



Spezifische und unspezifische kognitive Defizite bei Erstklasskindern mit Handschriftschwierigkeiten

Lidia Truxius¹, Claudia M. Roebbers², Judith Sägesser Wyss³ und Michelle N. Maurer^{2,3}

¹Institut für Forschung, Entwicklung und Evaluation, PH Bern, Schweiz

²Institut für Psychologie, Universität Bern, Schweiz

³Institut für Heilpädagogik, PH Bern, Schweiz

Zusammenfassung: *Theoretischer Hintergrund:* Handschriftschwierigkeiten beim Schuleinstieg sind keine Seltenheit, wobei die spezifische Beteiligung kognitiver Prozesse wie den exekutiven Funktionen (EF), sowie der visuomotorischer Integration (VMI) ungeklärt bleiben. *Fragestellung:* Welche kognitiven Defizite sind spezifisch für Kinder mit Handschriftschwierigkeiten und welche Defizite finden sich auch bei Erstklasskindern mit allgemeiner sonderpädagogischer Förderung? *Methode:* Kinder mit Handschriftschwierigkeiten ($N = 13$), Kinder mit sonderpädagogischer Förderung ($N = 16$) und Kinder ohne Förderung (gematchte Vergleichsgruppe; $N = 23$) wurden hinsichtlich kognitiver Prozesse und Schreibleistungen miteinander verglichen. *Ergebnisse:* Kinder mit Handschriftschwierigkeiten zeigten schwächere Leistungen in Massen des Schreibprozesses, im Handschriftunterricht und in der VMI. Auf deskriptiver Ebene war das Arbeitsgedächtnis im Vergleich zur Vergleichsgruppe in beiden Fördergruppen reduziert. *Diskussion und Schlussfolgerung:* Trotz einer eher geringen Stichprobengröße stellte die VMI konsistent ein spezifisches Defizit für Handschriftschwierigkeiten dar. Die Ergebnisse hinsichtlich des Arbeitsgedächtnisses lassen ein unspezifisches Defizit vermuten.

Schlüsselwörter: Handschriftschwierigkeiten, exekutive Funktionen, visuomotorische Integration, Arbeitsgedächtnis

The Specific and Unspecific Characteristics of Cognitive Processes in Children with Handwriting Difficulties

Abstract: *Theoretical background:* Handwriting is an essential fine-motor task to be learned and automatized in early school years since it enables children to engage in further academic learning. Unfortunately, many children struggle with handwriting acquisition in their early school years and therefore require educational support. However, we know little about the specific and unspecific cognitive processes underlying handwriting difficulties in beginning school children. According to the theoretical framework of Berninger and Winn (2006) and previous research, executive functions (EF) and visuomotor integration (VMI) are assumed to be important cognitive processes involved in handwriting difficulties. *Objective:* We investigated the specific and unspecific cognitive processes and characteristics of handwriting in children with difficulties in emerging handwriting. *Method:* We examined EF, VMI, and handwriting in first-graders at the beginning of their handwriting acquisition. We compared three different groups with each other: 1) a graphomotor group (handwriting-specific educational support; $N = 13$), 2) a group from special-needs education ($N = 16$), and 3) a matched reference group (no special educational support; $N = 23$). We compared these groups using the Mann-Whitney U-test. *Results:* Teacher ratings of achievement in handwriting were lower for children with handwriting difficulties and learning difficulties than for children in the reference group. Children in the graphomotor group lifted their pen significantly longer from the paper than children in the reference group. Furthermore, children in the graphomotor group differed from the reference group in their VMI and working memory. Children in the special educational needs group also showed tendencies for lower working memory but not lower VMI. *Discussion and conclusion:* Although the sample size was limited, we identified some specific and unspecific characteristics of children with handwriting difficulties: They hesitate uniquely more often while writing and face more challenges in planning the subsequent writing movements. Reduced VMI is a specific characteristic of children with handwriting difficulties. In contrast, reduced working memory might present an unspecific characteristic, since children with learning difficulties also show tendencies of reduced working memory.

Keywords: handwriting difficulties, executive functions, visuomotor integration, working memory, inhibition, shifting, handwriting acquisition

Auch in modernen Gesellschaften stellt der Erwerb einer automatisierten, leserlichen und korrekten Handschrift

eine Schlüsselkompetenz dar, um akademischen Erfolg und Partizipation in der Arbeitswelt zu gewährleisten. Es

wird geschätzt, dass 10 bis 30 % der Schulanfänger_innen Schwierigkeiten mit dem Schreibenlernen haben (Karlsdottir & Stefansson, 2002). Diese Schwierigkeiten können sich durch eine unleserliche Handschrift, sehr langsamen und/oder fehlerhaftem Schreiben, sehr hohem Stiftdruck und Muskelschmerzen beim Schreiben bemerkbar machen. Da in der ersten Klasse das Erlernen der Handschrift zentral ist (Caramia, Gill, Ohl & Schelly, 2020), sind negative und nachhaltige Auswirkungen von Handschriftschwierigkeiten auf das Selbstkonzept, die Motivation, und die Nutzung von Lerngelegenheiten sehr wahrscheinlich (Duiser, Ledebt, van der Kamp & Savelsbergh, 2020). Während intensiv zur Früherkennung und -behandlung von Leseschwierigkeiten geforscht wird, sind Prädiktoren und die zugrundeliegenden Prozesse beim Erwerb der Handschrift noch weitgehend unbekannt (Rosenblum, 2018). Im vorliegenden Beitrag werden deshalb Erstklasskinder mit und ohne Schwierigkeiten im Handschrifterwerb in Bezug auf angenommene involvierte kognitive Prozesse untersucht.

