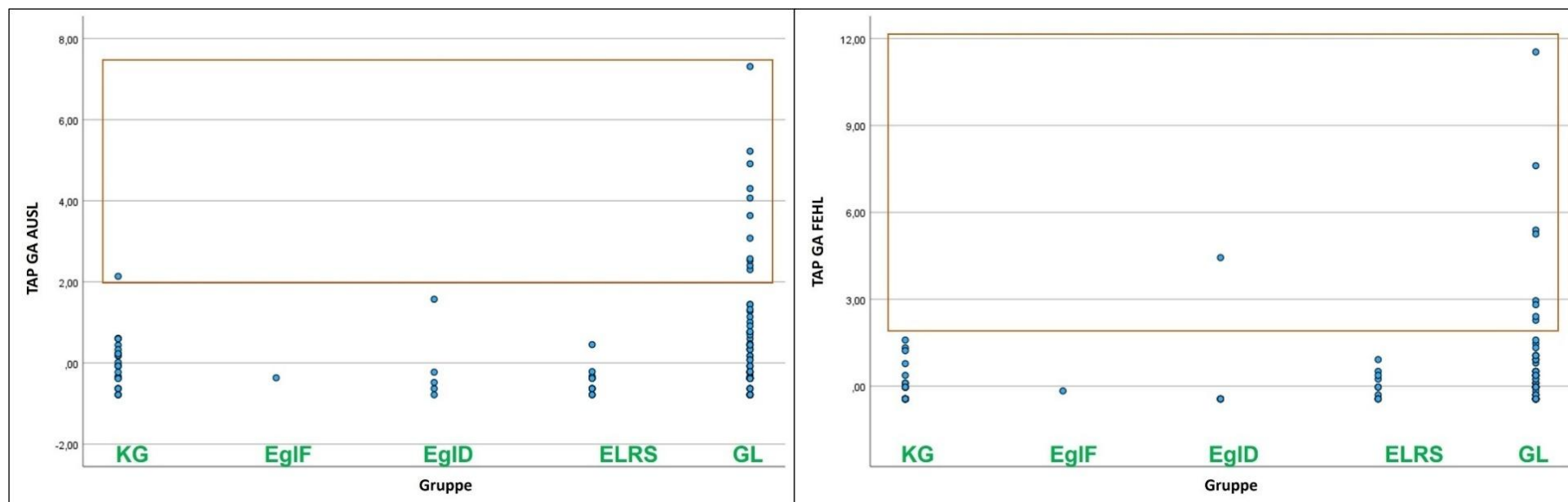
Aufmerksamkeit. In Tabelle 38 und Abbildung 5 (rechts) sind die Ergebnisse für den Kennwert TAP AL inklusive der z-Werte dargestellt. Aus Tabelle 38 wird deutlich, dass keine Gruppe Abweichungen im z-Wert von mehr als $1.65 SD$ im Vergleich mit der KG aufwies. Zwei Personen der KG und sechs Personen der GL-Gruppe verzeichneten im Mittel schlechtere Werte im Vergleich zum KG-Durchschnittswert (Abbildung 5, rechts).

In den Tabellen 39 und 40 sind die Ergebnisse für den Kennwert TAP GA inklusive der z-Werte für Auslassungen und Fehler dargestellt. Es wird deutlich, dass sowohl bei den Auslassungen (Tabelle 39) als auch bei den Fehlern (Tabelle 40) keine Gruppe Abweichungen in den z-Werten von mehr als $1.65 SD$ im Vergleich zur KG aufwies.

Abbildung 6 (links) zeigt, dass bei den Auslassungen in der KG eine Person und in der GL-Gruppe elf Personen schlechter abschnitten im Vergleich zum KG-Durchschnittswert. Mehr Fehler zeigten im Mittel in der EglD-Gruppe eine Person und in der GL-Gruppe acht Personen (Abbildung 6, rechts).

Abbildung 6

Z-Werte für die Kennwerte TAP GA AUSL und TAP GA FEHL



Anmerkung. Hohe z-Werte bedeuten schlechtere Leistungen. Jeder Punkt steht für eine teilnehmende Person. Bei mehrfach erzielten Werten können Punkte übereinander liegen. Der Kasten markiert Fälle, die außerhalb des Normbereichs der Kontrollgruppe liegen. Innerhalb des Kastens liegende Fälle deuten auf eine Leistung hin, die > 1.65 SD unterhalb der Durchschnittsleistung der Kontrollgruppe liegt. TAP GA AUSL = Kennwert: Aufmerksamkeitsleistung, Auslassungen; TAP GA FEHL = Kennwert: Aufmerksamkeitsleistung, Fehler; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = Gering Literalisierte.

Tabelle 38

Ergebnisse des Kennwertes TAP AL (Rohwerte & z-Wert), jeweils M ± SD

Gruppe	TAP AL oTon (Ø RZ)	TAP AL mTon (Ø RZ)	TAP AL (Ø z-Wert)
KG (n = 26)	259.89 ± 49.51	262.07 ± 41.82	0.00 ± 0.98
EglF (n = 1)	211.74	241.77	-0.73
EglD (n = 5)	258.35 ± 22.78	238.39 ± 8.54	-0.30 ± 0.30
ELRS (n = 10)	248.76 ± 26.78	259.26 ± 33.59	-0.15 ± 0.63
GL (n = 64)	294.49 ± 53.67	283.23 ± 48.96	0.37 ± 1.14

Anmerkung. TAP = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; AL = Untertest: Alertness; Aufmerksamkeit; oTon = Serien ohne Ton; mTon = Serien mit Ton; RZ = Reaktionszeit; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Tabelle 39

Ergebnisse des Kennwertes TAP GA für Auslassungen (Rohwerte & z-Wert), jeweils M ± SD

Gruppe	TAP GA vi- suell (Ausl.)	TAP GA au- ditiv (Ausl.)	TAP GA d-v (Ausl.)	TAP GA d-a (Ausl.)	TAP GA d-ges. (Ausl.)	TAP GA AUSL (Ø Z-Wert)
KG (n = 25)	1.40 ± 1.32	0.20 ± 0.50	0.84 ± 0.80	0.36 ± 0.76	1.20 ± 1.29	0.00 ± 0.63
EglF (n = 1)	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.36
EglD (n = 5)	1.20 ± 0.84	0.00 ± 0.00	0.80 ± 1.30	0.40 ± 0.89	1.20 ± 2.17	-0.11 ± 0.96
ELRS (n = 10)	0.70 ± 0.95	0.10 ± 0.32	0.20 ± 0.42	0.30 ± 0.67	0.50 ± 0.71	-0.43 ± 0.37
GL (n = 60)	1.78 ± 1.95	0.50 ± 1.19	1.58 ± 2.09	1.07 ± 1.75	2.65 ± 2.98	0.77 ± 1.70

Anmerkung. TAP = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; GA = Untertest: Geteilte Aufmerksamkeit; d-v = doppel-visuell; d-a = doppel-auditiv; d-ges. = doppel-gesamt; Ausl. = Auslassungen; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

Tabelle 40

Ergebnisse des Kennwertes TAP GA für Fehler (Rohwerte & z-Wert), jeweils $M \pm SD$

Gruppe	TAP GA visuell (Fehler)	TAP GA auditiv (Fehler)	TAP GA doppel-gesamt (Fehler)	TAP GA FEHL (Ø Z-Wert)
KG ($n = 25$)	0.60 ± 2.40	0.44 ± 0.82	0.44 ± 0.82	0.00 ± 0.61
EglF ($n = 1$)	2.00	0.00	0.00	-0.16
EglD ($n = 5$)	0.00 ± 0.00	1.60 ± 3.58	0.80 ± 1.79	0.53 ± 2.18
ELRS ($n = 10$)	0.50 ± 0.71	0.30 ± 0.48	0.70 ± 0.67	0.03 ± 0.47
GL ($n = 60$)	1.32 ± 3.07	1.20 ± 2.36	1.50 ± 3.49	0.84 ± 2.06

Anmerkung. TAP = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; GA = Untertest: Geteilte Aufmerksamkeit; KG = Kontrollgruppe; EglF = gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Erwachsene mit Lese- und Rechtschreibstörung; GL = gering Literalisierte.

2.4.4 Diskussion

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, Gruppen mit eingeschränkten Schriftsprachenkenntnissen hinsichtlich ihrer kognitiven Leistungen differenziert zu beschreiben und ihre Heterogenität sichtbar zu machen. Dazu wurden zentrale kognitive Vorläuferfähigkeiten des Lesens erfasst, nämlich die phonologische Bewusstheit, das phonologische Arbeitsgedächtnis, die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit sowie der lexikalische Zugriff. Die Ergebnisse wurden explorativ zwischen gering literalisierten Personen mit Deutsch als Erstsprache (EglD), gering literalisierten Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch (EglF), Personen mit einer LRS-Diagnose in der Kindheit (ELRS) sowie einer normgerecht lesenden Kontrollgruppe (KG) verglichen.

Zunächst wurde für die vier Gruppen die Leseleistung anhand des Kennwerts LESEN mittels z-Transformation und Devianz-Analyse bestimmt (vgl. Ramus, Rosen, et al., 2003). Mit insgesamt 63 Personen konnte der überwiegende Teil aus den Experimentalgruppen (EglF: $n = 25$, EglD: $n = 18$, ELRS: $n = 20$) als gering literalisiert eingestuft werden. Ihr Leseverständnis und ihre Lesegeschwindigkeit lagen mindestens 1.65 SD unter dem Niveau einer normgerecht lesenden KG. Als Referenzpunkt diente dabei das Literalitätsniveau von durchschnittlichen

Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse (Leseverständnis) bzw. 9. Klasse (Lesegeschwindigkeit). Die identifizierten Personen wurden in einer neu gebildeten Gruppe GL zusammengefasst. Nach der Neugruppierung war dies die Gruppe mit ausgeprägten Defiziten in den Lesefähigkeiten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Bezeichnungen der übrigen Gruppen beibehalten.

Final wurden fünf Gruppen miteinander verglichen: Personen mit anderer Erstsprache als deutsch ohne Leseschwierigkeiten (EglF, $n = 1$), Personen mit Deutsch als Erstsprache ohne Leseschwierigkeiten (EglD, $n = 5$), Personen mit einer LRS-Diagnose in der Kindheit, jedoch ohne aktuelle Leseschwierigkeiten (ELRS, $n = 10$) sowie gering literalisierte Personen mit Deutsch als Erstsprache, anderer Erstsprache als Deutsch sowie mit und ohne einer LRS-Diagnose in der Kindheit (GL, $n = 73$). Die Studie verfolgte einen explorativen Ansatz, um kognitive Voraussetzungen gering literalisierter Personen in Bezug auf ihre Schriftsprachfähigkeiten zu untersuchen. Im Folgenden werden die zentralen Befunde zusammengefasst und im Hinblick auf Unterschiede zwischen den Gruppen sowie innerhalb der Gesamtgruppe diskutiert.

In der phonologischen Bewusstheit zeigte im Kennwert PHON-BW lediglich ein Fall in der EglF-Gruppe eine Abweichung im z -Wert von mehr als 1.65 SD im Vergleich zur KG. Wenngleich sich in allen übrigen Gruppen im Mittel keine unterdurchschnittlichen Ergebnisse in der phonologischen Bewusstheit gegenüber der KG zeigten, so gab es doch einige Fälle (KG: $n = 3$, EglF: $n = 1$, GL: $n = 24$), deren Leistungen unterdurchschnittlich waren. Im lexikalischen Zugriff (Kennwert RAN) zeigte die GL-Gruppe im Mittel eine Abweichung des z -Wertes von mehr als 1.65 SD im Vergleich zur KG. Insgesamt traf dies auf 28 Personen der GL-Gruppe zu. In den Kennwerten zur Zahlenspanne (WAIS-ZN), zum phonologischen Arbeitsgedächtnis (AG), zur Konzentrationsleistung (KL) sowie zur Aufmerksamkeitsleistung (TAP AL & TAP GA) zeigte keine Gruppe im Vergleich zur KG eine Abweichung im z -Wert von mehr als 1.65 SD . Auf Personenebene gab es jedoch einige Fälle mit unterdurchschnittlichen Leistungen in den verschiedenen Kennwerten: AG (KG: $n = 1$, GL $n = 7$), WAIS-ZN (GL: $n = 28$), RAN (KG: $n = 1$, EglF: $n = 1$, ELRS: $n = 2$, GL: $n = 46$), KL (KG: $n = 2$, GL: $n = 23$), TAP AL (KG: $n = 2$, GL: $n = 6$), TAP GA „Auslassungen“ (KG: $n = 1$, GL: $n = 11$), TAP GA „Fehler“ (EglD: $n = 1$, GL: $n = 8$). Darüber hinaus erzielten einzelne Personen Leistungen, die über dem Durchschnitt der KG lagen: KL (ELRS: $n = 1$, GL: $n = 4$).

Die Ergebnisse zeigen insgesamt ein heterogenes Muster. Auf Gruppenebene ergab sich ausschließlich für den lexikalischen Zugriff eine geringere Leistung im Vergleich mit der Referenzgruppe. Für die phonologische Bewusstheit ergab sich zwar ebenfalls eine Unterschreitung, diese betraf jedoch lediglich eine Person der EglF-Gruppe und erlaubt somit keine gruppenbezogene Interpretation. Auf Personenebene zeigte sich ein differenzierteres Befundmuster: Unterdurchschnittliche Leistungen zeigten sich vereinzelt in der Mehrzahl der Kennwerte in den Gruppen EglF, EglD, ELRS sowie in der KG, traten jedoch überwiegend in der GL-Gruppe auf. Darüber hinaus wurden im Kennwert KL vereinzelt Leistungen oberhalb des Referenzwerts beobachtet, wobei hierbei die ELRS- und die GL-Gruppe betroffen waren. Zu berücksichtigen ist, dass die GL-Gruppe die größte Stichprobe umfasst und die Gruppengrößen zwischen den fünf Gruppen insgesamt deutlich variieren. Es überrascht demnach nicht, dass der Großteil der unterdurchschnittlichen Leistungen in dieser Gruppe zu finden ist.

In der vorliegenden Studie wurden rund 96 % (25 von 26) der gering Literalisierten mit anderer Erstsprache als Deutsch, rund 78 % (18 von 23) der gering Literalisierten mit Deutsch als Erstsprache sowie rund 66 % (20 von 30) der Personen mit früherer LRS-Diagnose anhand ihrer Lesefähigkeit als gering literalisiert klassifiziert. Dieses Ergebnis stützt zum einen die in der Forschung vertretene Annahme, dass LRS ein möglicher Verursachungsfaktor für geringe Literalität darstellen kann (Fickler-Stang, 2011; Grosche, 2013; Huettig et al., 2018; H. Wagner, 2008). Zudem verdeutlichen die Ergebnisse, dass die drei Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten (EglF, EglD & ELRS) in Bezug auf die Lesefähigkeiten keine einheitliche Zusammensetzung aufweisen: Immerhin rund 20 % (16 von 79) der Personen, die laut Selbst- und Fremdeinschätzungen als gering literalisiert galten, wurden nach den verwendeten Kriterien nicht als gering literalisiert klassifiziert. Dennoch stützen die Ergebnisse die Validität der Gruppenzuordnung: Unabhängig von der Erstsprache wurde die Mehrheit der als gering literalisiert eingestuften Teilnehmenden in dieser Studie als solche klassifiziert, sodass die Beurteilung geringer Schriftsprachkompetenzen durch Selbst- oder Fremdeinschätzung (z. B. durch Kursleitungen) als tragfähiges Kriterium für eine entsprechende Gruppenzuordnung gelten kann. Neben der bereits erwähnten Einschränkung stark variierender Gruppengrößen muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass bei den Teilnehmenden mit anderer Erstsprache als Deutsch nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass Defizite in einzelnen Tests auf geringe Deutschkenntnisse zurückzuführen sind.

Zusammenfassend zeigte sich der Großteil der als gering literalisiert klassifizierten Personen in Bezug auf die Lesefähigkeiten defizitär. Zudem wiesen diese Personen im Vergleich zu einer normgerecht lesenden KG Defizite in verschiedenen kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens auf. Drei zentrale Ergebnisse lassen sich ableiten: 1) LRS könnte einen möglichen Risikofaktor für geringe Literalität darstellen, 2) die Gruppe der gering Literalisierten ist in Bezug auf ihre Lesefähigkeiten heterogen, und 3) eine Gruppenzuordnung gering Literalisierter auf Grundlage selbst- oder fremdeingeschätzter Lesefähigkeiten erweist sich als valides Kriterium.

2.5 Studie 3: Gruppenvergleich auf Basis der Lesefähigkeiten

Die vorangegangene Studie zeigte, dass der Großteil der als gering literalisiert klassifizierten Personen im Bereich der Lesefähigkeiten deutliche Einschränkungen aufweist und im Vergleich zu einer normgerecht lesenden Kontrollgruppe Defizite in den kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens erkennen lässt. Da es sich jedoch um eine rein explorative Untersuchung handelte, erfolgte keine statistische Absicherung der Befunde. Die vorliegende Studie knüpft hieran an und zielt darauf ab, die kognitiven Fähigkeiten zwischen normgerecht und nicht normgerecht lesenden Personen differenziert zu vergleichen und die bisherigen Ergebnisse statistisch zu überprüfen.

2.5.1 Ziel und Fragestellung

Diese Studie hat zum Ziel, zwei Gruppen von lesebeeinträchtigten Personen hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten, wie phonologische Bewusstheit, Arbeitsgedächtnis, Konzentration, Aufmerksamkeit und Lexikalischer Zugriff, zu untersuchen. Dazu werden die ursprünglich vier Gruppen (vgl. Abschnitt 2.2.2) anhand ihrer Lesefähigkeiten in eine Gruppe normgerecht lesender Personen und zwei Gruppen nicht normgerecht lesender Personen mit unterschiedlich stark ausgeprägten Lesedefiziten eingeteilt. Auf dieser Basis sollen differenzierte kognitive Profile der Gruppen erstellt und ein Vergleich mit normgerecht lesenden Erwachsenen durchgeführt werden, um gruppenspezifische Defizite zu identifizieren.

Die Untersuchung verfolgt keinen hypothesenprüfenden Ansatz. Dennoch wird ein Abgleich mit den Befunden der vorangegangenen Studien vorgenommen, um mögliche Muster und Unterschiede in den Leistungsprofilen zu identifizieren oder vorläufig zu bestätigen. Es

wird angenommen, dass sich die Ergebnisse weitgehend an den Befunden von Studie 1 orientieren.

2.5.2 Methode

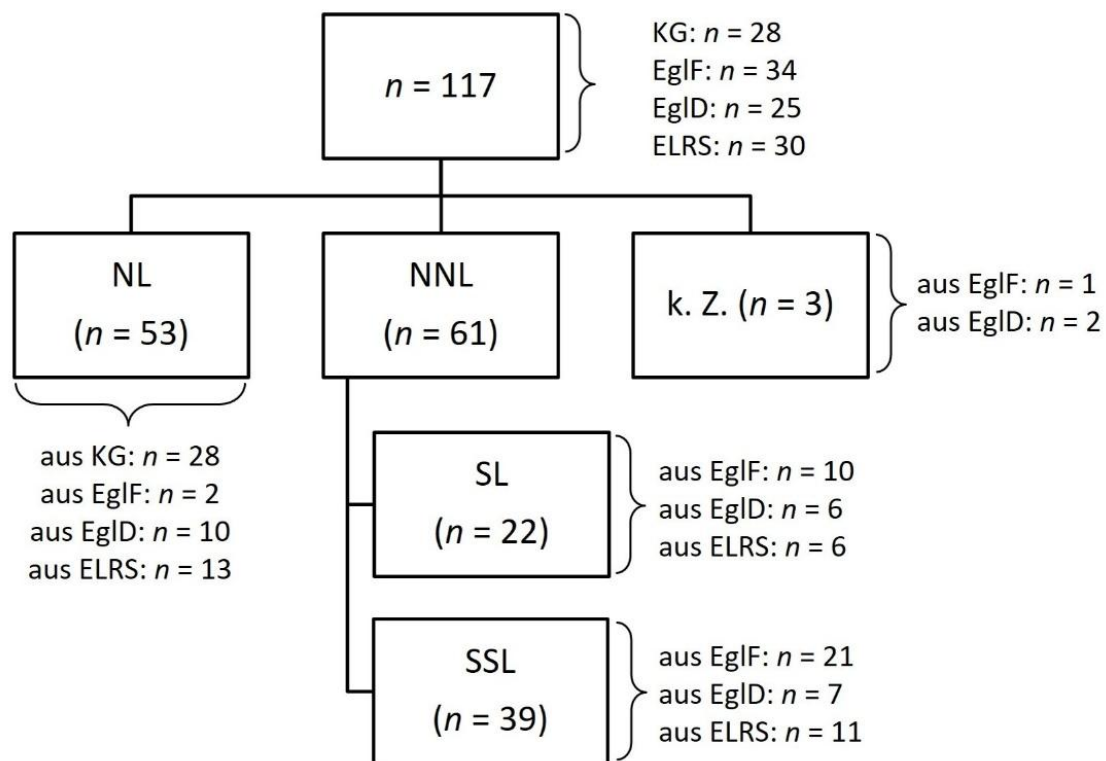
Stichprobe. Die KogLit-Stichprobe ($n = 117$; vgl. Abschnitt 2.2.2) wurde neu gruppiert in normgerechte Leserinnen und Leser (NL) und nicht normgerechte Leserinnen und Leser (NNL). Gruppe NNL wurde zusätzlich unterteilt in schlechte Leserinnen und Leser (SL) und sehr schlechte Leserinnen und Leser (SSL). Für die Gruppenneubildung wurden folgende Kriterien herangezogen: 1) ELFE II, $PR < 16$, basierend auf 7. Klassenstufe, 2) SLS 2-9, $LQ < 85$, basierend auf 7. Klassenstufe, 3) Saarbrücker Lesetexte, Gesamtlesezeit $> 2 SD$ über dem Mittelwert der Normstichprobe. Eine Einteilung in Gruppe NL erfolgte, wenn maximal eins dieser Kriterien erreicht wurde, eine Einteilung in Gruppe NNL, wenn zwei oder drei Kriterien erreicht wurden. Die Gruppe NNL unterteilt sich weiterhin in die Untergruppen SL (zwei erreichte Kriterien) und SSL (drei erreichte Kriterien). Fehlten zu viele Werte für eine klare Zuordnung, fand keine Gruppenzuteilung statt und die entsprechenden Personen wurden von der Analyse ausgeschlossen. Die finale Stichprobe bestand aus 114 Personen. In der vorliegenden Studie wurden nach der Neugruppierung drei Gruppen miteinander verglichen: 53 NL (30 weiblich, $M = 37.64$ Jahre, $SD = 16.31$, Spanne: 16-67), 22 SL (10 weiblich, $M = 37.59$ Jahre, $SD = 16.44$, Spanne: 16-67) und 39 SSL (17 weiblich, $M = 42.05$ Jahre, $SD = 14.35$, Spanne: 18-69). Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Neugruppierung.

Versuchsmaterial und -ablauf. Für die Analyse von Gruppenunterschieden zwischen drei Gruppen (NL, SL & SSL) wurden folgende Testverfahren berücksichtigt: BAKO 1-4, WAIS-IV Zahlen nachsprechen, TAP mit Untertests Alertness, Arbeitsgedächtnis und Geteilte Aufmerksamkeit, d2-R, Schnelles Benennen von Objekten (ZLT-II, SB 1 & SB 2) sowie von Ziffern, Buchstaben und Farben (RAN). Detaillierte Beschreibungen der Testverfahren und des Versuchsablaufs befinden sich in den Abschnitten 2.2.3 und 2.2.4.

Statistische Analyse. Die statistischen Analyseschritte dieser Studie orientierten sich an Abschnitt 2.2.5. Tabelle 41 zeigt eine Übersicht der in dieser Analyse eingesetzten Testverfahren unter Nennung der getesteten kognitiven Bereiche sowie die jeweils angewendete statistische Methode.

Abbildung 7

Neugruppierung der KogLit-Stichprobe in normgerechte und nicht normgerechte Leserinnen und Leser



Anmerkung. Drei Personen konnten keiner Gruppe zugeordnet werden, da zu viele Werte für eine klare Zuordnung fehlten. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; NNL = nicht normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser; k. Z. = keine Zuordnung.

Tabelle 41

Übersicht der eingesetzten Testverfahren mit Nennung der getesteten Bereiche und angewendeter Statistikmethode

Testverfahren	Kognitiver Bereich	Statistikmethode
BAKO 1-4	Phonologische Bewusstheit	Gruppenvergleich (ANOVA)
WAIS-IV	Phonologische Verarbeitung: Gedächtnisspanne	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-AG	Phonologisches Arbeitsgedächtnis	Gruppenvergleich (ANOVA)
d2-R	Konzentrationsfähigkeit & Detail-Diskrimination	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-AL	Aufmerksamkeit: allgemeiner Wachzustand	Gruppenvergleich (ANOVA)
TAP-GA	Aufmerksamkeit: simultane Prozesse	Gruppenvergleich (ANOVA)
ZLT-II SB 1 & SB 2	Lexikalischer Zugriff	Gruppenvergleich (ANOVA)
RAN	Lexikalischer Zugriff	Gruppenvergleich (ANOVA)

Anmerkung. BAKO 1-4 = Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen 1.-4. Klasse; WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition; TAP-AG = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Arbeitsgedächtnis; d2-R = d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest; TAP-AL = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Alertness; TAP-GA = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit; ZLT-II SB 1 & SB 2 = Zürcher Lesetest – II, Untertests Schnelles Benennen 1 & 2; RAN = Rapid Automatized Naming, Test zum schnellen Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben.

2.5.3 Ergebnisse

Phonologische Verarbeitung. Beim BAKO 1-4 erzielte die Gruppe NL in allen Untertests sowie im Gesamtwert den höchsten Rohwert. Gruppe SSL schnitt in den meisten Untertests (Ausnahme Untertest Lautkategorisierung) sowie im Gesamtwert leicht besser ab als Gruppe SL. Die Rohwerte und ANOVA-Ergebnisse des BAKO 1-4 sind in Tabelle 42 dargestellt. Eine Überprüfung mit dem Shapiro-Wilk-Test ergab, dass die Rohwerte des BAKO 1-4 nicht normalverteilt waren ($p < .05$). Mehrere Ausreißer wurden in einigen Untertests identifiziert und überprüft und anschließend in die Analyse eingeschlossen. Die Überprüfung der Varianzhomogenität mit dem Levene-Test ergab eine Gleichheit der Varianzen nur für die Untertests Pseudowortsegmentierung ($p = .57$) und Vokallängenbestimmung ($p = .77$). Für die anderen Untertests lag keine Varianzhomogenität vor ($p < .05$). Eine einfaktorielle ANOVA zeigte statistisch signifikante Gruppenunterschiede in den BAKO 1-4-Rohwerten in fast allen Untertests (Ausnahmen: Lautkategorisierung, Vokallängenbestimmung) sowie im Gesamtwert (Tabelle 42).

Tabelle 42

Mittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) des Tests Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4)

Aufgabe	NL (<i>n</i> = 53)	SL (<i>n</i> = 12)	SSL (<i>n</i> = 37)	ANOVA			
	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	Test-Typ	<i>F</i> -Wert	<i>df</i>	η^2
PWS	3.70 (1.86)	2.17 (2.12)	2.41 (1.92)	ANOVA	6.43 **	2, 99	.11
VE	8.72 (2.82)	5.42 (4.32)	5.97 (4.07)	Welch-ANOVA	8.16 **	2, 27.46	.15
RWB	5.49 (1.40)	3.58 (2.19)	3.97 (2.36)	Welch-ANOVA	8.93 **	2, 27.03	.16
PV	7.81 (3.23)	4.58 (4.10)	5.62 (3.95)	Welch-ANOVA	5.83 *	2, 28.85	.11
LK	6.21 (1.60)	5.08 (2.15)	5.08 (2.24)	Welch-ANOVA	4.17	2, 28.28	.08
VLB	6.09 (2.87)	4.25 (3.05)	4.97 (2.88)	ANOVA	2.84	2, 99	.05
WU	10.19 (5.02)	5.25 (5.72)	7.30 (6.11)	Welch-ANOVA	5.33 *	2, 29.70	.10
GW	48.19 (14.11)	30.33 (19.99)	34.19 (20.58)	Welch-ANOVA	9.09 **	2, 27.90	.16

Anmerkung. Für Variablen mit Verletzung der Varianzhomogenität (Levene-Test, $p < .05$) wurde die Welch-ANOVA herangezogen. Alpha-Fehler wurden mittels Benjamini-Hochberg-Korrektur angepasst. PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

* $p < .05$. ** $p < .01$.

Wie in Tabelle 43 zu sehen ist, zeigten post-hoc-Tests, dass Gruppe NL in mehreren Untertests signifikant höhere Rohwerte erzielte als die SL-Gruppe und/oder die SSL-Gruppe. Beim Untertest Lautkategorisierung zeigte die ANOVA vor der Benjamini-Hochberg-Korrektur zwar einen signifikanten ($p = .03$) Unterschied in den Rohwerten zwischen den Gruppen, welcher jedoch nach der Korrektur lediglich marginal signifikant ($p = .06$) ausfiel. Der Games-Howell post-hoc Test zeigte einen Trend zu einem Gruppenunterschied mit höherem Rohwert in der Lautkategorisierung in Gruppe NL vs. SSL ($M_{Diff} = 1.13$, $p = .03$, 95 %-KI [.10, 2.16]). Beim Untertest Vokallängenbestimmung zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Darüber hinaus ergaben sich zwischen den Gruppen SL und SSL in keinem der Untertests signifikante Differenzen. Für eine vollständige Übersicht aller paarweisen Vergleiche siehe Anhang B.

Tabelle 43

Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle der post-hoc Tests des Tests Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen (BAKO 1-4)

Aufgabe	M Diff. (SE)	p	95 % KI
PWS ^a			
NL vs. SL	1.53 (.61)	.04	[-.08, 2.99]
NL vs. SSL	1.29 (.41)	.01	[-.32, 2.27]
VE ^b			
NL vs. SSL	2.74 (.77)	.001	[-.89, 4.60]
RWB ^b			
NL vs. SL	1.91 (.66)	.03	[-.16, 3.65]
NL vs. SSL	1.52 (.43)	.001	[-.47, 2.56]
PV ^b			
NL vs. SSL	2.19 (.79)	.02	[-.31, 4.07]
WU ^b			
NL vs. SL	4.94 (1.79)	.04	[-.29, 9.59]
GW ^b			
NL vs. SL	17.86 (6.09)	.03	[1.87, 33.85]
NL vs. SSL	14.00 (3.90)	.001	[4.62, 23.37]

Anmerkung. Nur signifikante Vergleiche. NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser; M Diff. = Mittelwertdifferenz; KI = Konfidenzintervall; PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert.

^a Tukey post-hoc Test. ^b Games-Howell post-hoc Test.

Tabelle 44 zeigt die Ergebnisse des WAIS-IV, Untertest Zahlen nachsprechen. Gruppe NL erzielte die höchsten Wertpunkte, gefolgt von den Gruppen SL und SSL. Eine Überprüfung

mit dem Shapiro-Wilk-Test ergab, dass die Wertpunkte normalverteilt waren ($p > .05$). Zwei Ausreißer wurden aufgedeckt und überprüft und anschließend in die Analyse eingeschlossen. Varianzgleichheit wurde angenommen (Levene-Test, $p = .25$). Eine einfaktorielle ANOVA zeigte signifikante Gruppenunterschiede in den Wertpunkten, $F(2, 111) = 18.83$, $p = .002$, $\eta^2 = .25$. Der Tukey post-hoc Test zeigte, dass Gruppe NL jeweils höhere Wertpunkte erzielte als die Gruppen SL ($M_{Diff} = 3.25$, $p < .001$, 95 %-KI [1.57, 4.94]) und SSL ($M_{Diff} = 3.20$, $p < .001$, 95 %-KI [1.80, 4.60]).

Tabelle 44

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für die Rohwerte und Wertpunkte der Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition (WAIS-IV; deutsche Version), Untertest Zahlen nachsprechen

Gruppe	RW		WP	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL ($n = 53$)	25.30 (5.75)	[23.72, 26.89]	8.43(3.13)	[7.57, 9.30]
SL ($n = 22$)	19.00 (5.07)	[16.75, 21.25]	5.18 (2.65)	[4.01, 6.36]
SSL ($n = 39$)	19.28 (4.96)	[17.67, 20.89]	5.23 (2.34)	[4.47, 5.99]

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 16 und 89 Jahren. RW = Rohwert; WP = Wertpunkte; KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Die deskriptiven Ergebnisse der TAP, Untertest Arbeitsgedächtnis, sind in Tabelle 45 dargestellt. Gruppe NL erzielte sowohl die wenigsten Fehler als auch die wenigsten Auslassungen. Gruppe SL erzielte mehr Fehler als Gruppe NL, jedoch weniger als Gruppe SSL. Andersherum verhielt es sich bei den Auslassungen: Gruppe SSL erzielte weniger Auslassungen als Gruppe SL. Eine Normalverteilung der Daten wurde nicht angenommen (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$). Einige Ausreißer wurden ermittelt und überprüft und anschließend in die Analyse eingeschlossen. Eine Gleichheit der Varianzen wurde für Fehler angenommen (Levene-Test, $p = .20$), nicht jedoch für die Auslassungen (Levene-Test, $p < .05$). Die ANOVA zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede, weder bei den Fehlern, $F(2, 88) = .26$, $p = .77$, noch bei den Auslassungen, Welch-Test $F(2, 27.95) = 2.11$, $p = .19$.

Tabelle 45

Mittelwerte, Standardfehler und Konfidenzintervalle für Fehler und Auslassungen der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Arbeitsgedächtnis

Gruppe	Fehler		Auslassungen	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 46)	3.98 (5.77)	[2.27, 5.69]	2.67 (2.57)	[1.91, 3.44]
SL (<i>n</i> = 12)	4.67 (4.85)	[1.59, 7.75]	5.00 (3.69)	[2.65, 7.35]
SSL (<i>n</i> = 33)	5.21 (10.13)	[1.62, 8.80]	3.09 (2.21)	[2.31, 3.88]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Aufmerksamkeit und Konzentration. Tabelle 46 zeigt die Ergebnisse des d2-R. Gruppe NL erzielte eine höhere Konzentrationsleistung (gemessen am SW-KL) als die Gruppen SSL und SL. Eine Normalverteilung der Daten wurde nicht angenommen (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$). Zwei Ausreißer wurden aufgedeckt, überprüft und in die Datenanalyse eingeschlossen. Eine Varianzgleichheit wurde nach Überprüfung mit dem Levene-Test nicht angenommen ($p < .05$). Die einfaktorielle ANOVA zeigte signifikante Gruppenunterschiede im SW-KL, Welch-Test $F(2, 34.82) = 12.88$, $p = .002$, $\eta^2 = .22$. Der Games-Howell post-hoc Test zeigte eine signifikant höhere Konzentrationsleistung der Gruppe NL gegenüber Gruppe SL ($M_{Diff} = 13.06$, 95 %-KI [4.92, 21.20], $p < .001$) und SSL ($M_{Diff} = 7.40$, 95 %-KI [2.69, 12.11], $p < .001$).

Tabelle 46

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Roh- und Standardwerte für die Konzentrationsleistung des Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest Revision (d2-R)

Gruppe	KL		SW-KL	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 53)	140.15 (28.60)	[132.27, 148.03]	96.53 (7.77)	[94.39, 98.67]
SL (<i>n</i> = 15)	96.07 (40.53)	[73.62, 118.51]	83.47 (11.62)	[77.03, 89.90]
SSL (<i>n</i> = 39)	115.00 (37.03)	[103.00, 127.00]	89.13 (10.30)	[85.79, 92.47]

Anmerkung. Die Normstichprobe bestand aus Personen zwischen 9 und 60 Jahren. KL = Konzentrationsleistung; SW-KL = Standardwert für die Konzentrationsleistung; KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Die Ergebnisse der TAP, Untertest Alertness, sind in Tabelle 47 dargestellt. Gruppe NL erzielte signifikant schnellere Reaktionszeiten (gemessen am Median) als Gruppe SL und SSL in den Serien ohne Ton (Serien 1 & 4) und in den Serien mit Ton (Serien 2 & 3). Eine Normalverteilung der Daten wurde nicht angenommen (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$). Einige Ausreißer

wurden aufgedeckt, überprüft und in die Datenanalyse eingeschlossen. Eine Gleichheit der Varianzen wurde nach Überprüfung mit dem Levene-Test für alle Werte angenommen ($p > .05$). Die ANOVA zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede, weder bei den Serien ohne Ton, $F(2, 104) = 2.53$, $p = .12$, noch bei den Serien mit Ton, $F(2, 104) = 1.22$, $p = .25$.

Tabelle 47

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle des Medians der Reaktionszeiten der TAP, Untertest Alertness

Gruppe	Serien ohne Ton ^a		Serien mit Ton ^b	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL ($n = 53$)	251.61 (41.06)	[240.30, 262.93]	253.14 (39.99)	[265.16, 188.50]
SL ($n = 15$)	267.70 (51.35)	[239.27, 296.13]	266.03 (56.40)	[234.80, 297.26]
SSL ($n = 39$)	272.65 (49.60)	[256.58, 288.73]	269.54 (55.05)	[251.69, 287.38]

Anmerkung. Reaktionszeiten in Millisekunden. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

^a Serien 1 & 4. ^b Serien 2 & 3.

Die Ergebnisse der TAP, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit, sind in den Tabellen 48 und 49 dargestellt. Vor der Durchführung der ANOVA wurden in allen Einzel- und Doppelbedingungen diverse Ausreißer festgestellt. Diese wurden nach Überprüfung in die Analysen eingeschlossen. Zwar erzielte Gruppe NL in allen Bedingungen die wenigsten Fehler und Auslassungen, jedoch ergaben sich insgesamt keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Die Einzelwerte für Fehler und Auslassungen (visuell & auditiv) waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test; $p < .05$). Varianzgleichheit wurde angenommen für Fehler, visuell (Levene-Test; $p = .21$) und auditiv (Levene-Test; $p = .54$), nicht jedoch für die Auslassungen, visuell und auditiv (Levene-Test, $p < .05$). Die ANOVA zeigte für die visuelle Einzelbedingung keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Anzahl Fehler $F(2, 99) = 1.08$, $p = .38$ und der Anzahl der Auslassungen Welch-Test $F(2, 29.73) = 2.43$, $p = .16$. Für die auditive Einzelbedingung zeigte die ANOVA ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen: Anzahl Fehler $F(2, 99) = 1.56$, $p = .25$, Anzahl Auslassungen Welch-Test $F(2, 31.54) = .90$, $p = .44$.

Tabelle 48

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für Auslassungen der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Geteilte Aufmerksamkeit

Gruppe	Auslassungen									
	Visuell		Auditiv		Doppel-visuell		Doppel-auditiv		Doppel-gesamt	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 52)	1.12 (1.15)	[.80, 1.44]	.21 (.61)	[.04, .38]	.98 (1.42)	[.59, 1.38]	.52 (1.11)	[.21, .83]	1.50 (2.10)	[.92, 2.08]
SL (<i>n</i> = 14)	2.29 (2.46)	[.86, 3.71]	.64 (1.15)	[-.02, 1.31]	1.50 (2.28)	[.18, 2.82]	1.64 (2.24)	[.35, 2.94]	3.14 (3.21)	[1.29, 4.99]
SSL (<i>n</i> = 36)	1.67 (1.85)	[.31, 1.04]	.25 (.55)	[.06, .44]	1.39 (1.84)	[.77, 2.01]	.64 (1.13)	[.26, 1.02]	2.03 (2.31)	[1.25, 2.81]

Anmerkung. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Tabelle 49

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für Fehler der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Untertest Geteilte Aufmerksamkeit

Gruppe	Fehler					
	Visuell		Auditiv		Doppel-gesamt	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 52)	.52 (1.74)	[.03, 1.00]	.71 (2.14)	[.12, 1.31]	.52 (.87)	[.21, .83]
SL (<i>n</i> = 14)	1.14 (.77)	[.70, 1.59]	1.79 (2.46)	[.37, 3.20]	1.50 (2.28)	[.18, 2.82]
SSL (<i>n</i> = 36)	1.17 (3.02)	[.15, 2.19]	.92 (1.63)	[.37, 1.47]	1.39 (1.84)	[.77, 2.01]

Anmerkung. Bei der Doppelbedingung liegen keine Fehlerwerte für die Bedingungen doppel-visuell und doppel-auditiv vor. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Die Werte in der Doppelaufgabe waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$). Varianzgleichheit wurde angenommen für Auslassungen, doppel-visuell, Fehler, doppel-gesamt und Auslassungen, doppel-gesamt (Levene-Test, $p < .05$). Keine Gleichheit der Varianzen wurde für Auslassungen, doppel-auditiv, angenommen (Levene-Test, $p = .01$). Die ANOVA zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede für Auslassungen, doppel-visuell, $F(2, 99) = .86$, $p = .44$, Auslassungen, doppel-auditiv, Welch-Test $F(2, 31.21) = 1.64$, $p = .26$, Fehler, doppel-gesamt $F(2, 99) = 2.71$, $p = .11$ sowie Auslassungen, doppel-gesamt $F(2, 99) = 2.77$, $p = .11$.

Lexikalischer Zugriff. In den Aufgaben zum schnellen Benennen von Objekten (ZLT-II, SB 1 & SB 2) zeigte Gruppe NL die in beiden Untertests die kürzesten Benennzeiten. Es folgten die Gruppen SL und SSL mit jeweils längeren Benennzeiten (Tabelle 50).

Tabelle 50

Benennzeiten für das schnelle Benennen von Objekten aus dem Zürcher Lesetest - II (ZLT-II), Untertests Schnelles Benennen 1 (SB 1) und Schnelles Benennen 2 (SB 2)

Gruppe	SB 1		SB 2	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 53)	16.61 (2.98)	[15.79, 17.43]	22.06 (5.98)	[20.41, 23.70]
SL (<i>n</i> = 22)	20.18 (3.66)	[18.56, 21.80]	35.36 (9.01)	[31.37, 39.36]
SSL (<i>n</i> = 38)	21.18 (4.98)	[19.55, 22.82]	39.21 (11.60)	[35.40, 43.02]

Anmerkung. Benennzeiten in Sekunden. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Eine Normalverteilung der Werte wurde nicht angenommen (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$). Einige Ausreißer wurden identifiziert, überprüft und in die Analyse eingeschlossen. Eine Gleichheit der Varianzen wurde für keinen der Werte angenommen (Levene-Test, $p < .05$). Eine einfaktorielle ANOVA zeigte signifikante Gruppenunterschiede im schnellen Benennen von Objekten, sowohl für SB 1, Welch-Test $F(2, 50.22) = 17.19$, $p = .002$, $\eta^2 = .24$, als auch für SB 2, Welch-Test $F(2, 46.57) = 47.36$, $p = .002$, $\eta^2 = .46$. Die Ergebnisse der Games-Howell post-hoc Tests sind in Tabelle 51 dargestellt.

Tabelle 51

Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle des Games-Howell post-hoc Tests für das schnelle Benennen von Objekten aus dem Zürcher Lesetest - II (ZLT-II), Untertests Schnelles Benennen 1 (SB 1) und Schnelles Benennen 2 (SB 2)

Aufgabe	M Diff. (SE)	p	95 % KI
ZLT-II, SB 1			
NL vs. SL	-3.57 (.88)	< .001	[-5.73, -1.41]
NL vs. SSL	-4.57 (.91)	< .001	[-6.75, -2.39]
SL vs. SSL	-1.00 (1.12)	.65	[-3.71, 1.709]
ZLT-II, SB 2			
NL vs. SL	-13.31 (2.09)	< .001	[-18.46, -8.15]
NL vs. SSL	-17.15 (2.05)	< .001	[-22.11, -12.20]
SL vs. SSL	-3.85 (2.36)	.24	[-9.45, 1.76]

Anmerkung. M Diff. = Mittelwertdifferenz; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Beim schnellen Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben in der RAN-Aufgabe erzielte Gruppe NL in allen Untertests die kürzesten Benennzeiten, gefolgt von den Gruppen SSL und SL (Tabelle 52).

Eine Überprüfung mit dem Shapiro-Wilk-Test ergab, dass die Werte nicht normalverteilt waren ($p < .05$). Ausreißer wurden aufgedeckt und nach Überprüfung in die Analyse eingeschlossen. Eine Gleichheit der Varianzen wurde für keinen der Werte angenommen (Levene-Test, $p < .05$). Eine einfaktorielle ANOVA zeigte signifikante Gruppenunterschiede im schnellen Benennen von Ziffern, Welch-Test $F(2, 32.22) = 31.88$, $p = .002$, $\eta^2 = .39$, Buchstaben, Welch-Test $F(2, 32.98) = 35.24$, $p = .002$, $\eta^2 = .42$, sowie Farben, Welch-Test $F(2, 34.05) = 31.15$, $p = .002$, $\eta^2 = .38$. Die Ergebnisse der Games-Howell post-hoc Tests zeigt Tabelle 53.

