
This item was submitted to [Loughborough's Research Repository](#) by the author.
Items in Figshare are protected by copyright, with all rights reserved, unless otherwise indicated.

Hand vs. Tastatur: Einflüsse des Schreibmediums in der Untersuchung der Schriftsprache bei Kindern mit und ohne LRS

PLEASE CITE THE PUBLISHED VERSION

<https://www.forschung-sprache.eu/heft-archiv/jahrgang-9-2021/heft-2/>

PUBLISHER

Schulz-Kirchner

VERSION

VoR (Version of Record)

PUBLISHER STATEMENT

This paper is reproduced here with the permission of the publisher.

LICENCE

CC BY-NC-ND 4.0

REPOSITORY RECORD

Jung, Stefanie, and Korbinian Moeller. 2021. "Hand Vs. Tastatur: Einflüsse Des Schreibmediums in Der Untersuchung Der Schriftsprache Bei Kindern Mit Und Ohne LRS". Loughborough University.
<https://hdl.handle.net/2134/16574210.v1>.



Hand vs. Tastatur: Einflüsse des Schreibmediums in der Untersuchung der Schriftsprache bei Kindern mit und ohne LRS*

Hand vs. Keyboard: Influences of writing mode on the study of written language in children with and without developmental dyslexia

Stefanie Jung, Korbinian Moeller

Zusammenfassung

Digitale Medien beeinflussen Schreibgewohnheiten und -prozesse in einem Maße, das die Frage aufwirft, ob computerbasierte Verfahren in gleicher Weise zur Beurteilung von (Recht-)Schreibfähigkeiten geeignet sind wie traditionelle handschriftliche Untersuchungsmethoden.

In dieser Studie untersuchten wir den Einfluss des Schreibmediums (d. h. Hand vs. Tastatur) auf die Textproduktion (d. h. *Rechtschreibgenauigkeit*, *Schreibzeit* und *Korrekturverhalten*) bei Kindern mit und ohne Lese-Rechtschreibstörungen (LRS/RS). Mittels regelspezifischer Analysen differenzierten wir phonologische Aspekte (z. B. linguistische Prozesse der Vokallängendiskrimination) und medium-spezifische schreibmotorische Prozesse (zusätzlicher Tastendruck bei der Groß- und Kleinschreibung auf der Tastatur) bei der Bewertung der Rechtschreibgenauigkeit.

Die Ergebnisse zeigten signifikante Einflüsse des Schreibmediums nur für spezifische Aspekte des Schreibens, wie der Groß- und Kleinschreibung, jedoch keinen allgemeinen Effekt auf linguistische Prozesse. Darüber hinaus zeigte sich, dass Kinder mit LRS/RS in der freien Textproduktion auch ohne automatische Fehlerkorrektur vom Schreiben auf der Computertastatur profitierten.

Unsere Ergebnisse liefern damit weitere empirische Evidenz für das Potential digitaler Medien bei der Erfassung entwicklungsbedingter Störungen der Schriftsprache.

Schlüsselwörter

Handschriften, Tastatur, Mode-Effekt, LRS, Textproduktion

Abstract

Digital media influence writing habits and processes to an extent that raises the question of whether computer-based approaches are comparably suitable for assessing writing skills as handwriting-based assessments. In this study, we examined the influence of writing mode (i.e., handwriting vs. keyboard typing) on text production (i.e., *spelling accuracy*, *writing time*, and *correction behavior*) in children with and without dysgraphia – either isolated or combined with dyslexia. When assessing spelling performance, we differentiated phonological aspects (e.g., linguistic processes such as vowel length discrimination) and mode-specific motor processes during writing (different keypresses in upper- and lower-case spelling), using a rule-specific analysis for spelling accuracy.

Results showed an influence of the writing mode at the text level only for specific aspects of writing such as capitalization, but no general influence on linguistic processes. Furthermore, children with LRS/RS benefited from writing on the computer keyboard during text production, even without automatic error correction. Taken together, our results provide further empirical evidence for the potential of digital media in assessing developmental written language disorders.

Keywords

handwriting, keyboarding, mode-effect, dysgraphia, text production

* Dieser Beitrag hat das Peer-Review-Verfahren durchlaufen.

1 Einleitung

Digitale Medien sind in unserem Leben allgegenwärtig. Ihr Einsatz in Bildungs- und (lern-)therapeutischen Kontexten verspricht großes Potential, unter anderem in Hinblick auf die Erfassung aber auch Kompensation schriftsprachlicher Defizite im Kontext von Lese-Rechtschreibstörungen (LRS) oder isolierten Rechtschreibstörungen (RS; ICD-11, WHO, 2018; Anderson, 2005; MacArthur, 2009).

Kinder mit LRS/RS haben aus verschiedenen Gründen Schwierigkeiten mit der Schriftsprache, wie zum Beispiel mit der graphomotorischen Planung (Kandel, Lassus-Sangosse, Grosjacques, & Perret, 2017), der korrekten Rechtschreibung (Berninger, Nielsen, Abbott, Wijsman, & Raskind, 2008; Cidrim & Madeiro, 2017; für einen systematischen Überblick) und der Schreibflüssigkeit (z. B. Sumner, Connelly, & Barnett, 2013; siehe aber Martlew, 1992). Diese Schwierigkeiten wirken sich oft nicht nur auf den Bildungserfolg, sondern auch auf das Selbstwertgefühl der betroffenen Kinder aus (Alexander-Passe, 2006). Digitale Medien könnten hier bereits in der Schule einen Nachteilsausgleich ermöglichen, zum Beispiel durch automatische Fehlererkennung und die bessere Lesbarkeit „getippter“ Texte auf dem Bildschirm (MacArthur, 2009). Gleichzeitig verändern digitale Medien die Art, wie wir schreiben und die damit verbundenen schreibmotorischen und kognitiven Prozesse (Mangen & Velay, 2010). Im Folgenden gehen wir zunächst auf diese Veränderungen ein, bevor wir den Einfluss des Schreibmediums auf die (Recht-)Schreibleistung bei Kindern mit typischem und atypischem Schriftspracherwerb betrachten.

1.1 Schreiben: Von der Hand zur Tastatur

Schreiben ist eine multimodale Fähigkeit, die verschiedene linguistische Ebenen involviert (Berninger, Nagy, Tanimoto, Thompson, & Abbott, 2015) und die Integration visueller, graphomotorischer, auditiver sowie taktiler Informationen erfordert (Mangen & Velay, 2010). Der Schreib-erwerb beginnt bereits im frühen Kindergartenalter, traditionell mit einem Stift in der Hand auf einem Blatt Papier. Dabei wird die visuelle Buchstabenform, auch Graphem genannt, mit der neuronalen Repräsentation des jeweiligen graphomotorischen Programms assoziiert (James & Gauthier, 2006; Longcamp, Anton, Roth, & Velay, 2003). Während des Schreibens ist ein Zugriff auf diese graphomotorischen Programme notwendig, um Form, Größe und Geschwindigkeit, mit der das Graphem zu Papier gebracht wird, zu bestimmen (Graham, Harris, & Fink, 2000).

Die Assoziation visueller und graphomotorischer Informationen beeinflusst wiederum das Erkennen und den Abruf von Buchstabenformen (Longcamp et al., 2005; aber siehe Vaughn et al., 1992). Dies ist auch für das Schreiben mit einer Tastatur von zentraler Bedeutung (Feng, Lindner, Ji, & Malatesha Joshi, 2019). Um einen Buchstaben auf der Tastatur anzuschlagen, muss zuerst die visuelle Buchstabenform aktiviert und die Position des abgerufenen Buchstabens auf der Tastatur räumlich lokalisiert werden, bevor das entsprechende Bewegungsmuster der Finger initiiert werden kann (Mangen & Velay, 2010). Daran schließt sich ein visueller Abgleich mit der Darstellung des Buchstabens auf dem Bildschirm. Dieser iterative visuell-räumliche Prozess unterscheidet sich erheblich von den graphomotorischen Anforderungen beim Schreiben mit der Hand. Er erfordert die geteilte Aufmerksamkeit zwischen Tastatur und Bildschirm sowie parallele Bewegungsmuster der Finger. Im Gegensatz dazu verlangt das Schreiben mit der Hand einen gerichteten Fokus auf die Spitze des Stifts (Mangen & Velay, 2010), wobei der Blick den entstehenden Buchstaben folgt.

Diese Schreibmedium spezifischen Aspekte wirken sich nicht nur auf die schreibmotorische Planung aus, sondern auch auf die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse. Bereits im Kindergartenalter lassen sich spezifische Einflüsse digitaler Medien auf das Schreiben und die damit assoziierten kognitiven Prozesse nachweisen (für Einflüsse auf das Arbeitsgedächtnis siehe z. B. Carpenter & Alloway, 2019; Pinet et al., 2016; für Einflüsse auf die kognitive Belastung siehe z. B. Prisacari & Danielson, 2017). Entsprechende Einflüsse des Schreibmediums (d. h. Unterschiede zwischen Schreiben mit der Hand vs. auf einer Tastatur) werden oft anhand des sogenannten Mode-Effekts erfasst und verglichen.

