

Wirksamkeit des computerbasierten Trainingsprogramms *Lautarium* bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten: eine randomisierte kontrollierte Studie

vom Fachbereich Sozialwissenschaften der
Technischen Universität Kaiserslautern
zur Verleihung des akademischen Grades
Doktor der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigte

D i s s e r t a t i o n

vorgelegt von

Laura Marie Marzen

Tag der Disputation: 18. Februar 2021
Dekan: Prof. Dr. Michael Fröhlich
Vorsitzender: Prof. Dr. Marcus Höreth
Gutachter: 1. Prof. Dr. Thomas Lachmann
2. apl. Prof. Dr. Maria Klatte

D386

Februar 2021

Danksagung

Ich möchte allen Personen, die mich auf dem Weg zu meiner Dissertation unterstützt haben, einen großen Dank aussprechen.

An erster Stelle gilt mein Dank Herrn Professor Dr. Thomas Lachmann sowie Frau apl. Professorin Maria Klatte, die mir die Möglichkeit zur Promotion gaben. Sie haben mich nicht nur jederzeit unterstützt, sondern mir auch Mut und Motivation verliehen. Für meine Anliegen hatten sie stets ein offenes Ohr.

An zweiter Stelle danke ich denjenigen, die mich während der Datenerhebung tatkräftig unterstützt haben und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre, insbesondere Sophia-Julia von Versen und Veronika Rinnert.

Außerdem bedanke ich mich bei Frau Dr. Kirstin Bergström für ihre Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Studie, sowie bei allen teilnehmenden Schulen, Lehrern und Kindern.

Der größte Dank gilt meiner Familie, insbesondere meiner Mutter Andrea Marzen-Zimmer, meinem Partner und meinen Freunden.

Zusammenfassung

„Die Grenzen meiner Sprache bedeuten die Grenzen meiner Welt.“, schrieb der österreichisch-englische Philosoph Ludwig Wittgenstein (1922). Das Beherrschen der Schriftsprache wurde in der neuhumanistischen Bildungstheorie nach Wilhelm von Humboldt (Humboldt & Menze, 1997) in den Mittelpunkt der Bildungsprozesse gestellt. Bildung kann daher nur dann gelingen, wenn die Schriftsprache beherrscht wird. Dabei wird Bildung als eine Art lebenslanges Lernen verstanden, in dem es darum geht, die Funktionsweisen der Gesellschaft und der Welt in der wir leben, zu verstehen und dahingegen zu handeln (Otto, 2007). Mit dem erfolgreichen Schriftspracherwerb und dem sicheren Umgang mit der Schriftsprache ist eine Art Teilhabe am „kulturellen Gedächtnis“ so Assmann (2007) sowie an gegenwärtigen Prozessen.

Nicht für alle Kinder verläuft der Erwerb der Schriftsprache ohne Schwierigkeiten. In der ersten PISA-Studie aus dem Jahr 2000 lag der Prozentsatz leseschwacher Kinder in Deutschland bei ca. 24 Prozent (OECD, 2001).

Dieser verringerte sich zwar in der PISA-Studie im Jahr 2015 auf rund 16 Prozent (PISA 2015 Results (Volume V), 2017). Die Ergebnisse der aktuellen PISA-Studie sind jedoch ernüchternd. In Bezug auf die Lesekompetenz ist der Anteil der leseschwachen Kinder auf 21 Prozent gestiegen, an Gymnasien sogar auf 29 Prozent (OECD, 2019). Auch Fischbach und Kollegen (Fischbach et al., 2013) fanden bei ihrer Studie im deutschsprachigen Raum heraus, dass 18 Prozent aller Grundschüler¹ erhebliche Schwierigkeiten im Lesen und Schreiben aufweisen.

Stellen sich erste Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und Schreibens ein, muss eine zeitige Förderung der betroffenen Kinder an erster Stelle stehen. An diesem Punkt setzt das computerbasierte Trainingsprogramm *Lautarium* (Klatte, Steinbrink, Bergström, & Lachmann, 2017) an, indem es Lehrern, Eltern, Therapeuten und den betroffenen Kindern ein Werkzeug an die Hand gibt, welches sich bereits in mehreren Studien als wirksam erwiesen hat (einen Überblick bietet Klatte et al., 2017).

¹ Im Zuge besserer Lesbarkeit wird von der gleichzeitigen Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen abgesehen. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter.

Entwickelt wurde dieses Programm im Zuge eines Drittmittelprojekts mit dem Schwerpunkt „Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Die hier durchgeführte Studie befasst sich mit den Effekten des Trainings mit dem computerbasierten Förderprogramm *Lautarium* auf die phonologischen und schriftsprachlichen Leistungen von Zweitklässlern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. *Lautarium* basiert auf aktuellen Forschungserkenntnissen zur Bedeutung der phonologischen Verarbeitung für den Schriftspracherwerb und umfasst aufeinander aufbauende Übungen zur Phonemwahrnehmung, phonologischen Bewusstheit und Graphem-Phonem-Zuordnung, zum Lesen und Schreiben lautgetreuer Wörter und zur schnellen Worterkennung. Zwar hat sich das Trainingsprogramm bereits in mehreren Studien als wirksam erwiesen, in der jetzigen Studie wird die Wirksamkeit jedoch erstmals im Rahmen eines randomisierten kontrollierten Designs (randomized controlled trial, RCT, „Goldstandard“ der klinischen Forschung) geprüft (Borah, Moriarty, Crown, & Doshi, 2014; Kaptchuk, 2001).

Es wurde zunächst ein klassisches Prätest-Posttest-Follow-up-Design realisiert, um kurz- und langfristige Effekte des *Lautarium*-Trainings zu erfassen (Studienteil 1: Vortest bis Nachtest 2). Eine Gruppe von Kindern (n= 24) bearbeitete das *Lautarium*-Training, die andere Gruppe (n= 31) ein computerbasiertes Denktraining (Lenhard, Lenhard & Klauer, 2011). Das Training erfolgte täglich etwa 20 Minuten über mehrere Wochen im Rahmen des differenzierenden Unterrichts. Im Anschluss an den Follow-up-Test arbeiteten die Gruppen mit dem jeweils anderen Programm, danach folgte ein weiterer, abschließender Nachtest 3 (Studienteil 2: bis Nachtest 3, n= 44).

Studienteil 1 bestätigte signifikante und teilweise anhaltende Effekte des *Lautarium*-Trainings auf Untertests zur phonologischen Bewusstheit, zum Lesen und zur Rechtschreibung. Die in früheren Studien gezeigten Effekte ließen sich somit auch im Rahmen eines RCT-Designs replizieren. In Studienteil 2 zeigten sich signifikante Effekte auf die phonologische Bewusstheit. Abschließend werden Potentiale und Grenzen des Einsatzes von *Lautarium* im differenzierenden Unterricht diskutiert.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Anhangsverzeichnis	XII
1. Die Entwicklung des Lesens und Rechtschreibens	1
1.1 Modelle der Lese-Rechtschreibentwicklung	2
1.2 Modell des Schriftspracherwerbs nach Frith	3
1.3 Modell des Schriftspracherwerbs nach Günther	6
1.4 Das Zwei-Wege-Modell nach Coltheart	8
1.5 Modelle des Rechtschreibens	11
1.6 Das Zwei-Wege-Modell nach Barry	12
1.7 Bedeutung der Modelle des Schriftspracherwerbs	14
1.8 Prädiktoren des Schriftspracherwerbs	15
1.9 Phonologische Informationsverarbeitung	17
1.10 Phonemwahrnehmung	18
1.11 Phonologische Bewusstheit	19
1.12 Phonologisches Arbeitsgedächtnis	21
1.13 Abruf phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis	24
1.14 Benennungsgeschwindigkeit und Schriftspracherwerb	24
1.15 Sprache und Schriftspracherwerb	25
2. Lese-Rechtschreibschwierigkeiten oder Lese-Rechtschreibstörung?	26
2.1 Die Lese-Rechtschreibstörung	29
2.2 Förderansätze	31

3.	Vorteile computerbasierter Förderprogramme und deren Verwendung in der Grundschule	33
4.	Das computerbasierte Trainingsprogramm <i>Lautarium</i>	35
4.1	Aufbau und Übungen des Programms <i>Lautarium</i>	36
4.2	Interaktive Instruktionen	38
4.3	Übungen zur Phonemwahrnehmung.....	38
4.4	Konsonanten-Diskrimination.....	39
4.5	Vokallänge	40
4.6	Konsonanten-Identifikation und Graphem-Zuordnung.....	40
4.7	Phonologische Bewusstheit	42
4.8	Erkennen von Lauten in Wörtern.....	42
4.9	Laute zählen.....	43
4.10	Wörter bauen aus Lautbausteinen	43
4.11	Wörter lesen aus Lautbausteinen.....	44
4.12	Odd-One-Out Konsonanten	46
4.13	Odd-One-Out Vokallänge.....	47
4.14	Wörter bauen aus Laut- und Graphembausteinen	47
4.15	Lesen und Schreiben lautgetreuer Wörter.....	48
4.16	Wörter schreiben	48
4.17	Wortauswahl.....	49
4.18	Richtig oder falsch?	50
4.19	Blitzlesen	51
4.20	Belohnungssystem und Feedback	52
5.	Forschungsfrage.....	55
6.	Methode	58
6.1	Stichprobe	58
6.2	Versuchsplan und Ablauf	60
6.3	Diagnostik- und Trainingsablauf.....	62

6.4	Matching.....	63
6.5	Denkspiele mit Elfe und Mathis	65
6.6	Angewandte Testverfahren	70
6.7	Testverfahren zur Bestimmung der nonverbalen Intelligenz	71
6.8	Testverfahren zur Bestimmung der phonologischen Bewusstheit.....	72
6.9	Testverfahren zur Überprüfung des Leseverständnisses.....	73
6.10	Testverfahren zur Überprüfung des lauten Wortlesens	74
6.11	Testverfahren zur Überprüfung der Rechtschreibung	75
7.	Statistisches Vorgehen.....	76
7.1	Voraussetzungen zur Berechnung einer ANCOVA	78
8.	Ergebnisse bis N2	79
8.1	Ergebnisse im Bereich der phonologischen Bewusstheit bis N2.....	83
8.2	Ergebnisse im Bereich des Lesens bis N2.....	85
8.3	Ergebnisse im Bereich des Schreibens bis N2.....	87
9.	Stichprobe Follow-up bis N3.....	89
10.	Statistisches Vorgehen Follow-up bis N3.....	91
11.	Ergebnisse Follow-up bis N3	92
11.1	Ergebnisse im Bereich der phonologischen Bewusstheit Follow-up bis N3	95
11.2	Ergebnisse im Bereich des Lesens Follow-up bis N3.....	96
11.3	Ergebnisse im Bereich des Schreibens Follow-up bis N3	98
11.4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	99
12.	Schlussfolgerung und Diskussion	103
13.	Literatur.....	105

Abkürzungsverzeichnis

BUEGA= Basisdiagnostik Umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter

d_{kor} = Effektstärke

ELFE II= Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler

F= F-Wert

HSP 1+/ HSP 2= Hamburger Schreib-Probe

ICD-10-GM= Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitszustände (engl. International Classification of Diseases and Related Health Problems 10 German Modification)

KG= Kontrollgruppe

M= Mittelwert

n= Größe der Stichprobe

N1= Erster Nachtest mit Erhebung von Leistungsmaßen unmittelbar nach Trainingsende

N2= Zweiter Nachtest mit Erhebung von Leistungsmaßen 12 Wochen nach Nachtest 1

N3= Dritter Nachtest mit Erhebung von Leistungsmaßen nach Abschluss der zweiten Trainingsphase

p= Signifikanzniveau

P-ITPA= Potsdam-Illinois Test für Psycholinguistische Fähigkeiten

SD= Standardabweichung

SLRT II= Salzburger Lese- und Rechtschreibtests

TG= Trainingsgruppe

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vortestleistungen	58
Tabelle 2 Testreihenfolge aller Testzeitpunkte: Vortest, N1, N2 und N3	70
Tabelle 3 Statistische Ergebnisse: Prüfgrößen der Leistungsunterschiede N1 und N2	79
Tabelle 4 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der TG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit	81
Tabelle 5 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der KG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit	82
Tabelle 6 Leistungen im Nachtest 2	89
Tabelle 7 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der KG und TG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit in Nachtest 3	93
Tabelle 8 Statistische Ergebnisse: Prüfgrößen der Leistungsunterschiede in N3	94

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Das Sechs-Stufen-Modell der Schriftsprachentwicklung nach Frith (1986)	3
Abbildung 2. Stufenmodell des Schriftspracherwerbs nach Günther (1986)	7
Abbildung 3. Dual-Route-Cascaded-Modell nach Coltheart und Kollegen ((Coltheart et al., 2001) adaptiert nach Steinbrink & Lachmann 2014)	8
Abbildung 4. Das Zwei-Wege-Modell (Dual-Route-Modell) des Schreibens nach Barry ((1994); adaptiert nach Steinbrink & Lachmann 2014)	12
Abbildung 5. Britisches Arbeitsgedächtnismodell nach Baddeley (2000)	22
Abbildung 6. Darstellung der einzelnen Trainingsblöcke des Lautarium. Die Pfeile verdeutlichen, dass bereits geübte Inhalte im Verlauf des Programms vertieft werden und im Schwierigkeitsgrad steigen (Klatte et al., 2017).	37
Abbildung 7. Beispielaufgabe „Konsonanten-Diskrimination“: gleich/verschieden (Klatte et al., 2017)	39
Abbildung 8. Beispielaufgabe „Vokallängen-Identifikation“: lang/kurz (Klatte et al., 2017)	40
Abbildung 9. Beispielaufgabe „Konsonanten Identifikation und Graphem-Zuordnung“. Schritt 1: oberer Bereich der Abbildung mit Anlautaushwahl, Schritt 2: Unterer Bereich der Abbildung mit Graphem-Zuordnung (Klatte et al., 2017)	41
Abbildung 10. Beispielaufgabe zur Lautanalyse (Erkennen von Lauten in Wörtern) (Klatte et al., 2017)	42
Abbildung 11. Beispielaufgabe „Laute zählen“. Bei diesem Beispiel wäre Antwort „4“ richtig (Schule) (Klatte et al., 2017).	43
Abbildung 12. Beispielaufgabe „Wörter bauen aus Lautbausteinen“. Im oberen Bereich soll das Wort „Baum“ geschrieben werden, in dem nacheinander die richtigen Laute per Mausklick ausgewählt werden. Im unteren Bereich soll das Wort „Freude“ geschrieben werden, welches akustisch präsentiert wurde (Fragezeichen) (Klatte et al., 2017).	44
Abbildung 13. Beispielaufgabe „Wörter lesen aus Lautbausteinen“. Der obere Teil der Abbildung zeigt die Lautbausteine, die das Wort „Beruf“ ergeben. Ausgewählt werden soll aus den akustischen Alternativen im unteren Bereich: „Duft“, „Beruf“ und „Gruff“ (Klatte et al., 2017).	45

Abbildung 14. Beispielaufgabe „Odd-One-Out“. Es handelt sich um eine Anlautaufgabe, da der Kopf der Schlange zu sehen ist. „diss“, „tall“ und „doff“ werden nur akustisch präsentiert. „tall“ ist hierbei das Odd-One-Out (Klatte et al., 2017).	46
Abbildung 15. Beispielaufgabe „Wörter bauen aus Laut und Graphembausteinen“. Im oberen Bereich wird zuerst das bildlich dargestellte Wort „Krake“ aus Lautbausteinen gelegt, um es dann mit Graphembausteinen zu schreiben (Klatte et al., 2017).	47
Abbildung 16. Beispielaufgabe „Wörter schreiben“ mittels Graphembausteinen (Klatte et al., 2017).	48
Abbildung 17. Beispielaufgabe „Wortauswahl“. Gehörtes Zielwort ist aus vier Alternativen auszuwählen (Klatte et al., 2017).	49
Abbildung 18. Beispielaufgabe „richtig oder falsch“. Entscheidung darüber, ob geschriebenes Pseudowort mit gehörtem Wort übereinstimmt (Klatte et al., 2017).	50
Abbildung 19. Beispielaufgabe Blitzlesen. Nach Präsentation des Schriftwortes soll das passende Bild zugeordnet werden (Klatte et al., 2017).	51
Abbildung 20. Feedbacksäulen auf der linken Seite, gesammelte Taler auf der rechten Seite (Klatte et al., 2017)	52
Abbildung 21. Überblick über die Artikel und die Taler des Aquarium-Shops (Klatte et al., 2017)	53
Abbildung 22. Beispielaquarium nach Durchlauf aller Übungen (Klatte et al., 2017)	54
Abbildung 23. Übersicht über die Trainings- und Testzeiträume der Randomisierten kontrollierten Studie	61
Abbildung 24. Grafische Darstellung des Matchings mittels Propensity Score (PS). KG = Kontrollgruppe, TG = Trainingsgruppe	64
Abbildung 25. Aufgabenklassen des induktiven Denkens (A. Lenhard et al., 2012)	65
Abbildung 26. Aufgabenklasse des Generalisierens. Erkennung von Gleichheiten (A. Lenhard et al., 2012)	66
Abbildung 27. Aufgabenklasse Diskrimination: Welches dieser Objekte teilt das Merkmal der anderen Objekte nicht (A. Lenhard et al., 2012)?	67
Abbildung 28. Aufgabenklasse Beziehungserfassung: Hierbei geht es darum, Folgen zu ordnen, sie zu ergänzen, oder einfache Analogien herzustellen (A. Lenhard et al., 2012).	67

- Abbildung 29. Aufgabenklasse Beziehungsunterscheidung: an welcher Stelle der Folge stimmt die Beziehung zwischen den Objekten nicht (A. Lenhard et al., 2012)? 68
- Abbildung 30. Aufgabenklasse Kreuzklassifikation: Hierbei muss erkannt werden, welche Objekte bestimmte Gemeinsamkeiten oder Unterschiede aufweisen (A. Lenhard et al., 2012). 69
- Abbildung 31. Aufgabenklasse Systembildung: Gleichzeitige Erkennung mehrerer Relationen zwischen Objekten (A. Lenhard et al., 2012) 69
- Abbildung 32. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Konsonanten auslassen [maximal erreichbar: 22], rechts: Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyszkon, 2010) 84
- Abbildung 33. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler aus Summand: P-ITPA Konsonanten auslassen und P-ITPA Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyszkon, 2010) 84
- Abbildung 34. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortlesen [maximal erreichbar: 156], rechts: Pseudowortlesen [maximal erreichbar: 156] (Moll & Landerl, 2014) 85
- Abbildung 35. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortverständnis [maximal erreichbar: 75], rechts: Satzverständnis [maximal erreichbar: 36] (W. Lenhard, Lenhard, & Schneider, 2018) 86
- Abbildung 36. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler im Textverständnis des ELFE II [maximal erreichbar: 26] (W. Lenhard et al., 2018) 86
- Abbildung 37. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler in der Hamburger Schreib-Probe 2, untergliedert in Worttreffer [maximal erreichbar: 30], Graphemtreffer [maximal erreichbar: 148], alphabetische Strategie [maximal erreichbar: 20] und orthographische Strategie [maximal erreichbar: 15] 87

- Abbildung 38 Übersicht über die Trainings- und Testzeiträume der Randomisierten kontrollierten Studie. Zu betrachtender Zeitraum reicht von März 2019 bis Juni 2019. 91
- Abbildung 39. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Konsonanten auslassen [maximal erreichbar: 22], rechts: Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyschkon, 2010) 95
- Abbildung 40. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler aus Summand: P-ITPA Konsonanten auslassen und P-ITPA Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyschkon, 2010) 96
- Abbildung 41. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortlesen [maximal erreichbar: 156], rechts: Pseudowortlesen [maximal erreichbar: 156] (Moll & Landerl, 2014) 96
- Abbildung 42. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortverständnis [maximal erreichbar: 75], rechts: Satzverständnis [maximal erreichbar: 36] (W. Lenhard, Lenhard, & Schneider, 2018) 97
- Abbildung 43. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler im Textverständnis des ELFE II [maximal erreichbar: 26] 97
- Abbildung 44. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler in der Hamburger Schreib-Probe 2, untergliedert in Worttreffer [maximal erreichbar: 30], Graphemtreffer [maximal erreichbar: 148], alphabetische Strategie [maximal erreichbar: 20] und orthographische Strategie [maximal erreichbar: 15]. 98

Anhangsverzeichnis

Anhang 1. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)	119
Anhang 2. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)	119
Anhang 3. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)	120
Anhang 4. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)	120
Anhang 5. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)	121
Anhang 6. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)	121
Anhang 7. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Wortlesen in Vor- und Nachtest 1 (Moll & Landerl, 2014)	122
Anhang 8. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Wortlesen in Vor- und Nachtest 2 (Moll & Landerl, 2014)	122
Anhang 9. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Pseudowortlesen in Vor- und Nachtest 1 (Moll & Landerl, 2014)	123
Anhang 10. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Pseudowortlesen in Vor- und Nachtest 2 (Moll & Landerl, 2014)	123
Anhang 11. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Worttreffer in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)	124
Anhang 12. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Worttreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)	124
Anhang 13. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)	125
Anhang 14. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)	125
Anhang 15. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 alphabetische Strategie in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)	126
Anhang 16. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)	126

Anhang 17. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)	127
Anhang 18. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)	127
Anhang 19. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Vor- und Nachtest 1 (Esser & Wyszkon, 2010)	128
Anhang 20. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Vor- und Nachtest 2 (Esser & Wyszkon, 2010)	128
Anhang 21. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Vor- und Nachtest 1 (Esser & Wyszkon, 2010)	129
Anhang 22. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Vor- und Nachtest 2 (Esser & Wyszkon, 2010)	129
Anhang 23. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Gesamt in Vor- und Nachtest 1 (Esser & Wyszkon, 2010)	130
Anhang 24. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Gesamt in Vor- und Nachtest 2 (Esser & Wyszkon, 2010)	130
Anhang 25. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)	131
Anhang 26. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)	131
Anhang 27. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)	132
Anhang 28. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II Wortlesen in Nachtest 2 und Nachtest 3 (Moll & Landerl, 2014)	132
Anhang 29. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II Pseudowortlesen in Nachtest 2 und Nachtest 3 (Moll & Landerl, 2014)	133
Anhang 30. Homogenität der Regressionssteigungen HSP II Worttreffer in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)	133
Anhang 31. Homogenität der Regressionssteigungen HSP II Graphemtreffer in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)	134
Anhang 32. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 alphabetische Strategie in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)	134
Anhang 33. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)	135

Anhang 34. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)	135
Anhang 35. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)	136
Anhang 36. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA gesamt in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)	136

1. Die Entwicklung des Lesens und Rechtschreibens

Im Gegensatz zur Aneignung der mündlichen Sprache im Kindesalter, erfordert das Erlernen der Schriftsprache eine gezielte Anleitung. Schon vor Beginn der Schullaufbahn machen Kinder erste Erfahrungen mit graphischen Zeichen. Zum Beispiel werden Fastfoodketten an Farbe und Schriftzug erkannt, ohne die einzelnen Schriftzeichen lesen zu können. Auch Einschlafrituale, die das Vorlesen von Geschichten beinhalten, bieten für viele Kinder einen Zugang zur Schrift. Im Laufe der Zeit entwickeln Kinder ein erstes Gefühl für die Schrift, wie beispielsweise die Verknüpfung von Schriftzeichen mit Objekten und Aspekten der realen Welt oder die Einsicht, dass die Reihenfolge von geschriebenen Wörtern in Texten nicht willkürlich ist (Klicpera, Schabmann, & Gasteiger-Klicpera, 2010).

Im deutschsprachigen Raum verlässt immer wieder eine Vielzahl von Kindern die Schullaufbahn ohne ausreichende Lesekenntnisse. Die Aneignung dieser Kenntnisse verläuft bei Kindern sehr heterogen und bedarf einer gezielten Förderung innerhalb der einzelnen Phasen (Gasteiger-Klicpera, 2020).

Um Einsicht in die Prozesse des Lesens, welche mit den Prozessen des Schreibens eng verknüpft sind, zu gewinnen, werden in diesem Kapitel ausgewählte Modelle der Lese-Rechtschreibentwicklung und die allgemeine Entwicklung des Lesens und Rechtschreibens erläutert. Ein Augenmerk liegt hierbei zudem auf den Prädiktoren des Schriftspracherwerbs, mit denen dieses Kapitel schließt.

1.1 Modelle der Lese-Rechtschreibentwicklung

In den vergangenen 40 Jahren sind eine Reihe entwicklungspsychologisch orientierter Modelle zur Erklärung des Schriftspracherwerbs entwickelt worden.

Die meiste Aufmerksamkeit bekommen hierbei die sogenannten Stufenmodelle. Die einzelnen Stufen repräsentieren aufeinanderfolgende dominierende Lesestrategien, die sich über die Stufen hinweg im Wandel befinden (Harald Marx, 1997).

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf ausgewählte Modelle des Schriftspracherwerbs. Zum einen das entwicklungspsychologische Stufenmodell der Schriftsprachenentwicklung nach Frith (1986), das im englischsprachigen Raum entwickelt wurde. Günther (1986) hat dieses Modell als Grundlage genutzt und es um mehrere Stufen erweitert. Im Gegensatz zu Stufenmodellen finden auch Zwei-Wege-Modelle ihre Berechtigung.

Im Bereich des Wortlesens entwickelte Coltheart (1978, 2006) das Dual-Route-Modell (auch Zwei-Wege-Modell), in dem er den direkten vom indirekten Weg des Lesens unterschied. Anhand dieses Modells können im Bereich der Lese-Rechtschreibforschung Auffälligkeiten im Bereich des Lesens erklärt werden. Das Zwei-Wege Modell der Rechtschreibung nach Barry (1994) kann ähnlich wie das Dual-Route-Modell des Wortlesens nach Coltheart (1978, 2006) verstanden werden. Gemeinsam ist beiden Modellen, dass den lexikalischen Zugängen nichtlexikalische Zugänge gegenübergestellt werden. Im Folgenden werden die einzelnen Modelle mit ihren Merkmalen näher erläutert.

1.2 Modell des Schriftspracherwerbs nach Frith

Das Stufenmodell des Schriftspracherwerbs nach Frith (1986) bildet die Grundlage vieler weiterer Modelle (z. B. Günther, 1986) und hat einen hohen Stellenwert in der nationalen und internationalen Forschung inne (P. Marx, 2007), Frith (1986). Das Modell entstammt zwar der englischen Sprache, kann jedoch weitestgehend auf die deutsche Sprache angewendet werden (Scheerer-Neumann, 2018). Lesen und Schreiben entwickeln sich, so Frith (1986), zwar abhängig voneinander, jedoch nicht im selben Tempo. Ausgegangen wird hierbei von drei Phasen der Schriftsprachentwicklung, welche jedes Kind im Laufe des Erlernens der Schriftsprache durchläuft. Jede Phase ist durch die vorrangige Strategie gekennzeichnet, die beim Lesen und Schreiben verwendet wird. Je nachdem zu welchem Grad die jeweilige Strategie beherrscht wird, kann innerhalb der Phase differenziert werden. Beim Übertritt in eine neue Phase können Verbesserungen, aber auch verstärkte anfängliche Defizite auftreten (= Nutzungsdefizit). Die folgende Abbildung zeigt die einzelnen Phasen mit den vorrangigen Strategien, auf die im Anschluss näher eingegangen wird.

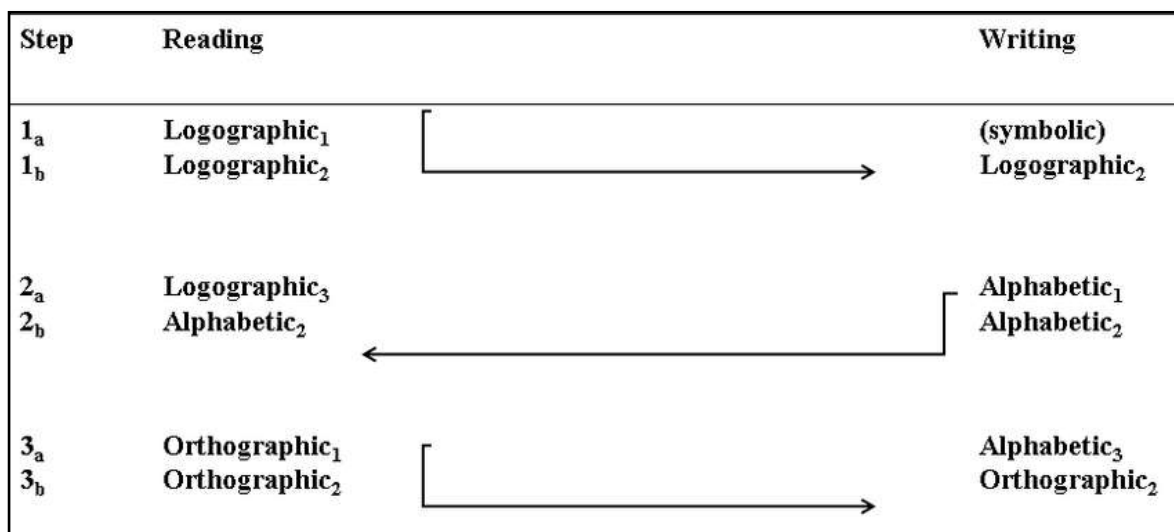


Abbildung 1. Das Sechs-Stufen-Modell der Schriftsprachentwicklung nach Frith (1986)

Die hierbei durchlaufenen Phasen bauen aufeinander auf und sind, Frith (1986) zufolge, die logographische Phase, die alphabetische Phase und die orthographische Phase. Entweder das Lesen oder das Schreiben nehmen eine Art Vorreiterrolle für die jeweilige Strategie ein und dominieren diese. Bei Abschluss einer Phase gehen die erworbenen Strategien nicht verloren, sondern werden durch die in der neuen Phase dominierende Strategie ergänzt.

Die erste, logographische Phase, so Frith (1986), ist durch die logographische Strategie geprägt und wird primär beim Lesen angewendet (1a). Wörter werden anhand herausstechender Aspekte, wie beispielsweise Farbe oder Formen, von den Kindern erkannt. Weder Buchstabenkenntnis noch Wissen über die Lautstruktur innerhalb der gesprochenen Sprache sind bei dieser Strategie von Nöten. Erst beim Erkennen des Wortes als Ganzes kann es vom Kind benannt werden. Einzelne Grapheme, also die kleinsten bedeutungsunterscheidenden Einheiten der Schriftsprache (Domahs & Primus, 2016), können in dieser Phase noch nicht erkannt werden. Bei wiederholtem Umgang und Repräsentation der „inneren Fotografien“ der Schriftzüge in Kombination mit der gesprochenen Sprache, kann diese Strategie auch auf das Schreiben angewendet werden (1b). Der so erworbene visuelle Wortschatz ist in seiner Tragweite jedoch sehr begrenzt.

Merkmal der alphabetischen Strategie ist gemäß Frith (1986) die zunehmende Kenntnis über die Struktur der Schriftsprache. Den Kindern wird in dieser Phase bewusst, dass einzelne Wörter aus Lauten zusammengesetzt sind, die durch Phoneme, also den kleinsten bedeutungsunterscheidenden lautlichen Einheiten, die bestimmten Graphemen zugeordnet werden können (Ptok, Lichte, Buller, Wink, & Naumann, 2005), repräsentiert werden (Graphem-Phonem-Korrespondenz). Die Vorreiterrolle in dieser Phase nimmt das Schreiben ein (2a). Wörter werden anhand ihrer sprachlichen Artikulation niedergeschrieben. Mit zunehmender Übung kann diese Strategie auch auf das Lesen angewendet werden (2b). Der Zugewinn im Vergleich zur logographischen Strategie liegt darin, dass durch die Kenntnis über Grapheme, Phoneme und deren Korrespondenz zunehmend neue Wörter in den Wortschatz aufgenommen werden können.

Die abschließende orthographische Phase wird laut Frith (1986) zu Beginn als reine Lesestrategie genutzt (3a). Das Schreiben basiert zu diesem Zeitpunkt weitestgehend auf der alphabetischen Strategie. Beim Lesen werden nicht mehr einzelne Grapheme, sondern ganze Schriftmuster erfasst oder Wörter werden in Silben, also kleine aus mehreren Phonemen gebildete Einheiten (Jahn, 2007), gelesen. Im Gegensatz zur alphabetischen Phase werden hier größere Frequenzen innerhalb des Wortes von den Kindern erfasst und finden bei wiederholtem Üben auch Anwendung auf das Schreiben (3b). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Erwerbsprozesse des Lesens und des Schreibens gegenseitig beeinflussen und in verschiedenen Phasen des Schriftspracherwerbs den jeweils anderen Prozess dominieren.

Dieses Stufenmodell, welches auf Daten britischer und US-amerikanischer Studien basiert, kann nicht eins zu eins auf die deutsche Sprache übertragen werden. Einschränkungen lassen sich besonders mit Blick auf die logographische Phase feststellen, die in der deutschen Sprache einen geringeren Stellenwert einnimmt. Da die Graphem-Phonem Zuordnung der deutschen Sprache im Vergleich zur englischen Sprache wesentlich transparenter ist, ist im Deutschen das Erlernen der alphabetischen Strategie als durchaus leichter anzusehen. Zudem ist der Deutschunterricht in der Grundschule überwiegend darauf ausgelegt, den Kindern die lautliche Struktur der deutschen Sprache nahe zu legen und schon früh die Graphem-Phonem-Korrespondenz zu trainieren (P. Marx, 2007).

1.3 Modell des Schriftspracherwerbs nach Günther

Günther (1986) greift das Frith'sche Stufenmodell (1986) auf und erweitert es um zwei Phasen. Er startet dabei mit der präliterarisch-symbolischen Phase, auf die sodann die sechs von Frith (1986) entwickelten Phasen folgen. Daran schließt sich dann die integrativ-automatisierende Phase an.

Alle Phasen verzeichnen in Anlehnung an Frith (1986) zwei Abstufungen. Günther (1986) sieht die präliterarisch-symbolische Phase, in der ein grundlegendes Verständnis der Symbolfunktion der Schrift erlangt wird, als wichtige Voraussetzung für das Erlernen der Schriftsprache. Die angeschlossene logographemische Phase wird, wie bei Frith (1986), zu Beginn ausschließlich für das Lesenlernen herangezogen, im späteren Verlauf auch für das Schreibenlernen.

Günther (1986) sieht die begrenzten Möglichkeiten dieser Schreibstrategie als Ursache bzw. Anlass, in die alphabetische Strategie überzugehen, in der eine grundlegende Einsicht in Graphem-Phonem-Korrespondenzen erworben wird. So werden in einem ersten Schritt die einzelnen Wörter in ihre Phoneme aufgegliedert, in die dazugehörigen Grapheme umgewandelt und verschriftlicht. Lautgetreue Wörter können mit dieser Strategie fehlerfrei niedergeschrieben werden. Auch zum Lesen kann diese Strategie genutzt werden, wobei beachtet werden muss, dass das Lesen durch die Zerlegung des Wortes in Grapheme, die Übersetzung jedes Graphems in ein Phonem (Analyse) und die anschließende Zusammenfügung (Synthese) sehr kleinschrittig erfolgt. Zudem ist diese Vorgehensweise nur für lautgetreue Wörter sinnvoll, denn erst mit dem Erwerb der orthographischen Strategie können größere Einheiten erfasst werden.

Nach Günther (1986) wird die orthographische Strategie zu Beginn vom Lesen dominiert und ist dadurch gekennzeichnet, dass das Lesen statt auf der rein phonologischen Ebene auf größeren Einheiten basiert. Im Gegensatz zur orthographischen Strategie können hierbei auch nicht-lautgetreue Wörter von Leseanfängern gelesen werden. Beim Schreiben können bekannte Wörter direkt aus dem Langzeitgedächtnis repräsentiert und niedergeschrieben werden. Das Schreiben beruht auch hier auf größeren Einheiten und berücksichtigt Schreibstrategien, um nicht-lautgetreue Wörter verschriftlichen zu können.

Die letzte und abschließende Phase nach Günther (1986) ist die integrativ-automatisierte. Diese umfasst, im Gegensatz zur den vorangegangenen, keine Strategie im engeren Sinne, sondern ist das Resultat des erfolgreichen Durchlaufens aller vorherigen Phasen, des Erwerbs der Schriftsprache und die kompetente Nutzung dieser.

Abb. 2 veranschaulicht das Günther'sche Stufenmodell:

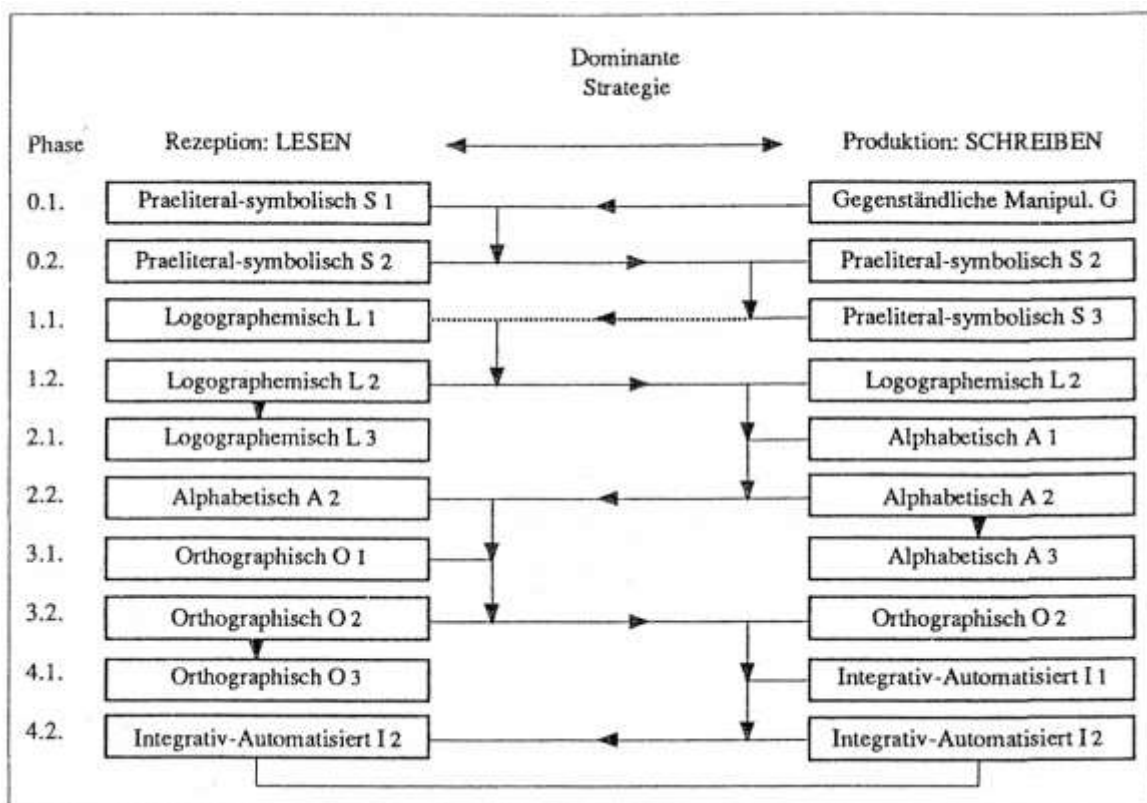


Abbildung 2. Stufenmodell des Schriftspracherwerbs nach Günther (1986)

1.4 Das Zwei-Wege-Modell nach Coltheart

Coltheart (1978) entwickelte mit dem Zwei-Wege-Modell (Dual-Route-Modell) eines der einflussreichsten Modelle des Wortlesens, welches in den darauffolgenden Jahren vielfach überarbeitet wurde und in englischen Simulationsstudien Anwendung fand (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Es ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

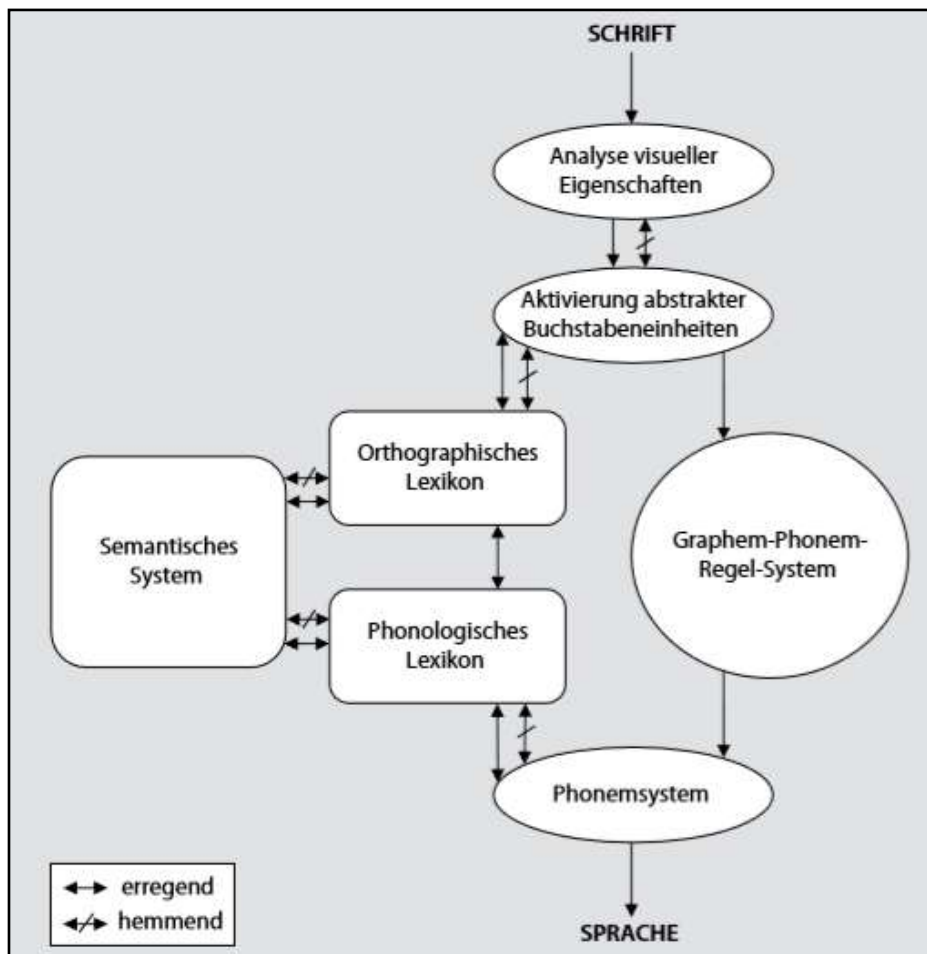


Abbildung 3. Dual-Route-Cascaded-Modell nach Coltheart und Kollegen ((Coltheart et al., 2001) adaptiert nach Steinbrink & Lachmann 2014)

Da dieses sehr detaillierte Modell hier nicht in Gänze beschrieben werden kann, werden im Anschluss nur die wichtigsten Punkte genannt. Das Dual-Route Modell (DRM) wurde zum Dual-Route-Cascaded-Modell (DRC) weiterentwickelt und bildet Leseprozesse computergestützt ab. Die detaillierte Beschreibung ist bei Coltheart (Coltheart, 1978; Coltheart et al., 2001; Coltheart, 2006) nachzulesen.