Tabelle 52

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Benennzeiten für das schnelle automatische Benennen (RAN)

Gruppe	Ziffern		Buchstaben		Farben	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 53)	18.81 (3.69)	[17.79, 19.83]	18.42 (3.89)	[17.35, 19.49]	30.28 (5.97)	[28.64, 31.93]
SL (<i>n</i> = 15)	29.13 (8.16)	[24.62, 33.65]	29.47 (7.67)	[25.22, 33.71]	41.87 (9.03)	[36.87, 46.87]
SSL (<i>n</i> = 39)	26.19 (5.77)	[24.32, 28.06]	25.92 (5.57)	[24.12, 27.73]	43.46 (10.47)	[40.07, 46.86]

Anmerkung. Benennzeiten in Sekunden. KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Tabelle 53

Mittelwertdifferenzen, Standardfehler und Konfidenzintervalle des Games-Howell post-hoc Tests für das schnelle automatische Benennen (RAN)

Aufgabe	<i>M Diff. (SE)</i>	<i>p</i>	95 % KI
Ziffern			
NL vs. SL	-10.32 (2.17)	< .001	[-15.92, -4.72]
NL vs. SSL	-7.38 (1.05)	< .001	[-9.91, -4.85]
SL vs. SSL	2.94 (2.30)	.42	[4.72, 15.92]
Buchstaben			
NL vs. SL	-11.05 (2.05)	< .001	[-16.34, -5.76]
NL vs. SSL	-7.50 (1.04)	< .001	[-10.00, -5.01]
SL vs. SSL	3.54 (2.17)	.26	[5.76, 16.34]
Farben			
NL vs. SL	-11.58 (2.47)	< .001	[-17.90, -5.26]
NL vs. SSL	-13.18 (1.87)	< .001	[-17.67, -8.68]
SL vs. SSL	-1.59 (2.87)	.84	[-8.68, 5.49]

Anmerkung. *M Diff.* = Mittelwertdifferenz; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser.

2.5.4 Diskussion

Mit dem Ziel, zwei Gruppen mit unterschiedlich stark ausgeprägten Lesedefiziten sowie einer KG ohne Lesedefizite hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten zu untersuchen wurden die Lesekenntnisse, die phonologische Verarbeitungsfähigkeit, Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen sowie die Geschwindigkeit des schnellen Benennens lexikalischer Repräsentationen erfasst. Die Teilnehmenden wurden anhand zuvor definierter Kriterien auf

Basis von Tests zu Lesegeschwindigkeit und -verständnis in folgende Gruppen unterteilt: 53 normgerechte (NL), 22 schlechte (SL) sowie 39 sehr schlechte Leserinnen und Leser.

Es zeigte sich, dass rund 91 % (31 von 34) der gering literalisierten Personen mit anderer Erstsprache als Deutsch (vormals EglF-Gruppe, vgl. Abschnitt 2.2.2), rund 52 % (13 von 25) der gering literalisierten Personen mit Deutsch als Erstsprache (vormals EglD-Gruppe) sowie rund 57 % (17 von 30) der Personen mit LRS-Diagnose in der Kindheit (vormals ELRS-Gruppe) als schlechte oder sehr schlechte Leserinnen und Leser, und damit als gering literalisiert, klassifiziert wurden. Im Gegenzug wurden zwei Personen der vorherigen EglF-, zehn Personen der EglD- sowie 13 Personen der ELRS-Gruppe auf Grundlage dieses Verfahrens als normgerecht lesend und somit nicht gering literalisiert klassifiziert. Dieses Ergebnis verdeutlicht die ausgeprägte Heterogenität der ursprünglichen Gruppen hinsichtlich ihrer Lesekompetenzen und steht im Einklang mit den Befunden der vorangegangenen Studien (vgl. Abschnitte 2.3 & 2.4) sowie mit früheren Berichten (Bar-Kochva et al., 2019; Grotluschen & Buddeberg, 2020).

In der phonologischen Bewusstheit wiesen die Gruppen SL und SSL sowohl in mehreren Bereichen sowie im Gesamtwert geringere Leistungen im Vergleich zur Gruppe NL auf. Dabei zeigten sich Unterschiede im spezifischen Defizitprofil der Gruppen SL und SSL: Gruppe SL hatte Auffälligkeiten in der Pseudowortsegmentierung, der Restwortbestimmung und der Wortumkehr. Gruppe SSL zeigte Defizite in der Pseudowortsegmentierung, der Vokalersetzung, der Restwortbestimmung und der Phonemvertauschung. Hinsichtlich der Arbeitsgedächtnisleistung ergibt sich ein heterogenes Befundmuster. Während die Aufgabe zum phonologischen Arbeitsgedächtnis keine Gruppenunterschiede erkennen ließ, zeigten sich Unterschiede in der phonologischen Schleife: Beim Zahlen nachsprechen erreichten die Gruppen SL und SSL geringere Zahlenspannen als Gruppe NL. Die Konzentrationsleistung war in den Gruppen SL und SSL geringer als in Gruppe NL. In der Aufmerksamkeitsleistung ergaben sich keine Gruppenunterschiede. Im lexikalischen Zugriff benannten die Gruppen SL und SSL sowohl Objekte als auch Ziffern, Buchstaben und Farben signifikant langsamer als Gruppe NL. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die Gruppen SL und SSL in der phonologischen Verarbeitung, der Konzentrationsfähigkeit sowie im lexikalischen Zugriff Defizite im Vergleich zu Gruppe NL aufwiesen. Zwischen den Gruppen SL und SSL bestanden hingegen keine signifikanten Leistungsunterschiede.

Die Ergebnisse in der phonologischen Bewusstheit unterschieden sich zwischen Studie 1 und der vorliegenden Studie in mehreren Aspekten. In Studie 1 zeigte die EgIF-Gruppe keine Defizite, während die ELRS-Gruppe moderate und die EgID-Gruppe ausgeprägte Defizite aufwiesen. In der vorliegenden Studie zeigten beide Gruppen mit Lesedefiziten (SL und SSL) moderate bis ausgeprägte Einschränkungen in der phonologischen Bewusstheit. Die Befunde zu Aufgaben der phonologischen Schleife sind in beiden Studien vergleichbar: Defizite traten bei gering Literalisierten im Zahlen nachsprechen auf. Gleiches gilt für den lexikalischen Zugriff, der in beiden Studien gruppenübergreifend defizitär ausfiel. In der Konzentrationsleistung zeigte sich in Studie 1 lediglich die EgID-Gruppe beeinträchtigt, während in der aktuellen Studie beide Gruppen (SL und SSL) Defizite aufwiesen. Die Ergebnisse zum phonologischen Arbeitsgedächtnis und zu Aufmerksamkeitsleistungen zeigte in beiden Studien für keine Gruppe Defizite.

Eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Studien liegt sowohl in den Stichprobengrößen als auch in den Gruppenzusammensetzungen. In Studie 1 wurden vier Gruppen gebildet, die bezüglich ihrer Größe zwar nicht optimal ausgeglichen, aber vergleichsweise gleichmäßiger verteilt waren als in der aktuellen Studie. Die Schriftsprachdefizite waren in Studie 1 sowohl gruppenübergreifend als auch innerhalb der Gruppen heterogen (vgl. Abschnitt 2.3). In der vorliegenden Studie umfasste die Stichprobe drei Gruppen, wobei einschränkend hinzukommt, dass die Gruppen SL und SSL deutlich kleiner waren als Gruppe NL. Da die Gruppenzuteilung in dieser Studie anhand der Leseleistung erfolgte, war die Zusammensetzung der Gruppen SL und SSL hinsichtlich der Lesedefizite jedoch homogener als in Studie 1.

Zusammenfassend zeigt sich, dass beide Gruppen mit unterschiedlich stark ausgeprägten Lesedefiziten Einschränkungen in Teilen der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, der Konzentrationsleistung sowie im lexikalischen Zugriff aufwiesen. In einzelnen Testverfahren erzielte die SL-Gruppe in den Rohwerten teilweise sogar niedrigere Ergebnisse als die SSL-Gruppe. Insgesamt ergaben sich jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

2.6 Studie 4: Prädiktoren der Lesefähigkeit

Empirische Befunde zeigen, dass die phonologische Bewusstheit als zentraler Prädiktor für die Entwicklung schriftsprachlicher Kompetenzen gilt (Grosche, 2012; Pfoth, 2015). Darüber hinaus verweisen Studien zur Geschwindigkeit des lexikalischen Zugriffs auf deren wesentliche Bedeutung als Determinante der Leseleistung (Kirby et al., 2010). Auch dem Arbeitsgedächtnis wird eine zentrale Rolle zugeschrieben, insbesondere in Bezug auf das Textverständnis (Vágvolgyi et al., 2024) sowie die Leseflüssigkeit (Rose & Rouhani, 2012). Vor diesem Hintergrund zielt die vorliegende Untersuchung darauf ab, die prädiktive Aussagekraft verschiedener kognitiver Variablen im Hinblick auf schriftsprachliche Leistungen systematisch zu analysieren.

2.6.1 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, zu untersuchen, welche kognitiven Fähigkeiten und selbstberichteten Lese- und Schreibkompetenzen zur Vorhersage geringer Lesefähigkeiten geeignet sind. Im Mittelpunkt steht die Frage, welche Variablen eine Zuordnung von Personen mit Lesebeeinträchtigungen gegenüber normgerecht lesenden Personen am zuverlässigsten ermöglichen. Dazu werden sowohl selbstberichtete Lese- und Schreibfähigkeiten als auch kognitive Funktionen – phonologische Bewusstheit, phonologisches Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit, Konzentration und lexikalischer Zugriff – systematisch auf ihre prädiktive Aussagekraft hin analysiert. Die Studie verfolgt einen explorativen Ansatz und formuliert daher keine Hypothesen. Sie dient primär dazu, potenzielle Prädiktorvariablen zu identifizieren und ein differenziertes Bild der Faktoren zu erhalten, die mit geringer Lesekompetenz zusammenhängen.

2.6.2 Methode

Stichprobe. Für die vorliegende Studie wurde die Stichprobe herangezogen, die im Zuge der Neugruppierung gebildet wurde ($n = 114$; siehe Abschnitt 2.5.2, Abbildung 7). Für die Auswertungen wurden zwei Gruppen berücksichtigt: 53 NL (30 weiblich, $M = 37.64$ Jahre, $SD = 16.31$, Spanne: 16-67) und 61 NNL (27 weiblich, $M = 40.44$ Jahre, $SD = 15.16$, Spanne: 16-69).

Versuchsmaterial und -ablauf. Zur Untersuchung potenzieller Prädiktorvariablen in den Gruppen NL und NNL wurden die in Tabelle 54 aufgeführten Variablen herangezogen. Für eine detaillierte Beschreibung der entsprechenden Testverfahren siehe Abschnitt 2.2.3. Der Versuchsablauf ist im Abschnitt 2.2.4 beschrieben.

Statistische Analyse. Die statistischen Analyseschritte dieser Studie orientierten sich an Abschnitt 2.2.5. Mit dem Ziel, aus einer Reihe von Prädiktorvariablen diejenigen zu identifizieren, die am besten zwischen NL und NNL unterscheiden, wurde eine schrittweise Diskriminanzanalyse oder alternativ eine schrittweise logistische binäre Regressionsanalyse (vorwärts) unter Verwendung von *IBM SPSS Statistics* (Version 30.0) durchgeführt. Die Untersuchung beschränkte sich auf zwei Gruppen, da das Verfahren der Diskriminanzanalyse mindestens 20 Fälle pro Gruppe erfordert und die Gruppengrößen ausgeglichen sein sollten (Backhaus et al., 2023). Es wurden alle Fälle einbezogen, die in Abschnitt 2.5.2 der Gruppe NL oder NNL zugeordnet wurden.

In einem ersten Schritt wurde für alle 24 Variablen eine schrittweise logistische binäre Regressionsanalyse durchgeführt. Anschließend wurden mehrere Analysen mit reduzierter Variablenanzahl für folgende Bereiche durchgeführt: 1) Lesen und Schreiben, 2) phonologische Verarbeitung, 3) Aufmerksamkeit und Konzentration sowie 4) Lexikalischer Zugriff (siehe Tabelle 54). Es wurden alle Personen in die Analyse eingeschlossen, die je Bereich sämtliche Tests absolviert hatten.

Für die Durchführung der schrittweisen Diskriminanzanalyse wurden zunächst die zentralen methodischen Voraussetzungen überprüft. Die multivariate Normalverteilung wurde mittels Shapiro-Wilk-Test geprüft. Bei festgestellten Abweichungen wurde die Diskriminanzanalyse trotzdem durchgeführt, da das Verfahren als weitestgehend robust gilt (Backhaus et al., 2023, S. 258). Die Varianz-Kovarianz-Homogenität wurde mit dem Box-M-Test geprüft. Der Varianzinflationsfaktor (VIF) und die Toleranzwerte wurden zur Überprüfung der Multikollinearität zwischen den Prädiktoren berechnet. Zur Identifikation multivariater Ausreißer wurde die Mahalanobis-Distanz berechnet. Werte mit signifikanter Überschreitung des kritischen χ^2 -Werts wurden als potenzielle Ausreißer betrachtet. Sofern es sich bei identifizierten Ausreißern allerdings um valide und relevante Beobachtungen handelte, wurden diese in die Analyse eingeschlossen.

Tabelle 54*Übersicht der untersuchten Prädiktorvariablen der Diskriminanz-/Regressionsanalyse*

Bereiche & Variablen	Variablenbeschreibung & Testverfahren
Lesen & Schreiben (Selbstauskunft)	
Umfang Lesen	Leseumfang Deutsch Selbsteinschätzung
Umfang Schreiben	Schreibumfang Deutsch Selbsteinschätzung
Schwierigkeit Lesen	Leseschwierigkeit Deutsch Selbsteinschätzung
Schwierigkeit Schreiben	Schreibschwierigkeit Deutsch Selbsteinschätzung
Phonologische Verarbeitung	
BAKO-Gesamtwert	Gesamtrohwert im BAKO 1-4
WAIS-Wertpunkte	Wertpunkte im WAIS-IV (Zahlen nachsprechen)
TAP-AG Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Arbeitsgedächtnis)
TAP-AG Fehler	Fehler in der TAP (Arbeitsgedächtnis)
Aufmerksamkeit & Konzentration	
d2-R-SW-KL	Standardwert der Konzentrationsleistung im d2-R
TAP AL oTon	Median der Reaktionszeit für Serien ohne Ton (TAP, Untertest Alertness)
TAP AL mTon	Median der Reaktionszeit für Serien mit Ton (TAP, Untertest Alertness)
TAP-GA visuell Fehler	Fehler in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, einzeln, visuell)
TAP-GA visuell Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, einzeln, visuell)
TAP-GA auditiv Fehler	Fehler in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, einzeln, auditiv)
TAP-GA auditiv Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, einzeln, auditiv)
TAP-GA doppel-visuell Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, doppel-visuell)
TAP-GA doppel-auditiv Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, doppel-auditiv)
TAP-GA doppel-gesamt Fehler	Fehler in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, doppel-gesamt)
TAP-GA doppel-gesamt Auslassungen	Auslassungen in der TAP (Geteilte Aufmerksamkeit, doppel-gesamt)
Lexikalischer Zugriff	
RAN-Ziffern	Zeit/Sek., Benennen von Ziffern
RAN-Buchstaben	Zeit/Sek., Benennen von Buchstaben
RAN-Farben	Zeit/Sek., Benennen von Farben
Objekte SB 1	Zeit/Sek., Benennen von Objekten, ZLT-II SB 1
Objekte SB 2	Zeit/Sek., Benennen von Objekten, ZLT-II SB 2

Anmerkung. BAKO 1-4 = Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen 1.-4. Klasse; WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition; TAP-AG = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Arbeitsgedächtnis; d2-R = d2-R Aufmerksamkeits- und Konzentrations-test; TAP-GA = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit; ZLT-II SB 1 & SB 2 = Zürcher Lesetest – II, Untertests Schnelles Benennen 1 & 2; RAN = Rapid Automated Naming, Test zum schnellen Benennen von Ziffern, Buchstaben und Farben.

Auf eine Ausgeglichenheit der Gruppengrößen mit einem Verhältnis von maximal 1:1.5 (vgl. Tabachnick & Fidell, 2013) wurde geachtet. Die schrittweise Diskriminanzanalyse wurde unter Verwendung von Wilks' Lambda als Kriterium sowie der zugehörigen F-Werte durchgeführt (Einschluss: $F \geq 3.84$; Ausschluss: $F \leq 2.71$). Für alle Gruppen wurden gleiche A-priori-Wahrscheinlichkeiten angenommen. Die Schätzung der Kovarianzstruktur erfolgte auf Basis der Innergruppen-Kovarianzmatrix. Fehlende Werte wurden mittels Mittelwertsubstitution ersetzt. Für jeden Anwendungsbereich erfolgte eine eigenständige schrittweise Variablenselektion. In jedem Schritt wurde jene Variable in das Modell aufgenommen, die zu der stärksten Reduktion des Gesamt-Wilks-Lambda führte.

In Fällen, in denen die Homogenitätsannahme oder mehrere Grundannahmen der Diskriminanzanalyse verletzt waren, wurde als alternatives Analyseverfahren eine binäre logistische Regressionsanalyse mit schrittweiser Variablenselektion durchgeführt. Die Parameterschätzungen wurden mithilfe des Wald-Tests auf Signifikanz überprüft. Die Gruppenzuordnung erfolgte anhand eines Schwellenwerts von 0.5. Ausreißer wurden identifiziert und inhaltlich überprüft. Fälle mit plausiblen und realistischen Werten wurden in die Analyse einbezogen, unplausible oder inkonsistente Angaben wurden ausgeschlossen. Zur Quantifizierung der erklärten Varianz wurde Nagelkerkes R^2 herangezogen. Die Modellgüte wurde mittels Hosmer-Lemeshow-Test überprüft. Zur Beurteilung der prädiktiven Leistungsfähigkeit des Modells wurde eine ROC-Analyse durchgeführt, wobei die Klassifikationsgüte anhand der *Area Under the Curve* (AUC) bewertet wurde. Die diagnostische Genauigkeit wurde zusätzlich mithilfe des Youden-Index bestimmt.

2.6.3 Ergebnisse

Gesamtanalyse. Die Diskriminanzanalyse wurde zunächst mit 24 Variablen (vgl. Tabelle 54) durchgeführt. Die Überprüfung der Voraussetzungen offenbarte mehrere problematische Kriterien. Die Toleranz- (.13-.68) und VIF-Werte (1.32-7.97) zeigten für fünf Variablen Hinweise auf Multikollinearität. Die multivariate Normalverteilung galt als verletzt (Shapiro-Wilk $p < .05$) und der Box-M-Test zeigte eine signifikante Verletzung der Homogenitätsannahme (Box-M = 75.82; $F[10, 43104.22] = 7.24$; $p < .001$). Die Analyse der Mahalanobis-Distanzen ($\chi^2[24] = 51.18$, $p < .001$) wies auf drei potenzielle multivariate Ausreißer hin. Die Gruppengrößen waren mit $n = 53$ (NL) und $n = 61$ (NNL) ausreichend ausgeglichen.

Da mehrere Annahmen der Diskriminanzanalyse verletzt waren, wurde eine schrittweise binäre logistische Regressionsanalyse als alternative Methode durchgeführt, um die Gruppenzugehörigkeit vorherzusagen. Für die Analyse wurden 24 Variablen (vgl. Tabelle 54) sowie insgesamt $n = 114$ Fälle (52 NL, 50 NNL) berücksichtigt. Die Prädiktoren wurden schrittweise vorwärts in sechs Schritten aufgenommen: 1) „RAN-Buchstaben“, 2) „Objekte SB 2“, 3) „d2-R-SW-KL“, 4) „Schwierigkeit Lesen“, 5) „TAP-GA doppel-auditiv Auslassungen“, 6) „TAP-GA doppel-gesamt Fehler“. Das finale Modell (Schritt 6) zeigte eine signifikante Vorhersagekraft (Omnibus-Test: $\chi^2[6] = 134.46$, $p < .001$) und erklärte 100 % der Varianz in der Gruppenzugehörigkeit (Nagelkerke $R^2 = 1.00$). Der Hosmer-Lemeshow-Test zeigte keine Abweichung zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten ($\chi^2[3] = .00$, $p = 1.00$). Zwei Ausreißer wurden aufgedeckt und nach inhaltlicher Prüfung beibehalten. Die Klassifikationstabelle für das finale Modell ergab, dass insgesamt 100 % der Fälle korrekt klassifiziert wurden.

Die Ergebnisse der logistischen Regression unter Einbezug aller Prädiktoren zeigte eine perfekte Anpassung an die Stichprobe, ersichtlich an Nagelkerke R^2 , Hosmer-Lemeshow-Test und der Klassifikationsgenauigkeit. Aufgrund der hohen Anzahl an Variablen im Verhältnis zur Stichprobengröße deutet dies auf eine Überanpassung (Overfitting) hin (Hosmer et al., 2013). Um die Stabilität und Interpretierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die Variablen anschließend in reduzierten Modellen nach theoretisch sinnvollen Bereichen analysiert.

Lesen und Schreiben. Tabelle 55 zeigt die deskriptive Statistik. Die Voraussetzungen der Diskriminanzanalyse wurden überprüft: Die Toleranz- (.54-.89) und VIF-Werte (1.12-1.85) zeigten keine problematische Multikollinearität. Die multivariate Normalverteilung galt als verletzt (Shapiro-Wilk $p < .05$), der Box-M-Test zeigte dagegen keine signifikante Verletzung der Homogenitätsannahme (Box-M = 5.66; $F[3, 4451288.12] = 1.85$; $p = .14$). Es wurden keine multivariaten Ausreißer anhand der Mahalanobis-Distanz ($\chi^2[4] = 18.47$, $p < .001$) identifiziert. Die Gruppengrößen waren mit $n = 53$ (NL) und $n = 60$ (NNL) ausreichend ausgeglichen.

Die schrittweise Analyse identifizierte zwei signifikante Prädiktorvariablen: In Schritt 1 wurde die „Schwierigkeit Schreiben“ in das Modell aufgenommen (Wilks' $\lambda = .66$, $F[1, 111] = 57.56$, $p < .001$). In Schritt 2 folgte die „Schwierigkeit Lesen“ (Wilks' $\lambda = .68$, $F[2, 110] = 37.93$, $p < .001$). Die resultierende Diskriminanzfunktion wies eine kanonische Korrelation von $r = .64$ und einen Eigenwert von 0.69 auf und erklärte damit rund 41 % der Varianz. Das finale Modell

erreichte ein Wilks' Lambda von 0.59 ($\chi^2[2] = 57.50, p < .001$). Die Klassifikationsmatrix ergab eine korrekte Zuordnung von insgesamt 79.8 % (zufallskorrigiert: 50 %). Gruppe NL wurde zu 73.6 %, Gruppe NNL zu 85.2 % korrekt klassifiziert. Die Strukturmatrix zeigte die stärksten Korrelationen für die „Schwierigkeit des Schreibens auf Deutsch“ ($r = .87$) und die „Schwierigkeit des Lesens auf Deutsch“ ($r = .84$). Der „Umfang des Lesens auf Deutsch“ und der „Umfang des Schreibens auf Deutsch“ wurden nicht in das Modell aufgenommen.

Tabelle 55

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für den Umfang und die Schwierigkeit des Lesens und Schreibens

Gruppe	Umfang				Schwierigkeit			
	Lesen		Schreiben		Lesen		Schreiben	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL ($n = 53$)	6.17 (2.44)	[5.50, 6.84]	5.51 (2.38)	[4.85, 6.16]	7.89 (2.26)	[7.26, 8.51]	7.40 (2.01)	[6.84, 7.95]
NNL ($n = 60$)	4.69 ^a (1.83)	[4.22, 5.16]	4.90 ^a (2.63)	[4.23, 5.58]	4.84 ^a (2.12)	[4.29, 5.38]	4.43 (2.13)	[3.87, 4.98]

Anmerkung. Selbsteinschätzung auf einer Skala von 0-10 (Umfang: 0 = gar nicht, 10 = sehr viel; Schwierigkeit: 0 = nicht möglich, 10 = sehr leicht). KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; NNL = nicht normgerechte Leserinnen und Leser.

^a $n = 61$

Phonologische Verarbeitung. In Tabelle 56 ist die deskriptive Statistik dargestellt. Die Voraussetzungen der Diskriminanzanalyse wurden überprüft: Die Toleranz- (.76-.88) und VIF-Werte (1.13-1.31) zeigten keine problematische Multikollinearität. Die multivariate Normalverteilung galt als verletzt (Shapiro-Wilk $p < .05$), der Box-M-Test zeigte keine signifikante Verletzung der Homogenitätsannahme (Box-M = 2.59; $F[1, 20881.47] = 2.56; p = .11$). Zwei Ausreißer wurden anhand der Mahalanobis-Distanz ($\chi^2[4] = 18.47, p < .001$) identifiziert und nach Überprüfung beibehalten. Die Gruppengrößen waren mit $n = 46$ (NL) und $n = 40$ (NNL) ausreichend ausgeglichen.

Die schrittweise Analyse identifizierte eine signifikante Prädiktorvariable: Im ersten und finalen Schritt wurde die Variable „WAIS-Wertpunkte“ in das Modell aufgenommen (Wilks' $\lambda = .77, F[1, 84] = 25.34, p < .001$). Die Diskriminanzfunktion wies eine kanonische Korrelation von $r = .48$ und einen Eigenwert von 0.30 auf und erklärte rund 23 % der Varianz. Das

finale Modell erreichte ein Wilks' Lambda von 0.77 ($\chi^2[1] = 22.02, p < .001$). Die Klassifikationsmatrix ergab eine korrekte Zuordnung von insgesamt 69.8 % (zufallskorrigiert: 50 %). Gruppe NL wurde zu 65.2 %, Gruppe NNL zu 75 % korrekt zugeordnet. Die Strukturmatrix zeigte für die eingeschlossene Variable „WAIS-Wertpunkte“ eine Korrelation von 1.00. Die Variablen „BAKO-Gesamtwert“, „TAP-AG Auslassungen“ und „TAP-AG Fehler“ wurden nicht in das Modell aufgenommen.

Tabelle 56

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für die Variablen der phonologischen Verarbeitung

Gruppe	BAKO-GW		WAIS-WP		TAP AG Auslassungen		TAP AG Fehler	
	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI	<i>M (SD)</i>	95 % KI
NL (<i>n</i> = 46)	48.85 (14.41)	[44.57, 53.13]	8.65 (3.08)	[7.74, 9.57]	2.67 (2.57)	[1.91, 3.44]	3.98 (5.77)	[2.27, 5.69]
NNL (<i>n</i> = 40)	38.30 (18.94)	[32.24, 44.36]	5.63 (2.39)	[4.86, 6.39]	3.20 (2.53)	[2.39, 4.01]	5.00 (9.44)	[1.98, 8.02]

Anmerkung. BAKO-GW = Gesamtwert im Test Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen; WAIS-WP = Wertpunkte in der Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition; TAP AG = Testbatterie für Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Arbeitsgedächtnis; KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; NNL = nicht normgerechte Leserinnen und Leser.

Aufmerksamkeit und Konzentration. Die Voraussetzungen der Diskriminanzanalyse wurden überprüft: Die Toleranz- (.18-.73) und VIF-Werte (1.37-5.43) wiesen auf eine problematische Multikollinearität hin. Die Variablen „TAP-AL oTon“ und „TAP-AL mTon“ erreichten die kritischen Schwellenwerte (jeweils Toleranz = .18, VIF = 5.43) und wurden entfernt. Anschließend wurde die Prüfung auf Multikollinearität wiederholt. Nach Entfernung der kritischen Variablen wiesen die Toleranz- (.28-.75) und VIF-Werte (1.33-3.63) auf das Ausbleiben von Multikollinearität hin. Die multivariate Normalverteilung wurde geprüft und galt als verletzt (Shapiro-Wilk $p < .05$). Der Box-M-Test wies auf eine signifikante Verletzung der Homogenitätsannahme hin (Box-M = 4.61; $F[1, 29968.01] = 4.56; p = .03$). Fünf Fälle wurden anhand Mahalanobis-Distanz ($\chi^2[11] = 31.26, p < .001$) als Ausreißer klassifiziert. Die Gruppengrößen waren mit $n = 52$ (NL) und $n = 50$ (NNL) ausreichend ausgeglichen. Tabelle 57 präsentiert die deskriptive Statistik der in die Analyse eingeschlossenen Variablen.

Da mehrere Annahmen der Diskriminanzanalyse verletzt waren, wurde eine binäre logistische Regressionsanalyse als alternative Methode durchgeführt (exkl. „TAP-AL oTon“ & „TAP-AL mTon“). Insgesamt wurden $n = 102$ Fälle berücksichtigt (52 NL, 50 NNL). Im ersten und gleichzeitig finalen Schritt wurde dem Modell die Variable „d2-R-SW-KL“ hinzugefügt. Das finale Gesamtmodell war gemäß Omnibus-Test signifikant ($\chi^2[8] = 21.19, p < .001$) und erklärte 25 % der Varianz in der Gruppenzugehörigkeit (Nagelkerke $R^2 = .25$). Die Modellgüte wurde mit dem Hosmer-Lemeshow-Test überprüft ($\chi^2[8] = 2.37, p = .97$). Ein Ausreißer wurde aufgedeckt und nach Prüfung beibehalten, da es sich um einen validen Testwert handelte. Die Klassifikationstabelle ergab eine Klassifikationsgenauigkeit von insgesamt 66.7 %. Gruppe NL wurde zu 73.1 %, Gruppe NNL zu 60 % korrekt klassifiziert. Lediglich die Prädiktorvariable „d2-R-SW-KL“ beeinflusste die Wahrscheinlichkeit der Gruppenzugehörigkeit zu NNL ($B = -0.10, SE = 0.03, Wald[1] = 15.98, p < .001, OR = 0.90, 95\% \text{-KI} [.86, .95]$). Alle weiteren untersuchten Variablen der Bereiche Aufmerksamkeit und Konzentration zeigten keine signifikanten Effekte. Die Konstante des Modells war signifikant ($B = 9.53, SE = 2.42, Wald[1] = 15.52, p < .001$).

Die Klassifikationsgüte des logistischen binären Regressionsmodells wurde mittels ROC-Analyse bewertet. Die Fläche unter der Kurve (*area under the curve*, AUC) betrug 75 % ($AUC = .75, SE = .05, p < .01, 95\% \text{-KI} [.65, .84]$). Der maximale Youden-Index von 0.41 wurde bei einem Cut-off-Wert von .55 erreicht. Bei diesem Cut-off-Wert betrug die Sensitivität 56 % und die Spezifität 84.6 %.

Tabelle 57

Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für die Aufmerksamkeit & Konzentration

Gruppe	SW KL	TAP GA visuell Fehler	TAP GA visuell Ausl.	TAP GA auditiv Fehler	TAP GA auditiv Ausl.	TAP GA d-v Ausl.	TAP GA d-a Ausl.	TAP GA d-g Fehler	TAP GA d-g Ausl.
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI
NL (<i>n</i> = 52)	96.65 (7.80) [94.48, 98,82]	.52 (1.74) [.03, 1.00]	1.12 (1.15) [.80, 1.44]	.71 (2.14) [.12, 1.31]	.21 (.61) [.04, .38]	.98 (1.42) [.59, 1.38]	.52 (1.11) [.21, .83]	.52 (.87) [.28, .76]	1.50 (2.10) [.92, 2.08]
NNL (<i>n</i> = 50)	87,76 (10.58) [84.75, 90.77]	1.16 (2.58) [.43, 1.89]	1.84 (2.03) [1.26, 2.42]	1.16 (1.91) [.62, 1.17]	.36 (.78) [.14, .58]	1.41 (1.95) [.87, 1.97]	.92 (1.56) [.48, 1.36]	1.22 (2.00) [.65, 1.79]	2.34 (2.61) [1.60, 3.08]

Anmerkung. SW KL = Standardwert der Konzentrationsleistung; TAP GA = Testbatterie für Aufmerksamkeitsprüfung, Untertest Geteilte Aufmerksamkeit; Ausl. = Auslassungen; d-v = doppel-visuell; d-a = doppel-auditiv; d-g = doppel-gesamt; KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; NNL = nicht normgerechte Leserinnen und Leser.

Lexikalischer Zugriff. Tabelle 58 zeigt die deskriptiven Ergebnisse. Die Voraussetzungen für die Durchführung der Diskriminanzanalyse waren nur teilweise erfüllt. Die Toleranzwerte (.23-.71) und VIF-Werte (1.41-4.39) deuteten auf das Ausbleiben problematischer Multikollinearität hin. Die multivariate Normalverteilung wurde geprüft und galt als verletzt (Shapiro-Wilk $p < .05$). Der Box-M-Test wies auf eine signifikante Verletzung der Homogenitätsannahme hin (Box-M = 46.21; $F[3, 1946880.00] = 15.08$; $p < .001$). Ein Fall wies eine Mahalanobis-Distanz über dem kritischen χ^2 -Wert ($\chi^2(5) = 20.52$, $p < .001$) auf. Die Gruppengrößen waren mit $n = 53$ (NL) und $n = 53$ (NNL) ausreichend ausgeglichen.

Da mehrere Annahmen – insbesondere die Homogenitätsannahme – der Diskriminanzanalyse verletzt waren, wurde eine schrittweise logistische binäre Regressionsanalyse als alternative Methode durchgeführt. Hierdurch wurde der Einfluss der einzelnen Prädiktorvariablen auf die Zugehörigkeitswahrscheinlichkeit zur Gruppe NNL untersucht. Für die Regressionsanalyse wurden dieselben Variablen berücksichtigt wie zuvor in der Diskriminanzanalyse. Insgesamt wurden $n = 106$ Fälle berücksichtigt (53 NL, 53 NNL). Im ersten Schritt wurde die Variable „Objekte SB 2“ hinzugefügt. Im zweiten und finalen Schritt kam die Variable „RAN-Buchstaben“ hinzu. Das finale Gesamtmodell war signifikant ($\chi^2[2] = 88.30$, $p < .001$) und erklärte 75 % der Varianz in der Gruppenzugehörigkeit (Nagelkerke $R^2 = .75$). Die Überprüfung der Modellgüte mit dem Hosmer-Lemeshow-Test wies auf eine schlechte Anpassung des finalen Modells hin ($\chi^2[8] = 19.29$, $p = .01$). Drei Ausreißer wurden aufgedeckt und nach Prüfung beibehalten. Die Klassifikationstabelle für das finale Modell ergab, dass insgesamt 90.6 % der Fälle korrekt klassifiziert wurden. Gruppe NL wurde zu 90.6 %, Gruppe NNL ebenfalls zu 90.6 % korrekt klassifiziert.

Die zwei Prädiktorvariablen „Objekte SB 2“ und „RAN-Buchstaben“ hatten einen wesentlichen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit für eine Zuordnung zur Gruppe NNL. Für die Variable „Objekte SB 2“ ($B = .18$, $SE = .05$, Wald[1] = 16.08, $p < .001$, $OR = 1.20$, 95 %-KI [1.10, 1.32]) ergab sich ein positiver Zusammenhang. Personen, die im schnellen Benennen von unbekannten Objekten (ZLT-II, SB 2) eine Sekunde länger zur Benennung der Objekte benötigten, hatten eine um 1.20 höhere Wahrscheinlichkeit der Gruppe NNL zugeordnet zu werden. Für die Variable „RAN-Buchstaben“ ($B = .29$, $SE = .08$, Wald[1] = 12.03, $p < .001$, $OR = 1.33$, 95 %-KI [1.13, 1.57]) ergab sich ebenfalls ein positiver Zusammenhang.

Tabelle 58

Mittelwerte und Standardabweichungen und Konfidenzintervalle für den lexikalischen Zugriff

Gruppe	RAN Ziffern	RAN Buchstaben	RAN Farben	Objekte SB 1	Objekte SB 2
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI	95 % KI
NL (<i>n</i> = 53)	18.81 (3.69)	18.42 (3.89)	30.28 (5.97)	16.61 (2.98)	22.06 (5.98)
	[17.79, 19.83]	[17.35, 19.49]	[28.64, 31.93]	[15.79, 17.43]	[20.41, 23.70]
NNL (<i>n</i> = 53)	27.03 (6.63)	26.89 (6.41)	42.57 (9.56)	21.04 (4.69)	37.66 (10.82)
	[25.20, 28.86]	[25.12, 28.65]	[39.93, 45.20]	[19.74, 22.33]	[34.68, 40.64]

Anmerkung. Benennzeiten in Sekunden. RAN = Rapid Automatized Naming; SB 1 = Schnelles Benennen 1; SB 2 = Schnelles Benennen 2; KI = Konfidenzintervall; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; NNL = nicht normgerechte Leserinnen und Leser.

Personen, die im schnellen Benennen von Buchstaben eine Sekunde länger benötigten, hatten eine um 1.33 höhere Wahrscheinlichkeit der Gruppe NNL zugeordnet zu werden. Die weiteren Variablen für das schnelle Benennen von bekannten Objekten („Objekte SB 1“) sowie Ziffern und Farben („RAN-Ziffern“ & „RAN-Farben“) zeigten keine signifikanten Effekte. Die Konstante des Modells war signifikant ($B = -11.68$, $SE = 2.20$, $Wald[1] = 28.22$, $p < .001$).

Die Klassifikationsgüte des logistischen binären Regressionsmodells wurde mittels ROC-Analyse bewertet. Die Fläche unter der Kurve (*area under the curve*, AUC) betrug 95 % ($AUC = .95$, $SE = .02$, 95 %-KI [0.91, .99], $p < .01$). Der maximale Youden-Index von 0.85 wurde bei einem Cut-off-Wert von 0.40 erreicht. Bei diesem Cut-off-Wert betrug die Sensitivität 94.3 % und die Spezifität 90,6 %.

2.6.4 Diskussion

Gegenstand der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Vorhersagekraft verschiedener Prädiktorvariablen im Hinblick auf geringe Literalität. Es wurde überprüft, inwieweit unterschiedliche schriftsprachbezogene und kognitive Fähigkeiten zwischen Personen mit normgerechten und nicht normgerechten Lesefähigkeiten differenzieren können. Im Rahmen eines explorativen Forschungsansatzes wurden die selbstberichteten Lese- und Schreibfähigkeiten, die phonologische Bewusstheit, das phonologische Arbeitsgedächtnis, die Aufmerksamkeit und Konzentration sowie der lexikalische Zugriff systematisch hinsichtlich ihrer prädiktiven Relevanz analysiert. Die Einteilung der Teilnehmenden erfolgte anhand zuvor definierter Kriterien auf Basis von Tests zur Lesegeschwindigkeit und zum Leseverständnis und ergab zwei Gruppen: 53 normgerechte (NL) sowie 61 nicht normgerechte (NNL) Leserinnen und Leser.

Die Ergebnisse der binären logistischen Regressionsanalyse unter Einbezug aller 24 Prädiktoren zeigte, dass sechs Variablen einen signifikanten Beitrag zur Unterscheidung zwischen Gruppe NL oder NNL leisteten: die Benennzeiten für Buchstaben und unbekannte Objekte, die Konzentrationsleistung, die selbsteingeschätzte Schwierigkeit des Lesens auf Deutsch, die Anzahl Auslassungen in der geteilten Aufmerksamkeit (Bedingung doppel-auditiv) sowie die Anzahl der Fehler in der geteilten Aufmerksamkeit (Bedingung doppel-gesamt).

Obwohl das Gesamtmodell die Stichprobe exakt abbildete, deutet dies auf eine Überanpassung (Overfitting) hin (vgl. Hosmer et al., 2013). Die Ergebnisse spiegeln daher primär die Besonderheiten dieser Stichprobe wider und lassen sich nicht uneingeschränkt auf die Population übertragen. Aus diesem Grund wurden reduzierte Modelle nach theoretisch sinnvollen Bereichen analysiert.

Für den Bereich „Lesen und Schreiben“ zeigten die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, die mit einer Klassifikationsgenauigkeit von rund 80 % korrekt zugeordnet werden konnten. Die vergleichsweise hohe Trefferquote deutet darauf hin, dass die einbezogenen Variablen relevante gruppenspezifische Merkmale abbilden. Gleichzeitig war nur eine moderate Trennschärfe gegeben. Mit einem Anteil von 41 % erklärter Varianz wird zudem zwar eine substantielle, jedoch keine vollständige Abgrenzung der Gruppen erreicht. Ein erheblicher Varianzanteil verbleibt innerhalb der Gruppen, was auf Überschneidungen zwischen den Gruppen sowie eine begrenzte Homogenität hindeutet. Insbesondere die Schwierigkeit sowohl des Lesens als auch des Schreibens erwiesen sich als zentrale Prädiktoren der Diskriminanzfunktion. Dies deutet darauf hin, dass vor allem das subjektive Anspruchsniveau wesentlich zur Differenzierung der Gruppen beiträgt. Dennoch sind die Befunde vor dem Hintergrund methodischer Einschränkungen zu interpretieren. Die Verletzung der Annahme multivariater Normalverteilung kann potenziell zu verzerrten Parameterschätzungen und einer eingeschränkten Stabilität der Diskriminanzfunktion führen. Entsprechend ist die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt.

Im Bereich der phonologischen Verarbeitung erwies sich die Zahlenspanne als zentraler Prädiktor der Diskriminanzfunktion. Die Gruppen unterschieden sich signifikant voneinander und konnten mit einer Klassifikationsgenauigkeit von rund 70 % korrekt zugeordnet werden. Gleichwohl weist das Modell deutliche Einschränkungen auf. Die Trennschärfe der Diskriminanzfunktion war insgesamt gering. Das hohe Wilks' Lambda von 0.77 spricht für eine schwache Separation der Gruppen, was sich auch in der vergleichsweise niedrigen erklärten Varianz von lediglich 23 % widerspiegelt. Dies deutet auf eine begrenzte Differenzierungsleistung sowie eine erhebliche Überlappung zwischen den Gruppen hin. Darüber hinaus war die Annahme der multivariaten Normalverteilung verletzt. Zusätzlich wurden zwei Ausreißer in

die Analyse einbezogen, die die Parameterschätzungen und die Stabilität der Klassifikationsfunktion potenziell beeinflusst haben könnten. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren.

Die Ergebnisse der binären logistischen Regressionsanalyse zeigten für den Bereich Aufmerksamkeit und Konzentration, dass ausschließlich die Konzentrationsleistung einen signifikanten Beitrag zur Unterscheidung zwischen Gruppe NL und NNL leistete. Der negative Zusammenhang deutet darauf hin, dass niedrigere Werte in der Konzentrationsleistung mit einer höheren Wahrscheinlichkeit einhergehen, Gruppe NNL zugeordnet zu werden. Die Modellgüte ist insgesamt als moderat zu bewerten. Sowohl die Klassifikationsgenauigkeit von etwa 67 % als auch die AUC von 0.75 sprechen für eine akzeptable, jedoch moderate Diskriminationsfähigkeit. Der maximale Youden-Index von 0.41 spricht für eine moderate Trennschärfe. Insgesamt deutet das Modell auf einen bedeutsamen, jedoch nicht hinreichenden Erklärungsbeitrag der Konzentrationsleistung hin.

Beim lexikalischen Zugriff erwiesen sich die Benennzeiten unbekannter Objekte sowie von Buchstaben als signifikante Prädiktoren der Gruppenzugehörigkeit. Die jeweils positiven Zusammenhänge zeigten, dass eine langsamere Benennzeit mit einer höheren Wahrscheinlichkeit einhergeht, Gruppe NNL zugeordnet zu werden. Damit leisteten beide Prädiktoren einen substantiellen Beitrag zur Differenzierung zwischen den Gruppen. Mit einer Klassifikationsgenauigkeit von rund 91 % sowie einer AUC von .95 erreichte das Modell eine hohe bis exzellente Diskriminationsfähigkeit. Diese Kennwerte sprechen für eine ausgeprägte Trennschärfe und eine insgesamt starke prädiktive Leistung. Gleichzeitig weist der signifikante Hosmer-Lemeshow-Test auf Einschränkungen der Modellkalibrierung hin. Die vorhergesagten Wahrscheinlichkeiten stimmen somit nicht in allen Bereichen hinreichend mit den beobachteten Gruppenzugehörigkeiten überein. Trotz der hohen Diskriminationsleistung ist daher eine vorsichtige Interpretation angezeigt, insbesondere im Hinblick auf die Genauigkeit individueller Wahrscheinlichkeitsprognosen.

