

Eva Odersky

Handschrift und Automatisierung des Handschreibens

Eine Evaluation von Kinderschriften
im 4. Schuljahr

EXTRAS ONLINE



J.B. METZLER

Handschrift und Automatisierung des Handschreibens

Eva Odersky

Handschrift und Automatisierung des Handschreibens

Eine Evaluation von Kinderschriften
im 4. Schuljahr

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. (em.) Angelika
Speck-Hamdan



J.B. METZLER

Eva Odersky
München, Deutschland

Dissertation Ludwig-Maximilians-Universität München, 2018

Ergänzendes Material zu diesem Buch finden Sie auf <http://extras.springer.com>.

ISBN 978-3-476-04780-9 ISBN 978-3-476-04781-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-476-04781-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

J.B. Metzler

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

J.B. Metzler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort

Das Schreiben mit der Hand ist in jüngerer Zeit wieder stärker in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt, allerdings eher unter dem Aspekt eines befürchteten Verlusts. Verlernen unsere Kinder durch das beständige Tippen auf Handys und sonstigen digitalen Geräten das Schreiben mit der Hand? Über diese Frage lässt sich nur spekulieren, und auf diese Frage gibt die vorliegende Arbeit auch keine Antwort; sie nimmt den Prozess des Handschreibens vielmehr direkt in den Blick und fokussiert dabei die graphomotorischen Fähigkeiten von älteren Grundschulkindern. Wie schreiben Kinder am Ende der vierten Jahrgangsstufe, wenn der primäre Prozess des Handschrifterwerbs abgeschlossen ist und das Ziel einer flüssigen Handschrift erreicht sein sollte? Was geschieht beim Schreiben mit der Hand? Wann ist eine Handschrift flüssig, so dass sie ohne größere Anstrengung in Dienst genommen werden kann, um Texte jeder Art locker und leicht aufs Papier zu bringen? Wie kommen wir in der Schule dem Ziel des flüssigen Schreibens näher? Warum ist dieses Ziel überhaupt von Bedeutung?

Diese wichtigen Fragen werden in der vorliegenden Arbeit, die 2018 als Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität München angenommen wurde, in einem belangreichen Kontext untersucht. Im Mittelpunkt steht eine explorative empirische Studie, in der Eva Odersky die Schreibbewegungen von 336 Schülerinnen und Schülern mittels einer digitalen Aufzeichnungstechnik erfasst, nach diversen schreibmotorischen Kriterien analysiert und schließlich auf schriftbezogene und allgemeine Einflussgrößen hin untersucht hat. Für die weitere Diskussion des schulischen Handschreibens wegweisend sind insbesondere die theoretischen Ausführungen und die empirischen Befunde zur Automatisierung; ihre Bedeutung kann für das Schreiben und speziell die schulischen Schreibenanforderungen nicht hoch genug angesetzt werden. Doch gibt es bisher kaum Daten zur Automatisierung von Kinderschriften. Diese Lücke wird durch die vorliegende Arbeit zumindest erheblich verringert. Dass sich als eines der insgesamt spannenden Ergebnisse zeigt, dass teilverbundene Schriften den unverbundenen, vor allem aber den verbundenen Schriften hinsichtlich der Automatisierung überlegen sind, sollte für die Schreibdidaktik ein Anstoß sein zur Entwicklung von Konzepten oder Programmen, die über den primären Schrifterwerb hinausreichen.

Die Lektüre dieses Buches ist außerdem aber auch den Leserinnen und Lesern zu empfehlen, die sich über den internationalen Forschungsstand zum Schreiben einen fundierten Überblick verschaffen wollen. Im Zuge der sorgsam und überlegten Einbettung sowohl der Forschungsfragen als auch der Forschungsergebnisse in den komplexen, multidisziplinären Kontext der internationalen Schreibforschung gelingt der Verfasserin eine Darstellung des State of the Art, wie sie in dieser prägnanten Form bisher im deutschen Sprachraum kaum zu finden ist.

Aus diesen Gründen wünsche ich dieser Veröffentlichung eine breite Resonanz, in der Fachöffentlichkeit und auch darüber hinaus. Ich bin überzeugt, sie liefert nicht nur der Schreibrorschung sondern auch der Grundschulpädagogik und -didaktik wertvolle und weitreichende Impulse.

Angelika Speck-Hamdan

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
2 Forschungsstand	5
2.1 Begriffsklärung: Schreiben und Handschreiben	5
2.2 Sprache – Kognition – Motorik: Handschreiben in Schreibmodellen	6
2.3 „The handwriting brain“	13
2.3.1 Neurowissenschaftliche Grundlagen	13
2.3.2 Arbeitsgedächtnis und Schreiben	14
2.3.3 Hierarchieniedrige und -höhere Teilprozesse	20
2.3.4 Graphomotorik	24
2.3.5 Gehirnaktivitäten bei automatisiertem und kontrolliertem Schreiben	27
2.4 Automatisiertes Handschreiben	28
2.4.1 Begriffsklärung: automatisiert, flüssig, geläufig	29
2.4.2 Messen der Automatisierung	30
2.4.3 Eigenschaften automatisierter und kontrollierter Schreibbewegungen	36
2.4.4 Erkenntnisse zur Entwicklung der Automatisierung	45
2.5 Bedeutung des automatisierten Handschreibens	55
2.5.1 Handschreiben und Textqualität	58
2.5.2 Handschreiben und Rechtschreiben	63
2.5.3 Handschreiben und Schulerfolg	67
2.5.4 Probleme beim Handschreiben	71
2.6 Einflussfaktoren auf das automatisierte Handschreiben von Kindern	73
2.6.1 Schriftabhängige Variablen	73
2.6.2 Schriftunabhängige Variablen	94
3 Ableitung von Forschungsgegenstand und Forschungsfragen	101
4 Die Studie: Design, Instrumente und Durchführung	105
4.1 Vorstudie zur Testung der Instrumente	105

4.2	Design der Studie	107
4.2.1	Stichprobe	107
4.2.2	Messzeitpunkt	110
4.2.3	Überblick: Erhebungsinhalte und Methoden.....	110
4.2.4	Registrierung des Schreibprozesses.....	111
4.2.5	Beobachtungsbogen.....	118
4.2.6	Ratingverfahren zur Verbundenheit der Schriften	119
4.2.7	Allgemeiner Schulleistungstest KLASSE 4.....	134
4.2.8	Fragebögen.....	137
4.2.9	Personenbezogene Merkmale	138
4.2.10	Ablauf der Datenerhebung.....	139
4.2.11	Aufbereitung der Daten	139
5	Darstellung, Interpretation und Diskussion der Ergebnisse	141
5.1	Wie verbunden schreiben Kinder am Ende der 4. Jahrgangsstufe?.....	141
5.1.1	Gesamtstichprobe	141
5.1.2	Differenzierung nach Geschlecht	144
5.1.3	Differenzierung nach Wohnort / Standort der Schulen.....	146
5.1.4	Differenzierung nach Händigkeit.....	147
5.1.5	Differenzierung nach Mehrsprachigkeit	148
5.1.6	Differenzierung nach Klassenzugehörigkeit.....	150
5.2	Wie automatisiert schreiben Kinder am Ende der 4. Jahrgangsstufe?.....	160
5.2.1	Berechnung der Automatisierung.....	160
5.2.2	Mittelwerte in der Gesamtstichprobe	162
5.2.3	Mittelwerte in den Teilstichproben	166
5.2.4	Analyse der Streuung	179
5.3	Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Verbundenheit und der Automatisierung der Schriften?	191
5.3.1	Schreibfrequenz und NIV	191
5.3.2	Schreibzeit.....	199
5.3.3	Geschlechterunterschiede	201
5.3.4	Automatisierung der nicht mehr primär verwendeten Schrift.....	203

5.4	Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Schriftentwicklung und der Schulleistung?	208
5.4.1	Automatisierung der Schrift und Schulleistung	208
5.4.2	Grad der Verbundenheit der Schrift und Schulleistung	219
5.4.3	Exkurs: Geschlechterunterschiede in der Schulleistung	229
5.4.4	Differenzierung der Ergebnisse nach Geschlecht	231
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	239
6.1	Zusammenfassung der Hauptergebnisse.....	239
6.2	Bedeutung der Studie und Ausblick.....	246
7	Anhang.....	251
7.1	Schreibaufgaben der Vorstudie	251
7.2	Bogen zur Aufzeichnung der Stifthaltung in der Vorstudie	252
7.3	Beobachtungsbogen	253
7.4	Ratingbogen: Grad der Verbundenheit der Handschrift	254
7.5	Fragebogen für Schülerinnen und Schüler.....	255
7.6	Fragebogen für Lehrerinnen und Lehrer.....	256
7.7	Cluster des Lehrerfragebogens	258
7.8	Prozentwerte der einzelnen Schriftkategorien in den Klassen.....	259
7.9	Daten zur statistische Güte der Schreibfrequenz in Versuch 11	261
	Literaturverzeichnis	263