Zunächst kann festgehalten werden, dass es grundsätzlich zwei Wege gibt, ein Wort zu lesen. Der lexikale (direkte) und der nicht-lexikale Weg (phonologischer Weg). Beim lexikalen Weg werden bekannte Wörter direkt aus dem mentalen Lexikon abgerufen. Der nicht-lexikale Weg wird dann genutzt, wenn Pseudowörter oder unbekannte Wörter gelesen werden sollen. Hierbei wird, wie bei der alphabetischen Strategie nach Frith (1986), nacheinander jedem Graphem ein Phonem zugeordnet und das Wort bzw. das Pseudowort nach und nach zusammengesetzt (Analyse und Synthese). Der lexikale Weg kann in den semantischen und den nicht-semantischen Weg unterteilt werden. Streng genommen handelt es sich somit um drei Wege, die im DRC beschrieben werden: der nicht-lexikale Weg, der lexikale, semantische Weg und der lexikale, nicht-semantische Weg (Coltheart et al., 2001).

Zu beachten ist, dass im Modell nach Coltheart und Kollegen (2001) alle Schritte des lexikalen Wegs in einer Wechselbeziehung zueinanderstehen, die entweder hemmender oder ankurbelnder Natur ist. Eine Ausnahme bildet hierbei die Wechselwirkung des orthographischen Lexikons mit dem phonologischen Lexikon, da hier ausschließlich eine aktivierende Wechselwirkung zu verzeichnen ist. Die obige Abbildung verdeutlicht mit Hilfe von Pfeilen in welcher Beziehung die einzelnen Schritte zueinanderstehen. Bevor das gelesene Wort bzw. Pseudowort gesprochen wird, stehen das semantische, das nicht-semantische, das Phonemsystem und das Graphem-Phonem-Regelsystem in Wechselwirkung zueinander.

Zeitversetzt zum lexikalen Weg wird der nicht-lexikale Weg aufgegriffen. Hierbei werden, wie bereits beschrieben, Graphem-Phonem-Korrespondenzen genutzt, um ein Wort zu lesen. Da das Modell in englischer Sprache entwickelt worden ist, werden hier vor allem Graphemgruppen herangezogen, die in einem Phonem münden. Jedes Graphem bzw. jede Graphemgruppe wird von links nach rechts analysiert und in Phoneme umgewandelt, bis jedem Graphem ein passendes Phonem zugeordnet worden ist. Unterbrochen werden kann dieser Prozess, wenn im Laufe dieses Prozesses ein Wort aus dem mentalen orthographischen Lexikon gefunden und versprachlicht wird. Dieser Weg ist besonders für das Lesen von unbekanntem Wörtern oder Pseudowörtern von Wichtigkeit (Coltheart et al., 2001).

Vereinfacht verläuft der Leseprozess nach Coltheart et al. (2001) wie folgt: Das erste, was dem Leser ins Auge sticht, sind die visuellen Eigenschaften (Schriftart, Groß- und Kleinschreibung, Farbe etc.) des zu lesenden (Pseudo-)Wortes. Die abstrakten Buchstabeneinheiten werden im Anschluss parallel aktiviert. Ab diesem Punkt werden die verschiedenen Wege des Lesens eingeschlagen. Der lexikale, nicht-semantische Weg regt, mittels der Buchstaben-Einheiten, den Abruf des bekannten Wortes im mentalen orthographischen Lexikon an. Alle möglichen Wörter, die über die gleiche Graphemreihenfolge wie das zu lesende Wort verfügen, werden ins Gedächtnis gerufen. Das beste Match aus mentaler orthographischer Repräsentation und dem dargebotenen Wort wird an das phonologische Lexikon weitergeleitet, welches die Phoneme aktiviert, die zur Aussprache benötigt werden. Beim lexikalen-semantischen Weg wird darüber hinaus die Bedeutung des Wortes mit aufgegriffen.

Ziegler und Kollegen (Ziegler, Perry, & Coltheart, 2000) verdeutlichten, inwieweit dieses Modell auch auf die deutsche Sprache angewendet werden kann, indem sie mithilfe von Probanden das Lesen mittels des DRC vorherzusagen versuchten und zufriedenstellende Ergebnisse verzeichnen konnten, wenn auch nicht in dem Umfang, in dem es in der englischen Sprache vorzufinden war (Ziegler et al., 2000).

1.5 Modelle des Rechtschreibens

Bei der Entwicklung reiner Rechtschreibmodelle stellen die Autoren die Frage, ob zum Beispiel Lesen und Schreiben in gespiegelter Reihenfolge denselben kognitiven Prozessen zugeordnet werden können, besonders in den Mittelpunkt. Diese Vermutung wird nicht grundlegend abgelehnt (Rapcsak, Henry, Teague, Carnahan, & Beeson, 2007).

Festzuhalten ist jedoch, dass das Schreiben ein zeitlich gesehen, sehr viel langsamere Prozess als das Lesen ist. Für das Lesen wird eine schnelle Dekodierungsgabe verlangt, bei dem jedem Graphem das passende Phonem zugeordnet werden muss. Des Weiteren können beim Lesen ganze Wörter erfasst werden. Wörter als Ganzes zu schreiben, ist nicht umsetzbar, da jedes Graphem nacheinander verschriftlicht werden muss. Es spielt dabei keine Rolle, ob das Wort dem Schreiber bereits bekannt oder neu ist. Auch geht es beim Schreiben von Sätzen oder Texten darum, sowohl grammatikalische als auch semantische Aspekte mit einfließen zu lassen, beispielsweise bei der Unterscheidung von „seit“ und „seid“. Bestimmte Rechtschreibregeln werden beim Lesen außer Acht gelassen. Es ist nicht wichtig, ob das Wort groß- oder kleingeschrieben ist. Beim geübten Lesen werden zudem Pronomen und Artikel übersprungen, die beim Schreiben dennoch verschriftlicht werden müssen. Hinsichtlich des Inputs gibt es beim Schreiben drei Möglichkeiten: visuell, auditiv oder mental. Der visuelle Input umfasst das Abschreiben, der auditive Input das Hören und der mentale Input die innere Stimme beim Schreiben von Wörtern, Nichtwörtern und Texten. Beim Output können mehrere Formen unterschieden werden, je nachdem welches Medium genutzt wird: die Hand, eine Tastatur oder durch das Buchstabieren von Wörtern der Mund. Die Unterschiede, von denen nur eine Auswahl aufgeführt worden ist, können zahlreiche Facetten aufweisen. Dennoch werden grundlegende Fertigkeiten für das Lesen und Schreiben herangezogen. Wie aus den vorangegangenen Modellen ersichtlich wurde, dienen das Lesen und Schreiben als gegenseitige Schrittmacher und bedingen sich wechselseitig (Steinbrink & Lachmann, 2014a).

1.6 Das Zwei-Wege-Modell nach Barry

Das Zwei-Wege-Modell (Dual-Route-Modell) des Schreibens nach Barry (1994) ist eng an das Zwei-Wege-Modell des Wortlesens nach Coltheart (1978) angelehnt. Zwei-Wege-Modelle, die das Rechtschreiben abzubilden versuchen, nutzen oftmals bestehende Lesemodelle und knüpfen daran an bzw. modifizieren diese für das Rechtschreiben (Klicpera, Schabmann, & Gasteiger-Klicpera, 2007).

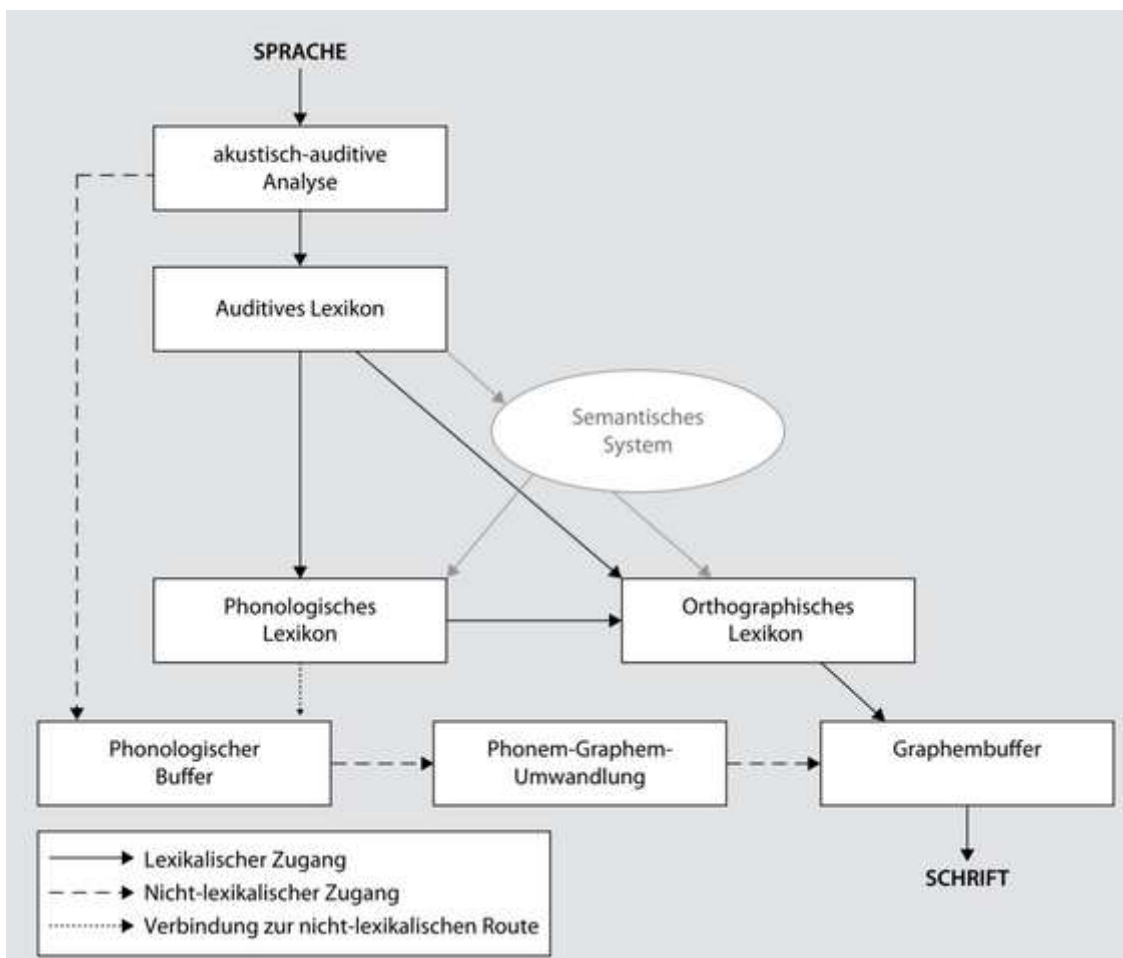


Abbildung 4. Das Zwei-Wege-Modell (Dual-Route-Modell) des Schreibens nach Barry ((1994); adaptiert nach Steinbrink & Lachmann 2014)

Angelehnt an Coltheart (1978) unterscheidet auch Barry (1994) einen lexikalischen- und einen nicht-lexikalischen Weg voneinander (siehe obige Abbildung). Beide werden parallel aktiviert, sobald ein akustisches Signal wahrgenommen wird (gesprochener Input). Dieses Signal wird direkt im Anschluss in sprachliche und nichtsprachliche Reize unterteilt.

Beim lexikalischen Weg, so Barry (1994), wird das auditive Lexikon herangezogen. Dieses umfasst abstrakte akustische Einheiten, welche die dazugehörigen Repräsentationen des phonologischen Lexikons aktivieren und zum orthographischen Lexikon führen. Der Umweg über das phonologische Lexikon hin zum orthographischen Lexikon, muss aber nicht immer eingeschlagen werden, denn dieses kann, bei bekannter Wortschreibweise, auch unmittelbar vom auditiven Lexikon aktiviert werden. Dies kann, wie schon beim DRC-Modell nach Coltheart und Kollegen (2001), mit oder ohne Nutzung des semantischen Systems erfolgen, je nachdem ob die Bedeutung des Wortes bereits bekannt ist oder nicht (blassere Darstellung). Wird der direkte Weg nicht genutzt, so müssen die orthographischen Einheiten nacheinander in einzelne Grapheme zerlegt und im Graphembuffer gespeichert werden.

Die Dauer der Zeitspanne, die das Niederschreiben von Graphemen beinhaltet, variiert. Der Graphembuffer dient als Speichereinheit, der die Grapheme an sich und die Reihenfolge „bereithält“, bis sie benötigt werden. Eine Beeinträchtigung des Graphembuffers führt gleichermaßen zu Fehlern bei der Verschriftlichung von unbekanntem, wie auch bekannten Wörtern (Kay & Hanley, 1994).

Beim nicht-lexikalischen Weg, so Barry (1994), werden mittels akustisch-auditiver Analyse umgehend die benötigten Phoneme aktiviert, die bereits im Phonembuffer hinterlegt sind. Auch Inhalte des phonologischen Lexikons können Bestandteil des Phonembuffers sein (lexikalischer Weg). Im Anschluss erfolgt die Phonem-Graphem-Umwandlung. Die so „übersetzten“ Grapheme werden für die Niederschrift im Graphembuffer abgespeichert. Sowohl der phonologische Buffer als auch der Graphembuffer nehmen, durch die gespeicherten Informationen aus beiden Routen, eine bedeutende Rolle als Kurzzeitspeicher ein.

1.7 Bedeutung der Modelle des Schriftspracherwerbs

Die beschriebenen Modelle stellen nur eine Auswahl der existierenden Modelle zum Schriftspracherwerb da. Verzichtet wurde hierbei auf die Darstellung von Modellen, die sich auf den Konnektionismus stützen und an die neuronale Struktur des menschlichen Gehirns angelehnt sind (Schaub, 1997). Auch wurden Modelle, die sich vordergründig mit dem reinen Leseverständnis beschäftigen nicht erläutert. Ein Beispiel für ein konnektionistisches Modell, welches auf verschiedenartige Zugangswege verzichtet, wie es bei den zuvor beschriebenen Modellen gängig ist, bieten Seidenberg und McClelland (Seidenberg & McClelland, 1989).

Die hier vorgestellten Modelle wurden gezielt ausgewählt, da sie eine hohe praktische Relevanz für die vorliegende Studie und die frühen Phasen des Schriftspracherwerbs aufweisen. Die zuvor erläuterten neueren Modelle, die im Zuge der kognitiven Wende der sechziger Jahre entstanden sind, legen den Fokus von behavioristischen auf kognitivistische Lernansätze und verstehen das Lernen als komplexes mentales Modell (Witt & Czerwionka, 2007).

Mithilfe dieser Modelle wurde das Verständnis dafür geschaffen, dass sich Kinder wichtige Vorkenntnisse, die für das Erlernen der Schriftsprache von Bedeutung sind, bereits im Vorschulalter aneignen. Hierbei kommt insbesondere der sprachlichen Informationsverarbeitung eine herausragende Bedeutung zu (M. J. Snowling & Hulme, 2008).

Bis in die siebziger Jahre hinein wurden beispielsweise im Vorfeld der Einschulung Fähigkeiten in Bezug auf die visuelle Wahrnehmung (z. B. Objekterkennung) oder der Feinmotorik (z. B. Endlosschleifen zeichnen) überprüft, um so den Erfolg beim Lesen- und Schreiben-Lernen vorherzusagen. Zwar sind diese Fähigkeiten beim Erlernen der Schriftsprache durchaus von Bedeutung, es kann jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass die Aussagekraft in Bezug auf das erfolgreiche Erlernen des Lesen und Schreibens nur als gering anzusehen ist (Steinbrink, Schwanda, Klatte, & Lachmann, 2010).

Snowling und Hulme (2008) haben die Tragweite der phonologischen Informationsverarbeitung für das Erlernen der Schriftsprache hervorgehoben, welche in den nachfolgenden Kapiteln mit ihren unterschiedlichen Aspekten näher erläutert wird.

1.8 Prädiktoren des Schriftspracherwerbs

Seit längerer Zeit versuchen Forscher herauszufinden, ob und wie mögliche Schwierigkeiten beim Schriftspracherwerb schon vor Schuleintritt vorhergesagt werden können. Je früher mögliche Schwierigkeiten erkannt werden, desto schneller können individuelle Fördermaßnahmen ergriffen werden (Klicpera, Schabmann, & Gasteiger-Klicpera, 2017).

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, erfolgte ein Wandel in Bezug auf vielversprechende Prädiktoren des erfolgreichen Schriftspracherwerbs. Unumstritten ist die gegenwärtige Hauptrolle der phonologischen Informationsverarbeitung als Prädiktor (L. C. Ehri, Gough, & Treiman, 1992), die in einer Reihe von Längsschnittstudien bestätigt worden ist (Boets et al., 2011; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012; Nikolopoulos, Goulandris, Hulme, & Snowling, 2006).

Der Begriff der phonologischen Informationsverarbeitung wurde erstmals von Wagner und Torgesen (1987) genutzt und setzt sich aus verschiedenen Teilaspekten zusammen, die sich isoliert voneinander entwickeln. Dazu zählen die phonologische Bewusstheit, das phonetische Rekodieren innerhalb des Arbeitsgedächtnisses (Kurzzeitgedächtnis), sowie das phonologische Rekodieren mit Zugriff auf das vorhandene Lexikon (Langzeitgedächtnis).

Insbesondere zur Förderung der phonologischen Bewusstheit in Bezug auf den erfolgreichen Schriftspracherwerb haben bereits Lundberg und Kollegen (Lundberg, Frost, & Petersen, 1988) positive Effekte auf die dänische Sprache gefunden.

Die von Fischer und Pfof (2015) durchgeführte Metaanalyse für den deutschsprachigen Raum berücksichtigt 19 Studien und zeigt zwar geringe, aber dennoch signifikante Effekte der phonologischen Förderung in Bezug auf den aussichtsreichen Schriftspracherwerb. Die Effekte beliefen sich im Bereich der Dekodierung auf $d = 0.18$, im Bereich sowohl des Leseverständnisses als auch der Rechtschreibung im Mittel auf jeweils $d = 0.26$. Die im internationalen Vergleich geringen Effekte erklären sich Fischer und Pfof (2015) dadurch, dass der phonologischen Bewusstheit in weniger transparenten Sprachen wie beispielsweise Englisch eine größere Bedeutung zugeschrieben werden kann und die Effekte in diesen Sprachen deutlich höher ausfallen, als innerhalb der deutschen Sprache mit einer transparenten Orthographie (Georgiou, Parrila, & Papadopoulos, 2008; Landerl et al., 2013).

Was genau unter den einzelnen Teilaspekten der phonologischen Informationsverarbeitung verstanden wird und welche Rolle die Phonemwahrnehmung sowie sprachliche Kompetenzen dabei spielen, wird anschließend erläutert.

1.9 Phonologische Informationsverarbeitung

Wagner und Torgesen (1987) zufolge werden phonologische Informationen genutzt, um gesprochene oder geschriebene Sprache zu verarbeiten. Dies geschieht im Zuge der phonologischen Informationsverarbeitung.

Drei Teilkomponenten fließen in die phonologische Informationsverarbeitung mit ein: die phonologische Bewusstheit, das phonologische Arbeitsgedächtnis und der Abruf phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis.

Dass das Erlernen des Lesens und Schreibens nicht erst unmittelbar mit dem Eintritt in die Schule einsetzt, sondern schon Jahre vor der Einschulung beginnt, zeigen mehrere Korrelationsstudien, indem sie Zusammenhänge zwischen Prädiktor und spezifischer Kriteriumsleistung darbieten. Die Vorhersagekraft aller von Wagner und Torgesen (1987) genannten Teilkomponenten ließ sich im Zusammenhang mit den später gezeigten Lese-Rechtschreibleistungen nachweisen (Gathercole & Adams, 1993; H. Skowronek & Marx, 1989). Im Zuge der empirischen Belege kann die phonologische Informationsverarbeitung mit ihren Teilaspekten als spezifische Voraussetzung für den Lernerfolg im Schriftspracherwerb betrachtet werden. Eine Störung in diesem Bereich kann als Ursache für Lese-Rechtschreibschwierigkeiten angesehen werden und gilt als Ansatzpunkt für gezielte Förderungen (M. Snowling, 2006).

Zudem spielen die Phonemwahrnehmung (Manis et al., 1997) und die sprachlichen Kompetenzen (Ennemoser, Marx, Weber, & Schneider, 2012) eine Rolle, wenn es um den erfolgreichen Schriftspracherwerb geht. All diese Aspekte werden im Folgenden näher beleuchtet.

1.10 Phonemwahrnehmung

Die kleinsten bedeutungsunterscheidenden Segmente der gesprochenen Sprache werden als Phoneme definiert (Schröder-Lenzen, 2007). Die Phonemwahrnehmung nimmt Bezug darauf, die Phoneme voneinander zu unterscheiden und zu erkennen (Spreer et al., 2018). Ein Beispiel hierzu wären Aufgaben zur Diskrimination von Phonemen. Dabei muss auf Gleichheit oder Verschiedenheit der gehörten oder gesprochenen Laute geachtet werden (/d/ - /t/)².

Kinder, die Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben haben, verzeichnen Defizite im Bereich der Sprachwahrnehmung. Diese können in mehrere Bereiche aufgegliedert werden. Darunter fallen z. B. die Phonemidentifikation und Phonemdiskrimination, die kategoriale Wahrnehmung und die Sprachwahrnehmung im Störgeräusch (Johnson, Pennington, Lowenstein, & Nittrouer, 2011; Strehlow et al., 2006; Ziegler, Pech-Georgel, George, & Lorenzi, 2009). Ziegler und Kollegen (2009) betonen die herausragende Stellung der Phonemwahrnehmung in Bezug auf die Varianzaufklärung im Lesen.

Die aktuelle Forschung konzentriert sich in besonderem Maße auf die Wahrnehmung von Konsonanten, im speziellen auf Plosivlaute (/b/, /d/, /g/, /k/, /p/, /t/), und die Vokallängenwahrnehmung. Die Länge der Vokale ist in der deutschen Sprache von enormer Bedeutung, da sie die Grundlage für eine Vielzahl an orthographischen Regeln bildet. Zu nennen ist hierbei beispielsweise die Verdopplung von Konsonanten nach kurzgesprochenem Vokal (Klatte, Steinbrink, Bergström, & Lachmann, 2013). Eine deutschsprachige Studie hierzu führte Landerl (2003) durch und kam zum Ergebnis, dass die Leistungen der Vokallängenwahrnehmung von Kindern mit ihren Rechtschreibleistungen zusammen hängen.

² Phonetische Transkription mittels SAMPA-Notation (= Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet)

1.11 Phonologische Bewusstheit

Die phonologische Bewusstheit bildet eine bedeutende Voraussetzung für den erfolgreichen Schriftspracherwerb (Bradley & Bryant, 1985; H. Marx, Jansen, Mannhaupt, & Skowronek, 1993). Sie beschreibt den bewussten Umgang und die Einsicht in die Lautstruktur der Sprache, indem beispielsweise Wörter in Laute aufgegliedert werden oder gezielte Laute innerhalb des Wortes durch andere ersetzt werden. Dieser bewusste Einblick in die gesprochene Sprache und das Wissen darüber, dass Wörter aus einzelnen Lauten bestehen, bildet die Grundlage für das Verständnis des alphabetischen Prinzips und der Graphem-Phonem-Zuordnung, welches in den zuvor beschriebenen Modellen bereits näher erläutert worden ist (Klatte et al., 2013).

Perfetti und Kollegen (Perfetti, Beck, Bell, & Hughes, 1987) fanden heraus, dass mit steigender Lesekompetenz auch die phonologische Bewusstheit von Kindern geschult wird. Die Schlussfolgerung daraus lautet, dass die phonologische Bewusstheit ein vielversprechender Prädiktor in Bezug auf den erfolgreichen Leseerwerb gesehen werden kann, was bereits mit zahlreichen empirischen Studien belegt wurde. Personen mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten verzeichnen zudem vermehrt Defizite im Bereich der phonologischen Bewusstheit (Melby-Lervåg et al., 2012). Krajewski und Kollegen (Krajewski, Schneider, & Nieding, 2004) fanden heraus, dass die Fähigkeiten im Bereich der phonologischen Bewusstheit im Vorschulalter einen wichtigen Prädiktor für die Rechtschreibleistungen am Ende der ersten Klasse darstellen (siehe auch (Schaars, Segers, & Verhoeven, 2017). Eine Kooperation zwischen Kindergarten, Vorschule, Grundschule und dem Elternhaus ist für eine gezielte frühzeitige Förderung der Kinder ratsam (Kluczniok, 2019).

Besonders Leseanfänger ziehen die phonologische Bewusstheit zu Rate, wenn es um das Lesen von Wörtern geht, bei der Umkodierung von Graphemen zu Phonemen und der anschließenden Synthese zu einem Wort. Bei Schreibanfängern ist die phonologische Bewusstheit besonders dann bedeutsam, wenn es um die Zerlegung der gesprochenen Sprache und die Umkodierung von Phonemen in Grapheme zur Verschriftlichung dieser geht (Steinbrink, 2006).

Die Erkenntnis, dass die phonologische Bewusstheit ein wesentlicher Prädiktor im Hinblick auf den erfolgreichen Schriftspracherwerb ist, legt die Frage nahe, ob diese trainiert werden kann, um den Prozess des Lesen- und Schreibenlernens zu unterstützen.

Evaluierte deutsche Förderprogramme, wie beispielsweise „Hören, lauschen, lernen“ von Küspert und Schneider (2008), oder „Lobo vom Globo“ (Fröhlich, Metz, & Petermann, 2009), die gezielt die phonologische Bewusstheit zu trainieren versuchen, verzeichnen positive Effekte auf das Lesen (Habib et al., 2002). Effekte auf die Rechtschreibung konnten jedoch nicht nachgewiesen werden (L. C. Ehri, Nunes, Willows et al., 2001).

Das reine Training der phonologischen Bewusstheit ist nicht ausreichend, um positive Effekte auf den Lese-Rechtschreibprozess auszuüben. Wichtig ist die Verknüpfung der phonologischen Bewusstheit mit der Graphem-Phonem-Zuordnung unter Berücksichtigung des alphabetischen Prinzips, im Zuge dessen Laute durch Grapheme repräsentiert werden. So wird es dem Kind ermöglicht, unbekannte Wörter zu verschriftlichen und zu lesen (Treiman, 2000).

Die Kombination von Übungen zur phonologischen Bewusstheit mit Übungen zur systematischen Vermittlung von Graphem-Phonem-Korrespondenzen, die intensiv über einen Zeitraum von mehreren Wochen angelegt ist verhilft Kindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten zu signifikanten Verbesserungen im Lesen (Alexander & Slinger-Constant, 2004; McCandliss, Beck, Sandak, & Perfetti, 2003; M. J. Snowling & Hulme, 2011).

Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten benötigen insbesondere Hilfestellung, wenn es darum geht, das erlernte Wissen über die Struktur der Sprache auf die Schriftsprache anwenden zu können (Hatcher, Hulme, & Snowling, 2004).

1.12 Phonologisches Arbeitsgedächtnis

Das phonologische Arbeitsgedächtnis hat die Hauptaufgabe, verbale Informationen über einen kurzen Zeitraum zu speichern. Diese kurzfristige Zwischenspeicherung ist vor allem für Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten problematisch. Aufgaben, die sich mit dem phonologischen Arbeitsgedächtnis befassen, behandeln zum Beispiel das Wiedergeben einer Ziffern- (Telefonnummer) beziehungsweise Wortfolge oder auch das bloße Nachsprechen von Pseudowörtern. Eine Ziffernfolge wird in sprachliche Informationen umkodiert und im phonologischen Arbeitsgedächtnis bis auf Abruf zwischengespeichert. Zudem ist das phonologische Arbeitsgedächtnis an Funktionen beteiligt, die dazu beitragen Graphem-Phonem-Korrespondenzen zu identifizieren. Bei Aufgaben zum Lesen müssen einzelne Phoneme solange zwischengespeichert werden, bis die einzelnen Phoneme zu einem Wort zusammengefügt werden können. Defizite im Bereich des phonologischen Arbeitsgedächtnis wurden als ein Faktor identifiziert, der Lese-Rechtschreibschwierigkeiten zu Grunde liegt (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004; Roodenrys & Stokes, 2001; Steinbrink & Klatt, 2008).

Seit mehreren Jahren wird eine Einschränkung der Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses als eine Ursache für eine Vielzahl an Lernstörungen in Betracht gezogen und untersucht. Häufig wird hierbei das britische Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (A. D. Baddeley, 1986) zu Rate gezogen. Grob unterscheidet das Modell drei Aspekte des Arbeitsgedächtnisses: die zentralübergreifende Exekutive (central executive), den episodischen Speicher (episodic buffer), die phonologische Schleife (phonological loop) sowie der visuell-räumliche Notizblock (visuospatial sketchpad). Es wird davon ausgegangen, dass eine separate Verarbeitung von phonologischen und visuell-räumlichen Informationen stattfindet. Erstere werden innerhalb der phonologischen Schleife kurzfristig gespeichert, welche in zwei Aspekte aufgliedert werden kann: den passiven phonologischen Speicher mit Beschränkung der Aufnahmekapazität und den aktiven Rehearsalmechanismus, der für die Transformation visueller Reize in akustische Informationen mittels innerem Wiederholen sorgt.

Der visuell-räumliche Notizblock bearbeitet visuell-räumliche Anreize und kann zudem in zwei Aspekte aufgegliedert werden: der passive visuelle- und der aktive Speicher. Erster speichert Informationen zur Form und Farbe der betrachteten Objekte, wohingegen der aktive Speicher Informationen des Raumes sowie Bewegungen verinnerlicht. Der episodische Speicher verwandelt Informationen in Codes und versucht diese mit dem Langzeitgedächtnis zu verbinden. Die zentrale Exekutive wacht über diese Funktionen und fungiert als Kontrolleinheit. Im Detail kann dieses Modell bei Baddeley nachgelesen werden (A. D. Baddeley, 1986; Alan Baddeley, 2000, 2012). Die untenstehende Abbildung verdeutlicht es nochmal.

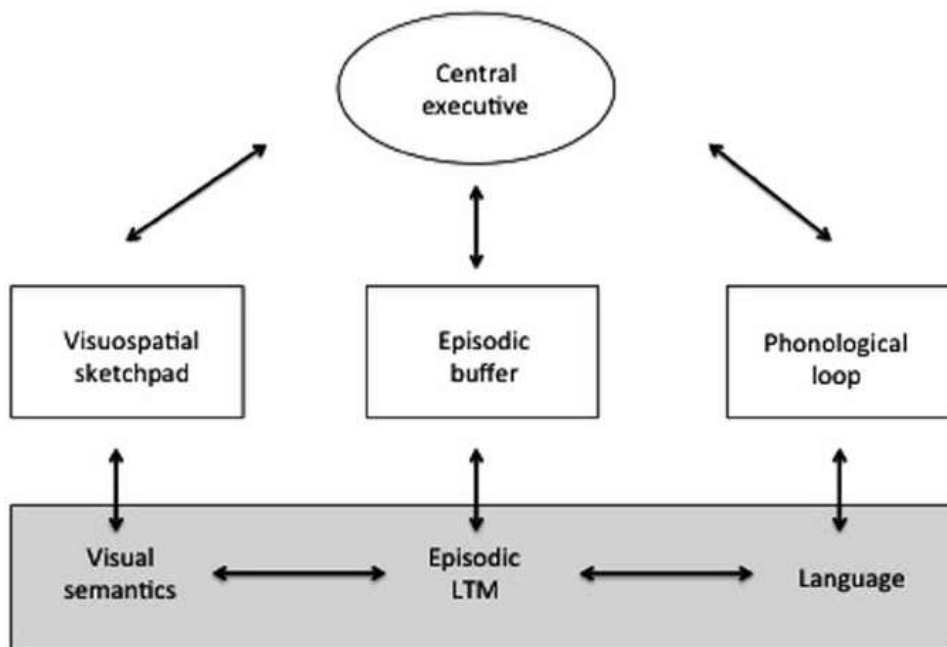


Abbildung 5. Britisches Arbeitsgedächtnismodell nach Baddeley (2000)

Die exakte Rolle, die das Arbeitsgedächtnis im Zuge von Lernstörungen einnimmt, ist noch immer nicht eindeutig geklärt. Dennoch konnte gezeigt werden, dass Fehlfunktionen im phonologischen Arbeitsgedächtnis zu den Ursachen von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten zählen und als Prädiktor für die späteren Lesefähigkeiten gelten können (Passolunghi, 2012; Swanson, 2012).

Inwieweit das phonologische Arbeitsgedächtnis trainierbar ist, ist nicht eindeutig nachgewiesen. Hierzu liegt nur eine geringe Anzahl an durchgeführten Studien vor. Beispielsweise versuchten Hulme und Muir (Hulme & Muir, 1985) die Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses mit Hilfe von Sprechgeschwindigkeiten zu trainieren, um die Kapazität des Rehearsal zu steigern. Die gefundenen Effekte waren jedoch nicht von langfristiger Dauer. Einen weiteren Versuch, das phonologische Arbeitsgedächtnis zu trainieren, zielte auf das Trainieren von Buchstaben- und Ziffernreihen ab. Auch hier konnten keine Effekte aufgezeigt werden (Strehlow et al., 2006).

Eine aktuelle Metaanalyse von Galuschka und Kollegen (Galuschka et al., 2019) zeigte, dass ein signifikanter Einfluss von Interventionen, die Gedächtnisstrategien zur Verbesserung der Rechtschreibung in den Mittelpunkt rücken, nicht bestätigt werden konnte.

Zusammenfassend kann also davon ausgegangen werden, dass die Aufnahmefähigkeit und Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses nicht trainiert werden kann.

1.13 Abruf phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis

Der Abruf phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis umfasst die Fähigkeit, visuell dargebotene Objekte in phonologische Repräsentationen umzukodieren. Besonders im Hinblick auf das Lesen ist der Abruf phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis ein bedeutender Faktor, wenn es darum geht, von einem verschriftlichen Wort zu seiner lexikalischen Bedeutung zu gelangen. Gemessen werden kann dies über die Benennungsgeschwindigkeit (engl. rapid automatized naming) in Bezug auf Buchstaben, Objekte oder Zahlen und wird im nachfolgenden Kapitel näher erläutert (Steinbrink & Lachmann, 2014a).

1.14 Benennungsgeschwindigkeit und Schriftspracherwerb

Denckla und Rudel (1976) entdeckten erste Zusammenhänge zwischen der Benennungsgeschwindigkeit und dem erfolgreichen Erwerb der Schriftsprache. Die in der durchgeführten Studie betrachtete Altersstufe lag zwischen sieben und zwölf Jahren. Verglichen wurden die Ergebnisse verschiedener Aufgaben zur Benennungsgeschwindigkeit von Buchstaben, Farben, Objekten und Zahlen, die jeweils von leseschwachen und unauffälligen Kindern bearbeitet wurden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Gruppe der Kinder mit Defiziten im Lesen weniger gute Leistungen mit Hinblick auf die Benennungsgeschwindigkeit verzeichnete als die Gruppe der unauffälligen Kinder. Ein Defizit im Bereich der Benennungsgeschwindigkeit lässt auf Beeinträchtigungen im Prozess des Lesens und Schreibens schließen. Um kognitive Schwierigkeiten, die zu einer Beeinträchtigung des Lese-Rechtschreibprozesses führen auszuschließen, wurde die Studie mit einer zusätzlichen Gruppe von Schülern mit Lernschwierigkeiten und durchschnittlichen Lesefähigkeiten durchgeführt. Es zeigten sich keine derart ausgeprägten Defizite in Bezug auf die Benennungsgeschwindigkeit, wie sie bei leseschwachen Kindern zu finden war.

Die Benennungsgeschwindigkeit steht im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit des Lesens. Wie genau sie theoretisch eingeordnet werden kann und ob sie wirklich ausschließlich als Komponente des Abrufs phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis dient oder doch der orthographischen Verarbeitung zugeordnet werden kann, ist zukünftig weiter zu erforschen (Steinbrink & Lachmann, 2014a).

Mayer (2018) proklamiert, dass eine gezielte Überprüfung der Benennungsgeschwindigkeit als ein wichtiger Bestandteil der frühzeitigen Erkennung drohender Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb gelten soll. Kinder, die während ihrer Grundschullaufbahn besondere Schwierigkeiten mit der Automatisierung des Leseprozesses entwickeln, sollen frühzeitig erkannt werden und eine auf ihre individuellen Bedürfnisse abgestimmte Förderung erhalten, die die phonologisch orientierten Ansätze integriert. Ein Training der Benennungsgeschwindigkeit als rein präventive Maßnahme ist nicht von Erfolg gekrönt (Conrad & Levy, 2011).

Für die Vorhersage von Rechtschreibleistungen ist die phonologische Bewusstheit als Prädiktor deutlich dienlicher (Moll, Fussenegger, Willburger, & Landerl, 2009).

1.15 Sprache und Schriftspracherwerb

Die Komponenten der phonologischen Informationsverarbeitung und ihre Bedeutung für den erfolgreichen Erwerb der Schriftsprache wurden in den vorangegangenen Kapiteln beleuchtet. Hierbei steht die Frage im Raum, ob diese Bedeutung auch in anderen Sprachen gegeben ist. Ziegler und Kollegen (Ziegler et al., 2010) betrachteten zu einem festgelegten Zeitpunkt mehrere Prädiktoren der Entwicklung des Lesens von Zweitklässlern über fünf europäische Sprachen hinweg. Untersucht wurden hierbei die Sprachen finnisch, französisch, niederländisch, portugiesisch und ungarisch. Auswahlkriterien waren die unterschiedlichen Graphem-Phonem-Zuordnungen. In transparenten Sprachen, in denen die Graphem-Phonem-Korrespondenzen konsistent sind, wie beispielsweise in der finnischen Sprache, erwies sich die phonologische Bewusstheit als bedeutenderer Einflussfaktor. In weniger transparenten Sprachen, wie z. B. in französisch, ist dies nicht der Fall.

Eine Studie, die die Sprachen englisch, slowakisch, spanisch und tschechisch in den Mittelpunkt der Betrachtungen rückt, zeigte, dass die phonologische Bewusstheit, die Benennungsgeschwindigkeit und das Buchstabenwissen die Leistungen im Lesen und Schreiben voraussagen. Das phonologische Arbeitsgedächtnis konnte als Prädiktor für den erfolgreichen Schriftspracherwerb nicht bestehen (Caravolas et al., 2012).

Wird die deutsche Sprache näher betrachtet, so können die beiden Längsschnittstudien von Ennemoser und Kollegen (Ennemoser et al., 2012) vom Kindergarten bis zur vierten Jahrgangsstufe zeigen, dass die Benennungsgeschwindigkeit als Hauptprädiktor für die Geschwindigkeit des Lesens und Satzverständnisses gelten kann, dicht gefolgt von der phonologischen Bewusstheit. Das Rennen der Vorhersagekraft für die Leistungen der Rechtschreibung machte die phonologische Bewusstheit (Moll et al., 2009). Zusammenfassend sagt die phonologische Bewusstheit in der deutschen Sprache die späteren Rechtschreibleistungen vorher, die Benennungsgeschwindigkeit die Leseleistungen (Steinbrink & Lachmann, 2014a).

2. Lese-Rechtschreibschwierigkeiten oder Lese-Rechtschreibstörung?

Eine Hauptursache für Schulversagen stellen sogenannte Lernstörungen dar. Diese werden im Allgemeinen als eine Beeinträchtigung im Zusammenhang mit dem altersentsprechenden Erwerb des kulturellen Guts des Lesens, Schreibens oder Rechnens charakterisiert. Eine alleingültige Definition des Begriffs ist gegenwärtig nicht vorhanden, da viele Synonyme, wie beispielsweise Lernschwierigkeiten, Teilleistungsschwäche oder Schulleistungsschwierigkeiten verwendet werden, die das gleiche auszusagen zu versuchen. Untergliedert werden können die Lernstörungen in partielle oder generelle Lernstörungen. Partiiell sind Lernstörungen dann, wenn sich die defizitären Leistungen nur auf einen Lernbereich beziehen, beispielsweise auf die Schriftsprache. Generelle Lernstörungen beziehen sich nicht isoliert auf einen Lernbereich, die Mangelleistungen treten bereichsübergreifend auf (Klauer & Lauth, 1997).

Eine internationale statistische Klassifikation von Krankheiten bietet die ICD-10-GM (engl. International Classification of Diseases and Related Health Problems 10 German Modification). Die Buchstaben „GM“ stehen hierbei für das deutsche Gesundheitswesen. Die ICD-10 ist auf der ganzen Welt anerkannt und von der Weltgesundheitsorganisation WHO aufgestellt. Krankheiten werden einzelnen Kategorien zugeordnet, kodiert und verfügen dadurch über einen eigenen Diagnoseschlüssel. Eine einheitliche weltweite Benennung der erfassten Krankheiten ist gewährleistet. Seit dem 01.01.2020 findet die ICD-10-GM in der Version 2020 Anwendung („ICD-10-GM 2020 Systematisches Verzeichnis“, 2020).

Im Zuge von Lernschwächen und Lernstörungen fallen isolierte oder gehäufte schwache Leistungen im Bereich des Lesens und Schreibens auf. Diese können nicht durch eine Beeinträchtigung der Intelligenz erklärt werden. Die Lernstörung ist der Lernschwäche untergeordnet und liegt laut ICD-10 („ICD-10-GM 2020 Systematisches Verzeichnis“, 2020) dann vor, wenn die Leistung nicht nur von der Norm abweicht, sondern eine Diskrepanz zwischen erbrachter schwacher Leistung und der Intelligenz des Kindes vorliegt (auch doppeltes Diskrepanzkriterium genannt). Zu beachten ist hierbei, dass das Ergebnis eines standardisierten Schulleistungstests mindestens eine Standardabweichung unter dem üblichen in diesem Alter erbrachten Leistungsniveau liegt (T-Wert < 40). Zusätzlich darf die allgemeine Intelligenz nicht unterdurchschnittlich sein (Mindestens 70 IQ Punkte). Zwischen den erbrachten Leistungen und der Intelligenz muss eine gewisse Kluft herrschen. Wie groß diese sein muss, ist nicht umfassend geregelt. Überwiegend wird jedoch eine Diskrepanz von einer bis zwei Standardabweichungen herangezogen (Hasselhorn & Mähler, 2006). Die Lernschwierigkeit grenzt sich zur Lernstörung dahingegen ab, dass das doppelte Diskrepanzkriterium nicht erfüllt wird und sich die Minderleistungen nicht signifikant zur durchschnittlichen Intelligenz abgrenzen lassen. Das doppelte Diskrepanzkriterium ist in der Forschung als Klassifikationsmaß nicht unumstritten. Dies zeigt eine 2018 veröffentlichte Studie (n=100) von Skowronek und Kollegen, die sich davon als Maß für Lernschwierigkeiten distanzieren (M. Skowronek, Schuchardt, & Mähler, 2018).

Zudem sind Lernschwächen oftmals das Ergebnis mangelnder Beschulung oder unzureichender Lernbedingungen und können durch gezieltes Üben beeinflusst werden (Weber & Marx, 2008).