Die Befunde der vorliegenden Studie fügen sich zumindest teilweise in die bestehende Forschungslage ein. So heben frühere Untersuchungen die Geschwindigkeit des lexikalischen Zugriffs hervor, der eine zentrale Bedeutung für die Leseleistung zukommt (Kirby et al., 2010). Dieser Befund wird durch die vorliegenden Ergebnisse grundsätzlich gestützt. Gleichwohl ist

die Interpretation mit Zurückhaltung vorzunehmen, da der signifikante Hosmer-Lemeshow-Test auf Einschränkungen der Modellkalibrierung hinweist und damit eine nicht durchgängig optimale Übereinstimmung zwischen vorhergesagten und beobachteten Werten nahelegt. Darüber hinaus weisen Forschungsarbeiten die phonologische Bewusstheit als einen zentralen Prädiktor der Lese- und Rechtschreibfähigkeiten aus (Grosche, 2012; Pfof, 2015). In der vorliegenden Untersuchung konnte dieser Zusammenhang jedoch nicht bestätigt werden. Die Verletzung der multivariaten Normalverteilungsannahme dürfte die fehlende Signifikanz kaum erklären, da die Diskriminanzanalyse gegenüber moderaten Abweichungen weitgehend robust ist (Backhaus et al., 2023, S. 258). Somit sind alternative Erklärungen, wie beispielsweise stichprobenspezifische Besonderheiten, Varianzüberlappungen mit anderen Prädiktoren oder eine geringere Effektstärke in Betracht zu ziehen. Darüber hinaus untermauern die aktuellen Befunde das Gesamtbild, das sich bereits aus den vorangegangenen Studien dieser Arbeit gezeigt hat (vgl. Abschnitte 2.3-2.5). Diese zeigten konsistent, dass bei gering Literalisierten spezifische Defizite in der phonologischen Verarbeitung und in der Geschwindigkeit des lexikalischen Zugriffs, sowie teilweise in der Konzentrationsfähigkeit auftraten. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie fügen sich in die bisherige Befundlage kohärent ein.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mehrere Variablen als potenzielle Prädiktoren zur Vorhersage normgerechter oder nicht normgerechter Lesefähigkeiten in Betracht kommen: die selbsteingeschätzte Schwierigkeit des Lesens und des Schreibens auf Deutsch (Selbsteinschätzungsskala), die erzielten Wertpunkte im Reproduzieren von Zahlenspannen (WAIS-IV), die Konzentrationsleistung (d2-R), die Benennzeiten des schnellen Benennens von Buchstaben (RAN-Aufgabe) und von unbekannten Objekten (ZLT-II, Untertest SB 2). Die Befunde sind aufgrund teilweise eingeschränkter Validitätskriterien mit Vorsicht zu interpretieren. Ihre Generalisierbarkeit ist begrenzt und das gewählte Design erlaubt keine kausalen Schlussfolgerungen. Trotz signifikanter Zusammenhänge bleibt offen, ob die Prädiktoren ursächlich für die Gruppenzugehörigkeit sind oder ob Drittvariablen den Zusammenhang erklären.

2.7 Studie 5: Clusteranalyse zur Gruppenidentifikation

In der vorangegangenen Studie dieser Arbeit (Abschnitt 2.6) konnten Prädiktorvariablen identifiziert werden, die sich zur Vorhersage der Lesefähigkeiten eignen. Aufbauend auf

diesen Ergebnissen soll im nächsten Schritt untersucht werden, inwiefern diese Variablen dazu geeignet sind, Personen hinsichtlich ihrer Schriftsprachkompetenzen zu gruppieren. Hierzu wird eine hierarchische Clusteranalyse eingesetzt, die einen alternativen Ansatz zur Klassifikation von Personen mit unterschiedlichen Lesekompetenzen darstellt. Ergänzend zur vorangegangenen Studie können die Ergebnisse der aktuellen Studie dazu beitragen, geeignete Prädiktoren zur Identifizierung von normgerechten und nicht normgerechten Leserinnen und Lesern zu bestimmen.

2.7.1 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, sowohl die in der vorangegangenen Studie (Abschnitt 2.6) identifizierten Prädiktorvariablen als auch die Gruppenzuordnung von normgerecht und nicht normgerecht lesenden Personen zu validieren. Hierzu werden die Daten mittels hierarchischer Clusteranalyse in zwei Gruppen eingeteilt, um zu prüfen, inwieweit die resultierenden Cluster mit den Gruppenzuordnungen aus Studie 4 übereinstimmen. Darüber hinaus wird die Genauigkeit der Zuteilung bewertet, um die Validität der ursprünglichen Klassifizierung zu überprüfen. Die Studie verfolgt einen explorativen Ansatz ohne Hypothesen und baut auf Studie 4 auf, indem sie eine alternative Methode zur Einordnung von Personen mit unterschiedlichen Leselevels darstellt und die Befunde der vorherigen Untersuchung weiter untermauert.

2.7.2 Methode

Stichprobe. Für diese Analyse wurde die KogLit-Gesamtstichprobe ($n = 117$; vgl. Abschnitt 2.2.2) herangezogen (58 weiblich, 1 divers, $M = 39.62$ Jahre, $SD = 15.80$, Spanne: 16-69). Eine a priori Zuordnung der Fälle zu bestimmten Gruppen erfolgte nicht, da die Gruppierung der Fälle erst im Rahmen der hierarchischen Clusteranalyse auf Individualebene vorgenommen wurde.

Versuchsmaterial und -ablauf. In die Clusteranalyse wurden folgende Variablen eingeschlossen (Messinstrument in Klammern): Schwierigkeit des Lesens auf Deutsch (Skala Selbsteinschätzung), Schwierigkeit des Schreibens auf Deutsch (Skala Selbsteinschätzung), Zahlen nachsprechen Wertpunkte (WAIS-IV, Untertest Zahlen nachsprechen), Standardwert der Konzentrationsleistung (d2-R), Benennzeit in Sekunden für Buchstaben (RAN) und unbekannte

Objekte (ZLT-II, Untertest SB 2). Eine detaillierte Beschreibung der Testverfahren sowie der Versuchsdurchführung findet sich in den Abschnitten 2.2.3 und 2.2.4.

Datenanalyse. Zur Gruppierung der Personen hinsichtlich der zuvor benannten Variablen wurde eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Diese Methode wurde gewählt, da sie eine explorative Untersuchung der Datenstruktur ermöglicht, insbesondere für kleine bis mittlere Stichproben geeignet ist und die Clusterstruktur anschaulich mittels Dendrogrammen dargestellt werden kann (Kaufman & Rousseeuw, 2005). Die Clusteranzahl wurde a priori auf $k = 2$ Cluster festgelegt, da eine Überprüfung der Daten in die Gruppen normgerechter und nicht normgerechter Leserinnen und Leser erfolgen sollte. Um einen Datenverlust zu vermeiden, wurden fehlende Werte in jedem Test durch den Mittelwert der jeweiligen Ursprungsgruppe ersetzt (vgl. Abschnitt 2.2.2). Anschließend wurden die Variablen z-standardisiert. Als Distanzmaß wurde die euklidische Distanz, als Linkage-Methode das Verfahren der entferntesten Nachbarn (*complete linkage*) verwendet. Die Validierung der Clusterlösung wurde unter Verwendung folgender Gütemaße vorgenommen: Die Deutlichkeit der Clusterbildung wurde mit der Hopkins-Statistik (Hopkins & Skellam, 1954) überprüft, wobei ein Wert nahe 1.0 für eine sehr gute Clusterbildung steht (Banerjee & Dave, 2004). Der Konkordanz-Korrelationskoeffizient (Sokal & Rohlf, 1962) wurde berechnet, um die Ähnlichkeit des Dendrogramms mit den Daten abzugleichen. Ein Wert nahe 1 spiegelt eine sehr gute, ein Wert kleiner 0.75 eine eher kritische Dendrogrammstruktur wider. Der Silhouettenkoeffizient (Rousseeuw, 1987) gibt Auskunft über die Qualität der Clusterzuordnung. Ein Wert nahe 1 weist auf eine sehr gute Clusterzuordnung hin, während ein Wert < 0.25 keine trennbare Clusterstruktur erkennen lässt. Eine nachträgliche Schätzung der optimalen Clusteranzahl mit der Gap-Statistik (Tibshirani et al., 2001) wurde unter Verwendung des „*firstmax*“-Kriteriums durchgeführt. Die Clusteranalyse wurde mit R (Version 4.2.2; R Core Team, 2022) und RStudio (RStudio Team, 2022) durchgeführt. Die Cluster wurden mit *IBM SPSS Statistics* (Version 30.0) auf Gleichheit hinsichtlich Alters- und Geschlechterverteilung sowie auf signifikante Unterschiede in den Werten der ausgewählten Variablen untersucht. Darüber hinaus orientiert sich die Datenbearbeitung und -analyse an Abschnitt 2.2.5.

2.7.3 Ergebnisse

Das aus der hierarchischen Clusteranalyse resultierende Dendrogramm demonstriert eine Lösung mit zwei Clustern (Abbildung 8). Tabelle 59 zeigt einen Überblick je Cluster über die Mittelwerte und Standardabweichungen der in der Analyse berücksichtigten Variablen.

Cluster 1 ($n = 35$, Abbildung 8, roter Bereich) zeichnet sich aus durch geringe Werte auf der Schwierigkeitsskala im Lesen und Schreiben, geringe Werte im Zahlen nachsprechen (WAIS-IV) und in der Konzentrationsleistung (d2-R) sowie hohen Werten im schnellen Benennen von unbekannten Objekten (ZLT-II, SB 2) und Buchstaben (RAN).

Cluster 2 ($n = 82$, Abbildung 8, grüner Bereich) ist gekennzeichnet durch hohe Werte auf der Schwierigkeitsskala im Lesen und Schreiben, hohe Werte im Zahlen nachsprechen (WAIS-IV) und in der Konzentrationsleistung (d2-R) sowie niedrigen Werten im schnellen Benennen von unbekannten Objekten (ZLT-II, SB 2) und Buchstaben (RAN).

Tabelle 59

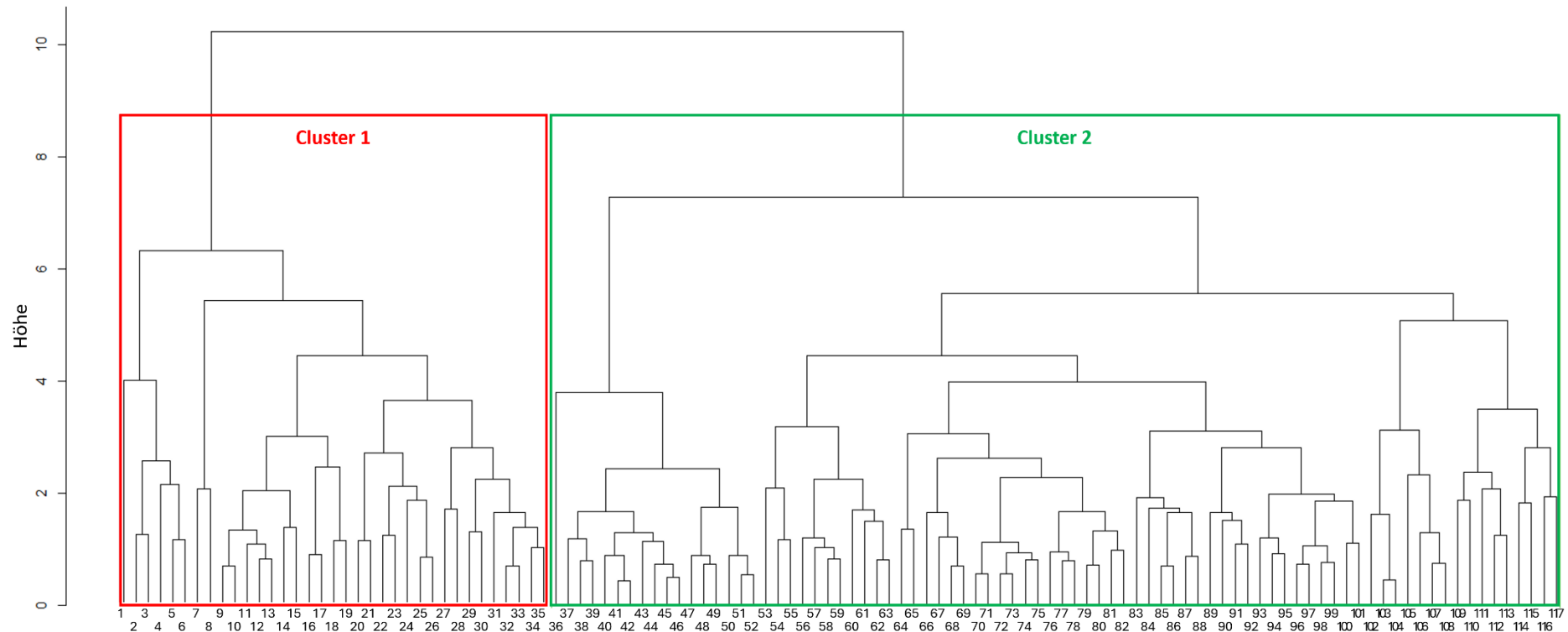
Mittelwerte und Standardabweichungen verschiedener Variablen je Cluster

Variablen	Cluster 1 ($n = 35$) $M (SD)$	Cluster 2 ($n = 82$) $M (SD)$
Schwierigkeit Lesen Deutsch	3.51 (1.69)	7.34 (2.17)
Schwierigkeit Schreiben Deutsch	3.59 (1.98)	6.59 (2.31)
Zahlen nachsprechen	4.31 (2.17)	7.56 (3.17)
Konzentrationsleistung	86.48 (9.11)	94.34 (9.68)
SB Objekte	42.51 (14.55)	26.37 (8.77)
SB Buchstaben	28.93 (7.63)	20.54 (5.27)

Anmerkung. SB = Schnelles Benennen.

Abbildung 8

Dendrogramm der Clusteranalyse

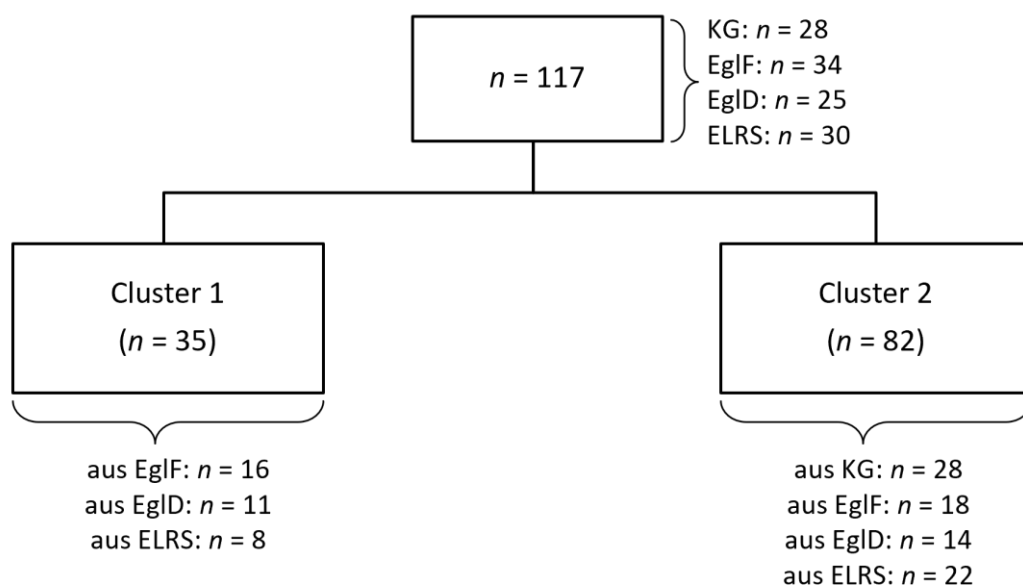


Anmerkung. Hierarchische Clusteranalyse (*complete linkage*) mit euklidischer Distanz; die Daten wurden z-standardisiert; Farben kennzeichnen die 2-Cluster-Lösung (Cluster 1 = rot, Cluster 2 = grün).

Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Clusterzusammensetzung. Ein Abgleich mit den Ursprungsgruppen (KG, EglF, EglD, ELRS; vgl. Abschnitt 2.2.2) der Cluster zeigte, dass sich die Mehrheit der in Cluster 1 enthaltenen Fälle ursprünglich in den Gruppen EglF und EglD sowie zum Teil in Gruppe ELRS befand. Cluster 2 setzte sich aus Personen aller vier Ursprungsgruppen zusammen, wobei die Kontrollgruppe vollständig in dieses Cluster eingruppiert wurde.

Abbildung 9

Zusammensetzung der Cluster aus den Ursprungsgruppen



Anmerkung. KG = Kontrollgruppe; EglF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EglD = gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Der Altersdurchschnitt im Cluster 1 ($n = 35$) betrug 44.63 Jahre ($SD = 14.24$) und im Cluster 2 ($n = 82$) 37.48 Jahre ($SD = 16.03$). Die Daten waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk, $p < .05$). Ein Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass sich die Cluster signifikant im Alter unterschieden, $U = 1021.00$, $Z = -2.466$, $p = .01$ (unter Verwendung der exakten Stichprobenverteilung von U; Dinneen & Blakesley, 1973). Ein Fisher-Exakt-Test ergab keinen signifikanten Unterschied in der Geschlechterverteilung zwischen den Gruppen ($p = .32$; Cluster 1: $n = 14$ weiblich; Cluster 2: $n = 44$ weiblich, $n = 1$ divers).

Tabelle 60 zeigt die Mediane und Interquartilsbereiche der für die Clusteranalyse ausgewählten Variablen. Die Werte waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk, $p < .05$). Ein Mann-

Whitney-U-Test zeigte, dass sich die Cluster signifikant in allen Werten unterschieden (unter Verwendung der exakten Stichprobenverteilung von U; Dinneen & Blakesley, 1973).

Tabelle 60

Mediane und Interquartilsbereiche verschiedener Variablen je Cluster

Variablen	Cluster 1 (n = 35) Md (IQA)	Cluster 2 (n = 82) Md (IQA)	U
Schwierigkeit Lesen Deutsch	3.00 (2.00-5.00)	7.00 (6.00-9.25)	263.50 ***
Schwierigkeit Schreiben Deutsch	3.00 (2.00-5.00)	6.25 (5.00-9.00)	483.50 ***
Zahlen nachspre- chen	4.00 (3.00-6.00)	7.00 (5.00-10.00)	575.50 ***
Konzentrations-leis- tung	86.00 (80.00-94.69)	95.00 (90.75-101.00)	745.00 ***
SB Objekte	38.00 (32.00-53.00)	23.00 (20.00-30.75)	434.00 ***
SB Buchstaben	27.00 (23.54-32.00)	19.00 (17.00-23.54)	418.00 ***

Anmerkung. Asymptotische und exakte Signifikanz sind identisch. IQA = Interquartilsabstand; SB = Schnelles Benennen.

*** $p < .001$.

Die inhaltliche Charakterisierung der Cluster sowie die ursprüngliche Gruppenzusammensetzung führte zur Annahme, dass Cluster 1 eher nicht normgerechte Leserinnen und Leser (NNL) und Cluster 2 eher normgerechte Leserinnen und Leser (NL) repräsentieren. Davon ausgehend ergab ein Vergleich zwischen der Clustereinteilung und der Gruppeneinteilung in zwei Gruppen gemäß Leseniveau (vgl. Studie 3, Abschnitt 2.5), dass insgesamt 73.5 % der Fälle aus den Gruppen gemäß Leseniveau korrekt in das entsprechende Cluster eingeteilt wurden. 33 nicht-normgerechte Leserinnen und Leser (54.1 %) wurden korrekt zum Cluster 1, 53 normgerechte Leserinnen und Leser (64.6 %) wurden korrekt zum Cluster 2 zugeordnet. Drei Personen, die in Studie 3 keiner Gruppe zugeordnet werden konnten, wurden in der Clusterzuteilung als falsch zugeordnet bewertet. Einen Überblick über die Klassifizierungsergebnisse der Clusteranalyse zeigt Tabelle 61.

Tabelle 61*Klassifizierungsergebnisse der Clusteranalyse*

Gruppe gem. Leselevel	Cluster 1 (NNL) <i>n</i>	Cluster 2 (NL) <i>n</i>	Gesamt <i>n</i>
NNL	33	28	61
NL	0	53	53
k. Z.	2	1	3
Gesamt	35	82	117

Anmerkung. Die Gruppen gemäß Leselevel entsprechen der Gruppeneinteilung aus Studie 3 dieser Arbeit (Abschnitt 2.5.2). Drei Personen konnten keiner Gruppe zugeordnet werden und wurden bei der Zuordnungsgenauigkeit als „falsch zugeordnet“ bewertet. NNL = nicht-normgerechte Leserinnen und Leser; NL = normgerechte Leserinnen und Leser; k. Z. = keine Zuordnung.

Die Validierung der Clusterlösung mit $k = 2$ Clustern ergab folgende Werte: Hopkins-Statistik = 0.99, Konkordanz-Korrelationskoeffizient = 0.51, Silhouettenkoeffizient = 0.25. Die optimale Clusteranzahl gemäß Gap-Statistik (Tibshirani et al., 2001) beträgt $k = 1$.

2.7.4 Diskussion

Diese Studie hatte zum Ziel, die in Abschnitt 2.6 identifizierten Prädiktorvariablen sowie die Klassifikationszuordnung normgerechter (NL) und nicht normgerechter (NNL) Leserinnen und Leser zu validieren. Hierzu wurden die Daten unabhängig von der ursprünglichen Gruppenzugehörigkeit theoriegeleitet in zwei Cluster eingeteilt. Ziel war nicht die datengetriebene Bestimmung der optimalen Clusteranzahl, sondern die explorative Prüfung, ob sich die postulierte Zweiteilung der Stichprobe reproduzieren lässt. Anschließend wurde die Übereinstimmung zwischen den gewonnenen Clustern und den Gruppenzuordnungen aus Studie 4 (NL vs. NNL) bestimmt. Für die Clusteranalyse wurden die Daten von insgesamt 117 Personen mit unterschiedlichen Lesefähigkeiten analysiert.

Cluster 1 („nicht normgerechte Leserinnen und Leser“): Mit rund 30 % der Stichprobe ($n = 35$) war dies das deutlich kleinere Cluster. Es zeichnete sich aus durch eine hohe selbst-eingeschätzte Schwierigkeit des Lesens und Schreibens auf Deutsch, eine kürzere reproduzierte Zahlenspanne, eine geringere Konzentrationsleistung sowie langsamere Benennzeiten im schnellen Benennen von Buchstaben und unbekannten Objekten.

Cluster 2 („normgerechte Leserinnen und Leser“): Das größere Cluster mit rund 70 % der Stichprobe ($n = 82$) zeichnete sich in umgekehrter Weise aus durch eine geringe selbst eingeschätzte Schwierigkeit im Lesen und Schreiben, eine längere Zahlenspanne, eine höhere Konzentrationsleistung sowie kürzeren Benennzeiten im schnellen Benennen.

Die konsistenten Unterschiede in sämtlichen untersuchten Variablen sprechen für eine klare inhaltliche Abgrenzbarkeit der beiden Cluster. Ein Abgleich der Cluster mit der zweigeteilten Gruppierung normgerechter und nicht normgerechter Leserinnen und Leser (NL vs. NNL; Abschnitt 2.6) ergab insgesamt eine Übereinstimmungsgenauigkeit von 73.5 %. In Cluster 1 betrug die Übereinstimmungsgenauigkeit mit Gruppe NNL rund 94 % (33 von 35 Personen korrekt zugeordnet), in Cluster 2 rund 65 % (53 von 82 Personen korrekt zugeordnet). Personen, die ursprünglich der Gruppe NNL zugeordnet waren, wurden zu rund 54 % (33 von 61 Personen) dem korrekten Cluster 1 zugeordnet. Personen der Ursprungsgruppe NL wurden zu 100 % (53 von 53 Personen) dem korrekten Cluster 2 zugeordnet.

Die Unterscheidung zwischen Cluster 1 und 2 steht im Einklang mit vorangegangenen Befunden dieser Arbeit, die zeigten, dass Personen mit Lesedefiziten eine reduzierte Zahlenspanne, eine verlangsamte Geschwindigkeit im lexikalischen Zugriff sowie teilweise eine geringere Konzentrationsleistung aufwiesen (vgl. Abschnitte 2.3 & 2.5). Zwar ist die vorliegende Clusteranalyse explorativer Natur, dennoch stützen die Ergebnisse die Erkenntnisse der vorangegangenen Studien. Auffällig ist, dass die Mehrheit (rund 61 %) der ursprünglich als gering literalisiert klassifizierten Personen (Gruppen EglF, EglD und ELRS, vgl. Abschnitt 2.2.2) in der aktuellen Studie dem Cluster 2 zugeordnet wurden. Gleichzeitig machen diese Personen rund 66 % der Clusterzugehörigen aus. Dies deutet auf eine ausgeprägte Variabilität der Gruppen hin und bekräftigt deren heterogene Zusammensetzung.

Die statistische Stabilität der Clusterlösung wurde anhand gängiger Validitätskennzahlen geprüft, wobei diese uneinheitlich ausfielen. Zwar deutet die Hopkins-Statistik ($H = .99$) auf eine grundsätzlich vorhandene Clusterstruktur hin, jedoch sprechen der geringe Silhouettenkoeffizient von 0.25 und die durch die Gap-Statistik ermittelte optimale Clusterzahl von nur einem Cluster gegen eine klar getrennte Zweiteilung. Dies deutet darauf hin, dass keine klar voneinander abgrenzbaren Gruppen vorliegen. Der geringe Konkordanz-Korrelationsko-

effizient von 0.51 deutet zudem auf eine nur unzureichende Repräsentativität der Gruppierungsmethode für den vorliegenden Datensatz hin (Rohlf, 1970). Zusammengenommen sprechen diese Befunde dafür, dass entweder keine natürliche Clusterstruktur vorliegt oder dass die Methode die zugrunde liegende Struktur nur unzureichend abbildet.

Die durch die Gap-Statistik ausgewiesene Ein-Cluster-Lösung könnte unter anderem mit den sehr ungleichen Größen der beiden ermittelten Cluster zusammenhängen (Cluster 1: $n = 35$ vs. Cluster 2: $n = 82$). Bei stark asymmetrischen Clustergrößen dominiert das Größere Cluster die Gesamtstruktur der Daten, sodass die zusätzliche Aufteilung keine hinreichend deutliche Verbesserung gegenüber einer Ein-Cluster-Lösung erkennen lässt. Kleinere, inhaltlich klar abgrenzbare Subgruppen, werden in diesem Fall statistisch nicht zwingend als eigenständige Cluster identifiziert. Die Entscheidung für eine Zwei-Cluster-Lösung ($k = 2$) ermöglicht zwar die Identifikation einer solchen Subgruppe, ist jedoch angesichts der geringen Fallzahl des kleineren Clusters im Hinblick auf die Stabilität und Generalisierbarkeit kritisch zu reflektieren. Grundsätzlich ist die Bestimmung der Clusterzahl mit einem interpretativen Entscheidungsspielraum verbunden. Eine hohe Heterogenität innerhalb der Cluster kann die Stabilität der Clusterlösung zusätzlich beeinträchtigen.

Die Clusteranalyse ist ein exploratives Verfahren, dessen Ergebnisse von methodischen Entscheidungen abhängen, insbesondere von der gewählten Distanzmetrik, dem eingesetzten Algorithmus sowie der Auswahl der einbezogenen Variablen. Letztere erfolgte in dieser Studie theoriegeleitet. Die Berücksichtigung weiterer oder alternativer Variablen hätte die resultierende Clusterstruktur potenziell verändert. Entsprechendes gilt für die Wahl des Analyseverfahrens. Der Einsatz alternativer Verfahren (z. B. Fuzzy Clustering) hätte möglicherweise zu einer differenzierteren oder stabileren Lösung geführt. Trotz der dargestellten Limitationen sprechen die Ergebnisse dafür, dass die Clusteranalyse ein geeignetes Verfahren zur Klassifikation von Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten darstellen kann. Dies deckt sich mit früheren empirischen Befunden (vgl. Benedetti et al., 2022; Eme et al., 2010; Pacheco et al., 2014).

Zukünftige Forschung sollte die unterschiedlichen methodischen Varianten der Clusteranalyse stärker berücksichtigen, um durch den Einsatz geeigneterer Verfahren (z. B. alternative Distanzmaße oder Linkage-Methoden) validere Ergebnisse zu erzielen. Darüber hinaus

wäre es sinnvoll, weitere oder alternative Variablen einzubeziehen, um die identifizierten Cluster differenzierter abzubilden.

Zusammenfassend zeigt sich, dass eine Zweiteilung der untersuchten Stichprobe auf Grundlage ausgewählter kognitiver Merkmale grundsätzlich reproduziert werden konnte. Die einbezogenen Variablen unterschieden sich signifikant zwischen den beiden Clustern, und es ergab sich eine hohe Übereinstimmung mit vorangegangenen Analysen dieser Arbeit hinsichtlich der Klassifikationsgenauigkeit. Allerdings wiesen die identifizierten Cluster eine deutliche Größenasymmetrie auf. Zudem deuteten die Validitätskennwerte darauf hin, dass entweder keine ausgeprägte natürliche Clusterstruktur in den Daten vorliegt oder dass das gewählte Verfahren die zugrunde liegende Struktur nur eingeschränkt abbildet. Insgesamt kann die Clusteranalyse als grundsätzlich geeignetes Verfahren zur Klassifikation von Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten betrachtet werden. Vor dem Hintergrund des explorativen Vorgehens sowie der eingeschränkten Validitätsindikatoren sind die Befunde jedoch mit Zurückhaltung zu interpretieren und nur begrenzt auf die Gesamtpopulation übertragbar.

3. Teil II – Neuronale Grundlagen der Schriftsprachverarbeitung

In diesem Teil der Arbeit werden die neuronalen Grundlagen der Sprachverarbeitung mittels Elektroenzephalographie (EEG) untersucht. Dazu wird bei einer Gruppe von normgerecht lesenden Erwachsenen die Verarbeitung deutscher Wörter betrachtet und hinsichtlich eines Wiederholungssuppressionseffekts analysiert. In Abschnitt 3.1 erfolgt zunächst eine theoretische Einführung in das Thema. Anschließend wird in Abschnitt 3.2 die EEG-Studie vorgestellt.

3.1 Theoretischer Hintergrund

Lesen ist ein hochkomplexer kognitiver Prozess, der mehrere Verarbeitungsstufen umfasst, die sowohl seriell als auch parallel ablaufen können (Coltheart et al., 2001; Ehri, 1995, 2005, 2014). Dabei ist während des Lesens ein weitreichendes funktionelles Lesenetzwerk aktiv, das verschiedene Hirnareale einbezieht (Brem & Maurer, 2015; Turkeltaub et al., 2005). Um dieses Lesenetzwerk verstehen und einordnen zu können, werden im Folgenden die neuronalen Grundlagen des Lesens vorgestellt, einschließlich Messverfahren, mit denen die Sprachverarbeitung auf neuronaler Ebene untersucht werden kann (Abschnitt 3.1.1). Anschließend wird die neuronale Entwicklung beim Lesenlernen beschrieben (Abschnitt 3.1.2) und abschließend das Thema der Wiederholungssuppression dargestellt (Abschnitt 3.1.3), welches die Grundlage für die folgende Untersuchung bildet.

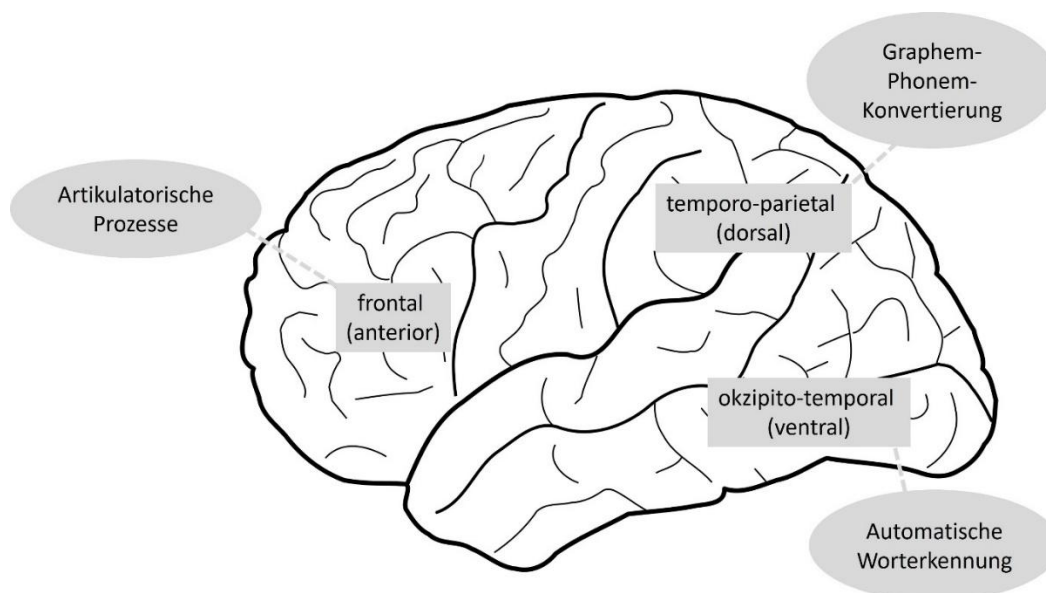
3.1.1 Neuronale Grundlagen des Lesens

Beim Lesen sind drei zentrale neuronale Systeme involviert, die in der Literatur als Lesenetzwerk beschrieben werden: ein frontales (anteriores) System, welches in artikulatorische Prozesse involviert ist, ein temporo-parietales (dorsales) System, in welchem eine regelbasierte Analyse erfolgt, wobei orthografische, phonologische und lexikalisch-semantische Dimensionen integriert werden, und ein okzipito-temporales (ventrales) System, welches an der automatischen Worterkennung beteiligt ist (Abbildung 10; Pugh et al., 2000). Ein Großteil dieses Netzwerks ist dabei nicht ausschließlich auf das Lesen spezialisiert, sondern erfüllt darüber hinaus weitere Funktionen in der Verarbeitung gesprochener Sprache sowie in der visuellen Verarbeitung von Objekten (Brem & Maurer, 2015). Die auditorische Verarbeitung sprachli-

cher Reize ist bilateral organisiert, jedoch werden bereits in frühen Stadien spezifisch sprachbezogene Prozesse in der linken Hemisphäre aktiviert, weshalb diese als sprachdominant gilt (Brem & Maurer, 2015; Friederici, 2006). Das koordinierte Zusammenspiel der sprachbezogenen Hirnareale ermöglicht es, aus einer Abfolge abstrakter grafischer Einheiten – den Buchstaben – sowohl die lautliche Form als auch die semantische Bedeutung von Wörtern zu erschließen (Brem & Maurer, 2015).

Abbildung 10

Grafische Darstellung des Lesenetzwerks



Anmerkung. Darstellung der drei beim Lesen involvierten neuronalen Systeme: frontales System (inkl. Gyrus frontalis inferior & Broca-Areal), temporo-parietales System (inkl. Gyrus angularis und Gyrus supramarginalis) und okzipito-temporales System (inkl. visuelles Wortformareal). In Anlehnung an Pugh et al. (2000) sowie Steinbrink und Lachmann (2014).

Messverfahren. Die neuronalen Grundlagen der Sprachverarbeitung lassen sich mithilfe bildgebender Verfahren untersuchen, die funktional in zwei Hauptgruppen unterteilt werden können: Verfahren mit hoher zeitlicher, jedoch eingeschränkter räumlicher Auflösung, wie die Elektroenzephalographie (EEG) und die Magnetoenzephalographie (MEG), sowie Verfahren wie die Positronenemissionstomographie (PET) und die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), die eine hohe räumliche, aber eine begrenzte zeitliche Auflösung aufweisen (Friederici, 2006). Zur Erfassung und Analyse der neuronalen Sprachverarbeitung, die sehr schnelle und sequenzielle Prozesse umfasst, eignen sich EEG und MEG aufgrund ihrer

hohen zeitlichen Auflösung besonders gut (Friederici, 2011; Luck, 2014). Diese Methoden messen direkt die durch neuronale Aktivität erzeugten elektrischen (beim EEG) bzw. magnetischen (beim MEG) Felder und erlauben so die Abbildung kognitiver Verarbeitungsschritte im Millisekundenbereich (Hämäläinen et al., 1993; Luck, 2014). Auf diese Weise können frühe visuelle, orthografische, phonologische und semantische Prozesse beim Lesen präzise zeitlich zugeordnet werden (Friederici, 2011; Kutas & Federmeier, 2011). Mit dem EEG lässt sich die Verarbeitung geschriebener Sprache beim Lesen als eine zeitlich strukturierte Abfolge sogenannter ereigniskorrelierter Potenziale (EKPs) untersuchen, die mit unterschiedlichen Stufen der visuellen und sprachlichen Verarbeitung in Zusammenhang gebracht werden. EKPs bezeichnen zeitlich an ein bestimmtes Ereignis gekoppelte Anteile der elektrischen Gehirnaktivität, die durch Mittelung über zahlreiche Wiederholungen aus dem EEG extrahiert werden, beispielsweise beim Lesen eines Wortes oder bei der Präsentation eines visuellen Reizes (Friederici, 2006; Luck, 2014). Einige der beim Lesen relevanten EKP-Komponenten sind P1, N1, N170, N400, P600 sowie die *early left anterior negativity* (ELAN) und die *left anterior negativity* (LAN). Diese bilden verschiedene Stufen der visuellen, orthografischen, semantischen und syntaktischen Verarbeitung ab (Friederici, 2011; Kutas & Federmeier, 2011; Luck, 2014; Maurer & McCandliss, 2007; Osterhout & Holcomb, 1992; für einen Überblick siehe Rüsseler, 2025).

Visuelle und orthografische Verarbeitung. Die visuelle Verarbeitung setzt bereits in der Retina ein, wo einfallende Lichtreize in neuronale Signale transformiert und erstmals vorverarbeitet werden. Über subkortikale Stationen gelangen die visuellen Informationen in den primären visuellen Kortex, in dem basale Eigenschaften der visuellen Information, darunter Kontraststärke, räumliche Frequenz sowie die Ausrichtung und Verbindung von Linien, analysiert werden (Karnath & Thier, 2006). Circa 100-120 ms nach Reizbeginn zeigt sich im EEG eine okzipito-temporale Positivierung (EKP-Komponente P1), die allgemein mit der frühen visuellen Analyse der präsentierten Stimuli assoziiert ist und noch keine spezifisch sprachlichen Prozesse widerspiegelt (Brem & Maurer, 2015; Friederici, 2006). Nach der initialen basalen Vorverarbeitung visueller Informationen wird deren weitere Analyse in benachbarten kortikalen Arealen fortgeführt, insbesondere im ventralen Okzipital- und Temporallappen (vOT). Der vOT schließt das sogenannte visuelle Wortformareal (VWFA) ein, welches sich im linken Gyrus fusiformis befindet und eine zentrale Funktion im Leseprozess einnimmt (Brem & Maurer, 2015; L. Cohen et al., 2000; Dietz et al., 2005; Friederici, 2006; McCandliss et al., 2003). Der vOT gliedert sich in anteriore und posteriore Anteile, die sich funktionell unterscheiden (vgl.

Brem & Maurer, 2015). Im posterioren Teil in unmittelbarer Nähe zum primären visuellen Kortex werden zunächst grobe visuelle Merkmale extrahiert, während im anterioren Teil die Erkennung der Wortform und damit die wortspezifische, lexikalisch-orthografische Verarbeitung des Wortbildes erfolgt (Brem et al., 2009; Kronbichler et al., 2007; Vinckier et al., 2007).

Wortverarbeitung. Die Wortverarbeitung erfolgt in einem Zeitfenster von etwa 150-250 ms nach Wortpräsentation und zeigt sich im EEG als Negativierung der N1-Komponente (Bach et al., 2013; Luck & Kappenman, 2012). Die N1 ist jedoch nicht wortspezifisch, sondern lässt sich insbesondere auch bei der Verarbeitung von Gesichtern beobachten (Bentin et al., 1996; Bötzel et al., 1995; George et al., 1996; Joyce & Rossion, 2005). Da der Peak typischerweise circa 160-170 ms nach Gesichtspräsentation auftritt, wird die N1 häufig in diesem Zusammenhang auch als N170 oder als gesichtsspezifische Ausprägung der N1 interpretiert (Luck & Kappenman, 2012; Maurer, Brandeis, et al., 2005). Die N170-Komponente wird neben Gesichtern auch bei Buchstaben, Symbolketten und Wörtern ausgelöst (Bentin et al., 1999; Maurer, Brandeis, et al., 2005; Wong et al., 2005). So manifestiert sich beispielsweise die Verarbeitung von Buchstabenketten in einem Zeitfenster von etwa 140-220 ms als Negativierung im bilateralen Gyrus fusiformis (Nobre, 1998).

Beim Vergleich der topografischen Aktivierungsmuster für Wörter und Gesichter zeigen sich deutliche Unterschiede. Bei der Verarbeitung von Wörtern und Gesichtern werden im Gyrus fusiformis jeweils distinkte, jedoch räumlich benachbarte Areale aktiviert: Die Verarbeitung von Gesichtern ist durch eine bilaterale Aktivierung posteriorer Regionen mit rechtshemisphärischer Dominanz gekennzeichnet und schließt die *fusiform face area* (FFA) ein (Eimer et al., 2010; Hadjikhani et al., 2009; Kanwisher & Yovel, 2006). Demgegenüber zeigt sich bei der Wortverarbeitung eine linkshemisphärisch dominierte Topografie mit Aktivierung des VWFA (Bentin et al., 1999; Dehaene & Cohen, 2011; Jobard et al., 2003; Maurer, Brandeis, et al., 2005; Maurer et al., 2011).

Phonologische Verarbeitung. Phonologische Prozesse sind in einem verteilten fronto-temporo-parietalen Netzwerk organisiert und treten typischerweise im Zeitfenster von etwa 250-350 ms nach Reizbeginn auf, ohne eindeutig einer einzelnen EKP-Komponente zuordenbar zu sein (Brem & Maurer, 2015; Friederici, 2006). Die Phonemanalyse und Graphem-Pho-

nem-Konversion sind überwiegend linkshemisphärisch organisiert und basieren auf dem Zusammenspiel temporaler, parietaler (v. a. Gyrus supramarginalis) und frontaler Areale (v. a. Gyrus frontalis inferior; Bach et al., 2013; Bokde et al., 2001; Jobard et al., 2003, 2003; Poldrack et al., 1999; Tan et al., 2005; Vigneau et al., 2006). Der Gyrus frontalis inferior, einschließlich des Broca-Areals, ist an sekundären Prozessen beteiligt und spielt bei der phonologischen Verarbeitung von Schriftsprachreizen eine unterstützende Rolle (vgl. Boltzmann, 2014; Friederici, 2006).

Semantische Verarbeitung. Die semantische Verarbeitung geschriebener Wörter findet in einem komplexen Netzwerk aus frontalen, temporalen und parietalen Hirnregionen statt und spiegelt sich im EEG vor allem durch Modulationen der N400-Komponente (ca. 400-500 ms) wider (Brem & Maurer, 2015; Friederici, 2006). Die N400 wird durch verschiedene Stimulusarten, unter anderem sprachliche Reize wie Wörter oder Pseudowörter, ausgelöst und ist mit der semantischen Verarbeitung sowie der Integration von Wörtern in den Kontext assoziiert (Kutas & Federmeier, 2000, 2011). So rufen beispielsweise semantisch inkongruente Wörter in einem Satz („Das *Gewitter* wurde gebügelt“) größere N400-Amplituden hervor als kontextuell passende Wörter („Das *Hemd* wurde gebügelt“; Friederici, 2002). Der Gyrus angularis, der bei unterschiedlichen lexikalischen und semantischen Kontrasten eine erhöhte Aktivierung zeigt, nimmt bei der semantischen Verarbeitung eine zentrale Rolle ein (Binder et al., 2009; Friederici, 2006, 2011; Kronbichler et al., 2007). Darüber hinaus sind anteriore und posteriore temporale Areale sowie der ventrale Anteil des inferioren frontalen Kortex an der semantischen Verarbeitung beteiligt, insbesondere bei semantischer Inkongruenz (Fiez, 1997; Price, 2012). Der inferiore frontale Kortex übernimmt bei lexikalischer Mehrdeutigkeit und konkurrierenden semantischen Informationen eine Kontrollfunktion, indem er die Auswahl relevanter, in anderen Hirnregionen gespeicherter Inhalte, steuert (Binder & Desai, 2011; Poldrack et al., 1999; A. D. Wagner et al., 2001).