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Literale Kompetenzen (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 28)	5
Abbildung 2.2: Die Komplexität des Schreibens (Speck-Hamdan 2017).....	6
Abbildung 2.3: Hauptprozesse des Schreibens mit ihren Funktionen und Teilprozessen (Philipp 2017b, S. 45), eigene Darstellung und Hervorhebung	7
Abbildung 2.4: Schreibmodell (Hayes und Flower 1980, S. 11)	8
Abbildung 2.5: „The general organization of the new model“ (Hayes 1996, S. 3)	9
Abbildung 2.6: Modell der Schreibprozesse und -komponenten (Philipp 2014a, S. 20).....	10
Abbildung 2.7: „Current version of the writing model“ (Hayes 2012, S. 371).....	11
Abbildung 2.8: Modell der „Not-so-simple-View-of-Writing“ von Berninger und Winn (2006, S. 97)	12
Abbildung 2.9: Hierarchisch-parallel strukturiertes Modell des Schreibens von van Galen 1991, Abbildung und Übersetzung von Mahrhofer (2004, S. 58)	16
Abbildung 2.10: “The parallel coordination of writing processes when composing the sentence, I am trying to explain what a cascade is““, Teil a (Olive 2014, S. 178).....	18
Abbildung 2.11: Grafische Veranschaulichung der hierarchisch-parallel strukturierten Prozesse beim Verschriften des Satzes: „Die Kinder treffen sich vor der Schule und freuen sich auf den Besuch im Zoo.“ (Mahrhofer 2004, S. 61, in Anlehnung an van Galen et al. 1989)	18
Abbildung 2.12: “... represents the sequential coordination of writing processes when composing the same sentence“, Teil b (Olive 2014, S. 178)	19
Abbildung 2.13: Hierarchieniedrige Teilprozesse beim Schreiben und ihre Komponenten (Sturm et al. 2017, S. 85)	22
Abbildung 2.14: “Schematic representation of the proposed functional architecture of the spelling system that allows for lexical/sublexical integration“ (Rapp et al. 2002, S. 18)	26
Abbildung 2.15: Die Geschwindigkeit ist im Bereich der langen Pfeile am höchsten, an den mit kurzen Pfeilen markierten Stellen muss sie stark reduziert werden (eigene Darstellung).....	39
Abbildung 2.16: Links eine automatisierte Schreibbewegung mit eingipfeligem, glattem Geschwindigkeitsprofil, rechts eine kontrollierte Schreibbewegung mit „zackigem“ Geschwindigkeitsprofil	40
Abbildung 2.17: „Eigenschaften automatisierter und kontrollierter Handschrift“ (Limmer 2001, S. 2).....	41
Abbildung 2.18: “Changes in the analyzed kinematic variables of grapheme segments as a function of grades. MT = movement time (s); VEL = Mean Writing Velocity (cm/s); DYSFLUENCY = Number of Velocity Inversions per cm“ (Meulenbroek und van Galen 1988, S. 279)	50

Abbildung 2.19: Effekte der hierarchieniedrigen Komponenten (Schreibflüssigkeit und Rechtschreiben) auf Textqualität und -länge in der Metaanalyse von Kent und Wanzek (2016, S. 584)	58
Abbildung 2.20: Korrelationen zwischen dem Handschreiben („Handwriting fluency“) und einzelnen Komponenten der Textproduktion in der 1. und 4. Klasse (Wagner et al. 2011, S. 216)	60
Abbildung 2.21: „Beobachten Sie einen Zusammenhang zwischen Handschrift und schulischen Leistungen?“ (Schreibmotorik Institut e.V.; Deutscher Lehrerverband 01.04.2015, S. 13)	70
Abbildung 2.22: „Wie viel Prozent der Schüler haben Ihrer nach Meinung Probleme, eine flüssige und leserliche Handschrift zu entwickeln? / Wie viel Prozent der Schüler haben Ihrer Meinung nach Probleme mit einer flüssigen und leserlichen Handschrift? Unterscheiden Sie hierbei bitte zwischen männlichen und weiblichen Schülern.“ (Schreibmotorik Institut e.V.; Deutscher Lehrerverband 01.04.2015, S. 9)	72
Abbildung 2.23: Schriftliche Realisierungen (Graphen) zu einigen Allographen gängiger Ausgangsschriften für das Phonem g (Nottbusch o.J., S. 5)	74
Abbildung 2.24 links: „Empfohlene Buchstabenformen für die Druckschrift“, rechts: „Richtformen der verbundenen Schrift“ (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2000, S. 290)	75
Abbildung 2.25: Die Kleinbuchstaben der Vereinfachten Ausgangsschrift orientieren sich an der Oberkante des Mittelbandes der Lineatur. (Schulze-Brüning, o.J.)	77
Abbildung 2.26: Ausschnitt aus einem Manuskript von Cornelia Funke (FAZ.net: Füller 2014)	80
Abbildung 2.27: „Woran liegt es Ihrer Meinung nach, wenn sich Schüler beim Handschreiben schwertun? (Mehrfachnennungen möglich)“ (Schreibmotorik Institut e.V. 01.04.2015, S. 16)	94
Abbildung 4.1: Versuchsaufbau für die Registrierung der Schriften	112
Abbildung 4.2: Schriftspur auf dem Papier, Bewegungen in der Luft.....	120
Abbildung 4.3: Bogen zur Klassifizierung der Schriften nach dem Grad ihrer Verbundenheit	122

Die mit * versehenen Grafiken im Ergebnisteil sind farbig auf www.extras.springer.com online unter dem Titel des Buches einsehbar.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Übersicht zur regionalen Verteilung der Schulen und Klassen in der Stichprobe	108
Tabelle 4.2: Inhalte und Methoden der Erhebung.....	111
Tabelle 4.3: Beschreibung der am Grafiktablett aufgenommenen Inhalte	114
Tabelle 4.4: Übereinstimmung der Ratingergebnisse.....	133
Tabelle 5.1: Absolute und prozentuale Anteile der Schriftkategorien (Grad der Verbundenheit) in der Gesamtstichprobe (N = 336).....	141
Tabelle 5.2: Beliefs der Lehrkräfte (N = 22) zu Handschriften und zum Handschreiben.....	142
Tabelle 5.3: Entscheidungsfreiheit über die Schrift (Einschätzung der Kinder).....	143
Tabelle 5.4: Regionale Unterschiede bei den verwendeten Schriften, Prozentwerte gerundet (N = 336).....	147
Tabelle 5.5: Zusammenhänge zwischen Mehrsprachigkeit und der verwendeten Schrift ...	149
Tabelle 5.6: Mittelwerte für die Schreibzeit von Mädchen und Jungen.....	167
Tabelle 5.7: Mittelwerte für die Schreibzeit von Rechtshändern und Linkshändern	170
Tabelle 5.8: Mittelwerte für die Schreibzeit, unterschieden nach den Sprachen, die die Kinder sprechen	173
Tabelle 5.9: Mittelwerte für die Schreibzeit im regionalen Vergleich	175
Tabelle 5.10: Mittelwerte für die Schreibzeit in den einzelnen Klassen.....	178
Tabelle 5.11: Mittelwerte der Fehleranzahl im Diktat nach Grad der Verbundenheit der Schrift.....	219



1 Einleitung

Schreiben ist eine der wichtigsten Kulturtechniken. Denn Schreiben ermöglicht es seit Jahrtausenden, Wissen zu konservieren und zeitversetzt zu kommunizieren (Nottbusch 2017, S. 125). Unter den drei basalen Kulturtechniken – Lesen, Schreiben und Rechnen lernen ist Ziel von Schulanfängern auf der ganzen Welt – gerät in Deutschland insbesondere das Schreiben regelmäßig in den Fokus einer breiteren öffentlichen Wahrnehmung. Vehement wird immer wieder um die Rechtschreibung, das Schreibenlernen mit Anlauttabelle oder die Wahl der Ausgangsschriften diskutiert. Letztgenanntes Thema ist in den vergangenen Jahren regelmäßig in den Medien präsent mit Schlagzeilen wie „Aus für die Schreibschrift: Schnörkel-Luxus oder Kulturgut?“¹, „Tastatur schlägt Stift – oder umgekehrt?“², „Schreibschrift stirbt aus“³, „Lobby gegen die Schreibschrift“⁴, „Künstlich erzeugter Schriftenwirrwarr“⁵.