Lernschwierigkeiten können auch als Lernschwäche bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu können schwache Schulleistungen auch im Zuge einer Lernbehinderung auftreten. Die erbrachten Minderleistungen treten fächerübergreifend auf und die Kinder weisen eine unterdurchschnittliche Intelligenzleistung auf (Hasselhorn & Mähler, 2006).

Laut WHO und der ICD-10 ("ICD-10-GM 2020 Systematisches Verzeichnis", 2020) werden Lernstörungen zu den „Umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ (siehe F 81) zugeteilt. Eine Unterteilung erfolgt hier in Lese-Rechtschreibstörung (siehe F 81.0), isolierte Rechtschreibstörung (siehe F. 81.1), Rechenstörung (siehe F. 81.2) und kombinierte Störung der schulischen Fertigkeiten (siehe F 81.3). Als Verursacher ausgenommen werden unzureichende Beschulung, Störungen im neurologischen Bereich, im Hören, im Sehen und psychische Erkrankungen.

In einer Studie von Fischbach und Kollegen (Fischbach et al., 2013) wurden Prävalenzraten von Lernschwächen und Lernstörungen, im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede zur Mitte der Grundschulzeit in Deutschland, mit 2.195 Schülern betrachtet. Bei 23,3 Prozent der Schüler lag eine Lernschwäche in mindestens einem Bereich vor (Grundkompetenzen im Lesen, Schreiben, Rechnen). Bei etwa 50 Prozent der Kinder mit Lernschwäche wird das doppelte Diskrepanzkriterium zur Diagnose einer Lernstörung verfehlt. Auffällig ist, dass deutlich mehr Jungen Lese-Rechtschreibschwierigkeiten haben, aber deutlich mehr Mädchen von Rechenschwierigkeiten betroffen sind.

2.1 Die Lese-Rechtschreibstörung

Die Lese-Rechtschreibstörung zählt mit einem Anteil von fünf Prozent zu den am häufigsten auftretenden umschriebenen Entwicklungsstörungen (Gerd Schulte-Körne, 2010). Sie ist laut ICD-10 (F.81.0) ("ICD-10-GM 2020 Systematisches Verzeichnis", 2020) dadurch gekennzeichnet, dass die Lesefertigkeiten deutliche Defizite aufweisen, die nicht durch das jeweilige Entwicklungsalter, eine unzureichende Beschulung oder visuelle Einschränkungen zu erklären sind. Dem Leseverständnis zugehörig ist zum Beispiel die Fähigkeit, gelesene Worte wieder zu erinnern oder laut vorzulesen. Sämtliche Leistungen, für die die Fähigkeit des Lesens benötigt wird, können Defizite aufweisen. An umschriebene Lesestörungen sind oftmals Rechtschreibstörungen gekoppelt. Diese Störungen bleiben meistens bis in das Erwachsenenalter bestehen, Fortschritte können jedoch erzielt werden. Entwicklungsstörungen des Sprechens oder generell der Sprache sind Vorreiter dieser Störung. Bestehen nur Schwierigkeiten im Bereich des Schreibens, so handelt es sich um eine isolierte Rechtschreibstörung (F.81.1).

Schon mit Eintritt in die Schullaufbahn tauchen erste Probleme bei der Begegnung mit der Schriftsprache auf. Beispielsweise werden Buchstaben falsch benannt oder erst zeitversetzt wiedergegeben, das Alphabet kann nur unter Schwierigkeiten aufgesagt werden. Das Leseverständnis, mit der Fähigkeit Wörter zu erinnern und wiederzugeben, weist Probleme auf. Auch beim Lesen treten unterschiedliche Lesefehler auf, wie zum Beispiel das Auslassen, Austauschen oder Hinzufügen von Wörtern im Satz oder das Verdrehen und Auslassen einzelner Wortteile innerhalb eines Wortes. Der Prozess des Lesens ist durch eine verlangsamte Lesegeschwindigkeit und intensive Anstrengung und Konzentration gekennzeichnet. In Bezug auf die Rechtschreibung treten Defizite in der Reihenfolge der verschriftlichen Grapheme auf oder es treten generelle Regelfehler auf. Unter anderem wird die Groß- und Kleinschreibung missachtet, die Berücksichtigung von Regelmäßigkeiten der Buchstabenverdopplung oder Dehnung wird unterlassen. Ähnlich klingende Stoppkonsonanten wie /b/ und /p/ oder /d/ und /t/ werden falsch wahrgenommen und verwechselt. Es gibt nicht die eine Art von Fehler, durch die sich eine Lese-Rechtschreibstörung auszeichnet. Vielmehr gibt es eine Vielzahl von Fehlern, verbunden mit einer sogenannten Fehlerinkonstanz, bei der

nicht immer der gleiche Fehler wiederholt wird, sondern ein Wort jedes Mal aufs Neue anders falsch geschrieben wird (Weber & Marx, 2008).

Eine Frage, die sich hierbei stellt, ist die Häufigkeit, mit der die Lese-Rechtschreibstörung auftritt. Studien, die sich mit dieser Thematik befassten und das doppelte Diskrepanzkriterium beachteten, kamen zum Ergebnis, dass circa sieben bis acht Prozent der achtjährigen Kinder, sechs Prozent der zwölfjährigen Kinder und vier Prozent junger Erwachsene von einer derartigen Störung betroffen sind (Esser & Schmidt, 1993; Haffner et al., 1998; Hasselhorn & Schuchardt, 2006). Die Abnahme der betroffenen Personen mit zunehmendem Alter kann durch den Einsatz gezielter Fördermaßnahmen erklärt werden. Zudem tritt zwar eine Verbesserung der schriftsprachlichen Leistungen der Kinder ein, im direkten Vergleich zu Mitschülern weisen sie jedoch weiterhin Defizite auf (Hasselhorn & Schuchardt, 2006). Dass die Defizite langanhaltend sein können, zeigen mehrere Studien. Beispielsweise zeigte Schulte-Körne und Kollegen (Gerd Schulte-Körne, Deimel, Jungermann, & Remschmidt, 2003), dass 37 Prozent der Schüler einer hessischen Schule für Legasthenie auch noch 20 Jahre später die Merkmale einer Lese-Rechtschreibstörung erfüllen.

Esser und Schmidt (1993) konnten in ihrer Studie mit achtjährigen Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung aufzeigen, dass die Ausprägung der Störung sich fünf Jahre danach bei einem Drittel der Kinder deutlich verbessert hat.

Die Ursachen der Lese-Rechtschreibstörung sind vielfältig und reichen von organischen Einflussfaktoren, über Umweltbedingungen und kognitive Einflüsse (Weber & Marx, 2008). So vielfältig die Ursachen sein können, so vielfältig sind auch die Ausprägungen der Lese-Rechtschreibstörung. Hauptaugenmerk der Forschung zu dieser Thematik liegt auf den kognitiven Einflüssen, im Besonderen auf der phonologischen Verarbeitung. Defizite in der phonologischen Informationsverarbeitung wurden als Ursache der Lese-Rechtschreibstörung anerkannt (Swanson, 2012; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004). Eine Förderung von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten beziehungsweise einer Lese-Rechtschreibstörung muss also an diesem Punkt ansetzen.

2.2 Förderansätze

Die Förderansätze bei einer Lese-Rechtschreibstörung sind vielfältig und richten sich nach der jeweiligen Ausprägung der Störung. Wird den Betroffenen keine frühzeitige Förderung angeboten, so können durch das permanente Gefühl des schulischen Versagens, psychische Störungen davongetragen werden. Begünstigt wird dies dadurch, dass im deutschen, aber auch in Schulsystemen anderer Länder, das „wait-to-fail“ (dt. = Warten auf das Scheitern) Prinzip vorherrscht. Erst wenn das betroffene Kind wiederholt Misserfolge verzeichnet, wird eine Intervention ins Auge gefasst (Paleczek, 2020). Den betroffenen Kindern und Jugendlichen stehen hierbei Psychotherapeuten zur Seite, die auf eine Stärkung des individuellen Selbstwertgefühls abzielen und den jeweiligen Entwicklungsstand betrachten. Generell unterliegt die Behandlung der Lese-Rechtschreibstörung keiner Förderung, die durch die Krankenkassen gezahlt wird. Betroffene Eltern bzw. Jugendliche müssen sich fachliche Hilfe selbstständig suchen. Jede Förderung muss den aktuellen Entwicklungsstand und die individuellen Leistungen der Betroffenen berücksichtigen (Gerd Schulte-Körne, 2010; Suchodoletz, 2007).

Bei der Förderung der Lese-Rechtschreibstörung lassen sich grob drei Ansätze voneinander abgrenzen. Das Training kann sich auf reine kognitive Funktionen beziehen, wie beispielsweise das Trainieren der visuell-räumlichen Wahrnehmung. Eine weitere Möglichkeit ist der Ausgleich neurologischer Defizite, etwa durch Hörtraining oder ein gezieltes symptomspezifisches Training, welches im direkten Zusammenhang mit dem Erscheinungsbild der Lese-Rechtschreibstörung steht und ein Training der phonologischen Bewusstheit implementiert (G. Schulte-Körne & Mathwig, 2004). Die ersten beiden Ansätze gelten als unzureichend belegt, da die durchgeführten Studien wissenschaftliche Standards nicht eingehalten haben. Hierzu zählen beispielsweise ein Mindestanzahl an Probanden (mindestens fünf), das Bestehen einer Kontrollgruppe, eine generelle Möglichkeit zur Wiederholung der Studie zur Replikation der Studienergebnisse (Transparenz) und sowohl ein gewisses Maß an Repräsentativität der Stichprobe als auch des zu überprüfenden Trainings (Jungmann, 2009).

Ehri und Kollegen (L. C. Ehri, Nunes, Willows et al., 2001) zeigten in ihrer Metaanalyse, dass eine frühe Förderung der phonologischen Bewusstheit positive Effekte auf den erfolgreichen Leseerwerb hat. Mit steigendem Alter nimmt dieser Effekt ab. Eine Kombination aus phonologischem Training und Graphem-Phonem Zuordnungen erzielt besonders große Erfolge. Besonders für Kinder, für die ein Risiko von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten besteht, ist dieser Ansatz, der auch als phonics instructions bezeichnet wird, sinnvoll. Durch die Graphem-Phonem-Zuordnung wird eine Verbindung zwischen gesprochener und geschriebener Sprache hergestellt. Der Ansatz der phonics instructions bewies sich schon in mehreren Studien als sinnvoll und zeichnet sich durch positive Effekte auf Lese- als auch Rechtschreibleistungen aus (L. C. Ehri, Nunes, Stahl, & Willows, 2001; Galuschka et al., 2019; Hatcher et al., 2004; Suggate, 2016). Besonders in Bezug auf das Erlernen des alphabetischen Prinzips bewährt sich diese Methode schon über einen Zeitraum von dreißig bis vierzig Jahren (Buckingham, Wheldall, & Wheldall, 2019).

Aufgrund dieser Einsichten integrieren computerbasierte Förderprogramme diese Ansätze, indem sie kein reines phonologisches Training beinhalten, sondern phonologisches Üben mit orthographischem Üben im Sinne von phonics instruction verbinden. Im nachfolgenden Kapitel werden die Vorteile computerbasierter Förderprogramme erläutert.

3. Vorteile computerbasierter Förderprogramme und deren Verwendung in der Grundschule

Die Förderung von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (LRS) im Grundschulalter beziehungsweise die Förderung von Kindern mit einem erhöhten Risiko dafür kann eine Vielzahl von Facetten annehmen. Gemeinsames Ziel aller Fördermaßnahmen ist es, Defizite, die das individuelle Lernen erschweren, zu minimieren. Ausichtsreich ist eine Förderung erst dann, wenn sie diagnostisch basiert, spezifisch auf das Kind zugeschnitten ist, ein gewisses Maß an Struktur und systematischem Vorgehen aufweist, intensiv durchgeführt wird, bereichsspezifisch wirkt und die angewandten Methoden evidenzbasiert sind. Der Lernfortschritt des Kindes muss beobachtet und kontinuierlich überprüft werden, um eine Anpassung der Therapie rechtzeitig einleiten zu können, sollten Trainingserfolge ausbleiben (Hartmann, 2014).

Schon in der Vergangenheit haben Trainingsstudien gezeigt, dass computerbasierte Trainingsprogramme positive Effekte auf den Schriftspracherwerb ausüben und Vorteile gegenüber einer nicht computerbasierten Förderung aufweisen (Galuschka et al., 2019; Kyle, Kujala, Richardson, Lyytinen, & Goswami, 2013; Macaruso, Hook, & McCabe, 2006; Macaruso & Rodman, 2011).

An diesen Punkten setzt *Lautarium* als computerbasiertes Förderprogramm für Grundschulkindern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten an, das die bereits erwähnten allgemeinen Anforderungen an Interventionsprogramme berücksichtigt. Im Hinblick auf vorangegangene Untersuchungen zur Wirksamkeit des Programms verzeichnet *Lautarium* längerfristige Trainingseffekte und darüber hinaus sogar Effekte auf nicht direkt trainierte Bereiche (Steinbrink & Lachmann, 2014b).

Ein weiterer Pluspunkt für die Anwendung *Lautariums* als computerbasiertes Programm ist die weitestgehend selbstständige Durchführbarkeit sowohl innerhalb des Unterrichts als auch im außerschulischen Bereich. Die Lehrperson wird bei der Förderung der Kinder entlastet, da sich das Programm automatisch dem Leistungsstand des Kindes anpasst und durch die sofortige Ergebnisrückmeldung dem Kind unvermittelt Feedback gibt. Durch die Umsetzung am Computer können Fördereinheiten kürzer, aber auch häufiger ausfallen. Dadurch steigt die Chance der Leistungsverbesserung beim Kind an (Landerl & Haller, 2018).

Durch die Nutzung von Kopfhörern wird dem Kind qualitativ hochwertiges Sprachmaterial präsentiert und durch den Verzicht auf überflüssige optische Reize fokussiert das Kind seine Aufmerksamkeit ganz auf das Programm (Klatte et al., 2017). In den nachfolgenden Kapiteln wird das Programm mit seinen Übungsformen und Aufgaben detailliert beleuchtet.

4. Das computerbasierte Trainingsprogramm *Lautarium*

Das Förderprogramm *Lautarium* (Klatte et al., 2017) wurde als computerbasiertes Programm konzipiert, welches auf dem aktuellen Forschungsstand basiert und zur individuellen Förderung von Grundschulern, die bereits Schwierigkeiten beim Erwerb der Lese- und Rechtschreibfertigkeiten aufweisen oder über ein Risiko für Lese-Rechtschreibschwierigkeiten verfügen, eingesetzt werden kann. Ergebnisse bisherigen Studien zeigen einen Transfer auf nicht trainierte Leistungsbereiche und zudem auf die Nachhaltigkeit der Trainingseffekte (nachzulesen unter Klatte et al., 2017).

Zielgruppe sind Kinder ab der Mitte der ersten Klasse bis zum Ende der vierten Klassenstufe. Durch das Trainieren ausgewählter Komponenten phonologischer Informationsverarbeitung über einen Zeitraum von fünf Tagen über circa acht Wochen hinweg mit einer Trainingszeit von 20 Minuten, werden Verbesserungen beim Lesen und Schreiben erzielt. Dies konnte in mehreren Studien zur Wirksamkeit des Programms belegt werden. Dieses Programms kann sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Bereich eingesetzt werden. Die Vorteile der Nutzung liegen in der weitestgehend selbstständigen Durchführbarkeit, den niedrigen technischen Mindestanforderungen für die Installation, der Aufrechterhaltung der Motivation durch ein Token-System und die individuelle Anpassung des Programms an den jeweiligen Leistungsstand des spielenden Kindes (= Adaptivität). Insbesondere die Aufrechterhaltung der Motivation der trainierenden Kinder über Token-Systeme hat sich als sehr wirksam gezeigt. Deutlich wurde dies dadurch, dass die mittlere Effektstärke der Studien mit Token-System deutlich höher lag als die Effektstärke der Studien ohne integriertes Token-System (Ise, Engel, & Schulte-Körne, 2012).

Nachfolgend werden Aufbau und Übungen von *Lautarium* näher erläutert, um detailliertere Einblicke in die Funktionsweise des Programms zu erlangen.

4.1 Aufbau und Übungen des Programms *Lautarium*

Im Rahmen eines Projekts im BMBF-Schwerpunktprogramm „Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2014) entwickelte der Lehrstuhl Kognitive und Entwicklungspsychologie unter Leitung von Prof. Lachmann das computerbasierte Trainingsprogramm *Lautarium* zur Förderung des Schriftspracherwerbs bei Grundschulkindern (Klatte et al., 2017). Circa 8000 hochwertige Sprach- sowie 600 eigens für das Programm entwickelte Bilddateien bilden die Grundlage des Programms (Klatte et al., 2017). Zudem sind Bausteine, die Laute und dazugehörige Basisgrapheme repräsentieren, in das Programm eingebettet. Insgesamt umfasst *Lautarium* 16 Übungsformen mit 58 Einzelübungen, die sechs thematischen Blöcken zugeteilt sind und in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert werden (Klatte et al., 2017).

Unterschieden werden zwei Versionen: eine für die Klassenstufe 1-2, die für Grundschul Kinder mit erheblichen Problemen beim Erwerb der Schriftsprache gedacht ist, und eine für die Klassenstufe 3-4, für Grundschul Kinder mit anhaltenden Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben. Sobald ein Großteil der Buchstaben im Schulunterricht eingeführt worden ist (mit Ausnahme von „v“, „x“, „y“, „ß“ und den Umlauten), kann mit dem Training begonnen werden (ca. im zweiten Halbjahr der ersten Klasse). Die Übungen wurden in ihrer Ursprungsform für andere Sprachen entwickelt, für das Programm jedoch der deutschen Phonologie angepasst. Alle Übungen bauen aufeinander auf und haben zum Ziel, möglichst früh eine Verbindung zwischen Phonologie und Schriftsprache herzustellen. Die Komplexität der Übungen entscheidet über die Anzahl der dazugehörigen Aufgaben. Für Kinder der Klassenstufe 1-2 variiert dies zwischen 10 bis 24 Aufgaben pro Übungsform, für Kinder der Klassenstufe 3-4 zwischen 16 bis 30 Aufgaben. Der individuelle Leistungsstand eines jeden Kindes entscheidet über die Anzahl der Durchläufe der jeweiligen Übung. Die Schwierigkeit und Komplexität der Aufgaben steigt im Laufe des Trainings mit *Lautarium* kontinuierlich an. Einfachere Silbenstrukturen (/ka:/-/ga:/) werden beispielsweise durch komplexere Silbenstrukturen mit Konsonantenclustern (/kRa:/-/gRa:/) abgelöst (Klatte et al., 2017).

Jede Übung hat ihre eigene zulässige Fehlerrate. Wird diese unterschritten, so kann mit der neuen Übung fortgefahren werden. Bei Überschreitung der Fehlerrate muss die Übung mit neuen Übungselementen solange wiederholt werden, bis die Fehlerrate unterschritten wurde. Die zulässige Fehlerrate für die Klassenstufe 1-2 liegt bei 25 Prozent, die für die Klassenstufe 3-4 bei 20 Prozent. Die Anzahl der maximalen Durchläufe pro Übung ist gedeckelt. Ein Kind der Klassenstufe 1-2 muss eine Übung maximal fünf Mal wiederholen, bevor es zur neuen Übung übergehen kann. Ein Kind der Klassenstufe 3-4 muss diese bis zu sieben Mal wiederholen (Klatte et al., 2017).

Für alle Aufgaben gilt: Erscheint ein grüner Ball, so wurde die Aufgabe korrekt gelöst. Erscheint ein roter Ball, so wurde ein Fehler gemacht und die Aufgabe wird wiederholt, bis sie richtig gelöst worden ist. Bei Erscheinen eines grauen Balls muss zügiger gearbeitet werden. (Klatte et al., 2017). Einen Überblick über die einzelnen Trainingsbereiche ist im Anschluss dargestellt.

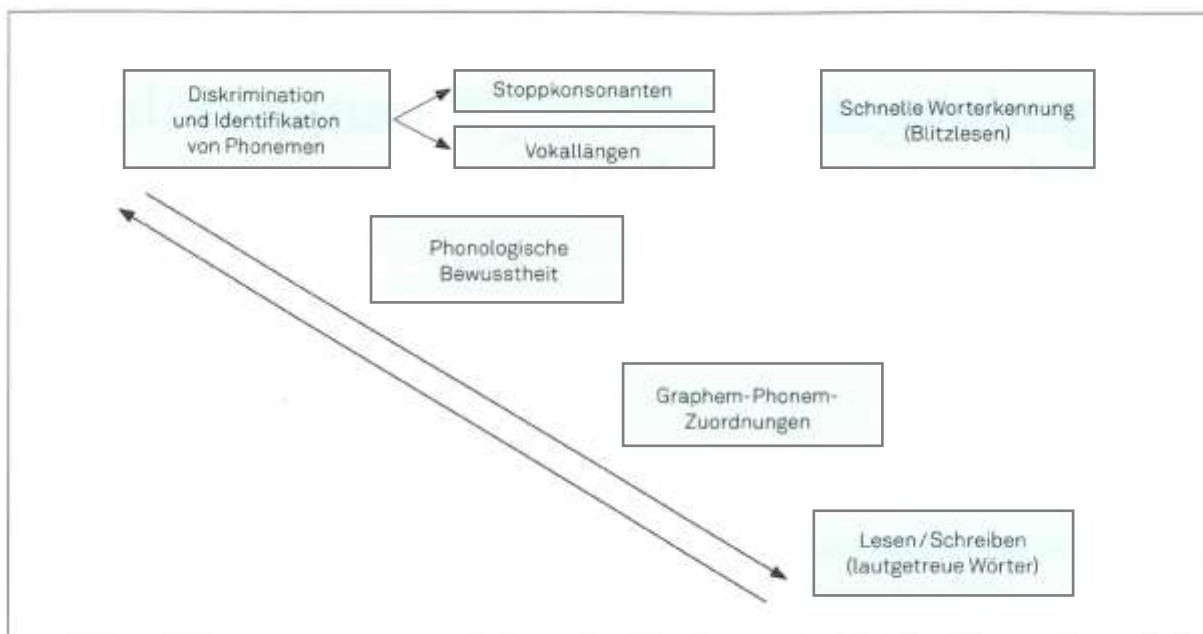


Abbildung 6. Darstellung der einzelnen Trainingsblöcke des *Lautarium*. Die Pfeile verdeutlichen, dass bereits geübte Inhalte im Verlauf des Programms vertieft werden und im Schwierigkeitsgrad steigen (Klatte et al., 2017).

4.2 Interaktive Instruktionen

Bevor mit den eigentlichen Übungen gestartet wird, klickt sich jedes Kind durch interaktive Instruktionen. Diese sind vor jede neue Übungsform geschaltet. Anhand von Beispielen wird dem Kind aufgezeigt, wie es die folgenden Aufgaben lösen kann. Bei einer falschen Antwort wird die Aufgabe ein weiteres Mal erläutert. Erst nachdem die Beispiele korrekt beantwortet wurden, kann das Kind mit der eigentlichen Übung fortfahren. Dies ist von besonderer Bedeutung, da das Kind die Aufgaben selbstständig bearbeiten soll und ein Übungserfolg nur dann erzielt werden kann, wenn die Instruktion für jedes Kind verständlich ist (Klatte et al., 2017).

4.3 Übungen zur Phonemwahrnehmung

Unterteilt werden die Übungen zur Phonemwahrnehmung in Übungen zur Diskrimination und Identifikation von Konsonanten. Das Hauptaugenmerk liegt bei Übungen zur Konsonantenwahrnehmung auf Plosivlauten, also Stoppkonsonanten, wie beispielsweise /b/, /d/, /g/, /k/, /p/ und /t/. Begonnen wird mit einfacheren Silbenbausteinen, wie zum Beispiel /ka:/-/ga:/, die sich im Verlauf des Programms zu hoch komplexen Silbenbausteinen mit Konsonantenclustern wie zum Beispiel /gra:/-/kra:/ steigern (Klatte et al., 2017).

4.4 Konsonanten-Diskrimination

Bei den Übungen zur Konsonanten-Diskrimination kann zwischen zwei Unterformen unterschieden werden. Zum einen gibt es die Übungen, die Gleichheit und Verschiedenheit von Pseudowortpaaren behandeln und zum anderen diejenigen zur Rekognition, also zur Wiedererkennung eines gehörten Pseudoworts unter anderen gehörten Pseudowörtern (Klatte et al., 2017). Folgende Abbildung bietet ein Beispiel zu Übungen der Gleichheit und Verschiedenheit von Pseudowortpaaren. Die Kinder hören hierbei zwei ähnlich klingende oder gleich klingende Pseudowörter und sollen entscheiden, ob diese gleich (zwei Äpfel) oder unterschiedlich (Apfel, Banane) klingen. Der Unterschied liegt nur im konsonantischen Anlaut. Die Sprecher der Pseudowortpaare können wechseln, sodass diese von einem Sprecher oder einer Sprecherin vorgesprochen werden, oder eine Durchmischung von weiblichen und männlichen dargebotenen Pseudowörtern. Die Aufgabenanzahl variiert zwischen den beiden Versionen. Klassenstufe 1-2 umfasst 24 Übungen, Klassenstufe 3-4 30 Übungen dieser Übungsform (Klatte et al., 2017).

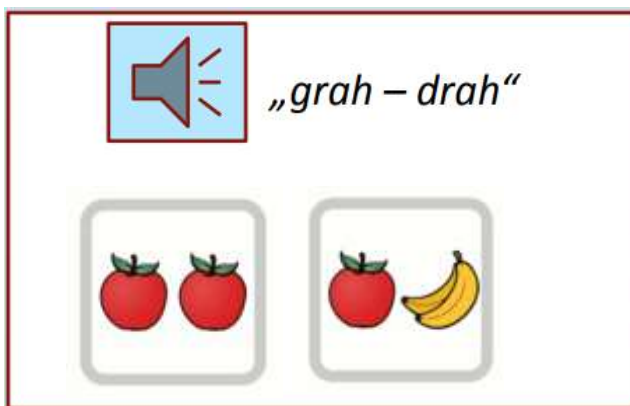


Abbildung 7. Beispielaufgabe „Konsonanten-Diskrimination“: gleich/verschieden (Klatte et al., 2017)

4.5 Vokallänge

Ähnlich wie bei den Übungen zur Konsonanten-Diskrimination werden Vokallängen-Übungen unterteilt in Übungen zur Vokallängen-Diskrimination und Übungen zur Vokallängen-Identifikation. Bei der Diskrimination von Vokallängen ertönen Pseudowortpaare (Konsonant-Vokal-Konsonant-Silben), welche als gleich oder verschieden identifiziert werden sollen. Unterschiede finden sich bei dieser Übung nur im Bereich der Vokallänge. Die Version für Erst- und Zweitklässler umfasst 25 Aufgaben, die für die Dritt- und Viertklässler 30 Aufgaben (Klatte et al., 2017).

Mit Übungen zur Vokallängen-Identifikation wird die Klassifizierung von Vokallängen nach kurzgesprochenen Vokalen und langgesprochenen Vokalen bearbeitet. Die Unterscheidung erfolgt anhand kurzer bzw. langer Balken, die auf dem Bildschirm erscheinen. Deutlich wird dies in nachfolgender Abbildung (20 Aufgaben) (Klatte et al., 2017).

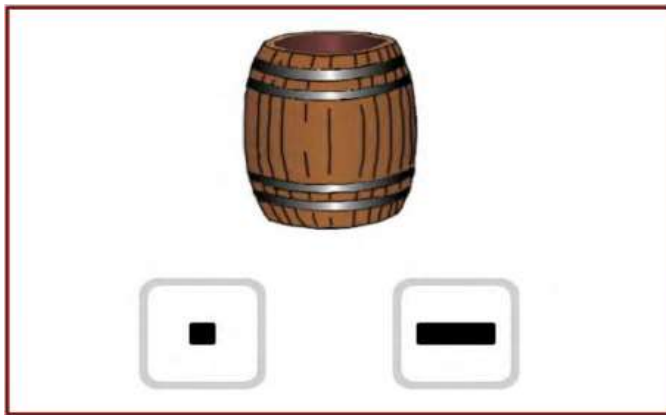


Abbildung 8. Beispielaufgabe „Vokallängen-Identifikation“: lang/kurz (Klatte et al., 2017)

Trainiert werden hierbei Übungen zur Phonemwahrnehmung in Kombination mit der Phonem-Graphem-Zuordnung. Die Präsentation eines Wortes erfolgt bildlich oder akustisch. Im Anschluss an die Präsentation erscheinen drei Lautbausteine. Alle möglichen Lautbausteine wurden vorab den Schülern nacheinander präsentiert. Ziel der Übung ist es, den Anlaut eines jeden präsentierten Wortes dem dazugehörigen Lautbaustein entsprechend auszuwählen. Bei korrekter Antwort soll auch der passende Graphembaustein zugeordnet werden. Unterteilt ist dieser Übungsbereich in vier Übungen mit akustisch präsentiertem Wortmaterial und einer Übung mit bildlicher Darstellung, zu sehen in nachstehender Abbildung (16 Aufgaben für Erst- und Zweitklässler, 20 Aufgaben für Dritt- und Viertklässler) (Klatte et al., 2017):

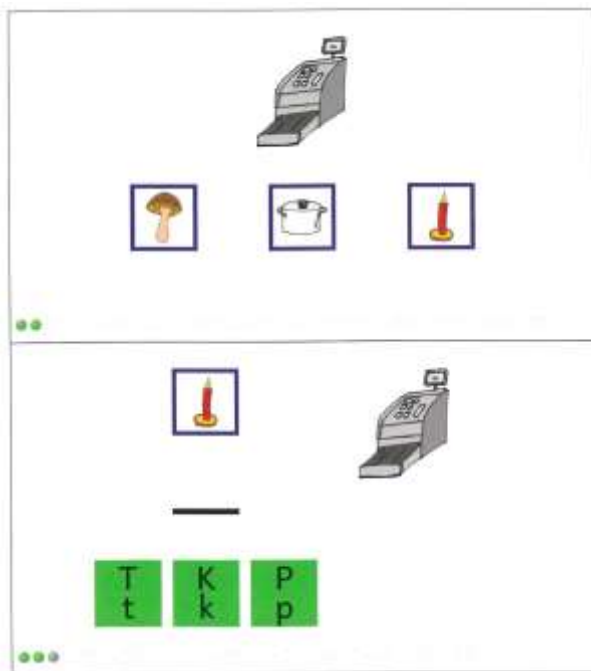


Abbildung 9. Beispielaufgabe „Konsonanten Identifikation und Graphem-Zuordnung“. Schritt 1:oberer Bereich der Abbildung mit Anlautauswahl, Schritt 2: Unterer Bereich der Abbildung mit Graphem-Zuordnung (Klatte et al., 2017)

4.7 Phonologische Bewusstheit

Übungen zur Lautanalyse und Lautsynthese, wie beispielsweise das Zählen von Lauten in Wörtern oder einzelne Laute zu Wörtern verknüpfen, und Übungen zur Lautklassifikation („Odd-One-Out“) gehören zum Übungsbereich der phonologischen Bewusstheit und werden im Folgenden detailliert beschrieben (Klatte et al., 2017). Bevor mit den Übungen begonnen wird, werden die dazu erforderlichen Lautbausteine nacheinander eingeführt. Für die Kinder ist es von besonderer Bedeutung, dass sie verstehen, dass Wörter aus einzelnen Lautbausteinen zusammengesetzt sind. Sollten die Kinder einmal vergessen, welcher Lautbaustein zu einem bestimmten Laut gehört, so kann dieser durch einen Mausklick beliebig oft wiederholt werden (Klatte et al., 2017).

4.8 Erkennen von Lauten in Wörtern

Beim Erkennen von Lauten in Wörtern werden die Kinder zunehmend vertrauter mit den Lautbausteinen. Begonnen wird mit der Präsentation eines Lautbausteins (z. B. Nase). Wird dieser dem Kind zum ersten Mal gezeigt, so wird er zusätzlich beschrieben („/s/ - wie Sonne“). Sodann werden zwei Wörter vorgesprochen, die graphisch jeweils durch ein Fragezeichen und einen traurigen Smiley repräsentiert werden. Die Aufgabe des Kindes ist es, herauszufinden in welchem der gesprochenen Wörter der Lautbaustein enthalten ist. Kann dieser in keinem der Wörter wiedergefunden werden, so muss der traurige Smiley angeklickt werden (siehe Abbildung 10). Mit der Lautanalyse befassen sich vier Übungen mit jeweils 20 Aufgaben (Klatte et al., 2017).

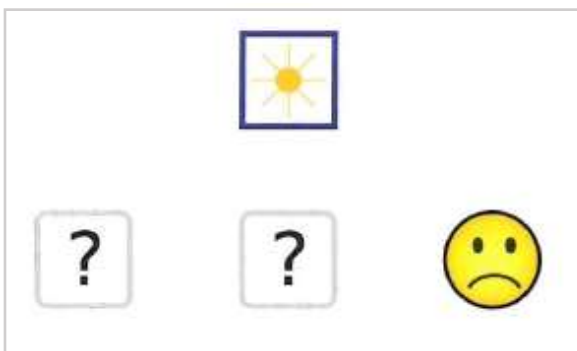


Abbildung 10. Beispielaufgabe zur Lautanalyse (Erkennen von Lauten in Wörtern) (Klatte et al., 2017)

4.9 Laute zählen

Beim Laute zählen geht es darum, die einzelnen Laute (bis zu sechs in einem Wort) eines Wortes zu zählen (Lautanalyse). Zu Beginn werden die Wörter akustisch dargeboten. Im weiteren Verlauf erfolgt die Präsentation der Wörter bildlich. Jeweils 20 Wörter werden akustisch und bildlich dargeboten. Die Kinder entscheiden sich durch einen Mausklick für die korrekte Anzahl der Laute in einem Wort (Klatte et al., 2017). Abbildung 11 zeigt eine mögliche Aufgabe zur.



Abbildung 11. Beispielaufgabe „Laute zählen“. Bei diesem Beispiel wäre Antwort „4“ richtig (Schule) (Klatte et al., 2017).

4.10 Wörter bauen aus Lautbausteinen

In dieser Übungsform werden die zuvor durchgeführten Übungen zu Lautanalyse und Lautsynthese aufgegriffen, indem aus Lautbausteinen Wörter zusammengesetzt werden sollen. Das zu schreibende Wort wird zunächst akustisch oder bildlich dargeboten, die Kinder sollen dann das gehörte oder gesehene Wort aus einer Auswahl von Lautbausteinen zusammensetzen. Die Distraktoren, also die Lautbausteine, die den Kindern zusätzlich zu den im Zielwort enthaltenen Lauten vorgegeben werden, weisen eine phonologische Ähnlichkeit mit den Ziellauten auf, die ausgewählt werden sollen. Die Vokallänge spielt bei dieser Übung noch keine Rolle. Vergisst das Kind während einer Übung das Zielwort, so kann dies durch einen Mausklick beliebig oft wiederholt werden. Unterteilt ist diese Übungsform in drei Übungen mit jeweils 20 Aufgaben (Klatte et al., 2017). Nachfolgend ist eine Beispielaufgabe zu sehen.

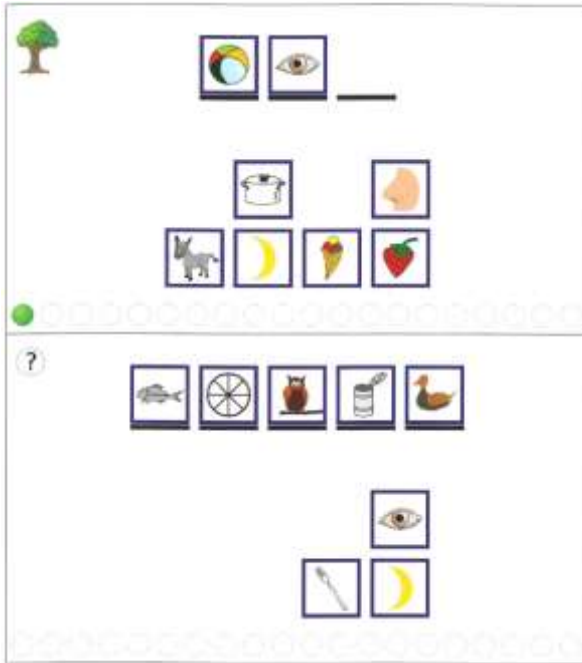


Abbildung 12. Beispielaufgabe „Wörter bauen aus Lautbausteinen“. Im oberen Bereich soll das Wort „Baum“ geschrieben werden, in dem nacheinander die richtigen Laute per Mausklick ausgewählt werden. Im unteren Bereich soll das Wort „Freude“ geschrieben werden, welches akustisch präsentiert wurde (Fragezeichen) (Klatte et al., 2017).

4.11 Wörter lesen aus Lautbausteinen

Bei der Lautsynthese erfolgt die Zusammensetzung einzelner Laute zu einem Wort. Auf dem Bildschirm werden pro Aufgabe einzelne Lautbausteine nebeneinander in einer Reihe angeordnet, durch deren Verbinden ein Wort entsteht. Mithilfe eines Mausklicks auf den darunter befindlichen Lautspreche werden dem Übenden drei ähnliche Wörter vorgesprochen, wobei die beiden Distraktoren Laute enthalten, die auch im Zielwort zu hören sind (Klatte et al., 2017).

Synchron mit den drei Antwortmöglichkeiten erscheint für jedes vorgesprochene Wort ein Fragezeichen. Das Kind soll nun das Wort auswählen, welches aus den Lautbausteinen ersichtlich wurde. Gestartet wird mit Wörtern, die maximal aus fünf aufeinanderfolgenden Lauten zusammengesetzt sind. Die fortgeschrittenere Übung behandelt auch längere Wörter mit und ohne Konsonantenclustern. Insgesamt besteht jede der beiden Übungen aus jeweils 20 Einzelaufgaben (Klatte et al., 2017). Abbildung 13 verdeutlicht dies nochmal.



Abbildung 13. Beispielaufgabe „Wörter lesen aus Lautbausteinen“. Der obere Teil der Abbildung zeigt die Lautbausteine, die das Wort „Beruf“ ergeben. Ausgewählt werden soll aus den akustischen Alternativen im unteren Bereich: „Duft“, „Beruf“ und „Gruft“ (Klatte et al., 2017).

4.12 Odd-One-Out Konsonanten

Im Mittelpunkt dieser Übungsform steht die Lautklassifikation. Dem Schüler werden jeweils drei Real- oder Pseudowörter akustisch präsentiert. Wie bereits in der Übung zuvor erscheint auch hier im Zuge der akustischen Präsentation jeweils ein Fragezeichen auf dem Bildschirm. Die Aufgabe besteht nun darin, den unterschiedlichen konsonantischen An- oder Endlaut eines der drei dargebotenen Real- oder Pseudowörter zu identifizieren (= „Odd-One-Out“). Als Hinweis, ob sich der Schüler auf den An- oder Endlaut konzentrieren muss, dient eine Schlange. Sieht das Kind den Kopf der Schlange, so liegt das Augenmerk auf dem Anlaut des Wortes. Sieht das Kind den Schwanz der Schlange, so muss es sich auf den Endlaut der dargebotenen drei Wörter konzentrieren (Klatte et al., 2017).

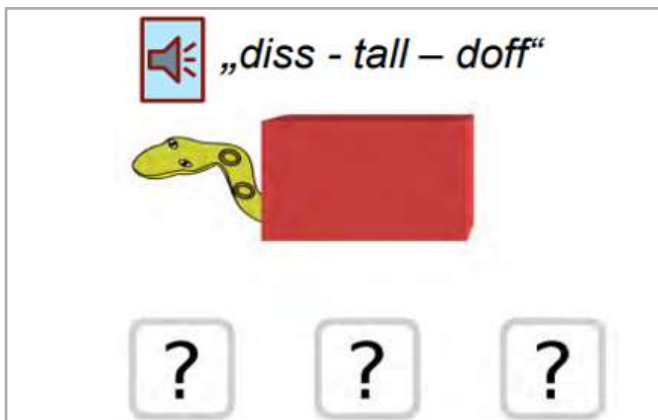


Abbildung 14. Beispielaufgabe „Odd-One-Out“. Es handelt sich um eine Anlautaufgabe, da der Kopf der Schlange zu sehen ist. „diss“, „tall“ und „doff“ werden nur akustisch präsentiert. „tall“ ist hierbei das Odd-One-Out (Klatte et al., 2017).

4.13 Odd-One-Out Vokallänge

Diese Übung ist nach dem gleichen Schema wie die Übung im vorherigen Kapitel 4.12 aufgebaut. Der einzige Unterschied besteht darin, dass sich eines der drei akustisch dargebotenen Real- oder Pseudowörter nur hinsichtlich seiner Vokallänge unterscheidet. Dieses ist vom Kind zu identifizieren. Auch hier besteht jede Übung aus 20 Aufgaben, untergliedert in die Vokale a, e, i, o und u (Klatte et al., 2017).

4.14 Wörter bauen aus Laut- und Graphembausteinen

Die Übungsform „Wörter bauen aus Laut- und Graphembausteinen“ verbindet die Lautanalyse mit der Graphem-Phonem Zuordnung. In einem ersten Schritt soll ein akustisch oder bildlich dargestelltes Wort aus Lautbausteinen zusammengesetzt werden (vgl. Kapitel 4.10). Im Anschluss an eine korrekte Reihenfolge der Lautbausteine sollen die dazugehörigen Graphembausteine zugeordnet werden. Untergliedert ist diese Übungsform in drei Übungen mit jeweils 10 Aufgaben zu akustisch präsentierten Wörtern und eine Übung mit 10 Aufgaben mit bildlich dargebotenen Wörtern. Eine Beispielaufgabe zur bildlichen Darstellung wird mit Abbildung 15 verdeutlicht (Klatte et al., 2017).

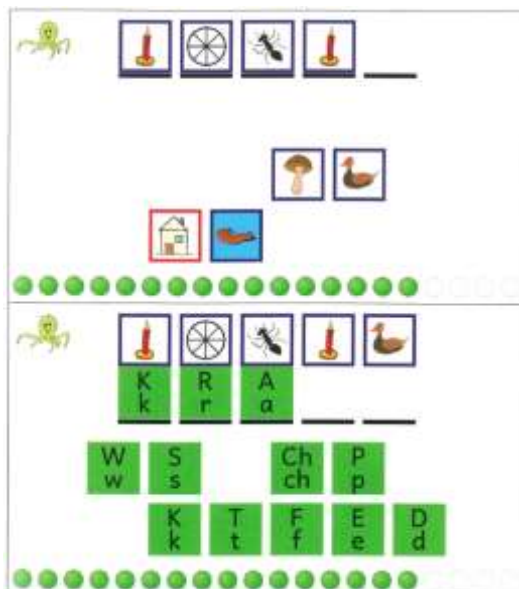


Abbildung 15. Beispielaufgabe „Wörter bauen aus Laut und Graphembausteinen“. Im oberen Bereich wird zuerst das bildlich dargestellte Wort „Krake“ aus Lautbausteinen gelegt, um es dann mit Graphembausteinen zu schreiben (Klatte et al., 2017).