1.2 Mode-Effekte bei Kindern mit typischem und atypischem Schriftspracherwerb

Studien zum Mode-Effekt untersuchten unter anderem, ob handschriftliche und Tastatur-basierte Verfahren die Schriftsprachkompetenz in vergleichbarer Weise erfassen können. In derlei Studien wurden bisher überwiegend Kinder mit typischer Schreibentwicklung untersucht (z. B. Feng et al., 2019; Wollscheid et al., 2016; für einen systematischen Überblick). Beobachtet wurden Einflüsse des Schreibmediums auf *Schreibzeiten* (d. h. Geschwindigkeit; Connelly, Gee, &

Walsh, 2007) auf verschiedenen Sprachebenen (d. h. Graphem-, Wort- oder Satzebene; Feng et al., 2019; Pinet et al., 2016), auf die Qualität von freien Texten sowie das *Korrekturverhalten*, gemessen an der Textlänge und dem Erfolg von Selbstkorrekturen (Berninger et al., 2015; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, & Løver, 2016). Einflüsse auf die *Rechtschreibgenauigkeit* wurden hingegen seltener berichtet (Goldberg, Russell, & Cook, 2003). Die jeweiligen Befunde variierten je nach Alter der untersuchten Kinder. Jüngere Kinder schrieben schneller und produzierten umfangreichere Texte, wenn sie mit der Hand schrieben (z. B. Alves et al., 2016; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, et al., 2016), wohingegen ältere Kinder, insbesondere älter als 14 Jahre, schneller mit der Tastatur schrieben (Mogey & Hartley, 2013). Hinsichtlich der *Rechtschreibgenauigkeit* wurden jedoch beim Diktatschreiben ebenso wie in der freien Textproduktion keine Unterschiede berichtet (z. B. Frahm, 2013, Goldberg et al., 2003). Allerdings wurde am Computer häufigeres Korrekturverhalten beobachtet (z. B. Goldberg et al., 2003), was vorrangig an einem häufigeren Vertippen auf der Tastatur lag.

Vergleichsweise wenige Studien befassten sich bisher mit dem Mode-Effekt auf das Schreiben bei Kindern mit LRS/RS (Berninger et al., 2009, 2015). Diese Studien zeigten hinsichtlich des Alters vergleichbare Ergebnisse zum Einfluss des Schreibmediums (Freeman, Mackinnon, & Miller, 2005). Mit zunehmendem Alter erhöhten sich sowohl Schreibqualität als auch -geschwindigkeit (Beers, Mickail, Abbott, & Berninger, 2017; Horne, Ferrier, Singleton, & Read, 2011). Morken und Helland (2013) verglichen in ihrer Studie die Schreibleistungen im Diktatschreiben mittels Tastatur von Kindern mit und ohne LRS direkt. Die Autoren beobachteten, dass Kinder mit LRS insgesamt langsamer und weniger korrekt schrieben als die Kontrollgruppe, sich jedoch genauso oft korrigierten wie diese. In dieser Studie wurde nur das Schreiben mit einer Tastatur untersucht, so dass keine Rückschlüsse auf mode-spezifische Einflüsse gezogen werden können.

In einer früheren Studie berichtete Jung et al. (2021) kürzlich über spezifische Einflüsse des Schreibmediums beim Schreiben einzelner Wörter in einem Lückentext bei Kindern mit und ohne LRS/RS. Über die *Rechtschreibgenauigkeit*, *Schreibzeiten* und das *Korrekturverhalten* hinaus berücksichtigten sie dem Schreiben zugrundeliegende linguistische Prozesse (z. B. phonologische Bewusstheit, morphologische Prinzipien und Regelwissen). Diese Prozesse erfassten sie durch die spezifische Untersuchung unterschiedlicher Rechtschreibregeln. Beispielsweise wurde Regelwissen über sogenannte Merkwörter erfasst oder vom Schreiben von Konsonantendoppelungen auf die phonologische Bewusstheit geschlossen. Diese regelspezifische Analyse stellten sie einer holistischen (d. h. ganzheitlichen) Bewertung gegenüber, in der die Rechtschreibung eines Wortes insgesamt bewertet wurde.

Mithilfe dieser regelspezifischen Analyse wiesen Jung und Mitarbeiter (2021) nach, dass es keinen generalisierten Mode-Effekt für die (Recht-)Schreibleistung auf Einzelwortebene zu geben scheint. Die unterschiedlichen Schreibleistungen zwischen Schreiben mit der Hand und mittels Tastatur wurden durch mode-spezifische Einflüsse hervorgerufen, wie z. B. dem Drücken der Shift-Taste beim Schreiben von Großbuchstaben. Es ist allerdings noch unklar, ob diese Ergebnisse auf Einzelwortebene eine Generalisierung auf die Satz- bzw. Textebene zulassen (Jung et al., 2021).

Bisher finden sich in der Literatur eher Hinweise darauf, dass sich Mode-Effekte unterschiedlich auf die Schreibleistung auf verschiedenen Sprachebenen auswirken (Feng et al., 2019). Dieser Aspekt ist deshalb von Relevanz, weil für die Untersuchung der Schriftsprache Aufgaben auf verschiedenen linguistischen Ebenen verwendet werden, am häufigsten das Diktatschreiben und die freie Textproduktion (Re & Cornoldi, 2015). Die kognitiven und linguistischen Anforderungen unterscheiden sich jedoch zwischen diesen Aufgaben, weshalb anzunehmen ist, dass auch Einflüsse des Schreibmediums variieren. Diese Einflüsse genauer zu verstehen, ist sowohl von pädagogischem als auch von therapeutischem Interesse – zumal die aktuelle Corona-Pandemie die zunehmende Bedeutung digitaler Medien für den Erwerb zentraler Kulturtechniken (d. h. Lesen, Schreiben und Rechnen) betont.

1.3 Fragestellung und Zielsetzung

Entsprechend ist es das Ziel der vorliegenden Studie, den Einfluss des Schreibmediums (d. h. Hand vs. Tastatur) auf die Textproduktion bei Kindern mit und ohne LRS/RS zu untersuchen. Hierzu wird, wie in der Studie von Jung et al. (2021), die *Rechtschreibgenauigkeit* regelspezifisch analysiert, wodurch sich linguistische und schreibmotorische Prozesse differenziert betrachten lassen. Darüber hinaus werden *Schreibzeiten* und das *Korrekturverhalten* erfasst.

Im Rahmen der regelspezifischen Analyse konzentrierten wir uns auf die Groß- und Kleinschreibung (GKS) sowie die Vokallängendiskrimination. Für die erstgenannte Rechtschreibregel wiesen Jung et al. (2021) einen regelspezifischen Mode-Effekt nach, für letztere nicht. Mit der Vokallänge wurde die Markierung der Konsonantendoppelung und Vokaldehnung gemeinsam überprüft, anhand derer sich Aspekte der phonologischen Bewusstheit betrachten lassen (Moll, Fussenegger, Willburger, & Landerl, 2009). Die phonologische Bewusstheit wird als grundlegender linguistischer Prozess betrachtet, dessen Defizite in der Literatur häufig mit LRS/RS assoziiert sind (z. B. Steinbrink et al., 2014).

Wir untersuchten in derselben Stichprobe wie in Jung et al. (2021) die schriftliche Textproduktion mithilfe einer Abschreibaufgabe und einer Bildbeschreibung, bei der ein freier Text zu zwei vorgegebenen Bildern produziert werden sollte. Beide Aufgaben bringen methodische Unterschiede mit sich: Abschreiben erfordert eine visuelle Analyse des vorgegebenen Materials und die schreibmotorische Umsetzung. Höhere linguistische Prozesse, wie zum Beispiel Textplanung, spielen hier eine untergeordnete Rolle, wenn überhaupt. Gleichzeitig ermöglichen Abschreibaufgaben eine standardisierte Diagnostik (Re & Cornoldi, 2015). Bei der Bildbeschreibung hingegen sind die Kinder freier in ihrer Wortwahl und könnten schwierige Wörter umgehen.

Dementsprechend erwarteten wir unterschiedliche Ergebnisse für beide Aufgaben: Basierend auf den Befunden von Jung et al. (2021) erwarteten wir einen Mode-Effekt ausschließlich für die GKS und nicht für die Vokallänge. Zudem nahmen wir einen gerichteten Einfluss des Alters auf Textproduktion und Schreibgeschwindigkeit an (d. h. mit zunehmendem Alter eine bessere Leistung; Horne et al., 2011; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, et al., 2016). Einen Unterschied in der Länge der produzierten Texte zwischen den Gruppen (Berninger et al., 2009) erwarteten wir nur für die Bildbeschreibung.

2 Methode

2.1 Stichprobe

An dieser Studie nahmen insgesamt $N = 52$ monolingual deutschsprachige Kinder der 5. bis 7. Klasse teil. Darunter waren $n = 22$ Kinder mit LRS/RS (Experimentalgruppe: 12 Jungen, $M = 11,45$ Jahre, $SD = 1,22$ Jahre) und $n = 30$ sich typisch entwickelnde Kinder (Kontrollgruppe: 13 Jungen, $M = 11,33$ Jahre, $SD = 1,02$ Jahre). Das Vorliegen einer LRS wurde entweder durch die lokale Bildungsbehörde, einen Psychologen oder Dyslexie-Therapeuten bestätigt. Hierfür wurden je nach Institution verschiedene kognitive und sprachliche Testverfahren verwendet, wie z. B. die Hamburger Schreibprobe (May, 2002) und der Lese- und Rechtschreibtest SLRT-II (Moll & Landerl, 2010). Der Schweregrad der LRS/RS wurde in den Diagnosen jeweils als mittel bis schwer eingeschätzt. Bei 17 Kindern fanden sich Defizite sowohl im Lesen als auch im Schreiben.