Drei Themen kristallisieren sich aus diesen Schlagzeilen wie auch insgesamt in der öffentlichen Diskussion heraus: Die Frage nach der Bedeutung des Handschreibens angesichts der überwältigenden Zunahme der Kommunikation mit elektronischen Medien, die Sorge um das Verschwinden der Schreibschrift und – oft in Verbindung damit – die Verwirrung angesichts der vielen unterschiedlichen, in den Schulen gelehrtten Schriften. In der Forschung, die mit empirischen Ergebnissen diese öffentliche Diskussion bereichern könnte, nimmt das Schreiben demgegenüber einen eher untergeordneten Rang ein:

„Die Schreibkompetenz von Schülern bildet einen in der Forschung vergleichsweise randständigen Bereich, gerade, wenn man sich die regen Forschungsbemühungen bei der Erfassung von Lesekompetenz vergegenwärtigt.“ (Philipp 2014a, S. 13)

Ontogenetisch wird die Schreibkompetenz nach dem Verstehen, Sprechen und Lesen zuletzt entwickelt (Sandler et al. 1992, S. 17), als Bestandteil des Schriftspracherwerbs innerhalb der Früh- und Primärpädagogik oft dem Lesen untergeordnet, zum Teil zunächst sogar in dienender Funktion gesehen: Ob beim „Lesen durch Schreiben“ oder dem Schreiben als wichtigem sensorischen Weg zum Einprägen der Formgestalt der Buchstaben (Velay et al. 2014; Zepter 2014, S. 164; Barkow 2015, S. 11; Reinberger 2015; Ossner 2015).

Handschriften und elektronische Medien

Auf der anderen Seite stellt sich angesichts der täglich wachsenden Bedeutung elektronischer Medien die Frage nach dem Stellenwert des Schreibens mit der Hand. Beide Verfahren haben

¹ <http://www.spiegel.de/lebenundlernen/schule/aus-fuer-die-schreibschrift-schnoerkel-luxus-oder-kulturgut-a-771875.html>, zuletzt geprüft am 15.9.2017

² <http://www.sueddeutsche.de/bildung/handschrift-in-der-grundschule-tastatur-schlaegt-stift-oder-umgekehrt-1.2296730>, zuletzt geprüft am 20.9.2017

³ <http://www.faz.net/aktuell/reform-der-lehrplaene-die-schreibschrift-stirbt-aus-12932933.html>, zuletzt geprüft am 15.9.2017

⁴ <http://www.taz.de/!5326693>, zuletzt geprüft am 15.9.2017

⁵ <http://www.taz.de/!329310/>, zuletzt geprüft am 20.9.2017

heute noch ihre Berechtigung als „unterschiedliche erste Zugänge zur Schriftlichkeit“ (Zepter 2014, S. 164), wobei der genannte sensorische Zugang zur Schriftsprache eines der Hauptargumente für das Handschreiben ist. Vergleichende Studien an Kindern berichten immer wieder eine Überlegenheit des Handschreibens, und zwar sowohl in Bezug auf die Geschwindigkeit als auch auf die Textqualität (vgl. z.B. Connelly et al. 2007). Aktuelle neurowissenschaftliche Forschungen bestätigen die Bedeutung des Handschreibens für die Gehirnentwicklung und für die Ausbildung von Lese- und Schreibkompetenzen, beginnend in der frühen Kindheit, aber auch im gesamten Grundschulalter (James et al. 2016, S. 124). In ihrer viel zitierten Studie konnten Mueller und Oppenheimer sogar im Studium noch Vorteile nachweisen, wenn Notizen mit der Hand – gegenüber dem Mitschreiben am Laptop – gemacht wurden (Mueller und Oppenheimer 2014; Sturm 2015, S. 8; Reinberger 2015). Vermutet wird eine höhere Denkleistung beim Zusammenfassen der Inhalte. Denn das Schreiben mit der Hand ist aufwändiger, dauert länger, zwingt zum Kürzen:

“Maybe it helps you think better.” (Konnikova 2014)

Das Tippen auf Tastaturen beziehungsweise auf Bildschirmen von Smartphones oder Tablets wird dennoch zweifelsohne in Alltag und Arbeitswelt immer mehr an Bedeutung gewinnen und es sollte dies auch innerhalb der Schule tun. Trotzdem ist davon auszugehen, dass das Schreiben mit der Hand seine Berechtigung behält.

„Als Low-Tech errichtet dieser Schreibmodus die niedrigste Hürde zur aktiven Teilnahme an schriftlicher Kommunikation. Seine Verfügbarkeit im Alltag für eine maximale Zahl von Personen ist im Vergleich zu den anderen Schreibmodi am ehesten gewährleistet.“ (Weingarten 2014, S. 139)

Nicht zuletzt aus diesem Grund – und den damit verbundenen niedrigeren Kosten – ist das Handschreiben an Schulen nicht nur in Deutschland nach wie vor dominierend, wie Santangelo und Graham in ihrer Metastudie zusammenfassen:

“While there are many ways to author text today, writing with paper and pen (or pencil) is still quite common at home and work, and predominates writing at school.” (Santangelo und Graham 2016, S. 225)

Ohne an dieser Stelle im Einzelnen auf die stetig wachsende Fülle an Veröffentlichungen und Studien zu diesem Thema eingehen zu wollen (vgl. z.B. Zepter 2014; Heilmann 2014; Frahm und Blatt 2015; Weingarten 2014; Konnikova 2014; Kepser 2015), scheint sich insgesamt abzuzeichnen, dass nicht ein Entweder-Oder, sondern ein Sowohl-Als-auch das Ziel sein muss:

“The future research questions should not be whether handwriting or keyboarding should be taught (both should be) ...” (Berninger et al. 2015, S. 166)

“The goal of writing instruction in the Information Age should be developing hybrid writers who are adept with multiple writing tools including pens and keyboards.” (James et al. 2016, S. 125)

„Die Wahl des Mediums ist keine allgemeine Entweder-Oder-Frage: Vielmehr bildet sich möglicherweise ein situationsabhängiger Gebrauch heraus.“ (Sturm 2015, S. 7)

Schreibschrift und andere Ausgangsschriften

Nicht zuletzt, weil es geboten scheint, in der Schule auch das Tippen zu lehren, wird vermehrt diskutiert, ob zugunsten des Tastaturschreibens nicht auf eine der beiden Ausgangsschriften – meist wird in der Schule zunächst eine unverbundene, später eine verbundene Schrift eingeführt – verzichtet werden könne. Mitunter sind entsprechende Entscheidungen, wie zum Beispiel in Finnland, in manchen Staaten der USA oder in einzelnen Kantonen der Schweiz, schon gefallen. In der öffentlichen Diskussion, die im Zusammenhang mit solchen Meldungen immer wieder aufflammt und manchmal sehr hitzig, jedoch nicht immer evidenzbasiert geführt wird,⁶ wird der Wegfall der Einführung einer verbundenen (Schreib-)Schrift mitunter fehlinterpretiert als Wegfall des Schreibens mit der Hand insgesamt. Das allerdings ist weder Intention noch bedeutet eine Reduzierung auf die unverbundene Schrift überhaupt den Verzicht auf Verbindungen: Ziel ist es zumeist, die unverbundene Schrift zu einer teilverbundenen weiterzuentwickeln.

Ist das aber sinnvoll? Kann man mit unverbundenen (oder teilverbundenen) Schriften so schnell schreiben wie mit verbundenen? Stehen die unverbundenen Buchstaben einem Schreibfluss nicht im Weg? Haben die Schrifttypen vielleicht sogar einen Einfluss auf die Rechtschreibung? Fragen dieser Art tauchen in dem Zusammenhang immer wieder auf. Sie sollen mit vorliegender Studie genauso geklärt werden wie die Frage, welche Schriften Kinder, die – wie zumeist immer noch Usus – zunächst eine Druckschrift und dann eine Schreibschrift erlernten, denn am Ende der 4. Jahrgangsstufe, kurz bevor sie von der Grundschule auf weiterführende Schulen wechseln, tatsächlich nutzen. Denn angesichts der lebhaften Diskussion um Art und Anzahl der einzuführenden Ausgangsschriften scheint ganz aus dem Blick zu geraten, wie diese unterschiedlichen Schriften weiterentwickelt werden: Schreiben Kinder, die zuerst eine unverbundene, dann eine verbundene Schrift erlernten, am Ende der Grundschule überhaupt „Schreibschrift“? Gibt es qualitative Unterschiede zwischen den genutzten Schriften? Ist die Weiterentwicklung der Schrift beeinflusst vom Geschlecht oder anderen Faktoren? Auch diesen Fragen soll mit vorliegender Studie nachgegangen werden.