4.15 Lesen und Schreiben lautgetreuer Wörter

Das „Lesen und Schreiben lautgetreuer Wörter“ ist unterteilt in Übungen zum „Wörter schreiben“, zur „Wortauswahl“, zum Erkennen von „richtig“ oder „falsch“ und in Übungen zum „Schnellen Erkennen von Schriftwörtern“, welche im Anschluss näher erläutert werden (Klatte et al., 2017).

4.16 Wörter schreiben

Beim „Wörter schreiben“ geht es darum, dass das Kind mittels Graphembausteinen ein akustisch präsentiertes oder bildlich dargestelltes Wort schreibt. Nach Anklicken des entsprechenden Graphembausteins erscheint dieser auf einer schwarzen Linie. Begonnen wird immer mit einem Großbuchstaben. Die Linie zeigt keine bloße Aneinanderreihung von Graphembausteinen, sondern das korrekt geschriebene Wort mit Groß- und Kleinschreibung. Das korrekt geschriebene Wort verweilt zwei Sekunden auf dem Bildschirm, sodass das spielende Kind die orthographische Struktur verinnerlichen kann. Erkennt das übende Kind, dass es einen Fehler gemacht hat, kann es diesen ausradieren. Bestandteil der Übungsform sind drei Übungen mit jeweils 20 Aufgaben (Klatte et al., 2017). Die folgende Abbildung verdeutlicht dies nochmals.

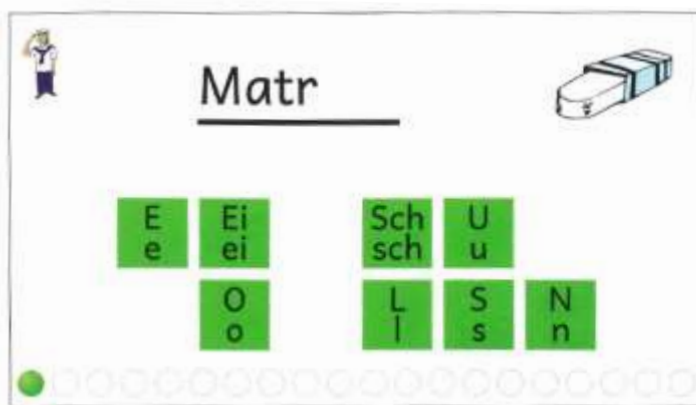


Abbildung 16. Beispielaufgabe „Wörter schreiben“ mittels Graphembausteinen (Klatte et al., 2017).

4.17 Wortauswahl

Das Zielwort wird dem Kind akustisch präsentiert. Im Anschluss daran soll es aus vier möglichen Antworten dasjenige Schriftbild auswählen, das zum gehörten Wort passt. Die Distraktoren sind dem Zielwort sowohl phonologisch als auch visuell ähnlich. Die erste Übung dieser Übungsform beinhaltet Pseudowörter, die nachfolgende Übung Realwörter, verdeutlicht in untenstehender Abbildung. Die Aufgabenanzahl für Klassenstufe 1-2 beträgt 25 und für Klassenstufe 3-4 30 Aufgaben (Klatte et al., 2017).

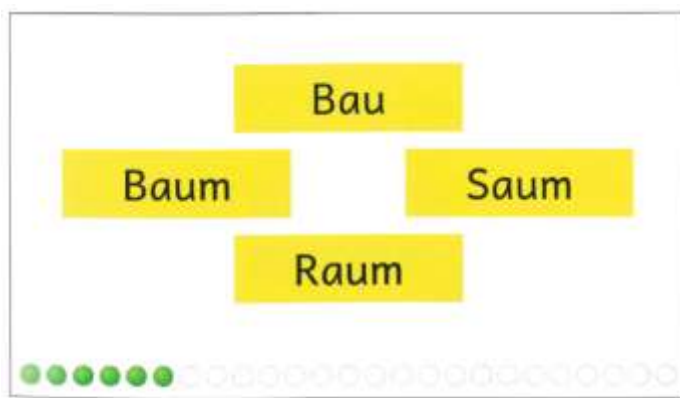


Abbildung 17. Beispielaufgabe „Wortauswahl“. Gehörtes Zielwort ist aus vier Alternativen auszuwählen (Klatte et al., 2017).

4.18 Richtig oder falsch?

Bei der Übungsform zu „richtig oder falsch“ wird dem Kind ein geschriebenes Wort in Kombination mit einem gesprochenen Wort dargeboten. Das Kind muss die Entscheidung treffen, ob das geschriebene Wort das Gesprochene korrekt abbildet oder nicht. Die vorgesprochenen Wörter sind bei der Option „falsch“, dem geschriebenen Wort phonologisch ähnlich. Beim ersten Übungsdurchlauf werden Pseudowörter präsentiert, beim zweiten Durchlauf Realwörter. Der Umfang der Aufgaben pro Übung variiert und beträgt für die Klassenstufe 1 bis 2 25 Aufgaben, für die Klassenstufe 3-4 30 Aufgaben (Klatte et al., 2017).



Abbildung 18. Beispielaufgabe „richtig oder falsch“. Entscheidung darüber, ob geschriebenes Pseudowort mit gehörtem Wort übereinstimmt (Klatte et al., 2017).

4.19 Blitzlesen

Die schnelle Worterkennung wird mittels der Übung „Blitzlesen“ trainiert. Diese Übungsform weist eine Besonderheit auf, da sie bereits nach den ersten Trainingssitzungen durchlaufen wird und im Anschluss in jeder folgenden Trainingseinheit ohne Wiederholung einmal geübt werden muss. Um den Blick des Kindes zu fokussieren, startet die Übung mit der Darbietung eines Kreuzes für 0,5 Sekunden. Im Anschluss daran erscheint an der Stelle des Kreuzes ein Schriftwort. Sodann folgen drei Bilder, von denen eines zu dem zuvor gezeigten Schriftbild passt. Das Kind muss nun das korrekte Bild aus den drei gezeigten Alternativen auswählen. Beim ersten Übungsdurchlauf beträgt die Darbietungszeit des Schriftwortes drei Sekunden und wird je nach Schnelligkeit und Korrektheit der Antwort angepasst (also bei einer korrekten Antwort verkürzt und bei einer fehlerhaften verlängert). Insgesamt werden hier 20 Aufgaben durchlaufen. Die Übung trägt besonders zur Anbahnung orthographischer Strategien bei und wird ab etwa der zweiten Trainingswoche täglich in die Trainingssitzungen implementiert (Klatte et al., 2017).

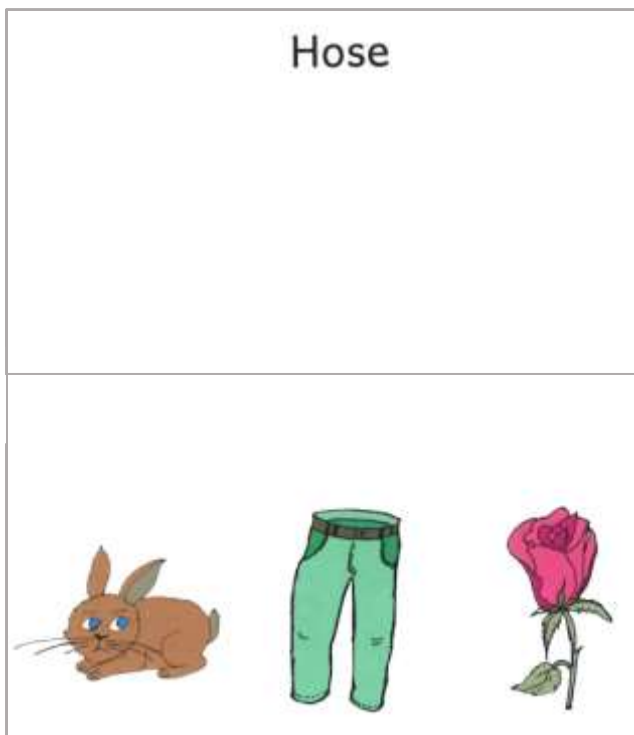


Abbildung 19. Beispielaufgabe Blitzlesen. Nach Präsentation des Schriftwortes soll das passende Bild zugeordnet werden (Klatte et al., 2017).

4.20 Belohnungssystem und Feedback

Das Feedbacksystem wurde bereits in Kapitel 4.1 knapp erläutert und soll hier ausführlicher betrachtet werden. Nach jeder Aufgabe kann das Kind sofort erkennen, ob es diese richtig (grüner Ball) oder falsch (roter Ball) gelöst hat. Bei Überschreitung der maximalen Bearbeitungsdauer erscheint ein grauer Ball in der Feedbackleiste und das Kind muss die Aufgabe so oft wiederholen, bis es sie korrekt gelöst hat. Nachdem alle Aufgaben einer Übung absolviert worden sind, wird das erreichte Ergebnis mittels Feedbacksäule dargestellt. Hat das Kind mehr als einen Durchlauf pro Übung benötigt, werden auch diese Feedbacksäulen aufgereiht und der unmittelbare Lernfortschritt wird deutlich. Im Anschluss an das Feedback erhält das Kind virtuelle Taler, unterteilt in Gold- und Silbertaler, wobei ein Goldtaler 10 Silbertalern entspricht. Diese Taler kann es nutzen, um im Aquariumshop Zubehör für sein persönliches Aquarium zu erwerben. Der Zugriff auf das Aquarium ist nur nach jeder vollständig absolvierten Übung möglich, um die Trainingszeit von 20 Minuten effektiv auszunutzen und nicht durch Verweilen im Aquariumshop oder im Aquarium zu verkürzen (Klatte et al., 2017).

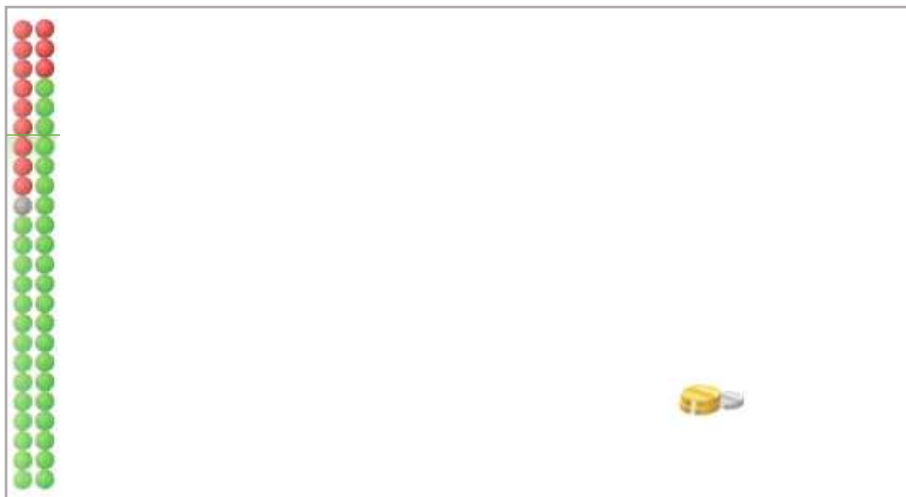


Abbildung 20. Feedbacksäulen auf der linken Seite, gesammelte Taler auf der rechten Seite (Klatte et al., 2017)

Beim Klicken auf das Aquarium-Symbol gelangt das Kind zuerst in den Aquarium-Shop. Dort befindet sich eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden Artikel, wie Fische, Muscheln, Pflanzen oder Dekorationsartikel. Auch sieht das Kind auf einen Blick, wie viele Taler es erspielt hat und welche Artikel davon gekauft werden können (bunt hinterlegt). Nach Abschluss des Kaufs können die Kinder sich ihr persönliches, animiertes Aquarium anschauen. Die Pflanzen im Aquarium wachsen im Laufe der Zeit und die Fische schwimmen umher. Durch einen Mausklick kann das Aquarium verlassen und mit der nächsten Übung fortgefahren werden (Klatte et al., 2017).

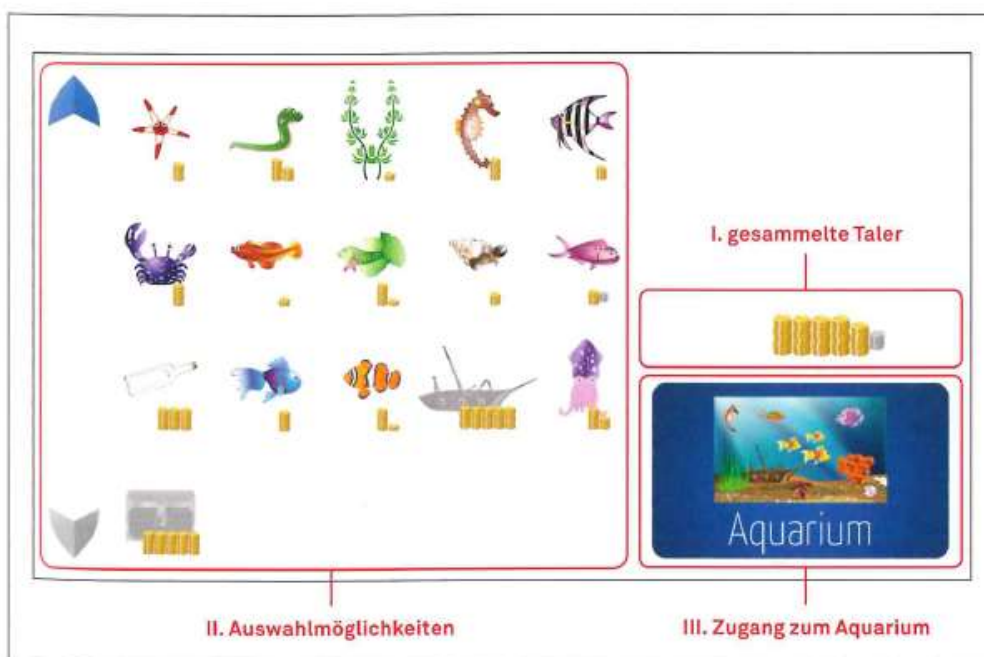


Abbildung 21. Überblick über die Artikel und die Taler des Aquarium-Shops (Klatte et al., 2017)



Abbildung 22. Beispielaquarium nach Durchlauf aller Übungen (Klatte et al., 2017)

Nach Durchlauf aller Übungen erhält jedes Kind seine persönliche Urkunde mit einem Screenshot seines individuell gestalteten Aquariums.

5. Forschungsfrage

Die Wirksamkeit *Lautariums* wurde bislang in vier Studien mit jeweils drei Messzeitpunkten überprüft. Diese erfolgten vor Beginn des Trainings (Vortest), im unmittelbaren Anschluss an das Training (Nachtest 1) und circa zwei Monate nach Abschluss des Trainings (Nachtest 2). Die Wirksamkeitsstudien überprüften die phonologischen und schriftsprachlichen Lernfortschritte im Studienzeitraum der Trainings- zur Kontrollgruppe (d. h. Kinder, die eine *Lautarium* Förderung erhalten haben, im Vergleich zu Kindern ohne eine spezifische Förderung). Hierbei trainierte die Trainingsgruppe über einen Zeitraum von acht Wochen täglich jeweils 20 Minuten mit dem Programm. Das Training erfolgte innerhalb des Klassenverbandes im Rahmen des Deutschunterrichts an bereitgestellten Kopfhörern und Notebooks. Die Kontrollgruppe nahm am regulären Deutschunterricht teil (Klatte et al., 2017).

Dieses Vorgehen ist in der pädagogisch-psychologischen Forschung üblich, genügt jedoch nicht den strengen Anforderungen, die in der klinischen Forschung an Studien zur Wirksamkeit von Behandlungen – z. B. für Kinder mit LRS - gestellt werden. Daher soll nun eine weitere Wirksamkeitsstudie mit von LRS betroffenen Kindern durchgeführt werden, die auch höchsten methodischen Anforderungen genügt (Schulz, Altman, & Moher, 2010).

Statt einer reinen Wartekontrollgruppe, die „nur“ am regulären Deutschunterricht teilnimmt, sollten die Kinder der Kontrollgruppe während der Wartezeit ebenfalls ein computerbasiertes Training durchführen. Hierdurch konnte ausgeschlossen werden, dass die Effekte des *Lautarium*-Trainings lediglich aus vermehrter Zuwendung und/oder höherer Lernmotivation durch regelmäßiges „Computer spielen dürfen“ resultieren (Hübner, 2000).

In allen bislang durchgeführten Studien erwies sich *Lautarium* als effektive Methode zur Förderung des Schriftspracherwerbs in der Grundschule (Klatte et al., 2017).

Randomisierte kontrollierte Studien (randomized controlled trial, RCT) zählen bislang zu den stärksten Forschungsdesigns und gelten als Goldstandard der klinischen Forschung, wenn es um die Beurteilung von Behandlungseffekten einer Interventionsmaßnahme geht. Die zu behandelnden Gruppen sind sowohl bezüglich der beobachtbaren, als auch der nicht beobachtbaren Kovariablen ausgewogen (Borah et al., 2014; Kaptchuk, 2001).

Um die Qualität randomisierter kontrollierter Studien zu gewährleisten, wurden hierfür im Jahr 1996 Richtlinien festgelegt. Eine international anerkannte Leitlinie „Consolidated Standards of Reporting Trials Statement“ (= CONSORT-Statement) (Sumbauer, 2020), welche seit 2010 gültig ist, kann zur Beurteilung randomisierter klinischer Studien herangezogen werden. Diese Checkliste enthält 25 Kriterien, die bei der Planung und Durchführung einer RCT beachtet werden sollte.

Die sogenannte Verblindung ist ein Aspekt, der näherer Erläuterung bedarf. Man unterscheidet zwischen unverblindet bzw. offen, einfachblind, doppelblind oder dreifachblind durchgeführten Studien. Offen ist die Studie dann, wenn alle Parteien (Studienteilnehmer, Studiendurchführer und Studienauswerter) in Kenntnis darüber gesetzt worden sind, wer welche „Behandlung“ erhält. Bei einer einfachblinden Studie weiß nur der Studienteilnehmer nicht, welcher Behandlung er zugewiesen wurde. Doppelblind ist die Studie dann, wenn Studienteilnehmer und die Studiendurchführer nicht wissen, wer welche Intervention erhält. Ergänzend dazu wird von dreifachblind gesprochen, wenn auch der Studienauswerter nicht im Bilde ist, welche Behandlung wem zugeteilt worden ist (Schulz & Grimes, 2007).

Da diese Kriterien zur Überprüfung der Qualität klinischer Studien entwickelt worden sind, können sie nur bedingt Anwendung auf die nachfolgende Studie finden. Dank der sorgfältigen Einweisung am Laptop wissen die Studienteilnehmer, welches Computerprogramm sie in der nächsten Zeit durcharbeiten sollen. Sie wissen jedoch nicht, welches Programm primär von Interesse für die Studie ist. Auch wurden die Haupttestleiter nicht darüber in Kenntnis gesetzt, welches Programm das zu testende Kind im Voraus absolviert hat, da es von den Protokollanten in den Testsaal geführt worden ist, die auch für die Datensicherung während der Studie eingesetzt worden sind. Die Auswertung und Erfassung der Daten erfolgte mittels Kodierlisten, sodass die erbrachten Leistungen nicht auf den ersten Blick einem bestimmten Kind zugeordnet werden konnten.

Die hier im Anschluss referierte Studie folgt den Kriterien der CONSORT- Checkliste 2010 (nachzulesen unter (Schulz et al., 2010; Sumbauer, 2020)) und überprüft abschließend die Wirksamkeit von *Lautarium*.

6. Methode

6.1 Stichprobe

Am Vortest der Studie nahmen mit schriftlichem Einverständnis der Erziehungsberechtigten insgesamt 65 Zweitklässler teil. Diese wurden zuvor von der jeweiligen Lehrperson aufgrund schwacher Lese- Rechtschreibleistungen nominiert. Von je zwei Kindern mit ähnlichen Vortestleistungen wurde zufällig eines der Trainingsgruppe (TG) und eines der aktiven Kontrollgruppe (KG) zugewiesen, sodass sich die TG aus 24 Kindern (11 Mädchen und 13 Jungen) zusammensetzte. Der Altersmedian betrug zum Zeitpunkt des Vortests 7; 6 Jahre ($SD = 5,2$ Monate). Die KG setzte sich aus 31 Kindern (13 Mädchen und 18 Jungen) zusammen. Der Altersmedian lag bei 7; 5 Jahren ($SD = 5,1$ Monate). In den Vortestleistungen zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen den Gruppen. Alle teilnehmenden Kinder waren durchschnittlich intelligent und verfügten über schwache phonologische und Lese-Rechtschreibleistungen. Einen Überblick liefert die nachfolgende Tabelle. Aufgrund von Schulwechseln sind fünf Kinder der TG und drei Kinder der KG vor dem Nachtest 2 ausgeschieden. Sieben Kinder der TG absolvierten vor Ende der Trainingszeit weniger als 30% der Spiele des *Lautariums* (< 18 Spiele) und wurden aus den Analysen ausgeschlossen.

Tabelle 1 *Vortestleistungen*

	Trainingsgruppe		Kontrollgruppe		Signifikanz d.
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Gruppenunterschieds <i>p</i>
Intelligenz, BUEGA	13.00	(5.57)	13.87	(5.61)	.57
Lesen, ELFE II					
Wortebene	18.08	(6.40)	15.16	(6.93)	.12
Satzebene	3.00	(1.84)	2.39	(2.32)	.29
Textebene	1.58	(1.67)	1.34	(1.78)	.68

Fortsetzung Tabelle 1

Vortestleistungen

	Trainingsgruppe		Kontrollgruppe		Signifikanz d. Gruppenunterschieds
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>p</i>
Lesen, SLRT II					
Wortlesen	12.67	(10.20)	12.03	(9.84)	.82
Pseudowortlesen	16.58	(8.37)	15.26	(7.92)	.55
Rechtschreiben, HSP 1+					
Ganze Wörter	5.00	(1.96)	4.84	(2.57)	.80
Graphemtreffer	43.38	(6.61)	41.16	(11.27)	.40
Alphabetische Strategie	11.71	(2.54)	10.94	(3.69)	.39
Orthographische Strategie	2.75	(1.59)	2.23	(1.82)	.27
Phonologische Bewusstheit, P-ITPA					
Vokale ersetzen	3.00	(3.31)	4.06	(4.76)	.33*
Konsonanten auslassen	5.46	(5.04)	6.68	(5.97)	.13
Gesamt	23.58	(9.90)	25.10	(13.70)	.64*

Anmerkungen. *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *p* = Signifikanzniveau, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard, Lenhard, & Schneider, 2018), HSP 1+ (May, 2018)

* T-Test mit Welch-Korrektur

6.2 Versuchsplan und Ablauf

Vor Studienbeginn wurden ein positives Ethikvotum von der Ethikkommission des Fachbereichs Sozialwissenschaften der Technischen Universität Kaiserslautern, die Genehmigung durch die zuständige Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD), sowie das schriftliche Einverständnis der Erziehungsberechtigten eingeholt. Alle erhobenen Daten wurden vertraulich behandelt und die datenschutzrechtlichen Bestimmungen eingehalten. Die Probandendaten wurden pseudonymisiert und die Kodierliste wurde getrennt von den restlichen Daten gespeichert: Jedem teilnehmenden Kind wurde eine Kodenummer zugeordnet. Alle Leistungsdaten sowie Daten zur Person (Geschlecht, Geburtsmonat und –jahr, Muttersprache als kategoriale Variable: deutsch – deutsch und eine andere Sprache – eine andere Sprache) wurden unter dieser Kodenummer – ohne Namen - gespeichert. Eine Kodierliste mit Namen und Kodenummern der Kinder, welche für die Organisation der Datenerhebungen und für etwaige Ergebnismeldungen an die Klassenlehrkräfte notwendig war, wurde in einem verschlossenen Schrank getrennt von den erhobenen Daten in verschlüsselter Form auf einer externen Festplatte aufbewahrt.

Die Studie wurde als Längsschnittstudie mit vier Messzeitpunkten und zwei Trainingsphasen zwischen Beginn und Ende des zweiten Schuljahres angelegt. Der Studienbeginn wurde auf den Anfang des zweiten Schuljahres gelegt, da davon ausgegangen werden konnte, dass die Grundkenntnisse des Schriftspracherwerbs bis zu diesem Zeitpunkt erworben wurden, und so die Anforderungen *Lautariums* bewältigt werden konnten. Am Vortest nahmen 65 Zweitklässler aus sechs Grundschulen im Raum Kaiserslautern teil, die von den Lehrkräften wegen schwacher Lese-Rechtschreibleistungen vorgeschlagen worden waren. Von je zwei Kindern mit ähnlichen Vortestleistungen wurde mittels des Propensity score-matchings (PSM) zufällig eines der TG und eines der KG zugewiesen. Die TG bearbeitete im Anschluss an den Vortest das *Lautarium*-Training, die KG die Computer-Version des Denktrainings nach Klauer, welches zur Förderung des logischen Denkvermögens beitragen soll (A. Lenhard et al., 2012).

Statt einer reinen Wartekontrollgruppe, die „nur“ den regulären Deutschunterricht besucht, sollten die Kinder der KG während der Wartezeit auf *Lautarium* ebenfalls ein computerbasiertes Training absolvieren. Dadurch kann ausgeschlossen werden, dass Effekte des *Lautarium*-Trainings auf vermehrte Zuwendung und/oder höherer Lernmotivation durch regelmäßiges Computerspielen reduziert werden (Hager & Hasselhorn, 1995).

Das Training erfolgte täglich für etwa 20 Minuten über acht Wochen im Rahmen des differenzierenden Schulunterrichts an bereitgestellten Laptops mit Kopfhörern. Nach dieser Trainingsphase erfolgte der erste, zwei Monate später der zweite Nachtest. Anschließend begann die zweite Trainingsphase, in der die Gruppen mit dem jeweils anderen Programm arbeiten. Diese Trainingsphase endete im Juni 2019. Im direkten Anschluss folgte der dritte und letzte Nachtest. Eine Übersicht der Trainingszeiträume ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

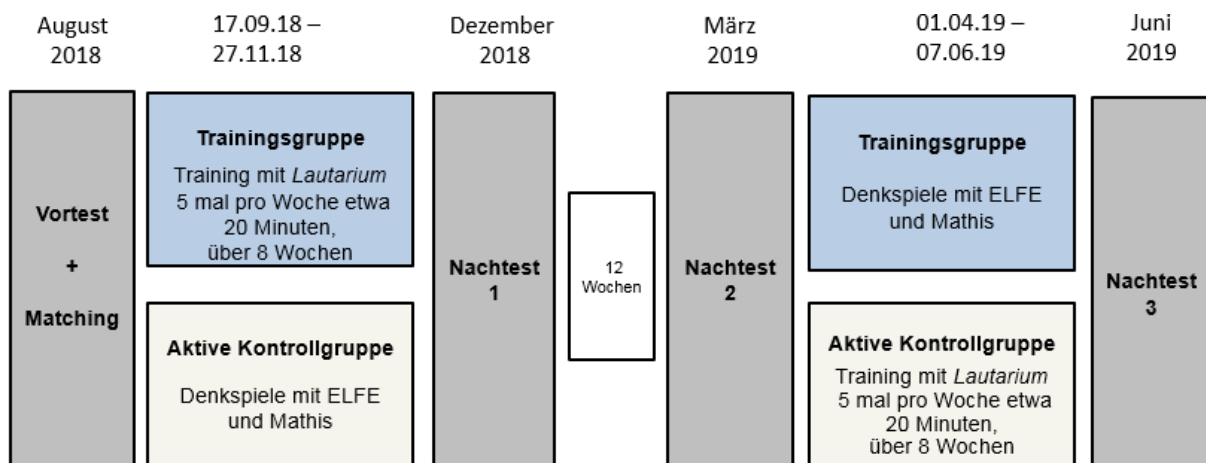


Abbildung 23. Übersicht über die Trainings- und Testzeiträume der Randomisierten kontrollierten Studie

6.3 Diagnostik- und Trainingsablauf

Die Durchführung der Datenerhebungen (vier Testzeitpunkte) erfolgte durch erfahrene Wissenschaftler des Forschungsteams, die bereits zuvor Studien mit Kindern im Grundschulalter erfolgreich durchgeführt hatten. Die diagnostischen Verfahren wurden zu allen Testzeitpunkten in einer strengen Reihenfolge in Gruppen- und Einzeltests nur mit denjenigen Kindern durchgeführt, für die eine elterliche Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Wirksamkeitsstudie vorlag. Die Wissenschaftler wurden durch im Umgang mit Kindern erfahrene studentische Hilfskräfte unterstützt, die zuvor sorgfältig eingewiesen und trainiert worden waren. In Kapitel 6.6 werden die eingesetzten Diagnostikverfahren detailliert beleuchtet.

Die Durchführung des Computertrainings erfolgte unter Betreuung der Lehrkräfte bzw. Aufsichtspersonen innerhalb des differenzierten Unterrichts. Die beiden eingesetzten Programme sind jedoch so gestaltet, dass sie weitestgehend selbstständig von den Kindern durchgeführt werden konnten. Der Anmeldevorgang der Kinder bei beiden Programmen folgte dem gleichen Muster, bei dem sich die Kinder mit ihrem Vornamen an dem jeweiligen Notebook, markiert durch einen Sticker ihrer Wahl, anmeldeten. Beim Verlassen der Programme wurden die Spielstände gesichert, sodass die Kinder bei jeder Sitzung wieder dort anfangen konnten, wo sie zuvor aufgehört hatten. Im Falle etwaiger Computerprobleme wurde sofortiger Support bzw. Ersatz gewährleistet. Am Ende des dritten Posttests erhielten alle Kinder ihre persönliche Urkunde mit einem Screenshot ihres Aquariums.

6.4 Matching

Die teilnehmenden Kinder wurden mittels einer in Anlehnung an den Propensity Score (Rosenbaum & Rubin, 1983) berechneten Zahlenwertes der TG oder KG zugeteilt. Dieser Pseudo-Propensity Score (PPS) ist zu Beginn unbekannt und wird in einem ersten Schritt nach Durchführung eines Vortests, aber noch vor Trainingsbeginn, mittels einer logistischen Regression einer Zufallsvariablen auf einen oder mehrere Testwerte geschätzt.

Dadurch, dass als abhängige Variable (AV) innerhalb des Regressionsmodells eine Zufallszahl gewählt wurde, besteht keinerlei systematische Abhängigkeit zwischen dieser und den im Vortest erhobenen unabhängigen Variablen. Dies hatte zur Folge, dass der eigentliche (individuelle) Propensity Score, welcher als Resultat der logistischen Regression berechnet wird, nicht mehr wie gewohnt die Kovarianz der einzelnen verdichteten unabhängigen Variablen mit den abhängigen Variablen als logistische Transformation darstellt. Stattdessen kann dieser Pseudo-Propensity Score als Transformation der einzelnen unabhängigen Variablen zu einem vereinheitlichten und standardisierten Wert interpretiert werden, der eben in keinem systematischen Zusammenhang mit der AV steht. Möglichst ähnliche PPS implizieren somit, im Sinne der experimentellen Zuordnung, möglichst ähnliche Probanden. Werden so erzeugte „Zwillinge“ (qua Ähnlichkeit im PPS) nun getrennt und randomisiert der Trainings- oder Kontrollgruppe zugeteilt, so kann a-priori eine Gleichverteilung der im PPS verdichteten Merkmale zwischen den Gruppen sichergestellt (und per T-Test kontrolliert) werden. Als unabhängige Variablen (Kovariablen) galten die Merkmale der teilnehmenden Kinder (Alter, Geschlecht, Muttersprache) und die Ergebnisse der Vortestleistungen. Die Sprache der Kinder wurde mittels drei Abstufungen erfasst: deutsch als Muttersprache, deutsch und eine andere Sprache als Muttersprache (bilingual) oder andere Sprache als Muttersprache. Das Alter der Kinder wurde in Monaten erfasst.

Die Vortestleistungen, die in die Berechnungen mit einfließen, beinhalteten die Ergebnisse des Wortverständnisses des ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), die nonverbale Intelligenz (Esser, Wyschkon, & Ballaschk, 2008), die phonologische Bewusstheit der Kinder mittels des Gesamtwertes des P-ITPA (Esser & Wyschkon, 2010), die Ergebnisse des Pseudowortlesens des SLRT II (Moll & Landerl, 2014) und die Anzahl der Graphemtreffer der Hamburger Schreibprobe 2 (May, 2018). Als Schwellenwert galt hier der Wert 0.5. Alle Kinder, die einen PS unter 0.5 bzw. über 0.5 haben, gelangen mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% zur TG oder KG. Eine detaillierte Übersicht der einzelnen Testverfahren, die in den PS eingeflossen sind, ist im übernächsten Kapitel zu finden.

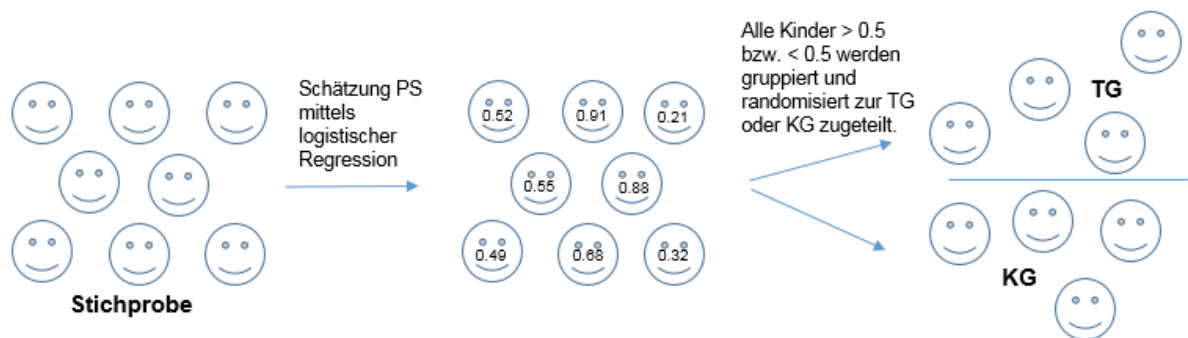


Abbildung 24. Grafische Darstellung des Matchings mittels Propensity Score (PS). KG = Kontrollgruppe, TG = Trainingsgruppe

6.5 Denkspiele mit Elfe und Mathis

Nach Abschluss des Vortests startete die TG mit *Lautarium*. Die KG begann parallel mit den Denkspielen mit Elfe und Mathis (A. Lenhard et al., 2012). Dabei handelt es sich um die Computerversion des Denktrainings nach Klauer (Klauer, 1989, 1989). Diese Auswahl erfolgte aufgrund überzeugender Evaluationen und breiter Akzeptanz. „Zu Klauers Denktraining wurden zahlreiche Wirksamkeitsstudien durchgeführt, die teilweise beeindruckende Ergebnisse erzielen konnten“ (Berger & Schneider, 2011).

Das Klauer'sche Training zielt auf die Förderung des logischen Denkvermögens sowohl von Vorschul- als auch Grundschulkindern ab und umfasst 120 Aufgaben zum induktiven Denken. Das induktive Denken wird dabei von Klauer als ein Prozess, der auf die Feststellung von Gleichheiten und Verschiedenheiten abzielt, beschrieben (Klauer 1989). Das Spiel findet in der Umgebung eines Elfenlandes statt, in dem die Kinder einen verschollenen Diamanten finden müssen. Dies gelingt durch das Lösen der einzelnen Aufgaben. Diese sind in zehn Blöcke mit jeweils 12 Einzelaufgaben aufgeteilt. Jeder dieser Blöcke umfasst mindestens zwei Typen von Aufgabenklassen (A. Lenhard et al., 2012), wie sich aus Abbildung 25 ergibt.

Aufgabenklasse	Festzustellen ist...	Aufgabenformen
Generalisierung (GE)	Gleichheit von Merkmalen	Klassen bilden, Klassen ergänzen
Diskrimination (DI)	Verschiedenheit von Merkmalen	Unpassendes streichen
Beziehungserfassung (BE)	Gleichheit von Relationen	Folgen ergänzen, Folgen ordnen, einfache Analogie
Beziehungsunterscheidung (BU)	Verschiedenheit von Relationen	Gestörte Folge
Kreuzklassifikation (KK)	Gleichheit und Verschiedenheit von Merkmalen	Vierfelderschema, Sechsfelderschema
Systembildung (SB)	Gleichheit und Verschiedenheit von Relationen	Matrix, vollständige Analogie

Abbildung 25. Aufgabenklassen des induktiven Denkens (A. Lenhard et al., 2012)

Aufgaben zur Generalisierung überprüfen das Feststellen von Gleichheiten bestimmter Merkmale und das Herstellen von Beziehungen durch Feststellung von Gleichheit (A. Lenhard et al., 2012), wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Abbildung 26. Aufgabenklasse des Generalisierens. Erkennung von Gleichheiten (A. Lenhard et al., 2012)

Bei Aufgaben zur Diskrimination sollen verschiedene Objekte, die durch eines oder mehrere Merkmale miteinander in Verbindung gebracht werden können, zusammengefasst werden. Hierbei kann die Gemeinsamkeit der Gegenstände beispielsweise durch die Farbe, die Form oder die Funktion ausgedrückt werden. Die Aufgabe der Kinder besteht darin, denjenigen Gegenstand auszuwählen, der sich von den anderen hinsichtlich der oben genannten Merkmale unterscheidet (A. Lenhard et al., 2012). Ein Beispiel dazu zeigt die nachfolgende Abbildung.



Abbildung 27. Aufgabenklasse Diskrimination: Welches dieser Objekte teilt das Merkmal der anderen Objekte nicht (A. Lenhard et al., 2012)?

Eine weitere Übungsform, die das induktive Denken fördern soll, umfasst die Beziehungserfassung. Im Gegensatz zur vorherigen Diskrimination und Generalisierung geht es bei diesen Aufgaben nicht um einzelne Merkmale, sondern um die Erfassung von Relationen zwischen einzelnen Objekten. In der folgenden Abbildung sind drei verschiedene Aufgabenformen zur Erfassung der Beziehung zwischen den Objekten dargestellt. Diese können sich auf die räumliche oder auch auf eine zeitliche Komponente beziehen (A. Lenhard et al., 2012).

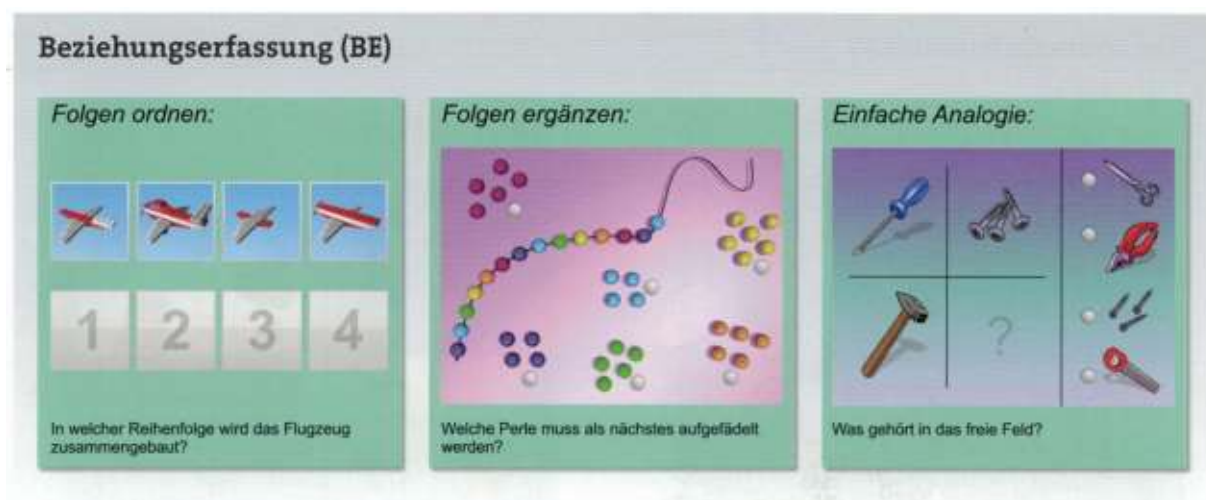


Abbildung 28. Aufgabenklasse Beziehungserfassung: Hierbei geht es darum, Folgen zu ordnen, sie zu ergänzen, oder einfache Analogien herzustellen (A. Lenhard et al., 2012).

Bei der Aufgabenklasse Beziehungsunterscheidung sollen die Kinder zwar - im Gegensatz zur Beziehungserfassung - ihr Augenmerk auf Relationen zwischen den Objekten einer Folge legen. Die vorhandene Relation ist aber immer an einer Stelle der Folge gestört. Alle Aufgaben zum Typ Beziehungsunterscheidung umfassen „Gestörte Folgen“, wie in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht (A. Lenhard et al., 2012).



Abbildung 29. Aufgabenklasse Beziehungsunterscheidung: an welcher Stelle der Folge stimmt die Beziehung zwischen den Objekten nicht (A. Lenhard et al., 2012)?

Im Zuge der Übungen zur Kreuzklassifikation sollen die Kinder bei diesen Aufgaben mehrere Vergleichsdimensionen beachten. Hierbei geht es darum zu verstehen, dass manche Objekte zwar bestimmte Gemeinsamkeiten aufweisen, sich in anderen Merkmalen jedoch unterscheiden (A. Lenhard et al., 2012). Näheres zum Aufgabentyp geht aus folgender Abbildung hervor.

Kreuzklassifikation (KK)



Abbildung 30. Aufgabenklasse Kreuzklassifikation: Hierbei muss erkannt werden, welche Objekte bestimmte Gemeinsamkeiten oder Unterschiede aufweisen (A. Lenhard et al., 2012).

Die letzte der sechs Aufgabenklassen des induktiven Denkens umfasst die der Systembildung, welches nach Klauer (1989) die „Königdisziplin“ des induktiven Denkens darstellt. Es sollen mehrere Relationen gleichzeitig beachtet werden. Die zuvor durch andere Aufgabenklassen erlernten Prozesse des Vergleichs sollen bei diesen Aufgaben auf Alltagssituationen angewendet werden. Deutlich wird dies in Abbildung 31.



Abbildung 31. Aufgabenklasse Systembildung: Gleichzeitige Erkennung mehrerer Relationen zwischen Objekten (A. Lenhard et al., 2012)

6.6 Angewandte Testverfahren

Alle durchgeführten Testverfahren folgten in Durchführung und Auswertung den Anweisungen des jeweiligen Manuals. Aus schulorganisatorischen und Akzeptanzgründen wurden nicht nur Einzel- sondern auch Gruppentestungen (Paper-Pencil) durchgeführt, da diese weniger zeitintensiv sind. Die Testreihenfolge war zu allen Testzeitpunkten gleich. Im Anschluss an die Kleingruppentestung in den ersten beiden Schulstunden fand die Einzeltestung, unter Berücksichtigung der schulspezifischen Pausen, bis zum Ende des Schultages statt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Reihenfolge und die angewandte Sozialform der Verfahren.

Tabelle 2 *Testreihenfolge aller Testzeitpunkte: Vortest, N1, N2 und N3*

Kleingruppe	Einzeltestung
1. ELFE II	1. SLRT
2. HSP 2	2. P-ITPA
	3. BUEGA
	4. HSP 1+

Anmerkungen. BUEGA (Esser et al., 2008), P-ITPA (Esser & Wyschkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 1-10 (May, 2018)

6.7 Testverfahren zur Bestimmung der nonverbalen Intelligenz

Zur Erfassung der nonverbalen Intelligenz wurde die Basisdiagnostik Umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter (BUEGA) herangezogen. Ziel dieses Verfahrens ist es, relevante Teilleistungs- und Aufmerksamkeitsstörungen in einem ökonomischen Rahmen zu erfassen (Esser et al., 2008).

