

# **Zeitliche Verarbeitungsprozesse und ihr Zusammenhang mit "phonologischer Bewußtheit" und der Entwicklung von Lese - Rechtschreibkompetenz**

## ***Theoretischer Hintergrund***

Vor dem Hintergrund kognitiver Informationsverarbeitungsmodelle sind in jüngerer Zeit verschiedene Phasen- bzw. Stufenmodelle des Schriftspracherwerbs entwickelt worden (Frith 1986, Günther 1986, Scheerer- Neumann 1987), die Prozeßabläufe beim Lesen- und Schreibenlernen beschreiben. Eine besondere Rolle zu Beginn des schulischen Lese- und Rechtschreiblernprozesses kommt dabei der Entwicklung der alphabetischen bzw. phonetischen Strategie zu. Auf dieser Stufe sind die Kinder im Segmentieren der Sprache in Einzellaute fortgeschritten und versuchen, die Lautstruktur eines Wortes zu analysieren und jedem heraus gehörten Laut einen Buchstaben zuzuordnen. Akustisch wahrgenommene Sprachsignale müssen beim Rechtschreiben in Einzellaute zerlegt und diesen wiederum Buchstaben zugeordnet werden. Die Phasenmodelle der Rechtschreibentwicklung legen nahe, daß sich die Kinder zu Schulbeginn über längere Zeit in erster Linie an der Analyse der Phonemfolge orientieren und den Phonemen entsprechend ihrem Wissen um Phonem - Graphem Korrespondenzen Buchstaben zuordnen.

Darüber hinaus besteht in der wissenschaftlichen Forschung derzeit ein breiter Konsens darüber, daß als bedeutsamste Vorhersagekriterien für die spätere Lese-Rechtschreibkompetenz sich metalinguistische Fähigkeiten erweisen (WAGNER UND TORGESEN 1987, SKOWRONEK UND MARX 1989, SCHNEIDER UND NÄSLUND 1992).

In einer Reihe von empirischen Arbeiten wurde die besondere Bedeutung metalinguistischer Fähigkeiten für den Schriftspracherwerb eindrucksvoll belegt. Es besteht weitgehende Übereinstimmung darüber, daß Probleme von Schulkindern beim Schriftsprachwerb im wesentlichen durch Defizite in der phonologischen Informationsverarbeitung bedingt sind. In Anlehnung an Wagner und Torgesen (1987) soll der Terminus „phonologische Informationsverarbeitung“ als Sammelbegriff für die Nutzung von Informationen über die Lautstruktur von gesprochener und geschriebener Sprache verwendet werden.

WAGNER UND TORGESEN haben drei Bereiche phonologischer Verarbeitungsprozesse herausgearbeitet, die beim alphabetisch orientierten Schriftspracherwerb von besonderer Relevanz sind:

## **1. Phonologische Bewußtheit**

Diese kann nach WAGNER UND TORGESEN definiert werden als die Bewußtheit um und den Zugang zur Lautstruktur der gesprochenen Sprache.

SKOWRONEK UND MARX (1989) unterscheiden zwischen:

- phonologischer Bewußtheit im weiteren Sinne und
- phonologischer Bewußtheit im engeren Sinne.

Phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne bezieht sich auf die Fähigkeit, größere sprachliche Einheiten wie Reimwörter zu erkennen oder Wörter in ihrer Silbenstruktur erfassen zu können.

Phonologische Bewußtheit im engeren Sinne meint dagegen die Fähigkeit, mit kleineren lautlichen Strukturen zu operieren (Manipulationen mit Phonemen), die weder semantische noch sprechrhythmische Bezüge aufweisen. Dazu gehört beispielsweise das Erkennen einzelner Phoneme in einem Wort oder die Fähigkeit, einzelne Laute zu einem Wort zu synthetisieren.

Empirische Untersuchungen belegen, daß Kinder entwicklungspsychologisch früher eine Bewußtheit für Silben und Reime entwickeln( d.h. die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne) und erst später für Phoneme, so daß von einem Entwicklungsprozeß ausgegangen werden kann (BRYANT ET AL., 1989).

Die Beziehung zwischen phonologischer Bewußtheit und Schriftsprachentwicklung kann so verstanden werden, daß sich phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne bereits vor dem Schriftspracherwerb entwickelt und das Lesen- und Schreibenlernen begünstigt, welches wiederum den Erwerb der phonologischen Bewußtheit im engen Sinne begünstigt.

## **2. Phonologisches Recodieren beim Zugriff auf das semantische Lexikon:**

Diese Komponente phonologischer Informationsverarbeitung beschreibt die Fähigkeit, möglichst schnell schriftliche Symbole in lautsprachliche Entsprechungen zu recodieren. Die Bedeutung des lexikalischen Zugriffs für das Lesen läßt sich daran erkennen, daß beim Lesen ein möglichst schneller Zugriff auf Graphem - Phonem - Korrespondenzen erforderlich ist. Die phonologische Recodierungsfähigkeit kann über die Geschwindigkeit beim Benennen von Objekten / Farben oder über die Latenz beim Recodieren von Pseudowörtern erfaßt werden.