⁶ Nachrichten, 13.01.2015 | Botschaft von Finnland, Berlin: In einigen deutschen Medien wurde in den letzten Tagen die Falschmeldung verbreitet, dass ab 2016 finnischen Schülern nicht mehr das Schreiben von Hand beigebracht werden soll. Die Änderung des landesweiten Lehrplans betrifft nur die gebundene Schreibschrift. In den Schulen wird weiterhin das Schreiben in Druckschrift und das Tastaturschreiben unterrichtet. (<http://www.finnland.de/public/default.aspx?contentid=319607&nodeid=37052&culture=de-DE>, zuletzt geprüft am 21.2.2017)



2 Forschungsstand

Inwieweit diese Fragen bereits beantwortet werden können und an welchen Stellen noch Forschungsbedarf besteht, kann nur unter eingehender Erörterung des Forschungsstandes festgestellt werden. Im Zusammenhang damit soll auch die notwendige theoretische Einordnung vorliegender Studie erfolgen. Nach Klärung einiger für den Kontext wesentlicher Begriffe, linguistischer Modelle und neurowissenschaftlicher Grundlagen steht dabei insbesondere die Automatisierung des Handschreibens im Zentrum. Die Kenntnis der Teilprozesse beim Schreiben, der Rolle des Arbeitsgedächtnisses und der Probleme und Möglichkeiten, automatisierte Schreibbewegungen zu messen und von kontrollierten abzugrenzen, bilden die Grundlage für das Verständnis der Entwicklung und auch der Evaluierung der Automatisierung des Handschreibens bei Kindern. Ausgehend davon ist es interessant und für die Einordnung dieser Arbeit grundlegend, einerseits der Bedeutung einer automatisierten Handschrift nachzugehen und andererseits mögliche Einfluss- und Störfaktoren zu definieren.

2.1 Begriffsklärung: Schreiben und Handschreiben

Der Begriff „Schreiben“ umfasst zweierlei Bedeutungen: Zum einen ist er als schriftliche Produktion von Text zu verstehen, zum anderen als Produktion von Schriftzeichen, also einem kleinen, jedoch unverzichtbaren Teilbereich der Textproduktion. Zunächst wird das Schreiben im erstgenannten, weiteren Bedeutungsumfang definiert:

„Allgemein versteht man unter Schreiben eine kommunikative Handlung im Sinne einer zeitlich und räumlich zerdehnten Schreiber-Leser-Interaktion mittels schriftlicher Textproduktion.“ (Philipp 2014a, S. 17)

Bildlicher und problemorientierter definiert Rüdiger Weingarten:

„Unter ‚Schreiben‘ verstehen wir die Verfassung sprachlicher Äußerungen in einer visuell wahrnehmbaren Form. Alltagssprachlich ausgedrückt ist dabei das Problem zu lösen, wie die Sprache aus dem Kopf des Schreibers in die visuelle Form gebracht wird.“ (2014, S. 133)

Ein Modell, das auch das Schreiben im zweitgenannten, engeren Sinne innerhalb dieser „Verfassung sprachlicher Äußerungen“ verortet und in den Kontext literaler Kompetenzen stellt, der die Rezeption einschließt, zeigen Bachmann und Becker-Mrotzek:

	Schrift(kompetenz)	Text(kompetenz)
Produktion(skompetenz)	Schriftproduktion: Schrift schreiben <i>Buchstaben, Wörter, Sätze</i>	Textproduktion: Texte schreiben <i>Berichte, Protokolle, Briefe ...</i>
Rezeption(skompetenz)	Schriftrezeption: Schrift lesen <i>Buchstaben, Wörter, Sätze</i>	Textrezeption: Texte lesen <i>Berichte, Protokolle, Briefe ...</i>

Abbildung 2.1: Literale Kompetenzen (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 28)

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich nur mit der Schriftproduktion, dem „Schrift schreiben“ also, wie es im Modell bezeichnet und von den Autoren wie folgt definiert wird:

„Schriftproduktion bezeichnet die Fähigkeit, graphische Zeichenfolgen mit sprachlicher Bedeutung zu produzieren. Sie setzt neben den orthographischen Fähigkeiten zusätzlich bestimmte motorische Fähigkeiten voraus.“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 28)

Die orthographischen Fähigkeiten sollen hier nur insoweit thematisiert werden, wie sie im Zusammenhang mit den motorischen stehen, denn Schwerpunkt dieser Arbeit ist die Graphomotorik, also speziell das Schreiben mit der Hand. Dem im anglo-amerikanischen Sprachraum dafür gängigen Begriff *Handwriting* entspricht im Deutschen das „Handschriften“, das sich – wohl auch infolge der Rezeption der auf diesem Gebiet dominierenden englischen Forschungsliteratur – zunehmend einbürgert und auch in dieser Arbeit genutzt wird. Definiert werden soll es mit Virginia Berninger, einer der seit Jahrzehnten führenden amerikanischen Schriftforscherinnen:

“Handwriting is the use of the hand to produce units of written language – single letters, written words, sentences, and text – to express ideas and thinking.“ (2012, S. 28)

2.2 Sprache – Kognition – Motorik: Handschriften in Schreibmodellen

Das Schreiben mit der Hand dient also – genau wie das Tastaturschreiben – nicht einem Selbstzweck, sondern steht, wie auch aus allen angeführten Definitionen und dem Modell oben hervorgeht, in Zusammenhang mit der Produktion von Text. Es ist nicht als rein motorischer Akt zu verstehen, sondern immer auch als kognitiver und linguistischer, als problemlösender Prozess mit vielfach ineinander greifenden Anforderungen und Bedingungen:

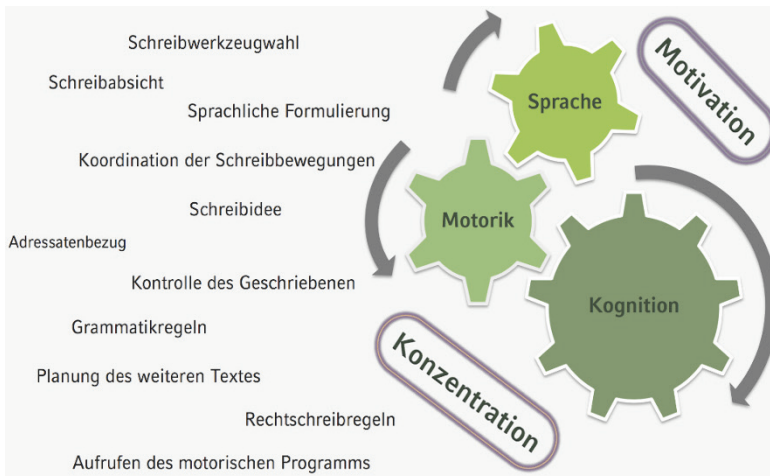


Abbildung 2.2: Die Komplexität des Schreibens (Speck-Hamdan 2017)

Versucht man sich dieser Fülle strukturiert zu nähern, lässt sich der Schreibprozess in das Planen (*planning*), Verschriften (*translating*) und Revidieren (*reviewing*) gliedern (Begriffe nach Philipp 2017b; englisch Hayes und Flower 1980), wobei für diese drei Phasen im Deutschen wie im Englischen zahlreiche synonyme oder auch in der Bedeutung unterschiedlich akzentuierte Begriffe verwendet werden (vgl. z.B. Philipp 2014a; Kellogg 1994; Bachmann und Becker-Mrotzek 2017; Kent und Wanzek 2016; Hayes und Flower 1980). Alamargot und Chanquoy zerlegen auf Grundlage verschiedener Modelle den *translating*-Prozess, der hier zentral ist, in vier Teilschritte: *Elaboration*, *Linearisation*, *Formulation* und *Execution* (vgl. 2001, S. 70), wobei das Handschreiben der *Execution* zuzuordnen ist, die die Autoren wie folgt definieren:

“The fourth stage, called Execution, carries out planning and graphic execution of the linguistic product; it thus concerns handwriting as well as typewriting.” (Alamargot und Chanquoy 2001, S. 71)

Einen Überblick über die einzelnen Komponenten innerhalb der drei Phasen bietet die, auf Alamargot und Chanquoy (2001) basierende, deutsche Übersicht von Philipp:

Hauptprozesse	Planen	Verschriften	Revidieren
Funktion	Textinhalte und Vorgehensweisen planen	Schriftlichen Text produzieren	Probleme an Texten erkennen und beheben
Teilprozesse	1) Inhaltsgenerierung 2) Inhaltsorganisation 3) Pragmatische Verarbeitung	1) Elaboration der Inhalte aus dem Schreibplan 2) Linearisierung der Inhalte 3) Formulieren von Sätzen 4) Graphomotorische Ausführung	1) Problemidentifikation 2) Entscheiden über Veränderungen 3) Ausführung der Veränderungen

Abbildung 2.3: Hauptprozesse des Schreibens mit ihren Funktionen und Teilprozessen (Philipp 2017b, S. 45), eigene Darstellung und Hervorhebung

Lange Zeit wurde die, in der mittleren Phase zu findende, graphomotorische Ausführung von der umfangreichen Forschung zum Schreiben als ohnehin weitgehend automatisiert angesehen und deswegen weniger beachtet als andere Teilprozesse (vgl. z.B. Torrance und Galbraith 2006). Dies wird auch in den Schreibmodellen deutlich, die im Folgenden mit Blick auf ihre Bezüge zum Handschreiben, der graphomotorischen Ausführung also, erörtert werden, um vorliegende Studie im Rahmen des großen Feldes der Textproduktion genauer zu verorten.