Der BUEGA setzt sich aus insgesamt sieben Untertests zusammen, wovon nur der Untertest „Nonverbale Intelligenz“ zu allen Testzeitpunkten durchgeführt worden ist. Den Kindern wurden hierbei nacheinander unvollständige Matrizen gezeigt, bei denen jeweils immer ein Bild fehlte. Dargeboten wurden zwischen fünf und acht Bildern, aus denen die Kinder das für sie passende Bild wählen konnten. Dieses Testverfahren geht nicht auf Zeit und wird bei vier falschen Antworten in Folge abgebrochen. Für jedes richtig zugeordnete Bild erhält das Kind einen Punkt. Die so ermittelte Rohwertsumme von maximal 38 Items kann für jede Altersgruppe des BUEGA in einen T-Wert umgerechnet werden. Detaillierte Informationen bezüglich der Testkonstruktion, der Auswertung und der Gütekriterien können im Manual nachgelesen werden (Esser et al., 2008).

6.8 Testverfahren zur Bestimmung der phonologischen Bewusstheit

Zur Erfassung der phonologischen Fähigkeiten wurde der Potsdam-Illinois Test für Psycholinguistische Fähigkeiten herangezogen (Esser & Wyszkon, 2010).

Zur Feststellung der phonologischen Bewusstheit wird ein breites Spektrum an Aufgaben angewendet. Untergliedert ist das Testverfahren in drei Bereiche: „Reimen“, „Vokale ersetzen“ und „Konsonanten auslassen“. Gestartet wurde bei allen Zweitklässlern mit dem Untertest „Vokale ersetzen“. Bei diesem Untertest soll in einem Wort ein Vokal durch einen anderen ausgetauscht werden. Eine der Aufgaben lautete beispielsweise: „Mach aus dem /a:/ in Hase ein /o/.“ Beim Untertest zum Auslassen von Konsonanten wurde den Kindern ein Wort genannt, welches sie, wie beim Untertest zum „Vokale ersetzen“, zuerst wiederholen und im Anschluss das gesagte Wort abwandeln sollten, wie zum Beispiel: „Sag mal Maus ohne /m/“ (Esser & Wyszkon, 2010).

Werden im Untertest „Vokale ersetzen“ mindestens fünf Items richtig gelöst ohne dass das Abbruchkriterium von vier falschen Items in Folge eintritt, so wird mit dem Untertest „Konsonanten auslassen“ fortgefahren. Bei Unterschreitung dieser Grenze wird ein Umweg über den Untertest „Reimen“ gegangen, bevor mit dem Untertest „Konsonanten auslassen“ fortgefahren wird. Beim „Reimen“ müssen die Kinder unterscheiden, welches der vier dargebotenen Bilder ein Reimpaar zum zuvor genannten Wort bildet. Zum Beispiel: „Was reimt sich auf Wippe? Winter, Kinder, Vase, Schippe?“ (Esser & Wyszkon, 2010). Im Manual des P-ITPA können detaillierte Informationen zur Konstruktion, zur Auswertung und zu den Gütekriterien nachgelesen werden (Esser & Wyszkon, 2010).

6.9 Testverfahren zur Überprüfung des Leseverständnisses

Zur Erfassung der Leseleistung wurden zwei Testverfahren eingesetzt. Zum einen ein Verfahren, welches das Leseverständnis überprüft, zum anderen ein Verfahren, welches auf das korrekte laute Lesen abzielt. In diesem Kapitel wird der Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler (ELFE II) genauer beschrieben. Untergliedert ist der ELFE II in drei Ebenen: die Wortebene, die Satzebene und die Textebene. Diese Untergliederung des Leseverständnisses ist von besonderer Bedeutung, da dadurch Stufen der Entwicklung des Leseverständnisses abgebildet werden können. Alle drei Untertests sind zeitabhängig (W. Lenhard et al., 2018).

Im Bereich des Wortverständnisses muss zu einem Bild eines der vier schriftlich dargebotenen Wörter unterstrichen werden. Die Wörter, aus denen die Kinder eine Auswahl treffen müssen, sind so ausgesucht, dass sie sich sowohl graphisch als auch phonemisch ähneln und die gleiche Silbenanzahl aufweisen. Ziel ist es, in der dargebotenen Zeit so viele Bilder zu den dargebotenen Wörtern korrekt zuzuordnen, wie möglich (W. Lenhard et al., 2018).

Beim Satzverständnis sind nacheinander einzelne Sätze aufgeführt, bei denen ein Wort ausgelassen worden ist. Die Kinder müssen aus dargebotenen Alternativen dasjenige Wort unterstreichen, welches den Satz am sinnvollsten ergänzt. Die Komplexität der Sätze steigt kontinuierlich an. Nach Ablauf der Zeit sollen möglichst viele Alternativen korrekt in die Sätze eingeordnet worden sein (W. Lenhard et al., 2018).

Abgeschlossen wird der ELFE II mit dem Untertest zum Textverständnis. Kleinere Textpassagen werden den Kindern dargeboten. Zu jedem Text wird eine Frage gestellt, welche die Kinder durch Zuordnung der passenden Antwortalternative beantworten sollen. Auch hier ist das Ziel in der zur Verfügung stehenden Zeit möglichst viele Textpassagen korrekt zu beantworten (W. Lenhard et al., 2018). Einen detaillierten Überblick über die Testkonstruktion, die Auswertung und die Testgütekriterien bietet das Manual zum ELFE II (W. Lenhard et al., 2018).

6.10 Testverfahren zur Überprüfung des lauten Wortlesens

Der SLRT II (Lese- und Rechtschreibtest) als Weiterentwicklung des Salzburger Lese- und Rechtschreibtests wurde als Testverfahren zur Überprüfung des lauten Wortlesens eingesetzt (Moll & Landerl, 2014).

Zur Erfassung der Lesekompetenz der Zweitklässler wurde der Ein-Minuten-Lese-flüssigkeitstest mit 156 Wörtern, aufgeteilt auf acht Spalten, herangezogen. Dabei geht es um das laute Vorlesen von Wörtern und Pseudowörtern unter beschränkter Lesezeit von jeweils einer Minute. Flüssiges und zügiges Lesen ist nur dann möglich, wenn die dargebotenen Wörter aus dem Gedächtnisspeicher des Kindes abgerufen werden können. Die Komplexität der Wörter steigt kontinuierlich an (in Wortlänge, Darbietungsgröße und Vertrautheit), um zu Beginn auch schwache Leser nicht zu überfordern. Die kurze Dauer dieses Verfahrens wirkt sich zudem positiv auf leseschwache Kinder aus. Im Gegensatz zum leisen Lesen beim ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), können bei diesem Testverfahren sofortige Rückschlüsse auf die Fehlerquellen beim Lesen gezogen werden. Die fehlerfreien vorgelesenen Wörter werden im Anschluss aufaddiert. Detaillierte Informationen zur Testkonstruktion, der Auswertung und der Gütekriterien sind im Manual nachzulesen (Moll & Landerl, 2014).

6.11 Testverfahren zur Überprüfung der Rechtschreibung

Zur Überprüfung der Rechtschreibleistungen der Zweitklässler wurde die Hamburger Schreib-Probe (HSP) (May, 2018) eingesetzt, welche in Form eines Wort- und Lückendiktats konzipiert ist. Dieses Testverfahren bietet einen Einblick in die grundlegenden Rechtschreibstrategien und den jeweiligen Leistungsstand des Kindes. Unterschieden wird hierbei, neben der Anzahl korrekt verschriftlichter Grapheme (Graphemtreffer), die Trefferquote sogenannter Lupenstellen. Diese Lupenstellen sind untergliedert in eine alphabetische und eine orthographische Strategie, sodass für jedes Kind der Grad der Herausbildung der unterschiedlichen Rechtschreibstrategien zugeordnet werden kann (May, 2018).

Die alphabetische Strategie umfasst das lautgetreue Schreiben und somit die Fähigkeit eines Kindes, die Laute eines Wortes aufzugliedern und mittels Graphemen zu verschriftlichen. Die Grundlage dieser Strategie ist in der Analyse des eigenen Sprechens begründet (May, 2018).

Die orthographische Strategie geht einen Schritt weiter. Die einfache Graphem-Phonem-Zuordnung wird unter der Hinzunahme gelernter Rechtschreibstrategien modifiziert und angepasst. Als orthographische Lupenstellen können die Bereiche und Buchstabenverbindungen innerhalb eines Wortes beschrieben werden, bei denen von der Analyse des eigenen Sprechens abgesehen werden muss und die Regelmäßigkeiten der deutschen Grammatik beachtet werden. Als Beispiel kann das Wort „Spiegel“ aufgezeigt werden. Die reine Verschriftlichung der gehörten Phoneme in Grapheme lässt hierbei auf die Schreibweise „Spigel“ schließen. Erst durch die Anwendung der Rechtschreibregel wird auf die richtige Schreibweise „Spiegel“ geschlossen (May, 2018).

Einen detaillierten Überblick über die Konzeption, die Auswertung und die Testgütekriterien bietet das Manual zur HSP 2 (May, 2018).

7. Statistisches Vorgehen

Die statistische Analyse erfolgt in zwei Schritten. In einem ersten Schritt werden die Lese-Rechtschreib- sowie phonologischen Leistungen der TG und KG in Nachtest 1 (N1) und Nachtest 2 (N2) verglichen. Die Rohwerte eines jeden Tests dienen als Grundlage der Analyse, da nicht für jeden Testzeitpunkt adäquate Normtabellen vorliegen. Zudem liegt das Hauptaugenmerk der Studie darauf, Lernzuwächse, die auf *Lautarium* zurückzuführen sind, hervorzuheben und nicht auf einem Transfer der Ergebnisse auf die Gesamtpopulation.

Zu erwähnen ist hierbei der Rechtschreibtest HSP1+ (May, 2018), bei dem sich je nach Testzeitpunkt im Schuljahr die Itemschwierigkeit und -anzahl verändern. Dieser wurde zu jedem Testzeitpunkt der Studie durchgeführt. Es liegen jedoch keine Normtabellen vor. Die Rohwerte sind aufgrund des Versionenwechsels und der dadurch verbundenen variierenden Itemanzahl nicht miteinander vergleichbar. Auch ist der Schwierigkeitsgrad zum dritten Nachtest nicht mehr angemessen. Aus diesem Grund konzentrieren sich die nachfolgenden Analysen auf den HSP2 (May, 2018).

Zur Bestimmung, sowohl der kurz- als auch langfristigen Trainingseffekte, werden die schriftsprachlichen und phonologischen Leistungen der TG im ersten und zweiten Nachtest mit den erbrachten Leistungen der KG zu diesen Zeitpunkten verglichen (Pretest, Posttest, Follow-Up Design). Die Leistungen im Vortest werden bei allen Analysen als Kovariate einbezogen. Gerechnet wird daher eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung, unter Einbezug der Vortestleistungen als Kovariate (ANCOVA) (O'Connell et al., 2017).

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen im ersten und zweiten Nachtest werden als Unterschiede in den Lernzuwächsen interpretiert (Rausch, Maxwell, & Kelley, 2003). Im Falle signifikanter Gruppenunterschiede ($p < .05$) werden die Effektstärken um die Prätestleistungen korrigiert (d_{korr}) (Klauer, 1989). Zur Interpretation der Effektstärken wird Cohens d (Cohen, 1988) herangezogen: Werte um 0.2 werden als kleine Effekte, Werte im Bereich von 0.5 als mittlere Effekte und Werte um 0.8 als starke Effekte bezeichnet.

Nicht alle Ergebnisse der 65 teilnehmenden Kinder flossen in die nachfolgenden Analysen ein. Trotz intensiver Betreuung der Kinder der Trainingsgruppe beim Absolvieren *Lautariums* konnte das Programm nur von vier Kindern der TG bis Nachtest 2 vollständig durchgespielt werden. Als Kriterium galt die Anzahl der trainierten Übungen. Wurden 17 oder weniger Übungen des Programms im vorgeschriebenen Zeitraum durchgeführt, was ca. einem Drittel aller Übungen entspricht, so flossen die Daten dieser Kinder nicht in die nachfolgenden Analysen ein, da die Effekte des Programms auf das Lesen, Schreiben und die phonologische Bewusstheit erst durch intensives Trainieren nachweisbar sind.

Die Cross-over-Studie wurde als Kontrollgruppendesign mit aktiver Wartekontrollgruppe über den Zeitraum von August 2018 bis Juni 2019 angelegt. Die Studie ist an das Vorbild klinischer Studien mit der Testung von Arzneimitteln angelehnt, bei denen es eine „wash-out period“ gibt. In diesem Zeitraum soll die Wirkung des eingesetzten Medikaments vollständig verloren gehen (Brody, 2016). Diese Auswaschungsphase ist bei der vorliegenden Studie nicht gegeben, da nicht davon ausgegangen wird, dass die Lernzuwächse durch *Lautarium* nach 12 Wochen vollständig verloren gehen (siehe hierzu Kapitel 6.2). Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich zunächst einmal auf den Zeitraum zwischen Vortest und N2.

7.1 Voraussetzungen zur Berechnung einer ANCOVA

Für die statistischen Auswertungen wurden die Lese-Rechtschreib- und phonologische Leistungen der TG und der KG in Nachtest 1 und Nachtest 2 miteinander verglichen. Gerechnet wurden Varianzanalysen (ANCOVA) mit Zwischensubjektfaktor Gruppe (TG oder KG) und den Vortestleistungen als Kovariante (O'Connell et al., 2017; Rausch, Maxwell, & Kelley, 2003). Im Falle signifikanter Gruppenunterschiede ($p < .05$) wurden die Effektstärken um die Prätestleistungen korrigiert (d_{korrr}) (Klauer, 1989) (siehe Kapitel 7 Statistisches Vorgehen).

Die Voraussetzungen zur Berechnung einer ANCOVA wurden vorab untersucht. Es konnten keine Gruppenunterschiede in den Kovariaten festgestellt werden. Die Homogenität der Regressionssteigungen (siehe Anhang) wurde geprüft und bei Verletzung statt einer ANCOVA eine ANOVA mit Messwiederholung und Zwischensubjektfaktor Gruppe gerechnet (Döring & Bortz, 2016).

8. Ergebnisse bis N2

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die statistischen Ergebnisse der RCT-Studie dargestellt. Betrachtet werden die Prüfgrößen der Leistungsunterschiede von Zweitklässlern in der TG im direkten Vergleich zur KG in Nachtest 1 und Nachtest 2. Tabelle 4 und Tabelle 5 zeigen die Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der TG und KG im Bereich der phonologischen Bewusstheit, des Lesens und des Schreibens im Vortest, sowie im N1 und N2. Auf diesen Werten beruhen die Abbildungen und Aussagen der Ergebnispräsentationen der nachfolgenden Unterkapitel.

Tabelle 3 *Statistische Ergebnisse: Prüfgrößen der Leistungsunterschiede N1 und N2*

Bereich	Testverfahren	Trainingseffekt Nachtest 1	Trainingseffekt Nachtest 2
RCT-Studie (N = 55)			
Phonologische Bewusstheit	P-ITPA Konsonanten Auslassen: Korrekte Antworten	$F(1, 53) = 7.45$; $p < .01$; $d_{\text{korr}} = 0.52$	$F(1, 53) < 1$; n.s. ($p = .07$)
	P-ITPA Vokale ersetzen: Korrekte Antworten	$F(1, 53) = 3.34$; n.s.	$F(1, 53) = 2.19$; n.s.
Lesen	SLRT II: richtig gelesene Realwörter	$F(1, 53) = 4.42$; $p < .05$; $d_{\text{korr}} = 0.32$	$F(1, 53) = 5.91$; $p < .05$; $d_{\text{korr}} = 0.42$
	SLRT II: richtig gelesene Pseudowörter	$F(1, 53) = 1.31$; n.s.	$F(1, 53) = 1.07$; n.s.
	ELFE II: Wortverständnis: Anzahl richtiger Wörter	$F(1, 53) < 1$; n.s.	$F(1, 53) = 2.27$; n.s.

Fortsetzung Tabelle 3 *Statistische Ergebnisse: Prüfgrößen der Leistungsunterschiede N1 und N2*

	ELFE II: Textverständnis: Anzahl richtiger Aussagen	$F(1, 53) < 1$; n.s.	$F(1, 53) < 1$; n.s.
Rechtschreiben	HSP 2: Ganze Wörter	$F(1, 53) = 5.57$; $p < .05$ $d_{\text{korr}} = 0.34$	$F(1, 53) = 2.91$; n.s.
	HSP 2: Graphemtreffer	$F(1, 53) = 1.20$; n.s.	$F(1, 53) < 1$; n.s.
	HSP 2: alphabetische Strategie	$F(1, 53) = 4.95$; $p < .05$	$F(1, 53) < 1$; n.s.
	HSP 2: orthographische Strategie	$F(1, 53) = 2.15$; n.s.	$F(1, 53) = 7.34$; $p < .01$; $d_{\text{korr}} = 0.89$

Anmerkungen. N = Größe der Stichprobe, F = F-Wert, p = Signifikanzniveau, d_{korr} = Effektstärke, P-ITPA (Esser & Wyschkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

Tabelle 4 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der TG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit

Bereich	Testverfahren	Vortest		Nachtest 1		Nachtest 2	
Trainingsgruppe (n = 24)		M (SD)		M (SD)		M (SD)	
Phonologische Bewusstheit	P-ITPA Konsonanten Auslassen: Korrekte Antworten	5.46	(5.04)	10.38	(4.54)	10.83	(4.17)
	P-ITPA Vokale ersetzen: Korrekte Antworten	3.00	(3.31)	7.29	(5.09)	9.92	(4.20)
Lesen	SLRT II: richtig gelesene Realwörter	12.67	(10.20)	24.46	(12.85)	31.08	(14.86)
	SLRT II: richtig gelesene Pseudowörter	16.58	(8.37)	47.46	(20.96)	55.75	(22.04)
	ELFE II: Wortverständnis: Anzahl richtiger Wörter	18.08	(6.40)	26.67	(11.07)	33.96	(8.62)
	ELFE II: Satzverständnis: Anzahl richtiger Satzergänzungen	3.00	(1.84)	7.92	(6.09)	8.92	(4.50)
	ELFE II: Textverständnis: Anzahl richtiger Aussagen	1.58	(1.67)	2.79	(2.21)	4.29	(3.01)
Rechtschreiben	HSP 2: Ganze Wörter	6.04	(3.37)	11.21	(9.96)	13.21	(5.07)
	HSP 2: Graphemtreffer	94,58	(18.81)	114.63	(14.05)	119.21	(13.40)
	HSP 2: alphabetische Strategie	8.63	(4.28)	13.08	(4.16)	14.54	(3.05)
	HSP 2: orthographische Strategie	1.58	(1.79)	3.79	(2.90)	5.54	(3.49)

Anmerkungen. N = Größe der Stichprobe, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

Tabelle 5 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der KG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit

Bereich	Testverfahren	Vortest		Nachtest 1		Nachtest 2	
Kontrollgruppe (n = 31)		M (SD)		M (SD)		M (SD)	
Phonologische Bewusstheit	P-ITPA Konsonanten Auslassen: Korrekte Antworten	6.68	(5.97)	8.77	(5.86)	10.52	(5.57)
	P-ITPA Vokale ersetzen: Korrekte Antworten	4.06	(4.76)	6.03	(5.17)	9.10	(5.39)
Lesen	SLRT II: richtig gelesene Realwörter	12.03	(9.84)	19.81	(11.46)	24.19	(13.55)
	SLRT II: richtig gelesene Pseudowörter	15.46	(8.12)	21.07	(7.68)	22.18	(8.82)
	ELFE II: Wortverständnis: Anzahl richtiger Wörter	15.16	(6.93)	23.61	(9.41)	28.97	(9.04)
	ELFE II: Satzverständnis: Anzahl richtiger Satzergänzungen	2.39	(2.32)	6.55	(6.28)	8.58	(4.45)
	ELFE II: Textverständnis: Anzahl richtiger Aussagen	1.39	(1.78)	3.06	(2.93)	4.65	(3.31)
Rechtschreiben	HSP 2: Ganze Wörter	4.77	(4.11)	8.36	(4.45)	10.42	(4.61)
	HSP 2: Graphemtreffer	85.10	(25.23)	105.16	(20.90)	111.68	(17.69)
	HSP 2: alphabetische Strategie	8.26	(5.48)	11.10	(4.94)	13.71	(4.29)
	HSP 2: orthographische Strategie	2.29	(2.84)	3.48	(3.65)	3.68	(2.79)

Anmerkungen. N = Größe der Stichprobe, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

8.1 Ergebnisse im Bereich der phonologischen Bewusstheit bis N2

Die phonologischen Fähigkeiten wurden mittels der Untertests zur Lautmanipulation des P-ITPA erfasst. Der erste der beiden Untertests umfasst Aufgaben, die auf das Ersetzen von Vokalen abzielen, der zweite Untertest beinhaltet Aufgaben zum Auslassen von Konsonanten (Esser & Wyszkon, 2010). Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen sind in den nachfolgenden Abbildungen grafisch dargestellt. Abb. 32 + 33 zeigen sowohl die Vortestleistungen als auch die Leistungen in Nachtest 1 und 2 in Bezug auf die Untertests „Konsonanten auslassen“, „Vokale ersetzen“ und der Summe beider Untertests. Die inferenzstatistische Analyse mittels ANCOVA belegt, dass die TG im Vergleich zur KG im Nachtest 1 im Untertest „Konsonanten auslassen“ signifikante Lernfortschritte verzeichnet, jedoch nicht in N2. Die Effektstärke liegt im mittleren Bereich. Der Untertest „Vokale ersetzen“ zeigt eine Tendenz zu Trainingseffekten im N1 ($p = .07$). P-ITPA gesamt (d. h. beide Untertests) zeigt keine signifikanten Ergebnisse.

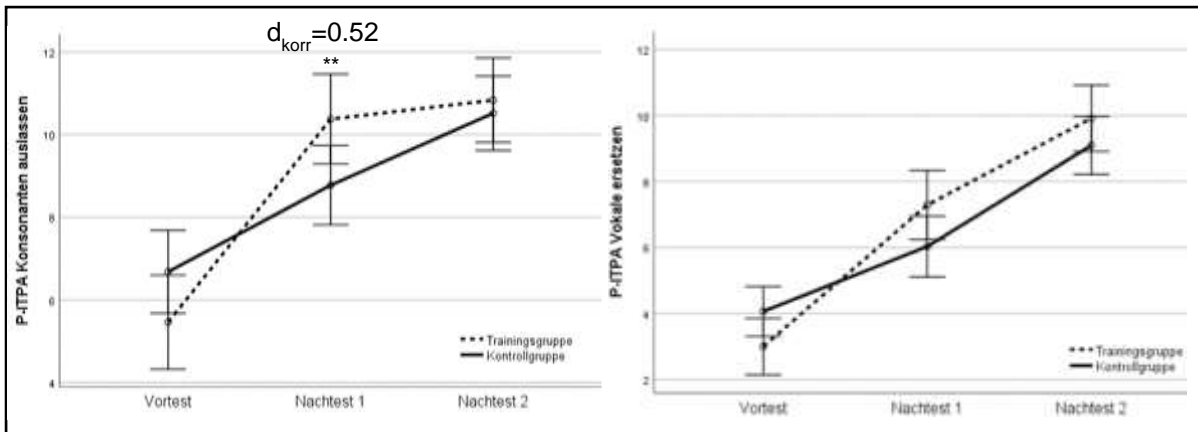


Abbildung 32. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Konsonanten auslassen [maximal erreichbar: 22], rechts: Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyschkon, 2010)

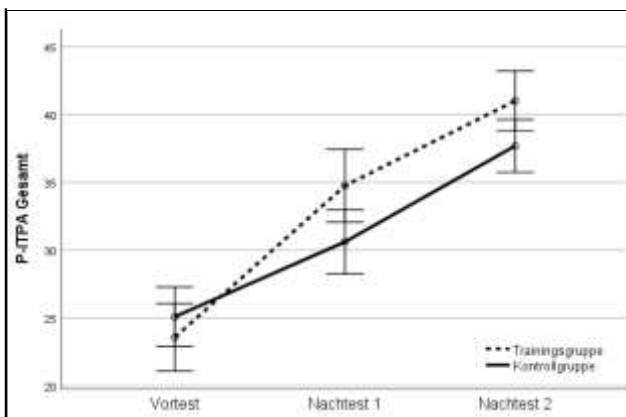


Abbildung 33. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Leserechtschreibschwachen Zweitklässler aus Summand: P-ITPA Konsonanten auslassen und P-ITPA Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyschkon, 2010)

8.2 Ergebnisse im Bereich des Lesens bis N2

Die Leseleistungen wurden mittels zweier Testverfahren überprüft. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung des SLRT II (LIT.) werden in der untenstehenden Abbildung 34 grafisch dargestellt. Sowohl im N1 als auch im N2 traten im Bereich des Wortlesens signifikante Unterschiede der TG im Vergleich zur KG auf. Beim Pseudowortlesen war dies hingegen nicht der Fall. Bei beiden Nachtests liegen die Effektstärken im mittleren Bereich.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Auswertungen des SLRT II (Moll & Landerl, 2014) in Abbildung 34 grafisch dargestellt. Im N1, als auch im N2 sind im Bereich des Wortlesens, im Gegensatz zum Pseudowortlesen, signifikante Trainingseffekte der TG im Vergleich zur KG aufgetreten. Die Effektstärken liegen bei beiden Nachtests im mittleren Bereich.

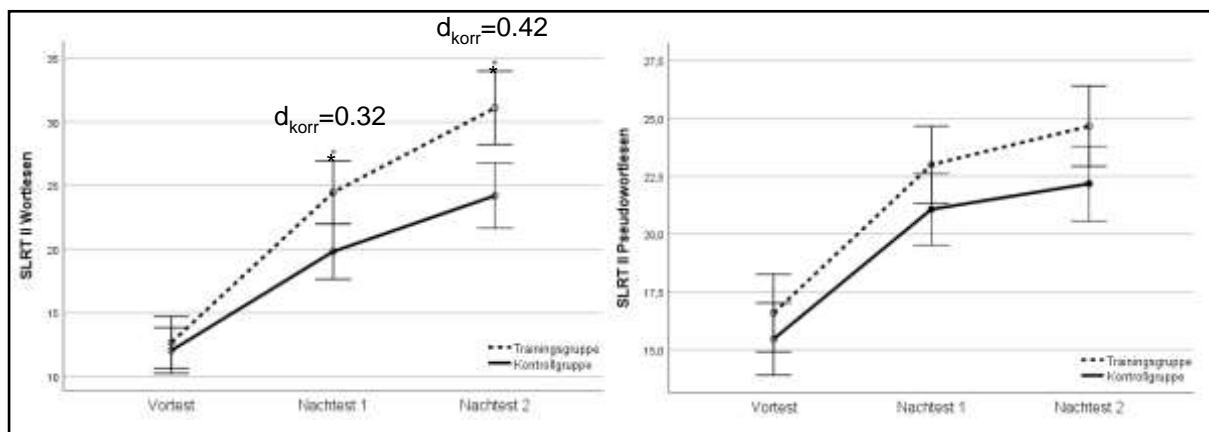


Abbildung 34. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortlesen [maximal erreichbar: 156], rechts: Pseudowortlesen [maximal erreichbar: 156] (Moll & Landerl, 2014)

Die Abb. 35 + 36 zeigen die mittels ELFE II und den Untertests zur die Wort-, die Satz- und die Textebene (LIT) erfassten Leseleistungen. (W. Lenhard et al., 2018). In keinem dieser Untertests konnten signifikante Gruppenunterschiede nachgewiesen werden.

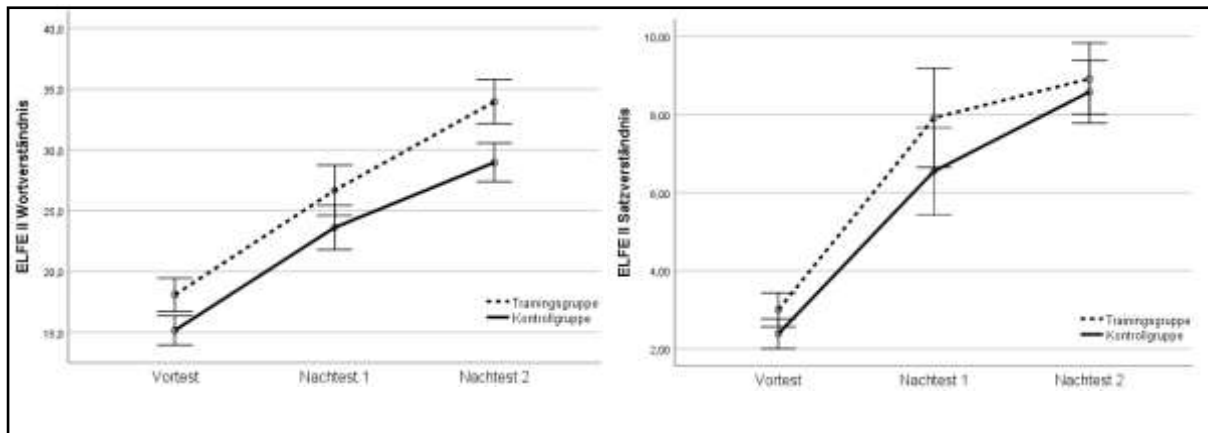


Abbildung 35. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortverständnis [maximal erreichbar: 75], rechts: Satzverständnis [maximal erreichbar: 36] (W. Lenhard, Lenhard, & Schneider, 2018)

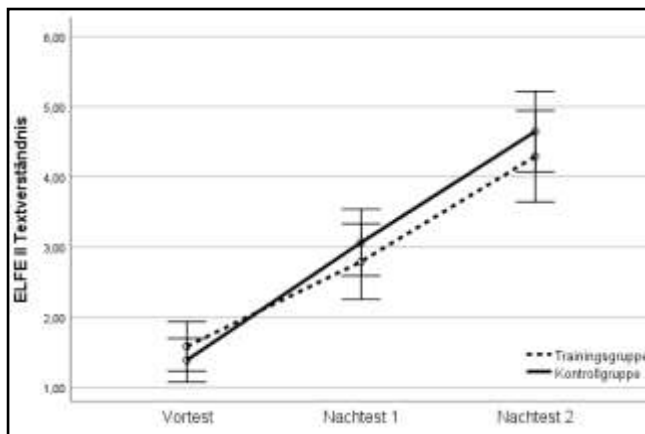


Abbildung 36. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler im Textverständnis des ELFE II [maximal erreichbar: 26] (W. Lenhard et al., 2018)

8.3 Ergebnisse im Bereich des Schreibens bis N2

Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse im Bereich des Schreibens dar. Grundlage hierfür war der Rechtschreibtest Hamburger Schreib-Probe für die zweiten Klassen (May, 2018), der in Worttreffer, Graphemtreffer, richtige alphabetische Lupenstellen und getroffene orthographische Lupenstellen untergliedert ist.

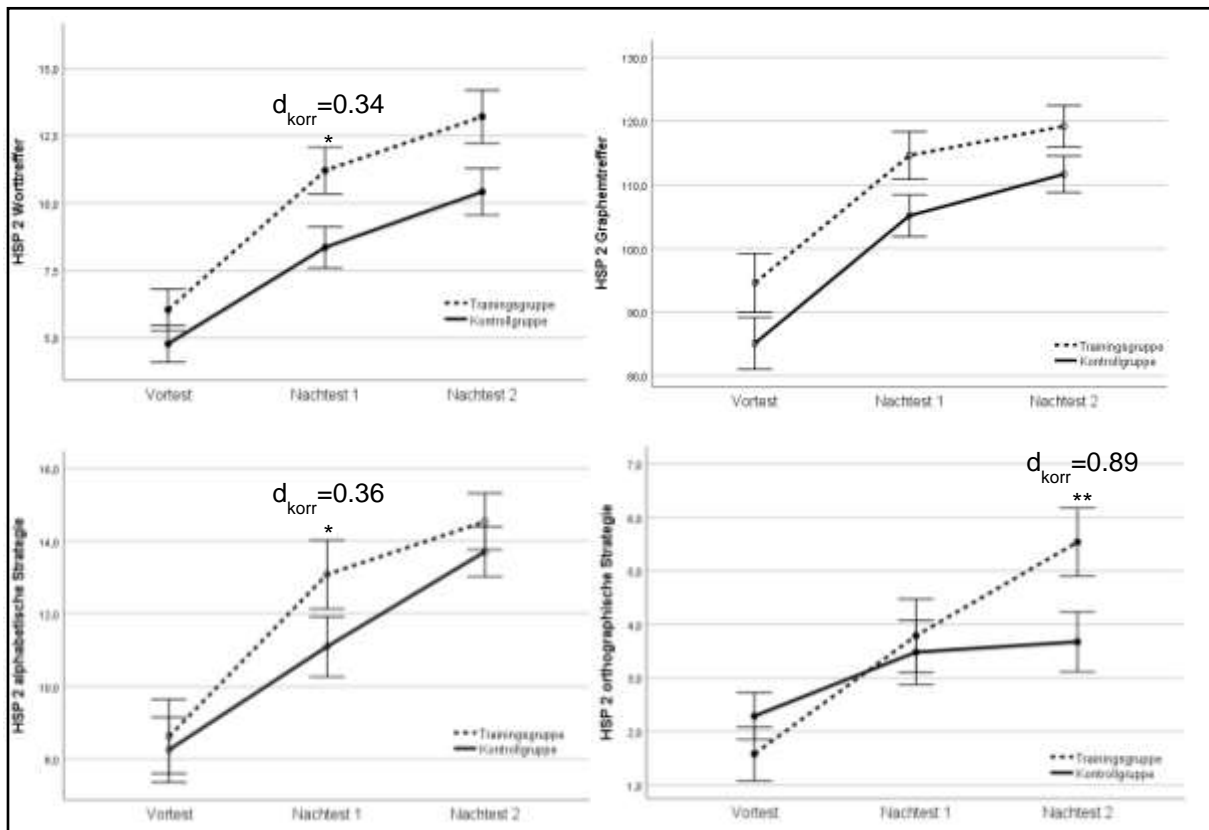


Abbildung 37. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler in der Hamburger Schreib-Probe 2, untergliedert in Worttreffer [maximal erreichbar: 30], Graphemtreffer [maximal erreichbar: 148], alphabetische Strategie [maximal erreichbar: 20] und orthographische Strategie [maximal erreichbar: 15]

Im Rechtschreibtest verzeichneten die Trainingskinder in drei der vier Bereiche signifikante Verbesserungen im Vergleich zu den Kindern der Kontrollgruppe. Im N1 liegt die Effektstärke für richtig geschriebene Wörter und getroffene alphabetische Lupenstellen im mittleren Bereich. Diese Leistungszuwächse in der alphabetischen Strategie entsprachen den Erwartungen, da *Lautarium* gezielt die Graphem-Phonem Korrespondenz trainiert (Klatte et al., 2017).

Zunächst verwundert die hohe Effektstärke ($d_{\text{korr}} = 0.89$) im Vergleich zur Anzahl korrekter orthographischer Lupenstellen im zweiten Nachtest, da *Lautarium* keine Regelmäßigkeiten der deutschen Sprache vermittelt. Vermutlich unterstützt das regelmäßige Training mit *Lautarium* das Erlernen der orthographischen Regeln im Deutschunterricht und der Unterricht fällt bei den Schülern auf fruchtbaren Boden. So ist für die Lernenden nicht schwer, diese Regeln zu verinnerlichen und anzuwenden. Übungen zu Vokallängen regen diesen Prozess zusätzlich an. Diese muss von den Kindern richtig identifiziert werden, um die Regel der Konsonantenverdopplung anwenden zu können (Verdopplung des Konsonantes nach kurz gesprochenem Vokal) (Klatte et al., 2017). Anzumerken ist hierbei, dass die Homogenität der Regressionsteigungen in N2 signifikant wurde und statt einer ANCOVA eine ANOVA mit Messwiederholung gerechnet wurde ($p = .01$) (siehe Anhang).

9. Stichprobe Follow-up bis N3

Die Zahl der teilnehmenden Kinder der Studie sank von 65 am Vortest aufgrund von Schul- und Ortswechsel im Nachtest 2 auf 62. Wie bereits in der anfangs beschriebenen Stichprobe flossen nicht alle Ergebnisse in die nachfolgenden Analysen ein. Nur drei Kinder der aktiven Kontrollgruppe absolvierten alle Übungen. Acht Kinder wurden bei den Berechnungen exkludiert, da sie 17 oder weniger Übungen durchlaufen haben. Gerechnet wird im Folgenden mit einer Stichprobe von 44 Kindern.

Die TG setzt sich für die nachfolgenden Analysen aus 24 Kindern (11 Mädchen und 13 Jungen), die KG aus 20 Kindern (7 Mädchen und 13 Jungen) zusammen. Der Altersmedian betrug zum Zeitpunkt des zweiten Nachtests 8;2 Jahre ($SD = 5,1$ Monate). In den Leistungen des zweiten Nachtest zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen den Gruppen. Einen Überblick liefert die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 6 Leistungen im Nachtest 2

	Trainingsgruppe		Kontrollgruppe		Signifikanz d.
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Lesen, ELFE II					
Wortebene	33.96	(8.62)	30.55	(8.04)	.19
Satzebene	8.92	(4.50)	9.60	(3.71)	.59
Textebene	4.29	(3.01)	5.05	(3.10)	.42
Lesen, SLRT II					
Wortlesen	31.08	(14.86)	28.00	(13.48)	.48
Pseudowortlesen	24.67	(8.13)	24.15	(7.37)	.83
Rechtschreiben, HSP 2+					
Ganze Wörter	13.21	(5.07)	11.10	(4.70)	.16
Graphemtreffer	119.21	(13.40)	116.35	(11.92)	.46

Alphabetische Strategie	14.54	(3.05)	14.30	(3.83)	.82
Orthographische Strategie	5.54	(3.49)	4.10	(2.92)	.15
<hr/>					
Phonologische Bewusstheit, P-ITPA					
Vokale ersetzen	9.92	(4.20)	10.20	(4.21)	.83
Konsonanten auslassen	10.83	(4.17)	12.85	(4.97)	.15
Gesamt	41.00	(6.39)	42.20	(10.37)	.64

Anmerkungen. *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *p* = Signifikanzniveau, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

10. Statistisches Vorgehen Follow-up bis N3

Die zweite Trainingsphase, in der die Gruppen mit dem jeweils anderen Programm arbeiteten, endete im Juni 2019 mit dem dritten und letzten Nachtest. Die varianzanalytischen Untersuchungen zur Bestimmung der Trainingseffekte vergleichen die schriftsprachlichen und phonologischen Leistungen der KG im dritten Nachtest mit den erbrachten Leistungen der TG zu diesem Zeitpunkt. Gerechnet wird, nach Prüfung der Voraussetzungen, eine univariate Varianzanalyse unter Einbezug der Leistungen in Nachtest 2 als Kovariate (ANCOVA) (O'Connell et al., 2017). Bei einem Voraussetzungsfehler zur Berechnung einer ANCOVA wird die statistische Analyse mittels ANOVA durchgeführt (Döring & Bortz, 2016) (siehe Anhang).

Die Abbildung veranschaulicht den für die nachfolgenden Analysen relevanten Zeitraum.

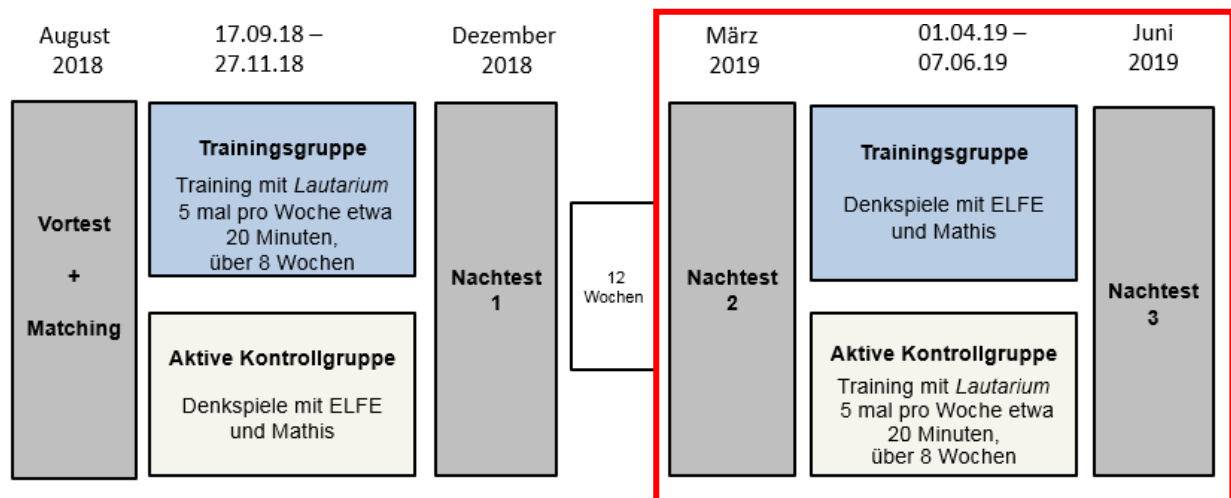


Abbildung 38 Übersicht über die Trainings- und Testzeiträume der Randomisierten kontrollierten Studie. Zu betrachtender Zeitraum reicht von März 2019 bis Juni 2019.

11. Ergebnisse Follow-up bis N3

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der TG und KG im Bereich der phonologischen Bewusstheit, des Lesens und des Schreibens in N3 werden in der untenstehenden Tabelle 7 aufgeführt, Tabelle 8 hingegen zeigt die Ergebnisse der varianzanalytischen Untersuchungen der RCT-Studie. Betrachtet werden die Prüfgrößen der Leistungsunterschiede von Zweitklässlern in der KG im direkten Vergleich zur TG in Nachtest 2 und 3; auf diesen Werten beruhen die Abbildungen und Aussagen der Ergebnispräsentationen der nachfolgenden Unterkapitel.

Zu beachten ist hierbei, dass die Kinder der TG bereits über einen Zeitraum von acht Wochen mit *Lautarium* trainiert haben. Im direkten Anschluss an Nachtest 2 trainierten die Kinder der KG über einen Zeitraum von ca. acht Wochen mit *Lautarium* (Klatte et al., 2017).

Die nachfolgenden Ergebnisse sind nur bedingt interpretierbar, da in klassischen kontrolliert-randomisierten Studien, wie sie in der klinischen Arzneimittelforschung Anwendung finden, im Anschluss an die Therapie eine sogenannte „washout period“ (= Auswaschungsphase) folgt, in der das zu testende Medikament völlig aus dem Körper der Studienteilnehmer „ausgewaschen“ sein sollte und nicht mehr im Blutkreislauf nachgewiesen werden kann (Brody, 2016).