Die Studienteilnahme erfolgte nach schriftlicher Einwilligung der Eltern. Von allen Kindern wurde zusätzlich vor der Testung die mündliche Zustimmung zur Teilnahme eingeholt. Die Studie wurde von der lokalen Ethikkommission genehmigt (LEK 2014/19).

2.2 Vorgehen

Die Untersuchung fand im Einzelsetting an zwei Sitzungen zu jeweils ca. 60 Minuten statt. Die Schreibleistungen wurden sowohl handschriftlich als auch mittels Computertastatur erhoben, zuerst in einer Abschreibaufgabe und dann im Kontext einer Bildbeschreibung. Die Zuordnung der Aufgaben zu den beiden Schreibmodi erfolgte randomisiert ebenso wie die Reihenfolge der beiden Erhebungsmethoden (Hand vs. Tastatur).

Zum Schreiben mittels Tastatur verwendeten wir einen 15,6-Zoll Lenovo ThinkPad T530 Laptop mit einer Auflösung von 1024x768 Pixeln. Alle computerbasierten Aufgaben wurden in C# programmiert. Die Kinder lösten die Aufgaben durch Tippen auf einer Standard-QWERTZ-Tastatur. Als Schriftart wurde Arial in der Schriftgröße 14 verwendet. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Eingabeoberfläche der Abschreibaufgabe.

Zu Beginn der Untersuchung wurden alle aufgabenrelevanten Funktionen (z. B. GKS, Löschen von falschen Eingaben) eingeführt und erklärt. Dies sollte gleiche Voraussetzungen zur Bewältigung der Aufgaben für alle teilnehmenden Kinder sicherstellen. Von besonderem Interesse war, dass die Kinder in der vorliegenden Studie keinerlei Rückmeldung über ihre Rechtschreibleistung erhielten (d. h. kein visuelles Feedback, z. B. über eine Autokorrekturfunktion).



Abb. 1: Abschreibaufgabe in der Computerbedingung

In der handschriftlichen Bedingung schrieben die Kinder mit einem Ink Pen (Tintenschreiber) auf einem Blatt Papier (A4), das auf einem mit dem Laptop verbundenen Grafik Tablet (Wacom Intuos 2) lag. Die Software Eye and Pen 2 (Alamargot, 2006; Chesnet & Alamargot, 2005) kontrollierte den Untersuchungsablauf und zeichnete sämtliche Schreibbewegungen und -parameter (z. B. die Position des Stifts, Pausen und Druck) auf.

2.3 Aufgaben zur Erfassung der schriftsprachlichen Leistungen

Das Testmaterial zur Erfassung der schriftsprachlichen Leistungen wurde eigens für die vorliegende Studie konzipiert. Je nach Aufgabe wurden parallelisierte Aufgaben erstellt und randomisiert beiden Schreibmodi (Hand vs. Tastatur) zugeordnet.

2.3.1 Abschreiben

Bei der Aufgabe zum Abschreiben sollten die teilnehmenden Kinder einen jeweils vorgegebenen Text von 47 Wörtern mit 225 (bzw. 226) Zeichen innerhalb von vier Minuten abschreiben bzw. abtippen. Dieses Zeitlimit haben wir auf Grundlage der Studienergebnisse zur Schreibgeschwindigkeit von Graham et al. (1998) gewählt. Die Autoren berichteten, dass die Schreibgeschwindigkeit beim handschriftlichen Abschreiben für Kinder der Klasse 5 von im Mittel $M = 72.74$ ($SD = 25.21$) Buchstaben pro Minute auf $M = 99.96$ ($SD = 22.29$) Buchstaben pro Minute in Klasse 7 anstieg. Martlew (1992) beschreibt weiterhin, dass sich die Schreibgeschwindigkeit von Kindern mit LRS/RS nicht von einer altersentsprechenden Kontrollgruppe (hier 10 Jahre) unterscheidet. Entsprechend nahmen wir an, dass das gesetzte Zeitlimit für die Kinder beider Gruppen ausreichend sein sollte.

Innerhalb des Zeitlimits war es erlaubt, Korrekturen vorzunehmen. Je nach Bedingung schrieben die Kinder entweder auf liniertem Papier mit 2 cm Abstand zwischen den Zeilen, um ausreichend Platz für Selbstkorrekturen zu gewähren, oder benutzten die Tastatur des Laptops.

Tab. 1: Parallelisierte Texte für die Abschreibaufgabe

<p>Text 1: Bello und die Eisenbahn Die Mutter bittet ihren Sohn Felix, jetzt mit Bello raus zu gehen. Aber Felix hat überhaupt keine Lust. Er will lieber mit seiner neuen Eisenbahn spielen. Und was macht Bello? Der arme Hund sitzt mit seiner Leine ungeduldig vor der Tür und wartet.</p>	<p>Text 2: Wuffi und der Rasenmäher Die Mutter bittet ihren Sohn Lukas, jetzt den Rasen zu mähen. Aber Lukas hat überhaupt keine Lust. Er will lieber mit seinem neuen Fußball spielen. Da kommt sein treuer Hund Wuffi in den Garten. Er setzt sich und wedelt freudig mit seinem Schwanz.</p>
---	---

Anm: Wörter: $N=47$, Nomen: $n=13$ (fett gedruckt). Vokallängenmarkierung: $n=12$ (doppelt unterstrichen)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Ausbalancierung von Textlänge und Wortarten beider parallelisierter Texte. Insgesamt bestanden die Textkorpora aus fünf Sätzen mit jeweils 47 Wörtern. Alle $N=47$ Wörter im Text konnten hinsichtlich der GKS beurteilt werden, während $n=12$ Wörter eine Markierung der Vokallänge verlangten.

2.3.2 Bildbeschreibung

Die Bildbeschreibung schloss sich stets direkt an die Aufgabe zum Abschreiben an. Die Kinder wurden gebeten, basierend auf dem Inhalt der Abschreibaufgabe und zwei im Anschluss präsentierten Bildern, innerhalb von 5 Minuten ein kurzes Ende für die jeweilige Geschichte zu verfassen. Abbildung 2 zeigt Beispiele von zwei Kindern mit LRS/RS.

A) Mädchen: 10 Jahre, 5. Klasse	
<p>Bildergeschichte Version 1.</p> <p>es kommt sein treuer Hund angelaufen. Lukas überlegt Lukas hat eine Wurst an die Angel gebunden und hält sie in der Hand und hat den Rasenmäher an dem Halsbant befestigt und dabei hat er den rasen mäher befestigt.</p>	<p>Bildergeschichte Version 2.</p> <p>Felix ist schuld der er ist nicht mit Bello gambia gegangen Bello hat in das Haus gemacht seine Mutter er schimpft das er die Hundescheiße machen raus macht sie wegen Bello guckt zufrieden, .</p>
B) Junge: 12 Jahre, 6. Klasse	
<p>Bildergeschichte Version 1.</p> <p>das war viel so vor ein Jode ein wir in das rasenmäher ein bisschen fitt. Er stand natürlich ein zeit bei der rasen mäher und nan einen stoch mit einen seil er und einer turst und frob sie Mutter dafür und zagawe der Rasen gemäht.</p>	<p>Bildergeschichte Version 2.</p> <p>Bello wurde zu ungeduldig und kackte ins haus als es die Mutter sah schrie sie Felix zu sich sie sagte zu im : " du must es natürlich bis zum schluss hinaus zögern! mach das sofort weg und dan gest du mit Bello raus fals er noch mal mus!" Felix putzte es auf und ging dan mit bello raus und als er wider uhause war spielte er mit seiner eisenbahn weiter.</p>

Abb. 2: Bildbeschreibung exemplarisch für zwei Kinder mit LRS/RS

2.4 Datenaufbereitung

Die von den Kindern abgeschrieben bzw. frei produzierten Texte haben wir hinsichtlich der *Rechtschreibgenauigkeit*, der benötigten *Schreibzeit* und des *Korrekturverhaltens* analysiert. Zusätzlich wurde die Variable *Textlänge* (d. h. Anzahl geschriebener Wörter) erfasst.

Für die regelspezifische Analyse der *Rechtschreibgenauigkeit* wurde für jedes Zielwort erfasst, ob die jeweiligen im Wort enthaltenen Rechtschreibregeln richtig oder falsch realisiert wurden. Beispielsweise wurde das Zielwort ‚Mutter‘ hinsichtlich der GKS und der Markierung des Doppelkonsonanten (,tt‘, also der Vokallänge) bewertet. Wurde ‚mutter‘ mit einem Doppelkonsonanten geschrieben, galt die Vokallänge als richtig erfasst und wurde als korrekt mit einem Punkt bewertet. Die GKS in ‚mutter‘ wurde hingegen falsch realisiert und entsprechend mit keinem Punkt bewertet. Rechtschreibfehler, die keiner der beiden Regeln zugeordnet werden konnten, zählten wir als sonstige Fehler. GKS (groß vs. klein), Vokallänge (kurz vs. lang) und sonstige Fehler gingen als abhängige Variablen in die Datenanalyse ein.