Syntaktische Verarbeitung. Die Verarbeitung syntaktischer Sprachinformation wird durch ein überwiegend linkshemisphärisches Netzwerk aus inferioren frontalen und superioren temporalen Hirnarealen unterstützt (Friederici, 2006). Der anteriore Temporallappen wird dabei mit der Verarbeitung syntaktischer Strukturen in Verbindung gebracht (Friederici, 2002, 2011). Auf elektrophysiologischer Ebene wird eine linksseitige anteriore Negativierung (LAN;

Zeitfenster 300-500 ms) als erste syntaktische Analyse interpretiert. Eine spätere zentro-parietale Positivierung (P600, Zeitfenster ca. 500-800 ms) wird mit syntaktischer Reanalyse nach einer Syntaxverletzung in Zusammenhang gebracht (Friederici, 2006; van Petten & Luka, 2012). Darüber hinaus zeigt das Broca-Areal der linken Hemisphäre erhöhte Aktivität in Abhängigkeit von Anforderungen an das syntaktische Arbeitsgedächtnis (Friederici, 2006, 2011; Price, 2012).

Zusammenfassung. Im Verlauf des Schriftspracherwerbs entwickelt sich ein funktionell verteiltes neuronales Lesenetzwerk, welches frontale, temporo-parietale sowie okzipito-temporale Regionen umfasst. Das frontale Areal ist dabei unter anderem an artikulatorischen Prozessen beteiligt, das temporo-parietale Areal an phonologischer Verarbeitung und der Graphem-Phonem-Zuordnung und das okzipito-temporale Areal an der Worterkennung. Im nächsten Kapitel wird nun detailliert auf die neuronale Entwicklung beim Lesenlernen eingegangen werden.

3.1.2 Neuronale Entwicklung beim Lesenlernen

Lesenlernen ist ein langwieriger Prozess, der jahrelange Übung erfordert und mit vielfältigen strukturellen und funktionellen Veränderungen des Gehirns einhergeht (Chyl et al., 2021; Schlaggar & Church, 2009; Schlaggar & McCandliss, 2007).

Strukturelle Entwicklung. Obwohl das Gehirnvolumen von Kindern nahezu dem eines Erwachsenen entspricht, verändert sich seine Zusammensetzung aus grauer und weißer Substanz im Laufe der Entwicklung deutlich (Brem & Maurer, 2015). Die graue Substanz nimmt von der frühen Kindheit bis zur Pubertät zu und geht danach im Zuge von Reifungsprozessen und effizienterer Netzwerkorganisation zurück, während die weiße Substanz bis etwa ins fünfte Lebensjahrzehnt weiter reift und anschließend degenerativen Veränderungen unterliegt (Bartzokis et al., 2001; Chyl et al., 2021; Gogtay & Thompson, 2010). Trotz dieser Reifungsprozesse bleibt das Gehirn bis ins hohe Alter plastisch und kann neue funktionelle Netzwerke ausbilden (Boltzmann et al., 2017, 2019; Brem & Maurer, 2015).

Funktionelle Entwicklung. Bildgebende Studien zeigen altersabhängige Unterschiede in den neuronalen Aktivierungsmustern zwischen Kindern und Erwachsenen (z. B. Schlaggar et al., 2002; Simos et al., 2001). Mit zunehmender Lesekompetenz und Reifung verändern sich

diese Muster hin zu effizienteren, erwachsenenähnlichen Aktivierungsprofilen, was die Plastizität und zunehmende Effizienz des sich entwickelnden Gehirns widerspiegelt (Schlaggar & Church, 2009). In frühen Phasen der Leseentwicklung sind vor allem das anteriore (frontale) und das dorsale (temporo-parietale) Verarbeitungssystem von zentraler Bedeutung (Boltzmann, 2014; Pugh et al., 2000; Rüsseler, 2025). Inferior-frontale Areale weisen im Verlauf der Leseentwicklung eine zunehmende funktionelle Spezialisierung für phonologische sowie lexikalisch-semantiche Prozesse auf. Insbesondere ist dabei der Gyrus frontalis inferior, einschließlich des Broca-Areals, an der artikulatorischen Verarbeitung und der phonologischen Rekodierung beteiligt (Pugh et al., 2000, 2001; Shaywitz & Shaywitz, 2008). Bereits in frühen Phasen des Leselernprozesses reifen temporo-parietale Regionen, einschließlich des Sulcus temporalis superior, heran, die an der phonologischen Analyse von Wörtern beteiligt sind und bis ins Erwachsenenalter eine zentrale Rolle im Leseprozess einnehmen (Pugh et al., 2000; Shaywitz & Shaywitz, 2008; Turkeltaub et al., 2003). Bei der Worterkennung nutzen Kinder verglichen mit Erwachsenen verstärkt phonologische Prozesse, was sich in einer erhöhten Aktivierung temporo-parietaler Areale – insbesondere im Gyrus angularis und supramarginalis – beim Lesen häufiger Wörter zeigt (Church et al., 2008). Mit zunehmender Lesekompetenz übernimmt das ventrale (okzipito-temporale) System eine immer wichtigere Rolle, insbesondere für die effiziente Worterkennung (Boltzmann, 2014; Rüsseler, 2025). Während bei Kindern eine lesebezogene Aktivierung vor allem in linken anterioren Bereichen des vOT beobachtet wird, zeigt sich bei Erwachsenen ein deutlich ausgedehnteres und differenzierteres Aktivierungsmuster. Dieses umfasst bilaterale Regionen, darunter linke anteriore und laterale extrastriate fusiforme Bereiche sowie den inferioren und mittleren Gyrus (Martin et al., 2015).

Spezialisierung für Schrift. Beim Lesenlernen werden Buchstaben mit Sprachlauten verknüpft, um Wörter zu dekodieren und deren Bedeutung zu erschließen (Brem & Maurer, 2015). Währenddessen findet auf neuronaler Ebene eine Spezialisierung für die Verarbeitung von Schriftsprache statt, die sich durch die Analyse der N170-Komponente messen lässt (Maurer, Brandeis, et al., 2005; Maurer et al., 2007). Die N170 gilt als elektrophysiologischer Marker früher orthografischer Verarbeitung und wird mit Aktivität im VWFA im linken okzipito-temporalen Kortex in Verbindung gebracht (McCandliss et al., 2003).

Eine Spezialisierung für Schrift ist bei Vorschulkindern noch nicht ausgebildet. Zeigt man beispielsweise Kindern im Vorschulalter Wörter und Symbolketten, lassen sich im EKP im

entsprechenden Zeitfenster von 150-250 ms kaum Aktivitätsunterschiede finden (Brem et al., 2013; Maurer, Brem, et al., 2005; Maurer et al., 2006). Dennoch kann bereits im Vorschulalter ohne explizite Anleitung durch den bloßen Kontakt mit Schrift eine visuelle Vertrautheit entstehen (vgl. Brem & Maurer, 2015). Kinder mit gut ausgeprägten Vorläuferfähigkeiten des Lesens, wie etwa Buchstabenkenntnisse oder phonologische Bewusstheit, weisen zu Beginn des Kindergartens eine stärkere Aktivierung phonologischer Areale bei der Wortverarbeitung auf als Kinder mit schwächer entwickelten Vorläuferfähigkeiten (Yamada et al., 2011). Bei Vorschulkindern, die sich später zu schlechten Leserinnen und Lesern entwickeln, lässt sich hingegen bereits eine atypische Spezialisierung für Schrift im EKP nachweisen (Brem et al., 2013; Maurer et al., 2007).

Innerhalb der ersten zwei Jahre des Lesenlernens entwickelt sich die Spezialisierung für Schrift schnell und wird durch kontinuierliche Lesepraxis weiter verstärkt (Maurer et al., 2006). Mit dem Lernen von Buchstaben-Laut-Zuordnungen lässt sich in dieser Phase eine deutliche Aktivierung in okzipito-temporalen Bereichen nachweisen (vgl. Brem et al., 2010). Werden Kinder der zweiten Klasse Wörter und Symbolkette präsentiert, ist ein entsprechender Unterschied in der Hirnaktivität erkennbar (Maurer et al., 2006). Die okzipito-temporale Sensitivität für Schrift entwickelt sich somit bereits in der frühesten Phase des kindlichen Leseerwerbs (Brem et al., 2009, 2010).

Befunde unterstreichen die besondere Bedeutung dieser frühen neuronalen Spezialisierungsprozesse für einen erfolgreichen Schriftspracherwerb. Bei Kindern mit einer LRS-Diagnose zeigt sich vom Kindergarten bis zur zweiten Klasse keine bedeutsame Aktivitätszunahme in okzipito-temporalen Arealen, während bei normallesenden Kindern die Schriftselektivität im Verlauf des Leseerwerbs deutlich zunimmt und in der frühen Phase sogar stärker ausgeprägt sein kann als bei Erwachsenen (Maurer et al., 2006). Zusätzlich zeigen Kinder mit LRS in der zweiten Klasse eine geringere Schriftselektivität verglichen mit altersgerecht lesenden Kindern (Maurer et al., 2007), wobei einige dieser Rückstände im weiteren Verlauf der Grundschule wieder ausgeglichen werden können (Maurer et al., 2011).

Mit zunehmendem Alter und wachsender Leseexpertise tritt eine verstärkte Aktivierung linkshemisphärischer Areale im Temporal- und Frontallappen auf, wobei sich gleichzeitig eine Aktivitätsabnahme im rechten Temporal- und Frontallappen beobachten lässt (Brown et

al., 2005; Turkeltaub et al., 2003). Diese Befunde deuten darauf hin, dass sich die beim Lesen eingesetzten Strategien mit zunehmender Lesefertigkeit verändern (Brem & Maurer, 2015).

Dass die Spezialisierung des linken okzipito-temporalen Kortex auf Schrift maßgeblich durch die erste Phase der formalen Leseinstruktion in der Schule vorangetrieben wird, verdeutlichen verschiedene EEG-Studien. So zeigte sich beispielsweise in einer Studie mit Erwachsenen, die erst im Erwachsenenalter das Lesen erlernten („neue“ Leserinnen und Leser), dass sich bei ihnen in impliziten und expliziten Leseaufgaben in keiner der beiden Aufgabenstellungen eine linkshemisphärische N170-Aktivierung nachweisen ließ. Bei der expliziten Aufgabe war die N170-Amplitude für Wörter dafür in der rechten okzipito-temporalen Region erhöht. Bei einer Kontrollgruppe mit normgerechten Lesefähigkeiten ließ sich in beiden Aufgabentypen linkshemisphärische Aktivität nachweisen. Die Ergebnisse zeigen, dass „neue“ Leserinnen und Leser noch keine automatisierte Worterkennung aufweisen, aber bereits Anzeichen von Wortfamiliarität zeigen (Sánchez-Vincitore et al., 2018). Eine andere Studie zeigte darüber hinaus, dass intensives Lesetraining bei gering literalisierten Erwachsenen zu einer erhöhten Amplitude wortbezogener N170-Aktivität führt, was die hohe Plastizität des Gehirns auch in späteren Lebensphasen verdeutlicht (Boltzmann & Rüsseler, 2013).

Zusammenfassung. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Gehirnentwicklung im Laufe des Lebens und während des Leseerwerbs tiefgreifenden strukturellen und funktionellen Veränderungen unterworfen ist. Strukturell zeigen sich dabei Veränderungen in der weißen und grauen Substanz. Auf funktioneller Ebene wird beim Lesenlernen eine spezifische neuronale Spezialisierung für die Verarbeitung von Schriftsprache entwickelt, die bei Vorschulkindern zunächst noch nicht ausgeprägt ist und sich dann sehr schnell in den frühen Phasen des Leseerwerbs herausbildet. EEG-Studien mit gering literalisierten Erwachsenen haben gezeigt, dass diese Entwicklung altersunabhängig beim Lesenlernen stattfindet.

EEG-Studien, die die EKP-Komponente N170 analysieren, eignen sich besonders zur neuronalen Untersuchung der Sprachverarbeitung. Im Folgenden wird daher das spezifische Untersuchungsverfahren der Wiederholungssuppression vorgestellt, welches zur Analyse der N170-Komponente eingesetzt werden kann.

3.1.3 Wiederholungssuppression

Definition. Werden Reize wiederholt präsentiert, kann es zu einer Abschwächung der neuronalen Antwort kommen, die als Wiederholungssuppression (WS; engl. *repetition suppression*) bezeichnet wird (Grill-Spector et al., 2006). Synonyme Begriffe für WS sind u. a. neuronale Adaptation (Feuerriegel et al., 2015; Vogels, 2016), Habituation (Maurer et al., 2008) oder Wiederholungspriming (Walther et al., 2013).

Messverfahren. Für die Untersuchung von WS-Effekten werden vor allem fMRT, EEG und MEG eingesetzt. Beim fMRT wird die sogenannte BOLD-Antwort (*Blood-Oxygen-Level-Dependent*) gemessen, welche Änderungen der Blutoxygenierung als indirekten Indikator neuronaler Aktivität widerspiegelt (vgl. Arthurs & Boniface, 2002; Logothetis et al., 2001; Nair, 2005). WS manifestiert sich dabei als reduzierte BOLD-Antwort bei wiederholter Präsentation identischer oder ähnlicher Stimuli, ein Phänomen, das in diesem Zusammenhang häufig als fMRT-Adaptation bezeichnet wird (Grill-Spector et al., 2006; z. B. Grill-Spector & Malach, 2001; Krekelberg et al., 2006; Weiner et al., 2010). Aufgrund ihrer hohen räumlichen Auflösung eignet sich die fMRT besonders zur Lokalisierung von WS-Effekten in funktionell spezialisierten kortikalen Arealen (Grill-Spector et al., 2006; R. N. A. Henson, 2003).

In EEG-Untersuchungen in Verbindung mit EKPs zeigt sich der WS-Effekt typischerweise als Abnahme der Amplitude oder Verkürzung der Latenz bestimmter EKP-Komponenten nach wiederholter Präsentation identischer oder ähnlicher Stimuli (R. N. Henson et al., 2004; Rugg & Doyle, 1994). Mit EEG lassen sich WS-Effekte komponentenspezifisch analysieren, beispielsweise mit der P1/N1 für frühe visuelle Verarbeitung, mit der N170 für Gesichter oder Wörter oder mit der N400 für semantische Repetitionseffekte (Bentin et al., 1999; Kutas & Federmeier, 2011; Song et al., 2024). Aufgrund der hohen zeitlichen Auflösung eignet sich EEG besonders, um die zeitliche Dynamik neuronaler WS zu untersuchen (Friedman & Johnson, 2000).

Obwohl MEG seltener als EEG oder fMRT zur Untersuchung von WS eingesetzt wird, bleibt sie dennoch ein wichtiges Verfahren. WS-Effekte zeigen sich im MEG typischerweise als Abnahme der Feldstärke bei wiederholter Präsentation identischer oder ähnlicher Stimuli (vgl. Recasens et al., 2015; Sauer et al., 2020). Im Vergleich zur EEG bietet die MEG eine ähnlich

hohe zeitliche Auflösung, jedoch eine präzisere Quelllokalisierung. Dies liegt daran, dass magnetische Felder weniger durch das Schädel- und Gewebevolumen verzerrt werden, wodurch kortikale Quellen genauer rekonstruiert werden können. Gleichzeitig ist MEG kostenintensiver und aufwändiger in der Durchführung (Jäncke, 2024; Krauss, 2023). Für die Untersuchung von WS-Effekten ist MEG besonders geeignet, wenn zeitlich hochaufgelöste und gleichzeitig räumlich lokalisiert neuronale Prozesse erfasst werden sollen (Recasens et al., 2015).

Untersuchungsdesigns. Verschiedene Untersuchungsdesigns können zur Erfassung von WS eingesetzt werden, von denen einige wichtige exemplarisch vorgestellt werden (vgl. Feuerriegel, 2016). In *Within-trial repetition designs* werden zwei aufeinanderfolgende Stimuli in einer zeitlichen Abfolge präsentiert, wobei der zuerst dargebotene Adapterstimulus (S1) und der nachfolgende Teststimulus (S2) durch ein Interstimulusintervall (ISI) getrennt sind. Der Vorteil dieses Designs liegt in der Möglichkeit, den zeitlichen Verlauf der neuronalen Antwort auf den Stimulus zu schätzen. Zu den *Within-trial repetition designs* gehören *Same-different designs* sowie kategoriale und parametrische Wiederholungsdesigns. In *Same-different designs* wird die neuronale Antwort auf den S2 in Abhängigkeit davon untersucht, ob der S1 mit dem S2 identisch oder unterschiedlich ist. Kategoriale und parametrische Wiederholungsdesigns ermöglichen die Untersuchung adaptionsbedingter Veränderungen in Bezug auf Stimulusmerkmale. Sie lassen sich in drei Hauptkategorien unterteilen, die sich hinsichtlich der systematischen Variation oder Konstanzhaltung von S1 und S2 unterscheiden: Adapter-Level-Designs, Test-Level-Designs und vollständig faktorielle Designs. Letztere kombinieren dabei systematisch alle Adapter- und Teststimuli und bieten den besonderen Vorteil, dass die Reizselektivität sowohl vor der Adaptation (mit S1) als auch nach der Adaptation (mit S2) untersucht werden kann, um wiederholungsbedingte Veränderungen der neuronalen Abstimmung zu erfassen (vgl. De Baene & Vogels, 2010; Verhoef et al., 2008). Gleichzeitig werden reizspezifische Erwartungen an die Testreize über die Bedingungen hinweg kontrolliert (Feuerriegel, 2016).

Blockdesigns, bei denen Stimuli innerhalb eines Blocks wiederholt werden bieten insbesondere in fMRT-Experimenten eine höhere Sensitivität für die Detektion von Effekten als ereigniskorrelierte Designs, ermöglichen jedoch keine genaue Abschätzung der zeitlichen Entwicklung von Wiederholungseffekten während der stimulusinduzierten Reaktion (vgl. Liu et al., 2001). Wiederholungsdesigns über mehrere Durchgänge hinweg (*Across-trial repetition*

designs) umfassen einzelne Trials mit Stimuli, die durch lange ISIs voneinander getrennt sind. Sie eignen sich besonders für die Analyse ereigniskorrelierter fMRT-Experimente. Einige Designs manipulieren zusätzlich die Erwartung eines Stimulus (*Stimulus expectation manipulation designs*), indem Blöcke mit hoher und niedriger Wahrscheinlichkeit für die Wiederholung bestimmter Stimulusbedingungen eingesetzt werden (vgl. Summerfield et al., 2008). In klassischen Oddball-Designs wird derselbe Stimulus in mindestens zwei Kontexten präsentiert, wobei die Reaktionen auf den Zielstimulus über alle Stimulusbedingungen hinweg für Standard- und abweichende Kontexte gemittelt werden. Häufig wird als dritter Kontext die Auftretenswahrscheinlichkeit der Stimuli manipuliert (Feuerriegel, 2016). Bei *Delayed match-to-sample designs* entsteht zwischen einem Beispielstimulus und einem nachfolgenden Teststimulus eine Verzögerung, die durch eine variable Anzahl intervenierender abweichender Stimuli erzeugt wird (vgl. E. Miller et al., 1993; E. K. Miller & Desimone, 1994).

Zeitverlauf. Zur Beschreibung der zeitlichen Dynamik von WS wird in der Literatur häufig implizit zwischen frühen, mittleren und längerfristigen Effekten unterschieden (Grill-Spector et al., 2006; R. N. A. Henson, 2003). Der zeitliche Verlauf der WS variiert dabei in Abhängigkeit vom eingesetzten Messverfahren, der Komplexität des Stimulusmaterials (einfache vs. komplexe Reize), der verarbeiteten Modalität (z. B. visuell, auditiv oder semantisch) sowie der Anzahl und zeitlichen Struktur der Reizwiederholungen (Grill-Spector et al., 2006). Insbesondere scheint der zeitliche Abstand zwischen den Reizwiederholungen (ISI; in einigen Arbeiten auch *repetition lag*) die Stärke und den Charakter von WS zu beeinflussen (Fritsche et al., 2020; R. N. Henson et al., 2004; Kuehl et al., 2013). Unabhängig davon zeigen Arbeiten, dass Erwartungen und Vorhersagen über wiederholte Reize den zeitlichen Verlauf und die Stärke der WS maßgeblich modulieren können (Summerfield et al., 2008).

WS tritt bereits in frühen sensorischen Verarbeitungsstufen auf und zeigt sich typischerweise bis circa 200 ms nach Stimuluspräsentation. In EEG-Studien finden sich diese Effekte vor allem in den Komponenten P1/N1 (frühe visuelle Verarbeitung) und N170 (z. B. Gesichter oder Wörter; Bentin et al., 1996; Maurer et al., 2008). Spätere Effekte treten im Zeitfenster von etwa 200 ms bis einige Sekunden nach Stimuluspräsentation auf, beispielsweise in der N400-Komponente (Zeitbereich 300-500 ms), welche mit semantischer Verarbeitung assoziiert ist (Kutas & Federmeier, 2011). In fMRT-Studien zeigt sich WS als reduzierte BOLD-Antwort, deren Maximum typischerweise 4-6 Sekunden nach Stimuluspräsentation erreicht

wird und danach allmählich wieder abnimmt (Grill-Spector et al., 2006; Logothetis et al., 2001). Trotz der langsamen BOLD-Dynamik erlaubt die fMRT-Untersuchung, Wiederholungseffekte über längere Zeiträume – von mehreren Sekunden über Minuten bis zu Tagen – zu erfassen, was auf einen Übergang von kurzfristiger neuronaler Adaptation hin zu Gedächtnis- und Lerneffekten hinweist (R. Henson et al., 2000; R. N. Henson et al., 2004; Meister et al., 2007; van Turennout, 2003; Weiner et al., 2010).

Empirische Befunde. WS der N170-Komponente wurde in zahlreichen Studien nachgewiesen, unter anderem bei der Verarbeitung von Gesichtern (Caharel et al., 2009; Eimer et al., 2010), Objekten (Mercure et al., 2011), asiatischen Schriftzeichen (Cao, Jiang, Li, et al., 2014; Li et al., 2019; Zhou & Yan, 2018) und Buchstaben (Korinth et al., 2013; Wong et al., 2005). Für Wörter gibt es bislang jedoch keine eindeutigen Befunde zu N170-WS-Effekten (vgl. Maurer et al., 2008; Mercure et al., 2011).

Gesichter. Frühe Evidenz für WS-Effekte bei Gesichtern stammt aus fMRT-Studien (R. Henson et al., 2000, 2002; R. N. Henson et al., 2004; Ishai et al., 2004), aber auch in zahlreichen EEG-Untersuchungen wurden entsprechende Effekte berichtet. Häufig werden in diesem Zusammenhang WS-Effekte bei Objekten mituntersucht und nachgewiesen (z. B. Feuerriegel et al., 2015; Mercure et al., 2011). Eine Studie zur Untersuchung von N170-WS bei Gesichtern und Händen zeigte einen kategoriespezifischen WS-Effekt: die Präsentation der gleichen Stimulus-kategorie führte zu einer reduzierten Amplitude und erhöhten Latenz in der N170-EKP-Aktivität. Dies interpretierten die Autoren als formselektive Anpassung eines allgemeinen Mechanismus der visuellen Objektverarbeitung, dessen neuronale Auswirkungen sich in der N170-Komponente als Reaktion widerspiegeln (Kovács et al., 2006). Weitere Studien präsentierten Gesichter aus verschiedenen Blickwinkeln (frontal vs. gedreht) und zeigten auch bei veränderten Blickwinkeln bis 30 Grad Drehung rechtshemisphärische okzipito-temporale N170-WS-Effekte für gleiche versus ungleiche Gesichter (Caharel et al., 2009, 2015). Eimer et al. (2010, 2011) zeigten kategoriespezifische N170-WS-Effekte bei der Untersuchung der konfiguralen Gesichtsverarbeitung, bei welcher verschiedene Gesichtskategorien (aufrechte vs. invertierte Gesichter, Gesichter ohne Augen, nur Augen) und Häuser präsentiert wurden. Auch Mercure et al. (2011) wiesen kategoriespezifische N170-WS-Effekte für Gesichter und Autos nach. Im Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse einer Studie von Feuerriegel et al. (2015), in der keine kategoriespezifische N170-WS nachgewiesen werden konnte. Dabei wurden unter

Verwendung eines vollständig faktoriellen Designs Gesichter und Stühle mit systematischer Variation der S1-Dauer und des ISIs wiederholt präsentiert. Zwar zeigte sich, dass auf S1-Gesichter eine reduzierte N170-Antwort nach S2-Präsentation folgte, was zunächst als WS interpretiert werden könnte. Dieser Effekt trat jedoch sowohl bei S2-Gesichtern als auch bei S2-Stühlen auf, sodass nicht von einem WS-Effekt im Sinne einer Kategorie- oder Gesichtsspezifikation gesprochen werden kann. Der beobachtete Effekt scheint primär von der Kategorie des S1 abzuhängen, während die S2-Kategorie keinen systematischen Einfluss ausübt (Feuerriegel et al., 2015).

Schriftzeichen. Empirische Arbeiten zeigen konsistent N170-WS-Effekte für unterschiedliche Arten von Schriftzeichen (Cao et al., 2015; Cao, Jiang, Gaspar, et al., 2014; Fu et al., 2012; Li & Kovács, 2022; Zhang et al., 2021). So zeigte eine Studie kategoriespezifische N170-WS-Effekte für Gesichter und chinesische Schriftzeichen, wobei die dabei untersuchte Orientierung (aufrecht vs. umgekehrt) der Stimuli nur bei Gesichtern einen Einfluss auf den Effekt hatte. Dies wurde dahingehend interpretiert, dass verschiedene Neuronenpopulationen spezifisch auf aufrechte und invertierte Gesichter reagieren (Feng et al., 2013). Eine vergleichbare Studie untersuchte N170-WS bei Gesichtern und chinesischen Schriftzeichen mit Fokus auf die Erholungsgeschwindigkeit, operationalisiert über variable ISIs. Für beide Stimulusarten zeigte sich ein deutlicher WS-Effekt. Die N170-Erholung trat bei Gesichtern erst zwischen 1400-1800 ms auf, bei chinesischen Schriftzeichen bereits nach 600-800 ms. Die Befunde deuten darauf hin, dass die N170-Mechanismen für Gesichter und Schriftzeichen kategorienabhängige Erholungsdynamiken aufweisen (Li et al., 2019). Robuste WS-Effekte für chinesische Wortpaare wurden in einer Studie über mehrere Zeitfenster hinweg nachgewiesen, also nicht ausschließlich für die N170-Komponente. Zusätzlich wurde die Erwartung des S2 moduliert. Die Erwartung eines bestimmten Stimulus hatte Einfluss auf den WS-Effekt, jedoch nur in späteren Phasen (ab etwa 300 ms). Diese Befunde sprechen für eine zeitlich gestufte Dynamik der WS bei chinesischen Schriftzeichen, mit frühen automatischen und späteren erwartungsabhängigen Prozessen (Song et al., 2024). Dass WS-Effekte nicht auf das chinesische Schriftsystem beschränkt sind, zeigten Maurer et al. (2024), die Wiederholungseffekte der N200-Komponente sowohl für chinesische Schriftzeichen als auch für koreanische Kontrollstimuli bei chinesischen Erstsprachlern berichten.

Buchstaben. Für die Buchstabenverarbeitung existieren bislang nur wenige Studien, die sich mit der N170-Komponente und WS befassen. In einer Studie wurden lateinische Buchstaben, chinesische Schriftzeichen und Pseudofonts in einer 1-*back*-Identitätsaufgabe bei englischsprachigen Monolingualen sowie chinesisch-englischen Bilingualen untersucht. Die N170-Amplitude war für orthografisch vertraute Schriftsysteme stärker ausgeprägt als für unbekannte Zeichen bzw. Pseudofonts: Monolinguale zeigten eine stärkere N170-Antwort auf lateinische Buchstaben, Bilinguale sowohl auf lateinische Buchstaben als auch auf chinesische Schriftzeichen. Obwohl diese Studie keinen direkten Bezug zum WS-Effekt herstellt, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass orthografische Expertise die frühe visuelle Verarbeitung von Buchstaben und Schriftzeichen moduliert, was sich in unterschiedlicher N170-Aktivität manifestiert (Wong et al., 2005). Korinth et al. (2013) untersuchten deutschsprachige Studierende, die in schnelle und langsame Leserinnen und Leser eingeteilt wurden, in einem visuellen Oddball-Paradigma, bei dem Einzelbuchstaben wiederholt präsentiert wurden. Ein N170-WS-Effekt zeigte sich ausschließlich bei schnellen Leserinnen und Lesern, nicht bei langsameren. Dabei trat die Anpassung nur in einem frühen Abschnitt der N170-Reaktion auf, was darauf hinweist, dass schnelle Leserinnen und Leser Buchstaben neuronal schneller und spezifischer verarbeiten. Die Ergebnisse legen nahe, dass die N170-Anpassung ein Marker für individuelle Unterschiede in der Lesefähigkeit sein könnte.

Wörter. In frühen Untersuchungen zur Wortverarbeitung wurde die mit der semantischen Verarbeitung assoziierte N400-Komponente analysiert. So wurde in einer Studie maskiertes Priming auf die N400-Komponente als Indikator automatischer Ausbreitungsaktivierung (*automatic spreading activation*) untersucht. Ziel war es zu prüfen, ob teilweise identifizierte maskierte englischsprachige Wörter durch Backward-Priming strategisches Priming fördern. Es wurde gezeigt, dass N400-Priming-Effekte zuverlässig durch unbewusst wahrgenommene maskierte Wörter erzielt werden können (Kiefer, 2002). Grainger et al. (2012) untersuchten WS-Effekte für niedrig- und hochfrequente englischsprachige Wörter mithilfe eines maskierten Priming-Paradigmas. In der Maskierungsaufgabe zeigten sich Wiederholungseffekte in der N250-Komponente für niedrigfrequente, jedoch nicht für hochfrequente Wörter. In der Aufgabe ohne Maskierung war dies anders: sowohl für niedrig-, als auch für hochfrequente Wörter zeigte sich ein Wiederholungseffekt in der N250-Komponente. Für die N400-Komponente zeigte sich dagegen für beide Bedingungen ein Wiederholungseffekt, welcher jeweils für hochfrequente Wörter stärker ausgeprägt war und den Peak früher erreichte. Diese

Ergebnisse lassen vermuten, dass wortbezogene WS-Effekte eher in einem etwas späteren Zeitfenster ab circa 200 ms nach Reizbeginn auftreten (Grainger et al., 2012).

Zur Untersuchung von N170-WS bei Wörtern existieren bislang wenige Studien. Insbesondere für deutsche Wörter liegen nach gegenwärtigem Kenntnisstand bislang keine entsprechenden Studien vor. In einigen Studien wurden N170-WS-Effekte für englische Wörter untersucht, jedoch blieben die Ergebnisse ohne einen Nachweis des Effekts (z. B. Maurer et al., 2008; Mercure et al., 2011). In einer Studie wurden englische Wörter und Gesichter unter Verwendung eines Blockparadigmas untersucht, wobei sich zwar ein kategoriespezifischer N170-WS-Effekt für Gesichter, aber nicht für Wörter zeigte (Maurer et al., 2008). In einer ähnlichen Untersuchung der N170-WS für Gesichter, Autos, Wörter und Nicht-Wörter in homogenen und gemischten Blöcken wurde ebenfalls kein WS-Effekt für Wörter gefunden (Mercure et al., 2011). Einen positiven Befund lieferten Cao et al. (2014), die erstmals einen wortbezogenen N170-WS-Effekt für englische Wörter nachweisen konnten. Sie untersuchten Gesichter, Wörter und chinesische Schriftzeichen mithilfe eines *Same-different* Designs mit kurzem ISI (200 ms) und zeigten N170-WS-Effekte für alle untersuchten Stimuli. Eine fMRT-Studie untersuchte WS im VWFA für deutsche Wörter und chinesische Schriftzeichen unter systematischer Manipulation der Wiederholungswahrscheinlichkeit ($P[\text{rep}]$). Die Teilnehmenden verfügten jeweils über Expertise oder keine Expertise für die entsprechenden orthografischen Stimuli. Die Ergebnisse zeigten, dass die Stärke der WS im VWFA durch die statistische Wiederholungswahrscheinlichkeit moduliert wurde. Dies war ausschließlich für Stimuli der Fall, für die eine Expertise bestand. Für nicht vertraute Schriftsysteme zeigte sich keine erwartungsabhängige Modulation der WS. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Modulation der WS im VWFA auf erfahrungsabhängigen Erwartungsmechanismen beruht und stabile, durch Expertise erworbene Repräsentationen voraussetzt (Li & Kovács, 2022).

Erklärungsansätze. In der Literatur werden WS-Effekte durch verschiedene Erklärungsmodelle beschrieben. Im Folgenden werden drei zentrale Modelle exemplarisch vorgestellt (vgl. Grill-Spector et al., 2006). Nach dem *Fatigue model* nimmt die Amplitude der neuronalen Antwort auf einen Auslösereiz infolge wiederholter Aktivierung ab (Grill-Spector et al., 2006; Grill-Spector & Malach, 2001; R. N. A. Henson, 2003). Neuronen, die initial auf einen Reiz reagieren, zeigen bei der Wiederholung desselben Reizes eine reduzierte Antwort, wodurch die mittlere Feuerrate der beteiligten Neuronenpopulation sinkt. Dabei wird angenommen, dass

das grundlegende Antwortmuster sowie das zeitliche Fenster der neuronalen Aktivität weitgehend erhalten bleiben. Als möglicher Mechanismus dieser Ermüdung wird eine Feuerratenadaptation diskutiert, bei der die Reduktion der neuronalen Antwort proportional zur Stärke der initialen Aktivierung ist (Avidan et al., 2002). Das *Sharpening model* postuliert eine reduzierte Anzahl von Neuronen, die auf den Stimulus reagieren (Desimone, 1996; Wiggs & Martin, 1998). Nur ein Teil der ursprünglich aktivierten Neuronen zeigt dabei eine WS. Es nimmt vor allem die Aktivität derjenigen Neuronen ab, die für die Identifikation des Reizes wenig relevant sind, während relevante Neuronen aktiv bleiben. Wiederholungsbedingte Veränderungen werden daher als lernabhängiger Prozess verstanden, bei dem neuronale Repräsentationen geschärft und sparsamer werden, was zu einer insgesamt geringeren Anzahl reagierender Neuronen führt (Grill-Spector et al., 2006). Das *Facilitation model* geht davon aus, dass sich die neuronale Verarbeitung durch eine verkürzte Latenz beziehungsweise Dauer der neuronalen Aktivität auszeichnet (Grill-Spector et al., 2006). Ein Beispiel ist das Akkumulationsmodell, nach welchem Reizinformationen bei Wiederholung schneller zusammengeführt werden (James & Gauthier, 2006).

Einflussfaktoren. Auftreten und Ausmaß der WS werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. So besteht beispielsweise die Annahme, dass WS verstärkt oder überhaupt auftritt, wenn eine hohe Expertise bzw. Erfahrung für die verarbeiteten Stimuli besteht (z. B. Expertise für Vögel, Tanaka & Curran, 2001). Auch die Erwartung gegenüber einem Stimulus beeinflusst das Ausmaß der WS. So zeigt eine fMRT-Studie, dass bei unerwarteten, d. h. unwahrscheinlichen Reizwiederholungen die WS geringer ausfällt als bei erwarteten Reizwiederholungen, bei denen ein stärkerer WS-Effekt beobachtet wird (Summerfield et al., 2008). Verschiedene Studien legen nahe, dass die Zugehörigkeit eines Reizes zu einer spezifischen Stimuluskategorie (z. B. Gesichter, Objekte oder Wörter) als ein zentraler Faktor für das Auftreten und das Ausmaß der WS gilt (Feng et al., 2013; Kovács et al., 2006; Maurer et al., 2008). Andere Arbeiten zeigen jedoch, dass N170-WS unabhängig von der Stimuluskategorie auftreten kann (Feuerriegel et al., 2015; Nemrodov & Itier, 2012).

Zusammenfassung. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass N170-WS-Effekte für unterschiedliche Stimulusklassen nachgewiesen wurden. Die zugrundeliegenden Untersuchungsdesigns sowie die experimentellen Manipulationen variieren dabei in Abhängigkeit vom jeweiligen Forschungsschwerpunkt. Hinsichtlich orthografischer Stimuli, insbesondere

deutscher Wörter, ist die empirische Befundlage bislang begrenzt. Einzelne Studien liefern Hinweise darauf, dass unter spezifischen experimentellen Bedingungen ein WS-Effekt für Wörter beobachtet werden kann (vgl. Cao, Jiang, Li, et al., 2014) und potenziell für deutsche Wörter nachweisbar ist (vgl. Li & Kovács, 2022). Für die Untersuchung von N170-WS deutscher Wörter eignet sich ein vollständig faktorielles Design, da die systematische Kombination aller Adapter- und Teststimuli die Analyse von Interaktionen zwischen S1 und S2 erlaubt. Weiterhin ermöglicht dieses Vorgehen eine differenzierte Analyse der zeitlichen Dynamik der neuronalen Antwort auf den Teststimulus (vgl. Feuerriegel, 2016; Feuerriegel et al., 2015).

3.2 Studie 6: Untersuchung der neuronalen Wortverarbeitung

Die vorliegende empirische Untersuchung baut auf den zuvor dargestellten theoretischen Grundlagen auf und soll die bislang unzureichend erforschten Aspekte des N170-WS-Effekts untersuchen. Da für einen wortbezogenen N170-WS-Effekt insgesamt nur begrenzte Evidenz vorliegt und nach aktuellem Kenntnisstand empirische Befunde für deutsche Wörter vollständig fehlen, wird im Folgenden die Studie präsentiert, die diese Forschungslücke adressiert.

3.2.1 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, zu untersuchen, ob bei normgerecht lesenden Erwachsenen nach wiederholter Präsentation deutscher Wörter ein N170-WS-Effekt auftritt und von welchen spezifischen experimentellen Bedingungen dieser abhängt. Dazu wird ein vollständig faktorielles Design eingesetzt, das variierende S1-Präsentationsdauern und unterschiedliche ISIs umfasst (vgl. Feuerriegel, 2016; Feuerriegel et al., 2015). Die Studie leistet damit einen Beitrag zur Grundlagenforschung zur neuronalen Verarbeitung deutscher Wörter.

Gestützt auf die bestehende Forschungslage wird die Hypothese aufgestellt, dass ein N170-WS für deutsche Wörter nachgewiesen wird. Explorativ wird zudem untersucht, inwieweit dieser Effekt von der S1-Präsentationsdauer und dem ISI beeinflusst wird und ob Hemisphären-Effekte deutlich werden. Da es sich um eine explorative Analyse handelt, werden hierfür keine formalen Hypothesen aufgestellt.

3.2.2 Methode

Die Untersuchung wurde vom Ethikrat der Otto-Friedrich-Universität Bamberg befürwortet (Antrag: 2024-02/09) und in Übereinstimmung mit den ethischen Prinzipien der Deklaration von Helsinki (World Medical Association, 2001) durchgeführt.

Stichprobe. Zur Bestimmung der erforderlichen Stichprobengröße wurde eine a-priori Poweranalyse mit G*Power (Version 3.1.9.7; Faul et al., 2009) durchgeführt. Unter Annahme eines Signifikanzniveaus von $\alpha = .05$, einer angestrebten Teststärke von $1-\beta = .95$ sowie einer erwarteten mittleren Effektgröße ergab sich eine erforderliche Stichprobengröße von $N = 31$. Um mögliche Ausschlüsse aufgrund unvollständiger Datensätze oder unzureichender Datenqualität zu berücksichtigen, wurde angestrebt, bis zu 45 Personen zu rekrutieren. Die Teilnehmenden wurden über interne Verteilerlisten und Aushänge an der Universität Bamberg angeworben. Für ihre Teilnahme erhielten die Teilnehmenden Versuchspersonenstunden. An der Studie nahmen insgesamt 45 Erwachsene teil. Eine Person wurde nach Artefakteliminierung von der Analyse ausgeschlossen, zwei Personen wegen neurologischer Krankheiten. Die finale Stichprobe bestand aus 42 Personen (31 weiblich, Alter $M = 22.43$ J., $SD = 4.42$ J., Spanne: 18-40 J.). Alle Teilnehmenden sprachen Deutsch als Erstsprache, waren normalhörend und hatten eine normale oder korrigierte Sehfähigkeit.

Stimulusmaterial. Das Stimulusmaterial bestand aus 50 Gesichtsbildern in Graustufen sowie 50 deutschen Wörtern. Jeweils 25 männliche und weibliche Gesichter mit neutralem Ausdruck wurden der *Karolinska Directed Emotional Faces* Datenbank (Lundqvist et al., 1998) entnommen und so bearbeitet, dass ovale Gesichtsausschnitte ohne Haare und Ohren zu sehen waren. Gesichtsbilder als S1-Stimulus hatten eine Größe von 5.5 x 3.0 cm (5.25 x 4.86° Sehwinkel). Zusätzlich wurden jeweils 25 ein- und zweisilbige häufige deutsche Wörter aus der delexDB-Datenbank (Heister et al., 2011) ausgewählt. Dabei handelte es sich um Nomen mit drei bis acht Buchstaben und maximal 50 orthografischen Nachbarn (Coltheart et al., 1977). Die Schriftart der Wörter war „Arial“, die Schriftfarbe hellgrau (RGB: 250, 250, 250) und die Schriftgröße betrug 42 (für S1-Wörter). Um retinale Persistenzeffekte zu minimieren, waren S2-Stimuli (Gesichter & Wörter) 5 % größer als S1-Stimuli (analog Feuerriegel et al., 2015). Die Stimuli wurden auf dunkelgrauem Hintergrund (RGB: 88, 88, 88) präsentiert. Targets wur-

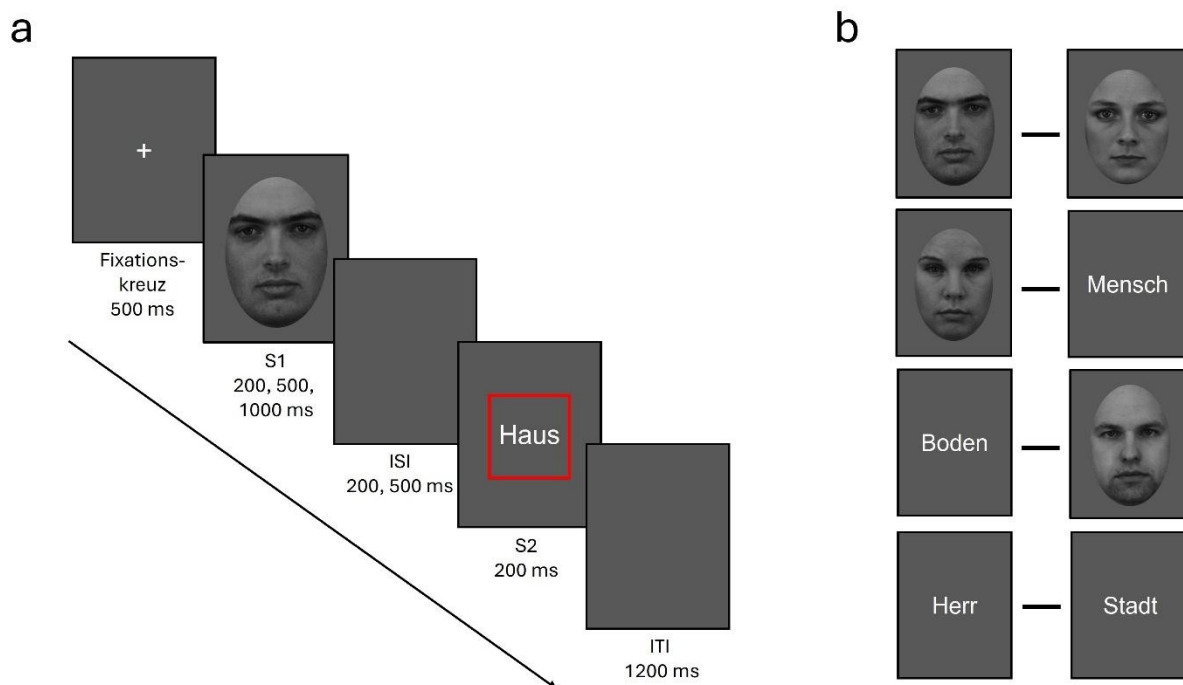
den durch ein rotes Rechteck an S1- oder S2-Stimuli markiert (analog Eimer et al., 2010; Feuerriegel et al., 2015) und waren gleichermaßen über alle Bedingungen an S1 und S2 sowie auf Gesichter und Wörter verteilt. Die Stimuli wurden mit der Presentation® Software (Version 23.0, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, www.neurobs.com) präsentiert. Reaktionen der Teilnehmenden wurden mit einer 4-Knopf-Tastatur von Cedrus RB 830 (www.cedrus.com) aufgezeichnet.