In der vorliegenden Studie ist dieser Effekt nicht wünschenswert, da die Leistungsverbesserungen durch das Training mit *Lautarium* (Klatte et al., 2017) auch auf längere Sicht anhalten sollen und auch nach Trainingsende der klassische Deutschunterricht, mit der Vermittlung von orthographischen Regeln, auf mehr Anklang und Verständnis bei den Kindern stoßen soll (z. B. Erlernen von Regelmäßigkeiten die auf der Unterscheidung der Vokallänge basieren).

Tabelle 7 Mittelwerte und Standardabweichungen der Rohwerte der KG und TG im Bereich Lesen, Schreiben und der phonologischen Bewusstheit in Nachtest 3

	Trainingsgruppe		Kontrollgruppe	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Lesen, ELFE II				
Wortebene	38.25	(9.84)	35.15	(8.95)
Satzebene	12.04	(5.09)	12.15	(5.00)
Textebene	5.79	(3.80)	6.40	(3.84)
Lesen, SLRT II				
Wortlesen	38.75	(19.55)	37.95	(15.75)
Pseudowortlesen	28.46	(12.33)	28.75	(9.79)
Rechtschreiben, HSP 2+				
Ganze Wörter	15.58	(5.23)	14.05	(3.91)
Graphemtreffer	123.96	(12.30)	123.00	(9.40)
Alphabetische Strategie	15.71	(2.88)	15.00	(3.04)
Orthographische Strategie	6.79	(3.70)	5.80	(2.91)
Phonologische Bewusstheit, P-ITPA				
Vokale ersetzen	11.29	(4.46)	12.60	(4.36)
Konsonanten auslassen	11.08	(4.45)	14.30	(4.17)
Gesamt	41.63	(8.60)	46.15	(9.31)

Anmerkungen. *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

Tabelle 8 *Statistische Ergebnisse: Prüfgrößen der Leistungsunterschiede in N3*

Bereich	Testverfahren	Trainingseffekt Nachtest 3
RCT-Studie (<i>N</i> = 44), TG (<i>N</i> = 24), KG (<i>N</i> = 20)		
Phonologische Bewusstheit	P-ITPA Konsonanten Auslassen: Korrekte Antworten	$F(1, 42) = 4,18; p < .05.$ $d_{\text{kor}} = 0.74$
	P-ITPA Vokale ersetzen: Korrekte Antworten	$F(1, 42) < 1; n.s$
	P-ITPA gesamt: Korrekte Antworten	$F(1, 42) = 1, 27; n.s$
Lesen	SLRT II: richtig gelesene Realwörter	$F(1, 42) < 1; n.s$
	SLRT II: richtig gelesene Pseudowörter	$F(1, 42) < 1; n.s$
	ELFE II: Wortverständnis: Anzahl richtiger Wörter	$F(1, 42) = 1,68; n.s.$
	ELFE II: Satzverständnis: Anzahl richtiger Sätze	$F(1, 42) < 1; n.s$
	ELFE II: Textverständnis: Anzahl richtiger Aussagen	$F(1, 42) < 1; n.s.$
Rechtschreiben	HSP 2: Ganze Wörter	$F(1, 42) = 1,86; n.s.$
	HSP 2: Graphemtreffer	$F(1, 42) < 1; n.s.$
	HSP 2: alphabetische Strategie	$F(1, 42) < 1; n.s.$
	HSP 2: orthographische Strategie	$F(1, 42) = 1.83; n.s.$

Anmerkungen. *N* = Größe der Stichprobe, *F* = *F*-Wert, *p* = Signifikanzniveau, d_{kor} = Effektstärke, P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), SLRT II (Moll & Landerl, 2014), ELFE II (W. Lenhard et al., 2018), HSP 2 (May, 2018)

11.1 Ergebnisse im Bereich der phonologischen Bewusstheit Follow-up bis N3

Die phonologischen Fähigkeiten wurden innerhalb des gesamten Studienzeitraumes mittels der Untertests zur Lautmanipulation des P-ITPA erfasst. Der erste der beiden Untertests umfasst Aufgaben, die auf das Ersetzen von Vokalen abzielen, der zweite Untertest beinhaltet Aufgaben zum Auslassen von Konsonanten (Esser & Wyszkon, 2010).

Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen sind in den nachfolgenden Abbildungen grafisch dargestellt. Abb. 39 + 40 zeigen die Leistungen im Nachtest 2 und Nachtest 3, in Bezug auf die Untertests „Konsonanten auslassen“, „Vokale ersetzen“ und der Summe dieser beiden Untertests. Die inferenzstatistische Analyse mittels ANCOVA belegt, dass die KG im Vergleich zur TG in Nachtest 3 im Untertest „Vokale ersetzen“ und „P-ITPA gesamt“ keine signifikanten Trainingseffekte aufweist. Der Untertest „Konsonanten auslassen“ wird in N3 zugunsten der KG signifikant ($p = .047$), mit einer mittleren bis hohen Effektstärke ($d_{\text{korr}} = 0.74$). Beim Gesamtergebnis „P-ITPA gesamt“ ist die Voraussetzung der Homogenität der Regressionssteigungen (siehe Anhang) verletzt, daher wurde hier auf das statistische Verfahren der ANOVA mit Messwiederholung zurückgegriffen.

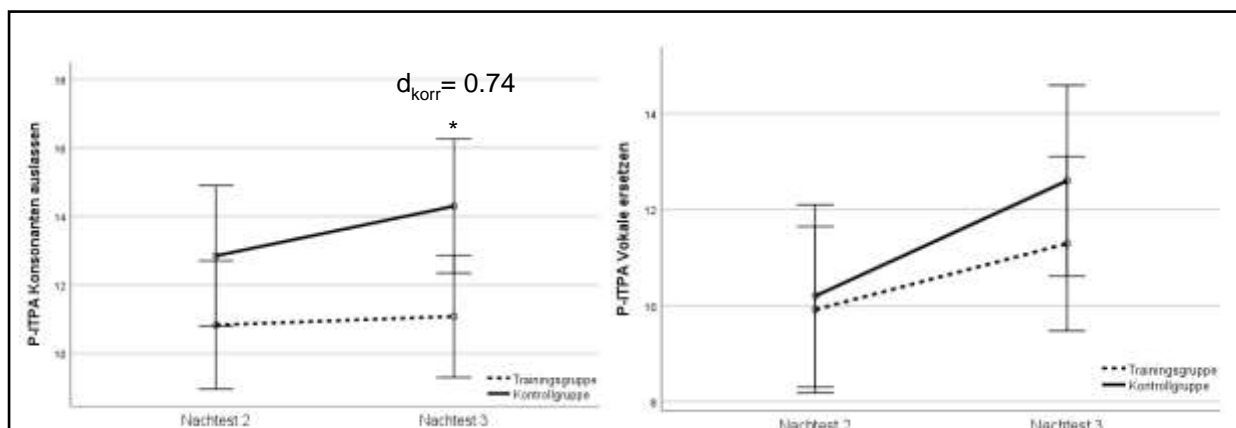


Abbildung 39. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Konsonanten auslassen [maximal erreichbar: 22], rechts: Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyszkon, 2010)

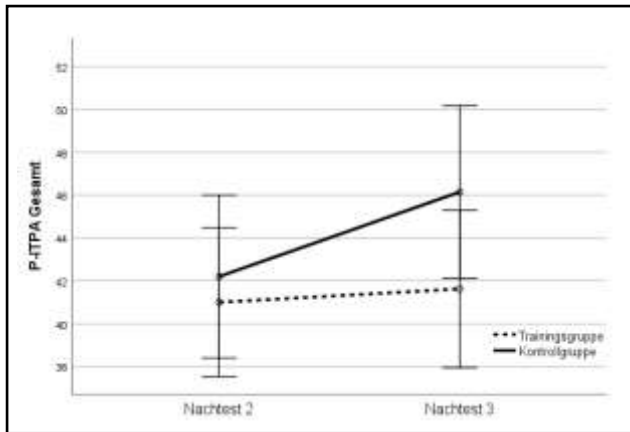


Abbildung 40. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler aus Summand: P-ITPA Konsonanten auslassen und P-ITPA Vokale ersetzen [maximal erreichbar: 22] (Esser & Wyszkon, 2010)

11.2 Ergebnisse im Bereich des Lesens Follow-up bis N3

Die Leseleistungen wurden innerhalb des gesamten Studienzeitraumes mittels zweier Testverfahren überprüft. In der folgenden Abbildung 41 werden die Ergebnisse der statistischen Auswertungen des SLRT II (Moll & Landerl, 2014) dargestellt. Es zeigten sich keine signifikanten Trainingseffekte im Bereich des Wortlesens oder Pseudowortlesens.

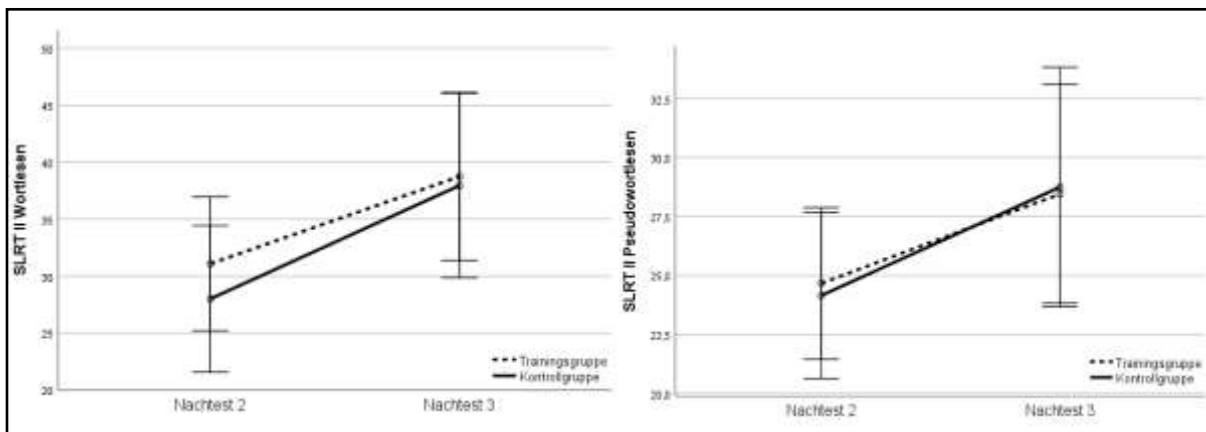


Abbildung 41. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortlesen [maximal erreichbar: 156], rechts: Pseudowortlesen [maximal erreichbar: 156] (Moll & Landerl, 2014)

Die mittels ELFE II erfassten Leseleistungen verdeutlichen die untenstehenden Abbildungen. Die Untertests zu ELFE II umfassen die Wort-, die Satz- und die Textebene (W. Lenhard et al., 2018). In keinem dieser Untertests konnten signifikante Gruppenunterschiede der KG zugunsten der TG oder umgekehrt nachgewiesen werden.

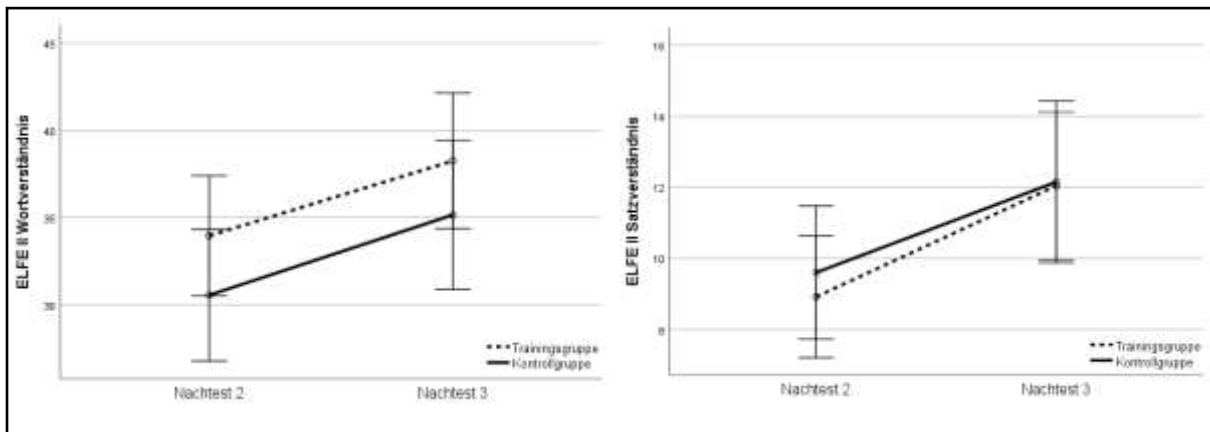


Abbildung 42. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler. Links: Wortverständnis [maximal erreichbar: 75], rechts: Satzverständnis [maximal erreichbar: 36] (W. Lenhard, Lenhard, & Schneider, 2018)

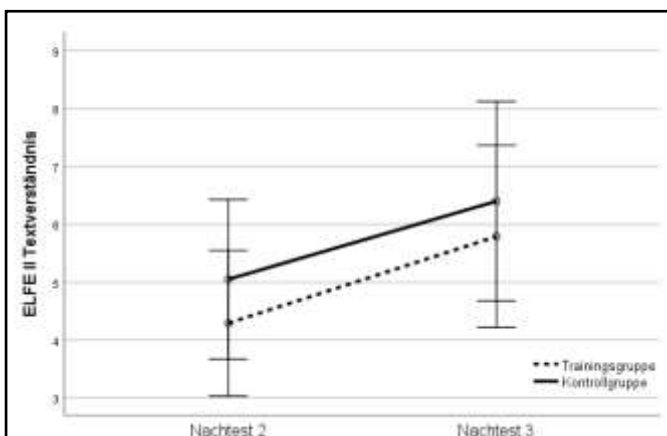


Abbildung 43. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Rechtschreibschwachen Zweitklässler im Textverständnis des ELFE II [maximal erreichbar: 26] (W. Lenhard et al., 2018)

11.3 Ergebnisse im Bereich des Schreibens Follow-up bis N3

Die Hamburger Schreibprobe für die zweite Klassenstufe (May, 2018) diente zur Ermittlung der Schreibleistungen. Sie ist untergliedert in Worttreffer, Graphemtreffer, in richtige alphabetische Lupenstellen und getroffene orthographische Lupenstellen. Zwar schnitten hier die Teilnehmenden der TG gegenüber der der KG stets besser ab, statistisch signifikant ist dies jedoch nicht.

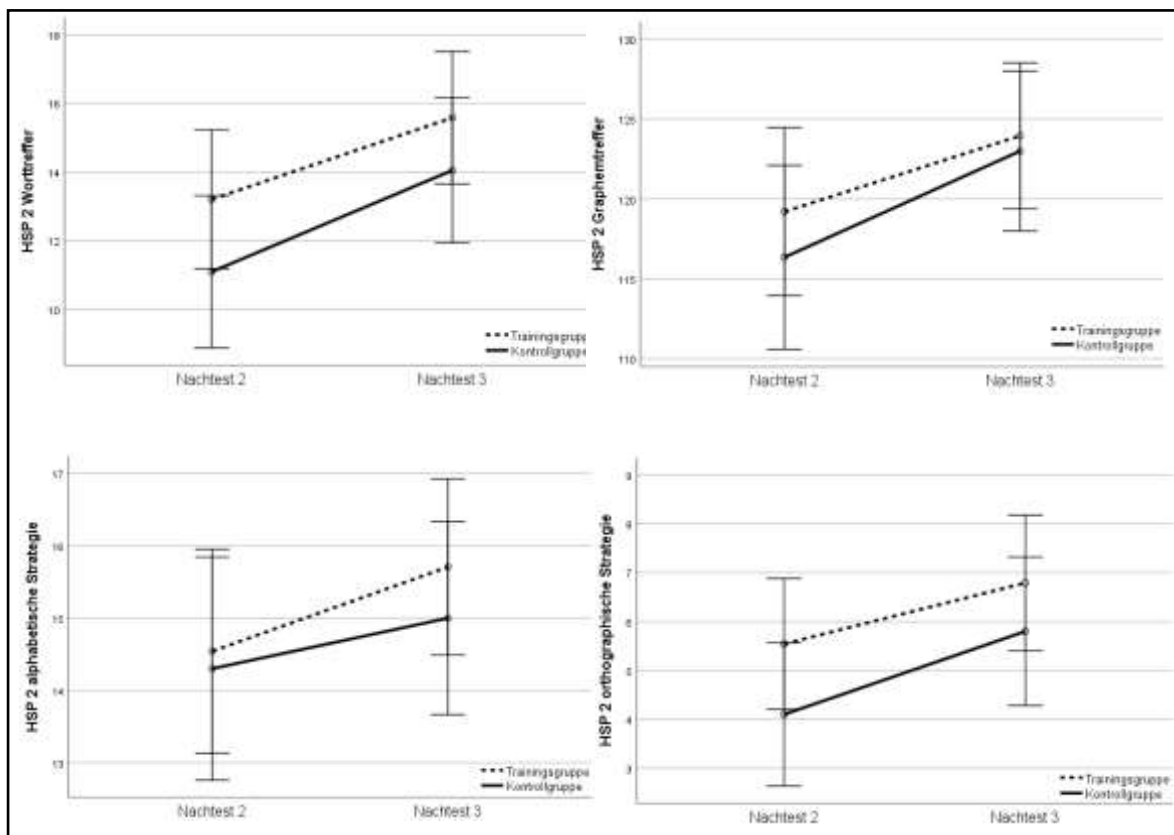


Abbildung 44. Mittelwerte (aus Rohwerten) und Standardfehler der Leistungen der Lese-Recht-schreibschwachen Zweitklässler in der Hamburger Schreib-Probe 2, untergliedert in Worttreffer [maximal erreichbar: 30], Graphemtreffer [maximal erreichbar: 148], alphabetische Strategie [maximal erreichbar: 20] und orthographische Strategie [maximal erreichbar: 15].

11.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In der vorliegenden randomisierten kontrollierten Studie wurde geprüft, inwiefern lese-rechtschreibschwache Kinder, die mit *Lautarium* trainieren, im direkten Vergleich mit der Kontrollgruppe eine Leistungssteigerung in Bezug auf den schriftsprachlichen und phonologischen Bereich erzielen. Die Kontrollgruppe wurde bewusst nicht unbehandelt gelassen, um sicherzustellen, dass Leistungssteigerungen der Trainings- gegenüber der Kontrollgruppe nicht fälschlicherweise auf Zuwendungseffekte zurückzuführen sind (Hübner, 2000).

Die Cross-over-Studie erstreckte sich über den Zeitraum von August 2018 bis Juni 2019. Dies geschah in Anlehnung an klinischer Arzneimittelstudien, in denen eine „wash-out period“ (dt. Auswaschungsphase) implementiert ist. Während dieses Zeitraums soll die Wirkung des eingesetzten Medikaments vollständig verloren gehen (Brody, 2016). Jedoch können die 12 Wochen Trainingspause nicht als Auswaschungsphase im medizinischen Sinn deklariert werden, da nicht davon ausgegangen wird, dass die Lernzuwächse der Trainings- gegenüber der Kontrollgruppe nach 12 Wochen ohne Training vollständig verloren gehen. Es muss sogar ganz im Gegenteil davon ausgegangen werden, dass die erzielten Leistungssteigerungen auch über die nachfolgenden Testzeitpunkte anhalten.

Das Hauptaugenmerk dieser Studie liegt daher besonders auf den Ergebnissen bis zum zweiten Nachtest. Hier ist festzuhalten, dass *Lautarium* die positiven Wirkungen, die bereits in vergangenen Studien gezeigt werden konnten, bestätigt (nachzulesen unter Klatte et al., 2017).

Signifikante Trainingseffekte mittlerer bis hoher Effektstärken auf das Lesen, Schreiben und die phonologische Bewusstheit ließen sich nachweisen. Auffällig und zunächst verwunderlich ist hierbei lediglich die hohe Effektstärke, die im Hinblick auf die orthographische Strategie des HSP2 im zweiten Nachtest ($d_{\text{kor}} = 0.89$) erreicht wird. Im Zuge des Trainings mit *Lautarium* werden keine expliziten orthographischen Regeln vermittelt. Vielmehr werden durch die einzelnen Übungen des Programms, wie beispielsweise das Training der Vokallängenwahrnehmung, die danach erlernten Rechtschreibregeln besser verstanden und korrekt angewendet (nach kurz gesprochenem Vokal erfolgt eine Verdopplung des darauffolgenden Konsonanten vgl. Kapitel 4.13). Auch trägt die Übung zum Blitzlesen (vgl. Kapitel 4.19) zur Anbahnung orthographischer Strategien und zur Worterkennung als Ganzes bei.

Wie bereits in Kapitel 1 bezüglich der Modelle des Schriftspracherwerbs erläutert wurde, erlernen Kinder in der orthographischen Phase die Verarbeitung von größeren Einheiten innerhalb der verschriftlichen Sprache (Graphemfolgen, sich häufig wiederholende Wörter, Silben), sodass das Kind diktierte Wörter nicht mehr in einzelne Phoneme zerlegen und diese verschriftlichen muss. Bekannte Wörter können so als Ganzes niedergeschrieben werden. Dadurch lassen sich die signifikanten Effekte auf die „Worttreffer“ im HSP 2 (May, 2018) erklären. Unbekannte Wörter müssen zuerst in ihre einzelnen Phoneme aufgegliedert werden, dem dazugehörigen Graphem zugeordnet und verschriftlicht werden, was zu Schwierigkeiten führt und durch ausbleibende signifikante Effekte gekennzeichnet ist. Dadurch lassen sich mitunter ausbleibende Effekte in Bezug auf beispielsweise die Graphemtreffer des HSP 2 (May, 2018) erklären.

Auch bleiben signifikante Effekte auf das Pseudowortlesen des SLRT II (Moll & Landerl, 2014) aus. Besonders leseschwache Kinder haben Schwierigkeiten beim Erlesen von Pseudowörtern, denn bereits abgespeicherte Worteinträge im orthographischen Lexikon können nicht abgerufen werden und jedes Graphem muss einzeln in ein Phonem umgewandelt werden (nichtlexikalische Route). Dies ist durch eine verlangsamte Geschwindigkeit gekennzeichnet und erklärt ausbleibende signifikante Effekte im Bereich des Pseudowortlesens des SLRT II (Moll & Landerl, 2014).

Des Weiteren konnten keine signifikante Effekte im Bereich des Wortverständnisses, des Satzverständnisses und des Textverständnisses im ELFE II (W. Lenhard et al., 2018) entdeckt werden. Dies ist jedoch wenig verwunderlich und darauf zurückzuführen, dass *Lautarium* keine Leseverständnisübungen implementiert.

Die signifikanten Effekte auf die „Worttreffer“ im HSP 2 (May, 2018) und die ausbleibenden signifikanten Effekte auf die Leseverständnisaufgaben des ELFE II (W. Lenhard et al., 2018) lassen sich zudem dadurch erklären, dass diese beiden Fähigkeiten Kinder vor verschiedene Anforderungen stellen. Erste Einträge ins orthographische Lexikon werden von den Kindern recht schnell vorgenommen, so bekannte und verinnerlichte Wörter werden schnell repräsentiert. Das Leseverständnis wird zwar parallel zum Worterkennen entwickelt, erfordert aber deutlich mehr Übung und fußt zudem auf den mündlichen Fähigkeiten des Kindes. Das Verständnis geht über die reine Worterkennung hinaus und erfordert die gezielte Konstruktion eines Inhaltes (Gasteiger-Klicpera, 2020).

Mittlere Effekte auf die phonologische Bewusstheit ($d_{\text{korrr}} = 0.52$) im Nachtest 1 des P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010), Untertest „Konsonanten auslassen“, können aufgezeigt werden. Dies ist Folge der schon von Beginn an in das Programm implementierten Übungen zur Identifikation und Diskrimination von Konsonanten (Klatte et al., 2017).

Im Untertest „Vokale ersetzen“ des P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010) bleiben zwar signifikante Ergebnisse aus, jedoch gibt es eine Tendenz zugunsten der TG ($p = .07$). Dies fußt darauf, dass Übungen zu Vokalen erst im späteren Verlauf des *Lautarium*-Trainings auftauchen (ab Übung 44: Vokallängen-Identifikation (Klatte et al., 2017)) und nur neun Kinder der TG im ersten Übungsdurchlauf und sieben Kinder der TG im zweiten Übungsdurchlauf bis zu dieser Übungsform oder darüber hinaus trainiert hatten .

Im dritten und abschließenden Nachtest konnten ausschließlich im Untertest „Konsonanten auslassen“ des P-ITPA (Esser & Wyszkon, 2010) hohe Effektstärken der Kontrollgruppe gegenüber der Trainingsgruppe nachgewiesen werden ($d_{\text{korr}}=0.74$), was besonders die kurzfristige, intensive Wirkung dieser Übungen betont.

Zusammengefasst konnten die positiven Wirkungen *Lautariums* im Rahmen dieser Studie bestätigt werden. Zu keinem Testzeitpunkt lagen die Leistungen der KG über den Leistungen der TG (ab Nachtest 2 der TG über der KG).

Lautarium kann daher prinzipiell zur Förderung von Kindern mit Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb eingesetzt werden.

12. Schlussfolgerung und Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, die positiven Effekte des Trainings mit *Lautarium* auf die phonologischen und Leserechtschreibleistungen mittels der aktuellen randomisierten kontrollierten Studie zu bestätigen. Die phonologische Informationsverarbeitung stellt eine wichtige Grundlage für den erfolgreichen Erwerb der Schriftsprache dar. Ist diese von Störungen betroffen, so gilt sie als Ursache für Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (siehe Kapitel 1.9).

Das computerbasierte Trainingsprogramm *Lautarium*, welches auf dem aktuellen Forschungsstand zum Erlernen der Schriftsprache beruht, setzt an dieser Stelle an und rückt die für die Förderung zugänglichen Komponenten der phonologischen Informationsverarbeitung in den Mittelpunkt und fördert, bei regelmäßigem Training über ca. acht Wochen hinweg, nicht nur die phonologischen sondern auch die schriftsprachlichen Leistungen. Durch die weitestgehend selbstständige Durchführbarkeit des Programms kann es sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Bereich eingesetzt werden. Das Programm bietet keinen Ersatz für den regulären Schulunterricht, gibt aber den betroffenen Eltern, Kindern und Therapeuten additiv ein gezieltes Förderwerkzeug für eine intensivere Betreuung an die Hand (Klatte et al., 2017).

Der für die hier durchgeführte randomisierte kontrollierte Studie angesetzte Trainingszeitumfang umfasste acht Wochen, in dem die Kinder der jeweiligen TG mit dem Programm fünfmal wöchentlich im Rahmen des differenzierten Unterrichts trainierten. Leider durchliefen im ersten Trainingsdurchgang nur vier Kinder, im zweiten Trainingsdurchgang drei Kinder das komplette Programm. Zudem haben im ersten Trainingsdurchlauf 18 Kinder weniger als die Hälfte des Programms absolviert, im zweiten Trainingsdurchlauf waren es 15. Auch konnten nicht alle Kinder, die am Vortest teilnahmen, bis zum abschließenden Nachtest an der Studie teilnehmen (siehe Kapitel 6.1, Kapitel 9). Im abschließenden dritten Nachtest konnten, wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, nur im Bereich „Konsonanten auslassen“ des P-ITPA (Esser & Wyschkon, 2010) signifikante Leistungssteigerungen der KG gegenüber der TG verzeichnet werden. In allen anderen Bereichen wirkten die Trainingseffekte des ersten Trainingszeitraumes noch nach, was die langfristige Wirkung des Trainings mit *Lautarium* unterstreicht.

Natürlich unterlag auch diese Studie Limitationen, wie beispielsweise die ablenkenden Faktoren innerhalb des Unterrichts. Trotz ohrmschließender Kopfhörer wirkte der Klassenverband auf das Training eher störend und lenkte die Aufmerksamkeit der Kinder, je nach Unterrichtsgeschehen, weg vom Bildschirm. Förderlicher wäre es gewesen, das Training innerhalb von Stillarbeitsphasen durchzuführen, um besonders Kinder, die Probleme beim selbstständigen Arbeiten haben, nicht zusätzlich anderen Reizen auszusetzen und ihnen eine Fokussierung auf das Programm zu ermöglichen. Einige standardisierte Testverfahren zeigten signifikante Effekte in Nachtest 1, jedoch nicht mehr in Nachtest 2 (siehe Kapitel 8).

Um langfristige Effekte über den Testzeitraum hinaus zu erzielen, wären ggf. regelmäßige Auffrischungssitzungen sinnvoll (engl. booster sessions) (Whisman, 1990).

Dadurch, dass die Studie nur mit lese-rechtschreibschwachen Kindern durchgeführt worden ist, gilt es abzuwägen, ob die Übungen, die durch eine Vielzahl an Wiederholungen gekennzeichnet sind, in der absoluten Anzahl an Übungsdurchgängen reduziert werden sollten. Auch wenn ein gewisser Anteil an Übungspraxis verloren geht, wird hier jedoch eine Frustration der Kinder vermieden. So ist es den Kindern möglich, im Programm weiter zu kommen und zu anderen Übungen überzugehen.

Da die hier durchgeführte Studie zeitlich unter anderem durch die Ferienzeiträume begrenzt war, war es nicht möglich, den Studienzeitraum dahingehend auszuweiten, dass alle Kinder das Programm bis zum Ende hätten durchspielen, sowie bessere phonologische und schriftsprachliche Leistungen erlangen können.

Das Trainingsprogramm stieß auf großen Anklang und Zuspruch, nicht nur bei den teilnehmenden Kindern, sondern auch bei den Lehrkräften und Aufsichtspersonen. In Zukunft sollte es nicht nur Kindern möglich sein, ihre Defizite im Lesen und Schreiben auszugleichen, sondern auch Jugendliche und Erwachsene sollten die Möglichkeit haben, mit einer adaptierten Version des Programms üben zu können.

13.Literatur

- Alexander, A. W., & Slinger-Constant, A.-M. (2004). Current status of treatments for dyslexia: Critical review. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 744–758.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A.-M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85–106.
- Assmann, J. (2007). *Das kulturelle Gedächtnis: Schrift, Erinnerung und politische Identität in frühen Hochkulturen*: CH Beck.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory* Oxford: Oxford University Press: Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. [Alan] (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A. [Alan] (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29.
- Barry, C. (1994). Spelling routes (or roots or rutes). *Handbook of Spelling: Theory, Process and Intervention*, 27–49.
- Berger, N., & Schneider, W. (2011). *Verhaltensstörungen und Lernschwierigkeiten in der Schule: Möglichkeiten der Prävention und Intervention* (1. Aufl.). *Standardwissen Lehramt: Vol. 3470*. Paderborn, Stuttgart: Schöningh; UTB. Retrieved from <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838534701>
- Boets, B., Vandermosten, M., Poelmans, H., Luts, H., Wouters, J., & Ghesquiere, P. (2011). Preschool impairments in auditory processing and speech perception uniquely predict future reading problems. *Research in Developmental Disabilities*, 32(2), 560–570.
- Borah, B. J., Moriarty, J. P., Crown, W. H., & Doshi, J. A. (2014). Applications of propensity score methods in observational comparative effectiveness and safety research: Where have we come and where should we go? *Journal of Comparative Effectiveness Research*, 3(1), 63–78. <https://doi.org/10.2217/ce.13.89>

- Bradley, L., & Bryant, P. (1985). *Rhyme and reason in reading and spelling* (Vol. 1): University of Michigan Press.
- Brody, T. (2016). *Clinical Trials: Study Design, Endpoints and Biomarkers, Drug Safety, and FDA and ICH Guidelines*: Elsevier Science. Retrieved from <https://books.google.de/books?id=zgNKCgAAQBAJ>
- Buckingham, J., Wheldall, R., & Wheldall, K. (2019). Systematic and explicit phonics instruction: A scientific, evidence-based approach to teaching the alphabetic principle. *The Alphabetic Principle and Beyond*, 49–67.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014). Forschungsinitiative ESF. Retrieved from <http://www.esf-koordinierung.de/>
- Caravolas, M., Lervåg, A., Mousikou, P., Efrim, C., Litavský, M., Onochie-Quintanilla, E., . . . Mikulajová, M. (2012). Common patterns of prediction of literacy development in different alphabetic orthographies. *Psychological Science*, 23(6), 678–686.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. *Strategies of Information Processing*, 151–216.
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: an overview. *London Review of Education*, 4(1), 5–17. <https://doi.org/10.1080/13603110600574322>
- 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.
- Conrad, N. J., & Levy, B. A. (2011). Training letter and orthographic pattern recognition in children with slow naming speed. *Reading and Writing*, 24(1), 91–115.
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid 'automatized' naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471–479. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90075-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(76)90075-0)

- Domahs, U., & Primus, B. (Eds.) (2016). *Handbücher Sprachwissen: Band 2. Handbuch Laut, Gebärde, Buchstabe*. Berlin, Boston: De Gruyter. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1515/9783110295993> <https://doi.org/10.1515/9783110295993>
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). *Springer-Lehrbuch*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Ehri, L. C., Gough, P., & Treiman, R. [R.] (1992). Reconceptualizing the development of sight word reading in relation to its relationship to reading. *Reading Acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 393–447.
- 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.
- Ennemoser, M., Marx, P., Weber, J., & Schneider, W. (2012). Spezifische Vorläuferfertigkeiten der Lesegeschwindigkeit, des Leseverständnisses und des Rechtschreibens. *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*.
- Esser, G., & Schmidt, M. (1993). Die langfristige Entwicklung von Kindern mit Leserechtschreibschwäche. *Zeitschrift Für Klinische Psychologie*, 22(2), 100–116.
- Esser, G., & Wyszkon, A. (2010). *P-ITPA: Potsdam-Illinois Test für psycholinguistische Fähigkeiten ; deutsche Fassung des Illinois test of psycholinguistic abilities, third edition (ITPA-3) von D. D. Hammill, N. Mather & R. Roberts ; Manual*. Göttingen, Bern, Wien, Paris, Oxford, Prag, Toronto, Cambridge, Mass., Amsterdam, Kopenhagen, Stockholm: Hogrefe.
- Esser, G., Wyszkon, A., & Ballaschk, K. (2008). *BUEGA: Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Grundschulalter*.

- Fischbach, A., Schuchardt, K., Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Balke-Melcher, C., Schmidt, 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>
- Fischer, M. Y., & Pfost, M. (2015). Wie effektiv sind Maßnahmen zur Förderung der phonologischen Bewusstheit? *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*, 47(1), 35–51. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000121>
- Frith, U. (1986). A developmental framework for developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 36(1), 67–81. <https://doi.org/10.1007/BF02648022>
- Fröhlich, L. P., Metz, D., & Petermann, F. (2009). Kindergartenbasierte Förderung der phonologischen Bewusstheit „Lobo vom Globo “. *Kindheit Und Entwicklung*, 18(4), 204–212.
- Galuschka, K., Görgen, R., Kalmar, J., Haberstroh, S., Schmalz, X., & Schulte-Körne, G. [Gerd] (2019). Effectiveness of spelling treatment approaches for learners with dyslexia—A meta-analysis and systematic review.
- Gasteiger-Klicpera, B. (2020). Diversität in der Entwicklung des Lesens. In L. Paleczek & S. Seifert (Eds.), *Inklusiver Leseunterricht: Leseentwicklung, Diagnostik und Konzepte* (pp. 3–21). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24221-3_1
- Gathercole, S. E., & Adams, A.-M. (1993). Phonological working memory in very young children. *Developmental Psychology*, 29(4), 770–778. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.29.4.770>
- Georgiou, G. K., Parrila, R., & Papadopoulos, T. C. (2008). Predictors of word decoding and reading fluency across languages varying in orthographic consistency. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 566.
- Günther, K. B. (1986). Ein Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien. *ABC Und Schriftsprache: Rätsel Für Kinder, Lehrer Und Forscher. Konstanz*, 32–54.
- Habib, M., Rey, V., Daffaure, V., Camps, R., Espesser, R., Joly-Pottuz, B., & Démonet, J.-F. (2002). Phonological training in children with dyslexia using temporally

- modified speech: A three-step pilot investigation. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 37(3), 289–308.
- Haffner, J., Zerahn-Hartung, C., Pfüller, U., Parzer, P. [P.], Strehlow, U. [U.], & Resch, F. [F.] (1998). Auswirkungen und Bedeutung spezifischer Rechtschreibprobleme bei jungen Erwachsenen—empirische Befunde in einer epidemiologischen Stichprobe. *Zeitschrift Für Kinder-Und Jugendpsychiatrie Und Psychotherapie*, 26(2), 124–135.
- Hager, W., & Hasselhorn, M. (1995). Zuwendung als Faktor der Wirksamkeit kognitiver Trainings für Kinder. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 9, 163–179.
- Hartmann, E. (2014). Möglichkeiten und Effektivität von computerbasierten Interventionen bei kindlichen Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (LRS). *Schweizerische Zeitschrift Für Heilpädagogik*, 20.
- Hasselhorn, M., & Mähler, C. (2006). Diagnostik von Lernstörungen. *Handbuch Der Psychologischen Diagnostik*, 618–625.
- Hasselhorn, M., & Schuchardt, K. (2006). Lernstörungen: Eine kritische skizze zur epidemiologie. *Kindheit Und Entwicklung*, 15(4), 208–215.
- Hatcher, P. J., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2004). Explicit phoneme training combined with phonic reading instruction helps young children at risk of reading failure. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(2), 338–358.
- Hübner, S. (2000). *Denkförderung und Strategieverhalten. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 17*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Hulme, C., & Muir, C. (1985). Developmental changes in speech rate and memory span: A causal relationship? *British Journal of Developmental Psychology*, 3(2), 175–181.
- Humboldt, W., & Menze, C. (1997). *Bildung und Sprache*.
- ICD-10-GM 2020 Systematisches Verzeichnis: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme : 10. Revision - German modification* (Version 2020 - Stand: 20. September 2019) (2020). Köln: Deutscher Ärzteverlag.

- Ise, E., Engel, R. R., & Schulte-Körne, G. [Gerd] (2012). Was hilft bei der Lese-Rechtschreibstörung? *Kindheit Und Entwicklung*.
- Jahn, T. (2007). *Phonologische Störungen bei Kindern: Diagnostik und Therapie* (2., vollständig überarb. Aufl.). *Forum Logopädie*. Stuttgart: Thieme.
- Johnson, E. P., Pennington, B. F., Lowenstein, J. H., & Nittrouer, S. (2011). Sensitivity to structure in the speech signal by children with speech sound disorder and reading disability. *Journal of Communication Disorders*, *44*(3), 294–314.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.01.001>
- Jungmann, T. (2009). Lese-Rechtschreib-Förderung. In *Psychologische Förder- und Interventionsprogramme für das Kindes- und Jugendalter* (pp. 99–112). Springer.
- Kaptchuk, T. J. (2001). The double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Journal of Clinical Epidemiology*, *54*(6), 541–549. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(00\)00347-4](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(00)00347-4)
- Kay, J., & Hanley, R. (1994). Peripheral disorders of spelling: The role of the graphemic buffer. *Handbook of Spelling: Theory, Process and Intervention*, 295–315.
- Klatte, M., Steinbrink, C., Bergström, K., & Lachmann, T. (2013). Phonologische Verarbeitung bei Grundschulkindern mit schwacher Lesefähigkeit. *Lernen Und Lernstörungen*, *2*(4), 199–215. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000045>
- Klatte, M., Steinbrink, C., Bergström, K., & Lachmann, T. (2017). *Lautarium: Ein computerbasiertes Trainingsprogramm für Grundschul Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten : Manual* (1. Auflage). *Hogrefe Förderprogramme*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J. (1989, 1989). *Denktraining für Kinder*. Göttingen, Toronto, Zürich: Verl. für Psychologie Hogrefe.
- Klauer, K. J., & Lauth, G. (1997). Lernbehinderungen und Leistungsschwierigkeiten bei Schülern. In F. E. Weinert, N. Birbaumer, & C. F. Graumann (Eds.), *Enzyklopädie der Psychologie Praxisgebiete Pädagogische Psychologie: Bd. 3. Psychologie des Unterrichts und der Schule* (pp. 701–738). Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie.

- Klicpera, C., Schabmann, A., & Gasteiger-Klicpera, B. (2007). *Legasthenie. Modelle, Diagnose, Therapie Und Förderung, 2.*
- Klicpera, C., Schabmann, A., & Gasteiger-Klicpera, B. (2010). *Legasthenie - LRS: Modelle, Diagnose, Therapie und Förderung ; mit 100 Übungsfragen* (3., aktualisierte Aufl.). *UTB: Vol. 2472.* München, Basel: E. Reinhardt.
- Klicpera, C., Schabmann, A., & Gasteiger-Klicpera, B. (2017). *Legasthenie-LRS: Modelle, Diagnose, Therapie und Förderung:* UTB.
- Kluczniok, K. (2019). Entwicklungspsychologie des Kindes beim Übergang Kindergarten/Grundschule. *Sprache · Stimme · Gehör, 43*(04), 187–191.
<https://doi.org/10.1055/a-0949-0857>
- Krajewski, K., Schneider, W., & Nieding, G. (2004). Zur Bedeutung von Arbeitsgedächtnis, Intelligenz, phonologischer Bewusstheit und früherer Mengen-Zahlen-Kompetenz beim Übergang vom Kindergarten in die Grundschule. *Psychologie in Erziehung Und Unterricht. (2)*, 100–113.
- Küspert, P., & Schneider, W. (2008). *Hören, lauschen, lernen–Anleitung: Sprachspiele für Kinder im Vorschulalter–Würzburger Trainingsprogramm zur Vorbereitung auf den Erwerb der Schriftsprache:* Vandenhoeck & Ruprecht.
- Kyle, F., Kujala, J., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the Effectiveness of Two Theoretically Motivated Computer-Assisted Reading Interventions in the United Kingdom: GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly, 48*(1), 61–76. <https://doi.org/10.1002/rrq.038>
- Landerl, K. (2003). Categorization of vowel length in German poor spellers: An orthographically relevant phonological distinction. *Applied Psycholinguistics, 24*(4), 523–538.
- Landerl, K., & Haller, B. (2018). *Der schulische Umgang mit der Lese-Rechtschreib-Schwäche: Eine Handreichung.* Wien.
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., . . . Bruder, J. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*(6), 686–694.

- Lenhard, A., Lenhard, W., & Klauer, K. J. (2012). *Denkspiele mit Elfe und Mathis: Lehr-Programm gemäß [Paragraf] 14 JuSchG*. Göttingen: Hogrefe.
- Lenhard, W., Lenhard, A., & Schneider, W. (2018). *ELFE II: Ein Leseverständnistest für Erst- bis Siebtklässler - Version II : Manual (2., korrigierte Auflage)*. Hogrefe Schultests. Göttingen: Hogrefe.
- Lundberg, I., Frost, J., & Petersen, O.-P. (1988). Effects of an extensive program for stimulating phonological awareness in preschool children. *Reading Research Quarterly*, 263–284.
- Macaruso, P., Hook, P. E., & McCabe, R. (2006). The efficacy of computer-based supplementary phonics programs for advancing reading skills in at-risk elementary students. *Journal of Research in Reading*, 29(2), 162–172.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2006.00282.x>
- Macaruso, P., & Rodman, A. (2011). Efficacy of Computer-Assisted Instruction for the Development of Early Literacy Skills in Young Children. *Reading Psychology*, 32(2), 172–196. <https://doi.org/10.1080/02702711003608071>
- Manis, F. R., McBride-Chang, C., Seidenberg, M. S., Keating, P., Doi, L. M., Munson, B., & Petersen, A. (1997). Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia? *Journal of Experimental Child Psychology*, 66(2), 211–235.
- Marx, H. [H.], Jansen, H., Mannhaupt, G., & Skowronek, H. (1993). Prediction of difficulties in reading and spelling on the basis of the Bielefeld Screening. *Language Acquisition Problems and Reading Disorders: Aspects of Diagnosis and Intervention*, 1, 219–241.
- Marx, H. [Harald] (1997). Erwerb des Lesens und des Rechtschreibens: Literaturüberblick. *Entwicklung Im Grundschulalter*, 85–111.
- Marx, P. (2007). *Lese- und Rechtschreiberwerb. utb-studi-e-book: 2946 : Sprachwissenschaft, Pädagogik*. Paderborn, München [u.a.]: Schöningh.
- May, P. (2018). *HSP - Hamburger Schreib-Probe (1. Auflage)*. Stuttgart: vpm, Verlag für Pädagogische Medien.
- Mayer, A. (2018). Benennungsgeschwindigkeit und Lesen* Rapid automatized Naming (RAN) and Reading. *Forschung Sprache*, 6(1), 20–41.