Die *Schreibzeiten* wurden in Sekunden für die gesamte Textlänge ermittelt. Bei der handschriftlichen Abschreibaufgabe gelang es allen Kindern, den vorgegebenen Text innerhalb des Zeitlimits (240 sec) vollständig abzuschreiben, beim Schreiben mittels Tastatur jedoch nicht (3 der Kontrollkinder bzw. 4 Kinder mit LRS/RS erreichten dies nicht). Ein ähnlicher Befund zeigte sich in der Bildbeschreibung. Hier reichte das Zeitlimit von 300 Sekunden nicht allen Kindern, um ihre Geschichte vollständig mittels Tastatur zu tippen (5 Kontrollkinder bzw. 5 Kinder mit LRS/RS erreichten dies nicht). Handschriftlich war es allen Kindern möglich, ihre Geschichte in der vorgegebenen Zeit aufzuschreiben.

Als *Korrekturverhalten* wurde das Löschen von Buchstaben bzw. das händische Durchstreichen und deren erneute Eingabe bzw. Hinschreiben gewertet. Die Anzahl an Selbstkorrekturen wurde für beide Aufgaben getrennt gezählt. Sowohl in der Abschreibaufgabe als auch bei der Bildbeschreibung variierten die produzierten Texte in ihrer Länge. Die Schreibparameter wurden deshalb im Verhältnis zu der Anzahl geschriebener Wörter beurteilt [*Rechtschreibgenauigkeit*: (Anzahl Wörter - Anzahl Fehler) * 100 / Anzahl Wörter; *Schreibzeiten*: Schreibzeit / Anzahl Wörter und *Korrekturverhalten*: Anzahl Selbstkorrekturen * 100 / Anzahl Wörter]. Die Betrachtung von den so standardisierten Werten machte die Schreibleistung zwischen den Aufgaben direkt vergleichbar.

2.5 Datenanalyse

Zunächst berechneten wir eine getrennte zweifaktorielle ANOVA für das Abschreiben und die Bildbeschreibung, um zu ermitteln, ob ein Unterschied in der mittleren Textlänge abhängig vom Schreibmedium und der Gruppe vorlag. Ein direkter Vergleich der Textlänge für beide Aufgaben ist nicht zweckmäßig, da die Textlänge in der Abschreibaufgabe vorgegeben ist.

Für die Analyse des Mode-Effekts auf die *Rechtschreibgenauigkeit*, die *Schreibzeiten* und das *Korrekturverhalten* verwendeten wir R-Studio zur Berechnung linearer gemischter Modelle (LMMs) aus dem R-Paket lme4 (Bates, Maechler, Bolker, & Walker, 2014). Intercepts für Personen wurden als zufällige Effekte in der Analyse berücksichtigt, um allgemeine Unterschiede zwischen den Personen zu modellieren. Als feste Effekte gingen die Variablen Gruppe (d. h. Kinder mit vs. ohne LRS/RS) und Schreibmedium (d. h. Hand vs. Tastatur) ein. Außerdem berücksichtigten wir die Kovariaten Alter und Geschlecht, um ihren Einfluss auf die abhängigen Variablen zu kontrollieren. Der Alphafehler wurde auf $p = .05$ gesetzt.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

Die Gruppenmittelwerte der untersuchten Schreibparameter sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Aus der Tabelle 2 lässt sich entnehmen, dass die Kinder mit LRS/RS in beiden Aufgaben im Mittel weniger korrekt schrieben als die Kontrollkinder. Diese Beobachtung gilt für die GKS, die Vokallänge und sonstige Rechtschreibregeln gleichermaßen. Der Wechsel vom Schreiben mit der Hand hin zur Tastatur verlangsamte die durchschnittliche Schreibgeschwindigkeit (SZ) pro Wort in beiden Gruppen, was sich auch auf die produzierte Textlänge (TL) auswirkte. Gleichzeitig nahm dabei auch der mittlere prozentuale Anteil für die Selbstkorrekturen (SK) zu. Im Folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Analyse nacheinander für die erhobenen Parameter berichtet.

3.2 Textlänge

Die zweifaktorielle ANOVA zur Abschreibaufgabe ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang des Schreibmediums mit der Textlänge ($F(1, 100) = 19.68, p < .001$). Die Kinder beider Gruppen schrieben in der vorgegebenen Zeit mehr Wörter mit der Hand ab (Kontrollgruppe $MW = 42.00, SD = 0.00$; Kinder mit LRS/RS $MW = 42.00, SD = 0.00$) als mittels Tastatur (Kontrollgruppe $MW = 38.33, SD = 6.88$; Kinder mit LRS/RS $MW = 34.09, SD = 11.04$). Jedoch unterschieden sich die produzierten Textlängen nicht signifikant zwischen beiden Gruppen ($F(1, 100) = 2.89, p = .09$). Auch die Interaktion war nicht signifikant ($F(1, 100) = 2.94, p = .09$).

Tab. 2. Gruppenmittelwerte zur *Rechtschreibgenauigkeit*, *Schreibzeiten* und *Korrekturverhalten*

	Kontrollkinder		Kinder mit LRS/RS	
	Hand MW (SD)	Tastatur MW (SD)	Hand MW (SD)	Tastatur MW (SD)
GKS (%)	99.26 (1.93)	96.84 (3.35)	97.68 (3.88)	93.00 (7.21)
VL (%)	100.00 (0.00)	99.17 (3.38)	99.94 (1.75)	99.27 (2.35)
SON (%)	99.36 (1.44)	98.03 (3.27)	98.04 (3.28)	95.68 (3.91)
SZ (sec)/W	5.16 (1.44)	5.56 (2.29)	4.85 (1.45)	7.62 (4.58)
SK (%)	3.17 (2.81)	9.52 (5.35)	2.48 (3.24)	11.79 (8.14)
TL	42.00 (0.00)	38.33 (6.88)	42.00 (0.00)	34.09 (11.04)
GKS (%)	96.40 (3.85)	94.00 (5.63)	83.90 (9.63)	84.40 (6.63)
VL (%)	96.13 (7.69)	95.80 (7.78)	77.54 (22.53)	78.36 (18.65)
SON (%)	98.76 (1.77)	97.36 (2.38)	92.50 (4.60)	93.00 (3.63)
SZ (sec)/W	4.27 (1.43)	5.88 (2.90)	4.29 (1.54)	7.20 (4.38)
SK (%)	6.62 (5.82)	13.99 (9.06)	6.01 (4.10)	18.86 (11.39)
TL	52.66 (16.75)	50.10 (23.88)	50.59 (16.53)	43.45 (18.83)

Anm: Gruppenmittelwerte getrennt nach Aufgaben; Rechtschreibregeln (GKS=Groß- und Kleinschreibung, VL=Vokallänge, SON=Sonstige), SZ=Schreibzeiten in Sekunden pro Wort, SK=Selbstkorrekturen und TL= Textlänge

Vergleichbar dazu ließ sich bei der Bildbeschreibung in der ANOVA kein signifikanter Zusammenhang zwischen Schreibmedium und Textlänge nachweisen ($F(1, 100) = 0.005, p = .94$). Es fand sich ebenfalls weder ein signifikanter Effekt der Untersuchungsgruppe auf die Länge der produzierten Texte ($F(1, 100) = 0.47, p = .49$) noch eine Interaktion zwischen den Variablen ($F(1, 100) = 0.009, p = .92$).

3.3 Rechtschreibgenauigkeit

Die *Rechtschreibgenauigkeit* wurde in einer regelspezifischen Analyse mithilfe separater LMMs für die Abschreibaufgabe und die Bildbeschreibung untersucht. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die geschätzten Modellparameter, Konfidenzintervalle und p-Werte.

Tab. 3: Gemischte Modelle für die Rechtschreibgenauigkeit

	Abschreiben		Bildbeschreibung	
GKS				
Probanden SD^a	0.02 [0.11, 1.74]	---	4.54 [3.52, 5.48]	---
Residuale SD^a	6.52 [8.85, 7.09]	---	4.01 [3.73, 4.43]	---
Intercept	89.80 [80.51, 99.09]	<.001	88.95 [75.36, 106.23]	<.001
Alter	0.83 [0.01, 1.64]	.06	0.81 [-0.38, 2.02]	.19
Geschlecht ^b (Jungen)	-3.06 [-4.58, -1.25]	<.001	-4.19 [-6.48, -1.54]	<.05
Gruppe (LRS/RS) ^b	-6.76 [-9.28, -4.42]	<.001	-12.11 [-14.90, -9.33]	<.001
Mode (Tastatur) ^b	-2.38 [-4.69, -0.07]	<.05	-2.40 [3.58, -1.21]	<.001
Mode*Gruppe	0.29 [-3.25, 3.84]	.87	2.90 [1.07, 4.72]	<.05
Vokallänge				
Probanden SD^a	1.25 [0.23, 1.78]	---	10.70 [8.28, 12.85]	---
Residuale SD^a	12.51 [11.23, 13.61]	---	9.28 [8.48, 10.07]	---
Intercept	88.78 [70.96, 100.00]	<.001	80.19 [48.44, 111.95]	<.001
Alter	0.97 [-0.59, 2.33]	.22	1.71 [-1.10, 4.52]	.25
Geschlecht ^b (Jungen)	-4.02 [-7.47, -0.57]	<.05	-7.95 [-14.14, -1.76]	<.05
Gruppe (LRS/RS) ^b	-9.14 [-13.98, -4.30]	<.001	-17.90 [-24.38, -11.42]	<.001
Mode (Tastatur) ^b	-0.58 [-5.01, 3.84]	.79	-0.33 [-3.03, 2.37]	.80
Mode*Gruppe	0.81 [-6.00, 7.62]	.81	1.15 [-3.00, 5.30]	.58
Sonstige				
Probanden SD^a	1.25 [0.23, 1.78]	---	2.25 [1.73, 2.71]	---
Residuale SD^a	3.08 [2.75, 3.43]	---	2.11 [1.93, 2.30]	---
Intercept	93.91 [88.34, 99.49]	<.001	95.08 [88.33, 101.84]	<.001
Alter	0.49 [0.01, 0.99]	.06	0.36 [-0.23, 0.96]	.25
Geschlecht ^b (Jungen)	-1.19 [-2.27, -0.10]	<.05	-0.99 [-2.31, -0.32]	.15
Gruppe (LRS/RS) ^b	-3.72 [-5.08, -2.35]	<.001	-6.19 [-7.58, -4.80]	<.001
Mode (Tastatur) ^b	-1.36 [-2.46, 0.26]	<.05	-1.40 [-2.01, -0.78]	<.001
Mode*Gruppe	0.43 [-1.26, 2.12]	.61	1.90 [0.94, 2.85]	<.001

Anm: ^aZufällige-Effekte; ^bDummy-Kodierung, Konfidenzintervalle geschätzt mittels Bootstrap-Methode; p-Werte sind für t-Statistiken unter Verwendung der Satterthwaite-Methode für Freiheitsgrade im Nenner.