Versuchsablauf. Zu Beginn wurden das Einverständnis eingeholt und die demographischen Daten erfasst. Danach wurden den Teilnehmenden die EEG-Haube aufgesetzt und die Elektroden angesteckt. Während des Experiments saßen die Teilnehmenden in einer abgeschirmten Kabine. Das Experiment wurde auf einem 24-Zoll-Monitor präsentiert, der in 60 cm Entfernung stand. Das Experiment bestand aus acht Blöcken mit je 264 Trials (240 Standard- & 24 Target-Trials). In jedem Trial wurde zunächst ein Fixationskreuz für 500 ms präsentiert, gefolgt von einem S1 mit variierender Dauer (200 ms, 500 ms & 1000 ms), einem ISI mit variierender Dauer (200 ms & 500 ms) und einem S2 mit konstanter Dauer von 200 ms. Das Inter-Trial-Intervall (ITI) blieb konstant bei 1200 ms (Abbildung 11). Gesichter und Wörter wurden gleichverteilt an S1 und S2 präsentiert. Alle Stimuluskombinationen (Gesicht-Gesicht, Wort-Wort, Wort-Gesicht, Gesicht-Wort) wurden in den sechs verschiedenen Kombinationen von S1- und ISI-Dauer präsentiert. Daraus ergaben sich insgesamt 24 Bedingungen (4 Stimuluskombinationen x 3 S1-Dauern x 2 ISI-Dauern). Jedem Block wurden jeweils elf Trials einer Bedingung hinzugefügt (je 10 Standard-Trials & 1 Target-Trial). Die Trial-Reihenfolge sowie die Reihenfolge der Stimuli waren derart gestaltet, dass keine zwei gleichen Gesichter oder Wörter nacheinander auftauchten. Gesichter und Wörter wurden gleichermaßen an S1, S2 und insgesamt über die verschiedenen Blöcke und das gesamte Experiment verteilt. In jedem Block wurde die gleiche Anzahl Trials jeder Kombination von S1- und ISI-Dauer berücksichtigt. Die Teilnehmenden wurden instruiert, so schnell und akkurat wie möglich die linke bzw. rechte Taste der Antwort-Box bei Erscheinen des S2-Stimulus zu drücken, wenn entweder der S1- oder der S2-Stimulus ein rotes Rechteck enthielten. Die Aufgabe diente der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit. Linke und rechte Antwort-Tasten waren über die Teilnehmenden ausgeglichen. Weiterhin wurden die Teilnehmenden instruiert, nur bei Erscheinen des Fixationskreuzes zu blinzeln. Präsentierte Wörter sollten leise im Kopf gelesen werden. Vor Beginn des Experiments wurde ein Übungsblock mit 24 Trials (1 Trial jeder Bedingung, insgesamt 8 Target-Trials) durchgeführt. Nach Beendigung des Experiments wurden die Teilnehmenden gebeten,

gelesene Wörter zu erinnern und auf einem Blatt Papier aufzuschreiben. Anschließend wurde den Teilnehmenden die Haube mit Elektroden abgenommen und Material zum Säubern der Haare bereitgestellt. Die Dauer des Experiments betrug rund zwei Stunden, die Gesamtdauer inklusive Vor- und Nachbereitung etwa dreieinhalb Stunden. Zum Schluss erfolgte die Gut-schrift von Versuchspersonenstunden und Teilnehmende wurden verabschiedet.

Abbildung 11

Darstellung des experimentellen Paradigmas und Überblick über die Stimulusbedingungen



Anmerkung. Die linke Abbildung (a) zeigt schematisch den Ablauf des experimentellen Paradigmas mit Target an S2. Die rechte Abbildung (b) gibt einen Überblick über alle Stimulusbedingungen mit schematischer Darstellung verwendeter Gesichter und Wörter.

Datenverarbeitung. Für die EEG-Aufzeichnung wurden eine EEG-Haube der Firma Easycap (Easycap GmbH, Herrsching, Germany) sowie gesinterte Ag/AgCl-Elektroden verwendet. Die berücksichtigten Elektrodenpositionen (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC5, FCZ, FC6, T7, C3, Cz, C4, T8, CP5, CP1, CP2, CP6, P7, P3, Pz, P4, P8, O1, O2) waren gemäß dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958) angeordnet. Die Ground-Elektrode befand sich mittig-frontal an Position AFz. Als Referenzelektroden dienten das linke (LM) und rechte Mastoid (RM) sowie eine Nasenelektrode. Horizontale Augenbewegungen wurden mit je einer Elektrode (HEOG rechts, HEOG links) an den äußeren Canthi, vertikale Augenbewegungen mit einer Elektrode

(VEOG) unter dem rechten Auge erfasst. Alle Elektrodenimpedanzen wurden unter 20 k Ω gehalten. Die elektrophysiologischen Signale wurden online mit einem Bandpass-Filter von 0.1 bis 70 Hz sowie einem Notch-Filter bei 50 Hz verarbeitet und mit einer Sampling-Rate von 250 Hz digitalisiert. Die Daten wurden zur offline-Analyse auf einer Festplatte gespeichert. Für die Aufzeichnung wurde ein 32-Kanal BrainAmp DC-Verstärker sowie die BrainVision Recorder-Software (www.brainproducts.com) verwendet.

Datenanalyse. Die EEG-Daten wurden offline mit der BrainVision Analyzer-Software (www.brainproducts.com) analysiert. Aus dem kontinuierlichen EEG-Signal wurden für alle S2-Stimuli Segmente mit einer Länge von 800 ms (-100 ms bis 700 ms relativ zum S2-Onset) extrahiert. Target-Trials sowie alle Reaktionen durch Tastendruck, die innerhalb dieses Zeitfensters lagen, wurden dabei ausgeschlossen. Als Baseline diente ein Zeitfenster von 100 ms (-100 ms bis 0 ms relativ zum S2-Onset). Zur Entfernung artefaktbedingter Aktivität wurde eine automatische Artefakteliminierung (*artifact rejection*) durchgeführt: Segmente, die im Zeitfenster von 400 ms (-200 ms bis 200 ms relativ zum S2-Onset) eine maximale Spannungsänderung von mehr als 20 μ V/ms oder bei denen die Signalamplitude den Bereich von -80 μ V bis +80 μ V überschritt, wurden dabei eliminiert. Einzelne Teilnehmende wurden von der Analyse ausgeschlossen, wenn während der Artefakteliminierung mehr als Zweidrittel der Trials zurückgewiesen wurden.

Für die EKP-Analyse wurden mittels *Peak Detection*-Funktion die Peak-Amplituden ($\pm$ 2 Datenpunkte relativ zum Peak) ermittelt (BrainVision Analyzer, www.brainproducts.com). EKPs wurden durch Messungen der mittleren Peak-Amplitude für jede S2-Bedingung quantifiziert (Tabelle 62). Grand Averages wurden für verschiedene experimentelle Bedingungen (S1 vs. S2, ISI 200 vs. 500 ms, S1-Dauer 200 vs. 500 vs. 1000 ms) erstellt.

Tabelle 62

Übersicht der Komponenten, Elektroden und Zeitfenster für die Ermittlung der mittleren Peak-Amplituden

Komponente	Elektroden	Zeitfenster
P1	O1, O2, P7, P8	50-120 ms
N170	P7, P8	120-200 ms
P2	O1, O2, P7, P8	180-280 ms

Anmerkung. Elektroden und Zeitfenster wurden nach visueller Überprüfung der Amplituden auf Subjektebene festgelegt.

In die statistische Analyse wurden ausschließlich EKPs eingeschlossen, die als neuronale Antworten auf S2-Stimuli erfolgten (S2-evozierte EKPs), da diese die entscheidenden Stimulusbedingungen zur Ermittlung des WS-Effekts darstellten. Die EKP-Daten wurden separat für die N170- und P2-Komponente unter Berücksichtigung der Peak-Amplituden mit einer fünf-faktoriellen ANOVA mit Messwiederholungen ausgewertet. Die Faktoren waren: 1. S1 (Gesicht vs. Wort), 2. S2 (Gesicht vs. Wort), 3. S1-DAUER (200 vs. 500 vs. 1000 ms), 4. ISI (200 vs. 500 ms) und 5. HEMISPHERE (links [P7] vs. rechts [P8]) für die N170-Komponente sowie ELEKTRODE (P7, P8, O1, O2) für die P2-Komponente. Nachfolgende ANOVAs und t-Tests wurden berechnet, um aufgedeckte Effekte zu spezifizieren. Für die hypothesengeleitete Analyse der N170-Komponente wurden primär Interaktionseffekte zwischen den Faktoren S1 und S2 sowie deren Interaktionen mit weiteren Faktoren untersucht, da diese theoretisch begründet im Zentrum der Forschungsfrage standen. Bei Vorliegen signifikanter Interaktionen wurden jeweils die Interaktionen höchster Ordnung interpretiert, da diese die darunterliegenden Effekte einschließen. Darüber hinaus wurden die Komponenten P1 und P2 explorativ analysiert, um mögliche Unterschiede in früher und später visueller Verarbeitung zu kontrollieren. Nach visueller Inspektion der Grand-Average-Wellenformen wurde auf eine statistische Analyse der P1-Komponente verzichtet. Weiterhin wurden zur Kontrolle potenzieller Einflüsse die Faktoren S1-DAUER, ISI und HEMISPHERE bzw. ELEKTRODE in die Analysen aufgenommen, ohne dass hierfür spezifische Hypothesen formuliert wurden. Die Analyse weiterer Interaktionen diente der Modellvollständigkeit und wird daher in dieser Arbeit nicht vertieft. Um das Alpha-Fehler-Risiko bei multiplen Testen zu minimieren, wurde die Benjamini-Hochberg-Korrektur (Benjamini & Hochberg, 1995) angewandt. Bei nicht vorhandener Sphärizität kam gemäß Girden (1992) die Greenhouse-Geisser-Korrektur (bei $\epsilon < .75$) oder die Huynh-Feldt-Korrektur ($\epsilon > .75$) zur Anwendung. Für die Auswertung der Verhaltensdaten wurde die mittlere Reaktionszeit der Antworten ermittelt. Weiterhin wurde die durchschnittliche und prozentuale Anzahl korrekter, falscher und ausgelassener Antworten sowie korrekt und falsch erinnelter Wörter berechnet. Die statistischen Analysen wurden mit *IBM SPSS Statistics* (Version 30.0) durchgeführt.

3.2.3 Ergebnisse

Verhaltensdaten. Die durchschnittliche Reaktionszeit des Antwortverhaltens betrug $M = 257$ ms ($SD = 69$ ms). Circa 90 % der Antworten ($M = 172.54$, $SD = 17.53$) waren korrekt

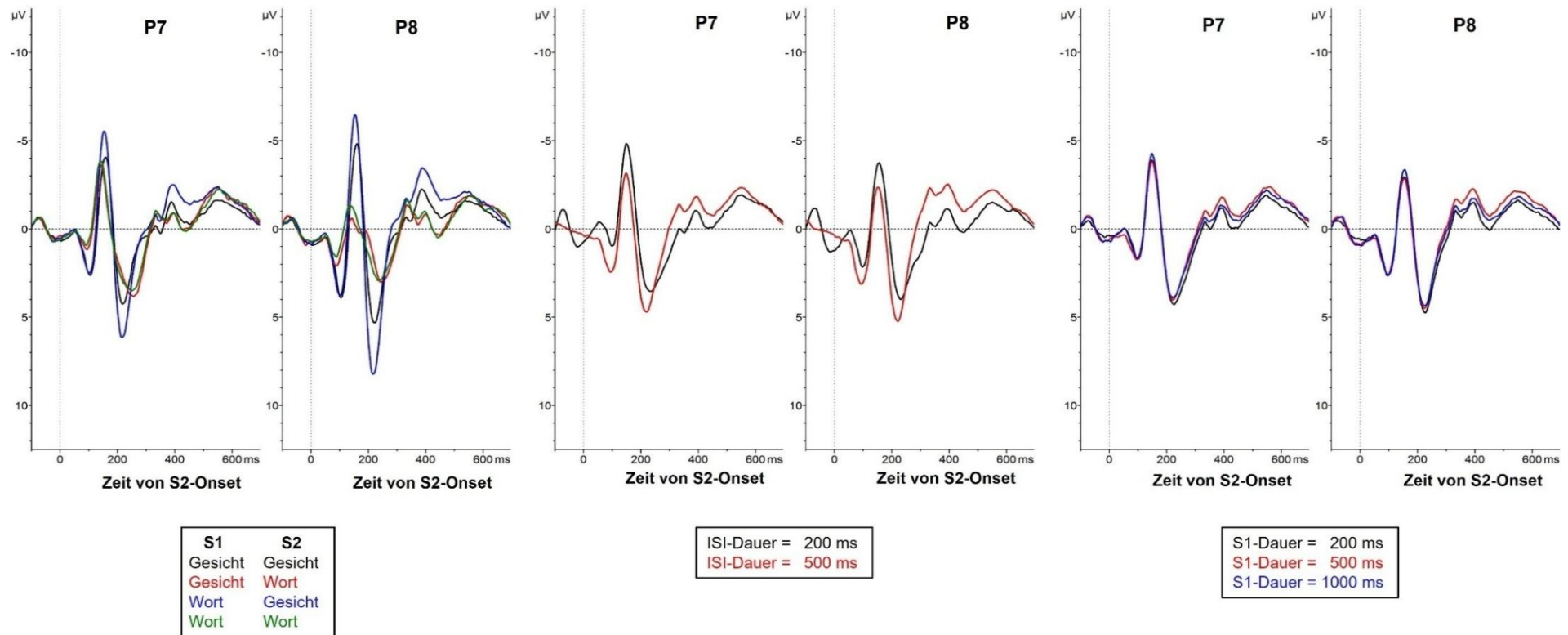
(Tastendruck nach Target) bei rund 10 % Auslassungen (kein Tastendruck nach Target; $M = 19.32$, $SD = 17.62$) und einer geringen Anzahl (≈ 0.03 %) falscher Antworten (Tastendruck ohne Target; $M = .54$, $SD = .78$). Von den 50 präsentierten Wörtern wurden rund 20 % ($M = 9.78$, $SD = 6.30$) korrekt erinnert. Zusätzlich wurden Wörter wiedergegeben, die nicht präsentiert wurden ($M = 2.10$, $SD = 2.72$).

Ereigniskorrelierte Potenziale. Die S2-evozierten Grand Average Wellenformen an den Elektroden P7 und P8 sind in den Abbildungen 12-14 dargestellt. Sie zeigen eine charakteristische Positivität bei etwa 100 ms nach S2-Stimulusbeginn, gefolgt von einer Negativität um 170 ms sowie einer weiteren Positivität bei circa 200 ms. Insgesamt riefen Gesichter an S2 ausgeprägtere Wellenformen hervor als Wörter an S2. Bei Gesichtern an S2 zeigten sich insbesondere bei 170 ms und etwa 200 ms deutliche Unterschiede in Abhängigkeit vom vorausgehenden S1-Stimulus. So erzeugten S2-Gesichter nach S1-Gesichtern geringere Wellenformen als nach S1-Wörtern. Für S2-Wörter hingegen ließen sich, unabhängig vom vorangehenden S1-Stimulus, keine nennenswerten Unterschiede in den Wellenformen beobachten. Wörter an S2 riefen nach etwa 170 ms ausschließlich in der linken Hemisphäre (Elektrode P7) eine markante Wellenform hervor (Abbildung 12, rechts). Die Dauer des S1-Stimulus schien keinen wesentlichen Einfluss auf die S2-evozierten Wellenformen zu haben (Abbildung 12, links). Anders war dies beim ISI, bei welchem ein ISI von 200 ms ausgeprägtere Wellenformen zeigten als ein ISI von 500 ms (Abbildung 12, Mitte). Die Abbildungen 13 und 14 zeigen die gemittelten EEG-Wellenformen für S2-evozierte Gesichter und Wörter für die unterschiedlichen S1-Dauern und ISIs.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die topografischen Darstellungen der verschiedenen experimentellen Bedingungen. Abbildung 15 (von links nach rechts) zeigt, dass S2-Gesichter nach S1-Gesichtern („Gesicht – Gesicht“) eine Negativität mit beidseitig lateraler Topografie zeigten, während bei S2-Wörtern nach S1-Gesichtern („Gesicht – Wort“) die Negativität linksseitig lateral auftrat. Bei S2-Gesichtern nach S1-Wörtern („Wort – Gesicht“) lässt sich eine beidseitig lateral-okzipitale Negativität und für S2-Wörter nach S1-Wörtern („Wort – Wort“) eine linksseitig laterale bis okzipitale Negativität beobachten.

Abbildung 12

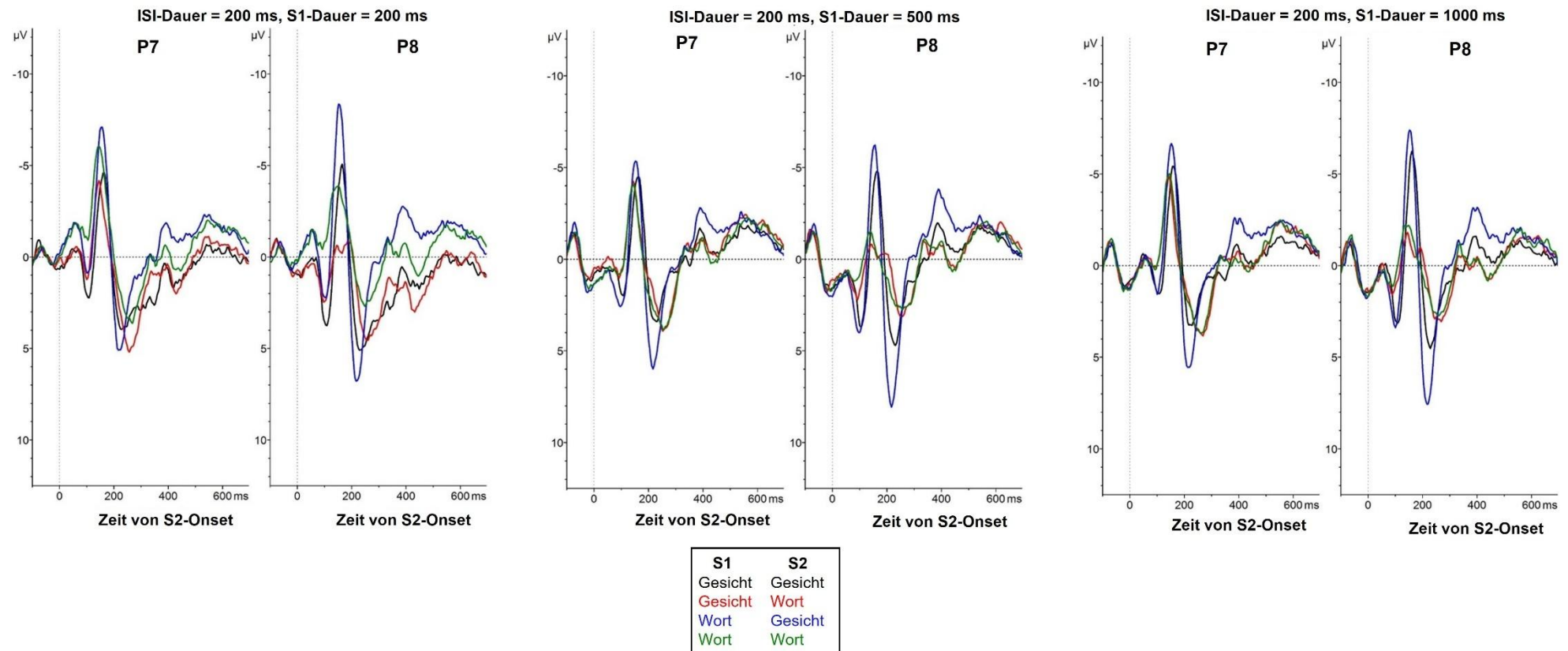
S2-evozierte Grand Average Wellenformen der Elektroden P7 und P8 für unterschiedliche experimentelle Parameter



Anmerkung. Grand Average Wellenformen als Reaktion auf S2-Stimuli; die dargestellten Mittelwerte wurden durch Mittelung über die Elektroden P7 und P8 ermittelt; die Wellenformen sind für die Stimuluskategorie (links), das ISI (Mitte) und die S1-Dauer (rechts) dargestellt. S1 = Adapterstimulus; S2 = Teststimulus; ISI = Interstimulusintervall.

Abbildung 13

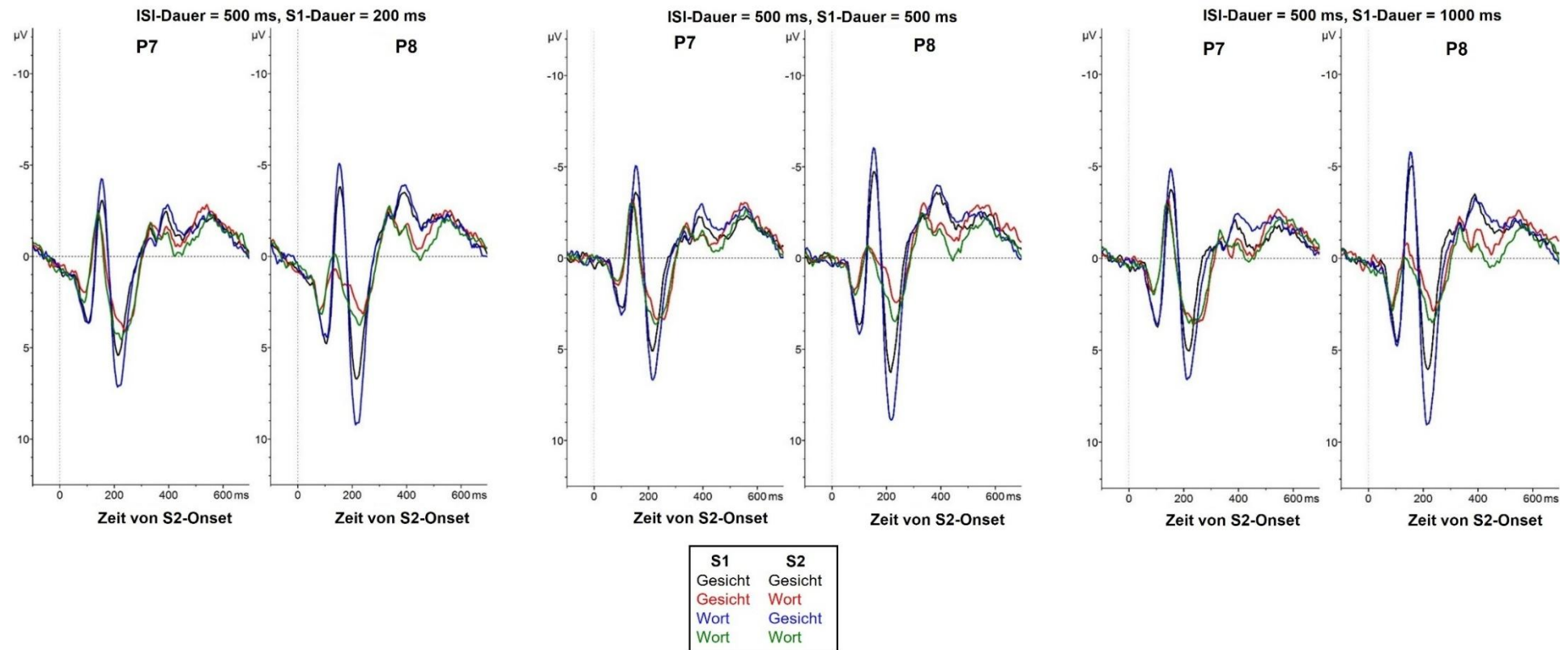
S2-evozierte Grand Average Wellenformen der Elektroden P7 und P8 für ein ISI von 200 ms



Anmerkung. Grand Average Wellenformen als Reaktion auf S2-Stimuli; die dargestellten Mittelwerte wurden durch Mittelung über die Elektroden P7 und P8 ermittelt; die Wellenformen sind für ein ISI von 200 ms dargestellt. S1 = Adapterstimulus; S2 = Teststimulus; ISI = Interstimulusintervall.

Abbildung 14

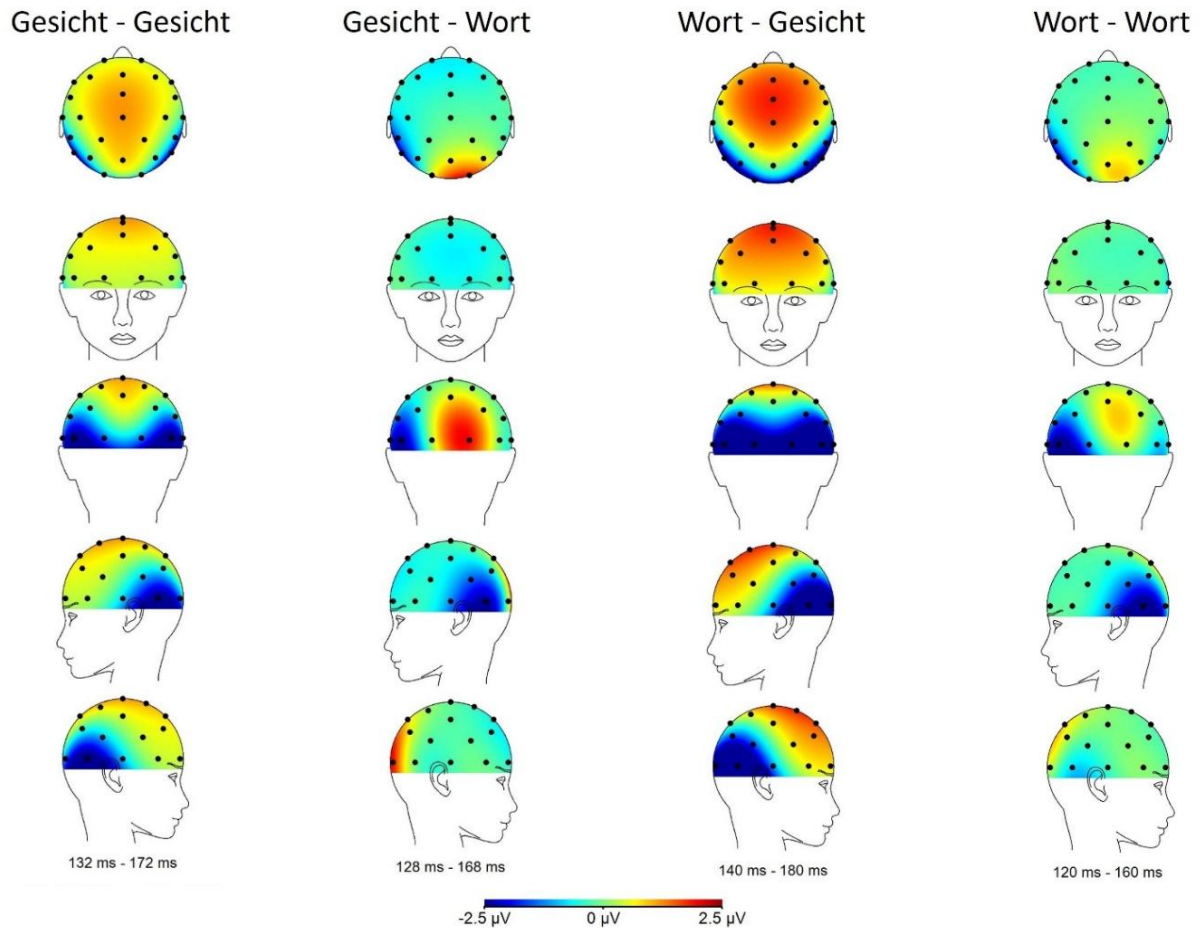
S2-evozierte Grand Average Wellenformen der Elektroden P7 und P8 für ein ISI von 500 ms



Anmerkung. Grand Average Wellenformen als Reaktion auf S2-Stimuli; die dargestellten Mittelwerte wurden durch Mittelung über die Elektroden P7 und P8 ermittelt; die Wellenformen sind für ein ISI von 500 ms dargestellt. S1 = Adapterstimulus; S2 = Teststimulus; ISI = Interstimulusintervall.

Abbildung 15

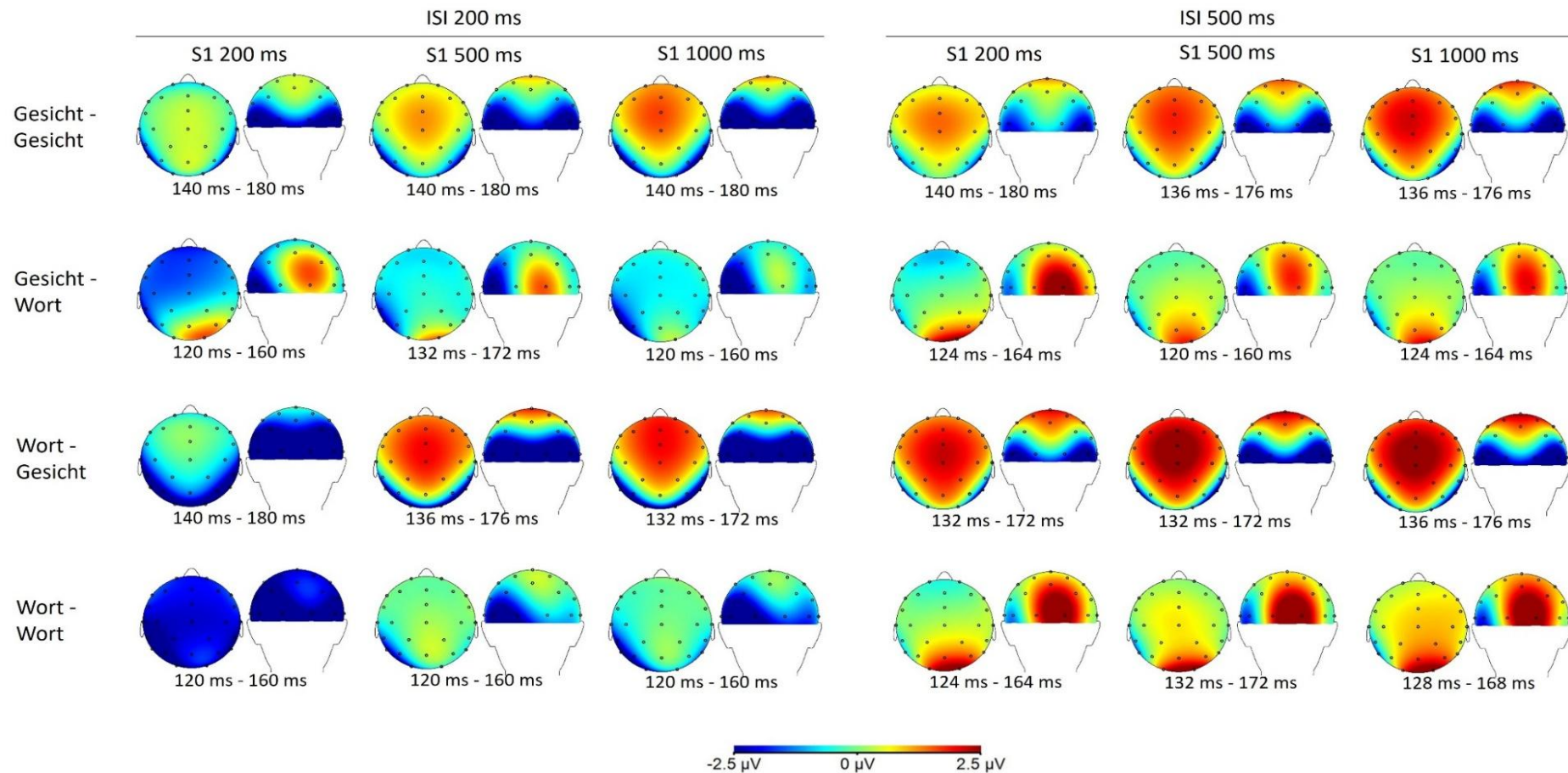
Topografische Darstellungen der ereigniskorrelierten Potenziale nach S2-Präsentation für die verschiedenen experimentellen Bedingungen



Anmerkung. Die Bedingungen (z. B. „Gesicht – Gesicht“) beziehen sich auf die Reihenfolge der Stimuluspräsentation (S1 – S2). Die Zeitfenster wurden für jede Bedingung nach Inspektion der Peak-Amplitude (± 20 ms) ausgewählt.

Abbildung 16

Topografische Darstellungen der ereigniskorrelierten Potenziale nach S2-Präsentation für jeden ISI in den experimentellen Bedingungen



Anmerkung. Die Bedingungen (z. B. „Gesicht - Gesicht“) beziehen sich auf die Reihenfolge der Stimuluspräsentation (S1 - S2). ISI-Dauer und S1-Dauer sind oberhalb der Topografien abgetragen. Die Zeitfenster wurden für jede Bedingung nach Inspektion der Peak-Amplitude (± 20 ms) ausgewählt.

Abbildung 16 zeigt die Topografien der experimentellen Bedingungen aufgeteilt nach ISI- und S1-Dauern. Höhere Negativität zeigte sich bei einem kurzen ISI von 200 ms im Vergleich zu 500 ms. Darüber hinaus führten Wörter an S1 zu erhöhter Negativität, insbesondere wenn S2-Wörter folgten, jedoch auch in geringerem Maße nach S2-Gesichtern.

N170-Komponente. Die N170-Komponente wurde mittels fünffaktorieller ANOVA untersucht. Der Fokus lag auf Interaktionen von S1 und S2, einschließlich ihrer Interaktionen mit den zusätzlichen Faktoren. Hierbei zeigte sich einzig die S1 x S2-Interaktion signifikant, $F(1, 41) = 29.88, p < .001, \eta_p^2 = .42$. Für die vollständigen Ergebnisse der ANOVA siehe Anhang C.

Weitere Analysen der Interaktion S1 x S2 wurden durchgeführt, um die visuell inspierten Unterschiede in den Grand Average Wellenformen (Abbildung 12, links) und damit einen möglichen WS-Effekt statistisch zu prüfen. Für diese Analyse wurden die Grand Averages der Elektroden P7 und P8 für die folgenden Stimulusbedingungen gemittelt: Wort-Gesicht (WG), Gesicht-Gesicht (GG), Gesicht-Wort (GW) und Wort-Wort (WW). Ein gepaarter t-Test der gemittelten EKP-Wellenformen für S2-Gesichter ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Bedingungen WG und GG, $t(41) = 9.60, p < .001, d = 1.08$, mit einer mittleren Differenz von 1.59 ($SD = 1.08$, 95 %-KI [1.26, 1.93]). Dabei war die Wellenform der Bedingung WG (Abbildung 12, links, blaue Kurve; $M = -6.79, SD = 3.09$) größer als die der Bedingung GG (Abbildung 12, links, schwarze Kurve; $M = -5.20, SD = 2.61$). Ein gepaarter t-Test der gemittelten EKP-Wellenformen zwischen den Bedingungen WW und GW ergab ebenfalls einen signifikanten Unterschied, $t(41) = -2.52, p = .02, d = 1.02$ mit einer mittleren Differenz von -0.39 ($SD = 1.02$, 95 %-KI [-.71, -.08]). Dabei war die Wellenform für Bedingung WW (Abbildung 12, links, grüne Kurve; $M = -3.52, SD = 2.72$) größer als die für Bedingung GW (Abbildung 12, links, rote Kurve; $M = -3.12, SD = 2.68$).

P2-Komponente. Analog zur N170-Analyse erfolgte die Untersuchung der P2-Komponente mittels fünf-faktorieller ANOVA mit Fokus auf S1 x S2-Interaktionen. Die ANOVA zeigte signifikante Effekte für die S1 x S2-Interaktion, $F(1, 40) = 64.18, p < .001, \eta_p^2 = .62$, für die S1 x S2 x ISI-Interaktion, $F(1, 40) = 16.64, p < .001, \eta_p^2 = .29$, für die S1 x S2 x ELEKTRODE-Interaktion, $F(2.13, 85.21) = 17.41, p < .001, \eta_p^2 = .30$ (Greenhouse-Geisser-korrigiert) sowie für die

S1 x S2 x ISI x ELEKTRODE-Interaktion, $F(3, 120) = 2.94$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .07$. Eine vollständige Ergebnisübersicht der ANOVA befindet sich im Anhang D.

Um den Einfluss des ISIs und der Elektroden auf die S1 x S2-Interaktion zu untersuchen, wurden acht zweifaktorielle ANOVAs mit den Faktoren S1 und S2 durchgeführt. Die Analysen erfolgten jeweils getrennt für die ISI-Bedingungen 200 ms und 500 ms sowie für die Elektroden P7, P8, O1 und O2. Wie aus Tabelle 63 ersichtlich wird, war nach Alpha-Fehler-Korrektur (Benjamini & Hochberg, 1995) für alle Vergleiche die S1 x S2-Interaktion signifikant. Anhang E zeigt die vollständigen Ergebnisse der einzelnen ANOVAs.

Tabelle 63

P2-Analyse: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) für verschiedene Interstimulusintervalle und Elektroden

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
S1 x S2 x ISI = 200 x Elek = P7	45.46***	1,41	.53
S1 x S2 x ISI = 200 x Elek = P8	134.33***	1,41	.77
S1 x S2 x ISI = 200 x Elek = O1	45.84***	1,41	.53
S1 x S2 x ISI = 200 x Elek = O2	58.87***	1,41	.59
S1 x S2 x ISI = 500 x Elek = P7	19.17***	1,41	.32
S1 x S2 x ISI = 500 x Elek = P8	35.52***	1,41	.46
S1 x S2 x ISI = 500 x Elek = O1	4.92*	1,41	.11
S1 x S2 x ISI = 500 x Elek = O2	23.81***	1,41	.37

Anmerkung. $N = 42$. Das Signifikanzniveau wurde Alpha-Fehler-korrigiert gem. Benjamini & Hochberg (1995). S1 = S1-Stimulus, S2 = S2-Stimulus, ISI = Interstimulusintervall, Elek = Elektrode.

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

3.2.4 Diskussion

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, einen potenziellen N170-WS-Effekt für deutsche Wörter bei normgerecht lesenden Erwachsenen zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden die EEG-Daten von 42 Erwachsenen erhoben, während diese eine Aufgabe zur Wort- und Gesichtswahrnehmung bearbeiteten. Den Teilnehmenden wurden jeweils zwei Stimuli (Gesicht bzw. Wort) in kurzer zeitlicher Abfolge präsentiert. Dabei wurde ein vollständig faktorielles Versuchsdesigns verwendet, sodass jede mögliche Kombination der Stimulusbedingungen (Gesicht-Gesicht, Gesicht-Wort, Wort-Wort, Wort-Gesicht) realisiert wurde. Entsprechend

den theoretischen Annahmen wurde das Auftreten eines N170-WS-Effekts für deutsche Wörter erwartet.

Die Grand-Average-Wellenformen an den Elektroden P7 und P8 zeigten die erwartete Charakteristik mit klar erkennbarer N170-Komponente, welche als etablierter Marker der frühen visuellen Verarbeitung von Gesichtern (z. B. Eimer et al., 2011) und Wörtern gilt (Bentin et al., 1999; Maurer, Brandeis, et al., 2005). Im Einklang mit früheren Ergebnissen (z. B. Eimer et al., 2010; Feuerriegel et al., 2015) zeigte sich in der vorliegenden Studie ein WS-Effekt der N170 für Gesichter: S2-Gesichter nach S1-Gesichtern erzeugten signifikant geringere Amplituden als S2-Gesichter nach S1-Wörtern. Die Effektstärke von $d = 1.08$ weist auf einen großen Effekt hin (J. Cohen, 1988). Im Gegensatz dazu erzeugten S2-Wörter nach S1-Wörtern keine geringeren, sondern signifikant größere Amplituden als S2-Wörter nach S1-Gesichtern. Auch dieser Effekt mit einer Effektstärke von $d = 1.02$ erweist sich als groß (J. Cohen, 1988). Entgegen der Hypothese konnte demnach ein N170-WS-Effekt für deutsche Wörter in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Die Stichprobe mit $N = 42$ übertraf die durch die a-priori Poweranalyse ermittelte Zielgröße, sodass von einer ausreichenden statistischen Teststärke ausgegangen werden kann. Vor diesem Hintergrund kann der gefundene Effekt als robust betrachtet werden, während die Abweichung von der Hypothese möglicherweise auf Unterschiede in der tatsächlichen Effektgröße oder auf unerwartete Einflussfaktoren zurückzuführen ist.

In früheren Untersuchungen von N170-WS-Effekten für englische Wörter, konnte ebenfalls kein Effekt nachgewiesen werden (Maurer et al., 2008; Mercure et al., 2011). Die entsprechenden Studien unterschieden sich allerdings im Versuchsdesign deutlich von der vorliegenden Untersuchung, weshalb diese nur eingeschränkt vergleichbar sind. Im Gegensatz dazu verwendeten Cao et al. (2014) ein ähnliches Paradigma (*Same-different design*) und zeigten erstmalig einen wortbezogenen N170-WS-Effekt für englische Wörter bei kurzen Zeitfenstern von 200 ms für S1, ISI und S2. Da das Design der vorliegenden Studie mehrere relevante Zeitfenster, einschließlich des von Cao et al. (2014) untersuchten Bereichs, erfasste, lässt sich das Ausbleiben des N170-WS-Effekts der aktuellen Studie nicht durch unterschiedliche zeitliche Verarbeitungsfenster erklären. Auch die unterschiedlichen Stimuli (englisch vs. deutsch; zweisilbig vs. ein- bis zweisilbig) stellen keine belastbare Erklärung dar: Die englische Sprache

gilt im Vergleich zum Deutschen als orthografisch komplexer, da sie mehr inkonsistente Graphem-Phonem-Entsprechungen sowie stärkere morphologische Einflüsse auf die Rechtschreibung aufweist (Seymour et al., 2003). Die Anzahl der Silben variierte zwischen den Studien nur gering und kann daher als vergleichbar angesehen werden. Das Auftreten des N170-WS-Effekts für deutsche Wörter wäre daher theoretisch zu erwarten gewesen.

Befunde von Li und Kovács (2022), die WS für deutsche Wörter zeigten, stützen diese Annahme. Zwar analysierten sie nicht N170-WS, sondern erfassten mittels fMRT die statistische Wahrscheinlichkeit für Stimuluswiederholungen. Weiterhin wiederholten sie nicht unterschiedliche, sondern identische Wörter, was einen potenziell relevanten methodischen Unterschied darstellt. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass deutsche Wörter möglicherweise eine WS hervorrufen können. Befunde aus Priming-Paradigmen stützen diese Annahme. Beim Wiederholungspriming desselben englischen Wortes zeigen sich reduzierte Amplituden im Vergleich zu Priming mit ähnlichen oder anderen Wörtern (Grainger & Holcomb, 2009; Holcomb & Grainger, 2006). Gleichzeitig weisen die Autoren darauf hin, dass höhere Amplituden in Bedingungen mit nur ähnlichen und anderen Wörtern möglicherweise eher eine Mismatch-Negativität widerspiegeln. Darüber hinaus treten die beobachteten Wiederholungseffekte in späteren Zeitfenstern (N250, N400) auf, die mit lexikalisch-semantischen Verarbeitungsprozessen assoziiert werden, was gegen eine Interpretation des Wiederholungseffekts als klassische WS spricht (Holcomb & Grainger, 2006). Die visuelle Dateninspektion der vorliegenden Studie gab keine Hinweise auf Wiederholungseffekte für Wörter in späteren negativen Latenzbereichen (N250, N400), weshalb es unwahrscheinlich ist, dass dieser Aspekt das Ausbleiben des N170-WS-Effekts deutscher Wörter erklärt. Weitere Befunde zur Untersuchung der N170-Komponente, bei der WS nicht berücksichtigt wurde, zeigen bei gering Literalisierten größere Amplituden für deutsche Wörter und Pseudowörter im Vergleich zu Symbolketten, was die Sensitivität für Wörter verdeutlicht (Boltzmann & Rüsseler, 2013).

Darüber hinaus weisen frühere Befunde darauf hin, dass die N170-Komponente sensitiv auf Variationen der S1-Präsentationsdauer und des ISIs reagiert (Feuerriegel et al., 2015). Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Studie explorativ untersucht, ob sich diese Sensitivität auch bei deutschen Wörtern nachweisen lässt. Die Überprüfung weiterer Einflussfaktoren (S1-Präsentationsdauer, ISI & Hemisphäre) ergab für die N170-Komponente jedoch,

dass keiner dieser Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die S1 x S2-Interaktion ausübte. Zur Kontrolle möglicher Unterschiede in späterer visueller Verarbeitung wurde die P2-Komponente zusätzlich explorativ betrachtet. Dabei zeigten sich weitere WS-Effekte sowohl für Gesichter als auch für Wörter, die durch das ISI sowie die Elektrodenpositionen beeinflusst wurden. Die S1-Präsentationsdauer hatte hingegen keinen Einfluss auf die Effekte. Für S2-Gesichter trat ein P2-WS-Effekt unabhängig vom ISI beidseitig an den parietalen Elektroden P7 und P8 auf. Beim ISI von 500 ms trat dieser Effekt darüber hinaus auch okzipital linksseitig an Elektrode O1 auf. Für S2-Wörter zeigte sich der P2-WS-Effekt parietal rechtsseitig an Elektrode P8 sowie okzipital beidseitig an den Elektroden O1 und O2, jedoch nur bei einem kurzen ISI von 200 ms. Dies spricht dafür, dass die Wiederholungssensitivität bei Wörtern stärker vom ISI abhängig und weniger stabil ist. Dass der Effekt nur bei einem kurzen ISI beobachtet wurde, deutet zudem auf eine sehr schnelle neuronale Erholung hin. Dies geht mit Befunden einher, die reduzierte P2-Amplituden nach kurzem ISI von 200 ms zeigten (Feuerriegel et al., 2015).

