

# **Sprachrhythmische Fähigkeiten im Schriftspracherwerb**

## **Dissertation**

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität Tübingen  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von  
Katharina Brandelik  
aus Sigmaringen

Tübingen  
2014

Tag der mündlichen Qualifikation:

19.05.2014

Dekan:

Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Jürgen Heller

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Karin Landerl

## *Inhaltsverzeichnis*

<i>Zusammenfassung</i> .....	1
<i>Einleitung</i> .....	2
1. Zentrale Begriffe .....	5
1.1 Schriftspracherwerb und phonologisches Defizit .....	5
1.2 Prosodie .....	7
1.3 Sprachrhythmus .....	9
2. Phonologische Schwächen .....	13
2.1 Das Modell der Sprechverarbeitung nach Stackhouse & Wells (1997) .....	13
2.2 Untergruppen der phonologischen Schwäche .....	15
3. Inputverarbeitung und Schriftspracherwerb .....	20
3.1 Phonologisches Erkennen .....	20
3.2 Vokallängenmarker und Betonung .....	24
4. Experiment 1 .....	26
4.1 Methode .....	27
4.1.1 Versuchspersonen .....	27
4.1.2 Material .....	28
4.1.3 Aufgaben .....	29
4.1.4 Vorgehen .....	31
4.1.5 Ergebnisse .....	32
5. Diskussion Experiment 1 .....	40
6. Outputverarbeitung und Schriftspracherwerb .....	46
7. Experiment 2 .....	49
7.1 Methode .....	50
7.1.1 Versuchspersonen .....	50
7.1.2 Material .....	50
7.1.3 Aufgaben .....	52
7.1.4 Vorgehen .....	52

7.1.5	Datenanalyse .....	53
7.1.6	Ergebnisse .....	56
8.	Diskussion Experiment 2 .....	62
9.	Allgemeine Diskussion .....	70
Literatur .....		V
Appendix I .....		i
Appendix II .....		iii

## *Abbildungsverzeichnis*

Abbildung 1: Sprachrhythmische Unterschiede.....	10
Abbildung 2: Modell der Sprechverarbeitung (Stackhouse & Wells, 1997) .....	13
Abbildung 3: Oszillogramm der Äußerung "Butter" (Mayer, 2010, S. 95) .....	22
Abbildung 4: Phonologische Merkmale der Vokallängenmarker .....	25
Abbildung 5: Beispiel Punktmuster, Item 2 .....	29
Abbildung 6 Streudiagramm WRT T-Werte - N Betonungsmuster korrekt .....	32
Abbildung 7: Streudiagramm Vokallängenfehler - N Betonungsmuster korrekt .....	33
Abbildung 8: Streudiagramm SLS Lesequotient - N Betonungsmuster korrekt.....	34
Abbildung 9: Graphiktablett.....	49
Abbildung 10: Segmentieren der Grapheme .....	53
Abbildung 11: Zusammenhang der Variablen „Verzögerung“ und „Differenz“ (in msec).....	56
Abbildung 12: Lineares Modell: T-Wert ~ Verzögerung für Primar- und Sekundarstufe.....	58
Abbildung 13: Boxplots der Differenzen (in msec).....	60
Abbildung 14: Das Zwei-Wege-Verarbeitungsmodell des Rechtschreibens (Barry, 1994) ....	67

## *Tabellenverzeichnis*

Tabelle 1: Bivariate und partielle Korrelationen.....	35
Tabelle 2: Kontingenztabelle Rechtschreibung – Reizbedingung .....	38
Tabelle 3: Freiheitsgrade, BIC-Werte, log likelihood und Chisquare Statistik der GLMM....	38
Tabelle 4: Schätz- und Kennwerte der festen Effekte.....	39
Tabelle 5: Wortpaare .....	51
Tabelle 6: Berechnen der Verzögerung.....	55
Tabelle 7: Schätz- und Kennwerte des LM.....	57
Tabelle 8: Koeffizienten im linearen Modell .....	59
Tabelle 9: Konfidenzintervalle für Differenzen zwischen $T_n$ und $T_{n-1}$ .....	61

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sprachrhythmische Fähigkeiten und deren Zusammenhang mit Lese- und Rechtschreibleistungen untersucht. In Experiment 1 wurde das Identifizieren der Betonung untersucht. Dritt- und Viertklässler wurden gebeten aus drei Sätzen einen Zielsatz auszuwählen, dessen Betonungsmuster zu einem vorgegebenen Betonungsmuster passte. In Experiment 2 wurde das Planen der Silbe als graphomotorische Einheit untersucht. Dritt- Viert- und Siebtklässler wurden gebeten 20 einfache Wörter auf einem Graphiktablett zu schreiben. Der digitalisierte Schreibfluss wurde daraufhin analysiert, ob die Kinder nach der Silbengrenze langsamer werden – ob der Schreibfluss an dieser Stelle verlangsamt. Ein solches Muster wurde in unterschiedlichen Orthographien im intakten Schreibfluss von Erwachsenen beobachtet und als ein Anzeichen für das Planen der Silbe als graphomotorische Einheit interpretiert.

Die untersuchten sprachrhythmischen Fähigkeiten standen in Zusammenhang mit verschiedenen schriftsprachlichen Maßen. Ein besonderer Zusammenhang bestand zwischen dem Identifizieren der Betonung und dem Erwerb der Vokallängenmarker, die im deutschen orthographischen System phonologische Merkmale ausdrücken, die mit der Betonung verbunden sind. Diese Ergebnisse werden diskutiert und eingeordnet in den psychologischen, linguistischen und psycho-linguistischen Forschungsbereich.

## **Einleitung**

„Could games using musical rhythms be used as an early intervention for children at risk of dyslexia? - Könnten Rhythmusspiele als frühe Intervention für Kinder mit einem Risiko für Lese-Rechtschreibschwäche verwendet werden?“ Diese Frage wurde in einem Artikel der Zeitschrift *Daily Science* (Elsevier, 2011, 29. Juni) aufgegriffen. In diesem Artikel wurde Forschung von Autoren vorgestellt, die davon ausgehen, dass vor allem der Wahrnehmung von rhythmischen Merkmalen während des Schriftspracherwerbs eine bedeutsame Rolle zukommt (Huss, Verney, Fosker, Mead & Goswami, 2011; Goswami, Gerson, & Astruc, 2010; Thompson & Goswami, 2008). Sie nehmen an, dass mit rhythmischen und sprachrhythmischen Übungen ein Defizit in der Wahrnehmung von Sprache gemindert werden kann, das Lese-Rechtschreibschwächen primär zugrunde liege. Diese Arbeit knüpft an diese Annahme an, zeigt aber auch auf, dass möglicherweise nicht alle rhythmischen Übungen einen spezifischen Förderbedarf ansprechen, sondern dass vor allem sprachgebundene rhythmische Kompetenzen mit manchen Entwicklungsschritten im Schriftspracherwerb assoziiert sind.

Um hierbei die existierenden Fachbegriffe verwenden zu können, soll in Kapitel 1 zunächst ein Überblick gegeben werden über die Bedeutung von zentralen Begriffen sowie über den Hintergrund, der die Forschung im sprachrhythmischen Bereich motiviert. Es wird aufgezeigt aus welchen Gründen weniger die allgemeine Rhythmusverarbeitung sondern vielmehr die spezifisch sprachrhythmische Verarbeitung als Korrelat von Lese-Rechtschreibleistungen in dieser Arbeit untersucht wird.

In Kapitel 2 wird erläutert, weshalb hierbei das Unterscheidungskriterium des rezeptiven und produktiven Verarbeitungswegs aufgegriffen wird. Es wird ein psycholinguistisches Modell der Sprechverarbeitung (Stackhouse & Wells, 1997) beschrieben, in dem beide Wege modelliert sind. In Anlehnung an diese Modellierung werden dann verschiedene Profile der phonologischen Schwäche umrissen - einer Schwäche in der Verarbeitung der Lautstruktur von Sprache. Die Beschreibung der Profile zeigt auf, dass es auch im Hinblick auf den Schriftspracherwerb hilfreich sein kann, das Unterscheidungskriterium der rezeptiven und produktiven Fähigkeiten aufzugreifen. Daher werden sprachrhythmische Leistungen in dieser Arbeit sowohl auf dem rezeptiv analytischen als auch auf dem produktiv generierenden Weg untersucht.

Kapitel 3 greift zunächst die rezeptiv analytische Verarbeitung auf. In einer Übersicht zur bisherigen Forschung wird dargelegt inwiefern diese Verarbeitung in Zusammenhang mit dem Lese-Rechtschreiberwerb steht. Aus dieser Übersicht geht hervor, dass das Identifizieren der Betonung eine analytische sprachrhythmische Verarbeitungsleistung ist, die während des Schriftspracherwerbs bedeutsam werden kann – im Deutschen möglicherweise vor allem im Kontext des Erwerbs von Vokallängenmarkern, die generell in betonten Silben erscheinen.

In Kapitel 4 wird beschrieben wie dieser Fragestellung im Rahmen von Experiment 1 nachgegangen wurde. Es wird beschrieben in welchem methodischen Rahmen der Zusammenhang zwischen dem Schriftspracherwerb und dem Identifizieren der Betonung untersucht wurde und inwiefern die sprachrhythmische Fähigkeit tatsächlich in Zusammenhang stand mit schriftsprachlichen Kompetenzen - und insbesondere mit dem Erwerb der Vokallängenmarker. Kapitel 5 diskutiert die Methode und deutet an, bei welchen Entwicklungsschritten das Identifizieren der Betonung während des Schriftspracherwerbs von Bedeutung sein kann.

Welche produktiven phonologischen Leistungen in Zusammenhang mit dem Lese-Rechtschreiberwerb stehen, wird in Kapitel 6 aufgezeigt. Eine dieser Leistungen kann möglicherweise das Abrufen und Planen der Silbe sein. Bisherige Forschung zeigt, dass dieser Mechanismus den ausgebildeten Schreibprozess strukturiert, dass er für Kinder mit Rechtschreibschwächen aber keineswegs trivial sein muss. Aufgrund dieser bisherigen Forschungsergebnisse wurde im Rahmen von Experiment 2 untersucht, ob das silbenorientierte Strukturieren des Schreibprozesses assoziiert ist mit der Rechtschreibleistung.

In Kapitel 7 wird beschrieben mit welcher Methode im Rahmen von Experiment 2 diese Hypothese getestet wurde und inwiefern das Planen und Abrufen der Silbe bei Primar- und Sekundarschülern beobachtet werden konnte. In Kapitel 8 werden die Methode und die Ergebnisse von Experiment 2 diskutiert und es werden mögliche Entwicklungsschritte beim Ausbilden des Schreibprozesses aufgezeigt, bei denen die untersuchte produktive Fähigkeit relevant werden kann.

In Kapitel 9 werden die beobachteten sprachrhythmischen Fähigkeiten und deren Bedeutung für den Schriftspracherwerb nochmals zusammengefasst. Zudem werden einige der nicht spezifisch sprachrhythmischen Prozesse diskutiert, die in dieser Arbeit nicht ausreichend



kontrolliert wurden. An die Diskussion der nicht spezifisch sprachrhythmischen Prozesse schließt sich die Frage an, ob sprachrhythmische Kompetenz vielleicht weniger als der homogene „Defizitbereich“ bei Lese-Rechtschreibschwächen beschrieben werden sollte, sondern vielmehr als ein bedeutsames Korrelat des Schriftspracherwerbs, das insbesondere beim Ausbilden des flüssigen Lese- und Schreibprozesses eine Rolle spielt. Mit dieser Frage ist ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschung verbunden und es werden abschließend die praktischen Implikationen aufgezeigt, die aus dieser Arbeit hervorgehen.

# 1. Zentrale Begriffe

## 1.1 *Schriftspracherwerb und phonologisches Defizit*

Zunächst ist der Begriff „Schrift“ zentral. Nach Robinson (2004) sind alle vollständigen Schriften Systeme graphischer Symbole, mit denen man sämtliche Gedanken ausdrücken kann. Alle diese Systeme folgen einem grundlegenden Prinzip: Sie sind ein Gemisch aus phonologischen und semantischen Zeichen – aus Zeichen, die entweder einen Lautgehalt oder eine andere begriffliche oder inhaltliche Bedeutung tragen. Im deutschen Schriftsystem gibt es beispielsweise viele Zeichen, die einen Lautgehalt ausdrücken (a, d, e, f, ...), wenige, die eine Wortbedeutung ausdrücken (&, %) (Staffeldt, 2010, S. 145). In der chinesischen oder japanischen Schrift hingegen ist das Verhältnis umgekehrt (Robinson, 2004, S. 17). Im deutschen Schriftsystem herrschen somit eher phonologische Zeichen vor, im chinesischen oder japanischen eher semantische (Robinson, 2004, S. 14).

Der große Anteil an phonologischen Zeichen kennzeichnet den Typ der alphabetischen Schriftsysteme. Neben dem deutschen Schriftsystem wird diesem Schrifttyp beispielsweise auch das englische, italienische, spanische oder französische Schriftsystem zugeordnet. In diesen Systemen symbolisieren die Buchstaben die einzelnen Laute genauer als chinesische Schriftzeichen beispielsweise das Mandarin symbolisieren. Das Lautsystem - die Phonologie - ist enger mit der Schrift verbunden. Daher ist es naheliegend, dass während des Erwerbs von alphabetischen Schriften eine elementare Fähigkeit darin besteht, mit dem Lautsystem seiner Sprache umgehen zu können (u. a. Harris, Botting, Myers & Dodd, 2011; Holm, Farrier & Dodd, 2008; Huss et al., 2011; Klicpera, Schabmann, Gasteiger-Klicpera, 2007; Landerl, 2001a; Snowling, 2000; Wimmer, Mayringer & Landerl, 1998).

Diese Fähigkeit, die als „phonologische Bewusstheit“ definiert wird, umfasst die Kompetenz die Segmente einer Sprache zu erkennen, unterscheiden und manipulieren zu können (Klicpera et al., 2007, S. 20f). Im weiteren Sinn ist hiermit gemeint, dass ein Kind mit Segmenten wie Silben oder Reimen umgehen kann, im engeren Sinn auch mit einzelnen Lauten (Klicpera et al., 2007, 206; Marx & Lenhard, 2010). Kinder mit Problemen im Schriftspracherwerb haben häufig Schwierigkeiten in diesen Bereichen – beispielsweise in der Lautmanipulation (Moll, Wallner & Landerl, 2012) oder in der Reimerkennung (Huss et al., 2011).

Ursachen dieser Schwierigkeiten wurden bereits vielfach diskutiert. Beispielsweise wurden die Theorien des „temporal processing deficit“ (Tallal, 1980; Tallal, Miller & Fitch, 1993) oder des „magnocellular deficit“ (Stein, 2001; Wright, Lombardino, King, Puranik, Leonard & Merzenich, 1997) beschrieben. Beiden Theorien liegt die zentrale Annahme zugrunde, dass Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche schnell aufeinanderfolgende oder kurz präsentierte auditive Reize nur schwer verarbeiten können. Diese Einschränkungen in der auditiven Reizverarbeitung wirken sich den Theorien zufolge auch auf die Sprachverarbeitung aus. Es wird angenommen, dass sie das Entwickeln der phonologischen Bewusstheit erschweren, da die Verarbeitung von schnell wechselnden auditiven Reizen, bzw. schnell wechselnden Lautmerkmalen hierbei elementar ist.

Es scheinen aber nicht alle Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche die beschriebenen Schwierigkeiten in der schnellen Reizverarbeitung zu haben (Ramus, 2003; Ramus et al., 2003; Kronbichler, Hutzler & Wimmer, 2002; Rosen & Manganari, 2001). In einer Metaanalyse fasst Ramus (2003) zusammen, dass die allgemein auditorische Verarbeitung nicht verlässlich mit der phonologischen verbunden ist. Beispielsweise hatten von 16 Studierenden mit LRS nur zehn die angenommenen Schwierigkeiten in der Verarbeitung von schnell präsentierten auditorischen Reizen - alle 16 hingegen hatten phonologische Schwierigkeiten (Ramus et al., 2003). Es ist also umstritten, ob von der allgemein auditorischen Verarbeitung auf die Sprachverarbeitung geschlossen werden kann und ob die schnelle Reizverarbeitung das zentrale „Defizit“ ist, das Lese-Rechtschreibschwächen zugrunde liegt.

Unter anderem wurden neben diesen umstrittenen Schwierigkeiten in der schnellen Reizverarbeitung – wie bereits erwähnt – auch Schwierigkeiten in der allgemeinen Rhythmusverarbeitung als ursächlich für die phonologischen Probleme bei Lese-Rechtschreibschwächen beschrieben. Manche Autoren nehmen an, dass sich Schwierigkeiten in der allgemeinen Rhythmusverarbeitung negativ auswirken auf die Verarbeitung des Sprachrhythmus (u.a. Goswami et al., 2010; Huss et al., 2011; Thompson & Goswami, 2008). Es wird angenommen, dass Schwierigkeiten im Differenzieren von rhythmischen Merkmalen (wie beispielsweise von unterschiedlichen Tonlängen) einhergehen mit Schwierigkeiten im Differenzieren von sprachrhythmischen Merkmalen. Durch die sprachrhythmischen Schwächen werde dann - wie in Kapitel 1.3 erläutert werden wird - das Entwickeln der phonologischen Bewusstheit erschwert.

Aber auch diese Theorie scheint sich nicht problemlos einzuordnen in weitere Forschung im rhythmischen Bereich. Es ist unklar, ob das „rhythmische Defizit“ tatsächlich so global ist, dass jegliche Rhythmusverarbeitung betroffen ist und dass alle Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche in allen Bereichen der Rhythmusverarbeitung Schwierigkeiten haben. Beispielsweise können viele Kinder mit Schriftsprachproblemen

- einfache Metronomrhythmen (Klicpera, Wolff & Drake, 1981; Overy, Nicolson, Fawcett & Clarke, 2003; Wolff, Cohen & Drake, 1984; Wolff, Michel, Ovrut & Drake, 1990)
- oder kurze musikalische Rhythmen (Overy et al., 2003)

gleich gut nachklopfen und diskriminieren wie Kontrollkinder - die basale Rhythmusverarbeitung scheint auch bei Kindern mit Schriftsprachproblemen intakt zu sein. Es steht daher in Frage, ob ein globales rhythmisches Defizit, das sich auf jegliches Rhythmusgefühl auswirkt, als primäre „Ursache“ von Lese-Rechtschreibschwächen beschrieben werden kann.

Im spezifisch sprachrhythmischen Bereich hingegen scheint die Forschung konsistenter zu sein. Das Identifizieren von sprachgebundenen rhythmischen Merkmalen wird in mehreren Studien von unterschiedlichen Autoren als Prädiktor von schriftsprachlichen Leistungen beschrieben (Holliman, Wood & Pillinger, 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006; Wood, 2006). Im deutschen Sprachraum wurde diese Verarbeitung von sprachrhythmischen Merkmalen noch nicht umfassend untersucht. Daher stellt insbesondere der sprachrhythmische Bereich den zentralen Hintergrund dieser Arbeit dar. Um diesen Hintergrund erläutern zu können - um erläutern zu können, was Sprachrhythmus ist und was das „Verarbeiten von sprachrhythmischen Merkmalen“ beinhaltet, sollen zunächst die Begriffe „Prosodie“ und „Sprachrhythmus“ definiert werden.

## **1.2 Prosodie**

Die Wahrnehmung von sprachrhythmischen Merkmalen fällt unter den Bereich der prosodischen Sensibilität. Mit „prosodischer Sensibilität“ wird eine Sensibilität gegenüber akustischen Merkmalen beschrieben, die „über den einzelnen Lauten liegen“, die „supra-segmental“ sind. Die Begriffe „supra-segmental“ oder „prosodisch“ werden häufig synonym verwendet. Die Gesamtheit der Merkmale, die unter diesen Begriffen zusammengefasst ist, kann als eine Art „Zu- oder Nebengesang“ (griechisch *prosodia* = Zu- oder Nebengesang)

beschrieben werden (Spreer, 2011, S. 198). Dieser Nebengesang wird vom Sprecher „über die einzelnen Laute gelegt“, um sprachliche Einheiten zu strukturieren, zu rhythmisieren oder hervorzuheben. So zählen zum Beispiel Pausen, die Intonation oder der Sprachrhythmus zu den prosodischen Merkmalen einer Sprache (Clark, Yallop, & Fletcher, 2007, S. 340 ff; Fletcher, 2010; Kohler, 1986; Pompino-Marschall, 1990; S. 10 ff; 2009, S. 237 ff). Durch Pausen und die entsprechende Intonation kann beispielsweise die syntaktische Struktur einer Äußerung hervorgehoben und dadurch vom Hörer auch richtig untergliedert und verarbeitet werden (Eckstein & Friederici, 2006; Steinhauer, Alter, & Friederici, 1999). So unterstützen zum Beispiel die unterschiedlichen Pausen und Intonationen die jeweils korrekte syntaktische Untergliederung der folgenden beiden Sätze (Steinhauer et al., 1999, S. 192):

„Peter verspricht - PAUSE - Anna zu entlasten“

„Peter verspricht Anna - PAUSE - zu arbeiten“

Bereits Neugeborene und ein paar Monate alte Kinder besitzen eine spezielle Sensibilität für diese prosodischen Merkmale (Guasti, Christophe, van Ooyen, & Nespor, 2001; Höhle, Weissenborn, Schmitz, & Ischebeck, 2001; Nazzi, Bertoncini, & Mehler, 1998). Sie scheint hilfreich zu sein bei der Untergliederung des wahrgenommenen Sprachschalls in linguistisch bedeutsame – beispielsweise syntaktische - Einheiten. Höhle et al. (2001) berichten beispielsweise, dass bereits 18 Monate alte Kinder grammatische und ungrammatische Sätze unterscheiden können - wahrscheinlich mit Hilfe von prosodischen Hinweisreizen. Die Kinder hörten die folgenden Satzstrukturen:

**Objektsätze:**

Bert sagt, dass Lisa **Oma** hilft

*versus*

\*Bert sagt, dass Lisa hilft Oma

**Adverbialsätze:**

Bert sagt, dass Lisa draußen spielt

*versus*

\*Bert sagt, dass Lisa spielt draußen

Der jeweils erste Satz ist grammatisch, der zweite ungrammatisch. Nur bei den Objektsätzen zeigten die Kinder eine statistisch bedeutsame Tendenz dazu grammatische und ungrammatische Sätze unterschiedlich zu verarbeiten; sie schienen der ungrammatischen Struktur mehr Aufmerksamkeit zu geben (gemessen nach dem „Head Turn Paradigma“: Es wird gemessen wie lange ein Kind den Kopf in Richtung des Stimulus dreht).

Die Autoren erklärten dieses Muster durch die prosodische Struktur der Objektsätze: Nur in Objektsätzen unterscheidet sich die prosodische Struktur der grammatischen Sätze von der prosodischen Struktur der ungrammatischen Sätze. In Objektsätzen ist bei grammatischen Sätzen das vorletzte Wort prominenter (lauter, höher) als das letzte Wort. In ungrammatischen Sätzen ist diese Prominenz nicht vorhanden. In Adverbialsätzen hingegen unterscheidet sich die prosodische Struktur der grammatischen Sätze nicht von der prosodischen Struktur der ungrammatischen Sätze. Daher nehmen die Autoren an, dass Kinder aufgrund der unterschiedlichen prosodischen Strukturen nur bei Objektsätzen eine statistisch bedeutsame Tendenz dazu zeigen, grammatische und ungrammatische Sätze unterschiedlich zu verarbeiten. Sie nehmen an, dass sie die prosodische Struktur der grammatischen Sätze erkennen und ihnen dadurch weniger Aufmerksamkeit widmen als den unbekannteren ungrammatischen Strukturen.

Demnach scheinen bereits sehr junge Kinder die prosodischen Strukturen ihrer Muttersprache zu analysieren und während des Spracherwerbs zu nutzen. Offenbar wird durch die prosodische Sensibilität die Verarbeitung von linguistischen - beispielsweise syntaktischen - Einheiten erleichtert. Neben dieser Verarbeitung von größeren, syntaktischen Einheiten, kann prosodische Sensibilität aber auch die Verarbeitung von kleineren Einheiten unterstützen. Beispielsweise kann ein prosodisch sensibles Kind Erleichterungen erfahren beim Erkennen von Wortgrenzen und Silben. Hierbei spielt insbesondere die Sensibilität für den prosodischen Bereich des Sprachrhythmus eine Rolle.

### **1.3 Sprachrhythmus**

Der Sprachrhythmus entsteht durch ähnliche Mechanismen wie auch der Rhythmus im musischen Bereich (Clark, et al., 2007, 340 ff; Fletcher, 2010; Kohler, 1986). Wo in der Musik der Ton das wiederkehrende Element darstellt, stellt in der Sprache die Silbe die Einheit dar, die Rhythmus erzeugt. Die Art und Weise, nach welcher die Silbe Rhythmus erzeugt, ist

sprachabhängig und kann verschiedenen rhythmischen Klassen zugeordnet werden. Eine rhythmische Klasse ist beispielsweise silben-zählend: Italienische, französische oder spanische Sprecher tendieren dazu, ihren Redefluss so zu strukturieren, dass ähnlich lange Silben in regelmäßigen Abständen erscheinen. Sprachen, in denen Rhythmus durch dieses regelmäßige Erscheinen von ähnlich gewichtigen, ähnlich langen Silben entsteht, werden der rhythmischen Klasse der silben-zählenden Sprachen zugeordnet (Pompino-Marschall, 2009; Ramus, Nespors, & Mehler, 1999; Roach, 2000).