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die Zugehörigkeit zur Gruppe der Kinder mit LRS/RS eine signifikant geringere Rechtschreibleistung in beiden Aufgaben für alle Rechtschreibregeln (Abschreiben: GKS: $\beta = -6.67$, VL: $\beta = -9.14$ und Sonstige: $\beta = -3.72$; Bildbeschreibung GKS: $\beta = -12.11$, VL: $\beta = -17.90$ und Sonstige: $\beta = -1.40$) vorhersagte. Der Einfluss des Schreibmediums wurde im Modell für die GKS (Abschreiben: $\beta = -2.38$; Bildbeschreibung: $\beta = -2.40$) und sonstige Rechtschreibregeln (Abschreiben $\beta = -1.36$; Bildbeschreibung: $\beta = -1.40$) als signifikant beobachtet, nicht aber für die Vokallänge (Abschreiben $\beta = -0.58$; Bildbeschreibung: $\beta = -0.33$). Demnach führte der Einfluss des Schreibmediums zu einer geringeren *Rechtschreibgenauigkeit* in GKS und Selbstkorrekturen.

Für die Bildbeschreibung zeigte sich im LMM eine Interaktion zwischen den Untersuchungsgruppen und dem Schreibmedium (GKS: $\beta = 2.90$ und Sonstige: $\beta = 2.90$). Diese bedeutete für die Kontrollkinder, dass die *Rechtschreibgenauigkeit* beim Tippen auf der Computertastatur abnahm (GKS: Hand: $M = 96.40$, $SD = 3.85$ vs. Tastatur $M = 94.00$, $SD = 5.63$; Sonstige: Hand: $M = 98.76$, $SD = 1.77$ vs. Tastatur $M = 97.36$, $SD = 2.38$), während sich die Rechtschreibleistung der Kinder mit LRS/RS beim Schreiben mittels Tastatur verbesserte (GKS: Hand: $M = 83.90$, $SD = 9.63$ vs. Tastatur $M = 84.40$, $SD = 6.63$; Sonstige: Hand: $M = 92.50$, $SD = 4.60$ vs. Tastatur $M = 93.00$, $SD = 3.63$) im Vergleich zum Schreiben mit der Hand.

Außerdem bedeutete der signifikante Einfluss von Geschlecht eine schlechtere Rechtschreibleistung für Jungen sowohl für das Abschreiben als auch die Bildbeschreibung. Die meisten Fehler traten bei der Markierung der Vokallänge auf. Ein Einfluss des Alters ging aus dem Modell hingegen nicht hervor.

3.4 Schreibzeiten

Zur Analyse der *Schreibzeiten* wurde die individuelle Schreibzeit pro Wort [SZ (sec)/Wort] als abhängige Variable in den LMMs berücksichtigt. Tabelle 4 (oben) gibt die geschätzten Modellparameter, Konfidenzintervalle und p-Werte an.

Tab. 4: Gemischte Modelle für Schreibzeiten und Korrekturverhalten

	Abschreiben		Bildbeschreibung	
Schreibzeiten (sec / Wort)				
Probanden SD ^a	0.44 [0.00, 1.37]	---	1.09 [0.00, 1.74]	---
Residuale SD ^a	2.52 [2.06, 2.86]	---	2,36 [1.93, 2.82]	---
Intercept	12.67 [7.50, 17.84]	<.001	13,34 [7.74, 18.95]	<.001
Alter	-0.68 [-1.13, -0.22]	<.05	-0.83 [-1.33, -0.34]	<.05
Geschlecht ^b (Jungen)	0.51 [-0.48, 1.52]	.32	1.04 [-0.04, 2.12]	.07
Gruppe (LRS/RS) ^b	-0.30 [-1,68, 1.08]	.67	-0.01 [-1.41, 1.40]	.99
Mode (Tastatur) ^b	0.40 [-0.87, 1.66]	.54	1.60 [0.42, 2.80]	<.05
Mode*Gruppe	2.39 [0.44, 4.33]	<.05	1.30 [-0.53, 3.19]	.17
Korrekturverhalten (%)				
Probanden SD ^a	1,21 [0.00, 2.29]	---	3.81 [0.00, 5.60]	---
Residuale SD ^a	5,14 [4.38, 5.75]	---	6.72 [5.50, 8.09]	---
Intercept	12.40 [2.15, 22.64]	<.05	25.24[8,10, 42.38]	<.001
Alter	-0,84 [-1.74, 0,06]	.07	-1.73 [-3.24, -0,21]	<.05
Geschlecht ^b (Jungen)	0.66 [-1.32, 2.64]	.52	-2.29 [-1,04, 5.61]	.19
Gruppe (LRS/RS) ^b	-0,65 [-3.43, 2.12]	.65	-0,66[-4.84, 3.52]	.76
Mode (Tastatur) ^b	6,35 [3.79, 8.89]	<.001	7,37 [3.97, 10.76]	<.001
Mode*Gruppe	2.96 [-0.95, 6.88]	.14	5.60 [0.37, 10.82]	<.05

Anm: ^aZufällige-Effekte; ^bDummy-Kodierung, Konfidenzintervalle geschätzt mittels Bootstrap-Methode; p-Werte sind für t-Statistiken unter Verwendung der Satterthwaite-Methode für Freiheitsgrade im Nenner.

Die Ergebnisse unterschieden sich zwischen den Aufgaben: In der Abschreibaufgabe wurde kein signifikanter Einfluss von Gruppe und Schreibmedium auf die Schreibzeiten beobachtet. Allerdings war die Interaktion beider Variablen signifikant. Dies wies darauf hin, dass sich der Modeffekt je nach Gruppenzugehörigkeit unterschiedlich auswirkte. Beim Abschreiben mit der Hand waren die Kinder mit LRS/RS ($M = 4.85$, $SD = 1.45$) schneller als die Kontrollkinder ($M = 5.16$, $SD = 1.44$). Beim Abtippen war es genau umgekehrt (Kinder mit LRS/RS: $M = 7.62$, $SD = 4.58$; Kontrollkinder $M = 5.56$, $SD = 2.29$).

In der Bildbeschreibung zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Schreibmediums ($\beta = 1.60$) auf die unterschiedlichen *Schreibzeiten* im LMM. Beim Schreiben mit der Hand waren die Kinder beider Gruppen (Kinder mit LRS/RS: $M = 4.29$, $SD = 1.54$; Kontrollkinder: $M = 4.27$, $SD = 1.43$) langsamer als beim Tippen auf der Computertastatur (Kinder mit LRS/RS: $M = 7.20$, $SD = 4.38$; Kontrollkinder: $M = 5.88$, $SD = 1.54$).

Zusätzlich ließ sich ein signifikanter Einfluss des Alters in beiden Aufgaben identifizieren. Die mittlere *Schreibzeit* reduzierte sich mit jedem Lebensjahr um $\beta = -0,68$ Sekunden pro Wort für das Abschreiben bzw. $\beta = -0,83$ Sekunden pro Wort bei der Bildbeschreibung.

3.5 Korrekturverhalten

Bei der Analyse des *Korrekturverhaltens* fiel auf, dass sich der Zeitpunkt, zu dem die Kinder eine Korrektur vornahmen, zwischen den Medien unterschied. Während Tippfehler am Computer überwiegend sofort korrigiert wurden, erfolgte die Korrektur der Schreibfehler meist nach einem erneuten Lesen des Textes.

Das *Korrekturverhalten* wurde über die Anzahl an Selbstkorrekturen in Prozent [SK (%)] operationalisiert. Tabelle 4 (unten) berichtet die Parameter und statistischen Kennwerte.