Bis heute nimmt die Schreibforschung Bezug auf das 1980 erstmals veröffentlichte, „zwischenzeitlich als klassisch“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 25) geltende und von ihm selbst später weiterentwickelte Modell des amerikanischen Kognitionspsychologen John Hayes und seiner Kollegin Linda Flower. Nachdem lange das fertige Schreibprodukt im Mittel-

punkt stand, rückten Hayes und Flower – auf Grundlage eines allmählichen Perspektivenwechsels, den unter anderem Bereiter und Scardamalia wesentlich vorbereiteten – den Blick vom Produkt auf den Prozess, vom Text auf den Schreiber und läuteten die immer weiter gehende Identifizierung einzelner Teilprozesse des Schreibens und damit einhergehender, oft konkurrierender Anforderungen ein. Eine Herangehensweise, die heute so selbstverständlich scheint, 1980 aber ganz neu war: “Viewing writing as a form of problem solving is so widely accepted today that it is difficult to imagine the novelty of the idea ...” (McCutchen 1994, S. 2) Die Autoren bezeichnen dieses – in seinen Grundzügen bis heute gültige – Modell selbst als

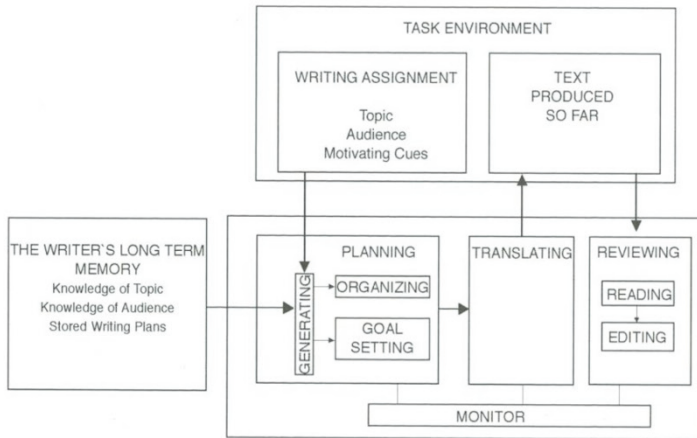


Abbildung 2.4: Schreibmodell (Hayes und Flower 1980, S. 11)

provisorisch, gedacht als Ausgangspunkt für weitere Forschung und Grundlage bei der Suche nach immer ausgefeilteren Schreibmodellen (vgl. Hayes und Flower 1980, S. 10). Für Bachmann und Becker-Mrotzek ist es „... ein Problemlösemodell, das die Textproduktion als eine Aufgabe versteht, die unter Einsatz verschiedener, insbesondere kognitiver und sprachlicher Ressourcen sukzessive gelöst wird.“ (2017, S. 31) Die „Schriftproduktion“, das „Schrift schreiben“, wird in diesem Schreibmodell nicht ausdrücklich erwähnt, fällt, wenn überhaupt, in den Bereich *translating*, das Hayes und Flower in der Beschreibung – anders als in der Übersicht oben – allerdings eher auf den Inhalt bezogen interpretieren: “The function of the TRANSLATING process is to take material from memory under the guidance of the writing plan and to transform it into acceptable written English sentences.” (Hayes und Flower 1980, S. 15) – “acceptable written“ meint hier wohl primär Rechtschreibung, Semantik und Grammatik und weniger die Leserlichkeit oder den motorischen Prozess des Aufschreibens. Unter den vier Kritikpunkten, die Alamargot und Chanquoy in ihrer fundierten und bis heute wichtigen Analyse von Schreibprozessmodellen bezüglich der Definition dieses *translating* bei Hayes und Flower anführen, findet sich denn auch das Fehlen dieses Aspekts:

“Finally, Hayes and Flower (1980) [...] do not describe handwriting or typewriting operations that carry out the physical output of linguistic processes, that is the transformation of the linguistic mental product into a written trace.” (Alamargot und Chanquoy 2001, S. 70)

Insgesamt beschränkt sich das erste Modell von Hayes und Flower, wie alle Modelle dieser Zeit, auf die Beschreibung (relativ weniger) hierarchiehöherer Prozesse (vgl. Torrance und Galbraith 2006, S. 78).

Berninger und Swanson (1994) setzen bei ihrer Modifizierung des Hayes-Flower-Modells beim *translating* an. Ihnen geht es darum, das Modell, das für geübte erwachsene Schreiber konzipiert war, an Kinder, die Schreibanfänger sind oder ihr Schreiben gerade (weiter)entwickeln, anzupassen, denn „developing writing is not simply a scaled-down version of skilled writing“ (1994, S. 58). Sie zerlegen den *translating*-Prozess in die *text generation* (“transforming ideas into language representations in working memory“) und die *transcription* (“translation of those representations into written symbols“) (Berninger und Swanson 1994, S. 58).

Diese Unterscheidung nimmt Hayes nicht auf, als er sein Modell 1996 selbst in der Darstellung verändert und weiterentwickelt, wobei er betont, nicht mit dem Anspruch der Vollständigkeit, der Abgeschlossenheit heranzugehen, sondern um neue Erkenntnisse zu integrieren und zukünftig integrieren zu können, um es umfassender und klarer zu machen, vor allem um Missverständnisse auszuschließen – „memory interacts [...] with all three cognitive writing processes [...] and not just with planning“ (Hayes 1996, S. 2) – und um aus der Darstellung von 1980 abgeleitete Gewichtungen der Inhalte zu vermeiden (vgl. Hayes 1996):

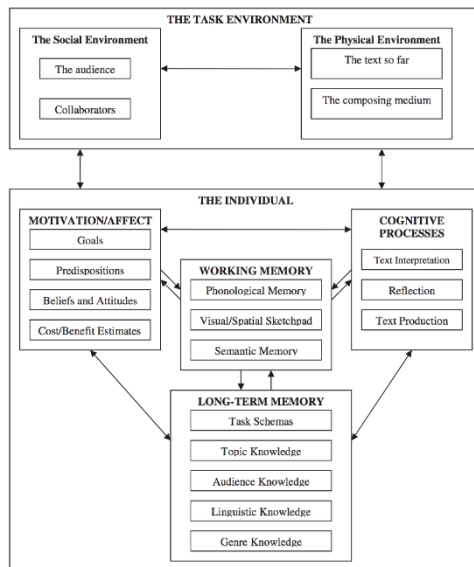


Abbildung 2.5: "The general organization of the new model" (Hayes 1996, S. 3)

Mit diesem Modell werden „vor allem die kognitiven und sprachlichen Ressourcen des schreibenden Individuums stärker (...) integriert“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 32), die Rolle des Arbeitsgedächtnisses im Schreibprozess wird, dem Forschungsstand entsprechend, aufgewertet und erhält einen zentralen Platz. Der graphomotorische Prozess des Aufschreibens ist nun dem Bereich der *Text Production* zuzuordnen, jedoch nach wie vor lediglich im Rahmen einer „very global description of this activity“ (Alamargot und Chanquoy 2001, S. 90). Immer noch spürbar ist die Entwicklung des Modells auf Grundlage so genannter „Lautes-Denken-Protokolle“ Erwachsener (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 31), die zwischenzeitlich in der Forschung zum (Hand-)Schreiben erfolgte Aufwertung des Teilprozesses der *transcription* – Berninger und Swanson untersuchten zum Beispiel quantitativ die Entwicklung verschiedener Fähigkeiten, die mit dem Schreiben in Zusammenhang stehen (1994) – schlägt sich noch nicht nieder (Alamargot und Chanquoy 2001, S. 90).

Auf Grundlage des Modells von Hayes 1996 und Alamargot und Chanquoy 2001 entwickelte Philipp ein deutsches „Modell der Schreibprozesse und -komponenten“:

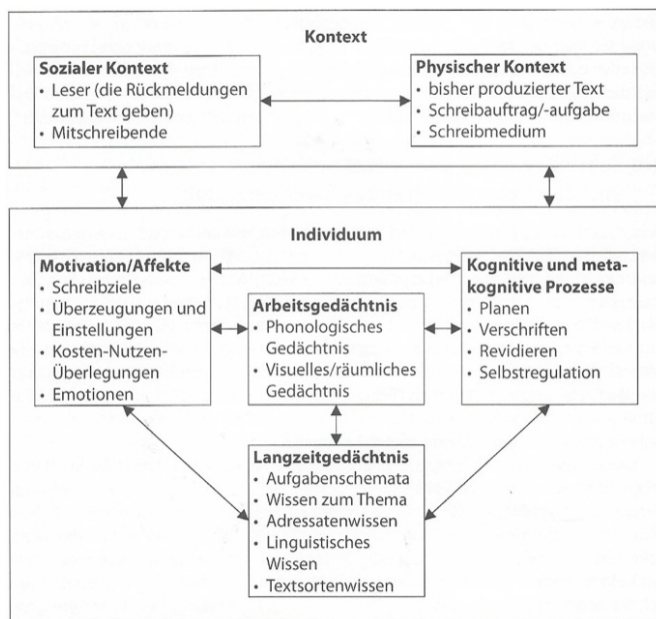


Abbildung 2.6: Modell der Schreibprozesse und -komponenten (Philipp 2014a, S. 20)