Eine weitere rhythmische Klasse ist betonungs-zählend. Beispielsweise werden Englisch, Deutsch oder Niederländisch dieser rhythmischen Klasse zugeordnet (Kohler, 1986; Ramus, Nespors, et al., 1999). In diesen Sprachen stehen manche Silben hervor - insbesondere dadurch, dass sie lauter und länger sind als andere. Diese Silben sind betont und sie erzeugen dadurch einen Rhythmus, dass sie in ungefähr regelmäßigen Abständen erscheinen. Die Intervalle zwischen betonten Silben können zwar nicht endlos komprimiert werden, Sprecher tendieren jedoch dazu betonte Silben in einem Abstand von ca. 500 Millisekunden zu produzieren (Arvaniti, 2009; Pompino-Marschall, 2009; Roach, 2000). In Abbildung 1 sind die Unterschiede zwischen silben- und betonungs-zählenden Sprachen nochmals verdeutlicht:



**Abbildung 1: Sprachrhythmische Unterschiede**

Die Sensibilität für solche sprachrhythmischen Merkmale kann das Untergliedern des Sprachschalls in kleinere linguistisch bedeutsame Einheiten – beispielsweise in Wörter - unterstützen (Höhle et al., 2009; Jusczyk, Houston, & Newsome, 1999). So nehmen Höhle et al. (2009) an, dass deutsche Kinder schon im Alter von sieben – acht Monaten Wörter aus dem Sprachschall filtern können, weil sie die Wortprosodie (das Betonungsmuster eines Wortes) als einen Hinweisreiz für Wortgrenzen verwenden: In manchen betonungs-zählenden Sprachen (im Deutschen oder Englischen beispielsweise) sind Trochäen vorherrschend - Wörter werden häufiger auf der ersten Silbe betont. Deutsche Kinder zeigen bereits mit sechs Monaten eine deutliche Präferenz für dieses vorherrschende Betonungsmuster (Höhle et al., 2009). Die Autoren (vgl. auch Jusczyk et al., 1999) beschreiben eine solche Sensibilität als hilfreich

während des frühen Filterns von Wörtern: Die betonte Silbe kann als Hinweisreiz für den Beginn eines neuen Wortes fungieren, wodurch die Sensibilität für die vorherrschende Wortprosodie das Untergliedern des Sprachschalls in Wörter erleichtert.

Das Untergliedern von Wörtern in noch kleinere Einheiten, in Silben, basiert ebenfalls auf sprachrhythmischer Informationsverarbeitung. Die Silbe ist per se eine sprachrhythmische Einheit - Kinder mit einer guten sprachrhythmischen Sensibilität erkennen folglich diese Einheit. Wie dieses Erkennen aber genau erfolgen kann, bzw. welche Mechanismen zu diesem Erkennen beitragen können, wird in der Theorie des „rhythmischen Defizits“ (vgl. Kapitel 1.1) beschrieben. Im Rahmen dieser Theorie wird das Erkennen der Silbe sehr detailliert konzeptualisiert und auf die Wahrnehmung von bestimmten sprachrhythmischen Reizen zurückgeführt. Es wird angenommen, dass beispielsweise der Amplitudenanstieg ein sprachrhythmischer Reiz ist, den ein Kind wahrnehmen muss, um Silben segmentieren zu können (u.a. Goswami et al., 2010; Huss et al., 2011).

Der Amplitudenanstieg beschreibt die Geschwindigkeit, mit der ein Vokal an Lautstärke gewinnt (Mayer, 2010, 95; Pompino-Marschall, 2009, S. 245). Durch dieses Merkmal unterscheiden sich betonte von unbetonten Silben. Betonte Silben haben einen steileren Amplitudenanstieg als unbetonte - sie werden schneller laut. Und laut Autoren (Goswami et al., 2010; Huss et al., 2011) ist das Erkennen dieser unterschiedlichen Amplitudenanstiege elementar, wenn die Einheit der Silbe erkannt werden soll. Sie beschreiben, dass Kinder mit Lese-Rechtschreibproblemen häufig eine eingeschränkte Sensibilität für unterschiedliche Amplitudenanstiege haben. Aufgrund dessen nehmen sie an, dass durch die eingeschränkte Sensibilität für diesen sprachrhythmischen Reiz Schwierigkeiten beim Erkennen von Silben ausgelöst werden. Durch die Schwierigkeiten beim Erkennen von Silben entstehe dann das phonologische Defizit, das so häufig bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche gefunden wird.

Rhythmische und sprachrhythmische Kompetenzen werden im Rahmen dieser Theorie also als äußerst bedeutsam während des Schriftspracherwerbs beschrieben und das zentrale Defizit bei Lese-Rechtschreibschwächen wird im Erkennen von Silben verortet. Inwiefern hierbei von einem globalen „rhythmischen Defizit“ gesprochen werden kann, steht jedoch in Frage (vgl. Kapitel 1.1). Zudem haben manche Kinder mit Schriftsprachproblemen gar keine bedeutsamen Schwierigkeiten beim Erkennen von Silben (Harris et al., 2011). Die phonologischen



Schwierigkeiten von Kindern mit Schriftsprachproblemen scheinen keineswegs so homogen zu sein, als dass sie durch ein globales „rhythmisches Defizit“ oder allein durch Schwächen beim Erkennen von Silben erklärt werden können.

Forschung im phonologischen Bereich deutet vielmehr an, dass phonologische Fähigkeitsprofile von Kindern mit Schriftsprachproblemen heterogen sein können (Harris et al., 2011; Holm et al., 2008; Moll et al., 2012; Wimmer, Mayringer & Landerl, 2000); und dass es sinnvoll ist, die Sprechverarbeitung differenzierter zu betrachten und insbesondere zwischen rezeptiven und produktiven Schwächen zu differenzieren (Harris et al., 2011; Holm et al., 2008). Dieses Unterscheidungskriterium scheint auch von Bedeutung zu sein, wenn sprachrhythmische Kompetenzen und deren Auswirkungen auf den Schriftspracherwerb untersucht werden (Harris et al., 2011; Holm et al., 2008). Die unterschiedlichen Verarbeitungsleistungen werden aus psycholinguistischer Perspektive (vgl. Dodd, 1995; Fox, 2011; Harris et al., 2011; Holm et al., 2008) bestmöglich in Anlehnung an ein Modell der Sprechverarbeitung (Stackhouse & Wells, 1997) konzeptualisiert. Um in dieser Arbeit die Unterscheidung zwischen rezeptiven und produktiven sprachrhythmischen Kompetenzen vornehmen und die mögliche Bedeutsamkeit dieses Kriteriums erläutern zu können, sollen im folgenden Kapitel das Modell der Sprechverarbeitung sowie verschiedene Profile der phonologischen Schwäche umrissen werden.

## 2. Phonologische Schwächen

In diesem Kapitel wird zunächst ein Modell der Sprechverarbeitung (Stackhouse & Wells, 1997) umrissen, wobei nur die Module detaillierter beschrieben werden, die im Rahmen dieser Arbeit bedeutsam sind. Umfassender ist die Kette der Sprechverarbeitung bei Fox (2011, S. 97 ff) oder bei Stackhouse und Wells (1997) dargestellt. Auf dem Hintergrund dieser Kette der Sprechverarbeitung werden dann verschiedene Profile der phonologischen Schwäche und deren Auswirkungen auf den Schriftspracherwerb beschrieben.

### 2.1 Das Modell der Sprechverarbeitung nach Stackhouse & Wells (1997)

Stackhouse & Wells (1997) haben ein psycholinguistisches Modell entwickelt, das Verarbeitungsebenen, bzw. Teilprozesse beschreibt, die modular an der Sprechverarbeitung beteiligt sind (vgl. Abbildung 2).

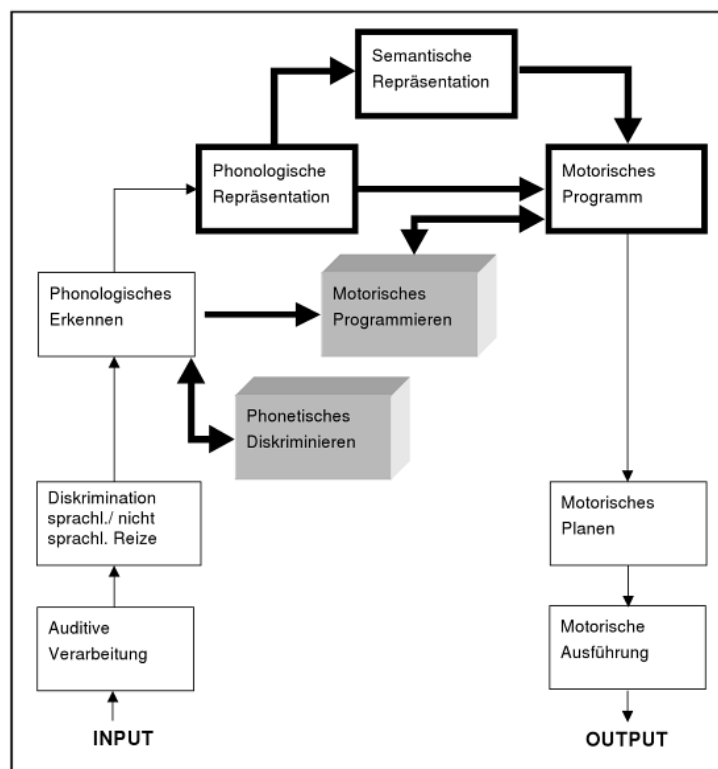


Abbildung 2: Modell der Sprechverarbeitung (Stackhouse & Wells, 1997; Übersetzung nach Fox, 2011)

Jeder Teilprozess trägt zur intakten Verarbeitung des lautlichen Aspekts von Sprache bei und kann der Ort eines Defizits sein. Der Begriff „Defizit“ steht hierbei für eine Schwäche in der Kette der Sprechverarbeitung, bzw. für eine Schwäche im jeweiligen Teilprozess. Grundlegend unterscheiden Stackhouse und Wells zwischen Input-, Speicher-, und Outputprozessen:

Inputprozesse reichen von der (peripheren) Verarbeitung auditiver Reize über die Diskrimination von sprachlichen und nichtsprachlichen Reizen bis hin zum phonologischen Erkennen. Anhand des phonologischen Erkennens wird zunächst entschieden, ob der als sprachlich klassifizierte Reiz der Muttersprache angehört. Eine Voraussetzung dafür ist, dass ein Kind kleinere Einheiten wie beispielsweise Silben, Anlaute und Reime segmentieren und daraufhin überprüfen kann, ob die Muster den phonotaktischen Regeln der Muttersprache folgen – daraufhin, ob die Kombination der einzelnen Einheiten im muttersprachlichen phonologischen System erlaubt ist (vgl. Fox, 2011, Kap. 1.1.2.3; Pompino-Marschall, 2009, S. 272 ff). Das Modul ist demnach auf die Muttersprache(n) spezialisiert und analysiert die Lautstruktur noch bevor die Wortbedeutung erkannt wurde – es arbeitet auf einer prälexikalischen Ebene. Die Größe der hier analysierten Einheiten hängt stark vom Sprachentwicklungsstand des Kindes ab: Je kleiner die Einheit, desto weiter fortgeschritten ist die Sprachentwicklung; je intakter dieses Modul arbeitet, desto differenzierter kann die Lautform eines Wortes analysiert und im Gedächtnis abgespeichert werden.

Die Stufe der Speicherprozesse umfasst die eng miteinander verbundenen semantischen Repräsentationen, phonologischen Repräsentationen und sprechmotorischen Programme. Diese Repräsentationen beinhalten die im Langzeitgedächtnis abgespeicherten Informationen zur Bedeutung eines Wortes (semantische Repräsentation), zu dessen Lautstruktur (phonologische Repräsentation) sowie zu den artikulatorischen Gesten, die bei der Produktion des Wortes benötigt werden (motorische Repräsentation). Auf dieser Ebene ist die Wortbedeutung erkannt – die Module arbeiten lexikalisch.

Prozesse der Outputgenerierung umfassen das motorische Programm, das motorische Planen sowie die motorische (periphere) Ausführung. Um beispielsweise ein bekanntes Wort auszusprechen, werden 3 Module benötigt: Zunächst werden die bereits erstellten und im Gedächtnis abgespeicherten motorischen Repräsentationen des Wortes angezapft. Die angezapften „gestischen Targets“ (artikulatorischen Ziele für die benötigten Laute) werden dann auf der Ebene des motorischen Planens mental in der korrekten Reihenfolge

zusammengesetzt. Neben dieser segmentalen Planung (Planung der einzelnen Laute) werden in diesem Modul zudem - gemäß dem unmittelbaren Kontext, in dem die Äußerung realisiert wird - der Rhythmus und die Intonation geplant. Dieser „Plan“ wird schließlich weitergeleitet an die konkrete motorische (periphere) Ausführung.

Dieser psycholinguistische Rahmen beschreibt gewiss nur konzeptionell einige der Verarbeitungsprozesse, die – auch parallel (u. a. Kent, Adams, & Turner, 1996; Smith, 2006, 2010) - an der Sprechverarbeitung beteiligt sein können. Trotzdem scheint die Einteilung in Input-, Speicher- und Outputprozesse hilfreich zu sein bei der Identifizierung der Profile von Untergruppen der phonologischen Schwäche (Bradford & Dodd, 1996; Dodd, 1995; Dodd, Leahy & Hambly, 1989; Dodd & McCormack, 1995; Fox & Dodd, 2001; Hua & Dodd, 2000). Nicht nur im Englischen (Dodd, 1995) sondern auch im Kantonesischen (So & Dodd, 1994), Spanischen (Goldstein, 1996), Türkischen (Topbas, 1997), im Putonghua-Chinesischen (Hua & Dodd, 2000) und im Deutschen (Fox & Dodd, 2001) konnten - nach gleichen Klassifikationskriterien der Sprechfehler von Kindern - Untergruppen der phonologischen Schwäche verlässlich identifiziert werden. Hierbei scheint ein bedeutsames Unterscheidungskriterium zwischen Untergruppen die Zuordnung zu verstärkt rezeptiven oder verstärkt produktiven Schwächen zu sein. Diese Unterscheidung ist offensichtlich auch dann von Bedeutung, wenn die Verarbeitung von sprachrhythmischen Informationen und deren Auswirkungen auf den Schriftspracherwerb untersucht werden (Harris et al., 2011; Holm et al., 2008). Um diese Unterscheidung vornehmen und die jeweils berichteten Zusammenhänge mit dem Schriftspracherwerb darstellen zu können, sollen im Folgenden die Profile von Untergruppen der phonologischen Schwäche umrissen werden.

## **2.2 Untergruppen der phonologischen Schwäche**

Bislang konnten durch die Analyse der Art der Sprechfehler von Kindern drei Untergruppen der phonologischen Schwäche identifiziert werden. Kinder mit einer *phonologischen Verzögerung* durchlaufen prinzipiell die gleichen phonologischen Entwicklungsschritte wie sich typisch entwickelnde Kinder, jedoch zeitlich stark verzögert (Dodd, 1995; Fox & Dodd, 2001; Hua & Dodd, 2000). Kinder mit einer *konsistenten phonologischen Störung* hingegen zeigen mindestens ein Muster, das in der typischen Entwicklung nicht vorkommt. (Beispielsweise werden im Deutschen die Konsonanten /t/, /d/ und /n/ normalerweise sehr früh erworben und nicht durch Laute ersetzt, die im hinteren Mundbereich artikuliert werden. In der untypischen Entwicklung werden diese Konsonanten aber häufig rückverlagert und als /k/, /g/

oder „ng“ realisiert.) Kinder, die ein solches Fehlermuster konsistent zeigen – die zu „Tasche“ und „Daumen“ beispielsweise immer „Kasche“ und „Gaumen“ sagen -, werden der Gruppe der konsistenten phonologischen Störung zugeordnet (Fox & Dodd, 2001). Sie zeigen bei wiederholten Produktionen eines Wortes konsistent immer die gleichen phonologischen Prozesse - zum Beispiel die genannten Lautersetzungen (Dodd, 1995; Fox & Dodd, 2001; Hua & Dodd, 2000). Von dieser Gruppe abzugrenzen ist schließlich noch die *inkonsistente phonologische Störung*. Manche Kinder sprechen das gleiche Wort bei wiederholten Produktionen immer verschieden falsch aus und folgen keinem identifizierbaren Muster. Diese Kinder werden der Gruppe der inkonsistenten phonologischen Störung zugeordnet (Dodd, 1995; Fox & Dodd, 2001; Hua & Dodd, 2000).

Die Kette der Sprechverarbeitung scheint bei den jeweiligen Störungsbildern unterschiedlich beeinträchtigt zu sein. Während bei der phonologischen Verzögerung ein genereller Rückstand der Maturierung der Sprechverarbeitung angenommen wird, kann bei der konsistenten und bei der inkonsistenten Störung das jeweils zugrunde liegende Defizit enger umschrieben und auf spezifischeren Ebenen des Sprechverarbeitungsmodells lokalisiert werden:

Bei der konsistenten phonologischen Störung scheint das Defizit verstärkt auf der Ebene des „phonologischen Erkennens“ lokalisiert zu sein (Dodd, 1995; Dodd et al., 1989; Fox, 2011, 195; Harris et al., 2011). Das phonologische Erkennen ist ein Modul der Inputverarbeitung - Schwierigkeiten bereitet bereits das Analysieren des Inputs. Kinder mit einer solchen Schwäche schneiden folglich besonders schlecht bei Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit ab (Gillon, 2000; Harris et al., 2011; Holm et al., 2008; Hesketh, Adams, & Nightingale, 2000, Leitao, Hogben & Fletcher, 1997). Sie zeigen viele der Schwächen, die häufig unter dem Begriff „phonologisches Defizit“ zusammengefasst werden – beispielsweise haben sie Schwierigkeiten in der Anlaut- oder der Reimerkennung (Harris et al.). Dementsprechend tragen sie auch ein besonders erhöhtes Risiko für eine (spätere) Lese-Rechtschreibschwäche (Dodd, 1995; Harris et al., 2011; Leitao & Fletcher, 2004). Sie haben im Vergleich zu Kontrollkindern oder zu Kindern mit einer phonologischen Verzögerung zum Beispiel bedeutsame Schwierigkeiten beim Lesen von Wörtern- und Pseudowörtern (Harris et al., 2011).

Kinder mit einer inkonsistenten phonologischen Störung hingegen scheinen in vielen Bereichen eine recht gute phonologische Bewusstheit zu haben. Beispielsweise können sie Anlaute und Reime gut erkennen (Holm et al., 2008, Studie 1). Auch scheinen sie ein intaktes Wissen über

ihr muttersprachliches phonologisches Regelsystem zu haben: Sie weisen phonotaktisch illegale Pseudowörter sicher zurück und bevorzugen Pseudowörter, die den phonotaktischen Regeln der Muttersprache folgen (Dodd et al., 1989). Es wird daher angenommen, dass das grundlegende Problem bei der inkonsistenten phonologischen Störung weniger im Bereich der Inputverarbeitung liegen kann, sondern vielmehr im Bereich des Erzeugens von phonologischem Output lokalisiert sein muss (Bradford & Dodd, 1996; Fox, 2011, 197; Dodd, Holm, Crosbie & McIntosh, 2006; Holm et al., 2008; Harris et al., 2011). Bei dieser Störung wird kein spezifisches Modul als Ort des phonologischen Defizits angegeben. Meist wird aber beschrieben, dass das motorische Planen Schwierigkeiten bereitet - dass in der sprachmotorischen und generell in der motorischen Planung Schwächen bestehen.

So haben inkonsistent sprechende Kinder beispielsweise bedeutsame Schwierigkeiten komplexe Handbewegungen zu planen, wenn die Zeit gemessen wird, in der die Bewegungen durchgeführt werden (Bradford & Dodd, 1994). Auch spiegelt sich dieses Ergebnis nach Bradford & Dodd in den Ergebnissen einer sprachmotorischen Aufgabe wieder, bei der inkonsistente Kinder bedeutsam weniger akkurat waren im Auswählen und Sequenzieren von Phonemen als andere phonologisch schwache Kinder oder Kontrollkinder. Kinder lernten Pseudowörter (Namen für Monster), die den phonotaktischen Regeln des Englischen folgten (z. Bsp. „pifem“). Wie in anderen Studien (Ozanne, 1992; Velleman & Vihman, 2002) konnten Kinder mit inkonsistenten Fehlern isoliert alle Phoneme korrekt artikulieren, aber nicht im Pseudowortkontext in der richtigen Reihenfolge. Die Autoren (Bradford & Dodd, 1994; Dodd et al., 2006; Fox & Dodd, 2001; Fox, 2011) nehmen daher an, dass der inkonsistenten Störung weder Schwächen in der Inputverarbeitung noch peripher artikulatorische Defizite sondern vielmehr Defizite im Formulieren (und / oder Speichern) eines motorischen Plans zugrunde liegen.

Die Schwierigkeiten im Auswählen und Sequenzieren von benötigten phonologischen Merkmalen, bzw. motorischen Gesten scheinen auch auf supra-segmentaler Ebene präsent zu sein. Inkonsistent sprechende Kinder haben bedeutsame Schwierigkeiten die Silbenanzahl eines Wortes anzugeben (Holm et al., 2008, Studie 1). Wie auch die Schwächen im Abrufen und Sequenzieren der benötigten Phoneme deutet diese Schwierigkeit nach Holm et al. (2008, S.305) ein Defizit in der „phonological assembly“ an. Mit „phonological assembly“ wird ein Prozess beschrieben, durch welchen die segmentalen und supra-segmentalen Merkmale eines Wortes abgerufen und sequenziert, bzw. in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Wenn

beispielsweise das Wort „geben“ produziert werden soll, müssen durch den Prozess der phonological assembly zum einen die Silben „ge:“ und „b(ə)n“, zum andern die Laute „g“, „e“, „b“, („ə“) und „n“ abgerufen und in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Kinder mit inkonsistenten Fehlermustern haben Schwierigkeiten in diesen Prozessen der Sprachplanung. Sie haben Schwierigkeiten motorische sowie sprechmotorische Gesten zu planen; und diese Schwierigkeiten werden sowohl auf der Laut- als auch auf der lautübergreifenden Ebene erkennbar.

Dieses Profil, das die inkonsistente Störung kennzeichnet, scheint ebenfalls mit Problemen im Schriftspracherwerb verbunden zu sein: Schwierigkeiten in den Bereichen der Sprachplanung erschweren offenbar vor allem den Rechtschreiberwerb. Kinder mit inkonsistenten Störungen bilden besonders häufig eine (spätere) Rechtschreibschwäche aus, sie scheinen aber keine bedeutsamen Schwierigkeiten beim Lesen zu haben (obwohl ein Trend zu schwachen Leseleistungen ersichtlich ist: Holm et al., 2008, Studie 2). Holm et al. (2008) nehmen an, dass der spezifische Zusammenhang zwischen inkonsistenter Störung und Rechtschreiberwerb dadurch besteht, dass der Rechtschreibprozess elementar mit der „phonological assembly“ verbunden ist. Den Autoren zufolge ist das Segmentieren eines Wortes in Phoneme und das Anwenden der Phonem-Graphem Konvertierung „critically dependent upon phonological assembly“ (Holm et al., S. 305).

In diesen Studien, in denen phonologische Leistungen vor dem Hintergrund des Sprechverarbeitungsmodells klassifiziert wurden, scheint das Kriterium der In- oder Outputleistung folglich auch für den Bereich des Lese-Rechtschreiberwerbs von Bedeutung zu sein (Dodd, 1995; Harris et al., 2011; Holm et al., 2008; Leitao & Fletcher, 2004). Zwar können diese Konzepte gewiss nicht generell auf den Schriftspracherwerb übertragen werden:

- Zum einen bilden nicht alle Kinder mit phonologischen Schwächen eine spätere Problematik im Schriftspracherwerb aus (z. Bsp. Bishop & Adams, 1990; Snowling, 2000).
- Zum andern stellt das beschriebene Planungsdefizit, das die inkonsistente phonologische Störung kennzeichnet, eine gravierende Schwäche der Outputgenerierung dar. Sie zeichnet sich im Kleinkindalter durch eine beinahe unverständliche Sprache deutlich ab (Fox, 2011, Kap. 8.6). Solche Auffälligkeiten sind, bzw. waren sicherlich nicht bei allen Kindern mit Problemen im Schriftspracherwerb evident.

Trotzdem ist der beschriebene psycholinguistische Rahmen hilfreich. Er deutet an, dass sowohl In- als auch Outputprozesse zu den phonologischen Grundlagen des Schriftspracherwerbs gehören können. Als Teil der phonologischen Verarbeitung sollen sprachrhythmische Leistungen in dieser Arbeit daher sowohl auf dem Weg der Inputverarbeitung als auch bei der Generierung des phonologischen Outputs untersucht werden. Im deutschen Sprachraum wurden bei Kindern mit Schriftsprachproblemen rezeptive sprachrhythmische Prozesse noch nicht umfassend und produktive sprachrhythmische Prozesse wenig intensiv untersucht. Welche bisherigen Forschungsergebnisse im rezeptiven und produktiven Bereich bereits vorliegen und inwiefern diese Arbeit an diese Ergebnisse anknüpft, wird im Folgenden dargelegt. Zunächst wird die Inputverarbeitung, daraufhin die Outputverarbeitung aufgegriffen.



### 3. Inputverarbeitung und Schriftspracherwerb

In diesem Kapitel wird vorab zusammengefasst, welche analytischen Leistungen der Inputverarbeitung generell als bedeutsam für den Schriftspracherwerb gelten. Zudem wird erläutert, inwiefern auf dem rezeptiven Verarbeitungsweg insbesondere auch das Analysieren von sprachrhythmischen Informationen relevant während des Schriftspracherwerbs ist; bzw. aus welchen Gründen in dieser Arbeit das Identifizieren der Betonung als rezeptive sprachrhythmische Fähigkeit untersucht wurde.

#### 3.1 Phonologisches Erkennen

Wie in Kapitel 2. 2 bereits beschrieben, ist das phonologische Erkennen ein Modul der Inputverarbeitung, das beim Entwickeln der phonologischen Bewusstheit eine Rolle spielt und das daher auch besonders eng mit dem Schriftspracherwerb verbunden ist. Es trägt zum Gelingen verschiedener analytischer Leistungen bei, die zum Beispiel mit folgenden Aufgaben erfasst werden können (Klicpera et al., 2007, S. 21):

- a) Laut-Wort-Zuordnung: Kommt ein **F** in Affe vor?
- b) Positionsbestimmen eines Lautes: Befindet sich das **F** in Affe am Anfang, am Ende oder in der Mitte?
- c) Erkennen von Alliterationen: Welches von den folgenden Wörtern ist den anderen unähnlich: **Saft – Salz – Pfand – Sand**?
- d) Isolieren eines Lautes: Was ist der erste Laut in **Rose**?