Für beide Aufgaben zeigten die separat durchgeführten LMMs einen signifikanten Einfluss des Schreibmediums auf die Anzahl an Selbstkorrekturen. Die Anzahl an Selbstkorrekturen (in %) erhöhte sich beim Abschreiben signifikant für alle Kinder, wenn sie von der Hand (Kinder mit LRS/RS: $M = 2.48$, $SD = 3.24$; Kontrollkinder: $M = 3.17$, $SD = 2.81$) zur Computertastatur wechselten (Kinder mit LRS/RS: $M = 11.79$, $SD = 8.14$; Kontrollkinder: $M = 9.52$, $SD = 5.35$). Gleiches galt für die Bildbeschreibung: Kinder beider Gruppen korrigierten mehr, wenn sie tippten (Kinder mit LRS/RS: $M = 18.86$, $SD = 11.39$; Kontrollkinder: $M = 13.99$, $SD = 9.06$), als wenn sie mit der Hand schrieben (Kinder mit LRS/RS: $M = 6.01$, $SD = 4.10$ Kontrollkinder: $M = 6.62$, $SD = 5.82$). Zusätzlich fand sich eine signifikante Interaktion zwischen dem Schreibmedium und der Gruppe. Die Interaktion zeigte an, dass sich Kontrollkinder beim Schreiben mit der Hand mehr korrigierten ($M = 6.62$, $SD = 5.82$ vs. LRS/RS: ($M = 6.01$, $SD = 4.10$), während Kinder mit LRS/RS mehr Tippfehler korrigierten ($M = 18.86$, $SD = 11.39$ vs. Kontrollkinder: $M = 13.99$, $SD = 9.06$).

4 Diskussion

In der vorliegenden Studie verglichen wir den Einfluss des Schreibmediums (d. h. Hand vs. Tastatur) auf die Schreibfähigkeiten von Kindern mit und ohne LRS/RS in einer Aufgabe zum Abschreiben und einer freien Textproduktion anhand einer Bildbeschreibung. Wir analysierten die *Rechtschreibgenauigkeit*, *Schreibzeiten* und das *Korrekturverhalten* der Kinder getrennt für beide Aufgaben. Im Folgenden diskutieren wir die Ergebnisse anhand der drei erhobenen Parameter und ordnen unsere Befunde in die gegenwärtige Literatur ein.

4.1 Rechtschreibgenauigkeit

Wir untersuchten den Einfluss des Schreibmediums auf die *Rechtschreibgenauigkeit* anhand der von Jung et al. (2021) vorgeschlagenen regelspezifischen Analyse, mit der sich über einzelne Rechtschreibregeln beispielsweise phonologische (über die Vokallänge) und syntaktische Prozesse (über die GKS) erfassen lassen.

Übereinstimmend mit den bisherigen Ergebnissen auf Einzelwortebene (Jung et al., 2021) unterschied sich die *Rechtschreibgenauigkeit* beim Abschreiben und der Bildbeschreibung signifikant zwischen beiden Gruppen, auch auf der Ebene der Textproduktion. Kindern mit LRS/RS unterliefen in beiden Aufgaben signifikant mehr Fehler als Kindern der Kontrollgruppe. Dieser Befund zeigte sich für alle Regeln und weist auf Defizite auf mehreren linguistischen Ebenen hin (Berninger, Winn, et al., 2008; Cidrim & Madeiro, 2017). Darüber hinaus verdeutlicht der signifikante Einfluss des Geschlechts, dass diese Probleme bei Jungen noch einmal gravierender waren als bei Mädchen (Berninger & Fuller, 1992; Berninger, Nielsen, et al., 2008).

Hinsichtlich des Mode-Effekts auf die Rechtschreibleistung fand sich kein Zusammenhang zwischen dem Schreibmedium und der phonologischen Bewusstheit, erfasst über die Vokallänge (vgl. Moll et al., 2009). Allerdings wurden die GKS und sonstige Regeln insofern signifikant vom Schreibmedium beeinflusst, als dass sie öfter fehlerhaft geschrieben wurden. Als mögliche Ursachen für diesen Befund lassen sich drei wesentliche Gründe anführen: Erstens ist die Großschreibung mit zusätzlichem schreibmotorischem Aufwand verbunden (d. h. den zusätzlichen Tastendruck der Umschalt-Taste). Dieser zusätzliche motorische Aspekt könnte zu einer höheren Fehlerrate führen. Zweitens stellt die Großschreibung von Wörtern innerhalb eines Satzes grundsätzlich eine der größten Schwierigkeiten der deutschen Sprache dar (Günther & Nünke, 2005). Drittens könnte der beobachtete Verzicht auf korrekte GKS in informellen Schreibkontexten (wie zum Beispiel Textnachrichten) die Rechtschreibleistung beim Schreiben mit der Tastatur auch in formellen Untersuchungen der Schriftsprache beeinflussen. So beobachteten unter anderem Wood et al. (2014), dass beim Verschicken von Textnachrichten in sozialen Medien häufig auf die Kapitalisierung verzichtet wird. Gleichzeitig scheint das Schreiben mittels Tastatur insgesamt anfälliger für Tippfehler zu sein, wie auch der signifikante Mode-Effekt für die Kategorie sonstige Fehler verdeutlicht (Goldberg et al., 2003).

Die signifikante Interaktion zwischen Untersuchungsgruppe und Schreibmedium deutete darauf hin, dass sich der Wechsel vom Schreiben mit der Hand hin zur Tastatur bei der Bildbeschreibung unterschiedlich auf die Kinder mit und ohne LRS/RS auswirkte. Kinder mit LRS/RS verbesserten sich in der GKS im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dieser Effekt fand sich auch für die Kategorie sonstige Fehler, nicht jedoch für die Vokallänge.

Entgegen anderslautenden Befunden in der Literatur beobachteten wir keinen signifikanten Effekt des Alters auf die *Rechtschreibgenauigkeit* in beiden Aufgaben (vgl. Jung et al., 2021; Feng et al., 2019; Horne et al., 2011; Goldberg, 2003), wenn auch eine Tendenz für einen möglichen Zusammenhang. Bedeutsam ist dieser Befund im Vergleich zu den Ergebnissen von Jung und Kollegen (2021). Die Autoren berichteten, dass beim Diktatschreiben in derselben Stichprobe mit zunehmendem Alter signifikant weniger Rechtschreibfehler in beiden Gruppen auftraten. Eine Erklärung für diesen Widerspruch liegt möglicherweise in der Art der Aufgabe: Das Wortmaterial, das Jung und Kollegen (2021) für ihr Lückensatzdiktat verwendeten, wurde aus dem Curriculum der Klassenstufen 5 bis 7 ausgewählt [Bildungsplan Sekundarstufe I, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (KM), 2016]. Damit waren die Stimuli für jüngere Kinder per se schwieriger als für ältere. Im Gegensatz dazu ist eine Abschreibaufgabe, bei der die korrekte Wortform visuell vorgegeben ist, für alle Altersgruppen leichter zu lösen, was sich auch in der hohen *Rechtschreibgenauigkeit* in dieser Aufgabe zeigt. Bei der freien Textproduktion könnten die Kinder hingegen versuchen, potenzielle Rechtschreibfehler zu vermeiden, indem sie nur einfache, ihnen bekannte Wörter für die Bildbeschreibung verwendeten, was eine altersunabhängige Strategie sein sollte. Zusammenfassend scheint es also erwartbar, dass die verschiedenen Aufgaben auch unterschiedlichen Einflüssen des Schreibmediums unterliegen.

4.2 Schreibzeiten

Hinsichtlich der *Schreibzeiten* konnten wir für die Abschreibaufgabe weder für die Gruppenzugehörigkeit noch für das Schreibmedium einen signifikanten Einfluss auf die Schreibgeschwindigkeit beobachten, jedoch eine signifikante Interaktion beider Variablen. Diese verweist auf unterschiedliche *Schreibzeiten* in den Gruppen in Abhängigkeit des Schreibmediums. Kinder mit LRS/RS waren schneller beim Abschreiben, und Kontrollkinder waren schneller beim Abtippen. Für die Einzelwortebene konnten Jung et al. (2021) diesen Befund dagegen nicht beobachten. Dies kann verschiedene Gründe haben. Zum einen korrigierten wir in der vorliegenden Analyse die *Schreibzeiten* nicht für die Dauer der Selbstkorrekturen, so dass sich die Korrekturzeiten zu den reinen Schreibzeiten addierten. Da Kinder mit LRS/RS am Computer deskriptiv betrachtet mehr korrigierten als die Kontrollkinder, sind die *Schreibzeiten* insgesamt höher – wenn auch nicht signifikant. Der Zusammenhang zwischen Selbstkorrekturen und *Schreibzeiten* wird auch in bisherigen Befunden in der Literatur berichtet (Berninger et al., 2015; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, et al., 2016). Zum anderen fanden Jung und Kollegen (2021) identische Schreibzeiten auf Einzelwortebene für beide Gruppen in der handschriftlichen Bedingung. In der aktuellen Studie, d. h. auf Textebene, hingegen schrieben die Kinder mit LRS/RS mit der Hand etwas schneller als die Kontrollkinder (vgl. Berninger, Nielsen, et al., 2008; Sumner et al., 2013; für gegensätzliche Befunde).