Den theoretischen Hintergrund des Handschrifterwerbs bildet das Modell von Berninger und Winn (2006). Es postuliert drei Komponenten des Schreibens: (1) die Transkription (Abschreiben, Buchstabenproduktion), (2) Komposition (Wortproduktion, schriftliche Kommunikation), und (3) exekutive Funktionen (EF; Generierung, Planung, Überwachung, und Überarbeitung von geschriebener Sprache). Zusätzlich stellt das Arbeitsgedächtnis das zentrale verbindende Konstrukt dar. Bei der Transkription geht es vor allem um motorische *Schreibprozesse* (Geschwindigkeit/Automatisierung, Schreibdruck) und die *visuomotorische Integration*. Bei der Komposition ist bei Schreibanfänger_innen vor allem das *Schreibprodukt* (Genauigkeit der abgeschrieben Wörter) relevant. Basierend auf der Literatur zur Schulbereitschaft ist es wenig überraschend, dass EF im Modell als bedeutsam für das Schreibenlernen angesehen werden (Roebbers & Hasselhorn, 2018).

Die empirische Forschung zu den involvierten Prozessen beim Schreibenlernen ist bislang nur bruchstückhaft und bezieht fast ausschliesslich erfahrenere Schreiber_innen (Zweit- und Drittklasskinder) mit ein. Jedoch werden die im Modell angenommenen Wirkmechanismen tendenziell bestätigt. Zum einen wurde die prädiktive Kraft der EF für frühe Lese- und Schreibleistungen konsistent belegt (z. B. Allan, Hume, Allan, Farrington & Lonigan, 2014). Inhibition, kognitive Flexibilität und das Arbeitsgedächtnis ermöglichen jungen Lernenden, die Aufmerksamkeit zu lenken, Impulse zu unterdrücken, Informationen kurzzeitig zu speichern und zu bearbeiten. Auch Planen, Überwachen und Fehlererkennung sind Fähigkeiten, die den EF zugeordnet werden. Kinder mit Schwierigkeiten in der Handschrift fallen diesbezüglich oft durch

schwache Leistungen auf (Costa, Green, Sideris & Hooper, 2017; Volman, van Schendel & Jongmans, 2006).

Zum anderen wird einen Einfluss der visuomotorischen Integration (VMI) auf das Schreibenlernen vermutet. Die VMI beschreibt die Fähigkeit, visuelle Wahrnehmung und feinmotorische Aktivität beim Zeichnen geometrischer Formen oder beim Schreiben von Buchstaben zu koordinieren und integrieren (Beery, Buktenica & Beery, 2010). Somit beinhaltet die VMI sowohl Feinmotorik als auch Kognition, wobei kognitive Prozesse eine dominante Rolle einnehmen. Trotz der Befunde zur Vorhersage der vorschulischen VMI auf feinmotorische Fähigkeiten und Erfolg beim Schulstart (Dinehart & Manfra, 2013), gibt es kaum Studien, welche die VMI bei Kindern mit Handschriftschwierigkeiten zu Beginn des Erwerbprozesses untersuchen. Befunde von geübteren Primarschulkindern deuten aber daraufhin, dass Kinder mit einer weniger leserlichen und flüssigen Handschrift schwächere VMI haben als Kinder ohne solche Schwierigkeiten (Chang & Yu, 2013; Kaiser, Albaret & Doudin, 2009; Tseng & Chow, 2000).

Insgesamt bleibt aber unklar, ob die EF oder die VMI *relativ* gesehen für den Erwerb der Handschrift bedeutsamer sind. Es fehlt an Studien, die EF und VMI umfassend und simultan bei Kindern mit und ohne Handschriftschwierigkeiten untersuchen. Für die Früherkennung und Frühintervention von Handschriftschwierigkeiten wäre dies aber unmittelbar relevant. Aufgrund dessen hat die vorliegende Studie das Ziel, Kinder mit und ohne Schwierigkeiten im Handschrifterwerb in Bezug auf die angenommenen kognitiven Prozesse miteinander zu vergleichen. Dafür wurden Kinder, welche Psychomotoriktherapie aufgrund grafomotorischer Schwierigkeiten besuchten, mit Kindern ohne Schwierigkeiten verglichen. Die Kinder erhalten deshalb frühe schulische Förderung in der Grafomotorik, da ihre Entwicklung der Handschrift im Vergleich zu Gleichaltrigen bereits früh auffällig wurde (teilweise bereits im Kindergarten).

Eine weitere, bislang ungeklärte Frage betrifft die Spezifität von Handschriftschwierigkeiten. Kinder mit allgemeinen Lernschwierigkeiten zeigen auch oft Probleme mit der Handschrift und weisen schwache EF auf (Alloway, 2009; Graham, Collins & Rigby-Wills, 2017). Deshalb wurde hier eine dritte Gruppe miteinbezogen. Dies ermöglicht einen Vergleich von Kindern ohne Schwierigkeiten (Vergleichsgruppe), Kindern mit Handschriftschwierigkeiten und Kindern mit allgemeinen Lernschwierigkeiten. So wird es möglich, spezifische von allgemeinen Defiziten zu unterscheiden.