Derartige Leistungen sind sprachübergreifend bedeutsam während des Schriftspracherwerbs (Berninger, Nielsen, Abbott, Wijsman, & Raskind, 2008; Klicpera & Schabmann, 1993; Landerl, 2001a; Maionchi-Pino, Magnan, & Écalle, 2010, Schneider & Näslund, 1993; Wimmer, 1993). Kinder, die zum Beispiel das deutsche Schriftsystem erwerben und die mit Einsetzen des Erstleseunterrichts nicht in der Lage sind, die für diese Aufgaben erforderliche

Einsicht in die segmentale Struktur ihrer Sprache zu entwickeln, zählen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu den schwächsten Lesern (Klicpera & Schabmann, 1993; Schneider & Näslund, 1993, Wimmer, Landerl, Linortner & Hummer, 1991).

Neben diesen segmentalen Leistungen – neben den Leistungen auf Einzellautebene scheinen zudem auch suprasegmentale Fähigkeiten in Zusammenhang mit dem Schriftspracherwerb zu stehen (Holliman et al., 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006; Wood, 2006). Eine der in den Studien besonders häufig untersuchten supra-segmentalen Fähigkeiten beinhaltet das Identifizieren der Betonung. Diese Fähigkeit war konsistent mit schriftsprachlichen Leistungen assoziiert. Beispielsweise konnte anhand einer „DEEdee“ Aufgabe das Leseverständnis von 81 Viertklässlern (Altersdurchschnitt: 9.3 Jahre) vorhergesagt werden (Whalley & Hansen, 2006). Bei dieser Aufgabe hörten Kinder den Titel eines bekannten Films und daraufhin zwei verschiedene „DEEdee“ Folgen. In den „DEEdee“ Folgen ist die segmentale Information nicht mehr vorhanden. Es kann lediglich das Betonungsmuster auf der Ebene der Phrase entnommen werden, wobei „DEE“ für die betonte Silbe steht. Die Aufgabe besteht darin, diejenige „DEEdee“ Folge zu identifizieren, deren Betonungsmuster zum gehörten Filmtitel passt (beispielsweise passt „Dschungelbuch“ zu „DEEdeedee“ und nicht zu „deedeede“). Die Leistungen in dieser Aufgabe sagten einen bedeutsamen Anteil des Leseverständnisses vorher, nachdem die phonologische Bewusstheit im engeren Sinn, das generelle Rhythmusgefühl und die Wortlesegenauigkeit kontrolliert wurden.

Um die „DEEdee“ Aufgabe erfolgreich lösen zu können, benötigen Kinder sprachrhythmische Sensibilität. Sie müssen die Merkmale der Betonung wahrnehmen. Betonte Silben erscheinen (wie in Kapitel 1.3 erwähnt) lauter, länger, teilweise auch höher als unbetonte Silben und ihr Amplitudenanstieg ist steiler - der Vokal wird schneller laut (Pompino-Marschall, 2009; Mayer, 2010). In Abbildung 3 ist ein Oszillogramm dargestellt, das am Beispiel des Wortes „Butter“ den Schalldruck über die Zeit abträgt. Das Intensitätsmaximum liegt auf dem Laut /u/, was darauf hindeutet, dass die erste Silbe betont (und lauter gesprochen) wurde (Mayer, 2010, S. 95).

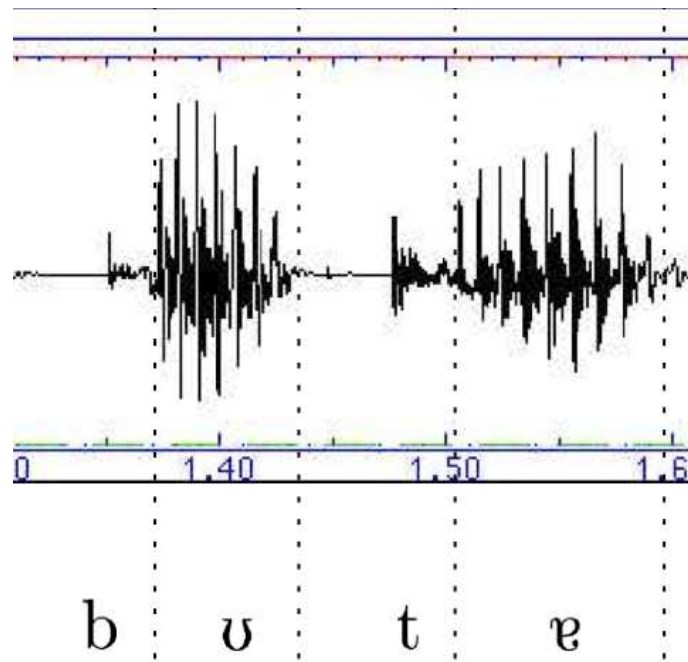


Abbildung 3: Oszillogramm der Äußerung "Butter" (Mayer, 2010, S. 95)

Die Abbildung zeigt auch, dass in der ersten betonten Silbe der Amplitudenanstieg steiler ist - dass das Intensitätsmaximum, die volle Lautstärke, schneller erreicht wird. Sicherlich kann - wie von Goswami et al. (2010) und von Huss et al. (2011) angenommen - durch das Erkennen von unterschiedlichen Amplitudenanstiegen auch das Erkennen von Silben erleichtert werden. Angesichts der Merkmale der Betonung stellt sich aber die Frage, ob mit der Wahrnehmung von unterschiedlichen Amplitudenanstiegen nicht zudem, bzw. vielmehr das Erkennen der Betonung gemessen wurde.

Das Erkennen der Betonung impliziert meist eine stärker ausgeprägte phonologische Kompetenz als jene, die zum Silbensegmentieren benötigt wird: Kinder, die die Betonung erkennen, erkennen generell auch die Silbe. Kinder, die die Silbe erkennen, erkennen aber nicht zwangsläufig auch die Betonung (Jarmulowicz & Hay, 2009). Das Segmentieren einer Silbe kann häufig nach phonotaktisch eindeutigen Grenzen erfolgen (hal.ten versus ha. lten) (Pompino-Marschall, 2009; Staffeldt, 2010), wohingegen das Identifizieren der Betonung das Beherrschen zusätzlicher Mechanismen erfordert. Neben dem Erkennen des steileren Amplitudenanstiegs erfordert das Identifizieren der Betonung das Erkennen der herausragenden Länge, Lautstärke und teils auch Tonhöhe einer Silbe.

Im akustischen Bereich scheinen Kinder mit Lese-Rechtschreibschwäche einige dieser Parameter nur schwer wahrnehmen zu können (Goswami et al., 2010; Huss, et al., 2011; Muneaux, Ziegler, Truc, Thomson & Goswami, 2004; Richardson, Thomson, Scott & Goswami, 2004). Neben dem bereits berichteten Erkennen von unterschiedlichen Amplitudenanstiegen (vgl. Kapitel 1.3) scheint ihnen beispielsweise auch das Erkennen von Längenkontrasten schwer zu fallen. So beschreiben Huss et al. (2011) auch die Sensibilität für die Länge einer Note als Prädiktor für phonologische und schriftsprachliche Leistungen. In der genannten Studie nahmen 33 Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen und 16 Kontrollkinder mit einem Altersdurchschnitt von zehn Jahren teil. Die Kinder gaben an, ob sich zwei Sequenzen von zwei - fünf Tönen unterscheiden oder nicht. Das musische Metrum, das die Sequenzen prägte, ähnelte den rhythmischen Merkmalen der betonungs-zählenden Sprachen dahingehend, dass einige Töne in Länge und Lautstärke hervorstanden. In ungleichen Sequenzpaaren war in Sequenz eins die Länge einer Note inkongruent im Vergleich zu der Länge der entsprechenden Note in Sequenz zwei. Die Anzahl der richtig (als gleich oder ungleich) erkannten Sequenzpaare erklärte 42% der Varianz in Leseleistungen, 28% der Varianz in phonologischer Bewusstheit und 28% der Varianz in Rechtschreibleistungen, nachdem Alter und IQ kontrolliert wurden.

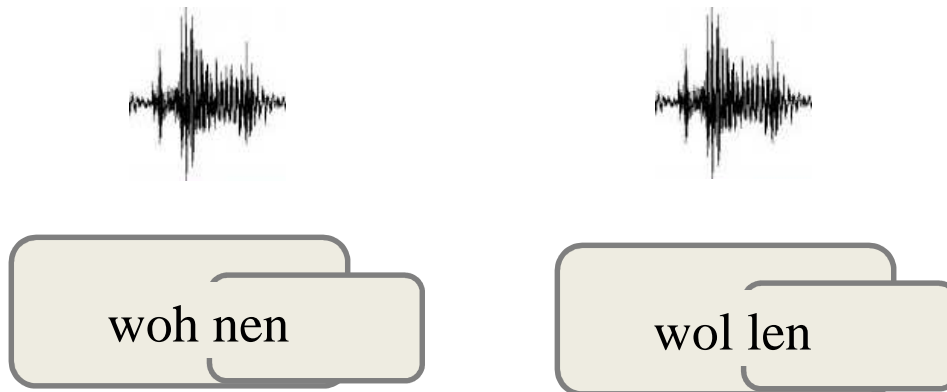
Zwar steht in Frage, ob diese auditorischen Schwächen verbunden sind mit einem globalen rhythmischen Defizit (vgl. Kapitel 1.1). Die berichteten Regressionen scheinen jedoch insofern konform mit weiterer Forschung (Holliman et al., 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006; Wood, 2006) zu sein, als dass sie andeuten, dass das Erkennen der akustischen Merkmale der Betonung mit dem Schriftspracherwerb assoziiert ist. Diese Assoziation wurde im deutschen Sprachraum noch nicht umfassend untersucht. Daher soll das Erkennen der Betonung in dieser Arbeit als rezeptiv analytische Leistung untersucht werden. Zum einen soll untersucht werden, ob das Identifizieren der Betonung auch in der deutschen Sprache mit Lese- und Rechtschreibleistungen assoziiert ist. Zum andern soll untersucht werden, ob neben diesem allgemeinen Zusammenhang mit schriftsprachlichen Leistungen auch ein spezieller Zusammenhang besteht zwischen dem Identifizieren der Betonung und dem Erwerb der Vokallängenmarker. Aus welchen Gründen dieser spezielle Zusammenhang angenommen wird und inwiefern die Vokallängenmarker im deutschen orthographischen System mit der Betonung verbunden sind, wird im Folgenden erläutert.

### 3.2 Vokallängenmarker und Betonung

Die Vokallängenmarker stehen im deutschen orthographischen System in besonderem Zusammenhang mit der Betonung, da die Betonung generell mit den phonologischen Merkmalen verbunden ist, die den Doppelungs- und Dehnungszeichen zugrunde liegen. Doppelungs- und Dehnungszeichen erscheinen entweder in Verbindung mit einem Lang- oder in Verbindung mit einem Kurzvokal; wobei ein Kurzvokal dann markiert wird „wenn im phonologischen Wort ein ambisilbischer Konsonant (ein Silbengelenk) auftritt. Verdoppelt wird das Graphem, das dem ambisilbischen Konsonanten phonographisch (im zugehörigen Schriftbild) entspricht“ (Eisenberg, 2006, S. 313).

Diese phonologischen Merkmale sind mit der Betonung verbunden: Ein ambisilbischer Konsonant kann laut Silbengesetzen sowohl als Endlaut einer ersten betonten Silbe, als auch als Anlaut einer folgenden unbetonten Silbe fungieren. Beispielsweise ist der Konsonant «l» in den Verben «wollen», «rollen», oder «sollen» ambisilbisch. Nach einem Silbengesetz, laut welchem betonte Silben mit Kurzvokalen immer geschlossen sind, ist er der Endlaut der ersten betonten Silbe. Nach einem Silbengesetz, laut welchem einfache Konsonanten zwischen zwei Vokalen immer zur Silbe des zweiten Vokals gezählt werden, ist er der Anlaut der folgenden unbetonten Silbe (Eisenberg, 1998).

Vokallängenmarker drücken also phonologische Merkmale aus, die generell mit der Betonung verbunden sind (Eisenberg, 2006; Staffeldt, 2010; Thomé, 2003, S. 375, Vennemann, 1998). Sie drücken einen langen und lauten Silbenreim aus, der typischer Weise gefüllt ist mit einem betonten Langvokal (woh.nen: betonter Langvokal 'o:) oder mit einem betonten Kurzvokal, der verbunden ist mit einer ambisilbischen Koda (wol.len: betonter Kurzvokal 'ɔ + ambisilbische Koda l > 'ɔl). In Abbildung 4 sind zwei Oszillogramme dargestellt, die die supra-segmentalen Merkmale der Vokallängenmarker nochmals in Zusammenhang mit einer schematischen Darstellung des orthographischen Wortes verdeutlichen:



**Abbildung 4: Supra-segmentale Merkmale der Vokallängenmarker**

Sicherlich kann dieser phonologische Ursprung der Marker durch morphologische Prozesse überlagert werden. Beispielsweise kann durch Wortbildungsprozesse die Hauptbetonung auf einer anderen, nicht markierten Silbe liegen (UN.fall). Auch kann die ambisilbische Struktur des Konsonanten verschwinden (rennt, ge.rannt). Jedes dieser orthographisch markierten Wörter kann jedoch zurückgeführt werden auf die Grundform des Trochäus (die typisch deutsche Abfolge von einer betonten und einer unbetonten Silbe: FAL.len, REN.nen, WOL.ken, RE.gen, HAL.ten, ...). In dieser Grundform, die aus einer betonten und einer unbetonten Silbe besteht, ist der Ursprung der Vokallängenmarker enthalten (fal.len, ren.nen, Bie.ne, ...) - die Charakteristik der markierten Vokale entsteht durch die, bzw. mit der Betonung. Um die charakteristische Lautung eines Vokals mit der Schrift verbinden zu können, mag es für ein Kind daher von Vorteil sein, wenn es eine Sensibilität für die Betonung hat, oder wenn es diese im Laufe des Schriftspracherwerbs entwickelt. Folglich liegt es nahe, dass das Identifizieren der Betonung besonders stark assoziiert ist mit dem orthographischen Bereich der Vokallängenmarker.

Während des Erwerbs des deutschen Schriftsystems kann das Identifizieren der Betonung also nicht nur generell in Zusammenhang mit den beiden schriftlichen Modalitäten stehen, sondern insbesondere auch mit dem orthographischen Bereich der Doppelungs- und Dehnungszeichen. Experiment 1 soll einen Einblick in diese möglichen Zusammenhänge geben. Es soll dazu beitragen die Frage zu beantworten, inwiefern das Identifizieren der Betonung eine während des Schriftspracherwerbs relevante Leistung der Inputverarbeitung ist.

## 4. Experiment 1

Experiment 1 wurde in Sauter, Heller und Landerl (2012) bereits veröffentlicht. Um ein Maß für die Sensibilität für die Betonung zu erhalten, wurde im Rahmen von diesem Experiment eine Aufgabe erstellt, bei der das Betonungsmuster kurzer Sätze identifiziert werden sollte. Vierzig Dritt- und Viertklässler wurden gebeten, einen von drei schriftlich präsentierten Sätzen auszuwählen, der ihrem Empfinden nach am besten zu einem vorgegebenen Rhythmus passte. Der Rhythmus gab ein Muster an starken und schwachen Schlägen vor, wobei starke Schläge gegenüber schwachen in Länge und Lautstärke hervorstanden. Dieses Muster stimmte mit dem Betonungsmuster eines Zielsatzes dahingehend überein, dass die betonten Silben des Satzes mit den starken Schlägen des Rhythmus synchronisiert werden konnten.

Die Aussagekraft dieser Aufgabe wird jedoch möglicherweise dadurch eingeschränkt, dass zunächst das vorgegebene Zielmuster bzw. die hervorstehende Länge und Lautstärke der starken Schläge erkannt und im Gedächtnis behalten werden muss, damit das gesuchte Betonungsmuster identifiziert werden kann. Da unklar ist, ob bereits diese Wahrnehmungsleistung beeinträchtigt ist, wurde eine Teilstichprobe von 24 Kindern gebeten, den Rhythmen anstelle von Sätzen sprachfreie, visuell präsentierte Punktmuster zuzuordnen. Werden passende Punktmuster gefiltert, kann dies zeigen inwiefern die Rhythmen wahrgenommen und im Gedächtnis behalten werden, da das zu diskriminierende Punktmuster nur dann gefiltert werden kann, wenn das Zielmuster, bzw. der Kontrast zwischen starken und schwachen Schlägen erkannt und memoriert wird.

Im Rahmen von Experiment 1 wurden zusammenfassend demnach die folgenden Hypothesen getestet:

- Das Identifizieren der Betonung hängt mit Lese- sowie mit Rechtschreibleistungen und insbesondere mit dem Erwerb der Vokallängenmarker zusammen
- Alle Kinder lösen die sprachfreie Rhythmusaufgabe erfolgreich und auf gleichem Niveau, unabhängig von ihren schriftsprachlichen Leistungen

## **4.1 Methode**

### *4.1.1 Versuchspersonen*

Vierzig Dritt- und Viertklässler aus staatlichen Schulen oder aus einer pädagogisch-therapeutischen Einrichtung für Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen nahmen an der sprachgebundenen experimentellen Rhythmusaufgabe sowie an den Rechtschreib- IQ- und Lesetests teil. Mehrere Schulleiter, bzw. Klassenlehrer wurden im Raum Baden-Württemberg angeschrieben oder persönlich aufgesucht und ausführlich über die geplante Studie informiert. Zwei Schulleiter, bzw. vier Klassenlehrerinnen der angeschriebenen Schulen gaben ihr Einverständnis, an der geplanten Studie teilzunehmen und leiteten ein ausführliches Informationsschreiben an alle Eltern weiter. Insgesamt gaben 45 Eltern, bzw. Kinder ihr Einverständnis, freiwillig an der Studie teilzunehmen. Eltern sowie Kinder wurden darüber aufgeklärt, dass die Teilnahme jederzeit und ohne Angaben von Gründen abgebrochen werden kann. In die Stichprobe aufgenommen wurden ausschließlich Kinder mit monolingualem Hintergrund und deutscher Muttersprache (N = 29).

Zusätzlich wurde die pädagogisch-therapeutische Einrichtung mit insgesamt 6 Standorten für Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen kontaktiert. Zehn Therapeutinnen leiteten das ausführliche Informationsschreiben zur geplanten Studie an die Eltern ihrer Klienten weiter. Elf Eltern, bzw. Kinder gaben ihr Einverständnis, an der Studie teilzunehmen. Diese elf Kinder (sechs Drittklässler, fünf Viertklässler) besaßen zusätzlich zu den in dieser Studie durchgeführten Tests ausführliche psychiatrische Gutachten. Die Gutachten attestierten eine Lese-Rechtschreibschwäche und somit einen altersadäquaten IQ, der zum Zeitpunkt der Begutachtung 12 T-Wert Punkte über den Rechtschreib- oder Leseleistungen gelegen hatte. Die Gutachten wurden vor Beginn der therapeutischen Begleitung erstellt und spiegelten daher ein Leistungsniveau in schriftsprachlichen Kompetenzen wieder, das sich durch die therapeutischen Hilfen verbessert haben konnte. Daher wurden aktuelle Rechtschreib- und Leseleistungen sowie die Grundbegabung erneut erhoben.

Die gesamte Stichprobe von vierzig Kindern absolvierte den Weingärtner Rechtschreibtest 3+ (WRT 3+, Birkel, 1995), das Salzburger Lesescreening 1-4 (SLS, Mayringer & Wimmer, 2003) sowie den Untertest Teil 3 des Culture-Fair-Tests (CFT, Weiß, 2006). Bei 16 Kindern lag der T-Wert im WRT unter dem Altersmittelwert von 50,  $sd = 10$  ( $m = 42$ ,  $sd = 5.8$ ), bei 24 Kindern über dem Altersmittelwert ( $m = 56$ ,  $sd = 4.5$ ). Bei 16 Kindern lag der Lesequotient im SLS



unter dem Altersmittelwert von 100,  $sd = 15$  ( $m = 89$ ,  $sd = 9.9$ ), bei 23 Kindern über dem Altersmittelwert ( $m = 117$ ,  $sd = 11.1$ ). Die Lesedaten eines Teilnehmers wurden entfernt, weil die vorgegebene Bearbeitungszeit überschritten wurde.

Im CFT erzielten Kinder mit WRT-T Werten unter dem Altersmittelwert einen Rohwert von 7.4 ( $sd = 2.8$ ), Kinder mit WRT-T-Werten über dem Altersmittelwert einen Rohwert von 9.5 ( $sd = 1.9$ ). Der Permutationstest (Edington & Onghena, 2007, siehe unten) mit diesen Werten ist statistisch signifikant; Kinder mit Rechtschreibleistungen über dem Altersmittelwert erzielten einen bedeutsam besseren Rohwert im CFT als Kinder mit Rechtschreibleistungen unter dem Altersmittelwert ( $p < .05$ ). Wurden die Gruppen nach Leseleistungen eingeteilt, erzielten Kinder mit Lesequotienten unter dem Altersmittelwert einen Rohwert von 8 ( $sd = 4.0$ ), Kinder mit Lesequotienten über dem Altersmittelwert einen Rohwert von 9.1 ( $sd = 3.2$ ). Der Permutationstest mit diesen Werten ist statistisch nicht signifikant.

Zwei Klassenlehrerinnen und alle elf Kinder der pädagogisch therapeutischen Einrichtung waren bereit, zusätzlich Zeit zur Verfügung zu stellen, um an der sprachfreien Rhythmusaufgabe teilzunehmen. In dieser Teilstichprobe ( $N = 24$ ) lag der WRT T-Wert bei 13 Kindern unter dem Altersmittelwert ( $m = 41$ ,  $sd = 6.2$ ), bei 11 Kindern über dem Altersmittelwert ( $m = 55$ ,  $sd = 3.6$ ). Der Lesequotient lag bei 11 Kindern unter dem Altersmittelwert ( $m = 86$ ,  $sd = 11.1$ ), bei 13 Kindern über dem Altersmittelwert ( $m = 123$ ,  $sd = 9.8$ ).

#### *4.1.2 Material*

Zwölf Rhythmen zu je fünf bis sieben Schlägen wurden im open source Notationsprogramm „Musescore“ erzeugt. Die Betonungsmuster des Deutschen wurden dahingehend modelliert, dass einige Noten in Länge sowie in Lautstärke hervorstanden. Diese schweren Schläge konnten mit den betonten Silben des Zielsatzes synchronisiert werden. Da die schweren Schläge sowohl in der Länge als auch in der Lautstärke hervorstanden und da die Schläge im Vergleich zur normalen Sprechgeschwindigkeit in einem wesentlich langsameren Tempo erschienen, wurden die Rhythmen in einer Deutlichkeit präsentiert, die von Kindern mit und ohne Schriftsprachproblemen vergleichbar gut wahrgenommen werden kann (Overy et al., 2003). Die normale Sprechgeschwindigkeit entspricht ungefähr einer Rate von fünf bis acht Silben pro Sekunde (Pompino-Marschall, 2009, S. 414). Die in dieser Studie präsentierten Schläge

erschienen in einer Rate von ein bis drei Schlägen pro Sekunde. Die Standarddauer der starken Schläge betrug 750 bzw. 1000 ms, jene der schwachen 250 bzw. 500 ms. Die Dauer der starken Schläge übertraf somit jene der schwachen Schläge um 500 ms. Die Lautstärke der starken Schläge betrug 80 dB, jene der schwachen Schläge 75 dB. Die Lautstärke der starken Schläge übertraf somit jene der schwachen Schläge um 5 dB.

Jedem Rhythmus wurden drei Äußerungen (zwei bis fünf Wörter) zugeordnet (Appendix I), deren Silbenanzahl der Anzahl der Schläge entsprach, deren Betonungsmuster jedoch nur für eine Äußerung mit den Schlägen des Rhythmus so übereinstimmte, dass je zwei betonte Silben mit zwei starken Schlägen synchronisiert werden konnten. Bei inkongruenten Betonungsmustern wurden je eine von sechs unbetonten Silben mit einem starken Schlag oder eine betonte Silbe mit einem schwachen Schlag synchronisiert. Entsprechend wurden für die sprachfreie Aufgabe zu jedem Rhythmus drei Punktmuster erstellt, die durch hervorstehende Punkte die starken Schläge symbolisierten (Abbildung 5).

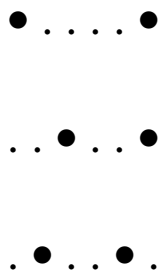


Abbildung 5: Beispiel Punktmuster, Item 2

#### 4.1.3 Aufgaben

##### **Sprachgebundene Rhythmusaufgabe**

Jedes Kind erhielt ein Manual, auf dem je drei Sätze pro Rhythmus mitgelesen wurden. Zunächst wurden vor dem Abspielen der Rhythmen alle Sätze laut vorgelesen, um Lesefehler ausschließen zu können. Daraufhin wurde ein Rhythmus je drei Mal per Lautsprecher präsentiert - auf Wunsch weitere Male, bis die Teilnehmer den für sie passenden Satz im Manual ankreuzten. Die Instruktion „den zum Rhythmus passenden Satz anzukreuzen“ wurde zunächst an zwei einfachen Beispielen trainiert, wobei ein Feedback erteilt wurde, welches das

kongruente Betonungsmuster durch deutliches rhythmisches Sprechen hervorhob. Bei jedem Rhythmus wurde ein erneutes Abspielen angeboten, was es auch zurückhaltenden Kindern ermöglichte, die Rhythmen so oft wie erwünscht hören zu können.