- McCandliss, B., Beck, I. L., Sandak, R., & Perfetti, C. (2003). Focusing attention on decoding for children with poor reading skills: Design and preliminary tests of the word building intervention. *Scientific Studies of Reading*, 7(1), 75–104.
- 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.
- Moll, K., Fussenegger, B., Willburger, E., & Landerl, K. (2009). RAN Is Not a Measure of Orthographic Processing. Evidence From the Asymmetric German Orthography. *Scientific Studies of Reading*, 13(1), 1–25.
<https://doi.org/10.1080/10888430802631684>
- Moll, K., & Landerl, K. (2014). *Lese- und Rechtschreibtest: SLRT-II : Weiterentwicklung des Salzburger Lese- und Rechtschreibtests (SLRT) ; Manual (2., korrigierte Auflage mit erweiterten Normen)*. Bern: Huber Hogrefe.
- Nikolopoulos, D., Goulandris, N., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2006). The cognitive bases of learning to read and spell in Greek: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(1), 1–17.
- O'Connell, N. S., Dai, L., Jiang, Y., Speiser, J. L., Ward, R., Wei, W., . . . Gebregziabher, M. (2017). Methods for Analysis of Pre-Post Data in Clinical Research: A Comparison of Five Common Methods. *Journal of Biometrics & Biostatistics*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.4172/2155-6180.1000334>.
- OECD (2001). *Lernen für das Leben: Erste Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie PISA 2000. Ausbildung und Kompetenzen*. Paris: OECD.
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD.
- Otto, V. (2007). „Zur Situation und Aufgabe der deutschen Erwachsenenbildung“ (1960): *Das Gutachten des Deutschen Ausschusses für das Erziehungs- und Bildungswesen*: na.
- Paleczek, L. (2020). Response to Intervention im inklusiven Leseunterricht. In *Inklusiver Leseunterricht* (pp. 151–171). Springer.

- Passolunghi, M. C. (2012). Working memory and arithmetic learning disability. In *Working memory and neurodevelopmental disorders* (pp. 127–152). Psychology Press.
- Perfetti, C. A., Beck, I., Bell, L. C., & Hughes, C. (1987). Phonemic knowledge and learning to read are reciprocal: A longitudinal study of first grade children. *Merrill-Palmer Quarterly* (1982-), 283–319.
- PISA 2015 Results (Volume V)* (2017): OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264285521-en>
- Ptok, M., Lichte, C., Buller, N., Wink, T., & Naumann, C. L. (2005). Kontrasthierarchie deutscher Phoneme. Eine Untersuchung bei Vorschulkindern [German phoneme contrast hierarchy. A study with preschool children]. *HNO*, 53(2), 181–186.
<https://doi.org/10.1007/s00106-004-1047-7>
- Rapcsak, S. Z., Henry, M. L., Teague, S. L., Carnahan, S. D., & Beeson, P. M. (2007). Do dual-route models accurately predict reading and spelling performance in individuals with acquired alexia and agraphia? *Neuropsychologia*, 45(11), 2519–2524. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.019>
- Rausch, J. R., Maxwell, S. E., & Kelley, K. (2003). Analytic methods for questions pertaining to a randomized pretest, posttest, follow-up design. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology : The Official Journal for the Society of Clinical Child and Adolescent Psychology, American Psychological Association, Division 53*, 32(3), 467–486. https://doi.org/10.1207/S15374424JCCP3203_15
- Roodenrys, S., & Stokes, J. (2001). Serial recall and nonword repetition in reading disabled children. *Reading and Writing*, 14(5-6), 379–394.
- ROSENBAUM, P. R., & RUBIN, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41–55.
<https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- Schaars, M. M. H., Segers, E., & Verhoeven, L. (2017). Word decoding development during phonics instruction in children at risk for dyslexia. *Dyslexia*, 23(2), 141–160.
- Schaub, H. (1997). Selbstorganisation in konnektionistischen und hybriden Modellen von Wahrnehmung und Handeln. In G. Schiepek & W. Tschacher (Eds.), *Wissen-*

- schaftstheorie Wissenschaft und Philosophie: Vol. 43. Selbstorganisation in Psychologie und Psychiatrie* (Vol. 4, pp. 103–118). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-91596-2_6
- Gold, A., Rosebrock, C., Valtin, R., & Vogel, R. (Eds.) (2018). *Lehren und Lernen. Lese-Rechtschreib-Schwäche und Legasthenie: Grundlagen, Diagnostik und Förderung*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Schründer-Lenzen, A. (2007). *Schriftspracherwerb und Unterricht: Bausteine professionellen Handlungswissens*: Springer-Verlag.
- Schulte-Körne, G. [G.], & Mathwig, F. (2004). *Das Marburger Rechtschreibtraining*. 2., überarb. Aufl. Bochum.
- Schulte-Körne, G. [Gerd] (2010). Diagnostik und Therapie der Lese-Rechtschreib-Störung. *Deutsches Ärzteblatt*, 107(41), 718–726.
- Schulte-Körne, G. [Gerd], Deimel, W., Jungermann, M., & Remschmidt, H. (2003). Nachuntersuchung einer Stichprobe von lese-rechtschreibgestörten Kindern im Erwachsenenalter. *Zeitschrift Fur Kinder- Und Jugendpsychiatrie Und Psychotherapie*, 31(4), 267–276.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). Consort 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 340, c332. <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>
- Schulz, K. F., & Grimes, D. A. (2007). Reihe Epidemiologie 8: Verblindung in randomisierten Studien: Wie man verdeckt, wer was erhalten hat [Epidemiological methods 8: blinded randomized trial: what one covers up is what one obtains]. *Zeitschrift fur arztliche Fortbildung und Qualitätssicherung*, 101(9), 630–637. <https://doi.org/10.1016/j.zgesun.2007.09.024>
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4), 523.
- Skowronek, H., & Marx, H. [H.] (1989). Die Bielefelder Längsschnittuntersuchung zur Früherkennung von Risiken der Lese-Rechtschreibschwäche. Theoretischer Rahmen und erste Befunde. *Heilpädagogische Forschung*, 15, 37–49.

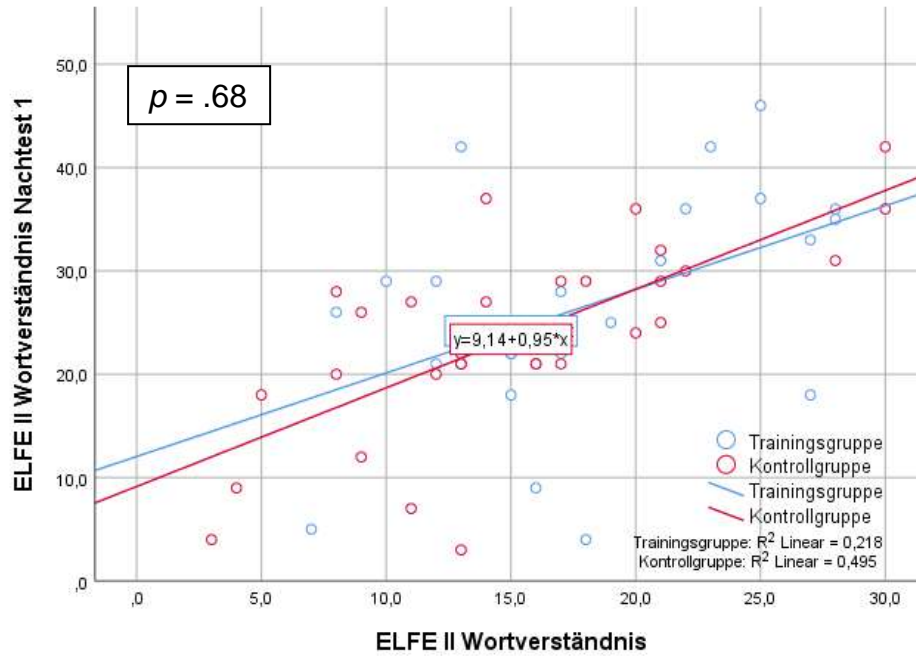
- Skowronek, M., Schuchardt, K., & Mähler, C. (2018). Die Entwicklung von Kindern mit umfassenden Lernschwierigkeiten im Verlauf der Grundschuljahre – Schulleistungen, Arbeitsgedächtnis, phonologische Informationsverarbeitung und Selbstkonzept. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 32(4), 223–236. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000228>
- Snowling, M. (2006). *Dyslexia* (2. ed., [Nachdr.]). Oxford: Blackwell.
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2008). *The science of reading: A handbook*: John Wiley & Sons.
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2011). Evidence-based interventions for reading and language difficulties: Creating a virtuous circle. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1), 1–23.
- Spreer, M., Achhammer, B., Buschmann, A., Cook, S., Groba, A., Konerding, M., . . . Steinbrink, C. (2018). *Diagnostik von Sprach- und Kommunikationsstörungen im Kindesalter: Methoden und Verfahren : mit Online-Datenbank : mit 11 Abbildungen und 20 Tabellen. utb Sprachtherapie: Vol. 4946*. München: Ernst Reinhardt Verlag. Retrieved from <https://www.utb-studi-e-book.de/9783838549460>
- Steinbrink, C. (2006). *Was reimt sich auf Maus?: phonologische Bewusstheit-eine Grundlage für richtiges Lesen und Schreiben*: na.
- Steinbrink, C., & Klatte, M. (2008). Phonological working memory in German children with poor reading and spelling abilities. *Dyslexia*, 14(4), 271–290.
- Steinbrink, C., & Lachmann, T. (2014a). *Lese-Rechtschreibstörung: Grundlagen, Diagnostik, Intervention*. Berlin, Heidelberg: Springer VS.
- Steinbrink, C., & Lachmann, T. (2014b). *Lese-Rechtschreibstörung: Grundlagen, Diagnostik, Intervention*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41842-6>
- Steinbrink, C., Schwanda, S., Klatte, M., & Lachmann, T. (2010). Sagen Wahrnehmungsleistungen zu Beginn der Schulzeit den Lese-Rechtschreiberfolg in Klasse 1 und 2 voraus? *Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie*, 42(4), 188–200. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000023>
- Strehlow, U. [Ulrich], Haffner, J., Bischof, J., Gratzka, V., Parzer, P. [Peter], & Resch, F. [Franz] (2006). Does successful training of temporal processing of

- sound and phoneme stimuli improve reading and spelling? *European Child & Adolescent Psychiatry*, 15(1), 19–29.
- Suchodoletz, W. von (2007). Welche Behandlung ist bei der Legasthenie wirksam? *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 155(4), 351–356.
- Suggate, S. P. (2016). A Meta-Analysis of the Long-Term Effects of Phonemic Awareness, Phonics, Fluency, and Reading Comprehension Interventions. *Journal of Learning Disabilities*, 49(1), 77–96. <https://doi.org/10.1177/0022219414528540>
- Sumbauer, H. (2020). Kriterien zur Qualitätsbewertung von randomisierten kontrollierten Studien (RCTs). *DO - Deutsche Zeitschrift Für Osteopathie*, 18(01), 4–12. <https://doi.org/10.1055/a-0966-5252>
- Swanson, H. L. (2012). Working memory and reading disabilities: Both phonological and executive processing deficits are important. In *Working memory and neurodevelopmental disorders* (pp. 73–102). Psychology Press.
- Treiman, R. [Rebecca] (2000). The foundations of literacy. *Current Directions in Psychological Science*, 9(3), 89–92.
- 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.
- 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.
- Weber, J., & Marx, P. (2008). Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Eds.), *Handbuch der pädagogischen Psychologie* (pp. 631–641). Hogrefe Verlag.
- Whisman, M. A. (1990). The efficacy of booster maintenance sessions in behavior therapy: Review and methodological critique. *Clinical Psychology Review*, 10(2), 155–170.
- Witt, C. de, & Czerwionka, T. (2007). *Mediendidaktik*. Bielefeld: W: Bertelsmann Verlag.

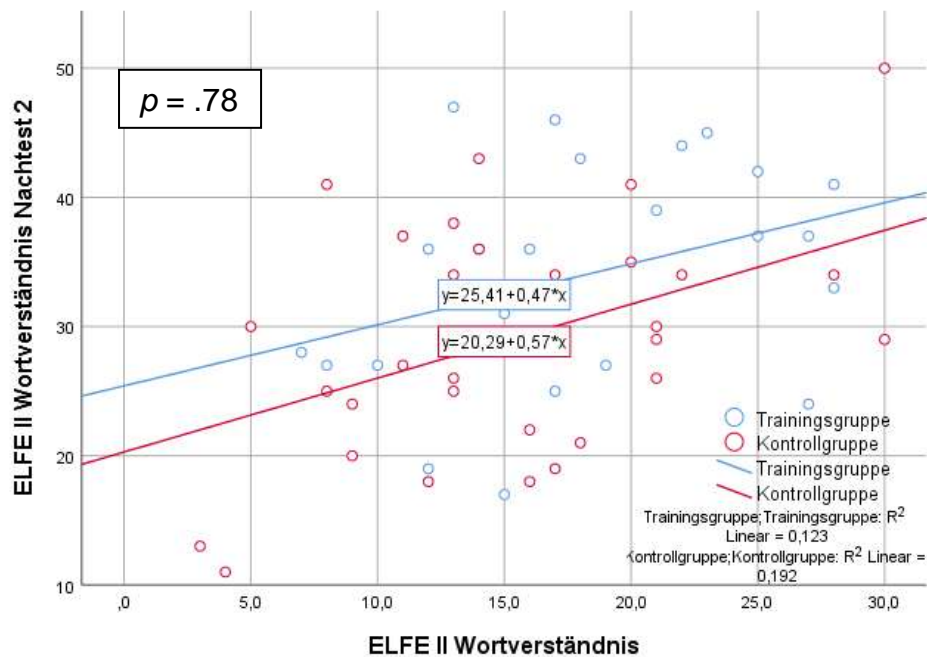
- Wittgenstein, L. (1922). *Tractatus Logico-Philosophicus: Logisch-philosophische Abhandlung*. London. Retrieved from <http://people.umass.edu/klement/tlp/tlp.pdf>
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L., . . . Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science*, *21*(4), 551–559.
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F., & Lorenzi, C. (2009). Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Developmental Science*, *12*(5), 732–745.
- Ziegler, J. C., Perry, C., & Coltheart, M. (2000). The DRC model of visual word recognition and reading aloud: An extension to German. *European Journal of Cognitive Psychology*, *12*(3), 413–430. <https://doi.org/10.1080/09541440050114570>

Anhang

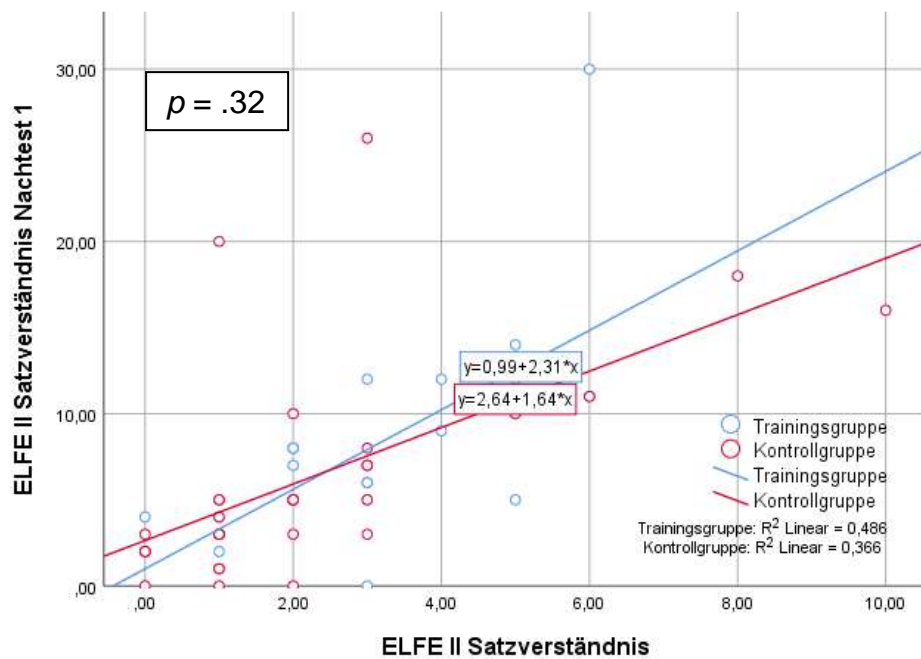
Homogenität der Regressionssteigungen N1 und N2



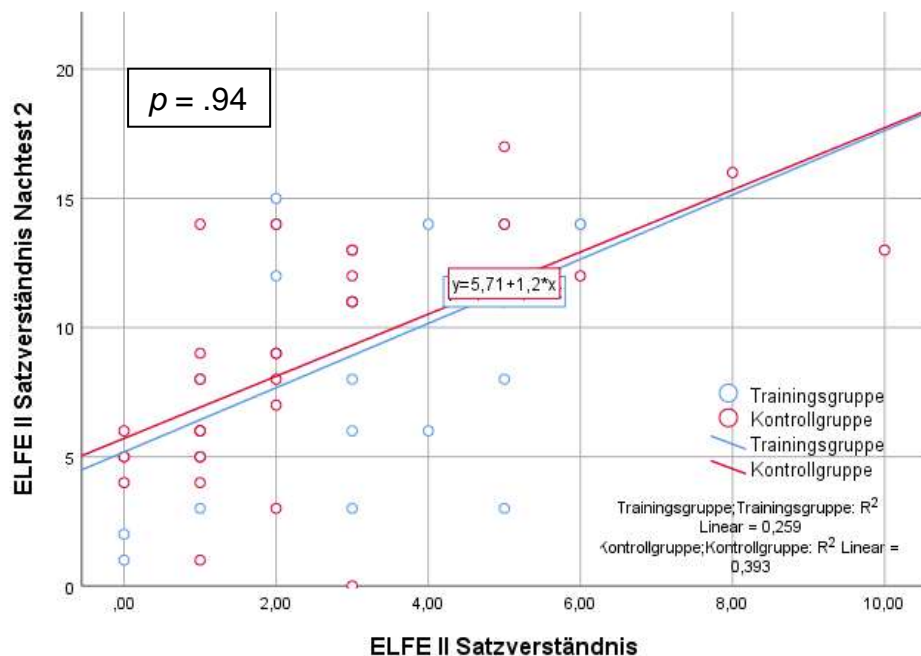
Anhang 1. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)



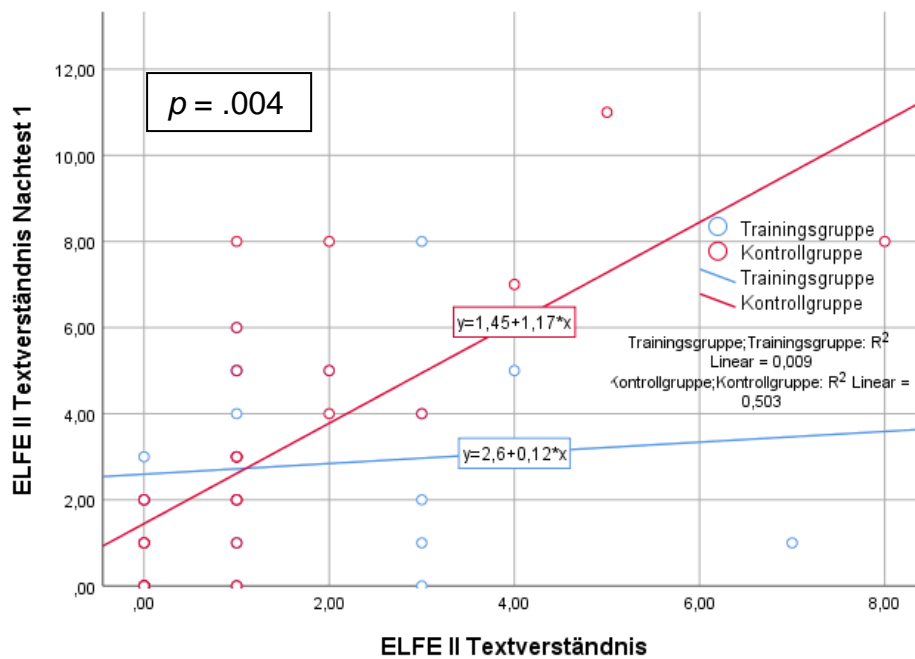
Anhang 2. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)



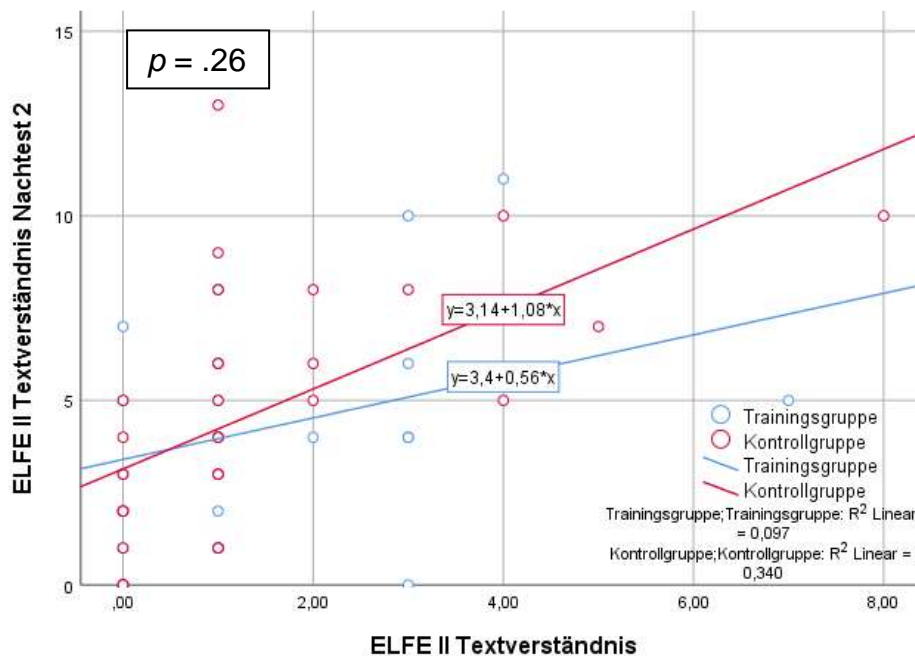
Anhang 3. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)



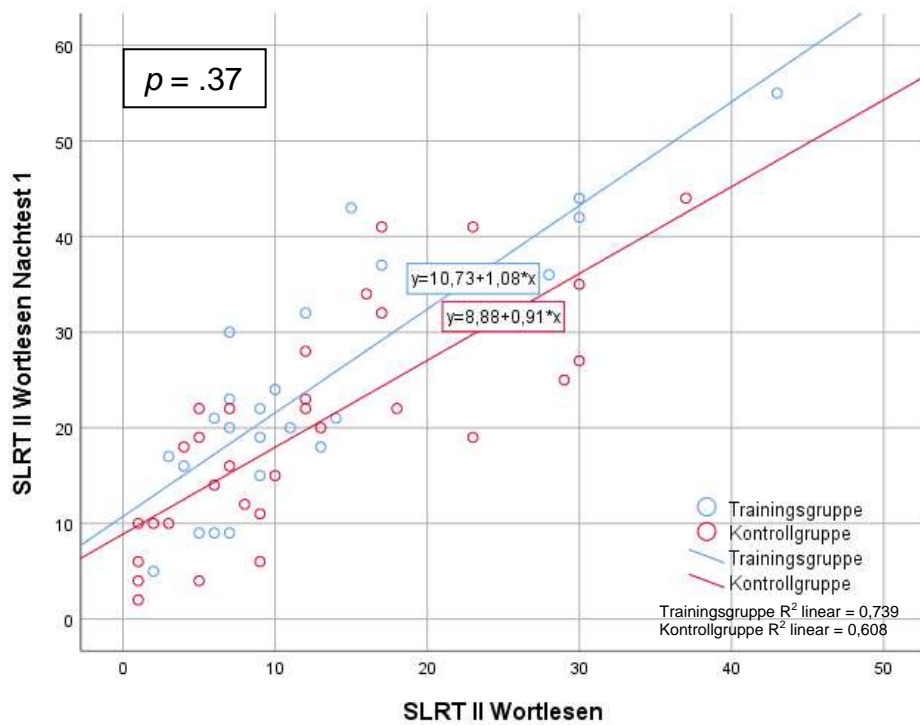
Anhang 4. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)



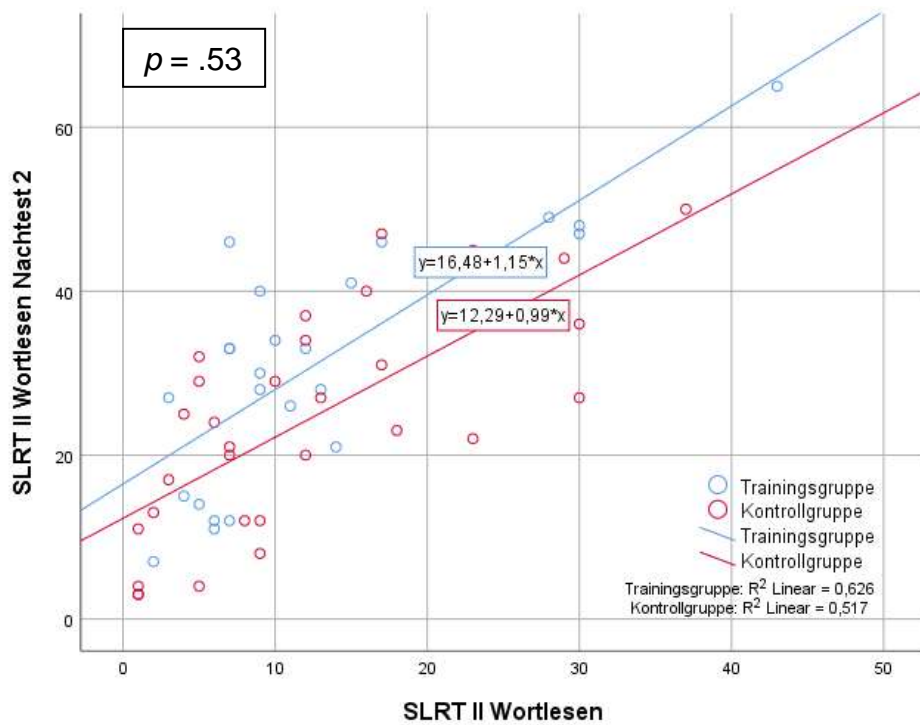
Anhang 5. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Vor- und Nachtest 1 (W. Lenhard et al., 2018)



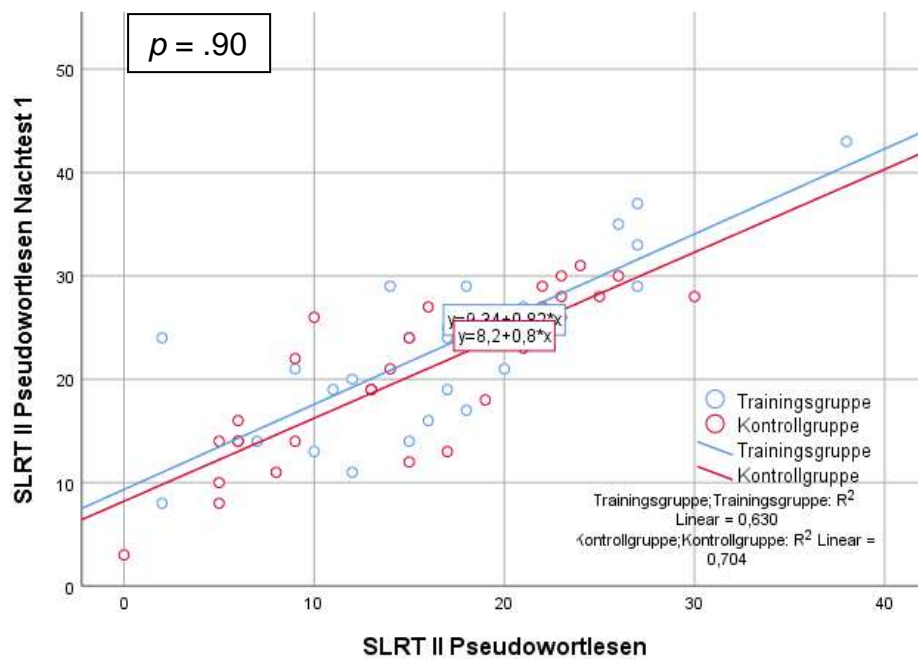
Anhang 6. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Vor- und Nachtest 2 (W. Lenhard et al., 2018)



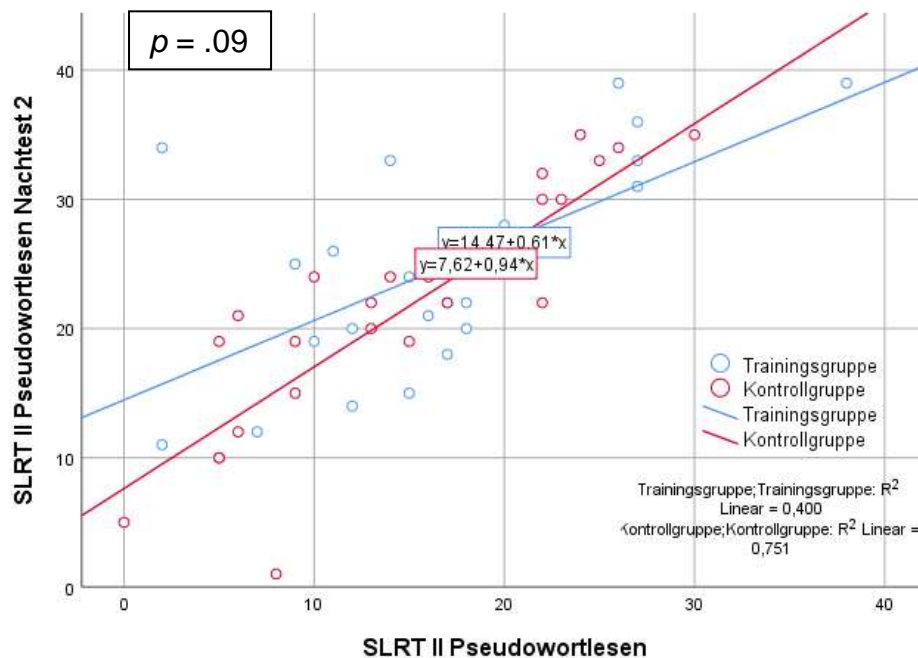
Anhang 7. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Wortlesen in Vor- und Nachtest 1 (Moll & Landerl, 2014)



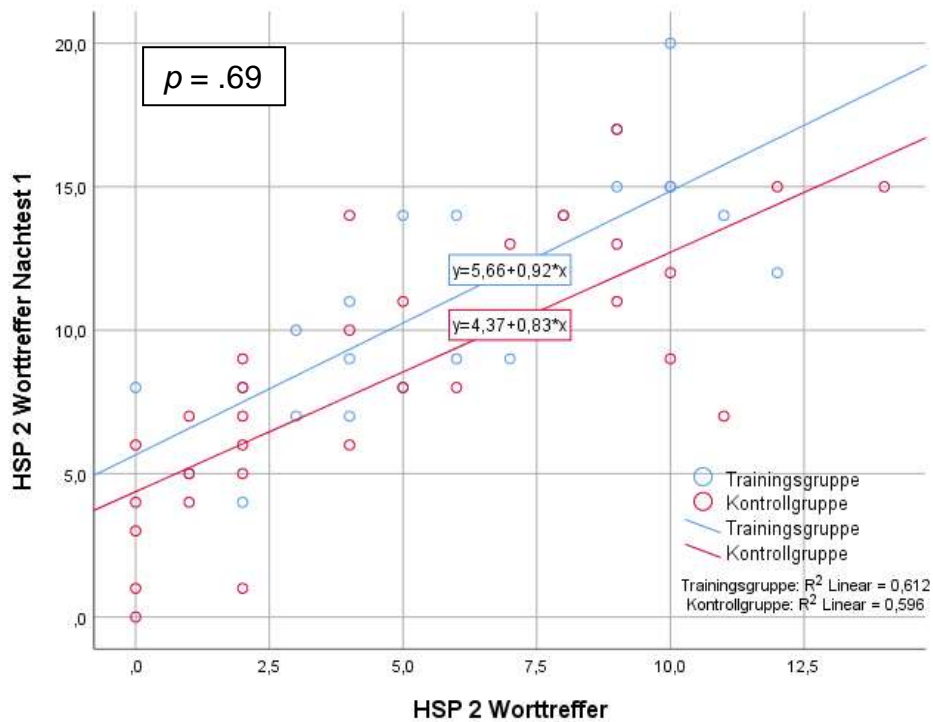
Anhang 8. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Wortlesen in Vor- und Nachtest 2 (Moll & Landerl, 2014)



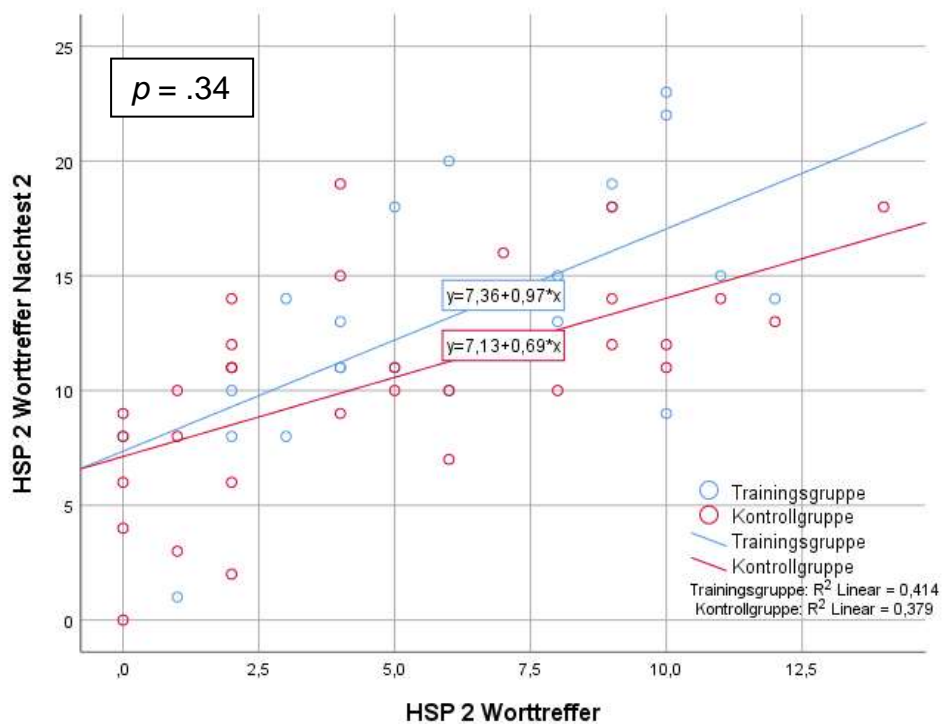
Anhang 9. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Pseudowortlesen in Vor- und Nachtest 1 (Moll & Landerl, 2014)



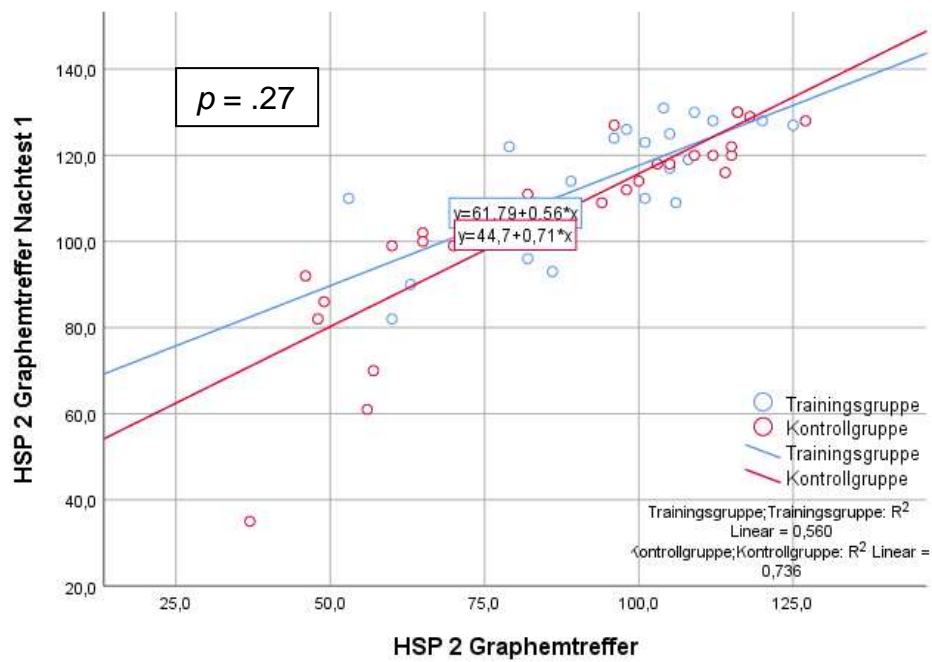
Anhang 10. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II im Pseudowortlesen in Vor- und Nachtest 2 (Moll & Landerl, 2014)



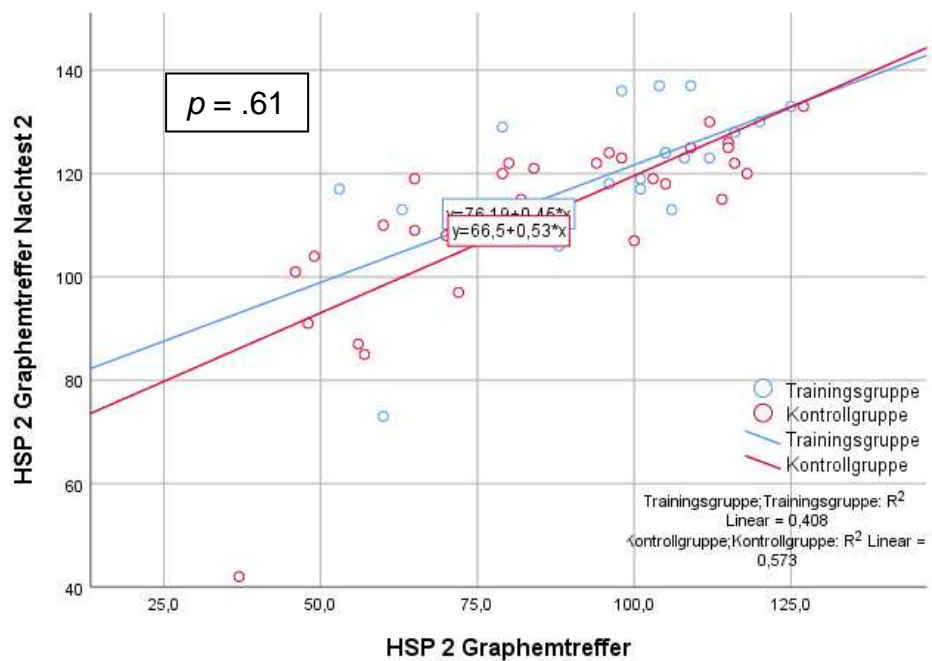
Anhang 11. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Worttreffer in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)



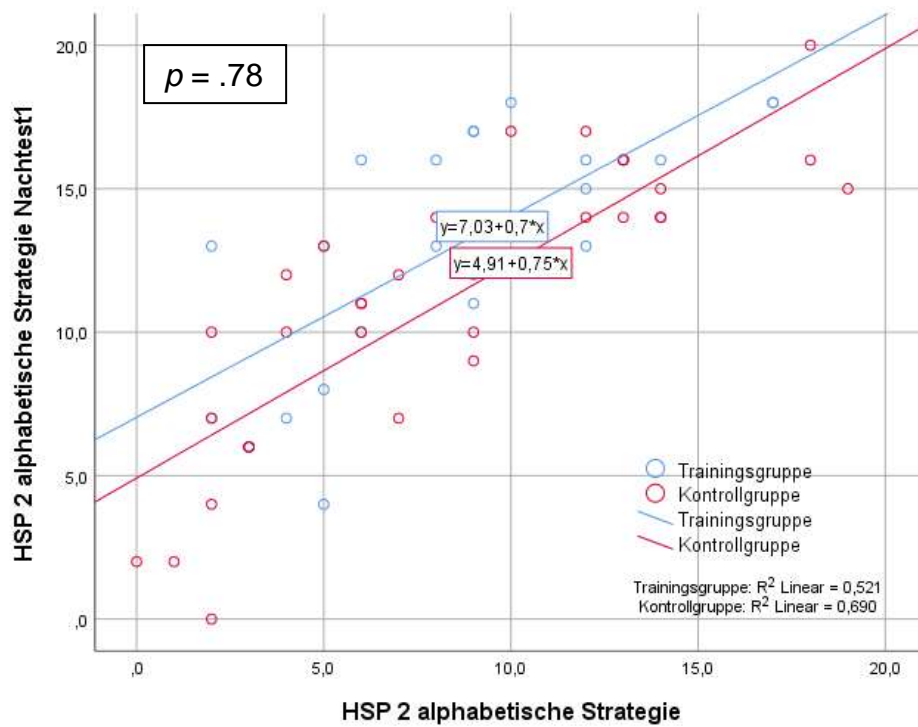
Anhang 12. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Worttreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)