Methoden

Stichprobe

Für die Untersuchung wurden 100 Erstklasskinder (55 % Mädchen) der Stadt Bern (Schweiz) rekrutiert. Das Alter der Kinder variierte zwischen 75 und 95 Monaten ($M = 84$, $SD = 5$). Die Stichprobe setzte sich aus einer Gruppe ohne zusätzliche schulische Fördermassnahmen (71 Kinder) und zwei Gruppen mit verschiedenen schulischen Fördermassnahmen zusammen: Kinder mit Psychomotoriktherapie aufgrund grafomotorischer Schwierigkeiten (Grafomotorik-Gruppe; erhielten Unterstützung im Aufbau von fein-, grafo- und visuomotorischen Fähigkeiten); $N = 13$; oder sonderpädagogische Massnahmen (Logopädie oder schulische Heilpädagogik); $N = 16$. Kinder mit mehreren Fördermassnahmen wurden für die nachfolgenden Analysen ihren Primär Diagnosen zugeordnet.

Durchführung

Vier geschulte Projektmitarbeitende führten die Aufgaben im zweiten Quartal des ersten Schuljahres mit den Kindern durch. Die Kinder wurden in zwei Sitzungen getestet. In der ersten Sitzung wurden die VMI (Gruppensetting) und die Schreibleistung der Kinder (Einzelsetting) erfasst. In der zweiten Sitzung wurden die EF (Einzelsetting) gemessen. Lehrpersonen und Eltern füllten zudem einen Fragebogen zu allgemeinen Hintergrundinformationen der Kinder aus.

Messinstrumente

Kognitive Prozesse

Die VMI wurde mittels dem *GRAFOS Screening* (Sägesser & Eckhart, 2016) und der Erweiterung dieses Screenings für Kinder in der Schuleingangsphase erfasst (Maurer, Sägesser Wyss, Truxius, Eckhart, 2023). Das *GRAFOS Screening* ist ein standardisiertes Diagnostikinstrument zur Erfassung von fein- und visuomotorischen Fähigkeiten. Kinder kopierten insgesamt 13 Formen je sechsmal in kleine Kästchen (1 cm^2). Die Formen wurden anhand spezifischer Kriterien mit 0, 1, oder 2 Punkten bewertet werden.

Die Inhibition und kognitive Flexibilität wurden mit der *Heart and Flower* Aufgabe erfasst (Davidson, Amso, Anderson & Diamond, 2006; Roebors, 2022). Diese App-basierte Aufgabe besteht aus drei Aufgabenblöcken: einem kongruenten (zur Etablierung des Reaktionsmus-

ters), einem inkongruenten (zur Erfassung der Inhibition) und einem gemischten Block (zur Erfassung der kognitiven Flexibilität). Im kongruenten Block sollen Kinder die Antworttaste (links oder rechts) jeweils auf derselben Seite drücken, auf der das Herz auf dem Bildschirm erscheint (24 Trials). Im inkongruenten Block sollen Kinder die Antworttaste jeweils auf der gegenüberliegenden Seite drücken, auf der die Blume auf dem Bildschirm erscheint (36 Trials). Im gemischten Block werden sowohl Herzen als auch Blumen in pseudorandomisierter Reihenfolge präsentiert und die Kinder müssen flexibel zwischen den Regeln wechseln (60 Trials: 48 kongruent, 12 inkongruent). Die Kinder werden instruiert, möglichst schnell aber auch möglichst richtig zu antworten.

Jedem Block geht ein Übungsblock mit vier Stimuli voraus, der maximal einmal wiederholt wird, wenn mehr als zwei Fehler gemacht werden. Für sieben Kinder, die auch den zweiten Übungsblock nicht bestanden, konnten die Leistungen in der Inhibition und kognitive Flexibilität nicht erfasst werden ($n = 1$ in der Grafomotorik-Gruppe; $n = 1$ in der Sonderpädagogik-Gruppe) und wurden deswegen für die jeweiligen Analysen ausgeschlossen. Für weiteren Analysen wurden Reaktionszeiten $< 200\text{ms}$ ausgeschlossen, da diese typischerweise antizipatorische Antworten oder Fehlerkorrekturversuche darstellen (Davidson et al. 2006). Zusätzlich wurden Reaktionszeiten $\pm 2 \text{ SD}$ von der mittleren Reaktionszeit ausgeschlossen (insgesamt 2.1% der einzelnen Trials). Bei allen Kindern waren mindestens 75 % der Reaktionszeiten verwendbar und deswegen konnte für alle Kinder eine mittlere Reaktionszeit gebildet werden. Aufgabenblöcke mit einer Genauigkeit von $< 50\%$ wurden ausgeschlossen ($n = 4$ im inkongruenten, $n = 14$ im gemischten Block). Die Reaktionszeit und Genauigkeit einer Antwort wurden zu einem integrierten Wert, dem Rate Correct Score, verrechnet (Anzahl richtige Antworten pro Sekunde; Woltz & Was, 2006), ein Mass zur Quantifizierung von EF-Leistungen von Schulkindern (vgl. Vandierendonck, 2017).