### **Sprachfreie Rhythmusaufgabe**

Rhythmen und Punktmuster wurden nach derselben Vorgehensweise präsentiert wie die sprachlichen Stimuli, wobei das Feedback bei den zwei Beispielaufgaben im Klopfen des Punktmusters bestand. Die Leistungen in beiden Rhythmusaufgaben wurden als Anzahl aller korrekt angekreuzten Stimuli gewertet.

### **Rechtschreibtest**

Im WRT 3+ (Langform A) werden einzelne Wörter in Lückensätze eingefügt. Der Versuchsleiter liest zunächst jeden Satz vor und wiederholt daraufhin das Lückenwort. Kinder lesen die Sätze im Manual mit und tragen nach der Wiederholung das Lückenwort in die vorgesehene Lücke ein. Zusätzlich zu den allgemeinen Rechtschreibfehlern wurden in diesem Test alle Vokallängenfehler ausgewertet. Als Vokallängenfehler wurden folgende orthographische Muster gewertet:

- Auslassungen von Buchstabendoppelungen in Silbenstrukturen, die zur Realisierung eines Kurzvokals eine Doppelung benötigen („beginen“ > beginnen, „Numer“ > Nummer)
- Doppelungen nach Langvokalen („Wutt“ > Wut, „Käffig“ > Käfig)
- Dehnungszeichen nach Kurzvokalen („erstiegen“ > ersticken)

Kein Fehler wurde gewertet, wenn

- Doppelungen ausgelassen wurden an Stellen, die durch die Silbenstruktur die Realisierung eines Kurzvokals ermöglichen („aufgewekt“ > aufgeweckt)
- Dehnungszeichen nach Langvokalen eingefügt wurden, die nach Analogiebildung keinen Marker erfordern („Wuht“ > Wut).

## **Lesescreening**

Im Salzburger Lesescreening 1-4 werden die Aussagen einzelner Sätze als korrekt oder inkorrekt bewertet. In diesem Speed Test werden im Zeitraum von drei Minuten so viele Items wie möglich gelesen und durch Einkreisen eines Häkchens (korrekte Aussage) oder Kreuzes (inkorrekte Aussage) bewertet. Der Rohwert wird berechnet aus der Anzahl der korrekt bewerteten Sätze.

## **IQ-Screening**

Im Untertest Teil 3 des Culture-Fair Tests (Weiß, 2006) werden Muster ergänzt. In diesem Speed Test werden im Zeitraum von drei Minuten die zu den vorgegebenen Mustern passenden Ergänzungen ausgewählt. Aus fünf angebotenen Alternativen wird die richtige angekreuzt. Der Rohwert bezieht sich auf die Anzahl der korrekt ergänzten Muster.

## **Schriftliches Silbensegmentieren**

Um einen Einblick zu erhalten, inwiefern Silben ohne rhythmische bzw. zeitliche Begrenzung segmentiert werden können, wurde jedes Kind gebeten, die Silben der Zielsätze schriftlich durch Silbenbögen zu segmentieren.

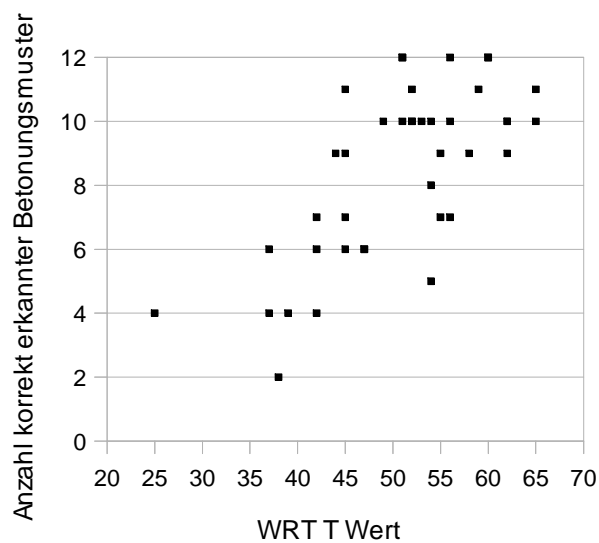
### *4.1.4 Vorgehen*

Rechtschreibleistungen wurden vor der sprachgebundenen Rhythmusaufgabe an einem ersten Termin in Gruppen von zwei bis fünf Schülern erhoben. Mit einem Abstand von ca. zwei Wochen wurden an einem weiteren Termin zunächst die Grundbegabung, der Lesequotient sowie das Erkennen der Punktmuster erhoben. Die Aufgaben wurden von den Kindern zügig verstanden und bereitwillig bearbeitet. Alle Erziehungsberechtigten willigten schriftlich dazu ein, dass ihr Kind an den Aufgaben teilnimmt und diese jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen kann.

#### 4.1.5 Ergebnisse

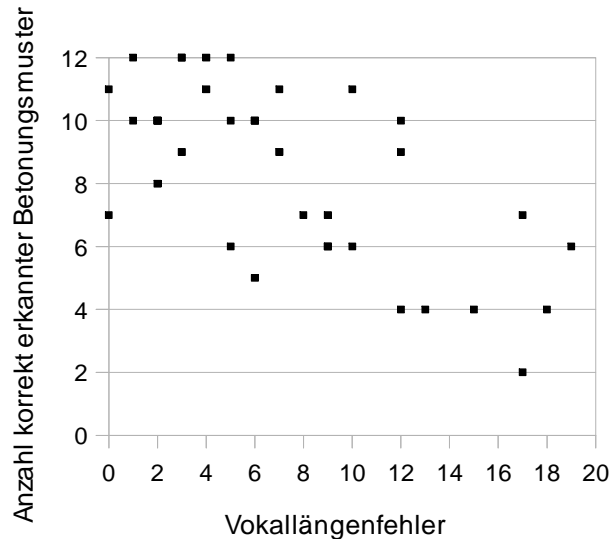
##### **Sprachgebundene Rhythmusaufgabe**

In Übereinstimmung mit Hypothese 1 bestand ein Zusammenhang zwischen den Rechtschreibleistungen und der sprachgebundenen Rhythmusaufgabe. Die T-Werte des WRT und die Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster korrelierten ( $r = .78$ ,  $p < .0001$ ; vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6 Streudiagramm WRT T-Werte - N Betonungsmuster korrekt**

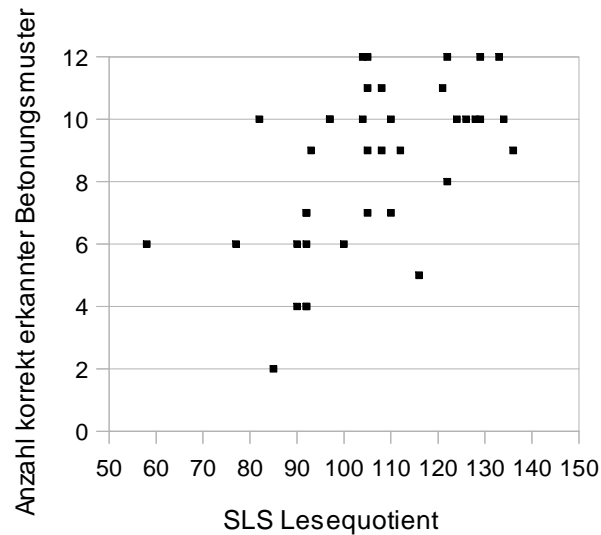
Weder Alter noch IQ trugen einen wesentlichen Anteil zu diesem Zusammenhang bei; in der Korrelation, bei welcher beide Variablen herauspartialisiert wurden, bestand weiterhin ein Koeffizient von  $r = .64$ ,  $p < .001$ . Auch bestand ein Zusammenhang zwischen Vokallängenfehlern und der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster. Die Anzahl der Vokallängenfehler korrelierte mit der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster ( $r = -.68$ ,  $p < .0001$ , vgl. Abbildung 7).



**Abbildung 7: Streudiagramm Vokallängenfehler - N Betonungsmuster korrekt**

Wurden Alter und IQ in diesem Zusammenhang herauspartialisiert, reduzierte sich der Absolutbetrag des Korrelationskoeffizienten, es ergab sich ein Wert von  $r = -.64$ ,  $p < .001$ . Ein weiterer Zusammenhang bestand zwischen der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster und der Anzahl der Fehler in der Groß- und Kleinschreibung ( $r = -0.47$ ,  $p < 0.01$ ). Nach dem Testverfahren von Olkin & Siotani (1964) - welches die Nullhypothese testet, dass die beiden Korrelationen gleich stark sind - ist der Zusammenhang zwischen Fehlern in der Groß- und Kleinschreibung und der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster bedeutsam schwächer als der Zusammenhang zwischen Vokallängenfehlern und der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster ( $z = -7.53$ ,  $p < .001$ ). Wurden Alter und IQ herauspartialisiert, bestand zwischen der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster und den Fehlern in der Groß- und Kleinschreibung weiterhin ein Korrelationskoeffizient von  $r = -0.38$  ( $p < 0.05$ ).

Wie angenommen bestand auch ein Zusammenhang mit Lesequotienten. Die Lesequotienten und die Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster korrelierten ( $r = .54$ ,  $p < .01$ , vgl. Abbildung 8). Der zugehörige Koeffizient erhöhte sich durch Herauspartialisieren von Alter und IQ auf  $r = .68$ ,  $p = .01$ .



**Abbildung 8: Streudiagramm SLS Lesequotient - N Betonungsmuster korrekt**

Die gleichen Zusammenhänge wurden in der Teilstichprobe der 24 Kinder gefunden. Unter Kontrolle von Alter und IQ zeigten sich folgende Korrelationskoeffizienten: WRT und Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster:  $r = .61, p < .001$ ; Anzahl der Vokallängenfehler und Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster:  $r = -.56, p < .01$ ; Lesequotient und Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster:  $r = .72, p < .0001$ .

### **Sprachfreie Rhythmen**

In der Teilstichprobe der 24 Kinder korrelierten weder Rechtschreib- ( $r = .27, p = .10$ ) noch Leseleistungen ( $r = -.09, p = .32$ ) oder Vokallängenfehler ( $r = .08, p = .36$ ) mit der Anzahl der korrekt erkannten sprachfreien Punktmusterreize. Tabelle 1 zeigt für die Teilstichprobe die bivariaten Korrelationen zwischen den Leistungen in den Rhythmusaufgaben und den schriftsprachlichen Maßen sowie die jeweiligen partiellen Korrelationen, in denen Alter und IQ herauspartialisiert wurden:

**Tabelle 1: Bivariate und partielle Korrelationen (p-Werte)  
zwischen Rhythmusaufgaben und schriftsprachlichen Maßen**

	WRT	Vokallänge	SLS
Betonungsmuster	<i>.70 (&lt; .0001)</i>	<i>-.58 (&lt; .01)</i>	<i>.69 (&lt; .0001)</i>
	<i>.61 (&lt; .001)</i>	<i>-.56 (&lt; .01)</i>	<i>.72 (&lt; .0001)</i>
Punktmuster	<i>.27 (= .1)</i>	<i>.08 (= .36)</i>	<i>-.09 (= .32)</i>
	<i>.24 (= .24)</i>	<i>-.02 (= .93)</i>	<i>.05 (= .79)</i>

Im Schnitt identifizierten schwache Rechtschreiber 10/12 der Punktmuster korrekt, gute Rechtschreiber 11/12. Die gleichen Mittelwerte wurden erzielt, wenn Kinder nach Leseleistungen gruppiert wurden. Für jedes Kind wurde individuell ein Binomialtest durchgeführt, bei dem gegen die theoretisch erreichbare Ratewahrscheinlichkeit von 1/3 getestet wurde. Nach den Binomialtests konnte kein schwacher Rechtschreiber oder Leser die Leistungen in der sprachfreien Punktmusteraufgabe durch Raten erzielen, sondern konnte über die Ratewahrscheinlichkeit hinaus die Rhythmen wahrnehmen und diesen das passende Punktmuster zuordnen ( $p < .05$ ). In der sprachgebundenen Aufgabe hingegen waren Binomialtests für jedes Kind mit  $p$ -Werten  $> .05$  und somit mit einer Wahrscheinlichkeit behaftet, die andeutet, dass Leistungen in der sprachgebundenen Rhythmusaufgabe durch Rateanteile erzielt wurden.



## Gruppenunterschiede

Zur statistischen Analyse der unterschiedlichen Leistungen von starken und schwachen Rechtschreibern bei der Kontroll- (Punktmuster) und der Experimentalbedingung (Betonungsmuster) wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell („generalized linear mixed model“, GLMM; Agresti, Booth, Hobert, Caffo, 2000) verwendet. Mit diesem Modell kann der Tatsache Rechnung getragen werden, dass einerseits wiederholte Beobachtungen für jede einzelne Person vorliegen und andererseits die Daten über die Personen hinweg aggregiert werden:

Neben der Gruppenzugehörigkeit wird auch die Reizbedingung als fester Effekt modelliert, die Einflüsse der einzelnen Personen und der einzelnen Items dagegen als zufällige Effekte. So können nicht nur Unterschiede oder Interaktionen zwischen Gruppen und Reizbedingungen auf ihre statistische Bedeutsamkeit getestet werden, sondern es kann auch zusätzlich Varianz erklärt werden, die durch mögliche Unterschiede zwischen einzelnen Personen oder einzelnen Items entsteht (beispielsweise kann ein einzelnes Item einen großen Einfluss auf das Gesamtergebnis ausüben, wenn es besonders schwierig oder besonders leicht ist. Auch kann das Gesamtergebnis stark beeinflusst werden wenn einzelne Personen besondere Schwierigkeiten haben).

Im folgenden Modell 1 werden beispielsweise nicht nur die Haupteffekte der Gruppenzugehörigkeit ( $G$ , mit den Stufen gute vs. schwache Rechtschreibleistung) und der Reizbedingung ( $R$ , mit den Stufen Punkt- vs. Betonungsmuster) sondern auch die möglichen Effekte der einzelnen Personen ( $p$ ) und Items ( $m$ ) miteinbezogen:

$$g(E(Y_{ij})) = \beta_0 + \beta_1 G_i + \beta_2 R_j + p_i + m_j$$

mit den festen Effekten  $\beta$ , den zufälligen Effekten  $p$  und  $m$ , mit  $p_i \sim (0, \delta_p^2)$  und  $m_j \sim (0, \delta_m^2)$ .

Zusätzlich kann, wie im folgenden Modell 2, ein Interaktionsterm ( $\beta_3$ ) aufgenommen werden:

$$g(E(Y_{ij})) = \beta_0 + \beta_1 G_i + \beta_2 R_j + \beta_3 (G \times R)_{ij} + p_i + m_j$$

Gesucht ist dann ein möglichst einfaches Modell, das eine hinreichend gute Beschreibung der Daten liefert. Um das geeignete Modell auszuwählen, wurde in dieser Studie das Bayessche Informationskriterium (BIC, Schwarz, 1978) verwendet. Dieses Kriterium liefert eine Maßzahl (BIC-Wert), die in empirischen Anwendungen zur Auswahl geeigneter statistischer Modelle verwendet werden kann. Neben der Anpassungsgüte des geschätzten Modells an die vorliegenden Daten gehen dabei auch die Komplexität des Modells (durch die Anzahl der Parameter) und die Stichprobengröße in die Beurteilung ein:

$$\text{BIC} = 2 (\log \text{likelihood}) + k \log(n),$$

wobei  $k$  = Anzahl der Parameter und  $n$  = Anzahl der Beobachtungen. Mit wachsender Anpassungsgüte wird der BIC-Wert kleiner und mit steigender Anzahl der Parameter wird er größer, mit einer deutlicheren Zunahme bei größeren Stichproben. Ausgewählt wird unter konkurrierenden Modellen dasjenige mit dem kleinsten BIC-Wert.

Die Gruppeneinteilung in starke bzw. schwache Rechtschreiber wurde anhand des Altersmittelwertes (T-Wert 50) vorgenommen. Hierfür erhielt man, über Items und Personen hinweg aggregiert, folgende marginale Kontingenztabelle (Tabelle 2). Die Kontingenztabelle zeigt, dass in der Gruppe der starken Rechtschreiber insgesamt 157 Punktmuster und 135 Betonungsmuster korrekt angekreuzt wurden. In der Gruppe der schwachen Rechtschreiber wurden insgesamt 102 Punktmuster und nur 54 Betonungsmuster korrekt angekreuzt.

**Tabelle 2: Kontingenztabelle Rechtschreibung – Reizbedingung**

		Reizbedingung	
		Punktmuster	Betonungsmuster
WRT	Stark	157	135
	Schwach	102	54

In dieser Studie enthielt das einfachste Modell, das eine hinreichend gute Beschreibung der Daten lieferte, lediglich die Haupteffekte der Gruppenzugehörigkeit und der Reizbedingung (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Freiheitsgrade, BIC-Werte, log likelihood und  $\chi^2$  Statistik der GLMM**

	Df	BIC	loglik	Chisq	Df	<i>p</i>
Modell 1	6	537.83	-249.85			
Modell 2	10	561.50	-248.97	1.7599	4	0.7798

Ein minimaler BIC-Wert ergab sich für das Modell, das neben einem Ordinatenabschnitt (Schätzwert unter Dummy-Kodierung 1.72) lediglich die Haupteffekte der Reizbedingung (Schätzwert 1.54) und der Gruppenzugehörigkeit (Schätzwert -1.82) als feste Effekte enthielt (in allen Fällen  $p < 0.001$ , vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4: Schätz- und Kennwerte der festen Effekte**

	Schätzwert	Std.fehler	z	p
$\beta_0$	3.2655	0.3445	9.479	< 0.001
$\beta_1$	-1.5423	0.3228	-4.778	< 0.001
$\beta_2$	-1.8212	0.2539	-7.173	< 0.001

Einflüsse von Personen und Items wurden darin durch einen zufällig variierenden Ordinatenabschnitt beschrieben, wobei sich die entsprechenden Varianzen als vergleichsweise klein erwiesen (0.29 bzw. 0.31). Die einzelnen Personen und Items unterscheiden sich in ihrer Wirkung also nur wenig voneinander. Dieses Modell resultierte auch, wenn die Gruppeneinteilung hinsichtlich guter bzw. schwacher Leseleistung vorgenommen wurde (Teilungskriterium: Lesequotient 100 als Altersmittelwert).

### **Schriftliches Silbensegmentieren**

Im Schnitt gaben Kinder mit Rechtschreibleistungen unter dem Altersmittelwert 8 fehlende oder inkorrekte Silbengrenzen an (sd = 6), Kinder mit Rechtschreibleistungen über dem Altersmittelwert 9 (sd = 7). Dieser Unterschied ist statistisch nicht bedeutsam (Permutationstest:  $p = 0.7$ ). Die Anzahl der falsch oder inkorrekt markierten Silbengrenzen korrelierte nicht mit den WRT T-Werten ( $r = .001$ ,  $p = .995$ ).

## 5. Diskussion Experiment 1

Experiment 1 lag die Hypothese zugrunde, dass das Beherrschen der Betonung eine phonologisch anspruchsvolle Fähigkeit ist, die mit Rechtschreib- und Leseleistungen und insbesondere mit dem Erwerb der Vokallängenmarker assoziiert ist. Die Ergebnisse aus Experiment 1 bestärken diese Annahme. Das Identifizieren der Betonung war mit beiden Modalitäten assoziiert. Die Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster korrelierte unter Kontrolle von Alter und IQ

- mit Leseleistungen
- mit allgemeinen Rechtschreibleistungen
- mit Fehlern in der Groß- und Kleinschreibung und besonders stark mit Fehlern in der Vokallängenschreibung.

Diese Ergebnisse deuten an, dass das Identifizieren der Betonung auch beim Erwerb des deutschen Schriftsystems eine Rolle spielt. Durch die fremde und anspruchsvolle Aufgabe ist der Einblick in das Beherrschen der Betonung in dieser Studie jedoch eingeschränkt. Nicht nur spielen Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozesse eine Rolle, auch fließt die Wahrnehmung der präsentierten Rhythmen in die verwendete Aufgabe mit ein. Insbesondere für lese-rechtschreibschwache Kinder kann letzteres mit Schwierigkeiten behaftet sein (Goswami et al., 2010, Huss et al., 2011).

Die Punktmusteraufgabe zeigt jedoch, dass sowohl die Wahrnehmung der präsentierten Zielrhythmen als auch die grundlegende Aufgabenstruktur für die Kinder zu bewältigen war. In der Punktmusteraufgabe wurden die visuellen Stimuli soweit korrekt gefiltert, dass jedes Kind mehr Items korrekt zuordnete als durch Raten möglich gewesen wäre. Mit visuellen Stimuli war die kognitive Anforderung der Aufgabe demnach zu bewältigen: Das überzufällig korrekte Zuordnen der Punktmuster zeigt, dass die präsentierten Zielrhythmen wahrgenommen werden konnten. Auch scheinen alle Kinder ausreichend kognitive Ressourcen an Aufmerksamkeit und Gedächtnis zu besitzen, um die Zielrhythmen im Arbeitsgedächtnis zu behalten und einen von drei Stimuli auszuwählen. Sie konnten demnach die grundlegende Aufgabenstellung erfolgreich meistern.

Obwohl die Punktmusteraufgabe also zeigt, dass die grundlegende Struktur der Aufgabe zu bewältigen war, bleibt eine weitere methodische Einschränkung zu diskutieren. Die Punktmusteraufgabe kontrolliert nicht vollständig den Einfluss, den das phonologische Gedächtnis auf die Leistungen in der sprachgebundenen Rhythmusaufgabe ausübt. Das phonologische Gedächtnis ist bei der sprachgebundenen Rhythmusaufgabe stärker belastet als bei der Punktmusteraufgabe. Insbesondere Kinder mit phonologischen Schwächen könnten dadurch in der sprachgebundenen Aufgabe stärker beeinträchtigt gewesen sein.

Lange und kurze Betonungsmuster scheinen sich nach den GLMM-Analysen aber in keiner Gruppe in ihrer Schwierigkeit zu unterscheiden. Wenn das phonologische Gedächtnis einen bedeutsamen Einfluss ausüben würde, wäre anzunehmen, dass längere Sequenzen mit einer größeren Schwierigkeit verbunden sind. Eventuell sind mögliche Schwächen im phonologischen Gedächtnis daher durch das wiederholte Präsentieren der Rhythmen soweit ausgeglichen worden, dass die Gedächtnisspanne nicht der ausschlaggebende Parameter ist, der die Leistungen in dieser Aufgabe bedingt.

Unter Vorbehalt dieser möglichen Einflussgrößen deuten die Ergebnisse an, dass das Erkennen der Betonung mit schriftsprachlichen Leistungen assoziiert und im Grundschulalter keine triviale Aufgabe ist – insbesondere nicht in sprachlichen Stimuli. Über Gruppen hinweg erkannten Dritt- und Viertklässler bedeutsam mehr sprachfreie als sprachgebundene Betonungsmuster. Und insgesamt schnitten starke Leser und Rechtschreiber bedeutsam besser ab als schwache. Das Identifizieren der zentralen Parameter, die in betonungs-zählenden Sprachen den Rhythmus erzeugen, scheint in dieser Gruppe stärker ausgebildet zu sein. Inwiefern diese Fähigkeit während des Erwerbs einer alphabetischen Schriftsprache von Nutzen sein kann, ist nicht intuitiv - insbesondere nicht in solch konsistenten Orthographien wie dem Deutschen, in denen eine enge Relation zwischen Lauten und Graphemen vorherrscht.

Aufgrund dieser Konsistenz meistern deutsche Kinder vergleichsweise schnell die grundlegenden Dekodier- und Schreibfertigkeiten (Aro & Wimmer, 2003; Frith, Wimmer & Landerl, 1998; Wimmer & Landerl, 1997). Häufig können sie selbst mit schwach ausgebildeter phonologischer Bewusstheit bis zum Ende der dritten Klasse korrekt lesen und lautgetreu schreiben (Landerl, 2001b; Landerl & Wimmer, 2000). Inwiefern das Beherrschen der lautübergreifenden Parameter in einer solchen Orthographie eine zusätzliche Stütze sein kann,

zeichnet sich möglicherweise erst dann ab, wenn die phonetische Phase automatisierter ist und wenn sich das orthographische Lexikon entwickelt.

Nach dem Kompetenzentwicklungsmodell für das Worterkennen und laute Lesen (Klicpera et al., 2007) entwickeln sich mit der fortschreitenden Leseinstruktion zwei grundlegende Fertigkeiten: Die Fähigkeit zum schnellen lexikalischen Abruf von Wörtern entwickelt sich weitgehend gleichzeitig mit dem phonologischen Rekodieren. „Gute Rekodier- und damit auch gute phonologische Fähigkeiten [unterstützen] die Etablierung des Lexikons“ (Klicpera et al., 2007, S. 29). Laut diesem Modell ist das Rekodieren zunächst lautorientiert. Zunehmend werden Teilprozesse dieser Informationsverarbeitung aber durch „günstigere Bündelung“ von Einheiten beschleunigt. Hierbei können supra-segmentale Fähigkeiten eine Rolle spielen, da mit einer guten Sensibilität für lautübergreifende phonologische Strukturen linguistisch sinntragende Einheiten gebündelt werden können. Es können die phonologisch bedeutsamen Einheiten der Silbe und der Betonung mit dem Schriftwort verbunden und im Lexikon abgebildet werden. Dadurch kann der Leseprozess an Effizienz gewinnen, da sich ein Lexikon entwickelt, das hinsichtlich der Merkmale spezifiziert ist, die auch im ausgebildeten orthographischen Lexikon abgebildet sind - und die während der automatischen Worterkennung, bzw. beim schnellen lexikalischen Abruf eine Rolle spielen:

Im ausgebildeten orthographischen Lexikon scheint die Betonung ein Bestandteil des orthographischen Eintrags zu sein (Ashby & Clifton, 2005; Breen & Clifton, 2011; Frost, 1998). Ashby und Clifton nehmen beispielsweise an, dass das interne Erzeugen der Betonung während des Lesens kostspielig ist, dass dieser Vorgang jedoch notwendig ist, da die Betonung ein Bestandteil der ausgebildeten phonologischen Repräsentation ist. Beispielsweise benötigen Erwachsene mehr Zeit, um Viersilber mit 2 betonten Silben (,e.du.'ca.tion) zu lesen, als Viersilber mit nur einer betonten Silbe (de.'ve.lop.ment). Bei der schnellen Schriftworterkennung scheint die Betonung mit verarbeitet zu werden. Auch das Deutsche ist eine betonungs-zählende Sprache. Daher kann die Betonung auch im Deutschen ein relevantes Merkmal im orthographischen Lexikon sein und somit bei der automatischen Schriftworterkennung eine Rolle spielen.