Zukünftige Forschung sollte einen möglichen N170-WS-Effekt nicht nur für verschiedene deutsche Wörter untersuchen, sondern die Untersuchung auf eine Wiederholung derselben deutschen Wörter ausweiten. Darüber hinaus wäre die Einbindung von Symbolketten, Pseudowörtern und Nichtwörtern von Interesse, um die neuronale Verarbeitung von Schriftsprache weiter zu differenzieren sowie reale und nichtreale Wörter bzw. wortähnliche Stimuli vergleichend zu analysieren.

Zusammenfassend zeigte sich, dass die ursprünglich angenommene Hypothese eines N170-WS-Effekts für deutsche Wörter in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden konnte. Demgegenüber ließ sich der entsprechende Effekt für Gesichter nachweisen. Dies deutet darauf hin, dass das verwendete Paradigma grundsätzlich geeignet ist, den untersuchten Effekt abzubilden. Da jedoch frühere Befunde einen wortbezogenen WS-Effekt nahelegen, erscheint es sinnvoll, dass zukünftige Forschung hieran anknüpft und insbesondere mögliche Einflüsse der Stimulusauswahl durch entsprechende Modifikationen des Stimulusmaterials weiter untersucht.

4. Gesamtdiskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden kognitive und neuronale Mechanismen der Schriftsprachverarbeitung untersucht. Ziel war es einerseits ein vertieftes Verständnis von geringer Literalität im Erwachsenenalter zu erlangen und die zugrundeliegenden kognitiven Mechanismen, die den Schriftsprachschwierigkeiten unterliegen, besser einordnen zu können. Darüber hinaus war das Ziel, die heterogene Gruppe gering Literalisierter präziser zu beschreiben und gegenüber normgerecht lesenden Erwachsenen abzugrenzen. Auch sollten Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur Lese- und Rechtschreibstörung herausgestellt werden. Weiterhin wurde die neuronale Verarbeitung deutscher Wörter analysiert, um zu prüfen, ob sich bei Erwachsenen mit normgerechten Lesefähigkeiten Effekte einer Wiederholungssuppression nachweisen lassen. Entsprechend der beiden inhaltlichen Schwerpunkte auf kognitive und neuronale Aspekte, gliederte sich die Arbeit in zwei Hauptteile.

Teil I fokussierte kognitive Aspekte und beinhaltete fünf Studien, die alle auf dem Datensatz des KogLit-Projekts beruhten (vgl. Abschnitt 2.2). Im Rahmen dieses Projekts wurden neuropsychologische Testverfahren zur Analyse von Lese- und Schreibschwierigkeiten sowie von kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens bei insgesamt 117 Personen erhoben, die sich in vier Gruppen aufteilten: 25 Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache (EgID), 34 gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch (EgIF), 30 Personen mit diagnostizierter Lese- und Rechtschreibstörung in der Kindheit (ELRS) und 28 normgerecht lesende Personen als Kontrollgruppe (KG). Die auf dem KogLit-Datensatz basierenden fünf Studien bauten inhaltlich aufeinander auf und unterschieden sich dabei hinsichtlich ihres Analysefokus, der eingesetzten methodischen Verfahren sowie der zugrunde gelegten Bewertungskriterien.

Im Zentrum von Studie 1 stand der inferenzstatistische Vergleich der ursprünglich definierten vier Gruppen im Hinblick auf ihre kognitiven Fähigkeiten aus den Bereichen phonologische Verarbeitung, phonologisches Arbeitsgedächtnisses, Aufmerksamkeit und Konzentration sowie des lexikalischen Zugriffs. Die Studie verfolgte einen primär hypothesengeleiteten Ansatz und es wurde angenommen, dass sowohl gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache und mit anderer Erstsprache als Deutsch sowie Personen mit LRS Defizite in der phonologischen Bewusstheit, im phonologischen Arbeitsgedächtnis, im lexikalischen Zugriff und in der Aufmerksamkeit aufweisen. Zusätzlich wurde für gering Literalisierte unabhängig von

der Erstsprache eine eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit vermutet. Studie 1 zeigte, dass die EglF-Gruppe vor allem Einschränkungen in der phonologischen Schleife und im lexikalischen Zugriff aufwies und die EglD-Gruppe in der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, der Konzentration sowie im lexikalischen Zugriff. Bei der ELRS-Gruppe traten vereinzelt Defizite in der phonologischen Bewusstheit sowie zusätzlich in der phonologischen Schleife und im lexikalischen Zugriff auf.

In Studie 2 wurde ein explorativer Ansatz ohne vorab formulierte Hypothesen verfolgt. Zur Analyse wurden ausgewählte Testwerte herangezogen und bereichsspezifische Kennwerte auf Grundlage gemittelter z-Werte gebildet, wobei die KG als Referenzgruppe diente. Auf Basis eines aus Leseverständnis und -geschwindigkeit abgeleiteten Kennwerts LESEN erfolgte anschließend eine Neugruppierung der ursprünglichen KogLit-Stichprobe mit Bildung einer zusätzlichen Gruppe gering Literalisierter (GL), die in den weiteren Analysen neben den Gruppen EglD, EglF und KG gesondert berücksichtigt wurde. Studie 2 zeigte, dass der Großteil der ursprünglich als gering literalisiert klassifizierten Personen in Bezug auf die Lesefähigkeiten Defizite aufwies, davon 96 % aus der EglF-Gruppe, 78 % aus der EglD-Gruppe sowie 66 % aus der ELRS-Gruppe. Darüber hinaus wurden Defizite in einzelnen kognitiven Vorläuferfähigkeiten des Lesens aufgedeckt.

In Studie 3 wurde im Rahmen einer explorativen Untersuchung ein inferenzstatistischer Ansatz verfolgt, ohne vorab Hypothesen zu formulieren. Die ursprüngliche KogLit-Stichprobe wurde anhand ausgewählter Kriterien basierend auf den Lesefähigkeiten neu gruppiert, woraus zwei Gruppen resultierten: normgerechte (NL) und nicht normgerechte (NNL) Leserinnen und Leser. Letztere wurde noch einmal weiter differenziert in die Untergruppen schlechter (SL) und sehr schlechter (SSL) Leserinnen und Leser. In einem Gruppenvergleich wurden die drei Gruppen NL, SL und SSL hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten mittels ANOVA miteinander verglichen. Studie 3 zeigte, dass insgesamt 91 % aus der EglF-Gruppe, 52 % aus der EglD-Gruppe sowie 57 % aus der ELRS-Gruppe als schlechte oder sehr schlechte Leserinnen und Leser identifiziert wurden. Darüber hinaus wurden in beiden Gruppen (SL & SSL) Defizite in Teilen der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, der Konzentrationsleistung sowie im lexikalischen Zugriff aufgedeckt.

In Studie 4 wurden die Gruppen NL und>NNL untersucht. Im Rahmen eines explorativen Designs ohne vorab formulierte Hypothesen kamen eine schrittweise Diskriminanzanalyse oder alternativ eine binäre logistische Regressionsanalyse zum Einsatz. Die Auswahl der einbezogenen Testwerte erfolgte theoriegeleitet. Ziel war es, potenzielle Prädiktoren zu identifizieren und deren Beitrag zur Vorhersage der Lesefähigkeit zu prüfen. Studie 4 ergab, dass die selbsteingeschätzte Lese- und Schreibschwierigkeit, die Leistung in der Reproduktion von Zahlenspannen, die Konzentrationsleistung sowie die Benennungsgeschwindigkeit beim lexikalischen Zugriff als potenzielle Prädiktoren zur Vorhersage normgerechter oder nicht normgerechter Lesefähigkeiten in Betracht kommen.

In Studie 5 wurde die KogLit-Gesamtstichprobe ($n = 117$) unabhängig von Gruppenzuordnungen analysiert. Im Rahmen eines explorativen Vorgehens ohne vorab formulierte Hypothesen wurde eine hierarchische Clusteranalyse mit vordefinierter Clusterzahl von $k = 2$ Clustern durchgeführt. Auf dieser Grundlage wurden rund 30 % der Stichprobe Cluster 1 zugeordnet, welches durch eine hohe selbsteingeschätzte Lese- und Schreibschwierigkeit, eine kürzere reproduzierte Zahlenspanne, eine geringere Konzentrationsleistung sowie langsamere Benennungsgeschwindigkeiten im lexikalischen Zugriff charakterisiert ist. Diese inhaltliche Charakterisierung legt nahe, dass es sich bei den Personen in diesem Cluster um eher nicht normgerechte Leserinnen und Leser handelt. Personen in Cluster 2 schätzten ihre Lese- und Schreibschwierigkeit als tendenziell leichter ein und erzielten zugleich bessere Leistungen in Aufgaben zur Reproduktion der Zahlenspanne, zur Konzentrationsleistung und zum schnellen Benennen, sodass diese Personen eher als normgerechte Leserinnen und Leser beschrieben werden können. Ein Abgleich der Clusterlösung mit einer zweigeteilten Gruppierung ergab insgesamt eine Übereinstimmungsgenauigkeit von 73.5 %.

Teil II dieser Arbeit widmete sich den neuronalen Mechanismen der Sprachverarbeitung, die mittels EEG und EKP-Analyse untersucht wurden. Dazu wurde in Studie 6 eine vom KogLit-Datensatz unabhängige Stichprobe ($N = 42$; Erwachsene ohne Schriftsprachschwierigkeiten) erhoben und die Verarbeitung ein- bis zweisilbiger deutscher Wörter auf neuronaler Ebene analysiert. Der Analyseschwerpunkt lag auf der Untersuchung eines möglichen Wiederholungssuppressionseffekts der N170-Komponente (N170-WS-Effekt). Auf Grundlage der the-

oretischen Überlegungen wurde ein solcher Effekt für deutsche Wörter erwartet. Hierzu wurden mehrfaktorielle Varianzanalysen sowie ergänzende t-Tests durchgeführt. Zusätzlich wurden die P1- und P2-Komponenten analysiert. Das Studiendesign entsprach einem vollständig faktoriellen Within-Subject-Design mit einer Stichprobe. Während sich ein N170-WS-Effekt für deutsche Wörter entgegen der theoretischen Annahme nicht nachweisen ließ, zeigte sich für Gesichter ein entsprechender Effekt, was dafürspricht, dass das verwendete Paradigma grundsätzlich geeignet ist, den untersuchten N170-WS-Effekt abzubilden.

4.1 Kognitives Profil gering Literalisierter

Ein Ziel dieser Arbeit war die Erstellung eines kognitiven Profils gering Literalisierter, um ein tieferes Verständnis dafür zu entwickeln, welche kognitiven Mechanismen bei Schriftsprachschwierigkeiten eine Rolle spielen und wie diese zu geringer Literalität bei Erwachsenen beitragen können. Dieses Ziel stand im Fokus der Studien 1-3, in welchen bei gering Literalisierten die Bereiche der phonologischen Bewusstheit, des phonologischen Arbeitsgedächtnisses, der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung sowie des lexikalischen Zugriffs systematisch untersucht wurden.

4.1.1 *Phonologische Bewusstheit*

Die Erfassung des kognitiven Profils im Bereich der Phonologischen Bewusstheit erfolgte mit dem BAKO 1-4. Studie 1 ergab, dass vor allem Personen der EglD-Gruppe deutliche Defizite in der phonologischen Bewusstheit aufwiesen, während Personen der ELRS-Gruppe nur leichte Defizite zeigten. Personen der EglF-Gruppe wiesen hingegen keinerlei Einschränkungen der phonologischen Bewusstheit auf, was andeutet, dass Schriftsprachschwierigkeiten nicht zwangsläufig mit Einschränkungen in der phonologischen Bewusstheit assoziiert sind. In Studie 2 wurde die phonologische Bewusstheit mit dem Kennwert PHON-BW anhand des Gesamtwerts des BAKO 1-4 operationalisiert. Während auf Gruppenebene im Mittel keine schlechteren Leistungen beobachtet wurden, traten auf Individualebene vereinzelt Leistungsbeeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit auf. In der GL-Gruppe waren 38 % der Teilnehmenden betroffen, womit ein Trend erkennbar wird, der Defizite in der phonologischen Bewusstheit bei gering Literalisierten nahelegt. Ein ähnliches Bild ergab die dritte Stu-

die, die zeigte, dass die Gruppen SL und SSL deutliche Einschränkungen in mehreren Teilbereichen der phonologischen Bewusstheit aufwiesen. Zwar gab es zwischen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede, jedoch unterschieden sie sich teilweise in den betroffenen Teilbereichen der phonologischen Bewusstheit. Auch wenn das übergeordnete Leistungsniveau bei der Gruppen vergleichbar war, spricht dieses Muster für gruppenspezifische Ausprägungen der Einschränkungen. Die Ergebnisse untermauern die Annahme, dass Personen mit Lesedefiziten Beeinträchtigungen in zumindest einigen Bereichen der phonologischen Bewusstheit aufweisen.

Dass gering Literalisierter mit anderer Erstsprache als Deutsch keine Auffälligkeiten in der phonologischen Bewusstheit zeigten, während jene mit Deutsch als Erstsprache starke Beeinträchtigungen aufwiesen, erscheint zunächst ungewöhnlich. Eine mögliche Erklärung liegt in der Entwicklungsdynamik der phonologischen Bewusstheit im Verlauf des Schriftspracherwerbs (vgl. Ehri, 1995, 2005, 2014; Frith, 1986). Bei gering literalisierten Erwachsenen mit Deutsch als Erstsprache ist anzunehmen, dass bereits von Beginn des Schriftspracherwerbs an keine hinreichend stabile Graphem-Phonem-Zuordnung aufgebaut und im weiteren Verlauf durch fehlende regelmäßige Lesepraxis nicht automatisiert wurde. Folglich bestehen die phonologischen Beeinträchtigungen bis ins Erwachsenenalter. Offen bleibt, ob die Schwierigkeiten in phonologischen Aufgaben ausschließlich auf mangelnde Leseerfahrung zurückzuführen sind oder ob darüber hinaus eine weitere Beeinträchtigung des Schriftspracherwerbs vorliegt.

Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch sind größtenteils in ihrer jeweiligen Erstsprache literalisiert (Grotluschen & Buddeberg, 2020). Sie verfügen daher in der Regel über etablierte schriftsprachliche Basiskompetenzen, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die Fähigkeit zur Graphem-Phonem-Korrespondenz in der Erstsprache hinreichend ausgebildet ist. Die hierfür zentrale phonologische Bewusstheit gilt als bedeutsame Vorläuferfähigkeit des Schriftspracherwerbs, die sich bereits vor und zunächst weitgehend unabhängig vom formalen Lesen- und Schreibenlernen entwickelt (vgl. Ehri, 1995, 2005, 2014). Wäre die phonologische Bewusstheit in der Erstsprache eingeschränkt, würde sich diese Einschränkung voraussichtlich auch auf eine Fremdsprache übertragen (vgl. Sparks & Ganschow, 1991). Schriftsprachdefizite in der deutschen Sprache bei gering Literalisierten mit anderer

Erstsprache als Deutsch unterliegen daher vermutlich nicht phonologischen Defiziten, sondern sind eher auf geringere Deutschkenntnisse zurückzuführen (vgl. Vágvölgyi et al., 2025).

Insgesamt lässt sich das kognitive Profil gering Literalisierter hinsichtlich der phonologischen Bewusstheit als heterogen beschreiben. Defizite in der phonologischen Bewusstheit betreffen vor allem gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache und in geringerem Maße Personen mit LRS, während gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch unbeeinträchtigt sind.

4.1.2 *Phonologisches Arbeitsgedächtnis*

Als weiterer kognitiver Bereich wurde das phonologische Arbeitsgedächtnis untersucht. Dazu wurde die TAP, Untertest „Arbeitsgedächtnis“, sowie, zur Überprüfung der phonologischen Schleife, die Zahlenspanne (vorwärts, rückwärts, sequenziell) mithilfe des WAIS-IV, Untertest „Zahlen nachsprechen“, erfasst. Ein eingeschränktes phonologisches Arbeitsgedächtnis konnte in Studie 1 nur teilweise beobachtet werden. In der Arbeitsgedächtnisaufgabe der TAP ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede, und mit Ausnahme der Auslassungen in Gruppe EglD lagen die Leistungen aller Gruppen im Normbereich. Im Bereich der phonologischen Schleife zeigten sich jedoch durchgehend Einschränkungen bei allen Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten (EglD, EglF und ELRS). Vergleichbare Befunde ergab Studie 2: In den Kennwerten AG und WAIS-ZN gab es auf Gruppenebene im Mittel keine Abweichungen im Vergleich mit dem Referenzwert, jedoch erzielte Gruppe GL auf Individualebene im Kennwert WAIS-ZN vereinzelt unterdurchschnittliche Einzelleistungen. Diese Abweichung stellt angesichts eines Anteils von rund 44 % innerhalb der GL-Gruppe dennoch einen substanziellen Befund dar. Zusätzlich traten vereinzelt im Kennwert AG unterdurchschnittliche Werte auf. In der dritten Studie zeigten die Gruppen SL und SSL in der Arbeitsgedächtnisaufgabe der TAP tendenziell höhere Fehlerraten und Auslassungen im Vergleich zu normgerechten Leserinnen und Lesern (Gruppe NL), jedoch erreichten diese Unterschiede keine statistische Signifikanz. Wie in den beiden vorangegangenen Studien ergab Studie 3 in der Reproduktion der Zahlenspanne Defizite in beide Gruppen (SL & SSL).

Das kognitive Profil gering Literalisierter im Bereich des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zeigt konsistent Beeinträchtigungen, die jedoch ausschließlich im Bereich der phonologischen Schleife vorzufinden sind. Betroffen sind dabei alle Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten (EgID, EgIF, ELRS).

4.1.3 Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung

Die Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung wurde als weiterer Bereich zur Erstellung des kognitiven Profils untersucht. Dazu wurde die Aufmerksamkeitsleistung mithilfe der TAP, Untertests „Alertness“ und „Geteilte Aufmerksamkeit“, und die Konzentrationsleistung mit dem d2-R erfasst.

Im Bereich der Aufmerksamkeit ergaben sich studienübergreifend (Studien 1-3) keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Leistung bei gering Literalisierten: In Studie 1 wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, und die Leistungen aller Gruppen befanden sich durchgehend im Normbereich der Referenzstichprobe. In der zweiten Studie ergaben sich im Mittel keine Abweichungen der Kennwerte TAP AL und TAP GA im Vergleich zur KG. Vereinzelt traten jedoch höhere Individualwerte im Vergleich zur KG auf. Auch in Studie 3 ergaben sich in der Aufmerksamkeitsleistung keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen SL, SSL und NL.

Für den Bereich der Konzentration zeigte sich eine eingeschränkte Leistung nur teilweise. In Studie 1 wies ausschließlich die EgID-Gruppe eine beeinträchtigte Konzentrationsleistung im Vergleich zur KG sowie zur EgIF-Gruppe auf. Da nur gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache betroffen waren, deutet dieser Befund darauf hin, dass die Konzentrationsleistung nicht grundsätzlich bei allen gering Literalisierten eingeschränkt ist. In Studie 2 ergaben sich für den Kennwert KL im Mittel keine Gruppenunterschiede, wenngleich einzelne Personen geringere oder höhere Werte aufwiesen. In der dritten Studie erzielten die Gruppen SL und SSL signifikant niedrigere Werte in der Konzentrationsleistung als normgerechte Leserinnen und Leser (NL). Interessant ist, dass in Studie 1 vor allem die EgID-Gruppe Einschränkungen in der Konzentrationsfähigkeit aufwies, während in Studie 3 beide Gruppen, SL und SSL, betroffen waren, welche neben Personen der ursprünglichen EgID-Gruppe auch nicht unerhebliche Anteile von Personen anderer Gruppen (EgIF & ELRS) beinhalteten. Auf Grundlage

der Gruppierung nach Lesefähigkeiten ergibt sich daraus ein differenziertes Bild, das die Heterogenität innerhalb der untersuchten Gruppen deutlich hervorhebt.

Auffällig ist außerdem, dass die EgID-Gruppe in Studie 1 als einzige Gruppe eine reduzierte Konzentrationsleistung zeigte, ohne dass gleichzeitig Aufmerksamkeitsprobleme auftraten. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die geringeren Leistungen im Konzentrationstest in der EgID-Gruppe nicht auf generelle Konzentrationsschwierigkeiten zurückzuführen sind, sondern auf die spezifische Beschaffenheit der verwendeten Stimuli (Buchstaben „d“ und „p“). Da gering Literalisierte allgemein Schwierigkeiten mit Schriftsprache aufweisen, erscheint es plausibel, dass die Leistungseinbußen eher auf eine erschwerte Diskrimination der Stimuli als auf eine tatsächliche Konzentrationsschwäche zurückzuführen sind. Eine weitere Interpretation ist, dass die Konzentrationsschwierigkeiten auf die lange Testdauer zurückzuführen sind. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass in der LEO-Studie 2018 mehrere Teilnehmende mit starken Schriftsprachsschwierigkeiten die Untersuchung vorzeitig abbrachen, was auf Ermüdungserscheinungen und abnehmende Konzentration im späteren Verlauf der Erhebung hindeutet (Grotluschen & Buddeberg, 2020).

Das kognitive Profil gering Literalisierter kann im Bereich der Aufmerksamkeit als unauffällig beschrieben werden. Gleiches gilt mit einer Ausnahme für die Konzentrationsfähigkeit: Ausschließlich gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache zeigen sich in der Konzentration beeinträchtigt.

4.1.4 Lexikalischer Zugriff

Der letzte Bereich, der zur Erstellung des kognitiven Profils gering Literalisierter untersucht wurde, ist der lexikalische Zugriff. Dieser wurde mithilfe des ZLT-II und den Untertests SB 1 und SB 2 für Objekte sowie unter Verwendung eines selbstkonstruierten Tests (RAN) für Ziffern, Buchstaben und Farben untersucht.

Über die Studien 1-3 hinweg zeigten sich deutlich reduzierte Benennungsgeschwindigkeiten im lexikalischen Zugriff bei gering Literalisierten. In der ersten Studie waren alle drei Gruppen mit Schriftsprachsschwierigkeiten (EgID, EgIF & ELRS) in allen Untertests signifikant langsamer als die KG. Besonders auffällig war, dass die EgIF-Gruppe im schnellen Benennen unbekannter Objekte (ZLT-II, SB 2) signifikant langsamer war als alle anderen Gruppen, vermutlich

bedingt durch geringere Deutschkenntnisse. In Studie 2 erzielten die Gruppen GL und EgIF im Kennwert RAN durchschnittlich langsamere Benennungsgeschwindigkeiten als die KG. In der dritten Studie erzielten die Gruppen SL und SSL ebenfalls durchgehend niedrigere Benennungsgeschwindigkeiten als Gruppe NL.

Basierend auf diesen Ergebnissen lässt sich das kognitive Profil gering Literalisierter im Bereich des lexikalischen Zugriffs als eingeschränkt beschreiben, was sich durch eine deutlich reduzierte Benennungsgeschwindigkeit bemerkbar macht.

4.1.5 Zusammenfassende Darstellung

Die Ergebnisse der Studien 1-3 dieser Arbeit verdeutlichen, dass das kognitive Profil der untersuchten Stichprobe gering Literalisierter von Defiziten in der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, im lexikalischen Zugriff und teilweise in der Konzentrationsfähigkeit geprägt ist. Dabei sind nicht alle gering Literalisierten (d. h., EgID, EgIF & ELRS) gleichermaßen von den Einschränkungen betroffen und teilweise scheinen lediglich Teilbereiche beeinträchtigt zu sein (z. B. phonologische Bewusstheit).

Die insbesondere in Studie 3 deutlich gewordene Heterogenität innerhalb der Gruppen wird im folgenden Abschnitt näher diskutiert. Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die hier dargestellten Befunde zu geringer Literalität Personen mit LRS einschließen, was der Vorgehensweise der LEO-Studie entspricht (vgl. Grotluschen & Buddeberg, 2020; Grotluschen & Riekman, 2012). Eine vergleichende Analyse von gering Literalisierten und Personen mit LRS wird in Abschnitt 4.3 vorgenommen.

4.2 Heterogene Zusammensetzung der Gruppe gering Literalisierter

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war es, die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter aufzuzeigen. Dazu lieferten vor allem die Studien 2-5 entsprechende Befunde, wobei bereits in Studie 1 erste Hinweise darauf erkennbar waren.

In Studie 1 erfolgte zunächst eine Untersuchung schriftsprachlicher und kognitiver Fähigkeiten aufgrund vordefinierter Gruppenzuweisungen. Die Teilnehmenden wurden basierend auf selbst- und fremdeingeschätzten Defiziten in Schriftsprachschwierigkeiten zu einer

von drei Gruppen (EgIF, EgID & ELRS) zugeteilt. Diese Zuteilung unterlag potenziell subjektiven Einschätzungen, weshalb zunächst unklar blieb, inwieweit die Teilnehmenden tatsächlich als gering literalisiert einzustufen waren. Die im Rahmen des KogLit-Projekts eingesetzten Testverfahren zur Erhebung von Schriftsprachfähigkeiten basierten auf Normen für Kinder und Jugendliche. Da gering literalisierte Erwachsene in Standardtests für Erwachsene vermutlich zu niedrige Werte für eine sinnvolle Leistungseinschätzung erzielen würden, erscheint dies gerechtfertigt (Vágvölgyi et al., 2016). Eine standardisierte Klassifizierung als „gering literalisiert“ gemäß der Alpha-Level 1-3 (vgl. LEO-Studie; Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Hartig & Riekman, 2012) ist mit diesen Verfahren jedoch nicht möglich und kann lediglich angenommen werden.

Die Ergebnisse der kognitiven Tests von Studie 1 machten die Heterogenität zunächst nicht deutlich. Auffällig waren jedoch die Unterschiede in den Schriftsprachfähigkeiten innerhalb der einzelnen Experimentalgruppen (EgIF, EgID & ELRS). Die Leseleistungen reichten von sehr niedrigen schulischen Niveaus bis zu annähernd altersangemessenen Werten. In der Rechtschreibung reichten die Leistungen innerhalb der Gruppen vom Niveau der ersten bis zur fünften Klassenstufe. Wenngleich diese Unterschiede nicht statistisch überprüft wurden, legen die Befunde nahe, dass sich innerhalb der Gruppen mit Schriftsprachschwierigkeiten neben gering literalisierten Personen entsprechend der Alpha-Level 1-3 auch Personen befinden, die dem Alpha-Level 4 zuzuordnen wären, das heißt, Personen, die verlangsamtes Lesen und Schreiben sowie eine sehr fehlerhafte Rechtschreibung aufweisen (vgl. Grotlüschen & Buddeberg, 2020; Grotlüschen & Riekman, 2012).

Um dies näher zu betrachten, wurde die KogLit-Stichprobe in den Studien 2 und 3 differenzierter analysiert. Verschiedene Kriterien wurden herangezogen, um die Teilnehmenden anhand ihrer Lesefähigkeiten präziser zu beschreiben und die interne Validität der Gruppeneinteilung zu überprüfen. Die in Studie 2 identifizierte neue Gruppe GL umfasste nach der Zuteilung auf Grundlage des Kennwerts LESEN insgesamt $n = 63$ Personen. Dabei stammten rund 78 % ($n = 18$) der Personen aus der EgID-Gruppe, etwa 96 % ($n = 25$) aus der EgIF-Gruppe sowie rund 67 % ($n = 20$) aus der ELRS-Gruppe. Im Umkehrschluss erzielten rund 22 % ($n = 5$) der EgID-Gruppe, 4 % ($n = 1$) der EgIF-Gruppe und 33 % ($n = 10$) der ELRS-Gruppe Leseleistungen, die dem Niveau der normgerecht lesenden KG entsprachen.

In Studie 3 erfolgte darüber hinaus eine alternative Neugruppierung der ursprünglichen KogLit-Stichprobe, ebenfalls auf Basis der Leseleistung, wobei hierfür leicht modifizierte Kriterien zugrunde gelegt wurden. Gemäß diesen Kriterien umfasste die neu definierte>NNL-Gruppe insgesamt 61 Personen, die sich aus den verschiedenen Ursprungsgruppen mit folgenden Anteilen zusammensetzte: Rund 52 % ($n = 13$) stammten aus der ursprünglichen EglD-Gruppe, 91 % ($n = 31$) aus der EglF-Gruppe und 57 % ($n = 17$) aus der ELRS-Gruppe. Entsprechend erreichten im Gegenzug 48 % ($n = 5$) der EglD-Gruppe, 9 % ($n = 3$) der EglF-Gruppe sowie 43 % ($n = 13$) der ELRS-Gruppe eine Leseleistung auf dem Niveau der KG.

Diese annähernd identischen Ergebnisse der Studien 2 und 3 verdeutlichen, dass ein erheblicher Teil der Personen, die ursprünglich als gering Literalisiert klassifiziert wurden (inkl. Personen mit LRS), nicht als solche angesehen werden können, wenn man die Lesefähigkeiten zugrunde legt: Rund 25 % (16 von 63 Personen) in Studie 2 und 34 % (21 von 61 Personen) in Studie 3 erreichten Leseleistungen auf dem Niveau der KG. Durch die Anwendung dieser unterschiedlichen Verfahren ließ sich insbesondere die EglF-Gruppe konsistent als überwiegend gering literalisiert klassifizieren. Für die Gruppen EglD und ELRS variierten die Anteile der als gering literalisiert eingestuften Personen in Abhängigkeit vom verwendeten Verfahren.

Zusammenfassend zeigte sich in den Studien 2 und 3, dass auf Grundlage einer Gruppierung anhand der Lesefähigkeiten mit unterschiedlichen Verfahren aus der KogLit-Gesamtstichprobe ($N = 117$) durchschnittlich 53 % der Personen als gering literalisiert eingestuft werden konnten. Von diesen entfielen durchschnittlich 65 % auf die ursprüngliche EglD-Gruppe, 94 % auf die EglF-Gruppe und 62 % auf die ELRS-Gruppe. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Schriftsprachfähigkeiten aller Personen der ursprünglichen Gruppen EglF, EglD und ELRS als defizitär eingeschätzt wurden, weshalb anzunehmen war, dass entsprechende Defizite tatsächlich vorlagen. Basierend auf den Lesefähigkeiten der hier eingesetzten Verfahren zeigte sich nun in den Studien 2 und 3, dass diese Defizite zumindest nicht bei allen Personen so ausgeprägt waren, dass sie den Alpha-Leveln 1-3 entsprechen. Es kann daher die Annahme getroffen werden, dass die identifizierten Personen ($n = 16$ in Studie 2 & $n = 21$ in Studie 3) Schriftsprachfähigkeiten auf dem Niveau von Alpha-Level ≥ 4 aufweisen.

Die Befunde der Clusteranalyse in Studie 5 untermauern die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter. Mit diesem Ansatz wurde die KogLit-Gesamtstichprobe anhand einer

vordefinierten Clusteranzahl in zwei Cluster eingeteilt. Ausgehend von den inhaltlichen Beschreibungen der Cluster wurde angenommen, dass das kleinere Cluster 1 ($n = 35$) nicht normgerechte Leserinnen und Leser – und damit gering Literalisierte – repräsentierte und das größere Cluster 2 ($n = 82$) normgerechte Leserinnen und Leser. Cluster 1 beinhaltete ausschließlich Personen, die vorher den Gruppen EglF, EglD und ELRS zugeordnet waren. Es wird daher angenommen, dass diese Personen Schriftsprachfähigkeiten aufweisen, die den Alpha-Leveln 1-3 entsprechen. Cluster 2 beinhaltete neben der normgerecht lesenden KG ($n = 28$) insgesamt 54 Personen (rund 66 %) aus den Experimentalgruppen (EglF: $n = 18$, EglD: $n = 14$, ELRS: $n = 22$), die vermutlich eher Leistungen zeigten, die einem Alpha-Level ≥ 4 entsprechen. Zwar ist das Ergebnis von Studie 5 unter Berücksichtigung der Variablenauswahl sowie vor dem Hintergrund des explorativen Charakters der Clusteranalyse und eingeschränkter Validitätsindikatoren mit Vorsicht zu interpretieren. Die Clusteranalyse machte jedoch deutlich, dass sich die Teilnehmenden nicht eindeutig zur Gruppe gering Literalisierter zuordnen lassen, da die Grenzen teilweise fließend verlaufen und Überlappungen bestehen.

Insgesamt weisen die Befunde auf eine ausgeprägte Heterogenität innerhalb der ursprünglichen Gruppen hin, die durch die leseleistungs-basierte Differenzierung deutlich wurde. Die Ergebnisse dieser Arbeit untermauern damit frühere Befunde, die eine Heterogenität innerhalb der Gruppe gering Literalisierter zeigten (Bar-Kochva et al., 2019; Eme et al., 2010, 2014; Vágvolgyi et al., 2019). Eine isolierte Betrachtung der Ursprungsgruppen birgt die Gefahr, ein verzerrtes Bild zu erzeugen, da die Schriftsprachfähigkeiten einiger Betroffener zwar als eingeschränkt angesehen werden können, jedoch eher einem Alpha-Level 4 entsprechen. Angesichts der begrenzten diagnostischen Möglichkeiten im Hinblick auf die praktische Umsetzung in der Forschung gestaltet sich eine klare Abgrenzung zwischen Schriftsprachfähigkeiten der Alpha-Level 3 und 4 als schwierig.

4.3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen geringer Literalität und Lese-/Rechtschreibstörung

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit bestand darin, einen direkten Vergleich zwischen geringer Literalität und LRS vorzunehmen. Studie 1 der vorliegenden Arbeit hat dieses Ziel aufgegriffen.

Es zeigten sich einige Gemeinsamkeiten in kognitiven Funktionen zwischen gering Literalisierten (EgID & EgIF) und Personen mit LRS (ELRS). Alle drei Personengruppen zeigten Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis und im lexikalischen Zugriff, während in der Aufmerksamkeitsleistung keine Beeinträchtigungen festzustellen waren. Personen der Gruppen EgID und ELRS wiesen übereinstimmend Defizite in der phonologischen Bewusstheit auf, wenngleich in unterschiedlichem Ausprägungsgrad. Darüber hinaus zeigten Personen der Gruppen EgIF und ELRS übereinstimmend keine Einschränkungen in der Konzentrationsfähigkeit.

Unterschiede in kognitiven Funktionen zwischen den Gruppen gering Literalisierter (EgID & EgIF) und Gruppe ELRS zeigten sich insgesamt nur in geringem Ausmaß. Vielmehr manifestierten sich Abweichungen zwischen den Gruppen EgID und EgIF. Personen der EgIF-Gruppe wiesen im Gegensatz zu Personen der Gruppen EgID und ELRS keine Beeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit auf. Außerdem erzielte die EgIF-Gruppe signifikant bessere Ergebnisse in Aufgaben der phonologischen Bewusstheit als die EgID-Gruppe, nicht jedoch als die ELRS-Gruppe. Während Personen der EgID-Gruppe Defizite in der Konzentrationsfähigkeit zeigten, blieben Personen der Gruppen EgIF und ELRS in diesem Bereich uneinträchtigt. Gruppe EgIF schnitt darüber hinaus auch in diesem Bereich signifikant besser ab als die EgID-Gruppe. Die Benennungsgeschwindigkeit unbekannter Objekte (ZLT-II; SB 2) war bei Personen der EgIF-Gruppe – vermutlich aufgrund geringerer Deutschkenntnisse – bedeutend langsamer als in den Gruppen EgID und ELRS.

4.4 Neuronale Verarbeitung deutscher Wörter

Ziel der Untersuchung der neuronalen Wortverarbeitung war der Nachweis eines N170-WS-Effekts für deutsche Wörter. In den Grand-Average-Wellenformen an den Elektroden P7 und P8 zeigte sich das erwartete Muster einer deutlich erkennbaren N170-Komponente. In Übereinstimmung mit früheren Befunden zeigte sich ein N170-WS-Effekt für Gesichter (Eimer et al., 2010; Feuerriegel et al., 2015). Entgegen der Annahme ließ sich der entsprechende Effekt für deutsche Wörter jedoch in der vorliegenden Studie nicht nachweisen. Insgesamt sprechen die Ergebnisse dennoch dafür, dass das eingesetzte Paradigma grundsätzlich geeignet ist, den untersuchten Effekt abzubilden.

Dass der N170-WS-Effekt für deutsche Wörter nicht gezeigt werden konnte, kann in der Auswahl des entsprechenden Paradigmas liegen. Wenngleich dieses prinzipiell geeignet ist, einen WS-Effekt nachzuweisen, so ist möglicherweise die Auswahl der variablen Parameter wie S1-Dauer und ISI nicht optimal, um den Effekt für Wörter zu untersuchen.

Frühere Befunde legen nahe, dass ein N170-WS-Effekt für deutsche Wörter grundsätzlich auftreten kann. Cao et al. (2014) konnten diesen bei der Verarbeitung englischer Wörter zeigen. Zudem weisen methodisch anders angelegte Studien darauf hin, dass Effekte zumindest bei der Wiederholung derselben Wörter sowohl im Englischen (Grainger & Holcomb, 2009; Holcomb & Grainger, 2006) als auch im Deutschen (Li & Kovács, 2022) beobachtet werden können.

Im Kontext der Gesamtforschung dieser Arbeit ist die Untersuchung der N170-Komponente relevant, da sie Aufschluss über die neuronale Wortverarbeitung bei Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten geben kann. Aufgrund ihrer neuronalen Antwortspezifität kann die N170-Komponente zur Erklärung von Unterschieden in den Lesefähigkeiten beitragen (Korinith et al., 2013). Eine frühere EEG-Studie mit gering Literalisierten zeigte, dass die N170 für deutsche Wörter bei dieser Gruppe größer ausfiel als für andere Stimulusarten wie Symbolketten. Weiterhin wurden lesetrainingsbedingte Veränderungen der neuronalen Aktivität nachgewiesen (Boltzmann & Rüsseler, 2013). Zukünftige Forschung sollte sich daher weiterhin mit diesem Themenfeld befassen.

4.5 Limitationen

In dieser Arbeit sind mehrere Limitationen zu berücksichtigen. Eine zentrale Einschränkung betrifft die Größe und Zusammensetzung der Stichprobe. Die ursprünglichen vier Gruppen des KogLit-Projekts waren sehr unterschiedlich in der Größe, wobei insbesondere die Rekrutierung der EglD-Gruppe erschwert war. Die größte Hürde waren dabei die während der Covid-19-Pandemie ausgesetzten Alphabetisierungskurse an Volkshochschulen, die eine der zentralen Rekrutierungsquellen für diese Zielgruppe darstellen. Mögliche Hemmnisse wie Scham oder Unsicherheit reduzierten die Teilnahmebereitschaft zusätzlich. Darüber hinaus variierten die Stichprobengrößen zwischen den eingesetzten Testinstrumenten, da nicht alle Teilnehmenden sämtliche Verfahren vollständig bearbeiten konnten. Auch in den Studien 2-5

zeigten sich deutliche Unterschiede in den Stichprobengrößen zwischen den Gruppen, welche die Aussagekraft der Befunde einschränken und deren Interpretierbarkeit limitieren. In Studie 3 erwiesen sich die beiden gebildeten Subgruppen (SL und SSL) hinsichtlich der untersuchten kognitiven Bereiche als weitgehend vergleichbar. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Zusammenführung beider Subgruppen zu einer gemeinsamen Gruppe NNL sinnvoll, um homogenere Gruppengrößen zu gewährleisten und Defizite im Vergleich zur Gruppe NL aussagekräftiger analysieren zu können.

Alle im Rahmen dieser Arbeit eingesetzten Tests wurden in deutscher Sprache durchgeführt. Für Personen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, kann die Verarbeitung, Speicherung und Reproduktion deutschsprachiger Inhalte mit einer zusätzlichen kognitiven Belastung verbunden sein, da neben der testspezifischen Gedächtnisleistung auch sprachliche Übersetzungsprozesse erforderlich sind. Insbesondere bei den in dieser Arbeit verwendeten sprachbasierten Verfahren ist daher nicht auszuschließen, dass Schwierigkeiten aufgrund begrenzter Deutschkenntnisse die Ergebnisse beeinflusst haben.

Im Bereich der eingesetzten Testverfahren ergaben sich weitere Einschränkungen: Für viele Tests liegen keine passenden Referenznormen für Erwachsene vor. Vereinzelt fehlen Normwerte vollständig (RAN-Aufgabe). Dies erschwerte teilweise die Einordnung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Zur Intelligenzmessung wurden im Erhebungszeitraum zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Zunächst kam der WMT-2 zum Einsatz, der insgesamt günstige testtheoretische Eigenschaften aufweist, darunter eine hohe Reliabilität sowie eine durch das Multiple-Choice-Format mit mehreren Distraktoren reduzierte Wahrscheinlichkeit von Zufallstreffern (Formann et al., 2011). Im Verlauf der Erhebung zeigten sich jedoch teilweise stark streuende und häufig unterdurchschnittliche Ergebnisse. Teilweise beendeten einzelne Teilnehmende den Test in sehr kurzer Zeit, wofür es während der Untersuchung keine offensichtlichen Gründe gab. Denkbar wären beispielsweise Unterschiede im Verständnis der Instruktionen, variierende Motivation oder Schwierigkeiten mit dem Aufgabenformat. Dies sind jedoch spekulative Annahmen. Aus diesem Grund wurde im weiteren Verlauf der Datenerhebung auf den ZVT als alternatives Verfahren umgestellt, dessen Ergebnisse bei einer deskriptiven Betrachtung konsistenter erschienen. Da jedoch die meisten Teilnehmenden je-

weils nur einen der Tests bearbeiteten, sind die resultierenden Werte sehr eingeschränkt vergleichbar. Aus diesem Grund wurde auf inferenzstatistische Gruppenvergleiche verzichtet und die Ergebnisse wurden lediglich deskriptiv berichtet. Die entsprechenden Befunde sind daher mit besonderer Vorsicht zu interpretieren.

Bei der Testdurchführung blieb trotz sorgfältiger Prüfung bei einigen Teilnehmenden unklar, ob die Instruktionen vollständig verstanden und die Tests entsprechend korrekt bearbeitet wurden. In Fällen, in denen eine fehlerhafte Durchführung eindeutig erkennbar war, wurden die entsprechenden Daten von der Bewertung ausgeschlossen. In unklaren Fällen wurde jedoch von einem ausreichenden Aufgabenverständnis ausgegangen und die Daten in die Analyse einbezogen. Insbesondere in der Arbeitsgedächtnisaufgabe der TAP zeigte sich bereits während der Testdurchläufe bei vielen Teilnehmenden ein fehlendes Aufgabenverständnis, sodass nur ein kleiner Teil der Stichprobe diesen Test vollständig absolvierte.

Eine weitere Einschränkung betrifft einzelne analytische Entscheidungen. In einigen Auswertungen wurden Auswahlkriterien festgelegt, die teilweise arbiträr waren. Dies betraf die gewählte Abweichung von $1.65 SD$ im z -Wert in Studie 2 sowie die Klassifizierungskriterien auf Basis der Lesefähigkeiten in den Studien 2 und 3. Zudem waren in einzelnen Analysen die statistischen Voraussetzungen nicht vollständig erfüllt, und die zugrunde liegenden Validitätskriterien erwiesen sich teilweise als begrenzt belastbar. Die entsprechenden Ergebnisse sollten daher mit Vorsicht interpretiert werden. Für zukünftige Untersuchungen erscheint eine ergänzende Prüfung der Befunde mittels robusterer statistischer Verfahren sinnvoll.

4.6 Fazit und Ausblick

Mit Teil I dieser Arbeit sollten das kognitive Profil gering Literalisierter beschrieben, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur LRS herausgestellt sowie die Heterogenität der Gruppe gering Literalisierter charakterisieren werden. Es konnte festgestellt werden, dass das kognitive Profil gering Literalisierter von Defiziten in der phonologischen Bewusstheit, der phonologischen Schleife, im lexikalischen Zugriff und in der Konzentrationsfähigkeit geprägt ist, wobei sich das Ausmaß sowie die betroffenen kognitiven Teilbereiche zwischen den Betroffenen unterschieden.