Das Arbeitsgedächtnis wurde mit der Aufgabe *Zahlen-spanne Rückwärts* erfasst. Den Kindern wurde mittels Audiodateien eine Zahlensequenz vorgespielt, welche sie anschliessend in umgekehrter Reihenfolge wiedergeben sollten. Nach einer kurzen Übung mit vier 2er Sequenzen beginnt die Aufgabe mit sechs 2er Sequenzen. Wenn jeweils mindestens vier der sechs Sequenzen pro Sequenzlänge richtig gelöst werden, geht die Aufgabe über in eine um eine Zahl längere Zahlensequenz. Die Aufgabe wird nach drei oder mehr Fehlern innerhalb einer Sequenzlänge am Ende der Sequenz beendet. Für die Analysen wurde die Summe aller richtigen Antworten über alle Sequenzen verwendet.

Schreibvariablen

In der Schreibaufgabe wurden den Kindern acht Wörter aus standardisierten Schreiblehrmitteln vorgelegt, welche sie abschreiben sollten. Die Wörter wurden ihnen einzeln in aufsteigender Länge präsentiert. Das kürzeste Wort bestand aus drei Buchstaben, das längste auch sieben Buchstaben.

Zur Erfassung der Merkmale des Schreibprozesses kopierten die Kinder die Wörter mit einem Induktionsstift (Wacom Inking Pen) auf ein weisses, unstrukturiertes Papier auf einem Schreibtablet (WACOM Intuos), welches an den Computer angeschlossen war. Mit der Software CSWin (Mai & Marquardt, 2016) wurden zeitliche und räumliche Faktoren des Schreibens registriert. Als abhängige Variablen für den Schreibprozess wurde zum einen die „Number of Inversions in Velocity“ (NIV; Mass der Automatisierung des Schreibprozesses: Anzahl Geschwindigkeitswechsel pro Bewegungseinheit) verwendet. Je weniger Geschwindigkeitswechsel innerhalb einer Bewegungseinheit desto geläufiger, bzw. automatisierter ist die Handschrift. Als weiteres Schreibprozessmass wurde der prozentuale Anteil der Zeit während des Schreibens, in welcher der Stift nicht in Kontakt mit dem Papier war (Anteil Stift abgehoben) gemessen. Schliesslich wurde der Schreibdruck in Newton erfasst, welcher den durchschnittlichen Stiftdruck auf das Papier misst. Kopierte Wörter, welche in einem prozessbasierten Mass mehr als 2 SD der mittleren Messungen aller Kinder abwichen, wurden ausgeschlossen. Dies war für zwei Kinder bei jeweils einem Wort der Fall. Für jedes prozessbasierte Mass wurde der Mittelwert über die acht Wörter gebildet.

Zur Erfassung des Schreibproduktes wurden zwei Masse erhoben. Als erstes Mass diente die von der Lehrperson eingeschätzte Handschriftleistung auf einer 5-Punkte-Likert-Skala (1 = unterdurchschnittlich bis 5 = überdurchschnittlich). Als zweites Mass des Schreibproduktes wurde der Anteil richtig geschriebener Wörter in Prozent erfasst. Insgesamt kopierten 70 % der Kinder alle Wörter korrekt und 30 % machten insgesamt zwischen einem und fünf Fehler (z. B. falsche Buchstaben oder Auslassungen von Buchstaben).

Analysen

Die Analysen wurden mit IBM SPSS Statistics 26 berechnet. Mittels einem Propensity Score Matching wurde eine Vergleichsgruppe zu den beiden Fördergruppen gebildet. Das Propensity Matching erlaubt systematische Unterschiede von Kovariaten zwischen den Gruppen auszugleichen. Dafür wurde zunächst für jedes Kind ein Propensity Score (Wahrscheinlichkeit grafomotorische, respektive sonderpädagogische Förderung, gegenüber kei-

ner Förderung zu erhalten), hinsichtlich den Kovariaten Alter, Geschlecht und Berufsprestige der Eltern (nach Ganzeboom, De Graaf & Treiman, 1992) berechnet. Mit einem Matchingverfahren mit Zurücklegen wurde jedes Kind einer der beiden Fördergruppe mit einem Kind ohne zusätzliche Förderung gematcht. Kinder ohne Angaben zum Berufsprestige der Eltern wurden mit einem Kind mit ähnlichen Propensity Score hinsichtlich Alter und Geschlecht gematcht. Für sechs Kinder der Grafomotorik- und Sonderpädagogik-Gruppe wurde aufgrund des gleichen oder ähnlichen Propensity Score eine Zuordnung mit demselben Kind vorgenommen. Die Vergleichsgruppe bestand folglich aus $N = 23$ Kindern. Kleine Variationen in den Freiheitsgraden kommen durch vereinzelte, nicht vollständige Datensätze zustande.