Deutschsprachige Drittklässler mit phonologischen Defiziten lesen meist korrekt, aber bedeutsam langsamer als phonologisch unauffällige Kinder (Wimmer, 1993). Möglicherweise ist bei diesen Kindern die Nähe zur Lautsprache (noch) nicht wie im effizienten Leseprozess

gegeben. Wenn die prosodische - lautübergreifende - Ebene schwächer repräsentiert ist, kann eine Folge sein, dass sie nur langsam mit der Schrift in Verbindung gebracht und im Lexikon abgebildet wird. Zwar ermöglicht die konsistente Orthographie bereits durch das Dekodieren der segmentalen Information eine starke Nähe zur Lautsprache; ist der prosodische Parameter jedoch noch nicht mit der Schrift verbunden und im orthographischen Lexikon ausdifferenziert, wird vermutlich das Erschließen der vollständigen phonologischen Repräsentation erschwert und kann nicht automatisiert wie im ausgebildeten Leseprozess erfolgen.

Für zukünftige Forschung ist folglich von Interesse, ob sprachrhythmische Aufgaben insbesondere dann mit Leseleistungen assoziiert sind, wenn als Maß der Lesekompetenz weniger die Lesegenauigkeit sondern vielmehr das sinnentnehmende Lesen auf Zeit verwendet wird. Möglicherweise kann ein Lerner, der die Betonung beherrscht, schneller zur vollständigen phonologischen Repräsentation und somit zu einem effizienteren Leseprozess gelangen. Er kann die Bedeutung eines Schriftwortes möglicherweise schneller erfassen, wenn der orthographische Eintrag auch hinsichtlich der supra-segmentalen Struktur ausgebildet ist und somit direkt und automatisch mit dem vollständigen Lautwert des Wortes verbunden werden kann.

In dieser supra-segmentalen Struktur ist auch der phonologische Ursprung der Doppelungs- und Dehnungszeichen enthalten. Das Identifizieren der Betonung mag daher mit dem Erwerb der Vokallängenmarker in besonderem Zusammenhang stehen. Die besonders starke Korrelation zwischen Vokallängenfehlern und dem Identifizieren der Betonungsmuster bestärkt diese Hypothese. Inwiefern das Beherrschen der Betonung eine Grundlage des Erwerbs von Vokallängenmarkern ist oder ob es sich erst mit deren Erwerb entwickelt, kann auf Basis dieser Daten jedoch nicht beschrieben werden. Beide Entwicklungsverläufe sind möglich:

Viele phonologische Kompetenzen entwickeln sich bei vielen Kindern erst im Laufe des Schriftspracherwerbs (Duncan, Colé, Seymour & Magnan, 2006; Landerl, 2003; Marx & Lenhard, 2010; Wimmer et al., 1991). Beispielsweise scheint sich bei vielen Kindern die phonologische Bewusstheit für die distinktiven Längenmerkmale der Vokale erst mit der orthographischen Entwicklung auszudifferenzieren (Landerl, 2003) - viele Kinder erwerben erst im Laufe der orthographischen Entwicklung die Fähigkeit lange von kurzen Vokalen unterscheiden zu können. Die Längenmerkmale sind mit der Betonung verbunden. Mit dem Ausbilden der phonologischen Bewusstheit für Längenmerkmale mag sich daher ähnlich auch



eine Bewusstheit für die Betonung ausbilden. Das Beherrschen der Betonung kann folglich eine Kompetenz darstellen, die sich besonders gut erst mit dem Schriftspracherwerb und mit dem Erwerb der Doppelungs- und Dehnungszeichen entwickelt oder ausdifferenziert.

Zum andern kann die Sensibilität für die Betonung aber auch den Erwerb der Marker erleichtern. Die Marker werden im deutschen Schul- und Fördersystem meist über die Längenmerkmale der Vokale vermittelt (Ise & Schulte-Körne, 2010). Da die Betonung mit den Längenmerkmalen verbunden ist, sind Kinder, die die Betonung beherrschen, gegebenenfalls im Besitz einer hilfreichen Kompetenz während des Erwerbs der Vokallängenmarker. Folglich ist auch eine solche Wirkrichtung möglich, bei der das Beherrschen der Betonung den Erwerb der Marker stützt – sicherlich neben weiteren Fähigkeiten wie beispielsweise morphologischen und lexikalischen Fähigkeiten oder neben Regelkenntnissen (Ise & Schulte-Körne, 2010; Jarmulowicz & Taran, 2007; Schulte-Körne & Mathwig, 2001).

Beispielsweise muss ein Lerner sein Wissen um morphologische Zusammenhänge zwischen Wörtern aktivieren können, wenn er Doppelkonsonanten in flektierten Wortformen schreibt: Betonte Kurzvokale werden generell nur in Wortfamilien mit Silbengelenk markiert (ren.nen); der phonologische Status der Silbengelenke kann in flektierten Wortformen jedoch verschwinden (rennt). Der Lerner muss in diesem Fall sein morphologisches Wissen, sein Wissen um die Wortbildung aktivieren, um zu erkennen, dass ein Verb wie «rennt» von der Grundform «rennen» abstammt. Ferner kann er neben morphologischem auch auf lexikalisches, wortspezifisches Wissen zurückgreifen, wenn er das Schriftbild von frequenten Wörtern durch häufiges Schreiben kennt – er kann „wissen“, dass das Verb „rennt“ mit einer Doppelung geschrieben wird, ohne die Schreibweise zwangsläufig durch eine orthographische Regel abzuleiten.

Das Beherrschen der Betonung mag im Bereich der Vokallängenmarker jedoch von besonderer Bedeutung sein, da der Ursprung der Marker phonologisch und mit der Betonung verbunden ist. Bei der Groß- und Kleinschreibung ist dies beispielsweise nicht der Fall und das Identifizieren der Betonung scheint mit diesem Bereich auch weniger stark assoziiert zu sein. Der Bereich der Groß- und Kleinschreibung, der stärker auf morphologisch-syntaktische Kenntnisse aufbaut, korrelierte bedeutsam schwächer mit der sprachrhythmischen Aufgabe. Sprachrhythmische Fähigkeiten scheinen also insbesondere dann eine Stütze zu sein, wenn der Ursprung eines orthographischen Merkmals in der supra-segmentalen Phonologie verankert ist.

Wird diese lautübergreifende Ebene beherrscht, wird das phonologische Korrelat der Doppelungs- und Dehnungszeichen beherrscht. Dadurch kann möglicherweise ein vollständigeres Amalgam zwischen Laut- und Schriftsprache entstehen, welches sich auch zunehmend den Strukturen annähert, die im ausgebildeten orthographischen Lexikon vorhanden zu sein scheinen. Beim Erwerb des deutschen Schriftsystems mögen daher neben Regelwissen, Analogiekenntnissen und der Bewusstheit für morphologische Zusammenhänge auch lautübergreifende sprachrhythmische Fähigkeiten eine Bedeutung haben.

Zusammenfassend geben die Ergebnisse aus Experiment 1 somit Anlass zu der Annahme, dass die Betonung eine Rolle während der Lese- und Rechtschreibentwicklung spielt. Sie deuten an, dass es auch während des Erwerbs des deutschen Schriftsystems relevant sein mag diese sprachrhythmische Komponente hervorzuheben. Möglicherweise können dadurch phonologische Parameter ausdifferenziert werden, die auch insbesondere im Kontext des Erwerbs von Vokallängenmarkern hilfreich sind – einem orthographischen Bereich, der für deutschsprachige Schüler während der Rechtschreibentwicklung eine der größten Hürden darstellt (Landerl, 2003).

## 6. Outputverarbeitung und Schriftspracherwerb

Wie in Kapitel 2 bereits beschrieben, können neben den in Experiment 1 untersuchten analytischen Fähigkeiten auch produktive phonologische Leistungen eine Grundlage des Schriftspracherwerbs darstellen. In diesem Kapitel werden diese Leistungen zum einen nochmals umrissen, zum andern wird ergänzt inwiefern auch das Abrufen und Planen der Silbe eine produktive Leistung sein kann, die in Zusammenhang mit der Rechtschreibentwicklung stehen mag.

Ein Zusammenhang zwischen schriftsprachlichen und produktiven phonologischen Leistungen wurde insbesondere für die Rechtschreibentwicklung berichtet. Laut Autoren (Holm et al, 2008) sind grundlegende Schreibprozesse abhängig von der „phonological assembly“, einer Leistung, die produktive Prozesse der Outputgenerierung beschreibt. Durch diese Leistung werden die segmentalen und supra-segmentalen Merkmale eines Wortes abgerufen und in die richtige Reihenfolge gebracht. Holm et al. (2008) zufolge ist dieser Prozess beispielsweise beteiligt an der Phonem-Graphem Konvertierung, bei der Laute abgerufen und sequenziert werden müssen. Sie spielt somit sowohl bei der Generierung der Lautsprache als auch bei der Generierung des schriftlichen Outputs eine Rolle, wodurch die Autoren den besonderen Zusammenhang zwischen Output- und Rechtschreibschwächen erklären.

In ähnlicher Weise mag die phonological assembly darüber hinaus auch auf der supra-segmentalen Ebene mit den Grundlagen des Schreibprozesses verbunden sein: Bei der phonological assembly werden, wie in Kapitel 2 bereits beschrieben, nicht nur einzelne Laute sondern auch Silben abgerufen und in die richtige Reihenfolge gebracht. Ein ähnlicher Mechanismus scheint auch im intakten Schreibprozess erkennbar zu sein. So wurde für verschiedene Orthographien (Spanisch, Niederländisch, Englisch, Französisch) beschrieben, dass Erwachsene die erste Silbe eines Wortes mit konstanter Geschwindigkeit schreiben und daraufhin an der Silbengrenze langsamer werden (Kandel, Álvarez, & Vallee, 2006, Kandel, Héroult, Grosjacques, Lambert, & Fayol, 2009; Kandel, Soler, Valdois, & Gross, 2006). Kandel et al. (2006; 2009) führen dieses Muster darauf zurück, dass nach dem Schreiben der ersten Silbe die nächste Silbe des Wortes geplant wird. Aufgrund der zusätzlichen Informationsverarbeitung werde der Schreibprozess an dieser Stelle dann verlangsamt.

Ein solcher silbenorientierter Schreibrhythmus ist - wenn zweisilbige Wörter geschrieben werden - bei französischen Kindern bereits in der ersten Klasse erkennbar (Kandel et al., 2009; Kandel, Soler et al., 2006; Kandel & Valdois, 2006). Beispielsweise analysierten Kandel und Soler et al. (2006) den schriftlichen Output von Erst-, Zweit-, Dritt-, Viert- und Fünftklässlern. Die Schüler schrieben Wörter und Pseudowörter. Die Analyse der Schreibzeiten für einzelne Grapheme zeigte, dass an der Silbengrenze Veränderungen stattfanden. Für jedes Graphem der ersten Silbe wurden stabile Schreibzeiten gefunden. Beim ersten Graphem der zweiten Silbe wurde dann aber durchweg eine Zunahme der Schreibzeiten beobachtet, die Richtung Ende des Wortes wieder stetig abnahm. Dieses Muster konnte systematisch beobachtet werden, unabhängig von der Klassenstufe, vom lexikalischen Status des Wortes oder von der Wortlänge. Bei Erwachsenen scheint diese Verteilung der Schreibzeiten auch beim Schreiben von Wörtern mit mehr Silben ersichtlich zu sein (Lambert, Kandel, Fayol, & Espéret, 2008; Álvarez, Cottrell & Afonso Hernández, 2009).

Bei spanischen Kindern hingegen wurde dieses Muster in der ersten Klasse noch nicht beobachtet. In der ersten Klasse scheinen spanische Kinder Einheiten zu planen, die größer sind als die Silbe (Kandel & Valdois, 2006). Dieses Muster wurde dadurch erklärt, dass Spanisch ein sehr konsistentes orthographisches System besitzt. Aufgrund der engen Relation zwischen Phonemen und Graphemen könne sich ein spanisches Kind zu Beginn der Rechtschreibentwicklung möglicherweise leichter die Strategie der Phonem-Graphemkonvertierung aneignen. Durch diese Erleichterung könne es mehr phonographische Information im Gedächtnis behalten und mehr Grapheme schreiben ohne zu verlangsamen und neu planen zu müssen. Diese Unterschiede zu den französischen Erstklässlern waren in der zweiten Klasse jedoch beinahe nicht mehr ersichtlich - mit fortschreitender Entwicklung scheinen sich auch spanische Kinder einen silbenorientierten Schreibprozess anzueignen.

Auch auf supra-segmentaler Ebene ist somit der Prozess der phonological assembly im intakten Schreibprozess erkennbar. Er scheint nicht nur die Produktion der Lautsprache sondern auch die Produktion der Schriftsprache zu strukturieren. Inwiefern diese Ebene bei der Rechtschreibentwicklung eine Rolle spielt, wurde bislang nicht beschrieben. Daher soll in dieser Arbeit mit Experiment 2 überprüft werden, inwiefern das Abrufen und Planen von Silben in Zusammenhang mit der Rechtschreibleistung steht. Wenn auch produktive Leistungen zu den phonologischen Schwächen von Kindern mit Schriftsprachproblemen gehören können, mag mit dem Planen von Silben eine Verarbeitungsleistung erschwert sein, die im intakten

Schreibprozess zur linguistisch sinnvollen Bündelung von Phonem-Graphem Einheiten beiträgt. Mit Experiment 2 soll folglich aufgezeigt werden, ob - und bei welchen Kindern - ein silbenorientierter Schreibrhythmus erkennbar ist. Im Rahmen dieses Experiments wurde der schriftliche Output untersucht und daraufhin analysiert, ob die Rechtschreibleistung auch bei den Kindern mit dem Planen von Silben assoziiert ist, die keine offensichtlichen und gravierenden Schwächen in der Outputgenerierung haben.

## 7. Experiment 2

Eine Möglichkeit Einblick in den schriftlichen Output von Kindern zu erhalten, liefert ein Graphiktablett (siehe Abbildung 9).



**Abbildung 9: Graphiktablett**

Auf diesem Gerät können Kinder wie gewohnt mit einem Stift auf Papier schreiben. Es werden Parameter wie Schreibgeschwindigkeit, Schreibzeit oder Stiftdruck aufgezeichnet, die später digital ausgewertet werden können. In Experiment 2 wurde das Gerät ähnlich wie bei Kandel et al. (2006, 2009) dazu verwendet, Schreibzeiten aufzuzeichnen. Dritt-, Viertklässler und Siebtklässler wurden gebeten zweisilbige Wörter zu schreiben. In den gewonnenen Daten wurde dann digital analysiert, ob ihre Schreibzeiten beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe eines Wortes systematisch zunehmen – ob somit ersichtlich ist, dass sie die Silbe als Einheit abrufen und planen und dadurch langsamer schreiben.

Im Rahmen von Experiment 2 wurden zusammenfassend demnach die folgenden Hypothesen getestet:

- Wenn Dritt- Viert- und Siebtklässler zweisilbige Wörter schreiben, verlangsamt sich der Schreibfluss beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe.
- Die Verlangsamung ist assoziiert mit der Rechtschreibleistung.

## **7.1 Methode**

### *7.1.1 Versuchspersonen*

Neununddreißig Dritt- und Viertklässler und 22 Siebtklässler mit monolinguaem Hintergrund nahmen an der Studie teil. Alle besuchten staatliche Schulen im Raum Baden-Württemberg. Mehrere Schulleiter, bzw. Klassenlehrer wurden angeschrieben oder persönlich aufgesucht und ausführlich über die geplante Studie informiert. Vier Schulleiter, bzw. sechs Klassenlehrerinnen der angeschriebenen Schulen gaben ihr Einverständnis, an der geplanten Studie teilzunehmen und leiteten ein ausführliches Informationsschreiben an alle Eltern weiter. Insgesamt gaben 76 Eltern sowie die Kinder ihr Einverständnis, freiwillig während der Schulzeit in den Räumlichkeiten der Schulen an der Studie teilzunehmen. Eltern sowie Kinder wurden darüber aufgeklärt, dass die Teilnahme jederzeit und ohne Angaben von Gründen abgebrochen werden kann. In die Stichprobe aufgenommen wurden ausschließlich Kinder mit monolinguaem Hintergrund und deutscher Muttersprache (N = 61).

Alle 39 Dritt- und Viertklässler (Durchschnittsalter 9,6 Jahre,  $sd = 0,6$ ) absolvierten den Weingärtner Rechtschreibtest 3+ (WRT 3+, Langform A, Birkel, 1995). Im Durchschnitt erzielten Dritt- und Viertklässler einen T-Wert von 46 ( $sd = 11$ ). Alle Siebtklässler (Durchschnittsalter 12,7 Jahre,  $sd = 0,5$ ) absolvierten den Westermann Rechtschreibtest 6+ (WRT 6+, Rathenow, Vöge, Laupenmühlen, 1980). Im Durchschnitt erzielten Siebtklässler einen T-Wert von 49 ( $sd = 8$ ).

### *7.1.2 Material*

In bisherigen Studien wurde berichtet, dass Schreiber bei zweisilbigen Wörtern an der Silbengrenze – beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe - bedeutsam verlangsamten. Dieses Muster ist erkennbar unabhängig davon, ob es sich bei dem geschriebenen Wort um ein Nomen, ein Verb oder ein Adjektiv handelt (Kandel et al., 2006; 2009). Im Vergleich zu der Zeit, die benötigt wird, um umliegende Grapheme (zum Beispiel das „a“ oder das „e“ in „ma. len“) zu schreiben, wird systematisch mehr Zeit benötigt, um das erste Graphem der zweiten Silbe zu schreiben (zum Beispiel das „l“ in „ma.len“). In dieser Studie wurden Wortpaare daher so gewählt, dass das zu analysierende Graphem in einem der Wörter in der Position vor der Silbengrenze (Position n-1) erschien und in einem der Wörter in

der Position nach der Silbengrenze (Position n). Beispielsweise erscheint das Graphem „l“ im Wort „holen“ in Position n (nach der Silbengrenze) und im Wort „Wolken“ in Position n-1 (vor der Silbengrenze). Um das Graphem „l“ zu schreiben, müssten Kinder also im Wort „holen“ mehr Zeit benötigen als im Wort „Wolken“, da im Wort „holen“ an der Stelle „l“ die zweite Silbe geplant wird (und im Wort „Wolken“ keine zusätzliche Kapazität für das Planen einer Silbe benötigt wird). Tabelle 5 zeigt, welche Wortpaare verwendet wurden (1 Nomen, 7 Verben):

**Tabelle 5: Verwendete Wortpaare mit gekennzeichneten Graphempositionen**

Position n	Position n - 1
ho. Len	WoL. ken
ma. Len	haL. ten
hö. Ren	meR. ken
wa. Ren	waR. ten



### 7.1.3 Aufgaben

#### **Graphiktablettaufgabe**

Wie in bisherigen Studien (Kandel et al., 2006; 2009) wurden die Teilnehmer auch in dieser Studie gebeten, die 20 Wörter auf einem Graphiktablett (Wacom Intuos 4 L, Sampling Rate: 200 Hz, Genauigkeit: 0,02 mm) zu schreiben. Auf das Tablett wurde ein DIN-A 4 großes Blatt Papier gelegt, auf dem mit einem speziellen Kugelschreiber (Intuos Inking Pen) wie gewohnt geschrieben werden konnte. Die DIN-A 3 große Fläche des Tablett ermöglicht es, den Arm beim Schreiben so abzustützen, wie es auch bei der gewohnten Schreibhaltung am Tisch der Fall ist. Die Wörter wurden in Lückensätzen über Lautsprecher diktiert. Zunächst wurde der komplette Satz mit Lückenwort und daraufhin eine Wiederholung des Lückenwortes abgespielt. Ein DIN-A 4 großes Blatt, auf dem die Lückensätze abgedruckt waren (siehe Appendix II), lag vor den Kindern auf dem Graphiktablett. Wenn ein Kind ein Lückenwort geschrieben hatte und bereit für das nächste Item war, wurde durch einen Tastendruck der nächste Satz abgespielt. Jedes Item wurde zwei- bis dreimal geschrieben, so dass jedes Kind insgesamt 20 Wörter schrieb.

#### **Rechtschreibtest**

Im WRT 3+ (Birkel, 1995) und im WRT 6+ (Rathenow et al., 1980) werden einzelne Wörter mit altersentsprechendem Schwierigkeitsgrad in Lückensätze eingefügt. Der Versuchsleiter liest zunächst jeden Satz vor und wiederholt daraufhin das Lückenwort. Kinder lesen die Sätze im Manual mit und tragen nach der Wiederholung das Lückenwort in die vorgesehene Lücke ein.

### 7.1.4 Vorgehen

Der Rechtschreibtest wurde als Klassentest im Klassenzimmer durchgeführt. Daraufhin wurden die Graphiktablettedaten individuell in einem ruhigen und separaten Raum erhoben. Den Versuchspersonen wurde erklärt, dass mit diesem Experiment untersucht werden soll, wie sich das Schreiben von Klasse drei bis Klasse sieben entwickelt. Der Rechtschreibtest wurde vom Testleiter diktiert, die Sätze der Graphiktablettaufgabe nach dem gleichen Schema per Lautsprecher. Bevor Schüler die Items in die Lückensätze eintrugen, schrieben sie ihren Namen und ihr Geburtsdatum, um wahrnehmen zu können, dass das Schreiben auf dem Tablett kein anderes Schreibgefühl erzeugt wie das gewohnte Schreiben.

### 7.1.5 Datenanalyse

Laut Kandel et al. (2006; 2009) wird an der Position  $n$  die zweite Silbe des zu schreibenden Wortes geplant und dadurch der Schreibfluss an dieser Stelle verlangsamt. Bei einem solchen Schreibrhythmus müsste das Schreiben eines Graphems in der Position  $n$  mehr Zeit in Anspruch nehmen als das Schreiben des gleichen Graphems in der Position  $n - 1$ . Um diese Differenz zwischen Position  $n$  und Position  $n - 1$  berechnen zu können, wurde der schriftliche Output der Kinder anhand der Software „Eye and Pen“ (Chesnet & Almargot, 2007) analysiert. Anhand dieser Software kann das vom Kind geschriebene Wort am Bildschirm abgebildet und in die Einheiten segmentiert werden, für die die Schreibzeit, die Schreibgeschwindigkeit oder der Stiftdruck berechnet werden sollen. Mit dem dafür vorgesehenen Tool (visualisiert als Stift) kann auf dem Schriftzug Zeiteinheit für Zeiteinheit abgefahren und der Beginn sowie das Ende des zu analysierenden Graphems markiert werden. Der Cut-off wurde stets zu Beginn des Minimums einer Kurve (bei Schreibschrift) gesetzt, oder an der Stelle, an der der Stift angehoben wurde (bei Druckschrift). Abbildung 10 zeigt beispielsweise, wie im Wort „halten“ das „l“ segmentiert wurde:



**Abbildung 10: Beispiel für das Segmentieren der Grapheme**

Insgesamt wurde aber irrtümlicherweise an den zu segmentierenden Positionen 29 Mal eine Konsonantenverdoppelung geschrieben („hollen“, „mallen“, „warren“, ...). Da in diesem Fall unklar ist, wo sich für ein Kind Position  $n$  befindet (ma. llen oder mal. len oder mall. en), wurde der Mittelwert der Schreibzeit von Konsonant 1 und Konsonant 2 berechnet.

Aus den so gewonnenen Schreibzeiten für die segmentierten Grapheme wurde für jedes Kind der Wert „Verzögerung“ berechnet. In die Berechnung dieses Wertes fließen folgende Schritte ein:

- Vom Wert der Schreibzeit an Position n (nachfolgend  $T_n$ ) wurde der Wert der Schreibzeit an Position n-1 (nachfolgend  $T_{n-1}$ ) subtrahiert.
- Um individuelle Schreibgeschwindigkeiten herauszurechnen, wurde die Differenz zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$  dividiert durch  $T_n$ .
- Um den Einfluss von extremen Werten zu mindern, wurden für diese Berechnung Mediane verwendet (jedes Wort wurde zwei bis drei Mal geschrieben - aus diesen Wiederholungen wurde jeweils der Median berechnet).