Hinsichtlich dieses kognitiven Profils zeigten gering Literalisierte mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede mit Personen mit LRS. Übereinstimmend zeigten sich Defizite in der phonologischen Schleife und im lexikalischen Zugriff sowie keine Beeinträchtigungen in der Aufmerksamkeitsleistung. Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache sowie Personen mit LRS wiesen darüber hinaus Beeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit auf. Unterschiede zwischen den Gruppen manifestierten sich hauptsächlich zwischen Gering Literalisierten mit Deutsch als Erstsprache und anderen Erstsprachen als Deutsch. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Gruppe gering Literalisierter sehr heterogen ist. Analysen auf Basis der Lesefähigkeiten zeigten, dass die Gruppe der gering Literalisierten mit anderer Erstsprache als Deutsch fast vollständig als solche identifiziert werden konnte, während gering Literalisierte mit deutscher Erstsprache und Personen mit LRS zu etwa zwei Dritteln als gering literalisiert klassifiziert wurden.

Zukünftige Studien sollten gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch konsequent einbeziehen und diese als eigenständige Gruppe analysieren. Eine segmentierte Einstufung als gering literalisiert mit Vorselektion sowie anhand der Lesefähigkeiten ist dabei empfehlenswert. Dies berücksichtigt einerseits die subjektive Beurteilung über die Schriftsprachfähigkeiten und bietet gleichzeitig eine leistungsbasierte Einstufung. Andererseits ermöglicht dies, die Heterogenität der Gruppe zu verdeutlichen. Darüber hinaus sollten sprachunabhängige Tests eingesetzt werden, gegebenenfalls mit KI-unterstützten Verfahren, um Verzerrungen aufgrund von Sprachdefiziten zu reduzieren. Einzelne Aufgabenbereiche (z. B. Konzentrationsfähigkeit) sollten zudem in zeitlich kürzeren und gezielteren Test-Sitzungen untersucht werden, um aussagekräftigere Befunde zu erhalten.

Teil II dieser Arbeit ging der Frage nach, inwieweit es einen N170-Wiederholungssuppressionseffekt für deutsche Wörter gibt. Zwar zeigte sich der Effekt bei Gesichtern, was die Eignung des gewählten vollständig faktoriellen Untersuchungsdesigns belegt. Ein entsprechender Effekt für deutsche Wörter konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Unklar bleibt, inwieweit ein Wiederholungssuppressionseffekt der N170-Komponente für deutsche Wörter besteht. Zukünftige Forschungsarbeiten könnten sich gezielt diesem Thema widmen und unter Anpassung von Untersuchungsparametern wie S1-Dauer oder ISI sowie der Verwendung

gleicher Wörter bei Stimuluswiederholungen den Effekt untersuchen. Darüber hinaus sollten auch Personen mit Schriftsprachschwierigkeiten in den Fokus genommen werden.

Referenzangabe

Teile von Studie 2 wurden mit freundlicher Genehmigung von Springer Nature bereits veröffentlicht unter:

Arendt, D. & Rüsseler, J. (2026). Lese/Rechtschreib-Störung und geringe Literalität bei Erwachsenen: eine empirische Analyse von Unterschieden und Gemeinsamkeiten. In: N. Weimann-Sandig, H. Wagner, G. Schneiderat, J. Schneider, M. Möhring & J. Schuhr (Hrsg.). *Geringe Literalität, hohe Relevanz: Neue Wege für die Sozialforschung*. Kap. 7. Springer-Verlag.

Literaturverzeichnis

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Araújo, S., & Faísca, L. (2019). A Meta-Analytic Review of Naming-Speed Deficits in Developmental Dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 23(5), 349–368. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1572758>
- Araújo, S., Fernandes, T., Cipriano, M., Mealha, L., Silva-Nunes, C., & Huettig, F. (2025). The true colors of reading: Literacy enhances lexical-semantic processing in rapid automatized and discrete object naming. *Cognition*, 262, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2025.106172>
- Araújo, S., Fernandes, T., & Huettig, F. (2019). Learning to read facilitates the retrieval of phonological representations in rapid automatized naming: Evidence from unschooled illiterate, ex-illiterate, and schooled literate adults. *Developmental Science*, 22(4), 1–9. <https://doi.org/10.1111/desc.12783>
- Araújo, S., Inácio, F., Francisco, A., Faísca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2011). Component Processes Subserving Rapid Automatized Naming in Dyslexic and Non-dyslexic Readers. *Dyslexia*, 17(3), 242–255. <https://doi.org/10.1002/dys.433>
- Araújo, S., Narang, V., Misra, D., Lohagun, N., Khan, O., Singh, A., Mishra, R. K., Hervais-Adelman, A., & Huettig, F. (2023). A literacy-related color-specific deficit in rapid automatized naming: Evidence from neurotypical completely illiterate and literate adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 152(8), 2403–2409. <https://doi.org/10.1037/xge0001376>
- Araújo, S., Pacheco, A., Faísca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2010). Visual rapid naming and phonological abilities: Different subtypes in dyslexic children. *International Journal of Psychology*, 45(6), 443–452. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.499949>

- Araújo, S., Reis, A., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2015). Rapid automatized naming and reading performance: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 868–883. <https://doi.org/10.1037/edu0000006>
- Ardila, A., Rosselli, M., & Rosas, P. (1989). Neuropsychological assessment in illiterates: Visuospatial and memory abilities. *Brain and Cognition*, 11(2), 147–166. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(89\)90015-8](https://doi.org/10.1016/0278-2626(89)90015-8)
- Arthurs, O. J., & Boniface, S. (2002). How well do we understand the neural origins of the fMRI BOLD signal? *Trends in Neurosciences*, 25(1), 27–31. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(00\)01995-0](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)01995-0)
- Avidan, G., Hasson, U., Hendler, T., Zohary, E., & Malach, R. (2002). Analysis of the Neuronal Selectivity Underlying Low fMRI Signals. *Current Biology*, 12(12), 964–972. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(02\)00872-2](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(02)00872-2)
- Bach, S., Richardson, U., Brandeis, D., Martin, E., & Brem, S. (2013). Print-specific multimodal brain activation in kindergarten improves prediction of reading skills in second grade. *NeuroImage*, 82, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.062>
- Backhaus, K., Erichson, B., Gensler, S., Weiber, R., & Weiber, T. (2023). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-40465-9>
- Baddeley, A. D. (1982). Reading and working memory. *Bulletin of the British Psychological Society*, (35), 414–417.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189–208. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 8, S. 47–89). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

- Banerjee, A., & Dave, R. N. (2004). Validating clusters using the Hopkins statistic. *2004 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (IEEE Cat. No.04CH37542)*, 1, 149–153.
<https://doi.org/10.1109/fuzzy.2004.1375706>
- Bar-Kochva, I., Vágvölgyi, R., & Bulajić, A. (2019). The abilities and deficits in reading and writing of low literate adults. In M. Schemmann (Hrsg.), *Internationales Jahrbuch der Erwachsenenbildung/International Yearbook of Adult Education Adult Basic Education Research* (Bd. 42, S. 81–100). wbv.
- Bar-Kochva, I., Vágvölgyi, R., Dresler, T., Nagengast, B., Schröter, H., Schrader, J., & Nuerk, H.-C. (2021). Basic reading and reading-related language skills in adults with deficient reading comprehension who read a transparent orthography. *Reading and Writing*, 34(9), 2357–2379. <https://doi.org/10.1007/s11145-021-10147-4>
- Bartzokis, G., Beckson, M., Lu, P. H., Nuechterlein, K. H., Edwards, N., & Mintz, J. (2001). Age-Related Changes in Frontal and Temporal Lobe Volumes in Men: A Magnetic Resonance Imaging Study. *Archives of General Psychiatry*, 58(5), 461.
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.58.5.461>
- Becker, N., Vasconcelos, M., Oliveira, V., Santos, F. C. D., Bizarro, L., Almeida, R. M. M. D., Salles, J. F. D., & Carvalho, M. R. S. (2017). Genetic and environmental risk factors for developmental dyslexia in children: Systematic review of the last decade. *Developmental Neuropsychology*, 42(7–8), 423–445.
<https://doi.org/10.1080/87565641.2017.1374960>
- Beidas, H., Khateb, A., & Breznitz, Z. (2013). The cognitive profile of adult dyslexics and its relation to their reading abilities. *Reading and Writing*, 26(9), 1487–1515.
<https://doi.org/10.1007/s11145-013-9428-5>
- Benedetti, I., Barone, M., Panetti, V., Taborri, J., Urbani, T., Zingoni, A., & Calabrò, G. (2022). Clustering analysis of factors affecting academic career of university students with dyslexia in Italy. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12985-w>

- Beneventi, H., Tønnessen, F. E., & Ersland, L. (2009). Dyslexic Children Show Short-Term Memory Deficits in Phonological Storage and Serial Rehearsal: An fMRI Study. *International Journal of Neuroscience*, 119(11), 2017–2043.
<https://doi.org/10.1080/00207450903139671>
- Beneventi, H., Tønnessen, F. E., Ersland, L., & Hugdahl, K. (2010). Working Memory Deficit in Dyslexia: Behavioral and fMRI Evidence. *International Journal of Neuroscience*, 120(1), 51–59. <https://doi.org/10.3109/00207450903275129>
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 57(1), 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551–565.
<https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.6.551>
- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP Manifestations of Processing Printed Words at Different Psycholinguistic Levels: Time Course and Scalp Distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(3), 235–260.
<https://doi.org/10.1162/089892999563373>
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(11), 527–536. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.10.001>
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where Is the Semantic System? A Critical Review and Meta-Analysis of 120 Functional Neuroimaging Studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767–2796. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp055>
- Blanca, M., Alarcón, R., Arnau, J., Bono, R., & Bendayan, R. (2017). Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? *Psicothema*, 4(29), 552–557. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.383>

- Boets, B., & De Smedt, B. (2010). Single-digit arithmetic in children with dyslexia. *Dyslexia*, 16(2), 183–191. <https://doi.org/10.1002/dys.403>
- Bogdanowicz, K. M., Łockiewicz, M., Bogdanowicz, M., & Pąchalska, M. (2014). Characteristics of cognitive deficits and writing skills of Polish adults with developmental dyslexia. *International Journal of Psychophysiology*, 93(1), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.03.005>
- Bokde, A. L. W., Tagamets, M.-A., Friedman, R. B., & Horwitz, B. (2001). Functional Interactions of the Inferior Frontal Cortex during the Processing of Words and Word-like Stimuli. *Neuron*, 30(2), 609–617. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00288-4](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00288-4)
- Boltzmann, M. (2014). *Schriftsprachverarbeitung funktionaler Analphabeten in Deutschland* (1. Aufl.). Verl. für Kognitive Neurowissenschaften.
- Boltzmann, M., Aulbert-Siepelmeier, A., Rüsseler, J., Warnke, R., & Menkhaus, K. (2015). *AlphaPlus: Ein Alphabetisierungsprogramm zur Förderung der Schriftsprachkompetenz Erwachsener* (1. Aufl.). Bertelsmann W. Verlag. <http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=4341080>
- Boltzmann, M., Mohammadi, B., Samii, A., Münte, T. F., & Rüsseler, J. (2017). Structural changes in functionally illiterate adults after intensive training. *Neuroscience*, 344, 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.12.049>
- Boltzmann, M., Münte, T., Mohammadi, B., & Rüsseler, J. (2019). Functional and structural neural plasticity effects of literacy acquisition in adulthood. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 30(2), 97–107. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000254>
- Boltzmann, M., & Rüsseler, J. (2013). Training-related changes in early visual processing of functionally illiterate adults: Evidence from event-related brain potentials. *BMC Neuroscience*, 14, 1–14. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-154>
- Bötzel, K., Schulze, S., & Stodieck, S. R. (1995). Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials. *Experimental Brain Research*, 104(1), 135–143. <https://doi.org/10.1007/BF00229863>

- Brady, S., Fowler, A., Stone, B., & Winbury, N. (1994). Training phonological awareness: A study with inner-city kindergarten children. *Annals of Dyslexia*, 44(1), 26–59. <https://doi.org/10.1007/BF02648154>
- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Kujala, J. V., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyytinen, H., Brandeis, D., & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter–speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7939–7944. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904402107>
- Brem, S., Bach, S., Kujala, J. V., Maurer, U., Lyytinen, H., Richardson, U., & Brandeis, D. (2013). An Electrophysiological Study of Print Processing in Kindergarten: The Contribution of the Visual N1 as a Predictor of Reading Outcome. *Developmental Neuropsychology*, 38(8), 567–594. <https://doi.org/10.1080/87565641.2013.828729>
- Brem, S., Halder, P., Bucher, K., Summers, P., Martin, E., & Brandeis, D. (2009). Tuning of the visual word processing system: Distinct developmental ERP and fMRI effects. *Human Brain Mapping*, 30(6), 1833–1844. <https://doi.org/10.1002/hbm.20751>
- Brem, S., & Maurer, U. (2015). Lesen als neurobiologischer Prozess. In U. Rautenberg & U. Schneider (Hrsg.), *Lesen: Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 117–140). De Gruyter.
- Brickenkamp, R., Schmidt-Atzert, L., & Liepmann, D. (2010). *Test d2 – Revision: Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest*. Hogrefe.
- Brosnan, M., Demetre, J., Hamill, S., Robson, K., Shepherd, H., & Cody, G. (2002). Executive functioning in adults and children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 40(12), 2144–2155. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00046-5)
- Brown, T. T., Lugar, H. M., Coalson, R. S., Miezin, F. M., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2005). Developmental Changes in Human Cerebral Functional Organization for Word Generation. *Cerebral Cortex*, 15(3), 275–290. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh129>

- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228.
<https://doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. (2025). *ICD-10-GM 2026: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, German Modification*. https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICD/ICD-10-GM/_node.html
- Butterwegge, C. (2011). Armut und Bildung. In K. Schneider, A. Ernst, & J. Schneider (Hrsg.), *Ein Grund für Bildung?! Konzepte, Forschungsergebnisse, Praxisbeispiele* (S. 41–52). wbv Bertelsmann.
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1991). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 451–455.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.4.451>
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1993). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children: A 1-year follow-up. *Journal of Educational Psychology*, 85(1), 104–111. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.1.104>
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1995). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children: A 2- and 3-year follow-up and a new preschool trial. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 488–503. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.3.488>
- Byrne, B., Fielding-Barnsley, R., & Ashley, L. (2000). Effects of preschool phoneme identity training after six years: Outcome level distinguished from rate of response. *Journal of Educational Psychology*, 92(4), 659–667. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.4.659>
- Caharel, S., Collet, K., & Rossion, B. (2015). The early visual encoding of a face (N170) is view-point-dependent: A parametric ERP-adaptation study. *Biological Psychology*, 106, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.01.010>

- Caharel, S., d'Arripe, O., Ramon, M., Jacques, C., & Rossion, B. (2009). Early adaptation to repeated unfamiliar faces across viewpoint changes in the right hemisphere: Evidence from the N170 ERP component. *Neuropsychologia*, 47(3), 639–643.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.11.016>
- Cao, X., Jiang, B., Gaspar, C., & Li, C. (2014). The overlap of neural selectivity between faces and words: Evidences from the N170 adaptation effect. *Experimental Brain Research*, 232(9), 3015–3021. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-3986-x>
- Cao, X., Jiang, B., Li, C., & He, Z.-Q. (2014). Rapid adaptation effect of N170 for printed words. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 191–202.
<https://doi.org/10.2466/24.22.PMS.119c15z6>
- Cao, X., Ma, X., & Qi, C. (2015). N170 adaptation effect for repeated faces and words. *Neuroscience*, 294, 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.03.009>
- Caravolas, M., Lervåg, A., Mousikou, P., Efrim, C., Litavský, M., Onochie-Quintanilla, E., Salas, N., Schöffelová, M., Defior, S., Mikulajová, M., Seidlová-Málková, G., & Hulme, C. (2012). Common Patterns of Prediction of Literacy Development in Different Alphabetic Orthographies. *Psychological Science*, 23(6), 678–686.
<https://doi.org/10.1177/0956797611434536>
- Carioti, D., Masia, M. F., Travellini, S., & Berlingeri, M. (2021). Orthographic depth and developmental dyslexia: A meta-analytic study. *Annals of Dyslexia*, 71(3), 399–438.
<https://doi.org/10.1007/s11881-021-00226-0>
- Cheema, K., Fleming, C., Craig, J., Hodgetts, W. E., & Cummine, J. (2023). Reading and spelling profiles of adult poor readers: Phonological, orthographic and morphological considerations. *Dyslexia*, 29(2), 58–77. <https://doi.org/10.1002/dys.1731>
- Church, J. A., Coalson, R. S., Lugar, H. M., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2008). A Developmental fMRI Study of Reading and Repetition Reveals Changes in Phonological and Visual Mechanisms Over Age. *Cerebral Cortex*, 18(9), 2054–2065.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhm228>

- Chyl, K., Fraga-González, G., Brem, S., & Jednoróg, K. (2021). Brain dynamics of (a)typical reading development—A review of longitudinal studies. *Npj Science of Learning*, 6(1), 4. <https://doi.org/10.1038/s41539-020-00081-5>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéicy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M.-A., & Michel, F. (2000). The visual word form area. *Brain*, 123(2), 291–307. <https://doi.org/10.1093/brain/123.2.291>
- Coltheart, M. (2005). Modeling reading: The dual-route approach. In M. J. Snowling & C. Hulme, *The science of reading: A handbook* (S. 6–23). Blackwell Pub.
- Coltheart, M., Davelaar, E. J., Jonasson, J. T., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In S. Dornič (Hrsg.), *Attention and performance: VI. Proceedings of the Sixth International Symposium on Attention and Performance: VI* (S. 535–555). Lawrence Erlbaum Associates.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204–256. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204>
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786. <https://doi.org/10.3758/BF03196772>
- Coslett, H. B. (2000). Acquired Dyslexia. *Seminars in Neurology*, 20(04), 419–426. <https://doi.org/10.1055/s-2000-13174>
- Darki, F., Peyrard-Janvid, M., Matsson, H., Kere, J., & Klingberg, T. (2012). Three Dyslexia Susceptibility Genes, DYX1C1, DCDC2, and KIAA0319, Affect Temporo-Parietal White Matter Structure. *Biological Psychiatry*, 72(8), 671–676. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.05.008>

- De Baene, W., & Vogels, R. (2010). Effects of Adaptation on the Stimulus Selectivity of Macaque Inferior Temporal Spiking Activity and Local Field Potentials. *Cerebral Cortex*, 20(9), 2145–2165. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp277>
- De Smedt, B., & Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 48(14), 3973–3981. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.018>
- Dębska, A., Łuniewska, M., Zubek, J., Chyl, K., Dynak, A., Dzięgiel-Fivet, G., Plewko, J., Jednoróg, K., & Grabowska, A. (2022). The cognitive basis of dyslexia in school-aged children: A multiple case study in a transparent orthography. *Developmental Science*, 25(2), 1–13. <https://doi.org/10.1111/desc.13173>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(6), 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.04.003>
- Démonet, J.-F., Taylor, M. J., & Chaix, Y. (2004). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 363(9419), 1451–1460. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16106-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16106-0)
- Denckla, M. B., & Cutting, L. E. (1999). History and significance of rapid automatized naming. *Annals of Dyslexia*, 49(1), 29–42. <https://doi.org/10.1007/s11881-999-0018-9>
- Denckla, M. B., & Rudel, R. (1974). Rapid “automatized” naming of pictured objects, colors, letters and numbers by normal children. *Cortex*, 10(2), 186–202. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(74\)80009-2](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(74)80009-2)
- Department for Business, Innovation and Skills. (2012). *2011 Skills for Life survey: A survey of literacy, numeracy and ICT levels in England*. Department for Business, Innovation and Skills. <https://www.gov.uk/government/publications/2011-skills-for-life-survey>
- Desimone, R. (1996). Neural mechanisms for visual memory and their role in attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13494–13499. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13494>

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie [DGKJP], Bundesarbeitsgemeinschaft Leitender Klinikärzte für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie e.V., Bundesverband Legasthenie und Dyskalkulie e.V., & Berufsverband der Kinder- und Jugendpsychotherapeuten e.V. (2015). *Diagnostik und Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Lese- und/oder Rechtschreibstörung: Evidenz- und konsensbasierte Leitlinie (S3, AWMF-Registernummer 028-044, gültig bis 2020)*. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie [DGKJP], Bundesarbeitsgemeinschaft Leitender Klinikärzte für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie e.V., Bundesverband Legasthenie und Dyskalkulie e.V., & Berufsverband der Kinder- und Jugendpsychotherapeuten e.V. (2025). *Diagnostik und Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Lese- und/oder Rechtschreibstörung: Evidenz- und konsensbasierte Leitlinie (S3, AWMF-Registernummer 028-044, angemeldet, noch nicht gültig)*. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/028-044>

Deutscher Volkshochschul-Verband e. V. (Hrsg.). (2019). *Lese- und Schreibschwierigkeiten bei Erwachsenen. Informationen für Fachkräfte in der Sozialarbeit*. <https://www.grundbildung.de/downloads/schulungen/reader-lese-und-schreibschwierigkeiten-bei-Erwachsenen.pdf>

Deutscher Volkshochschul-Verband e. V. (o. D.). *Lea.online*. lea.online. <https://blogs.uni-bremen.de/leaonline/>

Dietz, N. A. E., Jones, K. M., Gareau, L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2005). Phonological decoding involves left posterior fusiform gyrus. *Human Brain Mapping*, 26(2), 81–93. <https://doi.org/10.1002/hbm.20122>

Dinneen, L. C., & Blakesley, B. C. (1973). Algorithm AS 62: A Generator for the Sampling Distribution of the Mann-Whitney U Statistic. *Applied Statistics*, 22(2), 269–273. <https://doi.org/10.2307/2346934>

- Döbert, M., & Hubertus, P. (mit Bundesverband Alphabetisierung e.V). (2000). *Ihr Kreuz ist die Schrift: Analphabetismus und Alphabetisierung in Deutschland* (1. Aufl). Bundesverband Alphabetisierung und Klett Verl.
- Egloff, B. (2007). Biografieforschung und Literalität: Ursachen und Bewältigung von funktionalem Analphabetismus aus erziehungswissenschaftlicher Perspektive. In A. Grotlückschen & A. Linde (Hrsg.), *Literalität, Grundbildung oder Lesekompetenz? Beiträge zu einer Theorie-Praxis-Diskussion*. (S. 70–80). Waxmann.
- Egloff, B., Grosche, M., Hubertus, P., & Rüsseler, J. (2011). Funktionaler Analphabetismus im Erwachsenenalter: Eine Definition. In Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt & Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.), *Zielgruppen in Alphabetisierung und Grundbildung Erwachsener: Bestimmung, Verortung, Ansprache* (S. 11–31). Bertelsmann.
- Ehri, L. C. (1995). Phases of development in learning to read words by sight. *Journal of Research in Reading*, 18(2), 116–125. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.1995.tb00077.x>
- Ehri, L. C. (2005). Learning to Read Words: Theory, Findings, and Issues. *Scientific Studies of Reading*, 9(2), 167–188. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0902_4
- Ehri, L. C. (2014). Orthographic Mapping in the Acquisition of Sight Word Reading, Spelling Memory, and Vocabulary Learning. *Scientific Studies of Reading*, 18(1), 5–21. <https://doi.org/10.1080/10888438.2013.819356>
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic Awareness Instruction Helps Children Learn to Read: Evidence From the National Reading Panel's Meta-Analysis. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 250–287. <https://doi.org/10.1598/RRQ.36.3.2>
- Eimer, M., Gosling, A., Nicholas, S., & Kiss, M. (2011). The N170 component and its links to configural face processing: A rapid neural adaptation study. *Brain Research*, 1376, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.12.046>

- Eimer, M., Kiss, M., & Nicholas, S. (2010). Response profile of the face-sensitive N170 component: A rapid adaptation study. *Cerebral Cortex*, 20(10), 2442–2452.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhp312>
- Elbro, C., & Jensen, M. N. (2005). Quality of phonological representations, verbal learning, and phoneme awareness in dyslexic and normal readers. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46(4), 375–384. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2005.00468.x>
- Eloranta, A., Närhi, V. M., Eklund, K. M., Ahonen, T. P. S., & Aro, T. I. (2019). Resolving reading disability—Childhood predictors and adult-age outcomes. *Dyslexia*, 25(1), 20–37.
<https://doi.org/10.1002/dys.1605>
- Eme, E. (2011). Cognitive and psycholinguistic skills of adults who are functionally illiterate: Current state of research and implications for adult education. *Applied Cognitive Psychology*, 25(5), 753–762. <https://doi.org/10.1002/acp.1746>
- Eme, E., Lacroix, A., & Almecija, Y. (2010). Oral Narrative Skills in French Adults Who Are Functionally Illiterate: Linguistic Features and Discourse Organization. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(5), 1349–1371.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/08-0092\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/08-0092))
- Eme, E., Lambert, E., & Alamargot, D. (2014). Word reading and word spelling in French adult literacy students: The relationship with oral language skills. *Journal of Research in Reading*, 37(3), 268–296. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2011.01508.x>
- Esser, G., & von Wirth, E. (2020). Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. In *Verhaltenstherapiemanual: Kinder und Jugendliche* (S. 255–263). Springer.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Feng, C., Luo, Y., & Fu, S. (2013). The category-sensitive and orientation-sensitive N170 adaptation in faces revealed by comparison with Chinese characters. *Psychophysiology*, 50(9), 885–899. <https://doi.org/10.1111/psyp.12067>

- Feuerriegel, D. (2016). Selecting appropriate designs and comparison conditions in repetition paradigms. *Cortex*, 80, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.10.022>
- Feuerriegel, D., Churches, O. F., & Keage, H. A. D. (2015). Is neural adaptation of the N170 category-specific? Effects of adaptor stimulus duration and interstimulus interval. *International Journal of Psychophysiology*, 96(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.030>
- Fickler-Stang, U. (2011). Retrospektive Deutungen von Brüchen im Schriftspracherwerb. Die Lese-Rechtschreib-Störung (LRS) als eine Ursache für Analphabetismus. In B. Egloff & A. Grotlüschen (Hrsg.), *Forschen im Feld der Alphabetisierung und Grundbildung: Ein Werkstattbuch: Band 7* (S. 111–126). Waxmann.
- Fiez, J. A. (1997). Phonology, semantics, and the role of the left inferior prefrontal cortex. *Human Brain Mapping*, 5(2), 79–83. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0193\(1997\)5:2%3C79::AID-HBM1%3E3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:2%3C79::AID-HBM1%3E3.0.CO;2-J)
- Fischbach, A., Schuchardt, K., Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Balke-Melcher, C., Schmidt, C., Büttner, G., Grube, D., Mähler, C., & Hasselhorn, M. (2013). Prävalenz von Lernschwächen und Lernstörungen: Zur Bedeutung der Diagnosekriterien. *Lernen und Lernstörungen*, 2(2), 65–76. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000035>
- Formann, A. K., Waldherr, K., & Piswanger, K. (2011). *Wiener Matrizen-Test 2: Ein Rasch-skaliertes sprachfreier Kurztest zur Erfassung der Intelligenz*. Hogrefe.
- Fracasso, L. E., Bangs, K., & Binder, K. S. (2016). The Contributions of Phonological and Morphological Awareness to Literacy Skills in the Adult Basic Education Population. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 140–151. <https://doi.org/10.1177/0022219414538513>
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(2), 78–84. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01839-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01839-8)
- Friederici, A. D. (2006). Neurobiologische Grundlagen der Sprache. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 346–355). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-28449-4>

- Friederici, A. D. (2011). The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357–1392. <https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011>
- Friedman, D., & Johnson, R. (2000). Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *Microscopy Research and Technique*, 51(1), 6–28. [https://doi.org/10.1002/1097-0029\(20001001\)51:1%3C6::AID-JEMT2%3E3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1097-0029(20001001)51:1%3C6::AID-JEMT2%3E3.0.CO;2-R)
- Frith, U. (1986). A developmental framework for developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 36(1), 67–81. <https://doi.org/10.1007/BF02648022>
- Frith, U. (2001). What Framework Should We Use for Understanding Developmental Disorders? *Developmental Neuropsychology*, 20(2), 555–563. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2002_6
- Fritsche, M., Lawrence, S. J. D., & De Lange, F. P. (2020). Temporal tuning of repetition suppression across the visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, 123(1), 224–233. <https://doi.org/10.1152/jn.00582.2019>
- Fu, S., Feng, C., Guo, S., Luo, Y., & Parasuraman, R. (2012). Neural adaptation provides evidence for categorical differences in processing of faces and Chinese characters: An ERP study of the N170. *Plos One*, 7(7), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041103>
- Galaburda, A. M., LoTurco, J., Ramus, F., Fitch, R. H., & Rosen, G. D. (2006). From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, 9(10), 1213–1217. <https://doi.org/10.1038/nn1772>
- George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff, J., & Renault, B. (1996). Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, 4(2), 65–76. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00045-3](https://doi.org/10.1016/0926-6410(95)00045-3)
- Girden, E. R. (1992). *ANOVA: Repeated Measures*. Sage Publications.
- Gogtay, N., & Thompson, P. M. (2010). Mapping gray matter development: Implications for typical development and vulnerability to psychopathology. *Brain and Cognition*, 72(1), 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.08.009>

- Goswami, U. C., & Bryant, P. (2007). *Children's cognitive development and learning*. Primary Review, University of Cambridge Faculty of Education.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6–10. <https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2009). Watching the Word Go by: On the Time-course of Component Processes in Visual Word Recognition. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 128–156. <https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2008.00121.x>
- Grainger, J., Lopez, D., Eddy, M., Dufau, S., & Holcomb, P. J. (2012). How word frequency modulates masked repetition priming: An ERP investigation. *Psychophysiology*, 49(5), 604–616. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01337.x>
- Greenberg, D., Ehri, L. C., & Perin, D. (1997). Are word-reading processes the same or different in adult literacy students and third-fifth graders matched for reading level? *Journal of Educational Psychology*, 89(2), 262–275. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.2.262>
- Greenberg, D., Ehri, L. C., & Perin, D. (2002). Do Adult Literacy Students Make the Same Word-Reading and Spelling Errors as Children Matched for Word-Reading Age? *Scientific Studies of Reading*, 6(3), 221–243. https://doi.org/10.1207/S1532799XSSR0603_2
- Grill-Spector, K., Henson, R., & Martin, A. (2006). Repetition and the brain: Neural models of stimulus-specific effects. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.11.006>
- Grill-Spector, K., & Malach, R. (2001). fMR-adaptation: A tool for studying the functional properties of human cortical neurons. *Acta Psychologica*, 107(1–3), 293–321. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(01\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(01)00019-1)
- Grosche, M. (2012). *Analphabetismus und Lese-Rechtschreib-Schwächen: Beeinträchtigungen in der phonologischen Informationsverarbeitung als Ursache für funktionalen Analphabetismus im Erwachsenenalter*. Waxmann.

- Grosche, M. (2013). Die Interaktionstheorie des funktionalen Analphabetismus. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete*, 82(2), 102–113.
<https://doi.org/10.2378/vhn2013.art06d>
- Grosche, M., & Grünke, M. (2011). Beeinträchtigungen in der phono-logischen Informationsverarbeitung bei funktionalen Analphabeten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 25(4), 277–291. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000051>
- Grotlüschen, A. (Hrsg.). (2010). *lea. - Literalitätsentwicklung von Arbeitskräften: Diagnose = lea.-Diagnose*. Waxmann.
- Grotlüschen, A., & Buddeberg, K. (Hrsg.). (2020). *LEO 2018: Leben mit geringer Literalität*. wbv.
- Grotlüschen, A., Essert (Mamedova), S., Dutz, G., Buddeberg, K., & Skowranek, K. (2025). *LEO PIAAC 2023—Level One im deutschsprachigen Raum* (Version 10). Universität Hamburg. <https://doi.org/10.25592/UHHFDM.17830>
- Grotlüschen, A., & Riekmann, W. (Hrsg.). (2012). *Funktionaler Analphabetismus in Deutschland: Ergebnisse der ersten leo. – Level-One Studie* (Bd. 10). Waxmann.
http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783830977759
- Grund, M., Leonhart, R., & Naumann, C. L. (2017a). *Diagnostischer Rechtschreibtest für 4. Klassen* (3. Aufl.). Hogrefe Schultests.
- Grund, M., Leonhart, R., & Naumann, C. L. (2017b). *Diagnostischer Rechtschreibtest für 5. Klassen* (3. Aufl.). Hogrefe Schultests.
- Hadjikhani, N., Kveraga, K., Naik, P., & Ahlfors, S. P. (2009). Early (M170) activation of face-specific cortex by face-like objects. *Neuroreport*, 20(4), 403–407.
<https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328325a8e1>
- Hämäläinen, M., Hari, R., Ilmoniemi, R. J., Knuutila, J., & Lounasmaa, O. V. (1993). Magnetoencephalography—Theory, instrumentation, and applications to noninvasive studies

- of the working human brain. *Reviews of Modern Physics*, 65(2), 413–497.
<https://doi.org/10.1103/RevModPhys.65.413>
- Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (2004). Computing the Meanings of Words in Reading: Co-operative Division of Labor Between Visual and Phonological Processes. *Psychological Review*, 111(3), 662–720. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.3.662>
- Hartig, J., & Riekman, W. (2012). Bestimmung der Level-Grenzen in der leo. – Level-One Studie. In A. Grotlüschen & W. Riekman (Hrsg.), *Funktionaler Analphabetismus in Deutschland: Ergebnisse der ersten leo. – Level-One Studie* (Bd. 10, S. 106–121). Waxmann.
- Harwell, M. R., Rubinstein, E. N., Hayes, W. S., & Olds, C. C. (1992). Summarizing Monte Carlo Results in Methodological Research: The One- and Two-Factor Fixed Effects ANOVA Cases. *Journal of Educational Statistics*, 17(4), 315–339.
<https://doi.org/10.3102/10769986017004315>
- Hasselhorn, M., & Schuchardt, K. (2006). Lernstörungen: Eine kritische Skizze zur Epidemiologie. *Kindheit und Entwicklung*, 15(4), 208–215. <https://doi.org/10.1026/0942-5403.15.4.208>
- Hatcher, J., Snowling, M. J., & Griffiths, Y. M. (2002). Cognitive assessment of dyslexic students in higher education. *British Journal of Educational Psychology*, 72(1), 119–133.
<https://doi.org/10.1348/000709902158801>
- Heister, J., Würzner, K.-M., Bubbenzer, J., Pohl, E., Hanneforth, T., Geyken, A., & Kliegl, R. (2011). dlexDB – eine lexikalische Datenbank für die psychologische und linguistische Forschung. *Psychologische Rundschau*, 62(1), 10–20. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000029>
- Henson, R. N. A. (2003). Neuroimaging studies of priming. *Progress in Neurobiology*, 70(1), 53–81. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(03\)00086-8](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(03)00086-8)

- Henson, R. N., Rylands, A., Ross, E., Vuilleumeir, P., & Rugg, M. D. (2004). The effect of repetition lag on electrophysiological and haemodynamic correlates of visual object priming. *NeuroImage*, 21(4), 1674–1689. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.020>
- Henson, R., Shallice, T., & Dolan, R. (2000). Neuroimaging Evidence for Dissociable Forms of Repetition Priming. *Science*, 287(5456), 1269–1272. <https://doi.org/10.1126/science.287.5456.1269>
- Henson, R., Shallice, T., Gorno-Tempini, M. L., & Dolan, R. J. (2002). Face Repetition Effects in Implicit and Explicit Memory Tests as Measured by fMRI. *Cerebral Cortex*, 12(2), 178–186. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.2.178>
- Holcomb, P. J., & Grainger, J. (2006). On the Time Course of Visual Word Recognition: An Event-related Potential Investigation using Masked Repetition Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1631–1643. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.10.1631>
- Hopkins, B., & Skellam, J. G. (1954). A New Method for determining the Type of Distribution of Plant Individuals. *Annals of Botany*, 18(2), 213–227. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083391>
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression* (Third edition). Wiley.
- Hubertus, P. (1995). Wo steht die Alphabetisierungsarbeit heute? In H. Brügelmann & Deutsche Gesellschaft für Lesen und Schreiben (Hrsg.), *Am Rande der Schrift: Zwischen Sprachenvielfalt u. Analphabetismus* (S. 250–262). Libelle.
- Huettig, F., Lachmann, T., Reis, A., & Petersson, K. M. (2018). Distinguishing cause from effect – many deficits associated with developmental dyslexia may be a consequence of reduced and suboptimal reading experience. *Language, cognition and neuroscience*, 33(3), 333–350. <https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1348528>
- International Dyslexia Association. (2002). *Definition of Dyslexia*. <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>

- International Dyslexia Association. (2025). *2025 Dyslexia Definition Project*. <https://dyslexiaida.org/2025-dyslexia-definition-project/>
- Ishai, A., Pessoa, L., Bickle, P. C., & Ungerleider, L. G. (2004). Repetition suppression of faces is modulated by emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(26), 9827–9832. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403559101>
- James, T. W., & Gauthier, I. (2006). Repetition-induced changes in BOLD response reflect accumulation of neural activity. *Human Brain Mapping*, 27(1), 37–46. <https://doi.org/10.1002/hbm.20165>
- Jäncke, L. (2024). *Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften* (4., überarbeitete Auflage). Hogrefe. <https://doi.org/10.1024/86346-000>
- Jansen, H., Mannhaupt, G., Marx, H., & Skowronek, H. (2002). *Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten* (2. Aufl.). Hogrefe.
- Jasper, H. H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography: 1957. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370–375. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(58\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(58)90053-1)
- Jobard, G., Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Evaluation of the dual route theory of reading: A metanalysis of 35 neuroimaging studies. *NeuroImage*, 20(2), 693–712. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00343-4](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00343-4)
- Joyce, C., & Rossion, B. (2005). The face-sensitive N170 and VPP components manifest the same brain processes: The effect of reference electrode site. *Clinical Neurophysiology*, 116(11), 2613–2631. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.07.005>
- Kanwisher, N., & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 361(1476), 2109–2128. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1934>
- Karnath, H.-O., & Thier, P. (Hrsg.). (2006). *Neuropsychologie*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-28449-4>

- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2005). *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. Wiley.
- Kersting, M., & Althoff, K. (2003). *RT Rechtschreibungstest*. Hogrefe.
- Kiefer, M. (2002). The N400 is modulated by unconsciously perceived masked words: Further evidence for an automatic spreading activation account of N400 priming effects. *Cognitive Brain Research*, 13(1), 27–39. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(01\)00085-4](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(01)00085-4)
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., Parrila, R., Bowers, P., & Landerl, K. (2010). Naming Speed and Reading: From Prediction to Instruction. *Reading Research Quarterly*, 45(3), 341–362. <https://doi.org/10.1598/RRQ.45.3.4>
- Kohn, J., Wyschkon, A., Ballaschk, K., Ihle, W., & Esser, G. (2013). Verlauf von Umschriebenen Entwicklungsstörungen: Eine 30-Monats-Follow-up-Studie. *Lernen und Lernstörungen*, 2(2), 77–89. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000032>
- Kolinsky, R., & Tossonian, M. (2023). Phonological and orthographic processing in basic literacy adults and dyslexic children. *Reading and Writing*, 36(7), 1705–1742. <https://doi.org/10.1007/s11145-022-10347-6>
- Korinth, S. P., Sommer, W., & Breznitz, Z. (2013). Neuronal response specificity as a marker of reading proficiency: Two-fold nature of the N170 revealed after massive repetition. *Neuroreport*, 24(2), 96–100. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835d20b1>
- Kosmidis, M. H., Zafiri, M., & Politimou, N. (2011). Literacy Versus Formal Schooling: Influence on Working Memory. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 26(7), 575–582. <https://doi.org/10.1093/arclin/acr063>
- Kovács, G., Zimmer, M., Bankó, E., Harza, I., Antal, A., & Vidnyánszky, Z. (2006). Electrophysiological correlates of visual adaptation to faces and body parts in humans. *Cerebral Cortex*, 16(5), 742–753. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj020>

- Krauss, P. (2023). Methoden der Hirnforschung. In P. Krauss, *Künstliche Intelligenz und Hirnforschung* (S. 57–62). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67179-5_6
- Krekelberg, B., Boynton, G. M., & van Wezel, R. J. A. (2006). Adaptation: From single cells to BOLD signals. *Trends in Neurosciences*, 29(5), 250–256. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.02.008>
- Kretschmann, R., Lindner-Achenbach, S., Puffahrt, A., Möhlmann, G., & Achenbach, J. (1990). *Kretschmann, R., Lindner-Achenbach, S., Puffahrt, A., Möhlmann, G., & Achenbach, J. (1990). Analphabetismus bei Jugendlichen. Ursachen, Erscheinungsformen, Hilfen. Stuttgart: Kohlhammer, 292, 276. Kohlhammer.*
- Kronbichler, M., Bergmann, J., Hutzler, F., Staffen, W., Mair, A., Ladurner, G., & Wimmer, H. (2007). Taxi vs. Taksi: On Orthographic Word Recognition in the Left Ventral Occipitotemporal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(10), 1584–1594. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.10.1584>
- Kuehl, L. K., Brandt, E. S. L., Hahn, E., Dettling, M., & Neuhaus, A. H. (2013). Exploring the time course of N170 repetition suppression: A preliminary study. *International Journal of Psychophysiology*, 87(2), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.12.007>
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463–470. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01560-6](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01560-6)
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1), 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Lachmann, T., & Bergström, K. (2023). The multiple-level framework of developmental dyslexia: The long trace from a neurodevelopmental deficit to an impaired cultural technique. *Journal of Cultural Cognitive Science*, 7(2), 71–93. <https://doi.org/10.1007/s41809-023-00118-2>

- Landerl, K. (2001). Word recognition deficits in German: More evidence from a representative sample. *Dyslexia*, 7(4), 183–196. <https://doi.org/10.1002/dys.199>
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(3), 309–324. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.006>
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., O'Donovan, M., Williams, J., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Démonet, J., ... Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686–694. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12029>
- Lenhard, W., Lenhard, A., & Schneider, W. (2020). *Ein Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler – Version II* (4. Aufl.). Hogrefe.
- Leong, V., Härmäläinen, J., Soltész, F., & Goswami, U. (2011). Rise time perception and detection of syllable stress in adults with developmental dyslexia. *Journal of Memory and Language*, 64(1), 59–73. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2010.09.003>
- Li, C., & Kovács, G. (2022). Repetition probability effects for Chinese characters and German words in the visual word form area. *Brain Research*, 1780, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2022.147812>
- Li, C., Ma, X., Zhu, C., & Cao, X. (2019). The recovery speed of category sensitive N170 responses to faces and Chinese characters. *Brain Research*, 1723, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.146384>
- Linde, A. (mit Helmut-Schmidt-Universität). (2008). *Literalität und Lernen: Eine Studie über das Lesen- und Schreibenlernen im Erwachsenenalter*. Waxmann.
- Liu, T. T., Frank, L. R., Wong, E. C., & Buxton, R. B. (2001). Detection Power, Estimation Efficiency, and Predictability in Event-Related fMRI. *NeuroImage*, 13(4), 759–773. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0728>

- Löffler, C. (2014). Analphabetismus – oder: Erwachsene mit Lese- und Schreibschwierigkeiten. In *LRS-Legasthenie interdisziplinär*. (S. 61–78). Isb-Verlag.
- Logothetis, N. K., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T., & Oeltermann, A. (2001). Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*, 412(6843), 150–157. <https://doi.org/10.1038/35084005>
- Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique* (Second edition). The MIT Press.
- Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (Hrsg.). (2012). *Oxford handbook of event-related potential components*. Oxford University Press.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). *The Karolinska Directed Emotional Faces—KDEF: CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet*.
- Mahé, G., Bonnefond, A., & Doignon-Camus, N. (2013). Is the impaired N170 print tuning specific to developmental dyslexia? A matched reading-level study with poor readers and dyslexics. *Brain and Language*, 127(3), 539–544. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.09.012>
- Martin, A., Schurz, M., Kronbichler, M., & Richlan, F. (2015). Reading in the brain of children and adults: A meta-analysis of 40 functional magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping*, 36(5), 1963–1981. <https://doi.org/10.1002/hbm.22749>
- Mascheretti, S., Bureau, A., Battaglia, M., Simone, D., Quadrelli, E., Croteau, J., Cellino, M. R., Giorda, R., Beri, S., Maziade, M., & Marino, C. (2013). An assessment of gene-by-environment interactions in developmental dyslexia-related phenotypes. *Genes, Brain and Behavior*, 12(1), 47–55. <https://doi.org/10.1111/gbb.12000>
- Maurer, U., Brandeis, D., & McCandliss, B. D. (2005). Fast, visual specialization for reading in English revealed by the topography of the N170 ERP response. *Behavioral and Brain Functions*, 1, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-1-13>

- Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Emerging Neurophysiological Specialization for Letter Strings. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1532–1552.
<https://doi.org/10.1162/089892905774597218>
- Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., Kranz, F., Benz, R., Steinhausen, H.-C., & Brandeis, D. (2007). Impaired tuning of a fast occipito-temporal response for print in dyslexic children learning to read. *Brain*, 130(Pt 12), 3200–3210. <https://doi.org/10.1093/brain/awm193>
- Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., Steinhausen, H.-C., & Brandeis, D. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *NeuroImage*, 33(2), 749–758. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.06.025>
- Maurer, U., & McCandliss, B. D. (2007). The development of visual expertise for words: The contribution of electrophysiology. In E. L. Grigorenko, A. J. Naples, & A. J. . Naples, *Single-word reading: Behavioral and biological perspectives* (S. 43–64). Lawrence Erlbaum Associates.
- Maurer, U., Rometsch, S., Song, B., Zhao, J., Zhao, P., & Li, S. (2024). Repetition Suppression for Familiar Visual Words Through Acceleration of Early Processing. *Brain Topography*, 37(4), 608–620. <https://doi.org/10.1007/s10548-023-01014-2>
- Maurer, U., Rossion, B., & McCandliss, B. D. (2008). Category specificity in early perception: Face and word n170 responses differ in both lateralization and habituation properties. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 1–7. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.018.2008>
- Maurer, U., Schulz, E., Brem, S., van der Mark, S., Bucher, K., Martin, E., & Brandeis, D. (2011). The development of print tuning in children with dyslexia: Evidence from longitudinal ERP data supported by fMRI. *NeuroImage*, 57(3), 714–722.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.055>
- Mayringer, H., & Wimmer, H. (1999). Kognitive Defizite lese-rechtschreibschwacher Kinder. *Kindheit und Entwicklung*, 8(3), 141–146. <https://doi.org/10.1026//0942-5403.8.3.141>
- Mayringer, H., & Wimmer, H. (2014). *Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9*. Hogrefe.

- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(7), 293–299.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00134-7)
- Meister, I. G., Buelte, D., Sparing, R., & Boroojerdi, B. (2007). A repetition suppression effect lasting several days within the semantic network. *Experimental Brain Research*, 183(3), 371–376. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1051-8>
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322–352.
<https://doi.org/10.1037/a0026744>
- Mercure, E., Cohen Kadosh, K., & Johnson, M. H. (2011). The N170 shows differential repetition effects for faces, objects, and orthographic stimuli. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00006>
- Miller, E. K., & Desimone, R. (1994). Parallel Neuronal Mechanisms for Short-Term Memory. *Science*, 263(5146), 520–522. <https://doi.org/10.1126/science.8290960>
- Miller, E., Li, L., & Desimone, R. (1993). Activity of neurons in anterior inferior temporal cortex during a short-term memory task. *The Journal of Neuroscience*, 13(4), 1460–1478.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.13-04-01460.1993>
- Moll, K., Ramus, F., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Streiftau, S., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Démonet, J.-F., Longeras, E., Valdois, S., George, F., ... Landerl, K. (2014). Cognitive mechanisms underlying reading and spelling development in five European orthographies. *Learning and Instruction*, 29, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.09.003>
- Moll, K., Wallner, R., & Landerl, K. (2012). Kognitive Korrelate der Lese-, Leserechtschreib- und der Rechtschreibstörung. *Lernen und Lernstörungen*, 1(1), 7–19.
<https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000002>
- Müller, R. (2003a). *Diagnostischer Rechtschreibtest für 1. Klassen* (2. Aufl.). Beltz Test GmbH.

- Müller, R. (2003b). *Diagnostischer Rechtschreibtest für 2. Klassen* (4. Aufl.). Beltz Test GmbH.
- Müller, R. (2003c). *Diagnostischer Rechtschreibtest für 3. Klassen* (4. Aufl.). Beltz Test GmbH.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M., & Taylor, S. (1998). Segmentation, Not Rhyming, Predicts Early Progress in Learning to Read. *Journal of Experimental Child Psychology*, 71(1), 3–27. <https://doi.org/10.1006/jecp.1998.2453>
- Nair, D. G. (2005). About being BOLD. *Brain Research Reviews*, 50(2), 229–243. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.07.001>
- Nemrodov, D., & Itier, R. J. (2012). Is the rapid adaptation paradigm too rapid? Implications for face and object processing. *NeuroImage*, 61(4), 812–822. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.03.065>
- Nickel, S. (2002). *Funktionaler Analphabetismus – Ursachen und Lösungsansätze hier und anderswo*. Universität Bremen. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-ep000008901>
- Nickel, S. (2011). Literalität-Familie-family literacy: Die Transmission schriftkultureller Praxis und generationenübergreifende Bildungsprogramme als Schlüsselstrategie. *Psychologie und Gesellschaftskritik*, 35(3), 53–77.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: The cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24(9), 508–511. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(00\)01896-8](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)01896-8)
- Nobre, A. (1998). Modulation of human extrastriate visual processing by selective attention to colours and words. *Brain*, 121(7), 1357–1368. <https://doi.org/10.1093/brain/121.7.1357>
- Norton, E. S., & Wolf, M. (2012). Rapid Automatized Naming (RAN) and Reading Fluency: Implications for Understanding and Treatment of Reading Disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 427–452. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100431>

- OECD. (2013). *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264204256-en>
- OECD. (2022). *Programme for International Student Assessment (PISA)*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/>
- OECD & Statistics Canada. (2000). *International Adult Literacy Survey (IALS): Literacy in the information age. Final report*. OECD Publishing. <https://www.gesis.org/en/data-on-adult-education/daten/piaac-vorgaengerstudien/international-adult-literacy-survey-ials>
- OECD & Statistics Canada. (2005). *Adult Literacy and Lifeskills Survey (ALL) results*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2005/05/learning-a-living_g1gh5a6d/9789264010390-en.pdf
- Ossner, Jakob, Rosebrock, Cornelia, & Scherf, Daniel. (2021). *Alpha-Kurzdiagnostik: Lesen und Schreiben (3. Aufl.)*. Deutscher Volkshochschul-Verband e. V. <https://www.grundbildung.de/downloads/alpha-kurzdiagnostik/lesen-schreiben-alpha-kurzdiagnostik-rc.pdf>
- Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31(6), 785–806. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(92\)90039-Z](https://doi.org/10.1016/0749-596X(92)90039-Z)
- Oswald, W. D. (2016). *ZVT Zahlen-Verbindungs-Test (3.)*. Hogrefe.
- Pacheco, A., Reis, A., Araújo, S., Inácio, F., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2014). Dyslexia heterogeneity: Cognitive profiling of Portuguese children with dyslexia. *Reading and Writing*, 27(9), 1529–1545. <https://doi.org/10.1007/s11145-014-9504-5>
- Pedemonte, B., Pereira, C. W., Borghesani, V., Ebbert, M., Allen, I. E., Pinheiro-Chagas, P., De Leon, J., Miller, Z., Tee, B. L., & Gorno-Tempini, M. L. (2024). Profiles of mathematical deficits in children with dyslexia. *Npj Science of Learning*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00217-x>

- Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: The CDP+ model of reading aloud. *Psychological Review*, 114(2), 273–315. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.2.273>
- Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2010). Beyond single syllables: Large-scale modeling of reading aloud with the Connectionist Dual Process (CDP++) model. *Cognitive Psychology*, 61(2), 106–151. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2010.04.001>
- Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2013). A Computational and Empirical Investigation of Graphemes in Reading. *Cognitive Science*, 37(5), 800–828. <https://doi.org/10.1111/cogs.12030>
- Petermann, F. (2012). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition: Deutsche Bearbeitung* hrsg. Von F. Petermann. Hogrefe.
- Petermann, F., & Daseking, M. (2019). *Zürcher Lesetest—II: Weiterentwicklung des Zürcher Lesetests (ZLT) von Maria Linder und Hans Grisseman* (4. Aufl.). Hogrefe.
- Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual review of clinical psychology*, 11, 283–307. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112842>
- Pfost, M. (2015). Children’s Phonological Awareness as a Predictor of Reading and Spelling: A Systematic Review of Longitudinal Research in German-Speaking Countries. *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*, 47(3), 123–138. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000141>
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103(1), 56–115. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.103.1.56>
- Poldrack, R. A., Wagner, A. D., Prull, M. W., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (1999). Functional Specialization for Semantic and Phonological Processing in the Left Inferior Prefrontal Cortex. *NeuroImage*, 10(1), 15–35. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0441>

- Price, C. J. (2012). A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading. *NeuroImage*, 62(2), 816–847.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.04.062>
- Projektträger im DLR e.V. (Hrsg.) (mit Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt). (2011). *Zielgruppen in Alphabetisierung und Grundbildung Erwachsener: Bestimmung, Verortung, Ansprache* (Bd. 1). Bertelsmann.
- Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2000). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6(3), 207–213. [https://doi.org/10.1002/1098-2779\(2000\)6:3%3C207::AID-MRDD8%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1098-2779(2000)6:3%3C207::AID-MRDD8%3E3.0.CO;2-P)
- Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. *Journal of Communication Disorders*, 34(6), 479–492. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(01\)00060-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(01)00060-0)
- Rammstedt, B., Gauly, B., Kapidzic, S., Maehler, D. B., Martin, S., Massing, N., Schneider, S. L., & Zabal, A. (2024). *PIAAC 2023. Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich*. Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830999652>
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: A reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences*, 27(12), 720–726. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2004.10.004>
- Ramus, F. (2014). Neuroimaging sheds new light on the phonological deficit in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(6), 274–275.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.01.009>
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 712–722.
<https://doi.org/10.1111/1469-7610.00157>

- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(Pt 4), 841–865. <https://doi.org/10.1093/brain/awg076>
- Raschle, N. M., Chang, M., & Gaab, N. (2011). Structural brain alterations associated with dyslexia predate reading onset. *NeuroImage*, 57(3), 742–749. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.09.055>
- Recasens, M., Leung, S., Grimm, S., Nowak, R., & Escera, C. (2015). Repetition suppression and repetition enhancement underlie auditory memory-trace formation in the human brain: An MEG study. *NeuroImage*, 108, 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.12.031>
- Reinhart, S., & Kerkhoff, G. (2015). *Saarbrücker Lesetexte*. Universität des Saarlandes.
- Reis, A., Araújo, S., Morais, I. S., & Faísca, L. (2020). Reading and reading-related skills in adults with dyslexia from different orthographic systems: A review and meta-analysis. *Annals of Dyslexia*, 70(3), 339–368. <https://doi.org/10.1007/s11881-020-00205-x>
- Richlan, F. (2020). The Functional Neuroanatomy of Developmental Dyslexia Across Languages and Writing Systems. *Frontiers in Psychology*, 11, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00155>
- Richlan, F., Kronbichler, M., & Wimmer, H. (2009). Functional abnormalities in the dyslexic brain: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 30(10), 3299–3308. <https://doi.org/10.1002/hbm.20752>
- Rohlf, F. J. (1970). Adaptive Hierarchical Clustering Schemes. *Systematic Biology*, 19(1), 58–82. <https://doi.org/10.1093/sysbio/19.1.58>
- Rose, L. T., & Rouhani, P. (2012). Influence of Verbal Working Memory Depends on Vocabulary: Oral Reading Fluency in Adolescents With Dyslexia. *Mind, Brain, and Education*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2011.01135.x>

- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65.
[https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Rugg, M. D., & Doyle, M. C. (1994). Event-Related Potentials and Stimulus Repetition in Direct and Indirect Tests of Memory. In H.-J. Heinze, T. F. Münte, & G. R. Mangun (Hrsg.), *Cognitive Electrophysiology* (S. 124–148). Birkhäuser Boston.
https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0283-7_5
- Rüsseler, J. (2025). *Analphabetismus und geringe Literalität bei Erwachsenen: Grundlagen und Praxis* (1. Aufl.). Hogrefe AG. <https://doi.org/10.1024/86317-000>
- Rüsseler, J., Boltzmann, M., & Grosche, M. (2019). Funktionaler Analphabetismus in Deutschland – Größenordnung, Ursachen, Interventionen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 30(2), 87–95. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000253>
- Rüsseler, J., Boltzmann, M., Menkhaus, K., & Aulbert-Siepelmeier, A. (2013). Evaluation eines neuen Trainingsprogramms zur Verbesserung der Lese- und Rechtschreibfähigkeiten funktionaler Analphabeten. In M. Grünke & J. Wilbert (Hrsg.), *Empirische Sonderpädagogik* (Bd. 3, S. 237–249). Pabst Science Publishers.
- Rüsseler, J., Gerth, I., & Boltzmann, M. (2011). Basale Wahrnehmungsfähigkeiten von erwachsenen funktionalen Analphabeten und Analphabetinnen. In Projektträger im DLR e.V. (Hrsg.), *Lernprozesse in Alphabetisierung und Grundbildung Erwachsener: Diagnostik, Vermittlung, Professionalisierung* (1. Aufl., S. 11–28). Bertelsmann W. Verlag.
- Rüsseler, J., Gerth, I., Heldmann, M., & Münte, T. F. (2015). Audiovisual perception of natural speech is impaired in adult dyslexics: An ERP study. *Neuroscience*, 287, 55–65.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.12.023>
- Rüsseler, J., Sambale, C., Wildner, J., & Münte, T. F. (2003). Zeitliche Integration im auditiven System bei Erwachsenen mit konstitutioneller Dyslexie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 14(2), 99–112. <https://doi.org/10.1024//1016-264X.14.2.99>

- Rüsseler, J., Ye, Z., Gerth, I., Szyck, G. R., & Münte, T. F. (2018). Audio-visual speech perception in adult readers with dyslexia: An fMRI study. *Brain imaging and behavior*, 12(2), 357–368. <https://doi.org/10.1007/s11682-017-9694-y>
- Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M.-A., Le Heuzey, M.-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J. C., & Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503–1516. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>
- Sánchez-Vincitore, L. V., Avery, T., & Froud, K. (2018). Word-related N170 responses to implicit and explicit reading tasks in neoliterate adults. *International Journal of Behavioral Development*, 42(3), 321–332. <https://doi.org/10.1177/0165025417714063>
- Sauer, A., Grent-'t-Jong, T., Wibrall, M., Grube, M., Singer, W., & Uhlhaas, P. J. (2020). A MEG Study of Visual Repetition Priming in Schizophrenia: Evidence for Impaired High-Frequency Oscillations and Event-Related Fields in Thalamo-Occipital Cortices. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.561973>
- Scerri, T. S., & Schulte-Körne, G. (2010). Genetics of developmental dyslexia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 19(3), 179–197. <https://doi.org/10.1007/s00787-009-0081-0>
- Schlaggar, B. L., Brown, T. T., Lugar, H. M., Visscher, K. M., Miezin, F. M., & Petersen, S. E. (2002). Functional Neuroanatomical Differences Between Adults and School-Age Children in the Processing of Single Words. *Science*, 296(5572), 1476–1479. <https://doi.org/10.1126/science.1069464>
- Schlaggar, B. L., & Church, J. A. (2009). Functional Neuroimaging Insights Into the Development of Skilled Reading. *Current Directions in Psychological Science*, 18(1), 21–26. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01599.x>
- Schlaggar, B. L., & McCandliss, B. D. (2007). Development of Neural Systems for Reading. *Annual Review of Neuroscience*, 30(1), 475–503. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135645>

- Schmider, E., Ziegler, M., Danay, E., Beyer, L., & Bühner, M. (2010). Is It Really Robust?: Reinvestigating the Robustness of ANOVA Against Violations of the Normal Distribution Assumption. *Methodology*, 6(4), 147–151. <https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000016>
- Schulte-Körne, G. (2021). Verpasste Chancen: Die neuen diagnostischen Leitlinien zur Lese-, Rechtschreib- und Rechenstörung der ICD-11. *Verpasste Chancen: Die neuen diagnostischen Leitlinien zur Lese-, Rechtschreib- und Rechenstörung der ICD-11*, 49.
- Schulte-Körne, G., & Galuschka, K. (2019). *Lese-/Rechtschreibstörung (LRS)* (1. Auflage). Hogrefe.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4), 523–568. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.523>
- Seymour, P. H. K., Aro, M., Erskine, J. M., & collaboration with COST Action A8 network. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94(2), 143–174. <https://doi.org/10.1348/000712603321661859>
- Shaywitz, S. E., Fletcher, J. M., Holahan, J. M., Shneider, A. E., Marchione, K. E., Stuebing, K. K., Francis, D. J., Pugh, K. R., & Shaywitz, B. A. (1999). Persistence of Dyslexia: The Connecticut Longitudinal Study at Adolescence. *Pediatrics*, 104(6), 1351–1359. <https://doi.org/10.1542/peds.104.6.1351>
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*, 20(4), 1329–1349. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000631>
- Silva, C., Faísca, L., Ingvar, M., Petersson, K. M., & Reis, A. (2012). Literacy: Exploring working memory systems. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(4), 369–377. <https://doi.org/10.1080/13803395.2011.645017>
- Simmons, F. R., & Singleton, C. (2006). The mental and written arithmetic abilities of adults with dyslexia. *Dyslexia*, 12(2), 96–114. <https://doi.org/10.1002/dys.312>

- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Mouzaki, A., & Papanicolaou, A. C. (2001). Age-Related Changes in Regional Brain Activation During Phonological Decoding and Printed Word Recognition. *Developmental Neuropsychology*, 19(2), 191–210. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1902_4
- Skowronek, H., & Marx, H. (1989). The Bielefeld longitudinal study on early identification of risks in learning read and write: Theoretical background and first results. In M. Brambring, F. Lösel, & H. Skowronek (Hrsg.), *Children at Risk: Assessment, Longitudinal Research and Intervention* (S. 268–294). DeGruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110860153>
- Snowling, M. J. (2019). *Dyslexia: A very short introduction* (First edition). Oxford University Press.
- Snowling, M. J., Nation, K., Moxham, P., Gallagher, A., & Frith, U. (1997). Phonological Processing Skills of Dyslexic Students in Higher Education: A Preliminary Report. *Journal of Research in Reading*, 20(1), 31–41. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.00018>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1962). THE COMPARISON OF DENDROGRAMS BY OBJECTIVE METHODS. *TAXON*, 11(2), 33–40. <https://doi.org/10.2307/1217208>
- Song, B., Sommer, W., & Maurer, U. (2024). Expectation Modulates Repetition Suppression at Late But Not Early Stages during Visual Word Recognition: Evidence from Event-related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 36(5), 872–887. https://doi.org/10.1162/jocn_a_02111
- Sparks, R. L., & Ganschow, L. (1991). Foreign Language Learning Differences: Affective or Native Language Aptitude Differences? *The Modern Language Journal*, 75(1), 3–16. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.1991.tb01076.x>
- Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 12–36. <https://doi.org/10.1002/dys.186>
- Steinbrink, C., & Lachmann, T. (2014). *Lese-Rechtschreibstörung: Grundlagen, Diagnostik, Intervention*. Springer.

- Stock, C., Marx, P., & Schneider, W. (2017). *BAKO 1-4: Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen. Ein Test zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit vom ersten bis vierten Grundschuljahr* (2.). Hogrefe.
- Summerfield, C., Trittshuh, E. H., Monti, J. M., Mesulam, M.-M., & Egner, T. (2008). Neural repetition suppression reflects fulfilled perceptual expectations. *Nature Neuroscience*, 11(9), 1004–1006. <https://doi.org/10.1038/nn.2163>
- Szűcs, D. (2016). Subtypes and comorbidity in mathematical learning disabilities. In *Progress in Brain Research* (Bd. 227, S. 277–304). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.027>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. ed., Pearson new international ed). Pearson.
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature reviews. Neuroscience*, 5(9), 721–728. <https://doi.org/10.1038/nrn1499>
- Tan, L. H., Laird, A. R., Li, K., & Fox, P. T. (2005). Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 25(1), 83–91. <https://doi.org/10.1002/hbm.20134>
- Tanaka, J. W., & Curran, T. (2001). A neural basis for expert object recognition. *Psychological Science*, 12(1), 43–47. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00308>
- Thompkins, A. C., & Binder, K. S. (2003). A comparison of the factors affecting reading performance of functionally illiterate adults and children matched by reading level. *Reading Research Quarterly*, 38(2), 236–258. <https://doi.org/10.1598/RRQ.38.2.4>
- Tibshirani, R., Walther, G., & Hastie, T. (2001). Estimating the Number of Clusters in a Data Set Via the Gap Statistic. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 63(2), 411–423. <https://doi.org/10.1111/1467-9868.00293>

- Tighe, E. L., & Schatschneider, C. (2016). Examining the Relationships of Component Reading Skills to Reading Comprehension in Struggling Adult Readers: A Meta-Analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 49(4), 395–409. <https://doi.org/10.1177/0022219414555415>
- Tschentscher, N., Ruisinger, A., Blank, H., Diaz, B., & von Kriegstein, K. (2018). *Reduced structural connectivity between left auditory thalamus and the motion-sensitive planum temporale in developmental dyslexia* (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1811.11658>
- Turkeltaub, P. E., Gareau, L., Flowers, D. L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature Neuroscience*, 6(7), 767–773. <https://doi.org/10.1038/nn1065>
- Turkeltaub, P. E., Weisberg, J., Flowers, D. L., Basu, D., & Eden, G. F. (2005). The neurobiological basis of reading: A special case of skill acquisition. In H. W. Catts & A. G. Kamhi (Hrsg.), *The connection between language and reading disabilities* (S. 105–130). Lawrence Erlbaum Associates.
- UNESCO. (1979). *Records of the General Conference: Twentieth session, Paris, 24 October to 28 November 1978*. Unesco.
- UNESCO Institute for Statistics. (2025). *Metadata: Indicator 4.6.1 – Youth/adult literacy rate*. UNESCO Institute for Statistics. <https://www.uis.unesco.org/sites/default/files/metadata/fichiers/2026/01/Metadata-04-06-01.pdf>
- Universität Bremen. (o. D.a). *BeLeSen – Digitale berufsfeldbezogene Lese- und Schreibförderung*. lea.online. <https://blogs.uni-bremen.de/leaonline/belesen-2/>
- Universität Bremen. (o. D.b). *lea-Schule – Materialien für die Lese- und Schreibförderung*. lea.online. <https://blogs.uni-bremen.de/leaonline/lea-schule/>
- Vágvölgyi, R., Bergström, K., Bulajić, A., Klatte, M., Fernandes, T., Grosche, M., Huettig, F., Rüsseler, J., & Lachmann, T. (2021). Functional illiteracy and developmental dyslexia: Looking for common roots. A systematic review. *Journal of Cultural Cognitive Science*, 159–179. <https://doi.org/10.1007/s41809-021-00074-9>

- Vágvölgyi, R., Bergström, K., Bulajić, A., Rüsseler, J., Fernandes, T., Grosche, M., Klatte, M., Huettig, F., & Lachmann, T. (2025). The cognitive profile of adults with low literacy skills in alphabetic orthographies: A systematic review and comparison with developmental dyslexia. *Educational Research Review*, 46, 1–26.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100659>
- Vágvölgyi, R., Coldea, A., Dresler, T., Schrader, J., & Nuerk, H.-C. (2016). A review about functional illiteracy: Definition, cognitive, linguistic, and numerical aspects. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01617>
- Vágvölgyi, R., Rohland, L. M., Sahlender, M., Dresler, T., Schrader, J., & Nuerk, H.-C. (2019). Diversity of functional illiterate cases: Results from a multiple-single case study. *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 22(1), 123–151. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-00863-z>
- Vágvölgyi, R., Sahlender, M., Schröter, H., Nagengast, B., Dresler, T., Schrader, J., & Nuerk, H.-C. (2024). Low literacy skills in adults can be largely explained by basic linguistic and domain-general predictors. *Frontiers in Psychology*, 15, 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1422896>
- Valdois, S., Bosse, M., & Tainturier, M. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10(4), 339–363. <https://doi.org/10.1002/dys.284>
- Vallar, G., & Baddeley, A. D. (1982). Short-Term Forgetting and the Articulatory Loop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 34(1), 53–60.
<https://doi.org/10.1080/14640748208400857>
- van der Meer, E., Pannekamp, A., Foth, M., Schaadt, G., Horn, E., Hild, I., Koch, D., Schmiedeborg, N., & Beyer, R. (2011). Diagnostik basaler kognitiver, sprachlicher und mathematischer Kompetenzen von Analphabeten und Analphabetinnen. In Projektträger im DLR e.V. (Hrsg.), *Lernprozesse in Alphabetisierung und Grundbildung Erwachsener: Diagnostik, Vermittlung, Professionalisierung* (1. Aufl., S. 89–108). Bertelsmann W. Verlag.
<http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=832672>

- van Linden, S., & Cremers, A. H. M. (2008). Cognitive Abilities of Functionally Illiterate Persons Relevant to ICT Use. In K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, & A. Karshmer (Hrsg.), *Computers Helping People with Special Needs* (Bd. 5105, S. 705–712). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-70540-6_103
- van Petten, C., & Luka, B. J. (2012). Prediction during language comprehension: Benefits, costs, and ERP components. *International Journal of Psychophysiology*, 83(2), 176–190. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.09.015>
- van Turenout, M. (2003). Modulation of Neural Activity during Object Naming: Effects of Time and Practice. *Cerebral Cortex*, 13(4), 381–391. <https://doi.org/10.1093/cercor/13.4.381>
- Vandermosten, M., Boets, B., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2012). A qualitative and quantitative review of diffusion tensor imaging studies in reading and dyslexia. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(6), 1532–1552. <https://doi.org/10.1016/j.neubio-rev.2012.04.002>
- Varvara, P., Varuzza, C., Sorrentino, A. C. P., Vicari, S., & Menghini, D. (2014). Executive functions in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00120>
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2–40. <https://doi.org/10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x>
- Verhoef, B.-E., Kayaert, G., Franko, E., Vangeneugden, J., & Vogels, R. (2008). Stimulus Similarity-Contingent Neural Adaptation Can Be Time and Cortical Area Dependent. *The Journal of Neuroscience*, 28(42), 10631–10640. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3333-08.2008>

- Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: Phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, 30(4), 1414–1432. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.002>
- Vinckier, F., Dehaene, S., Jobert, A., Dubus, J. P., Sigman, M., & Cohen, L. (2007). Hierarchical Coding of Letter Strings in the Ventral Stream: Dissecting the Inner Organization of the Visual Word-Form System. *Neuron*, 55(1), 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.05.031>
- Visser, L., Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2019). Komorbidität spezifischer Lernstörungen und psychischer Auffälligkeiten: Ein Literaturüberblick. *Lernen und Lernstörungen*, 8(1), 7–20. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000246>
- Vogels, R. (2016). Sources of adaptation of inferior temporal cortical responses. *Cortex*, 80, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.08.024>
- Wagner, A. D., Paré-Blagoev, E. J., Clark, J., & Poldrack, R. A. (2001). Recovering Meaning. *Neuron*, 31(2), 329–338. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00359-2)
- Wagner, H. (2008). Sozialstrukturelle Unterprivilegierung und Funktionaler Analphabetismus. In J. Schneider, U. Gintzel, & H. Wagner (Hrsg.), *Sozialintegrative Alphabetisierungsarbeit: Bildungs- und sozialpolitische sowie fachliche Herausforderungen*. Waxmann Verlag.
- Wagner, R., Balthazor, M., Hurley, S., Morgan, S., Rashotte, C., Shaner, R., Simmons, K., & Stage, S. (1987). The nature of prereaders' phonological processing abilities. *Cognitive Development*, 2(4), 355–373. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(87\)80013-8](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(87)80013-8)
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101(2), 192–212. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.192>

- Walther, C., Schweinberger, S. R., Kaiser, D., & Kovács, G. (2013). Neural correlates of priming and adaptation in familiar face perception. *Cortex*, 49(7), 1963–1977.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.08.012>
- Weiner, K. S., Sayres, R., Vinberg, J., & Grill-Spector, K. (2010). fMRI-Adaptation and Category Selectivity in Human Ventral Temporal Cortex: Regional Differences Across Time Scales. *Journal of Neurophysiology*, 103(6), 3349–3365.
<https://doi.org/10.1152/jn.01108.2009>
- Wiggs, C. L., & Martin, A. (1998). Properties and mechanisms of perceptual priming. *Current Opinion in Neurobiology*, 8(2), 227–233. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(98\)80144-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(98)80144-X)
- Wilson, A. J., Andrewes, S. G., Struthers, H., Rowe, V. M., Bogdanovic, R., & Waldie, K. E. (2015). Dyscalculia and dyslexia in adults: Cognitive bases of comorbidity. *Learning and Individual Differences*, 37, 118–132. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.11.017>
- Wimmer, H., & Schurz, M. (2010). Dyslexia in regular orthographies: Manifestation and causation. *Dyslexia*, 16(4), 283–299. <https://doi.org/10.1002/dys.411>
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 415–438.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.415>
- Wong, A. C. N., Gauthier, I., Woroch, B., DeBuse, C., & Curran, T. (2005). An early electrophysiological response associated with expertise in letter perception. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 5(3), 306–318. <https://doi.org/10.3758/CABN.5.3.306>
- World Medical Association. (2001). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(4), 373–374.
- Worthy, J., & Viise, N. M. (1996). Morphological, phonological, and orthographic differences between the spelling of normally achieving children and basic literacy adults. *Reading and Writing*, 8(2), 139–159. <https://doi.org/10.1007/BF00555366>

- Yamada, Y., Stevens, C., Dow, M., Harn, B. A., Chard, D. J., & Neville, H. J. (2011). Emergence of the neural network for reading in five-year-old beginning readers of different levels of pre-literacy abilities: An fMRI study. *NeuroImage*, 57(3), 704–713.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.057>
- Zhang, R., Wang, Z., Wang, X., & Yang, J. (2021). N170 adaptation effect of the sub-lexical phonological and semantic processing in Chinese character reading. *Acta Psychologica Sinica*, 53(8), 807–820. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2021.00807>
- Zhou, L., & Yan, X. (2018). Enhanced N170 elicited by words in Chinese developmental dyslexia. *Neuroreport*, 29(15), 1244–1248.
<https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000001080>
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F.-X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107(1), 151–178. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.09.004>
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3–29. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3>
- Ziegler, J. C., Perry, C., Ma-Wyatt, A., Ladner, D., & Schulte-Körne, G. (2003). Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal? *Journal of Experimental Child Psychology*, 86(3), 169–193. [https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(03\)00139-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(03)00139-5)
- Zimmermann, P., & Fimm, B. (2021). *TAP: Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung Version 2.3.1* (9.). Psytest.
- Zorzi, M. (2010). The connectionist dual process (CDP) approach to modelling reading aloud. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(5), 836–860.
<https://doi.org/10.1080/09541440903435621>

- Zorzi, M., Houghton, G., & Butterworth, B. (1998). Two routes or one in reading aloud? A connectionist dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(4), 1131–1161.
- Zoubrinetzky, R., Bielle, F., & Valdois, S. (2014). New Insights on Developmental Dyslexia Subtypes: Heterogeneity of Mixed Reading Profiles. *PLoS ONE*, 9(6), 1–15.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099337>

Anhang

Anhang A

Mittelwertdifferenzen und Konfidenzintervalle der paarweisen Vergleiche des BAKO 1-4 (Studie 1)

Aufgabe	M Diff. (SE)	p	95 % KI
PWS ^a			
KG vs. EglF	.77 (.54)	.48	[-.63, 2.17]
KG vs. EglD	1.69 (.57)	.02	[.20, 3.18]
KG vs. ELRS	1.13 (.52)	.13	[-.21, 2.48]
EglF vs. EglD	.92 (.58)	.40	[-.61, 2.45]
EglF vs. ELRS	.36 (.53)	.90	[-1.03, 1.75]
EglD vs. ELRS	-.56 (.57)	.76	[-2.04, .92]
VE ^b			
KG vs. EglF	1.80 (.78)	.12	[-.30, 3.90]
KG vs. EglD	5.28 (.96)	< .001	[2.62, 7.94]
KG vs. ELRS	3.06 (.77)	.001	[1.00, 5.11]
EglF vs. EglD	3.48 (1.15)	.02	[.40, 6.56]
EglF vs. ELRS	1.26 (.99)	.58	[-1.36, 3.88]
EglD vs. ELRS	-2.22 (1.14)	.22	[-.83, 5.27]
RWB ^b			
KG vs. EglF	.32 (.43)	.88	[-.83, 1.48]
KG vs. EglD	2.49 (.59)	.001	[.86, 4.13]
KG vs. ELRS	1.26 (.41)	.02	[16, 2.37]
EglF vs. EglD	2.17 (.67)	.01	[.37, 3.97]
EglF vs. ELRS	.94 (.52)	.27	[-.43, 2.31]
EglD vs. ELRS	-1.23 (.66)	.26	[-.55, 3.01]
PV ^b			
KG vs. EglF	.18 (.90)	1.00	[-2.21, 2.57]
KG vs. EglD	3.26 (1.08)	.02	[.33, 6.18]
KG vs. ELRS	1.89 (.95)	.21	[-.63, 4.41]
EglF vs. EglD	3.08 (1.12)	.04	[.08, 6.08]
EglF vs. ELRS	1.71 (.99)	.32	[.91, 4.33]
EglD vs. ELRS	-1.37 (1.16)	.64	[-4.47, 1.74]
LK ^b			
KG vs. EglF	-.04 (.38)	1.00	[-1.05, .97]
KG vs. EglD	2.17 (.61)	.01	[.52, 3.83]
KG vs. ELRS	.84 (.48)	.31	[-.43, 2.11]
EglF vs. EglD	2.21 (.59)	.001	[.60, 3.82]
EglF vs. ELRS	.88 (.45)	.22	[-.33, 2.08]
EglD vs. ELRS	-1.33 (.66)	.19	[-3.10, .43]
VLB ^b			
KG vs. EglF	.00 (.79)	1.00	[-2.10, 2.10]
KG vs. EglD	2.57 (.79)	.01	[.47, 4.68]
KG vs. ELRS	1.22 (.79)	.42	[-.87, 3.30]
EglF vs. EglD	2.57 (.77)	.01	[.51, 4.63]

Anhang A (Fortsetzung)

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
EgID vs. ELRS	-1.35 (.77)	.30	[-3.39, .69]
WU ^a			
KG vs. EgIF	.40 (1.56)	.99	[-3.66, 4.46]
KG vs. EgID	3.90 (1.65)	.09	[-.43, 8.23]
KG vs. ELRS	2.03 (1.50)	.53	[-1.88, 5.95]
EgIF vs. EgID	3.50 (1.70)	.17	[-.93, 7.93]
EgIF vs. ELRS	1.63 (1.54)	.71	[-2.40, 5.67]
EgID vs. ELRS	-1.87 (1.64)	.67	[-6.16, 2.43]
GW ^a			
KG vs. EgIF	5.12 (4.81)	.71	[-7.47, 17.70]
KG vs. EgID	21.28 (5.12)	< .001	[7.89, 34.67]
KG vs. ELRS	11.40 (4.64)	.07	[-.71, 23.52]
EgIF vs. EgID	16.16 (5.25)	.01	[2.44, 29.88]
EgIF vs. ELRS	6.28 (4.78)	.56	[-6.20, 18.77]
EgID vs. ELRS	-9.88 (5.09)	.22	[-23.17, 3.42]

Anmerkung. KG = Kontrollgruppe; EgIF = Gering Literalisierte mit anderer Erstsprache als Deutsch; EgID = Gering Literalisierte mit Deutsch als Erstsprache; ELRS = Personen mit Lese- und Rechtschreibstörung; *M* Diff. = Mittelwertdifferenz; PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalerersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert.

^a Tukey post-hoc Test. ^b Games-Howell post-hoc Test.

Anhang B

Mittelwertdifferenzen und Konfidenzintervalle der paarweisen Vergleiche des BAKO 1-4 (Studie 3)

Aufgabe	<i>M</i> Diff. (<i>SE</i>)	<i>p</i>	95 % KI
PWS ^a			
NL vs. SL	1.53 (.61)	.04	[.08, 2.99]
NL vs. SSL	1.29 (.41)	.01	[.32, 2.27]
SL vs. SSL	-.24 (.64)	.93	[-1.75, 1.27]
VE ^b			
NL vs. SL	3.30 (1.30)	.06	[-.14, 6.74]
NL vs. SSL	2.74 (.77)	.001	[.89, 4.60]
SL vs. SSL	-.56 (1.41)	.92	[-4.17, 3.06]
RWB ^b			
NL vs. SL	1.91 (.66)	.03	[.16, 3.65]
NL vs. SSL	1.52 (.43)	.001	[.47, 2.56]
SL vs. SSL	-.39 (.74)	.86	[-1.49, 2.27]
PV ^b			
NL vs. SL	3.23 (1.26)	.06	[-.07, 6.53]
NL vs. SSL	2.19 (.79)	.02	[.31, 4.07]
SL vs. SSL	-1.04 (1.35)	.73	[-4.48, 2.40]
LK ^b			

Anhang B (Fortsetzung)

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
NL vs. SL	1.12 (.66)	.24	[-.60, 2.85]
NL vs. SSL	1.13 (.43)	.03	[-.10, 2.16]
SL vs. SSL	.00 (.72)	1.00	[-1.83, 1.83]
VLB ^a			
NL vs. SL	1.84 (.93)	.12	[-.36, 4.05]
NL vs. SSL	1.12 (.62)	.17	[-.35, 2.60]
SL vs. SSL	-.72 (.96)	.73	[-3.01, 1.57]
WU ^b			
NL vs. SL	4.94 (1.79)	.04	[.29, 9.59]
NL vs. SSL	2.89 (1.22)	.05	[-.03, 5.81]
SL vs. SSL	-2.05 (1.93)	.55	[-6.94, 2.85]
GW ^b			
NL vs. SL	17.86 (6.09)	.03	[1.87, 33.85]
NL vs. SSL	14.00 (3.90)	.001	[4.62, 23.37]
SL vs. SSL	-3.86 (6.69)	.83	[-20.84, 13.13]

Anmerkung. NL = normgerechte Leserinnen und Leser; SL = schlechte Leserinnen und Leser; SSL = sehr schlechte Leserinnen und Leser; *M* Diff. = Mittelwertdifferenz; PWS = Pseudowortsegmentierung; VE = Vokalersetzung; RWB = Restwortbestimmung; PV = Phonemvertauschung; LK = Lautkategorisierung; VLB = Vokallängenbestimmung; WU = Wortumkehr; GW = Gesamtwert.

^a Tukey post-hoc Test. ^b Games-Howell post-hoc Test.

Anhang C*N170-Analyse: Vollständige Ergebnisse der mehrfaktoriellen ANOVA*

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
S1	70.32***	1,41	.63
S2	55.00***	1,41	.57
S1D	5.45*	1.70,69.65 ^a	.12
ISI	21.77***	1,41	.35
Hem	4.69*	1,41	.10
S1 x S2	29.88***	1,41	.42
S1 x S1D	8.98***	1.94,79.34 ^b	.18
S2 x S1D	2.01	2,82	.05
S1 x S2 x S1D	.37	2,82	.01
S1 x ISI	15.57***	1,41	.28
S2 x ISI	.13	1,41	.00
S1 x S2 x ISI	.01	1,41	.00
S1D x ISI	9.88***	2,82	.19
S1 x S1D x ISI	8.55***	2,82	.17
S2 x S1D x ISI	.94	2,82	.02
S1 x S2 x S1D x ISI	.22	2,82	.01
S1 x Hem	5.72*	1,41	.12
S2 x Hem	30.57***	1,41	.43

Anhang C (Fortsetzung)

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
S1 x S2 x Hem	.76	1,41	.02
S1D x Hem	.49	2,82	.01
S1 x S1D x Hem	4.01*	2,82	.09
S2 x S1D x Hem	.35	2,82	.01
S1 x S2 x S1D x Hem	2.13	2,82	.05
ISI x Hem	1.41	1,41	.03
S1 x ISI x Hem	10.64***	1,41	.21
S2 x ISI x Hem	1.88	1,41	.04
S1 x S2 x ISI x Hem	.94	1,41	.02
S1D x ISI x Hem	1.95	2,82	.05
S1 x S1D x ISI x Hem	.36	2,82	.01
S2 x S1D x ISI x Hem	.24	2,82	.01
S1 x S2 x S1D x ISI x Hem	.31	2,82	.01

Anmerkung. *N* = 42. S1 = S1-Stimulus, S2 = S2-Stimulus, S1D = S1-Dauer, ISI = Interstimulusintervall, Hem = Hemisphäre.

^aHuynh-Feldt-korrigierte Freiheitsgrade. ^bGreenhouse-Geisser-korrigierte Freiheitsgrade.

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

Anhang D*P2-Analyse: Vollständige Ergebnisse der mehrfaktoriellen ANOVA*

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
S1	34.44***	1,40	.46
S2	36.97***	1,40	.48
S1D	4.80*	1.40,57.59 ^b	.11
ISI	19.00***	1,40	.32
Elek	1.85	2.51,100.21 ^a	.04
S1 x S2	64.18***	1,40	.62
S1 x S1D	10.19***	2,80	.20
S2 x S1D	4.42*	2,80	.10
S1 x S2 x S1D	1.44	2,80	.03
S1 x ISI	24.57***	1,40	.38
S2 x ISI	35.47***	1,40	.47
S1 x S2 x ISI	16.64***	1,40	.29
S1D x ISI	.39	1.36,54.44 ^b	.01
S1 x S1D x ISI	12.05***	1.74,69.39 ^a	.23
S2 x S1D x ISI	.45	1.76,70.52 ^a	.01
S1 x Elek	35.59***	2.27,90.69 ^a	.47
S2 x Elek	23.25***	2.12,84.88 ^b	.37
S1 x S2 x Elek	17.41***	2.13,85.21 ^b	.30
S1D x Elek	.76	4.56,182.35 ^a	.02
S1 x S1D x Elek	3.00*	3.90,155.98 ^b	.07
S2 x S1D x Elek	.94	3.20,128.00 ^b	.02
S1 x S2 x S1D x Elek	1.82	5.05,201.80 ^a	.04

Anhang D (Fortsetzung)

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
ISI x Elek	2.40	2.27,90.86 ^a	.06
S1 x ISI x Elek	43.39***	2.27,90.94 ^a	.52
S2 x ISI x Elek	.27	2.67,106.62 ^a	.01
S1 x S2 x ISI x Elek	2.94*	3,120	.07
S1D x ISI x Elek	.97	3.94,157.72 ^b	.02
S1 x S1D x ISI x Elek	1.65	4.72,188.94 ^a	.04
S2 x S1D x ISI x Elek	1.61	3.87,154.98 ^b	.04
S1 x S2 x S1D x ISI x Elek	1.28	3.53,141.04 ^b	.03

Anmerkung. *N* = 42. S1 = S1-Stimulus, S2 = S2-Stimulus, S1D = S1-Dauer, ISI = Interstimulusintervall, Elek = Elektrode.

^aHuynh-Feldt-korrigierte Freiheitsgrade. ^bGreenhouse-Geisser-korrigierte Freiheitsgrade.

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

Anhang E

P2-Analyse: Vollständige Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA S1 x S2 für verschiedene Interstimulusintervalle und Elektroden

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
ISI = 200 & Elek = P7			
S1	16.07***	1,41	.28
S2	2.81	1,41	.06
S1 x S2	45.46***	1,41	.53
ISI = 200 & Elek = P8			
S1	17.07***	1,41	.29
S2	55.21***	1,41	.57
S1 x S2	134.33***	1,41	.77
ISI = 200 & Elek = O1			
S1	9.66**	1,41	.19
S2	1.06	1,41	.03
S1 x S2	45.84***	1,41	.53
ISI = 200 & Elek = O2			
S1	3.65	1,41	.08
S2	23.24***	1,41	.36
S1 x S2	58.87***	1,41	.59
ISI = 500 & Elek = P7			
S1	24.80***	1,41	.38
S2	13.62***	1,41	.25
S1 x S2	19.17***	1,41	.32
ISI = 500 & Elek = P8			
S1	82.46***	1,41	.67
S2	101.35***	1,41	.71
S1 x S2	35.52***	1,41	.46
ISI = 500 & Elek = O1			
S1	74.25***	1,41	.64

Anhang E (Fortsetzung)

Faktoren	<i>F</i>	<i>df</i>	η_p^2
S2	10.21**	1,41	.20
S1 x S2	4.92*	1,41	.11
ISI = 500 & Elek = O2			
S1	4.27*	1,41	.09
S2	6.45*	1,41	.14
S1 x S2	23.81***	1,41	.37

Anmerkung. *N* = 42. S1 = S1-Stimulus, S2 = S2-Stimulus, ISI = Interstimulusintervall, Elek = Elektrode. Das Signifikanzniveau Alpha-Fehler-korrigiert gem. Benjamini & Hochberg (1995).

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