Philipp verortet in seiner Übersetzung und Bearbeitung des Modells im Unterschied zu Hayes das Verschriften explizit innerhalb der kognitiven und meta-kognitiven Prozesse und betont, dass „... das Verschriften den vermutlich am stärksten unterschätzten Prozess des Schreibens

bildet, der aber faktisch erhebliche Bedeutung für den entstehenden Text hat ...“ (Philipp 2014a, S. 21)

In der letzten Ausdifferenzierung seines Modells aus dem Jahr 2012, das Bachmann und Becker-Mrotzek als „das aktuell wohl einflussreichste Schreibmodell“ (2017, S. 25) bezeichnen, berücksichtigt schließlich auch Hayes die Schriftproduktion ausdrücklich:

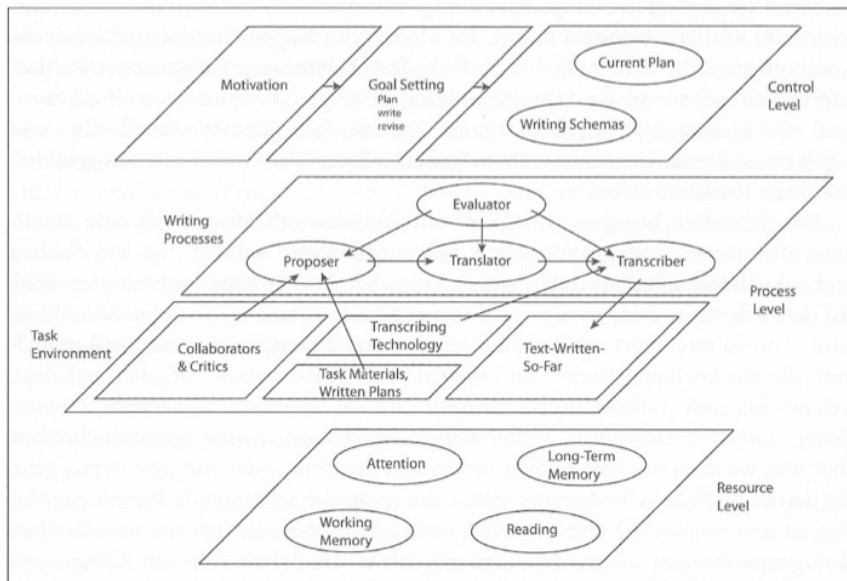


Abbildung 2.7: „Current version of the writing model“ (Hayes 2012, S. 371)

Dieses Modell betont – wie schon das „model of written language production“ von 2001 (Chenoweth und Hayes, S. 84) – stärker die drei Phasen des Schreibprozesses und die jeweils verknüpften Gedächtnisleistungen, wobei der „Monitor“ entfällt, während die *Transcribing Technology* erstmals auftaucht. Hayes begründet das bisherige Fehlen dieses Aspekts mit dem weit verbreiteten Glauben, das Verschriften Erwachsener erfolge ohnehin automatisiert:

“I believe that this omission was due to a widely shared belief that transcription in adults was so thoroughly automated that it would not have any significant impact on other writing processes and could safely be ignored.” (Hayes 2012, S. 371)

Grund für die Aufnahme der „Schriftproduktion“ scheint unter anderem „der von der pragmatischen Wende der Linguistik beeinflusste Diskurs um didaktische Modelle der Schreibförderung“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 32) zu sein; denn Hayes begründet die Aufnahme dieses Aspekts in sein Modell mit den wegweisenden Arbeiten von Berninger und Kollegen und anderen Forschungen, die verdeutlichten, dass die Verschriftung

eine kritische Rolle in der Schreibentwicklung von Kindern spielt. Zusätzlich bestätigt durch eigene Forschung an erwachsenen Probanden kommt Hayes deswegen zu dem Schluss "... that transcription does compete with other writing processes for cognitive sources in both adults and children and must be accounted for in modeling all writers." (2012, S. 371 f.)

Ein Modell, das die Schreibentwicklung von Kindern nicht ausklammert und außerdem die Gedächtnisleistungen, um die es letztlich geht, wenn Hayes vom Konkurrieren der einzelnen Schreibprozesse um *cognitive sources* spricht, in den Mittelpunkt stellt, ist die „Simple View of Writing“ von Virginia Berninger und Kollegen:

"While there are few models of early writing development [...], one of the most influential is the Simple View of Writing (Berninger et al. 2002). With this model, writing takes place in a working, short-term, and long-term memory environment." (Santangelo und Graham 2016, S. 227)

Es soll in der Fassung, die Berninger und Winn (2006, S. 97) als „Not-so-simple-View-of-Writing“ um detaillierte Erläuterungen ergänzten, vorgestellt werden:

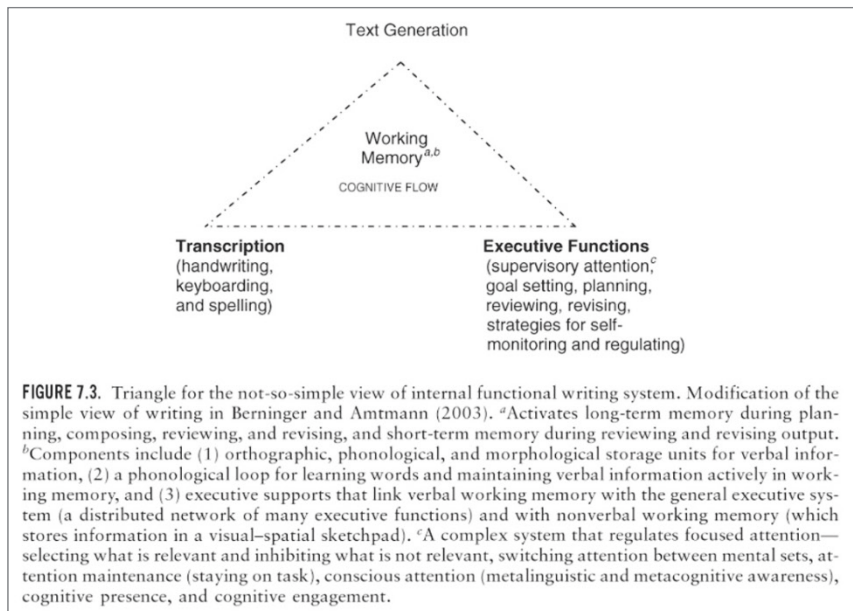


Abbildung 2.8: Modell der „Not-so-simple-View-of-Writing“ von Berninger und Winn (2006, S. 97)

Das Handschreiben bildet hier – alternativ zum Tastaturschreiben – zusammen mit der Orthographie einen der drei Hauptanker des Modells, die *Transcription*, im Deutschen vielleicht mit Verschriften oder auch Schriftproduktion zu übersetzen. In den wichtigen Erläuterungen zum

zentral in der Mitte stehenden Arbeitsgedächtnis, wird allein unter (3) offenkundig, wie komplex die Zusammenhänge und Abläufe sind, wenn doch vermeintlich nur – rein motorisch – geschrieben wird, und dass es sich dabei eben nicht um eine singulär motorische Leistung handelt:

“Moreover, writing, even letter production, is more than a motor skill, it is also a multi-modal, multileveled language skill.” (Berninger et al. 2015, S. 155)

Aus der Diskussion um die Entwicklung von Schreibmodellen wird – obwohl hier nur sehr verkürzt wiedergegeben – deutlich, dass „Schreiben als eine Art Problemlöseprozess“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 25) zu verstehen ist und Schriftproduktion singulär nicht gedacht werden kann, sondern immer im Zusammenhang mit und in Abhängigkeit von zahlreichen anderen, vielfach verknüpften Teilprozessen steht. Dass diese nicht nur auf individueller Ebene existieren, sondern zwingend sozial eingebettet sind, dass sie nicht nur auf linguistischer Ebene ablaufen, sondern immer auch motivational und (meta)kognitiv gesteuert sind, dass es sich nicht um eine rein motorische Leistung handelt, sondern diese im Arbeits-, Kurz- und Langzeitgedächtnis vielfach verknüpft ist, muss beim Nachdenken und Forschen über Schrift und Schreiben also stets mitgedacht werden.

2.3 „The handwriting brain“

Seit es möglich ist, mit bildgebenden Verfahren die Gehirnaktivitäten zu beobachten, ist die Forschung dazu auch in Bezug auf das Schreiben in den vergangenen beiden Jahrzehnten enorm angestiegen, vor allem neurowissenschaftliche, aber auch entwicklungs- und lernpsychologische Implikationen erwachsen daraus zunehmend (James et al. 2016; Berninger und Winn 2006). Im Bereich des Handschreibens geht es insbesondere um die limitierende Rolle des Arbeitsgedächtnisses und um die Lokalisierung der an bestimmten (Teil-)Prozessen beteiligten Gehirnareale und damit einhergehende Versuche, Unterschiede zwischen „normal“ entwickelten Schreibern und solchen, die Schreibstörungen (Dysgraphie, Agraphie) haben, zu erkennen und für Diagnose und Therapie zu nutzen (vgl. z.B. Berninger und Winn 2006; James et al. 2016).