Die folgende Formel zeigt nochmals zusammenfassend für ein Wortpaar, wie der Wert „Verzögerung“ berechnet wurde:

$$V = \frac{(md(T_n) - md(T_{n-1}))}{md(T_n)}$$

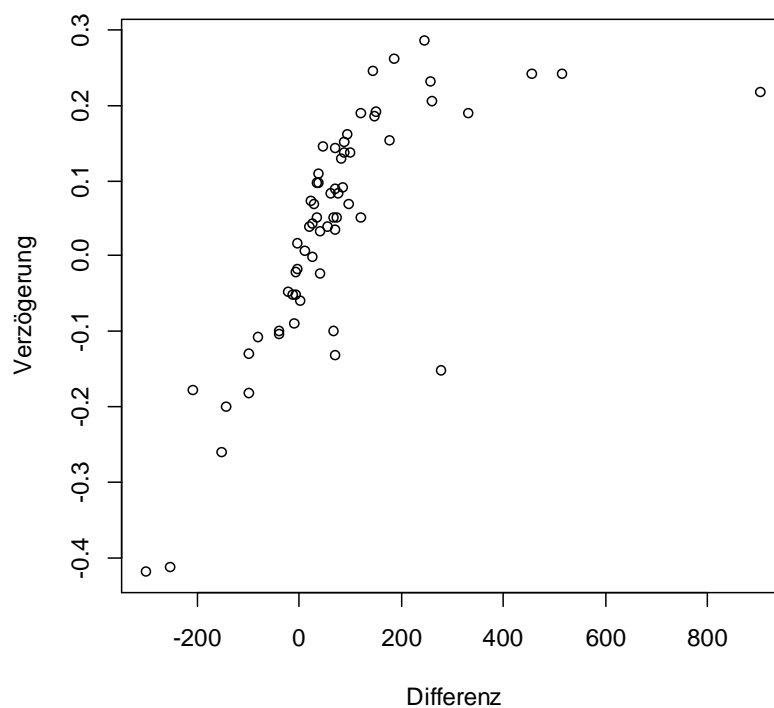
Um für jedes Kind schließlich je einen Wert der Verzögerung zu erhalten, wurde über die vier Wortpaare gemittelt. Tabelle 6 zeigt beispielhaft für ein Kind, wie der Wert „Verzögerung“ berechnet wurde:

**Tabelle 6: Berechnen der Verzögerung**

<b>Item</b> (Position n)	<b>Dauer</b> (msek)	<b>Median</b> (msek)	<b>Item</b> (Position n-1)	<b>Dauer</b> (msek)	<b>Median</b> (msek)	<b>Verzögerung</b> (Wortpaare)	<b>Verzögerung</b> (Mittelwert)
holen1 (l)	526		Wolken1 (l)	437			
holen2 (l)	651	651	Wolken2 (l)	444	437	0,32873	
holen3 (l)	743		Wolken3 (l)	393			
malen1 (l)	575		halten1 (l)	517			
malen2 (l)	552	563,5	halten2 (l)	419	468	0,16948	
hören1 (r)	847		merken1 (r)	664			0,20808
hören2 (r)	652	652	merken2 (r)	564	564	0,13497	
hören3 (r)	540		merken3 (r)	512			
waren1 (r)	760		warten1 (r)	620			
waren2 (r)	549	654,5	warten2 (r)	524	572	0,12605	

### 7.1.6 Ergebnisse

Es gibt zwei Möglichkeiten die Daten statistisch auszuwerten. Als Maß für die Verlangsamung an der Silbengrenze können zwei Variablen verwendet werden. Es kann sowohl die Variable Verzögerung (bei der die Differenz zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$  normiert ist über die individuelle Schreibzeit) als auch die Variable Differenz (die reine Differenz zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$ ) verwendet werden. In Abbildung 11 ist der Zusammenhang zwischen beiden Variablen verdeutlicht.



**Abbildung 11: Zusammenhang der Variablen „Verzögerung“ und „Differenz“ (in msek)**

Im Mittel erzielten die Schüler eine Verzögerung von 0,034 (sd = 0,153) und eine Differenz von 70,60 msek (sd = 177,04). Die statistischen Ergebnisse sind unter Verwendung der beiden Variablen identisch. Im Folgenden wurde daher jeweils auf die Variable zurückgegriffen, die die Ergebnisse plastischer darstellt.

Bei der statistischen Analyse des Zusammenhangs zwischen der Verlangsamung an der Silbengrenze und T-Werten im Rechtschreibtest bietet sich die Variable „Verzögerung“ an, da zwischen Personen verglichen wird. An die Daten wurde daher ein lineares Modell (LM) angepasst, in das sowohl die Verzögerung ( $V_i$ ) als auch die Klassenstufe ( $K_i$ ) als Variablen mit aufgenommen wurden. Die abhängige Variable der Rechtschreibleistung (WRT-T-Wert) wurde vorhergesagt durch das folgende LM:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 V_i + \beta_2 K_i + \beta_3 (V \times K)_i + \epsilon_i$$

In diesem Modell wurde lediglich die Verzögerung signifikant ( $p < .01$ ). Nicht signifikant wurde die Klassenstufe ( $p = 0.35$ ) oder die Interaktion zwischen der Verzögerung und der Klassenstufe ( $p = 0.39$ , vgl. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Schätz- und Kennwerte des LM**

	Schätzwert	Std.fehler	t-Statistik	p
$\beta_0$	45.367	1.571	28.879	< 0.0001
$\beta_1$	24.437	9.013	2.711	< 0.01
$\beta_2$	3.080	3.300	0.933	0.355
$\beta_3$	-22.662	26.430	-0.857	0.395

Unabhängig von der Klassenstufe besteht somit ein Zusammenhang zwischen der Verzögerung und T-Werten im Rechtschreibtest; der T-Wert erhöht sich um 2,4 T-Punkte, wenn sich die Verzögerung um 0,1 erhöht.

Deskriptiv (siehe Abbildung 12) zeichnen sich Unterschiede zwischen Primar- und Sekundarstufe ab. Die Steigung der Geraden ist in Klasse sieben wesentlich geringer als in Klasse drei und vier. Auch ist die Verzögerung seltener negativ und ein quadratischer Term deutet sich an. Statistisch sind aber weder Gruppenunterschiede noch der quadratische Term bedeutsam.

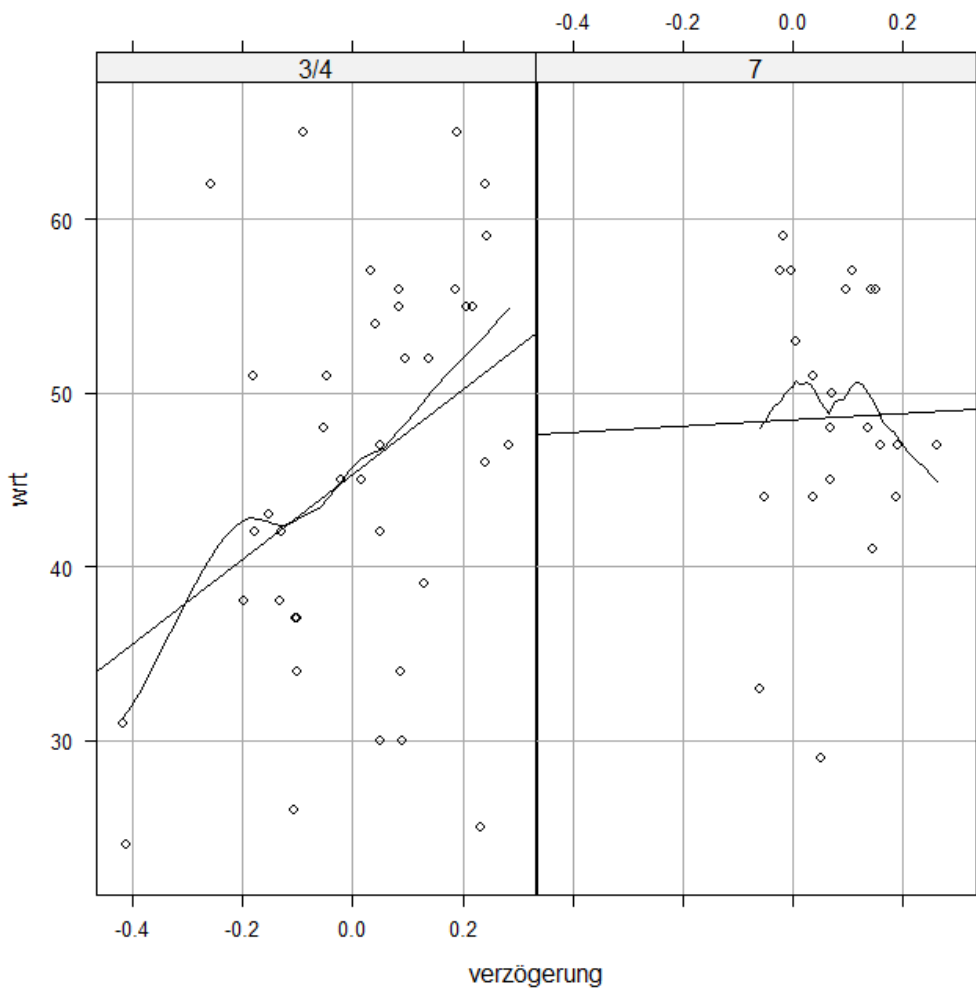


Abbildung 12: LM: T-Wert in Abhängigkeit der Verzögerung für Primar- und Sekundarstufe

Von Interesse ist auch, ob sich Items unterscheiden. Bei einem Vergleich zwischen Items spielen individuelle Schreibzeiten keine Rolle. Um Schwankungen zwischen Items zu untersuchen, wurden daher die Differenzen verglichen. Im LM wurde die Variablen Differenz ( $D_j$ ) und die Variable Wortpaar ( $W_j$ ) wie folgt aufgenommen:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 D_j + \beta_2 W_j + \beta_3 (D \times W)_i + \epsilon_i$$

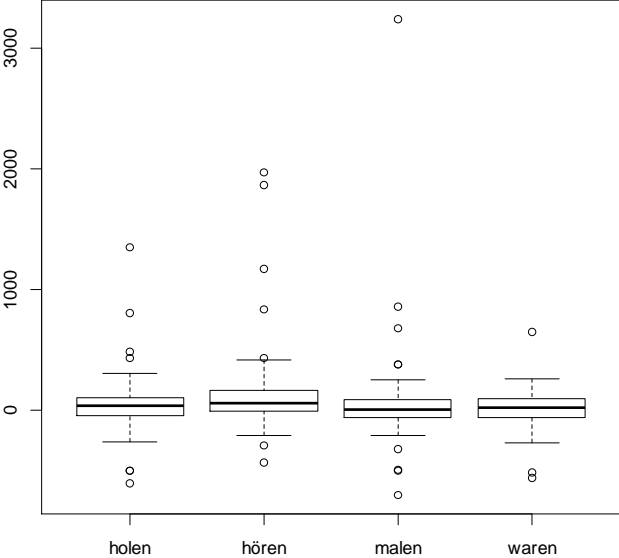
In diesem LM wurde kein Term signifikant. In der jeweiligen Differenz unterscheidet sich kein Wortpaar signifikant von den anderen. Die jeweiligen Differenzen sind ähnlich, unabhängig davon, welches Wortpaar als Referenz verwendet wird (vgl. zum Beispiel Tabelle 8).

**Tabelle 8: Koeffizienten im linearen Modell mit dem Wortpaar „hören - merken“ als Referenz**

	Schätzwert	Std.fehler	t-Wert	<i>p</i>
Koordinatenabschnitt	46.157102	1.396276	33.057	< .0001
holen	0.010488	1.932812	0.005	0.996
malen	0.366510	1.920773	0.191	.849
waren	0.442740	1.916072	0.231	0.817
Differenz	0.003365	0.003276	1.027	0.305
holen:Differenz	0.005374	0.005823	0.923	0.357
malen:Differenz	-0.001072	0.004307	-0.249	0.804
waren:Differenz	0.001424	0.008287	0.172	0.864



Wie auch in Abbildung 13 ersichtlich, sind die Items in ihren Effekten vergleichbar. Abbildung 13 zeigt für jedes Wortpaar (holen – Wolken, hören – merken, malen – halten, waren – warten) die Boxplots der jeweiligen Differenzen zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$ :



**Abbildung 13: Boxplots der Differenzen (in msec)**

Wird jedoch das Ausmaß der Differenz untersucht, hebt sich das Wortpaar „hören – merken“ von den anderen Wortpaaren ab. Bei diesem Wortpaar ist das Ausmaß der Differenz am stärksten. Nur bei diesem Wortpaar ist der Wert 0 nicht im Konfidenzintervall enthalten, die Differenzen zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$  sind systematisch größer als 0 (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9: Konfidenzintervalle für Differenzen zwischen  $T_n$  und  $T_{n-1}$**

	2.5 %	97.5 %
holen	-32.47254	144.1939
hören	59.85533	236.5217
malen	-30.71828	145.9481
waren	-76.66106	100.0053

## 8. Diskussion Experiment 2

In Kapitel 6 wurde aufgezeigt, inwiefern auch produktive phonologische Prozesse eine Grundlage des Schriftspracherwerbs sein können. Es wurde beschrieben, dass Kinder und Erwachsene beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe eines Zweisilbers langsamer werden. In verschiedenen Studien wurde diese Verlangsamung so gedeutet, dass nicht nur der einzelne Laut sondern offenbar auch die Silbe als Einheit abgerufen und geplant wird. Ein solches Strukturieren des Schreibprozesses erfordert phonologische Outputprozesse, die nicht unbedingt für alle Lerner trivial sind – insbesondere nicht für Kinder mit Rechtschreibproblemen, die meist Schwächen in der phonologischen Verarbeitung haben. Experiment 2 lag daher die Frage zugrunde, ob das Planen der Silbe, bzw. ob die Verlangsamung an der Silbengrenze mit der Rechtschreibentwicklung assoziiert ist. Um Einblick in diesen möglichen Zusammenhang zu erhalten, wurde der Schreibfluss von Dritt-, Viert- und Siebtklässlern daraufhin untersucht, ob die Schüler beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe eines Zweisilbers verlangsamen und inwiefern diese Verlangsamung in Zusammenhang steht mit ihrer Rechtschreibleistung.

Das Ausmaß der Verlangsamung nach der Silbengrenze war über alle Klassenstufen hinweg mit der Rechtschreibleistung assoziiert. Das lineare Modell sagte bei einer Zunahme der Verzögerung um 0,1 eine Erhöhung des T-Wertes im Rechtschreibtest um 2,4 Punkte vorher. Wie angenommen, scheinen bessere Rechtschreibleistungen also mit einer stärkeren Verlangsamung nach der Silbengrenze verbunden zu sein. Dieser Zusammenhang war in der gesamten Stichprobe der Dritt- Viert- und Siebtklässler statistisch bedeutsam, obwohl sich deskriptiv Unterschiede zwischen Primar- und Sekundarstufe andeuteten:

Die Steigung der an die Daten angepassten Geraden war in der Primarstufe deutlich stärker als in der Sekundarstufe. Deskriptiv ist in der Sekundarstufe ein Zusammenhang zwischen der Rechtschreibleistung und der Verzögerung kaum noch ersichtlich. Auch sind einige Werte der Verzögerung um den 0-Punkt abgetragen. Folglich stellt sich die Frage, ob einem silbenorientierten Schreibrhythmus dann überhaupt eine große Bedeutung während des Erwerbs der deutschen Orthographie zukommt – insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass die Werte der Verzögerung, die um den 0-Punkt abgetragen sind, auch von sehr guten Rechtschreibern erzeugt wurden. Diese deskriptiven Muster rechtfertigen das Infragestellen eines silbenorientierten Schreibrhythmus sicherlich. Trotzdem können auch Entwicklungen beschrieben

werden, die vielmehr die statistischen Ergebnisse bestärken und die nahe legen, dass die Silbe im schriftlichen Output durchaus eine Rolle während der Rechtschreibentwicklung spielt.

Zunächst ist in Abbildung 12 ersichtlich, dass in der Primarstufe deutlich negativere Werte der Verzögerung erzeugt wurden als in der Sekundarstufe: In der Sekundarstufe sind keine Werte unter  $-0.1$  abgetragen. In der dritten und vierten Klasse hingegen sind insbesondere für sehr schwache Rechtschreiber Werte bis zu  $-0.4$  abgetragen. Offenbar schreiben einige rechtschreibschwache Dritt- und Viertklässler vor der Silbengrenze systematisch langsamer als nach der Silbengrenze. In der siebten Klasse sind solche Muster nicht (mehr) vorhanden. Hier tendieren alle Kinder dazu, nach der Silbengrenze zu verlangsamen oder gleich schnell wie vor der Silbengrenze zu schreiben. Dieses Muster, bzw. die grundsätzlich positiven Werte können einen Entwicklungsschritt andeuten, bei dem der Silbe durchaus eine Bedeutung zukommt:

Laut Kandel und Soler et al. (2006) nehmen die Schreibzeiten Richtung Ende eines Wortes systematisch ab. Wenn die Silbe keinerlei Einfluss auf den Schreibfluss ausüben würde und wenn Schreibzeiten unabhängig von der Silbenstruktur systematisch mit jedem geschriebenen Graphem abnehmen Richtung Ende des Wortes, dann wäre ein Muster zu erwarten, bei dem die Schreibzeiten nach der Silbengrenze systematisch geringer sind als die Schreibzeiten vor der Silbengrenze. Es wäre ein Trend zu solch negativen Werten zu erwarten, wie sie sich (noch) bei den schwachen Dritt- und Viertklässlern abzeichnen. Dies ist aber keineswegs ersichtlich. Die Werte der Verzögerung sind kaum im negativen Bereich abgetragen und es zeichnet sich ein deutlicher Trend zu positiven Werten ab. Eine plausible Erklärung für dieses Muster ist ein Entwicklungsschritt, bei dem die Silbe in der siebten Klasse (auch deskriptiv) insofern im Schreibfluss erkennbar ist, als dass sie entweder eine deutliche Verlangsamung oder zumindest so viel Verlangsamung auferlegt, dass sich  $T_{n-1}$  und  $T_n$  angleichen.

In ein solches Muster lässt sich auch die Itemzusammenstellung einreihen. Alle Items sind für Sekundarschüler sehr leicht (holen, halten, merken, ...). Die Items waren dem Grundschulwortschatz entnommen und die Struktur der zweiten Silbe ist sehr einfach. Die zweite Silbe ist jeweils mit hoch frequenten und wenig komplexen Endungen besetzt (len, ren, ken). Wenn sich ein silben-orientierter Schreibrhythmus entwickelt, müssten diese häufig geschriebenen und wenig komplexen Endungen für geübte Schreiber leicht abrufbar und planbar sein. Folglich schließt sich die Frage an, ob insbesondere bei geübten (und guten) Schreibern aufgrund der Itemauswahl ein Deckeneffekt eintrat: Die Wörter können generell

flüssig geschrieben und die zweite Silbe kann leicht abgerufen werden; dadurch tritt ein Deckeneffekt ein, durch den die Verlangsamung nach der Silbengrenze zwar bei manchen Kindern deutlich als Verlangsamung erkennbar ist, bei manchen aber nur noch als ein Angleichen der Schreibzeiten vor und nach der Silbengrenze.

Mit einer solchen Systematik wäre auch das Muster erklärbar, bei dem in der Sekundarstufe einige sehr gute Rechtschreiber Verzögerungswerte um den 0-Punkt erzeugten. Gegebenenfalls war für diese geübten guten Schreiber das Schreiben der wenig komplexen und früh gelernten Wörter so einfach, dass sich die Schreibzeiten vor und nach der Silbengrenze angleichen - wodurch keine Differenz zwischen Schreibzeiten berechnet werden konnte, bzw. keine positive Verzögerung erkennbar war.

Gewiss ist ein Angleichen der Schreibzeiten vor und nach der Silbengrenze nicht konform mit den Ergebnissen, die in anderen Studien berichtet wurden (Kandel, Álvarez et al., 2006, Kandel et al., 2009; Kandel, Soler, et al., 2006). In den bisherigen Studien verlangsamten auch Erwachsene bedeutsam nach der Silbengrenze. Die unterschiedlichen Ergebnisse können aber möglicherweise ebenfalls durch die oben beschriebene Itemstruktur nachvollziehbar werden:

Die in dieser Studie verwendete Itemstruktur unterscheidet sich von der Itemstruktur, die in bisherigen Studien verwendet wurde. In der Studie von Kandel et al. (2009) wurden beispielsweise Wörter wie „cousin“ (Cousin), „poison“ (Gift) und „trésor“ (Schatz) diktiert. In diesen Items ist ersichtlich, dass auch die zweiten Silben Normalsilben sind und ähnlich wie die ersten variieren; sie folgen nicht wie die hier gewählten zweiten Silben dem sehr frequenten, invarianten Muster der Reduktionssilben (der unbetonten Silben mit dem reduzierten Schwa-Laut „ə“: tən, lən, kən). Die sprachrhythmischen Unterschiede zwischen dem Deutschen und dem Französischen kommen in diesen Items sehr stark zum Ausdruck: Die französischen Wörter sind von einem silben-zählenden Sprachrhythmus geprägt, bei dem ähnlich lange, ähnlich gewichtige Silben in regelmäßigen Abständen erscheinen. In den deutschen Wörtern hingegen weisen die ersten (betonten) und zweiten (unbetonten) Silben deutliche Unterschiede auf. Die unbetonten Silben haben weniger Varianz und Gewicht als die betonten ersten. Dadurch war in dieser Studie der Silbenabruf und das Planen der zweiten Silbe möglicherweise sehr leicht – und im Vergleich zu den französischen zweiten Silben gegebenenfalls mit weniger Verarbeitungslast verbunden. Folglich mag sowohl der generell niedrige Schwierigkeitsgrad der hier verwendeten Items als auch die Struktur der zweiten Silben dazu beigetragen haben,

dass ein Deckeneffekt eintrat und dass dadurch die Verzögerung bei manchen Kindern nicht so deutlich erkennbar war wie in den erwähnten bisherigen Studien.

Neben den deskriptiven Mustern, die auf den ersten Blick nicht zwangsläufig eine Entwicklung Richtung silben-orientierten Schreibrhythmus andeuten, sind ferner auch die Effekte zu diskutieren, die mit einzelnen Wortpaaren verbunden waren. Die oben diskutierten Ergebnisse basieren auf einer Mittelwertsberechnung, bei der über die vier Wortpaare gemittelt wurde. Werden die Differenzen für jedes Wortpaar getrennt analysiert, wird deutlich, dass sich ein Wortpaar von den anderen Wortpaaren abhebt. Tabelle 9 zeigt, dass sich das Wortpaar „hören – merken“ insofern von den anderen Wortpaaren abhebt, als dass die Differenzen nur bei diesem Wortpaar systematisch größer sind als null. Das Ausmaß der Verlangsamung nach der Silbengrenze scheint bei diesem Wortpaar am stärksten und systematisch vorhanden zu sein. Nur bei diesem Wortpaar ist die Null nicht im Konfidenzintervall enthalten; in allen anderen Konfidenzintervallen ist die Null enthalten.

Möglicherweise ist diese Systematik auf den Umlaut zurückzuführen. Nur im Wort „hören“ ist ein Umlaut enthalten. Wenn die „ö- Pünktchen“ erst am Ende - nach dem Scheitern des kompletten Wortes - gesetzt werden, wird dieser Umlaut beim Schreiben der zweiten Silbe ggf. noch mit verarbeitet. Daher kann es sein, dass die Verlangsamung nur bei diesem Item so stark ist, dass die Null nicht im Konfidenzintervall enthalten ist; bzw. dass das Schreiben des Graphems „r“ in der Position n nur bei diesem Wortpaar systematisch mehr Zeit in Anspruch nimmt als das Schreiben des gleichen Graphems in der Position n-1. Wie in den Boxplots in Abbildung 13 jedoch ersichtlich ist, unterscheiden sich die Differenzen, die für das Wortpaar „hören – merken“ berechnet wurden nicht bedeutsam von den Differenzen, die für andere Wortpaare berechnet wurden. Die Differenzen sind über Items hinweg gleich und über Klassenstufen hinweg assoziiert mit der Rechtschreibleistung der Schüler.

Angesichts dieses altersunabhängigen Zusammenhangs scheint die Annahme gerechtfertigt zu sein, dass neben Inputprozessen auch Outputprozesse zu den phonologischen Verarbeitungsmechanismen gehören können, die während der Rechtschreibentwicklung eine Rolle spielen. Sicherlich sind in der Grundschule einige Kinder vorhanden, die auch ohne Verlangsamung nach der Silbengrenze gut rechtschreiben. Ebenso sind Kinder vorhanden, die auch mit dieser Verlangsamung Schwächen in der Rechtschreibung haben. Trotzdem ist aber deutlich, dass vor allem schwache Rechtschreiber in der Grundschule eine Strukturierung des

Schreibflusses zeigen, die systematisch von der Strukturierung abweicht, die bei älteren Kindern ersichtlich ist. Sie schreiben vor der Silbengrenze langsamer und scheinen Schwierigkeiten zu haben, ihren Schreibfluss so zu organisieren, wie es gute und ältere Kinder offensichtlich tun.

Die Daten legen also nahe, dass das Integrieren der Silbe in den Schreibfluss hierbei eine Rolle spielt und dass schwache Rechtschreiber diesen Entwicklungsschritt offenbar (noch) nicht leisten konnten. Wann und ob dieser Entwicklungsschritt getan wird, ist jedoch nicht eindeutig - an dieser Stelle bleibt zu diskutieren, dass in der Gruppe der Siebtklässler extrem schwache Rechtschreiber nicht vertreten waren. Die Rechtschreibleistung der Siebtklässler war generell besser und mit weniger Varianz verbunden als die Rechtschreibleistung der Dritt- und Viertklässler. Daher ist es nicht möglich zu beurteilen, inwiefern auch in der siebten Klasse extrem schwache Rechtschreiber noch negative Werte der Verzögerung erzeugen können. Durch das Fehlen der Varianz im untersten T-Wert Bereich kann für sehr schwache Rechtschreiber in der siebten Klasse keine Aussage darüber gemacht werden,

- ob sie eher dazu tendieren wie manche schwachen Primarschüler noch vor der Silbengrenze zu verlangsamen
- oder ob sie trotz starker Schwächen einen Schreibfluss zeigen, bei dem sie dazu tendieren nach der Silbengrenze zu verlangsamen (insbesondere bei leichten Wörtern).

Was aber trotz dieser Einschränkung in Abbildung 12 beschrieben werden kann, ist, dass die vorhandenen schwachen Rechtschreibleistungen (die T-Werte zwischen 30 und 50) mit Verzögerungswerten verbunden sind, die deutlich weiter nach rechts in den positiven Bereich verschoben sind als die Werte in der dritten und vierten Klasse. Daher ist es plausibel anzunehmen, dass (zumindest bei diesen einfachen Wörtern) ein Entwicklungsschritt stattfand, bei dem die Silbe in den Schreibfluss integriert wurde – entweder erkennbar durch eine deutliche Verzögerung oder durch ein Angleichen der Schreibzeiten vor und nach der Silbengrenze.

Die Vorteile, die ein Schreiber durch das Integrieren der Silbe in den Schreibprozess gewinnen kann, sind sicherlich vielfältig und komplex. Werden Modelle zum Rechtschreibprozess betrachtet, bieten sich je nach Modell verschiedene Möglichkeiten an, die Rolle der Silbe zu konzeptionalisieren. Ein geläufiges Modell ist das „Zwei-Wege-Modell“ nach Barry (1994). In

diesem Modell werden zwei verschiedene Verarbeitungswege beschrieben, die im Zusammenspiel oder auch unabhängig vom jeweils anderen Weg zur Produktion eines Schriftwortes führen können (vgl. Abbildung 14).