Aufgrund der kleinen Stichproben in den Förder- und Vergleichsgruppen verwendeten wir für die Gruppenvergleiche den Mann-Whitney-U-Test für nichtparametrische Daten. Zudem nahmen wir eine Bonferroni-Korrektur vor, um einer α -Fehler-Inflation vorzubeugen. Die p -Werte für die kognitiven Prozesse wurden auf $p = .013$, für die Schreibprozessmessungen auf $p = .017$ und für die Schreibproduktmessungen auf $p = .025$ adjustiert. Als Effektgrössenschätzer wurde das r nach Cohen (1992) berechnet.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die deskriptiven Statistiken der Vergleichsgruppe, Grafomotorik-Gruppe und Sonderpädagogik-Gruppe abgebildet. Die drei Gruppen unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich Alter, $H(2, 52) = 4.62$, $p = .099$, Berufsprestige der Eltern, $H(2, 43) = 3.03$, $p = .220$ und Händigkeit, $\chi^2(4, 52) = 3.29$, $p = .694$. Wie erwartet unterschieden sich die Gruppen in Bezug auf die Geschlechterverteilung signifikant, $\chi^2(2, 54) = 7.47$, $p = .024$, mit verhältnismässig mehr Jungen in der Grafomotorik-Gruppe verglichen mit der Sonderpädagogik-Gruppe.

In Tabelle 2 sind die Mittelwerte für die Schreibprozesse und Schreibprodukte der einzelnen Gruppen abgebildet.

In Bezug auf das Schreibprodukt schätzten Lehrpersonen die Handschriftleistung der Grafomotorik-Gruppe und der Sonderpädagogik-Gruppe signifikant niedriger ein als die der Vergleichsgruppe (Grafomotorik-Gruppe: $U = 59.50$, $z = -3.08$, $p = .002$, $r = .51$; Sonderpädagogik-Gruppe: $U = 104.50$, $z = -2.35$, $p = .018$, $r = .38$), wobei sich die Lehrpersoneneinschätzungen der Grafomotorik- und der Sonderpädagogik-Gruppe nicht bedeutsam unterschieden ($U = 96.50$, $z = -.34$, $p = .771$). Es wurden keine Gruppen-

Tabelle 1. Deskriptive Angaben für die Gruppen mit unterschiedlicher Förderung

	keine zusätzliche Förderung (n = 23)	Psychomotorik – Grafomotorik (n = 13)	Sonderpädagogische Massnahme (n = 16)
Geschlecht			
Jungen	15	12	7
Mädchen	8	1	9
Händigkeit			
rechts	22	11	15
links	1	1	1
wechselnd	-	1	-
Alter	84.65 (4.04)	86.15 (5.50)	82.88 (5.49)
Berufsprestige ^a	51.09 (19.17)	39.30 (14.20)	43.92 (19.26)

Anmerkung: ^a International Socio-Economic Index of Occupational Status (ISEI) nach Ganzeboom et al., 1992.

Tabelle 2. Mittelwerte der Schreibvariablen für die Gruppen mit unterschiedlicher Förderung

	Vergleichsgruppe (n = 23)		Grafomotorik Gruppe (n = 13)		Sonderpädagogik Gruppe (n = 16)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Handschriftleistung (Einschätzung Lehrperson)	3.26	1.18	2.15	.80	2.31	1.20
korrekte Wörter (%)	.97	.06	.90	.13	.94	.08
Automatisierungsgrad (NIV)	6.71	3.26	8.17	3.28	6.91	3.17
Stift abgehoben (%)	50.00	5.99	56.61	7.42	50.61	6.64
Schreibdruck (Newton)	1.63	.57	1.93	.46	1.54	.44

unterschiede für den Anteil Fehler gefunden, weder für die Grafomotorik-, respektive die Sonderpädagogik-Gruppe, verglichen mit der Vergleichsgruppe (Grafomotorik-Gruppe: $U = 99.00$, $z = -1.76$, $p = .088$; Sonderpädagogik-Gruppe: $U = 134.50$, $z = -1.48$, $p = -.205$), noch für den Vergleich der Grafomotorik-Gruppe mit der Sonderpädagogik-Gruppe ($U = 79.00$, $z = -.61$, $p = .600$).

Die Gruppenvergleiche hinsichtlich des Schreibprozesses deuten auf spezifische Defizite bei Handschriftschwierigkeiten hin. Die Grafomotorik-Gruppe und die Vergleichsgruppe unterschieden sich in ihrem Anteil Stift abgehoben ($U = 65.00$, $z = -2.54$, $p = .010$, $r = .43$). Kinder in der Grafomotorik-Gruppe hatten den Stift während des Schreibens signifikant länger vom Papier abgehoben (% der Zeit) als Kinder in der Vergleichsgruppe. Dieser Gruppenunterschied zeigte sich nicht für den Vergleich der Sonderpädagogik-Gruppe und der Vergleichsgruppe ($U = 163.00$, $z = -.284$, $p = .791$) und auch nicht für den Vergleich der Sonderpädagogik-Gruppe und der Grafomotorik-Gruppe ($U = 52.00$, $z = -1.85$, $p = .067$). Kinder der Grafomotorik-Gruppe unterschieden sich nicht signifikant von der Vergleichsgruppe ($U = 78.00$, $z = -2.09$, $p = .037$, $r = .35$) und Sonderpädagogik-Gruppe ($U = 46.00$, $z = -2.15$, $p = .032$, $r = .41$) im Schreibdruck, wobei durch

die Inspektion der Tabelle 2 auf deskriptiver Ebene gewisse Tendenzen erkennbar sind. Kinder der Grafomotorik-Gruppe übten insgesamt mehr Druck auf das Papier aus. Beim Vergleich der Sonderpädagogik-Gruppe mit der Vergleichsgruppe wurden keine Unterschiede deutlich ($U = 157.00$, $z = -.463$, $p = .658$). Die Gruppen unterschieden sich nicht bedeutsam hinsichtlich ihrer Automatisierung im Schreiben (NIV).