2.3.1 Neurowissenschaftliche Grundlagen

Bereits im 19. Jahrhundert entdeckte man ein „Schreibzentrum“ im Gehirn, danach identifizierte man über die Zeit zahlreiche weitere beteiligte Areale, wobei bis heute eine eindeutige Beschreibung aussteht:

“Handwriting is a modality of language production whose cerebral substrates remain poorly known although the existence of specific regions is postulated.” (Planton et al. 2013, S. 2772)

Schwierig sind genaue Zuordnungen, weil das Handschreiben so schwer zu isolieren ist von den zahlreichen Prozessen, die eng damit verknüpft sind, Planton et al. nennen hier neben linguistischen auch motorische, wie das Halten des Stifts (2013, S. 2773 f.). In ihrer

Metaanalyse filtern sie zwölf kortikale und subkortikale Gehirnregionen heraus, die in unterschiedlichem Ausmaß am Schreiben beteiligt sind, und unter denen sie drei als in allen berücksichtigten Studien zuverlässig beim Handschreiben aktiviert definieren können: "left superior frontal sulcus/middle frontal gyrus area, left intraparietal sulcus/superior parietal area, right cerebellum" (Planton et al. 2013, S. 2772; vgl. auch S. 2778 und Limmer 2001). Dies entspricht auch der Zuordnung des Schreibens zu bestimmten kortikalen und subkortikalen Regionen, wie sie Limmer zusammenfasst:

„Obwohl sich die Schreibaufgaben und der Schreibmodus in den bislang durchgeführten Aktivierungsstudien zum Teil deutlich unterschieden, gleichen sich die Aktivierungs-/Deaktivierungsmuster in den Studien weitgehend. Dieses hohe Maß an räumlicher Übereinstimmung in der schreibbedingten zerebralen Aktivierung lässt es zu, ein umschriebenes kortiko-subkortikales funktionelles Netzwerk abzugrenzen, welches an der Ausführung von Schreibbewegungen jeglicher Art („Schreiben per se“) beteiligt ist.“ (Limmer 2001, S. 39)

Die Beteiligung des Kleinhirns, insbesondere für die zeitliche Koordination der einzelnen Prozesse, betonen auch Berninger und Winn, wenn sie ausführen, dass für den hier relevanten Teilbereich der Graphomotorik zwei Codes aktiviert werden müssen, und zwar ein orthographischer für die Buchstabenform und ein motorischer für die Handbewegung (2006, S. 99). Für vorliegende Studie von Bedeutung ist außerdem, dass sich die Aktivierungsmuster in den beteiligten Gehirnarealen ändern, sobald ein motorischer Ablauf automatisiert ist, und dass unterschiedliche neuronale Muster mit automatisiertem bzw. nicht-automatisiertem Schreiben assoziiert sind (Berninger und Winn 2006, S. 100). Hier zeichnet sich ab, dass motorisches Lernen besonderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt, auch weil es zum Teil implizit verläuft: "A range of implicit or nondeclarative learning and memory systems were identified, including (...) the acquisition of motor skills ..." (Baddeley 2015, S. 18). Da die meisten neurowissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Forschung an Erwachsenen stammen, ist zudem interessant, dass beim Buchstabenschreiben bei Kindern und Erwachsenen die Aktivierung und Verknüpfung der gleichen Gehirnareale beobachtet wurde (James et al. 2016, S. 123). Insgesamt kann neurowissenschaftlich ein Zusammenhang zwischen dem Handschreiben, dem Rechtschreiben und der Textproduktion als gesichert gelten. Berninger betont in ihrer Zusammenfassung der Schreibforschung, dass diese drei Fähigkeiten signifikant mit denselben Gehirnregionen korrelieren (2009, S. 77), und sieht insgesamt „converging evidence for brain-behavior relationships for handwriting, spelling, and composing and for the role of temporally coordinated working memory“ (2009, S. 69).

2.3.2 Arbeitsgedächtnis und Schreiben

Die angesprochene Funktion des Arbeitsgedächtnisses als Kurzzeitspeicher, um den zahlreiche Teilprozesse konkurrieren, ist für das Schreiben von besonderer Bedeutung:

“Understanding how different writing processes (transcription, planning, reviewing) are accomplished using the same working memory space could explain how some writing processes may interfere with others.” (Medwell et al. 2009, S. 330)

Das Arbeitsgedächtnis soll zunächst mit Alan Baddeley ganz allgemein definiert werden: “A memory system that underpins our capacity to ‘keep things in mind’ when performing complex tasks.” (Baddeley 2015, S. 12) und genauer:

“... the term working memory is based on a theoretical assumption, namely that tasks such as reasoning and learning depend on a system that is capable of temporary holding and manipulating information, a system that has evolved as a mental workspace. A number of different theoretical approaches to working memory have developed [...] All, however, assume that WM provides a temporary workspace that is necessary for performing complex cognitive activities.” (Baddeley 2015, S. 41 f.)

Im oben gezeigten Schreibmodell von Berninger und Winn steht das Arbeitsgedächtnis dem entsprechend in der Mitte und ist mit *cognitive flow* untertitelt, so dass hier nicht – wie so oft – die Limitierung in den Vordergrund gestellt wird, sondern das Potential: Informationen aus dem Langzeit- und Kurzzeitgedächtnis werden dort abgerufen, zwischengespeichert und weiterverarbeitet. Die der Abbildung beigefügten Erläuterungen geben einen Eindruck von der Vielfalt und Komplexität von Teilprozessen, die während des Schreibens ablaufen, das zweifelsohne zu den „complex cognitive tasks“ gehört. In diesen Erläuterungen ist das Mehrkomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses erkennbar, das Baddeley und Hitch 1974 einführen: Die zentrale Exekutive (*central executive*) regelt den Informationsfluss und damit die Prioritäten zwischen einer phonologischen Schleife (*phonological loop*) und einem räumlich-visuellen Notizblock (*visuospatial sketchpad*), später ergänzte Baddeley noch einen episodischen Puffer (*episodic buffer*) (Tobinski 2017, S. 40 f.). Für ein besseres Verständnis des Modells von Berninger und Winn und der Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses seien diese Komponenten kurz erklärt (vgl. dazu Tobinski 2017): Die phonologische Schleife nimmt (visuelle) sprachliche Informationen auf und wandelt sie in lautliche um, die dann für ein bis zwei Sekunden zur Verfügung stehen. Der visuell-räumliche Notizblock verarbeitet und speichert – allerdings mit ebenfalls nur begrenzter Kapazität, also vorübergehend – räumliche und visuelle (Farbe, Form) Informationen. Diesen spezifischen Einheiten wurde von Baddeley später der episodische Puffer als multimodales Speichersystem hinzugefügt, um zu erklären, wie aus bekannten, abgerufenen Wissens-elementen neue Strukturen oder eben „Episoden“ entstehen bzw. genutzt werden können, man sich zum Beispiel mehr Wörter in einem Satz merken kann als unzusammenhängend. Auch der episodische Puffer ist von begrenzter Kapazität. Diese drei Subsysteme werden von der zentralen Exekutive kontrolliert und gesteuert, sie regelt also die Koordinierung, Planung und (raum-zeitliche) Ausführung von Aufgaben und Zielen, lenkt die Aufmerksamkeit und aktualisiert die Inhalte des Arbeitsgedächtnisses (Tobinski 2017, S. 41; Berninger und Winn 2006). Anschaulich bezeichnet Berninger an anderer Stelle die Funktion des Arbeitsgedächtnisses als vorübergehendes Speicher-, Analyse- und Ausführungsmedium beim Handschreiben als eine Art „inneres Auge“ und erklärt dabei

auch den in der Erläuterung ihres Modells verwendeten Begriff des *orthographic loop*: “The orthographic loop of working memory (...) integrates the letters and written words in the mind’s eye with the sequential hand and finger movements during writing.” (Berninger 2012, S. 28; vgl. auch Berninger 2009)

Schon 1991 stellte van Galen ein Modell vor, das – aufbauend auf den am Schreiben beteiligten Ebenen von Ellis 1982 (vgl. dazu genauer Mahrhofer 2004, S. 54 ff.) – weniger als die oben gezeigten auf die Darstellung der Komplexität und vielfach ineinander greifenden Einzelprozesse abzielt, sondern deren hierarchische und zugleich parallel ablaufende Anordnung aufzeigt:

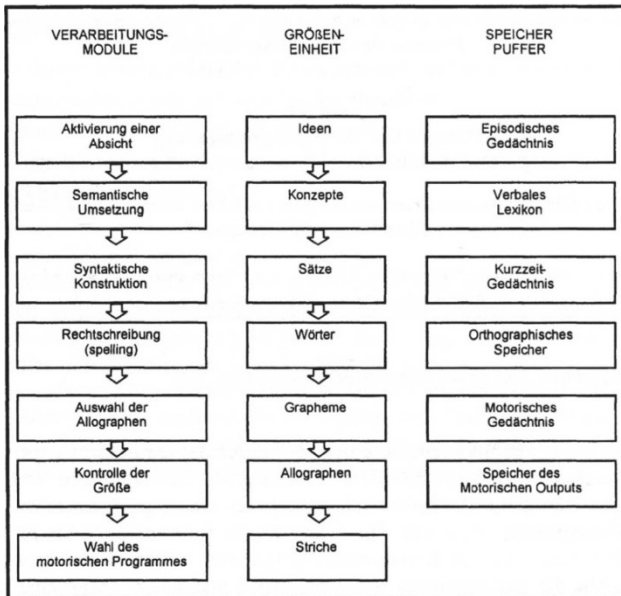


Abbildung 2.9: Hierarchisch-parallel strukturiertes Modell des Schreibens nach van Galen 1991, Abbildung und Übersetzung von Mahrhofer (2004, S. 58)

Ganz ähnlich erklären Planton et al. in ihrer Metaanalyse zum *handwriting brain* die Abläufe beim Schreiben eines Wortes, zu der die visuelle beziehungsweise auditive Wahrnehmung der Aufgabe genauso gehören wie der Zugang zur orthographischen Repräsentation des Wortes und die vorübergehende Speicherung im *graphemic buffer*, den van Galen der rechten Spalte seiner Grafik zuordnet. Sie betonen dabei, dass diese Prozesse, die im Arbeitsgedächtnis ablaufen, nicht spezifisch für das Schreiben, sondern auch an anderen linguistischen (z.B. Lesen) oder motorischen (z.B. Zeichnen) Aufgaben beteiligt sind (Planton et al. 2013, S. 2773; vgl. auch Berninger 2012). Auch Baddeley selbst erweiterte das Konzept des Arbeitsgedächtnisses über die überwiegend verbale Natur hinaus: “This [the working memory, E.O.] was initially

thought to be largely verbal in nature but other modalities were subsequently shown to be capable of temporary storage.” (Baddeley 2015, S. 18) Entsprechend übersetzen Planton et al. dieses Muster auch auf die noch näher der eigentlichen Verschriftung zuzurechnenden allo-graphischen Prozesse, bei denen sie als die drei Komponenten – in van Galens Schema den letzten drei Sequenzen in der linken Spalte entsprechend – das Spezifizieren des zur Verfügung stehenden Raums, das Abrufen der (individuellen) graphischen Skripte und die motorische Ausführung definieren, letztere beschreiben sie als „the programming and neuromuscular execution of appropriate motor sequences“ (2013, S. 2773). Bei dem Versuch, den Teilprozess des Handschreibens zu isolieren, darf dennoch nie außer Acht geraten, dass eine linguistische Komponente naturgemäß immer beteiligt ist:

“Handwriting is a complex perceptuo-motor skill which differs from other graphomotor tasks, such as drawing or scribbling, in various ways. One of the most obvious differences is of course the involvement of the linguistic system which seems to influence diverse aspects of handwriting production.” (Zesiger et al. 1993, S. 353)

Neben der Komplexität des Schreibprozesses wird im Modell von van Galen insbesondere die Beteiligung unterschiedlicher Ebenen deutlich, angefangen von der intentionalen über die linguistischen bis zu den motorischen Stufen. Ergänzen lässt sich, dass der lange übliche, eher getrennte Zugang zum Sprechen, Lesen und Schreiben dem in den gezeigten Modellen aus verschiedener Blickrichtung erfassten, vielschichtigen System „Schreiben“ nicht gerecht wird. James, Joa und Berninger sprechen deswegen in ihrem Beitrag zu aktuellen neuropsychologischen Erkenntnissen zum Schreiben von einem „multiple-language system (by ear, mouth, eye, and hand) involved in the written expression of ideas“ (James et al. 2016, S. 125). Diese Teilsysteme sind nicht nur über das Arbeitsgedächtnis vielfältig verknüpft, und zwar sowohl untereinander als auch mit senso-motorischen, sozial-emotionalen, kognitiven, Aufmerksamkeits- und Ausführungsfunktionen des Gehirns, sondern zudem ist die Art und Weise dieser Interaktionen abhängig vom Entwicklungsgrad des Schreibers und von der (Schreib-)Aufgabe (James et al. 2016, S. 116). Wesentlich ist hier die Betonung des Entwicklungsaspekts des „schreibenden Gehirns“ von Kindern:

“Similar to the ever-changing platforms in our computer technology the developing brain supporting writing undergoes continual change ...“ (James et al. 2016, S. 118).

Diese Weiterentwicklung ist zum Teil genetisch bedingt, zum Teil durch Einflüsse von außen verursacht (ebd.). Die Komplexität, die deswegen für Kinder in noch größerem Ausmaß besteht, können weniger strategische, mehr dynamische Modelle des Schreibprozesses oft besser visualisieren und dabei das Konkurrieren gleichzeitig, jedoch in unterschiedlicher Geschwindigkeit ablaufender kognitiver Mechanismen zeigen (vgl. Torrance und Galbraith 2006, S. 78). Van Galen versuchte schon 1989, diese zeitliche Organisation der parallelen Anforderungen beim Schreiben eines Satzes zu visualisieren, hier wird eine in Anlehnung daran von Christina Mahrhofer entwickelte Grafik vorgestellt:

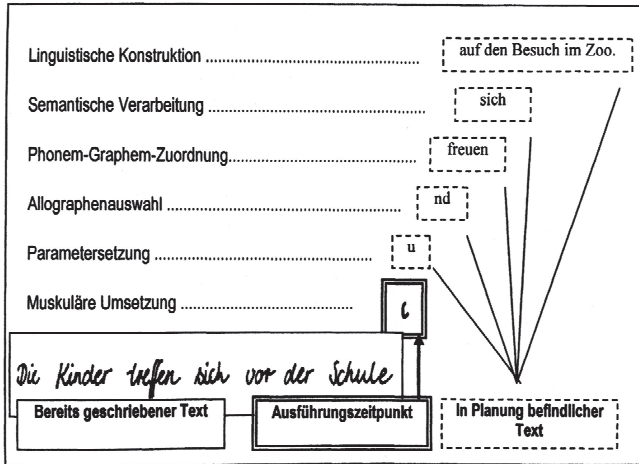


Abbildung 2.11: Grafische Veranschaulichung der hierarchisch-parallel strukturierten Prozesse beim Verschriften des Satzes: „Die Kinder treffen sich vor der Schule und freuen sich auf den Besuch im Zoo.“ (Mahrhofer 2004, S. 61, in Anlehnung an van Galen et al. 1989)

Die bildliche Repräsentation des hier gezeigten Aspekts der Koordinierung war auch Grund für die Entwicklung so genannter „Kaskadenmodelle“. Natürlich kann „das Schreiben als komplexe kognitive Handlung nicht zufriedenstellend in Form von Flussdiagrammen abgebildet werden“ (Bachmann und Becker-Mrotzek 2017, S. 33). Das ist auch nicht Ziel dieser Modelle, die vielmehr ein besseres theoretisches Verständnis des parallelen und „kaskadenartigen“ Ablaufs der vielschichtigen Teilprozesse des Schreibens und deren Koordinierung im Arbeitsgedächtnis intendieren und dabei die sich überschneidenden und überlappenden Anforderungen sichtbar machen wollen. Dass die Fähigkeit zu dieser Koordinierung interindividuell unterschiedlich ausgebildet ist, macht sie zudem zu einer wichtigen Kompetenz bei der Schreibentwicklung (Olive 2014). Das Handschreiben als Endpunkt dieser Teilprozesse ist unverzichtbarer Bestandteil in Kaskadenmodellen zur Textproduktion, so dass sie für diese Arbeit von besonderer Relevanz sind, wie an folgendem Beispiel deutlich wird:

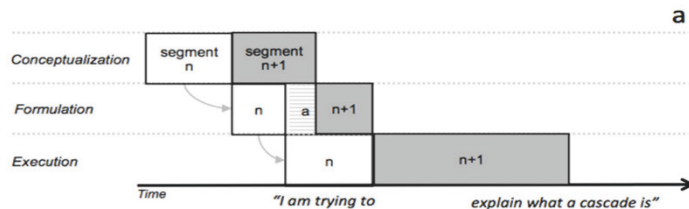


Abbildung 2.12: „The parallel coordination of writing processes when composing the sentence ‚I am trying to explain what a cascade is‘“, Teil a (Olive 2014, S. 178)