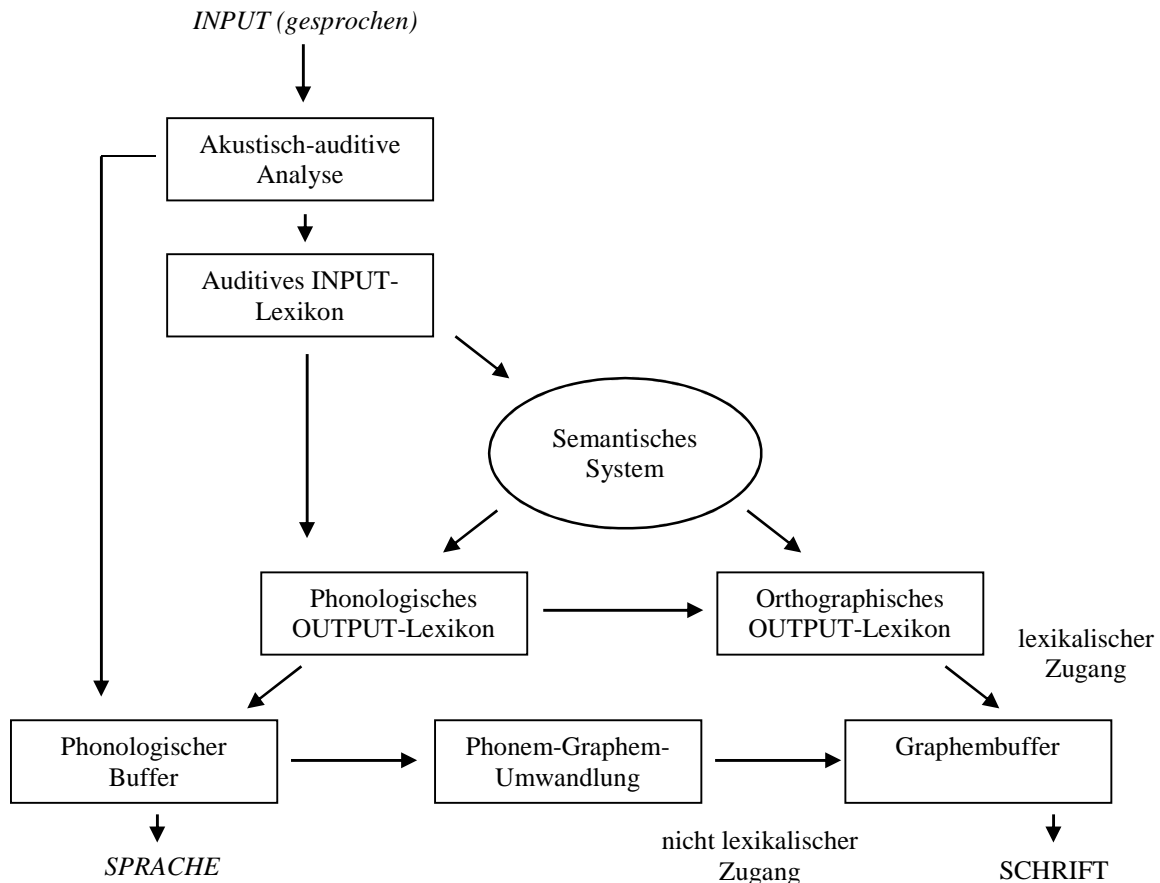


Abbildung 14: Das Zwei-Wege-Verarbeitungsmodell des Rechtschreibens (Barry, 1994)

Wörter können zum einen über den nicht-lexikalischen Zugang geschrieben werden, zum andern über den lexikalischen Zugang – oder über ein Zusammenspiel von beiden Zugangswegen. Beim nicht-lexikalischen Zugang werden die Phoneme eines Wortes in die Grapheme des zugehörigen Schriftwortes konvertiert. Basis hierfür ist die Lautfolge, die im phonologischen Lexikon für das Wort abgespeichert ist und die während der Konvertierung aktiviert und sequenziell analysiert wird. Beim lexikalischen Zugang wird die Graphemfolge mehr über Wortwissen produziert. Basis hierfür ist die im orthographischen Lexikon abgespeicherte (und orthographisch korrekte) Abfolge der Grapheme, die das Schriftwort konstituieren. Beiden Zugangswegen ist ein Modul zwischengelagert, das vor der konkreten



Ausführung der motorischen Gesten die Grapheme „in Evidenz hält“ (Klicpera et al., 2007, S. 54). Der Graphembuffer wird benötigt, um während des Schreibprozesses die noch nicht realisierten Grapheme eines Wortes im Gedächtnis abrufbereit zu halten. Insbesondere in diesem Buffer kann die Silbe eine bedeutsame Funktion übernehmen:

Der Schreibprozess verläuft langsam. Das heißt, Grapheme (und die jeweils aktivierten Lautwerte) müssen eine Zeit lang im Buffer bereitgehalten werden. Werden die bereit gehaltenen Einheiten strukturiert oder „in Chunks“ in Evidenz gehalten, tritt wie bei jeglichen Gedächtnisleistungen (vgl. Baddeley, 2012; Miller, 1956) eine Erleichterung ein. Der Abruf von „Chunks“ (von gegliederten größeren Einheiten) ist mit einer deutlich geringeren Verarbeitungslast verbunden als der Abruf von unstrukturiert gespeicherten einzelnen Einheiten. Besonders deutlich wird dies beispielsweise beim Wählen einer Telefonnummer, die generell automatisch in rhythmisch gegliederten Einheiten gespeichert und abgerufen wird. Wird die jeweils abgespeicherte Gruppierung verändert oder unterbrochen, tritt meist der Fall ein, dass die Sequenz nicht mehr erinnert und abgerufen werden kann. Ähnliches kann auch für den Graphembuffer gelten. Strukturiert ein Lerner den Buffer in Silben, strukturiert er ihn nicht nur linguistisch sinnvoll, sondern auch stets in gleichen Einheiten. Einzelne Grapheme und Laute werden nicht nach dem Zufallsprinzip (oder nach der jeweiligen Gedächtniskapazität) immer neu zusammengruppiert, sondern nach einem übergeordneten Mechanismus, der für ein Wort immer gleiche Einheiten aktiviert.

Es liegt hierbei nahe, dass eine solche einheitliche Verarbeitung von stets gleichbleibenden Einheiten mit enormen Erleichterungen verbunden ist. Nicht nur wird Verarbeitungskapazität frei für weitere Kontrollmechanismen (Beachten orthographischer Regeln, Vergleich von Analogien, ...), auch schleift sich ein phonologisch-motorisches Muster ein, dessen Abfolge nicht immer neu geplant werden muss sondern konstant bleibt und dadurch immer stärkere Spuren im Gedächtnis hinterlassen kann.

Zudem kann mit einem solchen Muster die Verbindung zum phonologischen Wort und somit zum Lexikon stets erhalten bleiben. Während bei einem laut-orientierten Schreiben, bei dem die Silbe nicht das strukturierende Element ist, der vollständige Klang des phonologischen Wortes verloren gehen kann (r e : n t e:), bleibt er beim silben-orientierten Schreiben weitgehend erhalten (ˈrɛn. tə). Gewiss ist die deutsche Orthographie sehr konsistent, wodurch ein Wort auch durch die (unstrukturierte) Lautsynthese erkannt werden kann. Trotzdem erfordert eine

solche Verarbeitung, bei der die Sprechsilbe verschwindet, mehr Ressourcen. Es muss zusätzlich Kapazität aufgewendet werden, um den im phonologischen Lexikon abgespeicherten Klang eines Wortes mit den Buchstaben verbinden zu können. Ohne den Kontext der Silbe tragen die Buchstaben (vor allem die Vokale) einen anderen Lautgehalt als im Kontext der Silbe (r e: n t e: versus 'rən. tə). Eine solche Entfernung von Lautsprache und Schriftwort mag dahingehend Auswirkungen haben, dass das orthographische und das phonologische Lexikon nicht verschmelzen können, bzw., dass Laut- und Schriftsprache kein so nahes Amalgam eingehen können, wie es bei einem silben-orientierten Schreibprozess möglich ist.

Folglich kann eine scheinbar triviale Strukturierung des Schreibprozesses in Silben mit Verarbeitungsmechanismen verbunden sein, die grundlegend die Rechtschreibentwicklung erleichtern mögen. Nicht nur können durch ein Entlasten des Buffers möglicherweise Ressourcen für weitere Kontrollmechanismen freigesetzt werden, auch werden immer die gleichen phonologisch-motorischen Einheiten geschrieben, die zudem die Lautstruktur eines Wortes in der bestmöglichen Nähe zur Lautsprache wiedergeben. Daher scheint eine Schlussfolgerung gerechtfertigt zu sein, bei der die Entlastungsfunktion des silben-orientierten Schreibrhythmus betont wird – sicherlich nur als ein Teil der Rechtschreibentwicklung, jedoch als Teil, der die weitere orthographische Verarbeitung gegebenenfalls erst dadurch möglich macht, dass Ressourcen frei werden, die ansonsten für den reinen Schreibprozess aufgewendet werden müssen.

## 9. Allgemeine Diskussion

Dieser Arbeit lag die Frage zugrunde, inwiefern sprachrhythmische Fähigkeiten assoziiert sind mit dem Lese- und Rechtschreiberwerb. Zunächst wurde dargestellt aus welchen Gründen mit dieser Frage nicht die allgemeine Rhythmusverarbeitung sondern vielmehr die sprachgebundene Rhythmusverarbeitung aufgegriffen wurde. Hierzu wurde die Theorie des „rhythmischen Defizits“ umrissen, in deren Rahmen manche Autoren annehmen, dass vor allem rhythmischen Kompetenzen eine bedeutsame Rolle während des Schriftspracherwerbs zukommt (Huss et al., 2011; Goswami et al., 2010). Sie nehmen an, dass mit rhythmischen und sprachrhythmischen Übungen ein Defizit in der Wahrnehmung von Sprache gemindert werden kann, das Lese- Rechtschreibschwächen primär zugrunde liege. Aufgrund von verschiedenen Studien (Klicpera et al., 1981; Overy et al., 2003; Wolff et al., 1990) wurde diese Theorie des globalen „rhythmischen Defizits“ aber in Frage gestellt. Es wurde aufgezeigt, dass viele basale rhythmische Fähigkeiten auch bei Kindern mit schwachen schriftsprachlichen Leistungen recht intakt zu sein scheinen. Da folglich nicht alle Bereiche der Rhythmusverarbeitung bei Kindern mit Schriftsprachproblemen „defizitär“ ausgebildet sind, wurde angenommen, dass das „rhythmische Defizit“ möglicherweise nicht so global ist wie der Begriff suggeriert.

Während im Bereich der allgemeinen Rhythmusverarbeitung also nicht alle Ergebnisse als konform mit einem rhythmischen Defizit beschrieben werden konnten, wurde im Bereich der sprachgebundenen rhythmischen Verarbeitung aufgezeigt, dass das Erkennen von sprachrhythmischen Merkmalen in verschiedenen Studien konsistent als Korrelat von schriftsprachlichen Leistungen beschrieben wurde (Holliman et al., 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006; Wood, 2006). Es wurde erläutert, dass dieser Bereich im deutschen Sprachraum noch nicht umfassend erforscht wurde und dass er aufgrund dessen den zentralen Hintergrund dieser Arbeit darstellt. Vor diesem Hintergrund wurden bei deutschsprachigen Kindern ausgewählte sprachrhythmische Kompetenzen und deren Zusammenhang mit schriftsprachlichen Leistungen untersucht.

Hierbei wurde das Unterscheidungskriterium der rezeptiven und produktiven Verarbeitungsprozesse aufgegriffen. Sprachrhythmische Kompetenzen wurden sowohl auf dem rezeptiv analytischen als auch auf dem produktiv generierenden Weg untersucht. Auf dem rezeptiv analytischen Weg wurde in Experiment 1 das Identifizieren der Betonung untersucht. Dieses Merkmal wurde untersucht, da bisherige Forschung im sprachrhythmischen Bereich

(Holliman et al., 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006) andeutet, dass nicht nur die Sensibilität für die Silbe sondern auch die Sensibilität für die Betonung von Bedeutung während des Schriftspracherwerbs sein kann. In Kapitel 3, 4 und 5 wurde beschrieben, inwiefern die Sensibilität für die Betonung auch beim Erlernen des deutschen Schriftsystems von Bedeutung sein kann; und inwiefern dies möglicherweise besonders deutlich wird im Kontext des Erwerbs von Doppelungs- und Dehnungszeichen. Diese Vokallängenmarker erscheinen generell in betonten Silben und besitzen einen phonologischen Ursprung, der mit der Betonung verbunden ist (Eisenberg, 2006; Staffeldt, 2010). Die zentrale Hypothese, die Experiment 1 daher zugrunde lag, war

- dass das Identifizieren der Betonung in Zusammenhang steht mit Lese- sowie mit Rechtschreibleistungen und insbesondere mit dem Erwerb der Vokallängenmarker.

Im generalisierten linearen gemischten Modell wurden neben einem Ordinatenabschnitt die Haupteffekte der Gruppenzugehörigkeit (schwache, gute schriftsprachliche Leistungen) und der Reizbedingung (sprachfreie, sprachgebundene Rhythmusaufgabe) signifikant. Das Identifizieren der Betonung war also unabhängig von einzelnen Personen oder Items assoziiert mit schriftsprachlichen Leistungen. Wie angenommen erzielten gute Rechtschreiber (und ebenso gute Leser) bedeutsam bessere Leistungen in der sprachrhythmischen Aufgabe als schwache Rechtschreiber (bzw. schwache Leser). Ferner standen Fehler bei Doppelungs- und Dehnungszeichen in stärkerem Zusammenhang mit der Anzahl der korrekt erkannten Betonungsmuster als Fehler in der Groß- und Kleinschreibung. Die Ergebnisse in Experiment 1 unterstützten folglich die Hypothese, dass das Identifizieren der Betonung auch im deutschen Sprachraum assoziiert ist mit Lese- sowie mit Rechtschreibleistungen und insbesondere mit der orthographischen Kompetenz die Vokallänge zu markieren.

Auf dem produktiv generierenden Weg wurde untersucht inwiefern das Planen der Silbe bei der Rechtschreibentwicklung eine Rolle spielt. Dieser Mechanismus wurde untersucht, da er den ausgebildeten Schreibprozess zu strukturieren scheint: Typische Schreiber schreiben nach der Silbengrenze langsamer (Kandel, Álvarez et al., 2006, Kandel et al., 2009; Kandel, Soler et al., 2006); und es wird angenommen, dass diese Verlangsamung dadurch eintritt, dass beim Schreiben des ersten Graphems der zweiten Silbe die komplette zweite Silbe als Einheit geplant wird. Durch dieses Planen benötigen Schreiber an dieser Stelle zusätzliche Verarbeitungskapazität und werden deswegen langsamer (Kandel, Álvarez et al., 2006, Kandel

et al., 2009; Kandel, Soler et al., 2006). Im Rahmen von Experiment 2 wurde dieser Mechanismus bei Dritt- Viert- und Siebtklässlern analysiert und die Hypothese getestet,

- dass die Verlangsamung nach der Silbengrenze assoziiert ist mit der Rechtschreibleistung.

Diese Hypothese wurde getestet, da manche Kinder mit Rechtschreibproblemen in der Lautsprache Schwächen in dieser produktiven phonologischen Verarbeitung zeigen (Holm et al., 2008). In der Schriftsprache wurde dies aber bislang noch nicht untersucht – bislang wurde in keiner Studie beschrieben, ob Kinder mit Rechtschreibproblemen die Silbe als strukturierendes Element in den Schreibfluss integrieren.

Die Ergebnisse aus Experiment 2 schienen die Hypothese zu bestärken, dass die Verlangsamung nach der Silbengrenze assoziiert ist mit der Rechtschreibleistung. Über Klassenstufen hinweg war das Ausmaß der Verlangsamung assoziiert mit der Rechtschreibleistung. Sowohl in der Primar- als auch in der Sekundarstufe sagte das lineare Modell bei einer Zunahme der Verlangsamung eine Verbesserung im Rechtschreibtest voraus. Besonders deutlich wurde dieser Zusammenhang in der Primarstufe. Hier war ersichtlich, dass vor allem sehr schwache Kinder ihren Schreibfluss nicht so strukturieren, wie es bei ausgebildeten Schreibern der Fall zu sein scheint - und wie es häufig auch bei den guten Rechtschreibern in dieser Studie erkennbar war. In den Ergebnissen zu Experiment 2 zeichnete sich somit ein Trend ab, der die Annahme bestärkt, dass dem silben-orientierten Strukturieren des Schreibprozesses eine vorteilhafte Funktion während der Rechtschreibentwicklung zukommen kann.

In den Diskussionen zu Experiment 1 und Experiment 2 wurde bereits aufgezeigt inwiefern der Einblick in die untersuchten sprachrhythmischen Fähigkeiten methodisch eingeschränkt war – und aus welchen Gründen daher unter Vorbehalt formuliert werden muss, dass sie in Zusammenhang mit dem Schriftspracherwerb stehen. Insbesondere hinsichtlich des Erkennens der Betonung reihen sich die in dieser Arbeit berichteten Ergebnisse aber ein in bisherige Forschung (Holliman et al., 2013; Wade-Woolley & Wood, 2006; Whalley & Hansen, 2006). Über verschiedene Orthographien hinweg wird berichtet, dass das Erkennen der Betonung in Zusammenhang mit dem Schriftspracherwerb steht. Gute Lerner scheinen einen bewussteren Zugang zu dieser sprachrhythmischen Ebene zu haben als schwächere Lerner. In den Diskussionen zu Experiment 1 und 2 wurde bereits dargelegt, welche Vorteile sie durch diese

Bewusstheit während des Schriftspracherwerbs haben können, bzw. welche Erleichterungen sie erfahren mögen, wenn sie sprachrhythmische Merkmale mit der Schrift verbinden können. Inwiefern diese Verbindung zwischen der sprachrhythmischen Ebene und dem Lesen und Schreiben erstellt werden kann, mag jedoch auch von weiteren, nicht spezifisch sprachrhythmischen Fähigkeiten abhängen. So muss beispielsweise insbesondere das Arbeitsgedächtnis als unspezifische, nicht sprachrhythmische Komponente diskutiert werden, die gegebenenfalls das Integrieren der Silbe in den Schreibfluss erschwert.

Das Arbeitsgedächtnis ist ein bedeutsamer Prädiktor von verschiedenen schriftsprachlichen Kompetenzen (Berninger 1999; Berninger et al., 2010; Bourdin & Fayol, 2000; Hayes & Flower, 1980, Snowling, 2000). Es muss im Rahmen dieser Arbeit diskutiert werden, da Schwächen im Arbeitsgedächtnis den in Experiment 2 untersuchten Schreibprozess möglicherweise elementar beeinträchtigen können: Bei der Produktion der Schriftsprache müssen zusätzlich zu phonologischen Items graphomotorische Items koordiniert werden. Es müssen Items aus beiden Buffern (dem phonologischen und dem Graphembuffer) vergleichsweise lange abrufbar gehalten werden – länger als bei der Produktion der Lautsprache. Die Last, die dem Arbeitsgedächtnis dadurch auferlegt wird, kann für manche Kinder generell enorm sein, kann aber möglicherweise vor allem einen silbenorientierten Schreibrhythmus unmöglich machen:

Während ein Graphem geschrieben wird, müssen bei einem silbenorientierten Schreibrhythmus parallel weitere Grapheme abrufbar gehalten werden. Diese Leistung kann schwierig werden, wenn das Arbeitsgedächtnis schwach ausgebildet ist. In Experiment 2 wurde dieser mögliche Einfluss des Arbeitsgedächtnisses nicht kontrolliert. Zwar wurde der schriftliche Output analysiert und es wurde beschrieben, dass eine Verlangsamung nach der Silbengrenze assoziiert war mit der Rechtschreibleistung. Auf Basis dieser Informationen ist aber nicht erschließbar ob ein Fehlen der Verlangsamung auf eine rein sprachrhythmische Schwäche zurückzuführen ist; oder ob das Fehlen der Verlangsamung möglicherweise auch mit einer geringen Kapazität des Arbeitsgedächtnisses einhergeht – ob das Arbeitsgedächtnis zu schwach ist, um während des Schreibens eines Graphems weitere Einheiten abrufbar zu halten.

Ähnliches wurde beispielsweise auch in einer Studie diskutiert, in der Kinder gebeten wurden Anlaute zu manipulieren (Landerl & Wimmer, 2000). Kindern mit Schriftsprachproblemen scheint es schwer zu fallen die Anlaute von zwei Wörtern auszutauschen (Fisch und Boot

werden zu Bisch und Foot). Diese Schwächen sind vor allem dann evident, wenn nur die Antworten als korrekt bewertet werden, bei denen beide Zielwörter korrekt produziert werden (Bisch und Foot). Werden auch Lösungen akzeptiert, bei denen nur eines der Zielwörter korrekt produziert wird (z. Bsp. nur „Bisch“), dann sinkt die Fehlerrate um beinahe 50%. Aufgrund des Absinkens der Fehlerrate wurde in dieser Studie angenommen, dass nicht nur das Identifizieren und Austauschen der Anlaute per se den Kindern Schwierigkeiten bereitet, sondern möglicherweise auch ein schwaches Arbeitsgedächtnis. Durch das Abschwächen der Fehlerkriterien können die Anforderungen der Lautmanipulationsaufgabe auch mit einem reduzierteren Arbeitsgedächtnis gemeistert werden. Wenn das zweite Zielwort nicht mehr erinnert werden kann, zählt trotzdem das richtig manipulierte erste Wort. Durch ein solches Abschwächen der Fehlerkriterien schienen auch Kinder mit Schriftsprachproblemen deutlich bessere Leistungen zu erzielen und die phonologische Aufgabe erfolgreicher meistern zu können.

Bestimmte phonologische Leistungen können also vermutlich auch durch die Gedächtniskapazität eines Kindes beeinflusst werden. Der silben-orientierte Schreibrhythmus kommt als eine dieser Leistungen sicherlich in Frage. Der Zusammenhang zwischen einem silbenorientierten Schreibrhythmus, dem Arbeitsgedächtnis und der Rechtschreibleistung bedarf daher weiterer Forschung und muss auch insbesondere im Hinblick auf die Förderung beachtet werden: Gewiss ist es sinnvoll und evidenzbasiert das silben-orientierte Schreiben, bzw. das Silbensegmentieren zu trainieren (wie beispielsweise nach Reuter-Liehr (1993) oder nach Tacke, Wörner, Schultheiss und Brezing (1993)). Ein solches Training kann aber gegebenenfalls ineffektiv bleiben, solange das Arbeitsgedächtnis nicht die Kapazität dazu besitzt, parallel zum Verschriften eines Graphems weitere grapho-phonologische Einheiten in Evidenz zu halten.

Folglich kann es elementar sein, die phonologischen Schwierigkeiten von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwächen nicht als homogenes sprachrhythmische Defizit zu beschreiben, das durch sprachrhythmische Übungen zum Silbensegmentieren gemildert wird. Möglicherweise gibt es Kinder, die Silben in der Lautsprache ganz gut segmentieren können, deren Leistungen aber dann zusammenbrechen, wenn beim Schreiben die Last für das Arbeitsgedächtnis zu groß wird. Das Arbeitsgedächtnis mag zwar in der relevanten Funktion trainiert werden, wenn beim Schreiben syllabierend mitgesprochen wird. Durch diese Übung muss dem Gedächtnis aber nicht zwangsläufig die Förderung zukommen, die notwendig ist, um zügig und ausreichend

Kapazität dafür zu entwickeln während des Schreibens eines Graphems weitere Einheiten abrufbar zu halten. Eine praktische Implikation dieser Arbeit ist folglich, dass die spezifisch sprachrhythmischen Anteile einer Förderung gegebenenfalls ergänzt werden müssten durch ein gezieltes Arbeiten am Arbeitsgedächtnis.

Eine weitere nicht spezifisch sprachrhythmische Kompetenz, die das Integrieren von sprachrhythmischen Merkmalen in den Lese- und Schreibprozess beeinflussen kann, ist das motorische Planen (vgl. Kapitel 2.2). Beim Schreiben wird das motorische Planen sowohl als Teilprozess der Sprechverarbeitung (u.a. Bradford & Dodd, 1996; Dodd, 1995; Dodd et al., 2006; Holm et al., 2008) als auch durch das Koordinieren der Hand (Berninger & Rutberg, 1992) relevant. So berichten Bradford und Dodd (1996) beispielsweise ähnlich wie auch Berninger und Rutberg (1992) von Schwierigkeiten im motorischen Planen. Sie berichten, dass sowohl bei Primar- als auch bei Sekundarschülern das Planen komplexer Fingerbewegungen in Zusammenhang mit der Handschrift (Lesbarkeit und Regelmäßigkeit des Schriftbildes) stand und dass die Rechtschreibleistung am besten durch eine Aufgabe vorhergesagt werden konnte, bei der unbekannte Buchstabenfolgen produziert (und somit neue graphomotorische sowie phonologische Pläne erstellt) werden sollten.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass das motorische Planen, das beim Schreiben involviert ist, keineswegs ausschließlich sprachrhythmischer Natur ist, sondern auch nicht sprachlich (und segmental) sein kann. Sicherlich ist die sprachrhythmische Komponente zentral, wenn Phoneme zu Silben zusammengefasst und in dieser Weise linguistisch sinnvoll gebündelt werden. Zusätzlich zu den zu planenden sprachlichen Einheiten müssen beim Schreiben aber auch handmotorische Gesten koordiniert werden. Bei Schwierigkeiten im motorischen Planen kann durch diese zusätzliche motorische Belastung das Planen der Silbe während des Schreibens erschwert werden - und somit auch das Integrieren der Silbe in den Schreibfluss.