Die Schreibgeschwindigkeit bei der Bildbeschreibung wurde allein durch das Schreibmedium beeinflusst. Die Kinder in beiden Gruppen benötigten für die Bildbeschreibung am Computer signifikant mehr Zeit pro Wort als beim Schreiben mit der Hand. Ähnliche Ergebnisse wurden bereits in früheren Untersuchungen berichtet (Alves et al., 2016; Connelly et al., 2007; Feng et al., 2019; Wollscheid, Sjaastad, & Tømte, 2016) und fanden sich auch auf Einzelwortebene (Jung et al., 2021). Sie lassen sich möglicherweise auf eine geringere Vertrautheit mit dem Medium Computer zurückführen (Berninger et al., 2015; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, et al., 2016). Mit dem Alter nimmt auch die Nutzung und damit die Vertrautheit im Umgang mit digitalen Medien zu (Horne et al., 2011). Entsprechend diesen Erwartungen zeigten die vorliegenden Ergebnisse, dass das Alter einen signifikanten Zusammenhang mit der Länge der *Schreibzeiten* aufwies. Mit zunehmendem Alter stieg die Schreibgeschwindigkeit in beiden Aufgaben. Obwohl in der Literatur ähnliche Befunde berichtet wurden (Sumner et al., 2013; Weigelt-Marom & Weintraub, 2018), möchten wir an dieser Stelle auf eine Limitierung der vorliegenden Studie hinweisen: Wir haben nicht erfasst, inwieweit die Kinder unterschiedliche Instruktionen zum Schreiben mittels Tastatur, zum Beispiel in der Schule, erhalten haben. Darüber hinaus haben wir vom Alter der Kinder auf ihre Computererfahrung geschlossen und diese nicht mittels eines standardisierten Fragebogens (z. B. INCOBI-R, Richter, Naumann, & Horz, 2010) erfasst. Aus diesen Gründen können wir keine Aussage darüber treffen, inwieweit derlei Effekte die *Schreibzeiten* kausal beeinflusst haben.

4.3 Korrekturverhalten

In beiden Aufgaben zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Schreibmediums auf das *Korrekturverhalten*. In der Abschreibaufgabe war dieser Einfluss unabhängig von den Untersuchungsgrup-

pen: Die Kinder beider Gruppen korrigierten ihre Rechtschreibung signifikant häufiger, wenn sie mittels Tastatur schrieben im Vergleich zum handschriftlichen Schreiben. Die Zunahme an Selbstkorrekturen ist damit zu erklären, dass das Tippen mit der Computertastatur fehleranfälliger ist als das Schreiben mit der Hand, was sich auch allgemein in der reduzierten *Rechtschreibgenauigkeit* zeigte (Feng et al., 2019; Freeman et al., 2005; Goldberg et al., 2003). Interessanterweise wurden die Selbstkorrekturen eher „online“, das heißt während der Abschreibaufgabe, durchgeführt und nicht am Ende des Textes, wie es normalerweise beim handschriftlichen Schreiben meist der Fall ist. Damit verhielten sich die Kinder in dieser Studie ähnlich wie bereits von Goldberg et al. (2003) für ältere Kinder berichtet.

Bei der Bildbeschreibung fand sich über den reinen Mode-Effekt hinaus eine signifikante Interaktion zwischen dem Schreibmedium und den Untersuchungsgruppen. Kinder mit LRS/RS korrigierten ihre Schreibfehler beim Schreiben mit der Hand weniger häufig als die Kinder in der Kontrollgruppe. Ihre Fehler beim Tippen auf der Computertastatur korrigierten sie indes häufiger. Letzteres ist auch in früheren Studien schon berichtet worden (Goldberg et al., 2003; Wollscheid, Sjaastad, & Tømte, 2016; Wollscheid, Sjaastad, Tømte, et al., 2016). Dennoch ist dieses Ergebnis für die aktuelle Studie eher überraschend, da die Kinder hier keine visuelle Rückmeldung über ihre Rechtschreibleistung, wie durch eine automatische Fehlerkorrektur, erhielten. Möglicherweise lassen sich die Befunde darauf zurückführen, dass die Kinder mit LRS/RS insgesamt langsamer auf der Computertastatur schrieben als mit der Hand, wodurch ihnen Tippfehler leichter auffielen. Gleichzeitig könnten gedruckte Blockbuchstaben die Lesbarkeit der eigenen Texte verbessern (MacArthur, 2009) und Tippfehler besser erkannt werden. Allerdings waren die Korrekturversuche der Kinder mit LRS/RS weniger erfolgreich, was sich in einer insgesamt reduzierten Schreibgenauigkeit (d. h. mehr Fehlern) abbildete. Ähnliche Ergebnisse wurden auch auf Einzelwortebene berichtet (Jung et al., 2021; Morken & Helland, 2013).

Letztlich ließ sich beobachten, dass die Anzahl an Selbstkorrekturen mit zunehmendem Alter abnahm, was aller Wahrscheinlichkeit nach auf eine zunehmende Sicherheit im Umgang mit dem Computer zurückgeführt werden kann. Es ist ebenfalls wahrscheinlich, dass eine zusätzliche automatische Fehlererkennung durch ein Textverarbeitungsprogramm den Anteil der Selbstkorrekturen sogar noch erhöht hätte. Ohne diese zusätzliche Unterstützung profitierten die Kontrollkinder nicht vom Schreiben mit der Computertastatur. Die Kinder mit LRS/RS in der Bildbeschreibung hingegen schon, anders als beim Abschreiben oder dem Schreiben nach Diktat (Jung et al., 2021).

5 Zusammenfassung und Implikationen für die Praxis

Zusammenfassend zeigte unsere Studie, dass sich *Rechtschreibgenauigkeit*, *Schreibzeiten* und *Korrekturverhalten* verändern können, wenn Kinder mit und ohne LRS/RS bei der Textproduktion vom Schreiben mit der Hand hin zur Computertastatur wechseln. Diese Veränderungen betreffen insbesondere die GKS, die sich durch das gleichzeitige Drücken der Umschalt-Taste von allen anderen Rechtschreibregeln abhebt. Mit dem Schreiben assoziierte linguistische Prozesse, wie die phonologische Bewusstheit (gemessen über die Vokallängendiskrimination), bleiben davon unberührt. Anders als die Kontrollkinder, profitierten die Kinder mit LRS/RS vom Schreiben auf der Tastatur und machten weniger Fehler bei der Bildbeschreibung am Computer als mit der Hand, was durch vermehrte Selbstkorrekturen bedingt zu sein schien. Das bedeutet jedoch nicht, dass allein das Schreiben mittels Tastatur zu einer höheren *Rechtschreibgenauigkeit* führt.

Auf Grundlage der vorliegenden Studienergebnisse ergeben sich für die computerbasierte Untersuchung von Rechtschreibfähigkeiten unter anderem folgende Implikationen: Erstens ermöglicht die Betrachtung einzelner Rechtschreibregeln genauere Rückschlüsse auf die mit dem Schreiben assoziierten linguistischen und syntaktischen Prozesse. Diese wären bei einer dichotomen richtig/falsch-Bewertung auf Gesamtwortebene nicht in einem vergleichbaren Maße möglich. Zweitens lässt sich diese regelspezifische Betrachtung sowohl auf Einzelwort- als auch auf Textebene anwenden. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die verschiedenen Aufgaben unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich bringen: Aufgaben zum Diktat- und Abschreiben haben den Vorteil, dass sie sich leicht standardisieren lassen. Sie erfordern außerdem keine Textplanungsprozesse (Morken & Helland, 2013). Die Ergebnisse beim Diktatschreiben können jedoch z. B. durch Prosodie, dialektale Einflüsse und Diktiergeschwindigkeit beeinflusst werden, während sich eine geringere Lesekompetenz vor allem negativ auf die Abschreibleistung auswirken kann (Re & Cornoldi, 2015). In der freien Textproduktion ist es möglich, dass die Analyse

von Rechtschreibfehlern durch die Wortwahl der Kinder verzerrt wird, weil die Kinder kompliziertere Wörter vermeiden könnten. Letztlich können diese Besonderheiten dazu führen, dass Mode-Effekte sich unterschiedlich für verschiedene Aufgaben zeigen. Dies würde erklären, weshalb sie sich nicht auf Einzelwortebene, sondern erst auf Textebene zeigen. Ein Hinweis darauf wären die Unterschiede in der Textlänge bei der Bildbeschreibung, die sich auch in weiteren Studien gezeigt haben (Feng et al., 2019; Goldberg et al., 2003). Werden diese Aspekte berücksichtigt, zeigt sich die computerbasierte Untersuchung von Schriftsprachkompetenzen als vielversprechendes Instrument für den Einsatz in pädagogischen und therapeutischen Kontexten.

Danksagung

Wir danken allen teilnehmenden Kindern, ihren Eltern sowie den Einrichtungen, die diese Studie möglich gemacht haben. Wir danken auch unseren studentischen Hilfskräften für ihre Unterstützung bei der Datenerhebung und -aufbereitung.