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte der kognitiven Prozesse der einzelnen Gruppen abgebildet. Die Grafomotorik-Gruppe zeigte im Vergleich zur Vergleichsgruppe niedrigere VMI, $U = 34.00$, $z = -3.62$, $p < .001$, $r = .61$. Zudem erzielten Kinder in der Grafomotorik-Gruppe signifikant niedrigere Leistungen in den Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis, $U = 46.00$, $z = -2.92$, $p = .003$, $r = .50$, als Kinder ohne zusätzliche Förderung. Diese beiden Gruppen unterschieden sich hingegen nicht hinsichtlich ihrer Inhibitionsfähigkeit ($U = 88.00$, $z = -.89$, $p < .388$) und kognitiven Flexibilität ($U = 53.00$, $z = -2.002$, $p < .046$).

Der Vergleich mit der Sonderpädagogik-Gruppe ergab keine bedeutsamen Unterschiede zur Vergleichsgruppe hinsichtlich VMI, Inhibition und kognitive Flexibilität. Beim Vergleich des Arbeitsgedächtnisses der beiden Gruppen zeichnete sich eine Tendenz ab, wobei Kinder in

Tabelle 3. Mittelwerte der kognitiven Prozesse für die Gruppen mit unterschiedlicher Förderung

	Vergleichsgruppe (n = 23)		Grafomotorik Gruppe (n = 13)		Sonderpädagogik Gruppe (n = 16)	
	M	SD	M	SD	M	SD
VMI	1.34	.18	1.04	.18	1.21	.02
Inhibition	1.31	.27	1.19	.33	1.27	.15
kognitive Flexibilität	1.08	.19	.87	.29	1.10	.15
Arbeitsgedächtnis	9.09	1.93	6.64	2.16	7.00	2.85

der Sonderpädagogik-Gruppe eine geringe Arbeitsgedächtniskapazität zeigten als die Vergleichsgruppe ($U = 98.50$, $z = -2.09$, $p < .036$, $r = .34$).

Zudem lässt sich eine Tendenz für ein spezifisches Muster beim Vergleich der Grafomotorik-Gruppe mit der Sonderpädagogik-Gruppe erkennen: Die Kinder der Grafomotorik-Gruppe zeigten eine tendenziell niedrigere VMI ($U = 46.00$, $z = -2.32$, $p < .019$, $r = .44$), wohingegen sich die beiden Gruppen nicht im Arbeitsgedächtnis, in der Inhibition oder kognitiven Flexibilität unterschieden.

Diskussion

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, spezifische kognitive Defizite bei Kindern mit Handschriftschwierigkeiten aufzudecken und dies möglichst am Anfang des Handschrifterwerbes. Dazu wurden Kinder mit Handschriftschwierigkeiten, Kinder mit anderweitigen Lernschwierigkeiten und Kinder mit typischer Entwicklung in Bezug auf visuomotorische Integration (VMI), exekutive Funktionen (EF), Arbeitsgedächtnis und Schreibleistungen (Schreibprozesse und Schreibprodukt) miteinander verglichen.

Die von den Lehrpersonen attestierten allgemeinen Handschriftschwierigkeiten sowohl für die Sonderpädagogik- als auch für die Grafomotorik-Gruppe wurden durch unsere Messungen zumindest teilweise bestätigt. Während die Unterschiede zwischen der Grafomotorik- und der Vergleichsgruppe in Bezug auf „Prozent Stift abgehoben“ signifikant ausfielen, ergaben sich für die „Prozent korrekte Wörter“, den Automatisierungsgrad und den Schreibdruck keine signifikanten Unterschiede. Jedoch wurden auf deskriptiver Ebene Tendenzen in die erwartete Richtung deutlich: Kinder in der Grafomotorik-Gruppe machten deskriptiv tendenziell mehr Fehler, übten leicht mehr Druck auf das Papier aus und schienen insgesamt etwas weniger automatisiert zu schreiben. Wie in früheren Studien bereits gefunden wurde (Rosenblum, Weiss & Parush, 2004) und sich auch in dieser Studie zeigte, scheint insbesondere das Zögern und Planen beim

Schreiben eine frühe und bedeutsame Auffälligkeit für Handschriftschwierigkeiten zu sein, die Lehrpersonen bereits zu Beginn des Handschrifterwerbes erkennen können. Möglicherweise akzentuieren sich die hier bereits erkennbaren, tendenziellen Schwierigkeiten im Schreibdruck und in der Automatisierung im weiteren Erwerbsprozess. Zukünftige Forschung sollte deshalb explorieren, welches Mass für den Schreibprozess bei Schreibanfänger_innen den diagnostisch besten Indikator darstellt. Während sich der Automatisierungsgrad als Schreibprozessvariable bei erfahrenen Kindern durchaus bewährt hat, scheint auf der Basis dieser Daten der Variable „Stift abgehoben“ bei Schreibanfänger_innen eine besondere Bedeutung zuzukommen. Hierin könnten sich möglicherweise Planungs- und motorische Steuerprozesse abbilden, welche zum Zeitpunkt des Handschrifterwerbes noch stark kontrolliert werden müssen.