Möglicherweise ist es daher adäquat ein Fehlen der Verlangsamung nach der Silbengrenze nicht ausschließlich als sprachrhythmisches Defizit zu beschreiben, sondern auch oder zudem als motorisches. Um die dem Schreibprozess zugrunde liegenden Mechanismen umfassender beschreiben zu können, bedarf es folglich auch weiterer Forschung im motorischen Bereich (die gegebenenfalls auch der Frage nachgeht, inwiefern ein motorisches Planungsdefizit spezifisch gefördert werden kann / muss).



Angesichts dieser nicht spezifisch sprachrhythmischen Faktoren scheint es abschließend gerechtfertigt zu sein, sprachrhythmische Sensibilität nicht als den zentralen „Defizitbereich“ bei Lese-Rechtschreibschwächen zu beschreiben, sondern vielmehr als bedeutsamen Kompetenzbereich, der beim Erwerb des deutschen Schriftsystems hilfreich ist. Dieser Kompetenzbereich mag eine Grundlage sein für die in Kapitel 5 und 8 bereits dargelegten Entwicklungsschritte, die möglicherweise vor allem zu dem Zeitpunkt stattfinden, zu dem der Lese- und Schreibprozess an Effizienz gewinnt – wenn Phonem-Graphem Korrespondenzen erworben sind und wenn beim Schreiben größere Einheiten geplant und beim Lesen größere Einheiten erfasst und gebündelt werden können.

Eine praktische Ableitung dieser Arbeit ist folglich, dass zu diesem Zeitpunkt der schriftsprachlichen Entwicklung eines Kindes das Hervorheben der sprachrhythmischen Merkmale hilfreich sein kann. Hierbei müssen sich die Übungen jedoch nicht wie in vielen deutschsprachigen Fördermaterialien im Silbensegmentieren erschöpfen. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten an, dass es von Bedeutung sein kann, neben der Silbe auch die Betonung zur Geltung kommen zu lassen. Möglicherweise ist es hilfreich, die Betonung explizit für einen Lerner wahrnehmbar zu machen – insbesondere für schwache Lerner, die die Sensibilität für die Betonung nicht gleichermaßen zu besitzen scheinen wie gute Lerner.

Für manche Kinder ist gegebenenfalls zunächst ein phonologisches Training notwendig, in dem das Erkennen Betonung geübt wird. Darüber hinaus kann jedoch auch das anschließende Verbinden der Betonung mit dem Schriftwort zentral sein: Im segmentalen Bereich haben sich die Übungen als besonders effektiv erwiesen, die in Kombination mit der Schrift durchgeführt wurden (Bus & Ijzendoorn, 1999). Daher mag es auch im supra-segmentalen Bereich besonders wirksam sein, die Betonung und deren Niederschlag im Schriftsystem zu verdeutlichen. Möglicherweise ist es für ein Kind auch in diesem Bereich von Vorteil, wenn ihm dabei geholfen wird das supra-segmentale Merkmal mit der Schrift (und vermutlich insbesondere mit den Vokallängenmarkern) zu verbinden.

Inwiefern eine solche Förderung einen statistisch bedeutsamen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Fördermethoden hat, bleibt in zukünftiger Forschung zu evaluieren. Es bleibt zu evaluieren, ob sprachrhythmisch trainierte Kinder einen schnelleren Zugang finden zum flüssigen Lesen und Rechtschreiben – ob sie schneller ein vollständiges Amalgam zwischen Laut- und Schriftsprache ausbilden können.

## Literatur

- Agresti, A., Booth, J. G., Hobert, J. P., & Caffo, B. (2000). Random- Effects modeling of categorical response data. *Sociological Methodology*, 30, 27 – 80.
- Álvarez, C. J., Cottrell, D., & Afonso Hernández, O. (2009). Writing dictated words and picture names: Syllabic boundaries affect execution in Spanish. *Applied Psycholinguistics*, 30, 205-223.
- Aro, M., & Wimmer, H. (2003). Learning to read: English in comparison to six more regular orthographies. *Applied Psycholinguistics*, 24, 621 – 635.
- Arvaniti, A. (2009). Rhythm, timing and the timing of rhythm. *Phonetica*, 66, 46 – 63.
- Ashby, J., & Clifton C.C. (2005). The prosodic property of lexical stress affects eye movements during silent reading. *Cognition*, 96, 89 – 100.
- Baddeley, A. D. (2012). *Working Memory: Theories, models, and controversies. Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29.
- Barry, C. (1994). Spelling routes (or roots or rutes). In G.D.A. Brown, & N.C. Ellis (Hrsg.), *Handbook of Spelling: Theory, process and intervention*. Chichester: Wiley.
- Berninger, V. (1999). Coordinating transcription and text generation in working memory during composing: Automatized and constructive processes. *Learning Disability Quarterly*, 22, 99–112.
- Berninger, V., Abbott, R., Swanson, H. L., Lovitt, D., Trivedi, P., Lin, S., Gould, L., Youngstrom, M., Shimada, S., Amtmann, D. (2010). Relationship of word- and sentence-level working memory to reading and writing in second, fourth, and sixth grade. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 41, 179-193.
- Berninger, V., Nielsen, K., Abbott, R., Wijsman, E., & Raskind, W. (2008). Writing problems in developmental dyslexia: Under-recognized and under-treated. *Journal of School Psychology*, 46, 1–21.

- Berninger, V., & Rutberg, J. (1992). Relationship of finger function to beginning writing: Application to diagnosis of writing disabilities. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *34*, 198–215.
- Birkel, P. (1995). *Weingartner Grundwortschatz Rechtschreibtest für dritte und vierte Klassen*. Göttingen: Hogrefe.
- Bishop, D., & Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorder and reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *31*, 1027-1050.
- Bus, A.G., & Ijzendoorn, M.H. (1999). Phonological Awareness and Early Reading: A Meta-Analysis of Experimental Training Studies. *Journal of Educational Psychology*, *91* (3), 403-414.
- Bourdin, B., & Fayol, M. (2000). Is graphic activity cognitively costly? A developmental approach. *Reading and Writing*, *13*, 183–196.
- Bradford, A., & Dodd, B. (1994). The motor planning abilities of phonologically disordered children. *European Journal of Disorders of Communication*, *23*, 349–69.
- Bradford, A., & Dodd, B. (1996). Do all speech disordered children have motor deficits? *Clinical Linguistics and Phonetics*, *10* (2), 77-101.
- Breen, M., & Clifton, C. (2011). Stress matters: Effects of anticipated lexical stress on silent reading. *Journal of Memory and Language*, *64*, 153 – 170.
- Chesnet, D., & Almargot, D. (2007). *Eye and Pen*. Octares Editions.
- Clark, J., Yallop, C., & Fletcher, J. (2007). *An Introduction to Phonetics and Phonology*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Dodd, B. (1995). *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorder*. London: Whurr Publishers.
- Dodd, B., Holm, A., Crosbie, S., & McIntosh, B. (2006). A core vocabulary approach for management of inconsistent speech disorder. *Advances in Speech Language Pathology*, *8*, 220-230.

- Dodd, B., Leahy, J., & Hambly, G. (1989). Phonological disorders in children: underlying cognitive deficits. *British Journal of Developmental Psychology*, 7, 55-71.
- Dodd, B., & McCormack, P. (1995). A model of speech processing in differential diagnosis of phonological disorders (65-89). In B. Dodd (Hrsg.), *Differential diagnosis and treatment of children with speech disorders*. London: Whurr Publishers.
- Duncan, L. G., Colé, P., Seymour, P. H., & Magnan, A. (2006). Differing sequences of metaphonological development in French and English. *Journal of Child Language*, 33, 369–399.
- Eckstein, K. & Friederici, A.D. (2006). It's Early: Event-related Potential Evidence for Initial Interaction of Syntax and Prosody in Speech Comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18 (10), 1696–1711.
- Edington, E. S., & Onghena, P. (2007). *Randomization Tests*. London: Chapman & Hall.
- Eisenberg, P. (1998). Der Laut und die Lautstruktur des Wortes (17 – 53). In P. Eisenberg u. a. (Hrsg.), *Duden, Grammatik der deutschen Gegenwartssprache* (Duden 4). Mannheim: Dudenverlag.
- Eisenberg, P. (2006). *Grundriss der deutschen Grammatik. Band 1: Das Wort*. Stuttgart: Metzler.
- Elsevier (2011, 29. Juni). Dyslexia linked to difficulties in perceiving rhythmic patterns in music. *ScienceDaily*. Abgerufen am 6. Dezember, 2013, auf <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/06/110629083113.htm>
- Fletcher, J. (2010). The Prosody of Speech: Timing and Rhythm (523-602). In W. J. Hardcastle, J. Laver & F. E. Gibbon (Hrsg.), *The Handbook of Phonetic Sciences*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Fox, A. (2011). *Kindliche Aussprachestörungen. Phonologischer Erwerb – Differentialdiagnostik – Therapie*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Fox, A.V., & Dodd, B. (2001). Phonological disorders in German-speaking children. *American Journal of Speech and Language Pathology*, 10, 291–307.

- Frith, U., Wimmer, H., & Landerl, K. (1998). Differences in phonological recoding in German- and English-speaking children. *Scientific Studies of Reading*, 2, 31 – 54.
- Frost, R. (1998). Toward a strong phonological theory of visual word recognition: True issues and false trails. *Psychological Bulletin*, 123, 71 – 99.
- Goffman, L. & Malin, CGillon, G. (2000). The efficacy of phonological awareness intervention for children with spoken language impairment. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, 31, 126-141.
- Goldstein, B. (1996). Error groups in Spanish-speaking children with phonological disorders (171-177). In T.W. Powell (Hrsg.), *Pathologies of Speech and Language: Contributions of Clinical Phonetics and Linguistics*. New Orleans: International Clinical Phonetics and Linguistics Association.
- Goswami, U., Gerson, D., & Astruc, L. (2010). Amplitude envelope perception, phonology and prosodic sensitivity in children with developmental dyslexia. *Reading and Writing*, 23, 995-1019.
- Guasti, M. T., Christophe, A., van Ooyen, B., & Nespors, M. (2001). Pre-lexical setting of the head complement parameter (231-249). In J.Weissenborn, & B. Höhle (Hrsg.), *Approaches to bootstrapping: Phonological, lexical, syntactic and neurophysiological aspects of early language acquisition*. Amsterdam: Benjamins.
- Harris, J., Botting, N., Myers, L., & Dodd, B. (2011). The relationship between speech impairment, phonological awareness and early literacy development. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 16 (2), 111–125.
- Hayes, J. R., & Flower, L. (1980). Identifying the organization of writing processes (3-30). In L.W. Gregg & E.R. Steinberg (Hrsg.), *Cognitive processes in writing: An interdisciplinary approach*. Hillsdale: Erlbaum.
- Erlbaum.Hesketh, A., Adams, C., & Nightingale, C. (2000). Phonological awareness therapy and articulatory training approaches for children with phonological disorders: A comparative outcome study. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 35(3), 337-354.

- Höhle, B., Weissenborn, J., Schmitz, M., & Ischebeck, A. (2001). Word order regularities: The role of prosodic information for early parameter setting (231-248). In J. Weissenborn, & B. Höhle (Hrsg.), *Approaches to bootstrapping: Phonological, lexical, syntactic and neurophysiological aspects of early language acquisition*. Amsterdam: Benjamins.
- Holm, A., Farrier, F., & Dodd, B. (2008). Phonological awareness, reading accuracy and spelling ability of children with inconsistent phonological disorder. *International Journal of Language and Communication Disorders, 43*(3), 300–323.
- Holliman, A.J., Wood, C., & Sheehy, K. (2010). The contribution of sensitivity to speech rhythm and non-speech rhythm to early reading development. *Educational Psychology, 1*–21.
- Hua, Z., & Dodd, B. (2000). Putonghua (modern standard Chinese)-speaking children with speech disorders. *Clinical Linguistics and Phonetics, 14* (3), 165–191.
- Huss, M., Verney, J.P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: Perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex, 47*, 674- 689.
- Ise, E., & Schulte-Körne, G. (2010). Spelling deficits in dyslexia: evaluation of an orthographic spelling training. *Annals of Dyslexia, 60*, 18 – 39.
- Jarmulowicz, L., & Hay, S. E. (2009). Derivational Morphophonology: Exploring Errors in Third Graders' Productions. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 40*, 299 – 311.
- Jarmulowicz, L., & Taran, V. L. (2007). Exploration of lexically semantic factors affecting stress production in derived words. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 38*, 378 – 389.
- Jusczyk, P.W., Houston, D. M., & Newsome, M. (1999). The beginnings of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology, 39*, 159–207.
- Kandel, S., Alvarez, C. J., & Vallee, N. (2006). Syllables as processing units in handwriting production. *Journal of Experimental Psychology, 32*, 18 – 31.

- Kandel, S., Hérault, L., Grosjacques, H., Lambert, E., & Fayol, M. (2009). Orthographic vs. phonologic syllables in handwriting production. *Cognition*, *110*, 440 – 440.
- Kandel, S., Soler, O., Valdois, S., & Gros, C. (2006) Graphemes as motor units in the acquisition of writing skills. *Reading and Writing*, *19*, 313 – 337.
- Kandel, S., & Valdois, S. (2006). Syllables as functional units in a copying task. *Language & Cognitive Processes*, *21*, 432-452.
- Kent, R. D., Adams, S. G., & Turner, G. S. (1996). Models of speech production. In N. J. Lass (Ed.), *Principles of experimental phonetics* (3–45). St. Louis: Mosby.
- Klicpera, C., & Schbmann, A. (1993). Do German-speaking children have a chance to overcome reading and spelling difficulties? *European Journal of Psychology of Education*, *3*, 307-323).
- Klicpera, C., Schabmann, A., & Gasteiger- Klicpera, B. (2007). *Legasthenie*. München u. a.: Ernst Reinhardt.
- Klicpera, C., Wolff, P. H., & Drake, C. (1981). Bimanual coordination in adolescent boys with reading retardation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *23*, 617 – 625.
- Kohler, K.J. (1986). Invariance and variability in speech timing: From utterance to segment in German (268-299). In J. S. Perkell & D. H. Klatt (Hrsg.), *Invariance and variability in speech processes*. Hillsdale: Erlbaum.
- Kronbichler, M., Hutzler, F., & Wimmer, H. (2002). Dyslexia: Verbal impairments in the absence of magnocellular impairments. *NeuroReport*, *13*, 617-620.
- Lambert, E., Kandel, S., Fayol, M., & Espéret, E. (2008). The effect of the number of syllables when writing poly-syllabic words. *Reading & Writing: An Interdisciplinary Journal*, *21*, 859-883.
- Landerl, K. (2001a). Beeinträchtigungen der phonologischen Verarbeitung – ein wesentliches Handicap für das Lesenlernen (61-66). In G. Schulte-Körne (Hrsg.), *Legasthenie: erkennen, verstehen, fördern. Beiträge zum 13. Fachkongress des Bundesverbandes Legasthenie 1999*. Bochum: Winkler Verlag.

- Landerl, K. (2001b). Word Recognition Deficits in German: More Evidence from a Representative Sample. *Dyslexia*, 7, 183 – 196.
- Landerl, K. (2003). Categorization of vowel length in German poor spellers: An orthographically relevant phonological distinction. *Applied Psycholinguistics*, 24, 523 – 538.
- Landerl, K., & Wimmer, H. (2000). Deficits in phoneme segmentation are not the core problem of dyslexia: Evidence from German and English children. *Applied Psycholinguistics*, 21, 243-262.
- Leitao, S., & Fletcher, J. (2004). Literacy outcomes for students with speech impairment: Long-term follow-up. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 39, 245-256.
- Leitao, S., Hogben, J., & Fletcher, J. (1997). Phonological processing skills in speech and language impaired children. *European Journal of Disorders of Communication*, 32, 73-93.
- Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., & Écalle, J. (2010). The nature of the phonological processing in French dyslexic children: evidence for the phonological syllable and linguistic features' role in silent reading and speech discrimination. *Annals of Dyslexia* 60, 123–150.
- Marx, P. & Lenhard, W. (2010). Diagnostische Merkmale von Screeningverfahren (68-85). In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Frühprognose schulischer Kompetenzen*. Göttingen: Hogrefe.
- Mayer, J. (2010). Linguistische Phonetik. CCL–lizenzierteres E–Book, Universität Stuttgart. ([http://www.ims.uni-stuttgart.de/institut/mitarbeiter/jmayer/Phonetik\\_201004.pdf](http://www.ims.uni-stuttgart.de/institut/mitarbeiter/jmayer/Phonetik_201004.pdf))
- Mayringer, H., & Wimmer, H. (2003). *Das Salzburger Lese-Screening für die Klassenstufen 1 – 4*. Göttingen: Hogrefe.
- Miller, G.A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Moll, K., Wallner, R., & Landerl, K. (2012). Kognitive Korrelate der Lese-, Leserechtschreib- und der Rechtschreibstörung. *Lernen und Lernstörungen*, 1, 7–19.



- Muneaux, M., Ziegler, J.C., Truc, C., Thomson, J., & Goswami, U. (2004). Deficits in beat perception and dyslexia: Evidence from French. *NeuroReport*, *15*(8), 1255-1259.
- Nazzi, T., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination by newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 756–766.
- Olkin, J., & Siotani, M. (1964). *Asymptotic distribution functions of a correlation matrix*. Stanford, CA: Stanford University Laboratory for Quantitative Research in Education. Report No. 6.
- Overy, K., Nicolson, R.I., Fawcett, A. J., & Clarke, E. F. (2003). Dyslexia and Music: Measuring Musical Timing Skills. *Dyslexia*, *9*, 18 – 36.
- Ozanne, A. (1992). Normative data for sequenced oral movements and movements in context for children aged three to five years. *Australian Journal of Human Communication Disorders*, *20*, 47-63.
- Pompino-Marschall, B. (1990). Die Silbenprosodie. Ein elementarer Aspekt der Wahrnehmung von Sprachrhythmus und Sprechtempo. Tübingen: Niemeyer.
- Pompino-Marschall (2009). *Einführung in die Phonetik*. Berlin: de Gruyter.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, *13*, 212–218.
- Ramus, F., Nespore, M., & Mehler, J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, *73*, 265 – 292.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, *126*, 841-865.
- Rathenow, P., Vöge, J., Laupenmühlen, D. (1980). *Westermann Rechtschreibtest 6+*. Göttingen: Hogrefe.
- Reuter-Liehr, C. (1993). Behandlung der Lese-Rechtschreibschwäche nach der Grundschulzeit: Anwendung und Überprüfung eines Konzeptes. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, *21*, 135 – 147.

- Roach, P. (2000). *English phonetics and phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Robinson, A. (2004). *Die Geschichte der Schrift*. Bern: Paul Haupt.
- Rosen S. & Manganari E. (2001). Is there a relationship between speech and nonspeech auditory processing in children with dyslexia? *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 44, 720-736.
- Sauter, K., Heller, J., & Landerl, K. (2012). Sprachrhythmus und Schriftspracherwerb. *Lernen und Lernstörungen*, 1 / 4, 225 – 239.
- Schneider, W., & Näslund, J.C. (1993). The impact of early metalinguistic competences and memory capacity on reading and spelling in elementary school: Results of the Munich Longitudinal Study on the Genesis of Individual Competences (LOGIC). *European Journal of the Psychology of Education*, 8, 273-287).
- Schulte-Körne, G., & Mathwig, F. (2001). *Das Marburger Rechtschreibtraining*. Bochum: Verlag Dr. Dieter Winkler.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6, 461 – 464.
- Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia*. Massachusetts: Blackwell Publishers.
- So, L., & Dodd, B. (1995). The acquisition of phonology in Cantonese-speaking children. *Journal of Child Language* 22, 473-495).
- Spreer, M. (2011). Prosodie – die Musik in der Sprache. *Sprachheilarbeit*, 4, 198–203.
- Stackhouse, J. & Wells, B. (1997). *Children's Speech and Literacy Difficulties: A psycholinguistic framework*. London: Whurr Publishers.
- Staffeldt, S. (2010). *Einführung in die Phonetik, Phonologie und Graphematik des Deutschen*. Tübingen: Stauffenburg.
- Stein J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7, 12-36.
- Steinhauer, K., Alter, K., & Friederici, A. D. (1999). Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature Neuroscience*, 2, 191–196.

- Tacke, G., Wörner, R., Schultheiss, G. & Brezing, H. (1993). Die Auswirkung rhythmisch-syllabierenden Mitsprechens auf die Rechtschreibleistung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 7, 139 – 147.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-198.
- Tallal P., Miller S., & Fitch, R.H. (1993). Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Science*, 682, 27-47.
- Thompson, J., & Goswami, U. (2008). Rhythmic processing in children with developmental dyslexia: Auditory and motor rhythms link to reading and spelling. *Journal of Physiology – Paris*, 102, 120–129.
- Thomé, G. (2003). Die Entwicklung der basalen Rechtschreibkenntnisse (369-376). In U. Bredel, H. Günther, P. Klotz, J. Ossner, & G. Siebert-Ott (Hrsg.). *Didaktik der deutschen Sprache: Ein Handbuch*. Band 1. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Topbas, S. (1997). Phonological acquisition of Turkish children: implications for phonological disorders. *European Journal of Disorders of Communication*, 32, 377-396.
- Velleman, S., & Vihman, M. (2002). Whole word phonology and templates trap, bootstrap, or some of each. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, 33, 9-23.
- Vennemann, T. (1988). *Preference laws for syllable structure and the explanation of sound change: with special reference to German, Germanic, Italian, and Latin*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Wade-Woolley, L., & Wood, C. (2006) Editorial: Prosodic sensitivity and reading development. *Journal of Research in Reading*, 29 (3), 253–257.
- Weiß, R. H. (2006). *Grundintelligenztest Skala 2 – Revision (CFT 20-R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Whalley, K. & Hansen, J. (2006). The role of prosodic sensitivity in children's reading development. *Journal of Research in Reading*, 29 (3), 288–303.
- Wimmer, H. (1993). Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics*, 14, 1 – 33.

- Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R. & Hummer, P. (1991). The relationship of phonemic awareness to reading acquisition: More consequence than precondition but still important. *Cognition*, 40, 219-249.
- Wimmer, H., & Landerl, K. (1997). How learning to spell German differs from learning to spell English (81 – 96). In C. A. Perfetti, L. Rieben, & M. Fayol (Hrsg.), *Research, theory, and practice across languages*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K. (1998). Poor reading: a deficit in skill-automatization or a phonological deficit? *Scientific studies of Reading*, 2 (4), 321-340.
- Wood, C. (2006) Metrical stress sensitivity in young children and its relationship to phonological awareness and reading. *Journal of Research in Reading*, 29 (3), 270–287.
- Wright, B.A., Lombardino, L.J., King, W.M., Puranik, C.S., Leonard, C.M., & Merzenich, M.M. (1997). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature*, 387, 176-178.
- Wolff, P. H., Cohen, C., & Drake, C. (1984). Impaired motor timing control in specific reading retardation. *Neuropsychologia*, 22, 587 – 600.
- Wolff, P. H., Michel, G. F., & Ovrut, M. R. (1990). Rate and timing precision of motor coordination in developmental Dyslexia. *Developmental Psychology*, 26, 82 – 89.

# Appendix I

Items sprachgebundene Rhythmusaufgabe:

1. Gib mir den Schlüsselbund!  
Bist du sehr erkältet?  
Hannes hat Geburtstag.
2. Graben wir nach dem Schatz?  
Sie vergisst ihren Hut.  
Der Apfel ist giftig.
3. Erdbeben verwüsten viel.  
Sie backen einen Kuchen.  
Er vergisst sein Telefon.
4. Reisen ist so wunderbar.  
Erkunden sie die Berge?  
Bekommt er die Pakete?
5. Anna mag das Schwimmen nicht gern.  
Können wir den Aufzug nehmen?  
Die Kinder spielen blinde Kuh.
6. Wir erzählten ihm was.  
Ein Zauberer mit Hut.  
Die Hexe kann fliegen.
7. Sie sind auf Reisen.  
Er ist am Spielen.  
Weißt du wieviel Mehl?

8. Die Eisenbahn fährt im Tal.  
Sie bekommt eine Kette.  
Die Ferien kommen bald!
9. Gemäuer sind kalt.  
Fleißiges Bienchen!  
Sie erzählten Quatsch.
10. Verkaufen Sie Tomaten?  
Susanne mag Salat gern.  
Tanzen kann die Anna gut.
11. Sie gehen in den Zoo.  
Spielen wir Verstecken?  
Gibt es einen Geist hier?
12. Der Mann badet die Katze.  
Bist du verrückt geworden?  
Verstehst du die Aufgabe?

## Appendix II

### Lückensätze Graphiktablettaufgabe:

1. Wir \_\_\_\_\_ Gläser. (holen)
2. Wir \_\_\_\_\_ ein Bild. (malen)
3. Sie \_\_\_\_\_ zu. (hören)
4. Wir \_\_\_\_\_ in Italien. (waren)
5. Das kann ich mir \_\_\_\_\_. (merken)
6. Sie \_\_\_\_\_ die Leiter. (halten)
7. Wir \_\_\_\_\_ auf den Zug. (warten)
8. Am Himmel sind \_\_\_\_\_. (Wolken)
9. Wir \_\_\_\_\_ Gläser. (holen)
10. Sie \_\_\_\_\_ zu. (hören)
11. Wir \_\_\_\_\_ ein Bild. (malen)
12. Das kann ich mir \_\_\_\_\_. (merken)
13. Wir \_\_\_\_\_ in Italien (waren).
14. Am Himmel sind \_\_\_\_\_. (Wolken)
15. Wir \_\_\_\_\_ auf den Zug. (warten)
16. Wir \_\_\_\_\_ Gläser. (holen)
17. Sie \_\_\_\_\_ die Leiter. (halten)
18. Am Himmel sind \_\_\_\_\_. (Wolken)
19. Das kann ich mir \_\_\_\_\_. (merken)
20. Sie \_\_\_\_\_ zu (hören).