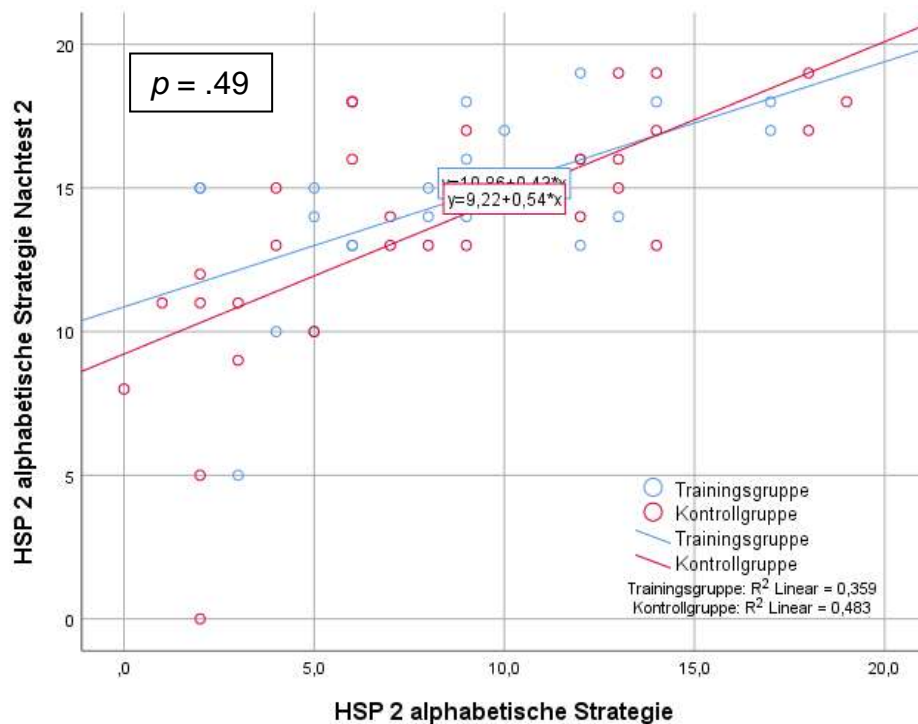
Anhang 13. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)



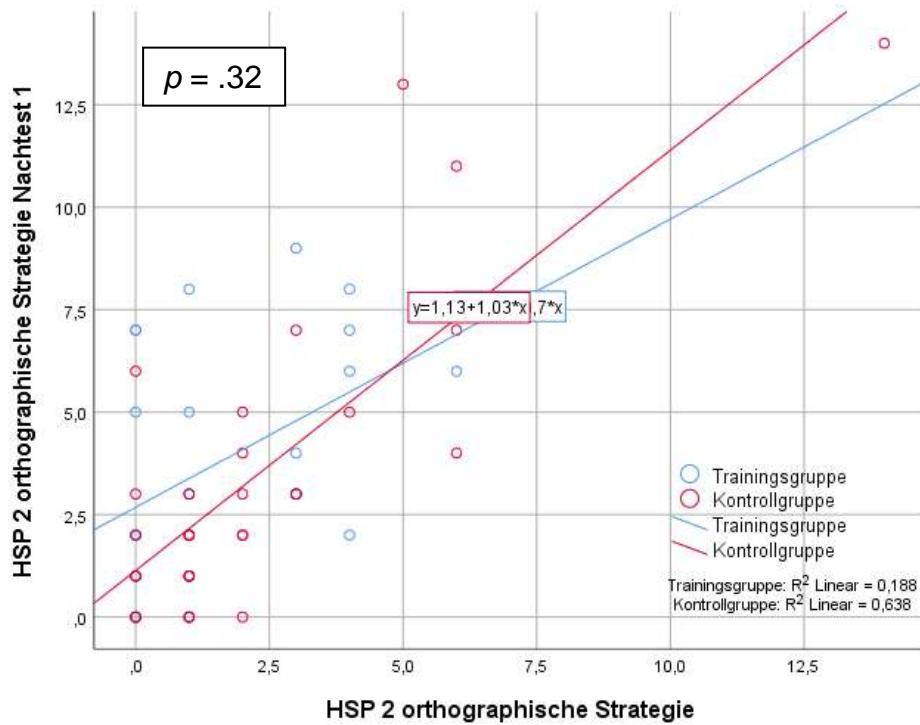
Anhang 14. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)



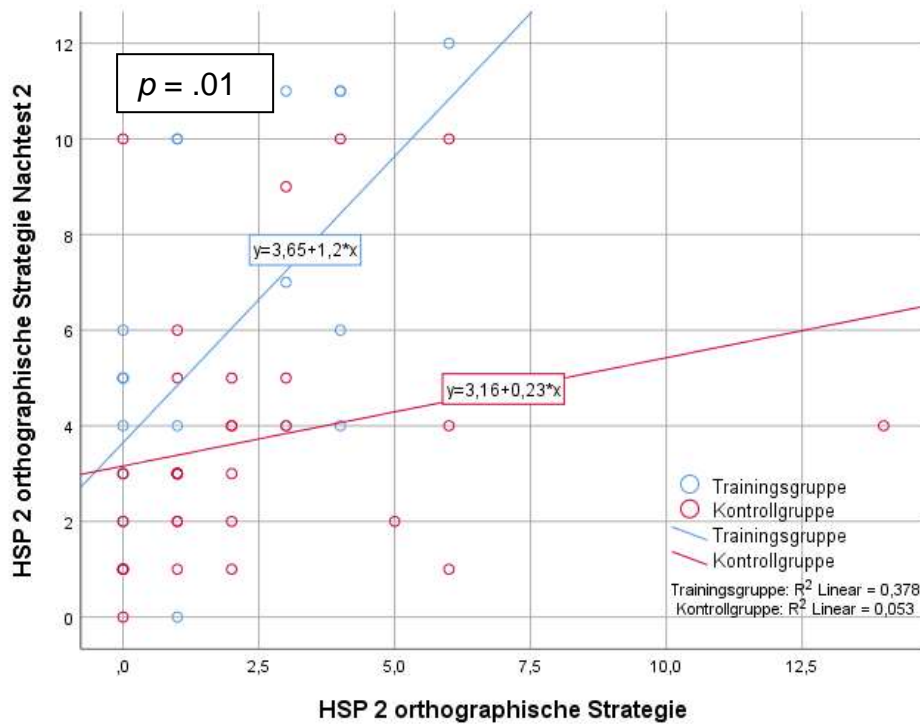
Anhang 15. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 alphabetische Strategie in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)



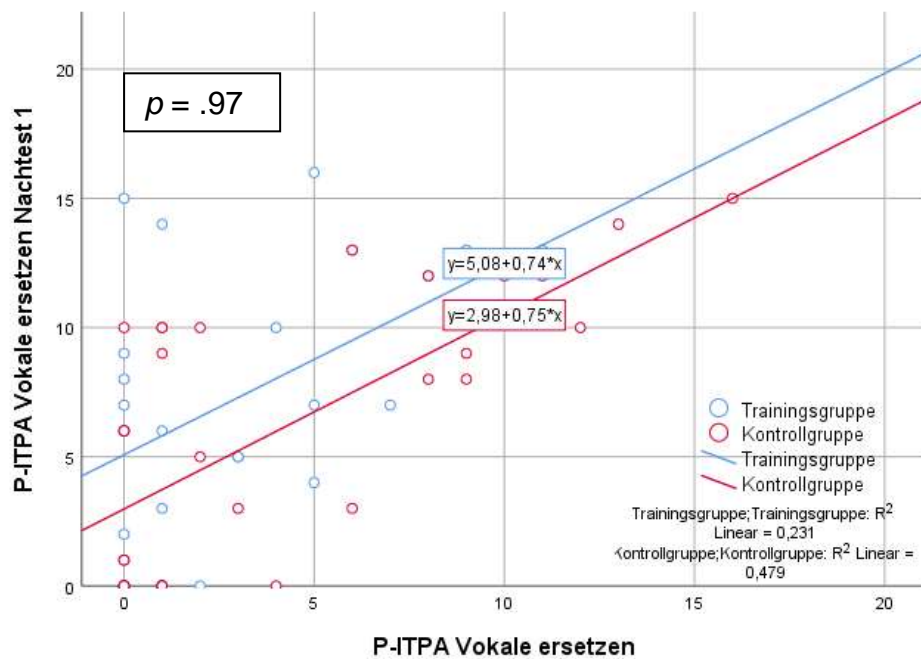
Anhang 16. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 Graphemtreffer in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)



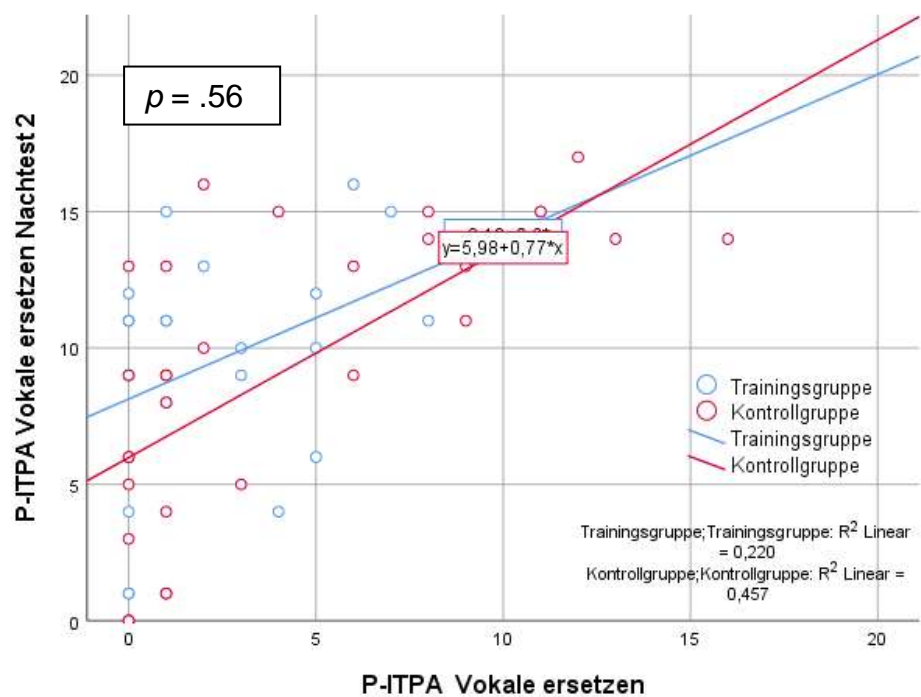
Anhang 17. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Vor- und Nachtest 1 (May, 2018)



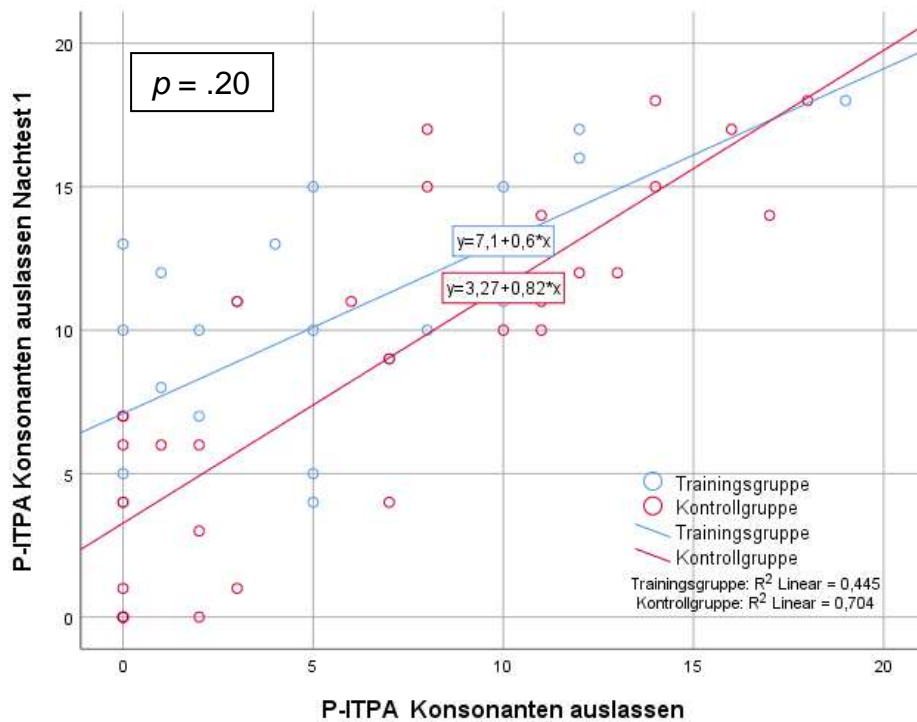
Anhang 18. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Vor- und Nachtest 2 (May, 2018)



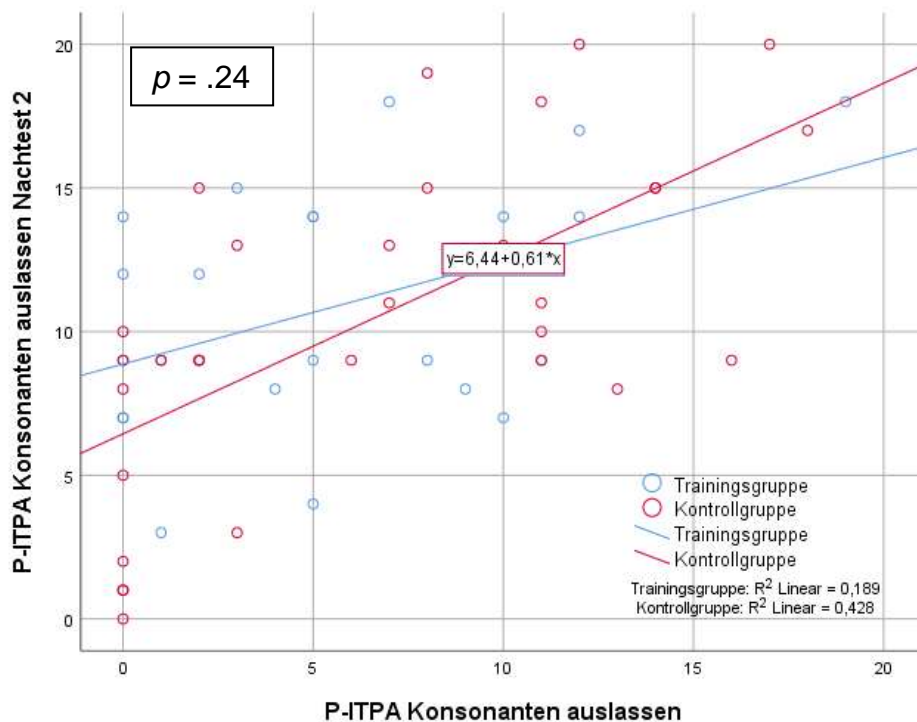
Anhang 19. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Vor- und Nachtest 1 (Esser & Wyszkon, 2010)



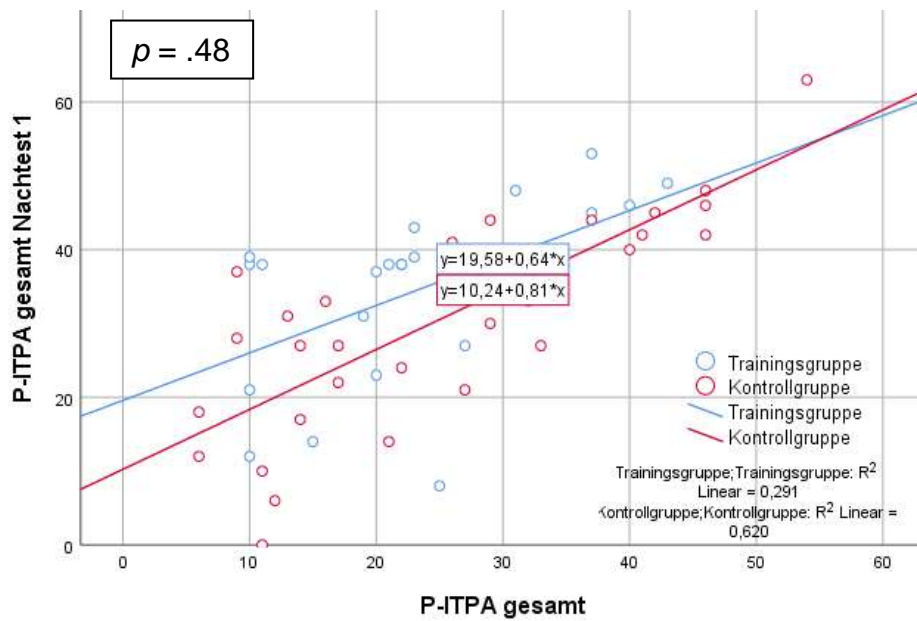
Anhang 20. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Vor- und Nachtest 2 (Esser & Wyszkon, 2010)



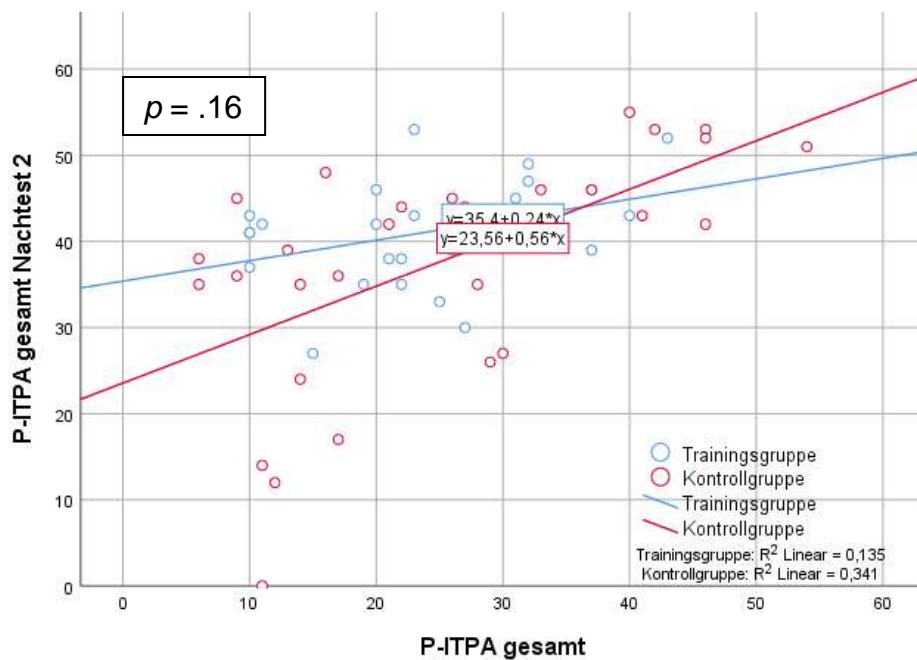
Anhang 21. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Vor- und Nachtest 1 (Esser & Wyschkon, 2010)



Anhang 22. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Vor- und Nachtest 2 (Esser & Wyschkon, 2010)

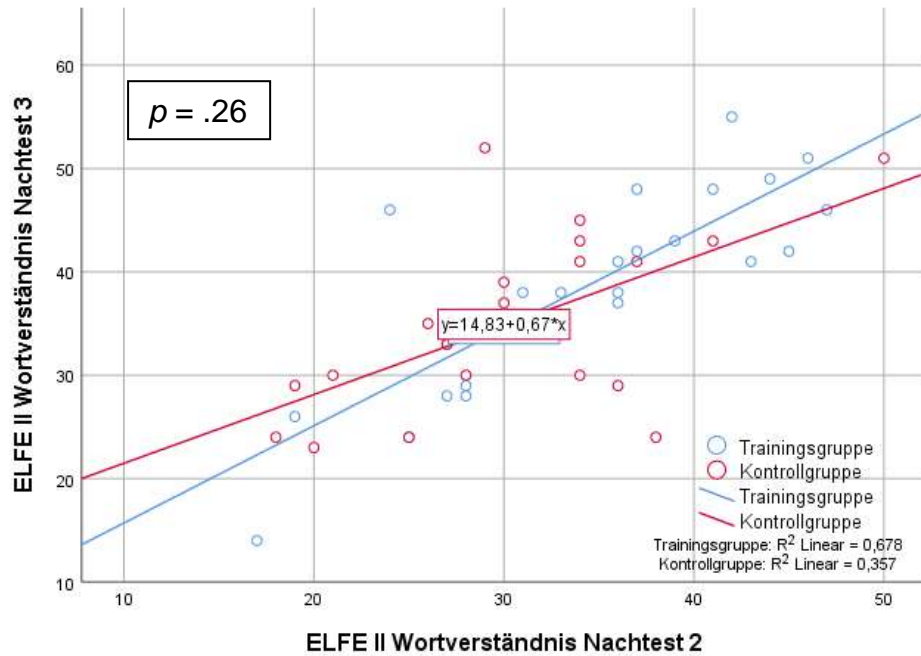


Anhang 23. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Gesamt in Vor- und Nachttest 1 (Esser & Wyszkon, 2010)

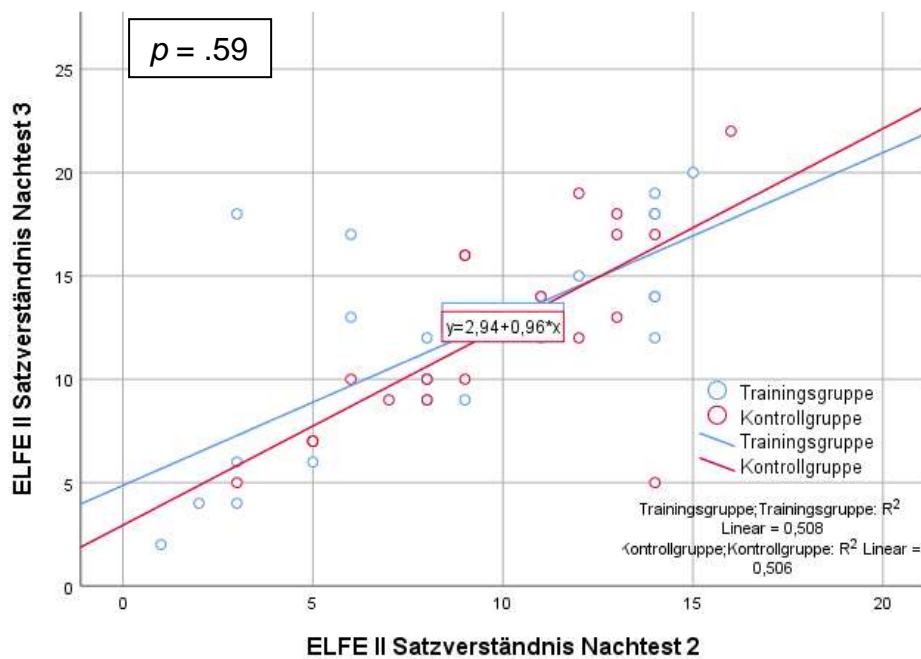


Anhang 24. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Gesamt in Vor- und Nachttest 2 (Esser & Wyszkon, 2010)

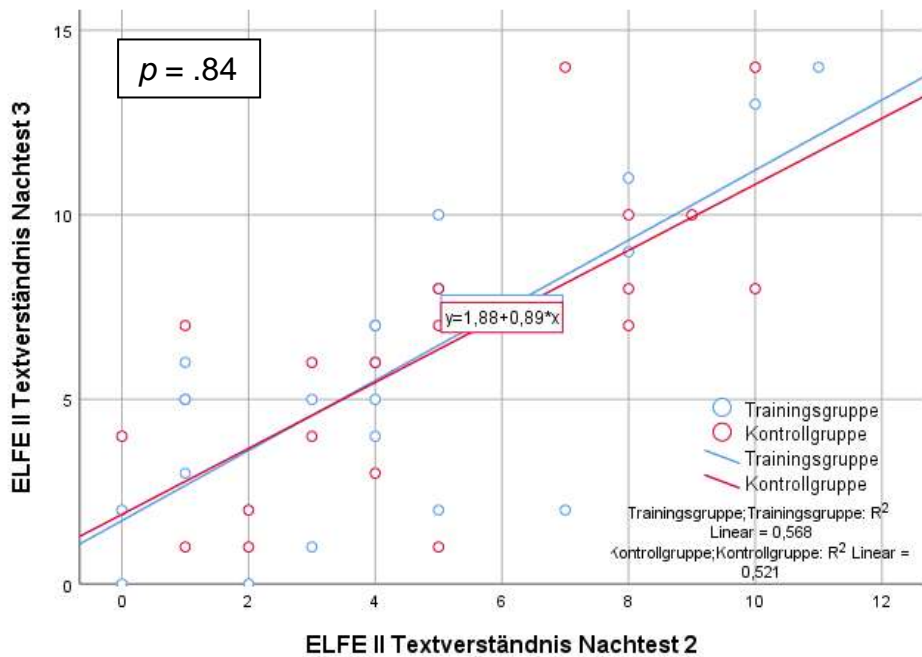
Homogenität der Regressionssteigungen N2 und N3



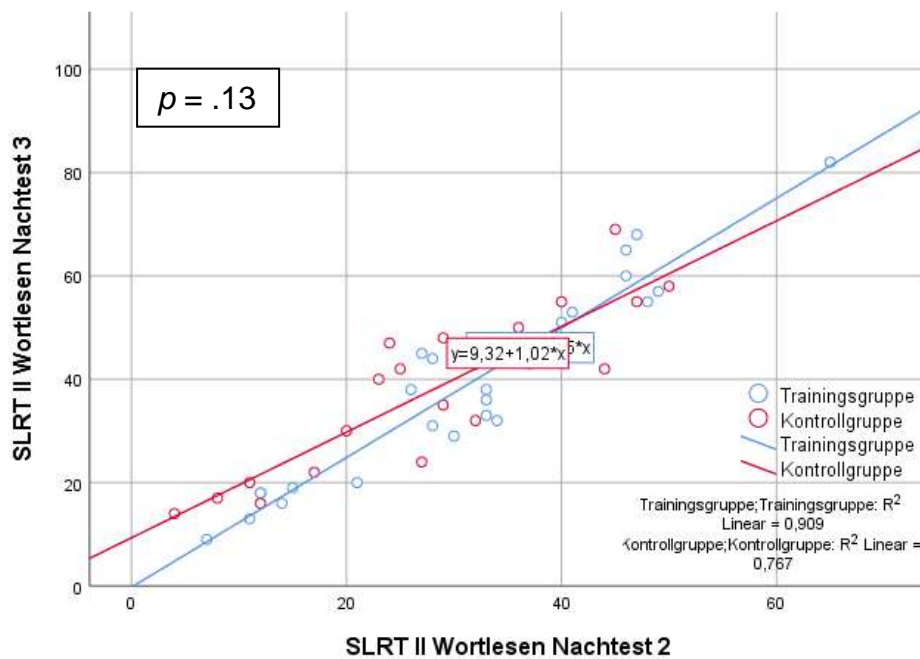
Anhang 25. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Wortverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)



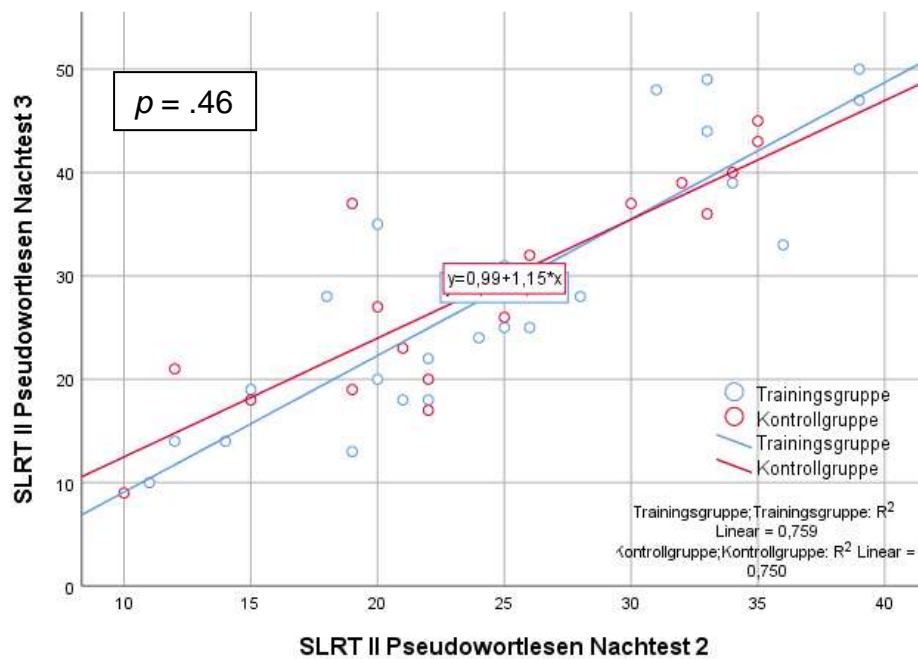
Anhang 26. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Satzverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)



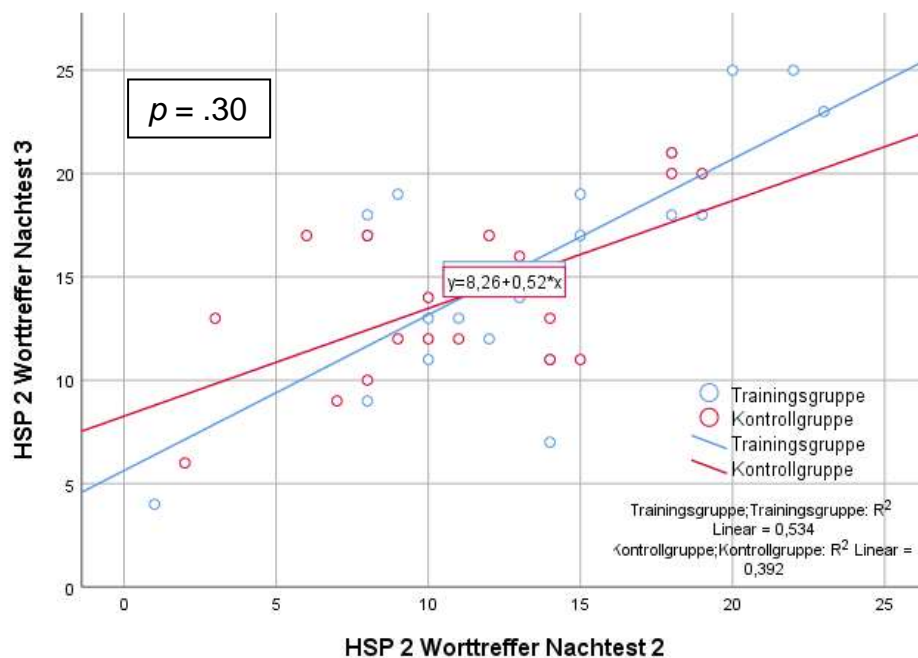
Anhang 27. Homogenität der Regressionssteigungen ELFE II Textverständnis in Nachtest 2 und Nachtest 3 (W. Lenhard et al., 2018)



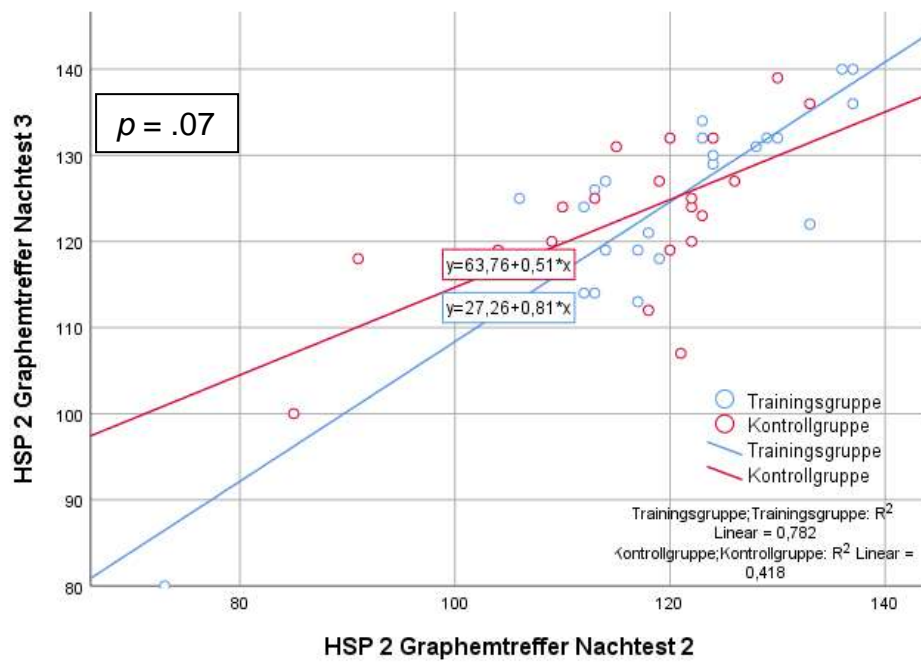
Anhang 28. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II Wortlesen in Nachtest 2 und Nachtest 3 (Moll & Landerl, 2014)



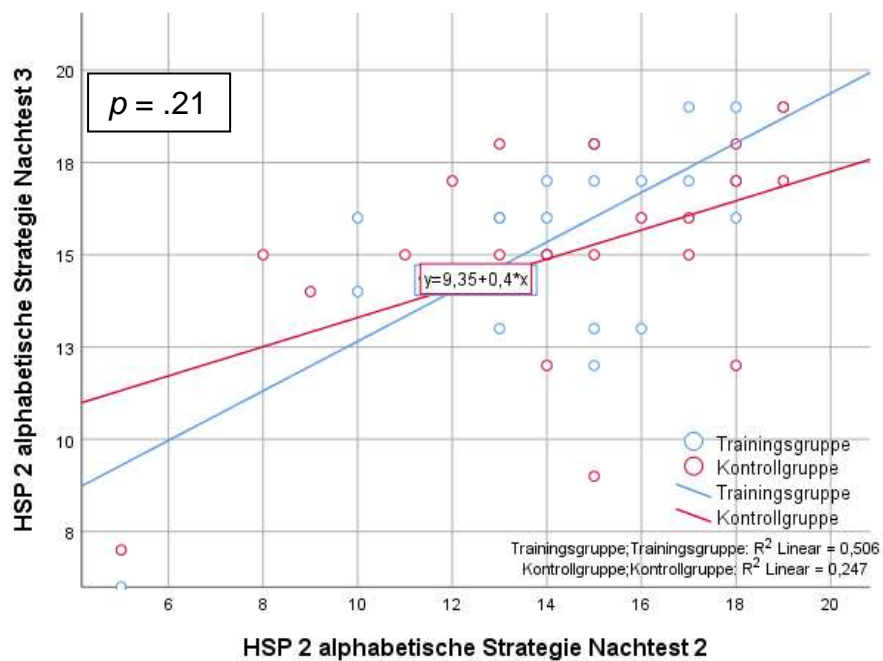
Anhang 29. Homogenität der Regressionssteigungen SLRT II Pseudowortlesen in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Moll & Landerl, 2014)



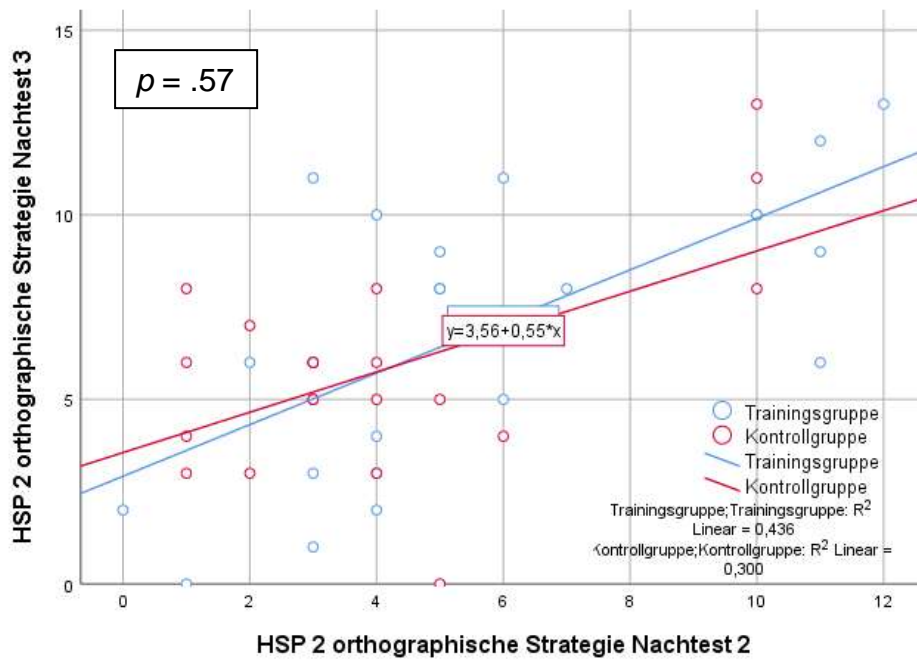
Anhang 30. Homogenität der Regressionssteigungen HSP II Worttreffer in Nachttest 2 und Nachttest 3 (May, 2018)



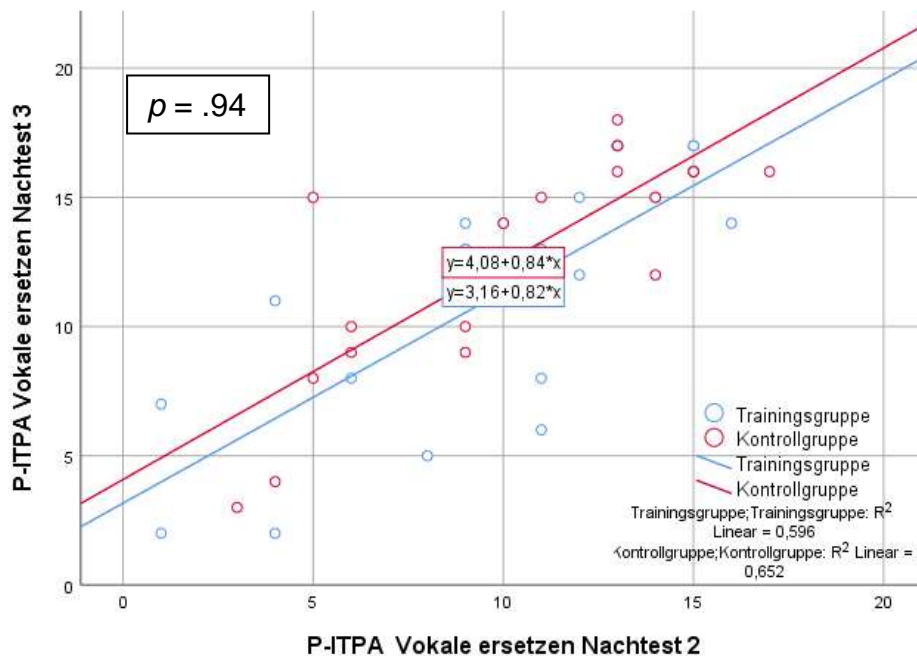
Anhang 31. Homogenität der Regressionssteigungen HSP II Graphemtreffer in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)



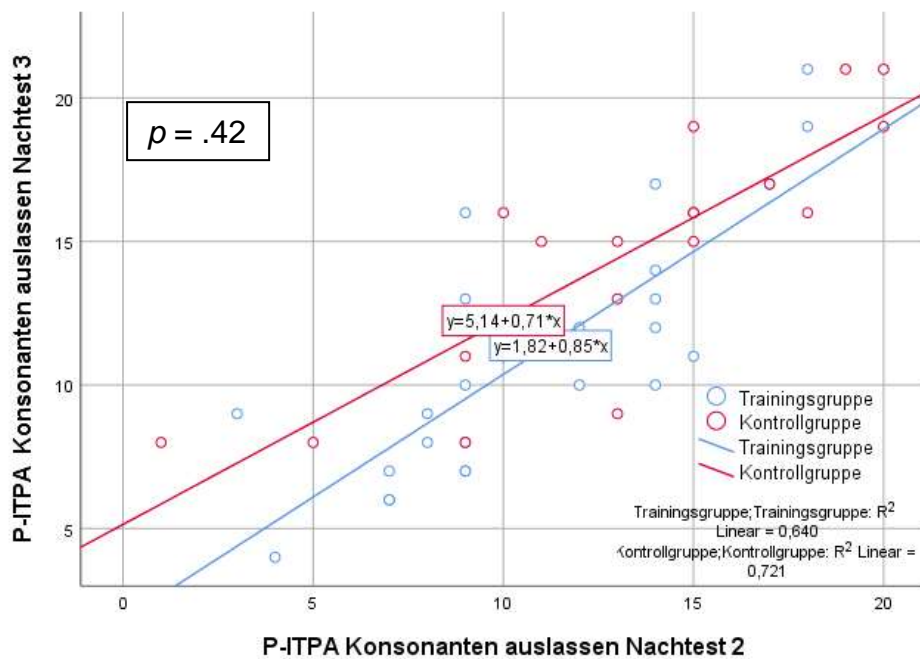
Anhang 32. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 alphabetische Strategie in Nachtest 2 und Nachtest 3 (May, 2018)



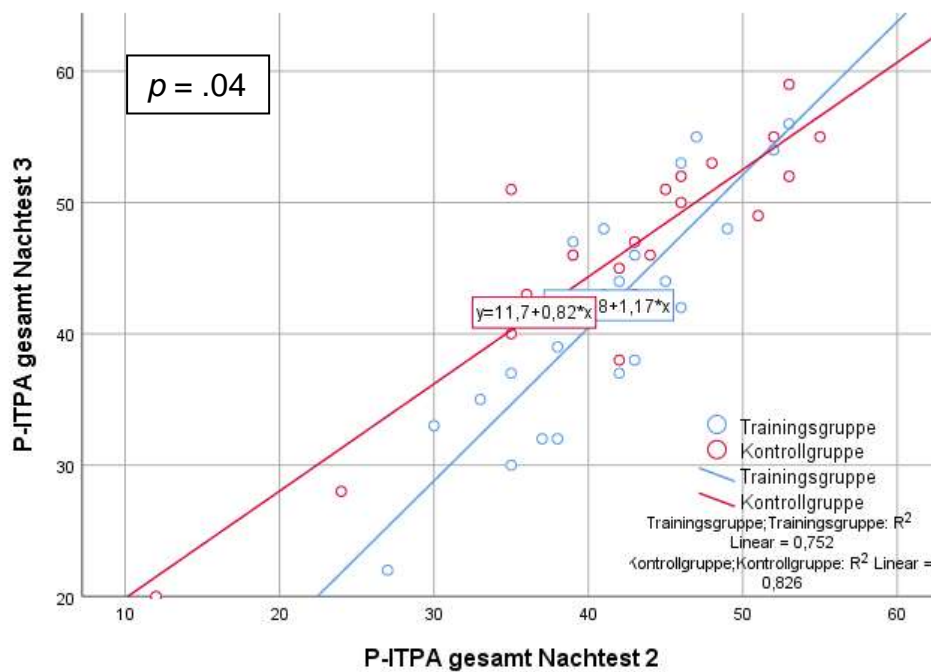
Anhang 33. Homogenität der Regressionssteigungen HSP 2 orthographische Strategie in Nachttest 2 und Nachttest 3 (May, 2018)



Anhang 34. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Vokale ersetzen in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)



Anhang 35. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA Konsonanten auslassen in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)



Anhang 36. Homogenität der Regressionssteigungen P-ITPA gesamt in Nachttest 2 und Nachttest 3 (Esser & Wyszkon, 2010)

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Name: Marzen, Laura Marie

Studium:

- 09/2017 – heute **Promotionsstudium im Fachbereich Sozialwissenschaften, Fachgebiet Kognitive und Entwicklungspsychologie** an der Technischen Universität Kaiserslautern
- 11/2014 – 09/2016 **Masterstudium Lehramt an Gymnasien in den Fächern Geographie, Sozialkunde und Bildungswissenschaften** an der Technischen Universität Kaiserslautern; **Gesamtnote: 1,9**
- 10/2011 – 10/2014 **Bachelorstudium Lehramt an Gymnasien in den Fächern Geographie, Sozialkunde und Bildungswissenschaften** an der Technischen Universität Kaiserslautern; **Gesamtnote: 2,2**
- 10/2010 – 09/2011 **Studium Facility Management** an der Technischen Universität Kaiserslautern