Die VMI erwies sich als spezifisches kognitives Defizit von Kindern mit grafomotorischen Schwierigkeiten. Dies bestätigt und erweitert durchaus frühere Befunde mit älteren Kindern (Costa et al., 2017; Volman et al., 2006), wobei der Einbezug der EF in dieser Studie eine differenzierte Betrachtung ermöglichte. Basierend auf den theoretischen Annahmen von Berninger und Winn (2006), wären substanzial schlechtere Leistungen in Inhibition und kognitiver Flexibilität von Kindern mit grafomotorischen Schwierigkeiten zu erwarten gewesen. Diese Annahme konnte jedoch nicht bestätigt werden, denn nur die Leistungen in der VMI, nicht aber der EF, fielen bei den Kindern mit Handschriftschwierigkeiten niedriger aus. Gleichzeitig unterschieden sich Kinder der Sonderpädagogik- und der Vergleichsgruppe nicht in Bezug auf die VMI, wobei sich eine Tendenz für niedrigere VMI der Grafomotorik-Gruppe im Vergleich zur Sonderpädagogik-Gruppe abbildete. Dies deutet aus unserer Sicht insgesamt auf ein spezifisches VMI-Defizit bei Kindern mit Handschriftschwierigkeiten hin.

Der zentrale Prozessor, das Arbeitsgedächtnis, erwies sich bei Kindern mit Handschriftschwierigkeiten als eingeschränkt. Aber auch Kinder mit Lernschwierigkeiten zeigten tendenziell eine niedrigere Arbeitsgedächtniskapazität. Dies lässt vermuten, dass ein schwaches Arbeits-

gedächtnis bei Kindern mit Handschriftschwierigkeiten eher ein unspezifisches Defizit ist, was aufgrund der Befundlage des Arbeitsgedächtnisses für verschiedene Lern- und Lebensbereiche nicht überrascht (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009). Besondere Bedeutung erhält dieser Befund deshalb, weil ein schwaches Arbeitsgedächtnis Kindern mit Handschriftschwierigkeiten nicht erlaubt, das oben aufgezeigte spezifische Defizit in der VMI zu kompensieren. Dadurch kann die Gefahr bestehen, dass sich die schulischen Schwierigkeiten dieser Kinder verstärken und sie aufgrund von Lernrückständen zunehmend Lerngelegenheiten verpassen.

An dieser Stelle möchten wir auf einige Limitationen der Studie hinweisen. Aufgrund der hier vorliegenden querschnittliche Daten können keine kausalen Aussagen zu den Wirkmechanismen zwischen den kognitiven Prozessen und den Handschriftfähigkeiten gemacht werden. Das heisst, eingeschränkte kognitive Prozesse können den Handschrifterwerb erschweren oder umgekehrt, frühe Handschriftschwierigkeiten können langfristig zu weniger Lerngelegenheiten für die Weiterentwicklung von kognitiven Prozessen führen. Eine weitere Limitation stellen die Gruppenvergleiche mit der kleinen Vergleichsgruppen dar. Zwar wurde mit einem Propensity Score Matching eine möglichst passende Vergleichsgruppe zu den beiden Fördergruppen erstellt, dennoch müssen die Unterschiede mit gewissen Vorbehalten interpretiert werden. Insbesondere die Vergleiche der Grafomotorik-Gruppe mit der Sonderpädagogik-Gruppe könnten aufgrund ihrer Stichprobengrösse und Verteilung der Geschlechter eine gewisse Verzerrung aufweisen.

Trotz der zahlenmässig kleinen Vergleichsgruppen deuten die Effektstärken nach Cohen (1992) auf mittlere bis grosse Effekte hin. Die vorliegende Untersuchung liefert erste Erkenntnisse, wie VMI, EF und das Arbeitsgedächtnis bei Handschriftschwierigkeiten und Lernschwierigkeiten ausgeprägt sind. Zudem konnten wir aufzeigen, in welchen Prozessen des Schreibens die Handschriftschwierigkeiten auffällig sind. Dadurch lassen sich bereits erste Implikationen zur frühen Förderung von Kindern mit Handschriftschwierigkeiten ableiten. Konkret bedeutet dies, dass der Fokus der Förderung auf der VMI, dem Arbeitsgedächtnis und dem Schreibprozess selbst liegen sollte. In zukünftigen Arbeiten könnte es interessant sein die längerfristige Entwicklung sowohl des Schreibens als auch der involvierten kognitiven Prozesse in Bezug auf mögliche Aufhol-effekte, Risikofaktoren und Therapiemöglichkeiten zu untersuchen.