Literatur

- Alamargot, D. (2006). *Eye and Pen (A new device for studying reading)*. 38(2), 287–299.
- Alexander-Passe, N. (2006). How dyslexic teenagers cope: An investigation of self-esteem, coping and depression. *Dyslexia*, 12(4), 256–275. <https://doi.org/10.1002/dys.318>
- Alves, R. A., Limpo, T., Fidalgo, R., Carvalhais, L., Pereira, L. Á., & Castro, S. L. (2016). The impact of promoting transcription on early text production: Effects on bursts and pauses, levels of written language, and writing performance. *Journal of Educational Psychology*, 108(5), 665.
- Anderson, J. R. (2005). *Cognitive psychology and its implications*, London, UK: Worth Publishers.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. *R Package Version*, 1(7), 1–23.
- Beers, S. F., Mickail, T., Abbott, R., & Berninger, V. (2017). Effects of transcription ability and transcription mode on translation: Evidence from written compositions, language bursts and pauses when students in grades 4 to 9, with and without persisting dyslexia or dysgraphia, compose by pen or by keyboard. *Journal of Writing Research*, 9(1), 1.
- Berninger, V. W., & Fuller, F. (1992). Gender differences in orthographic, verbal, and compositional fluency: Implications for assessing writing disabilities in primary grade children. *Journal of School Psychology*, 30(4), 363–382. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(92\)90004-O](https://doi.org/10.1016/0022-4405(92)90004-O)
- Berninger, V. W., Nagy, W., Tanimoto, S., Thompson, R., & Abbott, R. D. (2015). Computer instruction in handwriting, spelling, and composing for students with specific learning disabilities in grades 4–9. *Computers & Education*, 81, 154–168.
- Berninger, V. W., Nielsen, K. H., Abbott, R. D., Wijsman, E., & Raskind, W. (2008). Gender differences in severity of writing and reading disabilities. *Journal of School Psychology*, 46(2), 151–172. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2007.02.007>
- Berninger, V. W., Winn, W. D., Stock, P., Abbott, R. D., Eschen, K., Lin, S.-J. C., ... others. (2008). Tier 3 specialized writing instruction for students with dyslexia. *Reading and Writing*, 21(1–2), 95–129.
- Carpenter, R., & Alloway, T. (2019). Computer Versus Paper-Based Testing: Are They Equivalent When it Comes to Working Memory? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(3), 382–394. <https://doi.org/10.1177/0734282918761496>
- Chesnet, D., & Alamargot, D. (2005). Analyse en temps réel des activités oculaires et grapho-motrices du scripteur: intérêt du dispositif {guillemotleft}Eye and Pen{guillemotright}. *L'année Psychologique*, 105(3), 477–520.
- Cidrim, L., & Madeiro, F. (2017). Studies on spelling in the context of dyslexia: a literature review. *Revista CEFAC*, 19(6), 842–854. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201719610317>
- Connelly, V., Gee, D., & Walsh, E. (2007). A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 479–492. <https://doi.org/10.1348/000709906X116768>
- Feng, L., Lindner, A., Ji, X. R., & Malatesha Joshi, R. (2019). The roles of handwriting and keyboarding in writing: a meta-analytic review. *Reading and Writing*, 32(1), 33–63. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9749-x>
- Frahm, S. (2013). *Computerbasierte Testung der Rechtschreibleistung in Klasse fünf-eine empirische Studie zu Mode-Effekten im Kontext des Nationalen Bildungspanels*, Berlin: Logos Verlag.
- Freeman, A. R., Mackinnon, J. R., & Miller, L. T. (2005). Keyboarding for students with handwriting problems: A literature review. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 25(1–2), 119–147.
- Goldberg, A., Russell, M., & Cook, A. (2003). The effect of computers on student writing: A meta-analysis of studies from 1992 to 2002. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 2(1), 2–51. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400136>
- Graham, S., Harris, K. R., & Fink, B. (2000). Is handwriting causally related to learning to write? Treatment of handwriting problems in beginning writers. *Journal of Educational Psychology*, 92(4), 620.
- Graham, S., Schafer, W., Berninger, V., & Weintraub, N. (1998). Development of handwriting speed and legibility in grades 1–9. *Journal of Educational Research*, 92(1), 42–52. <https://doi.org/10.1080/00220679809597574>
- Günther, H., & Nünke, E. (2005). *Warum das Kleine großgeschrieben wird, wie man das lernt und wie man das lehrt*.
- Horne, J., Ferrier, J., Singleton, C., & Read, C. (2011). Computerised assessment of handwriting and typing speed. *Educational and Child Psychology*, 28(2), 52.
- James, K. H., & Gauthier, I. (2006). Letter processing automatically recruits a sensory-motor brain network. *Neuropsychologia*, 44(14), 2937–2949.
- Jung, S., Moeller, K., Klein, E., & Heller, J. (2021). Mode effect: An issue of perspective? Writing mode differences in a spelling assessment in German children with and without developmental dyslexia. *Dyslexia*.

- Kandel, S., Lassus-Sangosse, D., Grosjacques, G., & Perret, C. (2017). The impact of developmental dyslexia and dysgraphia on movement production during word writing. *Cognitive Neuropsychology*, 34(3–4), 219–251.
- Longcamp, M., Anton, J.-L., Roth, M., & Velay, J.-L. (2003). Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing. *NeuroImage*, 19(4), 1492–1500. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00088-0](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00088-0)
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M. T., & Velay, J. L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, 119(1), 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.10.019>
- MacArthur, C. A. (2009). Reflections on Research on Writing and Technology for Struggling Writers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(2), 93–103. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2009.00283.x>
- Mangen, A., & Velay, J.-L. (2010). Digitizing Literacy: Reflections on the Haptics of Writing. *Advances in Haptics*, 385–403. <https://doi.org/10.5772/8710>
- Martlew, M. (1992). Handwriting and spelling: Dyslexic children's abilities compared with children of the same chronological age and younger children of the same spelling level. *British Journal of Educational Psychology*, 62(3), 375–390.
- May, P. (2002). *Hamburger Schreibprobe (HSP): zur Erfassung der grundlegenden Rechtschreibstrategien*. Verlag für Pädagogische Medien VPM.
- Mogey, N., & Hartley, J. (2013). To write or to type? The effects of handwriting and word-processing on the written style of examination essays. *Innovations in Education and Teaching International*, 50(1), 85–93.
- 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.
- Moll, K., & Landerl, K. (2010). *SLRT-II: Lese- und Rechtschreibtest; Weiterentwicklung des Salzburger Lese- und Rechtschreibtests (SLRT)*. Huber.
- Morken, F., & Helland, T. (2013). Writing in dyslexia: Product and process. *Dyslexia*, 19(3).
- Pinet, S., Ziegler, J. C., & Alario, F. X. (2016). Typing is writing: Linguistic properties modulate typing execution. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(6), 1898–1906.
- Prisacari, A. A., & Danielson, J. (2017). Computer-based versus paper-based testing: Investigating testing mode with cognitive load and scratch paper use. *Computers in Human Behavior*, 77, 1–10.
- Re, A. M., & Cornoldi, C. (2015). Spelling Errors in Text Copying by Children With Dyslexia and ADHD Symptoms. *Journal of Learning Disabilities*, 48(1), 73–82. <https://doi.org/10.1177/0022219413491287>
- Richter, T., Naumann, J., & Horz, H. (2010). Eine revidierte fassung des inventars zur computerbildung (INCOBI-R). *Zeitschrift Fur Pädagogische Psychologie*, 24(1), 23–37. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.a000002>
- Steinbrink, C., Klatte, M., & Lachmann, T. (2014). Phonological, temporal and spectral processing in vowel length discrimination is impaired in German primary school children with developmental dyslexia. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 3034–3045.
- Sumner, E., Connelly, V., & Barnett, A. L. (2013). Children with dyslexia are slow writers because they pause more often and not because they are slow at handwriting execution. *Reading and Writing*, 26(6), 991–1008. <https://doi.org/10.1007/s11145-012-9403-6>
- Vaughn, S., Schumm, J. S., Gordon, J., Vaughn, S., & Schumm, J. S. (1992). *Early Spelling Acquisition: Does Writing Really Beat the Computer? Linked references are available on JSTOR for this article: WRITING REALLY BEAT THE COMPUTER? EARLY SPELLING ACQUISITION: DOES. 15(3), 223–228.*
- Weigelt-Marom, H., & Weintraub, N. (2018). Keyboarding versus handwriting speed of higher education students with and without learning disabilities: Does touch-typing assist in narrowing the gap? *Computers & Education*, 117, 132–140.
- Wollscheid, S., Sjaastad, J., & Tømte, C. (2016). The impact of digital devices vs. Pen(cil) and paper on primary school students' writing skills – A research review. *Computers and Education*, 95, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.001>
- Wollscheid, S., Sjaastad, J., Tømte, C., & Løver, N. (2016). The effect of pen and paper or tablet computer on early writing – A pilot study. *Computers and Education*, 98, 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.008>
- Wood, C., Kemp, N., Waldron, S., & Hart, L. (2014). Grammatical understanding, literacy and text messaging in school children and undergraduate students: A concurrent analysis. *Computers & Education*, 70, 281–290.

Zu den AutorInnen

Dr. Stefanie Jung, ausgebildete Diplom-Logopädin, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für Wissensmedien, Tübingen und Honorardozentin im Studiengang Logopädie an der SRH Hochschule für Gesundheit, Gera. Ihre Forschungsschwerpunkte umfassen das (Wieder-)Erlernen schriftsprachlicher und numerischer Kompetenzen sowie deren kognitive und neuronale Grundlagen. Im Kontext ihrer Promotion untersuchte sie den Einfluss digitaler Technologien auf den Schriftspracherwerb bei Kindern mit und ohne entwicklungsbedingter (Lese-)Rechtschreibschwäche.

Prof. Dr. Korbinian Moeller ist Professor für Mathematische Kognition am Centre for Mathematical Cognition der Loughborough University (Großbritannien). Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind die empirische Untersuchung der kognitiven und neuronalen Grundlagen numerischer Fähigkeiten und deren Entwicklung. Sein Forschungsansatz ist geleitet von der Idee, dass basisnumerische Fähigkeiten als Grundlage für die Entwicklung späterer numerischer wie auch arithmetischer Leistungen dienen und deshalb besonderer Beachtung und Förderung bedürfen.

Kontaktadresse

Dr. Stefanie Jung
Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM)
Schleichstraße 6
72076 Tübingen
E-Mail: s.jung@iwm-tuebingen.de