Literatur

- Allan, N. P., Hume, L. E., Allan, D. M., Farrington, A. L. & Lonigan, C. J. (2014). Relations between inhibitory control and the development of academic skills in preschool and kindergarten: A meta-analysis. *Developmental Psychology*, 50(10), 2368–2379. <https://doi.org/10.1037/a0037493>
- Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25(2), 92–98. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.25.2.92>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606–621. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01282.x>
- Beery, K. E., Buktenica, N. A. & Beery, N. A. (2010). *The Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration: Administration, scoring and teaching manual* (6th ed.). Minneapolis, MN: Pearson.
- Berninger, V. W. & Winn, W. D. (2006). Implications of advancements in brain research and technology for writing development, writing instruction, and educational evolution. In C. MacArthur, S. Graham & J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (pp. 96–114). New York: Guilford Press.
- Caramia, S., Gill, A., Ohl, A. & Schelly, D. (2020). Fine motor activities in elementary school children: A replication study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 74(2), 7402345010p1–7402345010p7. <https://doi.org/10.5014/ajot.2020.035014>
- Chang, S.-H. & Yu, N.-Y. (2013). Handwriting movement analyses comparing first and second graders with normal or dysgraphic characteristics. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2433–2441. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.02.028>
- Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology: A power primer. *Psychological Bulletin*, 113, 153–159.
- Costa, L.-J., Green, M., Sideris, J. & Hooper, S. R. (2017). First-grade cognitive predictors of writing disabilities in grades 2 through 4 elementary school students. *Journal of Learning Disabilities*, 51(4), 351–362. <https://doi.org/10.1177/0022219417721182>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Dinehart, L. & Manfra, L. (2013). Associations between low-income children's fine motor skills in preschool and academic performance in second grade. *Early Education & Development*, 24(2), 138–161. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.636729>
- Duiser, I. H. F., Ledebt, A., van der Kamp, J. & Savelsbergh, G. J. P. (2020). Persistent handwriting problems are hard to predict: A longitudinal study of the development of handwriting in primary school. *Research in Developmental Disabilities*, 97, 103551. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.103551>
- Ganzeboom, H. B., De Graaf, P. M. & Treiman, D. J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research*, 21(1), 1–56. [https://doi.org/10.1016/0049-089X\(92\)90017-B](https://doi.org/10.1016/0049-089X(92)90017-B)
- Graham, S., Collins, A. A. & Rigby-Wills, H. (2017). Writing characteristics of students with learning disabilities and typically achieving peers: A meta-analysis. *Exceptional Children*, 83(2), 199–218. <https://doi.org/10.1177/0014402916664070>
- Kaiser, M. L., Albaret, J. M. & Doudin, P. A. (2009). Relationship between visual-motor integration, eye-hand coordination, and quality of handwriting. *Journal of Occupational Therapy*,

- Schools, & *Early Intervention*, 2(2), 87–95. <https://doi.org/10.1080/19411240903146228>
- Karlsdóttir, R. & Stefansson, T. (2002). Problems in developing functional handwriting. *Perceptual and Motor Skills*, 94(2), 623–662. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.94.2.623>
- Mai, N. & Marquardt, C. (2016). *CSWin Version 2016: Bedienungs-handbuch*. München: MedCom.
- Maurer, M. N., Sägesser Wyss, J., Truxius, L. & Eckhart, M. (2023). *Erfassung grafomotorischer Fähigkeiten im schulischen Kontext: Erweiterung des Screenings GRAFOS für die erste und zweite Schulklasse*. *Diagnostica* [Vorab-Onlinepublikation]. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000320>
- Roebers, C. M. (2022). 6- to 8-year-olds' performance in the heart and flower task: Emerging proactive cognitive control. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.923615>
- Roebers, C. M. & Hasselhorn, M. (2018). Schulbereitschaft: Zur theoretischen Fundierung des Konstruktes. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Schuleingangsdiagnostik: Tests und Trends*. (S. 1–18). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Rosenblum, S. (2018). Inter-relationships between objective handwriting features and executive control among children with developmental dysgraphia. *PloS one*, 13(4), e0196098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196098>
- Rosenblum, S., Weiss, P. L. & Parush, S. (2004). Handwriting evaluation for developmental dysgraphia: Process versus product. *Reading and Writing*, 17(5), 433–458.
- Sägesser, J. & Eckhart, M. (2016). *GRAFOS Screening und Differentialdiagnostik der Grafomotorik im schulischen Kontext*. Bern: Hogrefe.
- Tseng, M. H. & Chow, S. M. (2000). Perceptual-motor function of school-age children with slow handwriting speed. *The American Journal of Occupational Therapy*, 54(1), 83–88. <https://doi.org/10.5014/ajot.54.1.83>
- Vandierendonck, A. (2017). A comparison of methods to combine speed and accuracy measures of performance: A rejoinder on the binning procedure. *Behavior Research Methods*, 49(2), 653–673. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0721-5>
- Volman, M. J. M., van Schendel, B. M. & Jongmans, M. J. (2006). Handwriting difficulties in primary school children: A search for underlying mechanisms. *The American Journal of Occupational Therapy*, 60(4), 451–460. <https://doi.org/10.5014/ajot.60.4.451>
- Woltz, D. J. & Was, C. A. (2006). Availability of related long-term memory during and after attention focus in working memory. *Memory & Cognition*, 34(3), 668–684. <https://doi.org/10.3758/bf03193587>

Historie

Onlineveröffentlichung: 30.05.2023

Förderung

Die vorliegende Studie wurde vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) gefördert.

ORCID

Lidia Truxius

 <https://orcid.org/0000-0002-0014-8422>

Claudia M. Roebers

 <https://orcid.org/0000-0003-3048-7609>

Michelle N. Maurer

 <https://orcid.org/0000-0003-4014-8619>

Lidia Truxius

Institut für Forschung, Entwicklung und Evaluation

PH Bern

Fabrikstrasse 8

3012 Bern

Schweiz

lidia.truxius@phbern.ch