## **3. Phonetisches Recodieren im Arbeitsgedächtnis**

Beim Lesen müssen schriftliche Symbole (Buchstaben) im Arbeitsgedächtnis lautsprachlich repräsentiert werden, d.h. die Kinder müssen eine Lautfolge für eine bestimmte Zeit in ihrem Arbeitsgedächtnis halten können. Die Bedeutung dieser Komponente für den Schriftspracherwerb wird einsichtig, wenn man bedenkt, daß Leseanfänger oft Laut für Laut erlesen und diese Laute schließlich zu einem vollständigen Wort zusammenziehen müssen. Dabei müssen die einzelnen Phoneme so lange im Arbeitsgedächtnis präsent sein, bis alle Laute des Wortes abgerufen und zu einem Wort synthetisiert worden sind. Die Arbeitsgedächtnisleistung läßt sich über die Gedächtnisspanne für verbales Material erheben (z.B. sinnlose Silben nachsprechen wie z.B. beim Mottiertest oder der Zahlenfolge-Gedächtnistests des Psycholinguistischen Entwicklungstests).

Beeindruckend ist auch der Nachweis über die Bedeutung früher Schriftkenntnis im Vorschulalter bzw. zu Schulanfang auf die spätere Lese- Rechtschreibleistungen. Buchstabenkenntnis zu Schulanfang korreliert substantziell mit späteren Schriftsprachleistungen. In der Bielefelder Studie (JANSEN & MARX, 1999) korreliert

Buchstabenkenntnis (erhoben vier Wochen vor der Einschulung) mit späterer Rechtschreibleistung ( $r = .49$ ) und mit der Lesefertigkeit ( $r = .38$ ). Dies weist auf die Bedeutung der Lernausgangslage von Kindern zu Schulbeginn hin. Kenntnisunterschiede in der Verfügbarkeit über Buchstaben- Laut- Korrespondenzen, die Kinder zu Schulbeginn aufweisen, können im Laufe des Anfangsunterrichts offensichtlich nicht einfach nivelliert werden. Frühzeitig erworbene Schriftkenntnisse scheinen den Kindern einen besseren Start zum Lesen- und Schreibenlernen zu ermöglichen, da diese Kinder offensichtlich schon wesentliche Komponenten des alphabetischen Prinzips internalisiert haben. Auch Intelligenz erweist sich als bedeutsamer Prädiktor (LANDERL UND WIMMER, 1994) für Lese-Rechtschreibleistungen.

Letztlich zeigen neurowissenschaftliche Untersuchungen (TALLAL ET AL. 1993, MERZENICH ET AL. 1993, VON STEINBÜCHEL UND PÖPPEL 1991, PÖPPEL 1997, WITTMANN 1997), daß insbesondere auch neuronale zeitliche Verarbeitungsmechanismen eine zentrale Rolle in grundlegenden Aspekten der Informationsverarbeitung und -produktion spielen und besonders bedeutsam für die normale Entwicklung und Aufrechterhaltung sowohl der sensomotorischen Integrationssysteme als auch der phonologischen Systeme sind. Angenommen wird, daß zeitliche Verarbeitungsprozesse insbesondere für die Verarbeitung kleinster sprachlicher bedeutungsunterscheidender Einheiten (Phoneme) von Relevanz sind. Daraus läßt sich ableiten, daß Beeinträchtigungen zeitlicher Verarbeitungsmechanismen zu Defiziten in der Verarbeitung rasch wechselnder akustischer Reize führt und damit zu Schwierigkeiten in der Phonemdiskriminationsfähigkeit. Störungen zeitlicher Verarbeitungsmechanismen können dazu führen, daß in einem gesprochenen Wort die sequentielle Lautfolge, die sich als rasch aufeinanderfolgende Änderung im Sprachsignal realisiert, schlechter wahrgenommen und analysiert werden kann. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Sprach- sowie die Lese-Rechtschreibentwicklung von Kindern.

Tallal postuliert, daß sowohl Sprachentwicklungsauffälligkeiten als auch Lese-Rechtschreibstörungen auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, die sie in der mangelnden zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns sieht. Ferner nimmt sie an, daß der Aufbau internalisierter Lautrepräsentanzen von zeitlichen Verarbeitungsprozessen abhängig ist.

Diejenige Zeitspanne, die zwischen zwei Sinnesreizen mindestens verstreichen muß, damit wir sie getrennt wahrnehmen und in eine zeitliche Reihenfolge bringen können, wird als Ordnungsschwelle (OS) bezeichnet. *Die auditive Ordnungsschwelle kann als die Länge eines Interstimulus Intervalls definiert werden, die notwendig ist, um zwei zeitlich aufeinanderfolgende nonverbale akustische Reize zu unterscheiden und sie in eine zeitliche Reihenfolge zu bringen.*

Neuere Untersuchungen scheinen zu belegen, daß sowohl die phonologische Bewußtheit (GATHERCOLE UND BADDELEY, 1993) als auch die zeitliche Informationsverarbeitung akustischer Reize einem Entwicklungsprozeß unterliegen, der als zunehmende Differenzierung beschrieben werden kann. Die durchschnittlichen Ordnungsschwellen gesunder Erwachsener liegen etwa im Bereich von 30 - 60 ms., die von 6-jährigen Kindern etwa bei 90 -150 ms. Im Alter von 9 -10 Jahren erreichen die Ordnungsschwellenwerte der Kinder die der Erwachsenen (VEITH 1992, ROSENKÖTTER

1997). Die entwicklungsbedingte Verbesserung der zeitlichen Informationsverarbeitungsfähigkeit scheint mit der Fähigkeit, immer kleinere sprachliche Einheiten zu verarbeiten, zu korrespondieren. Ein für die Sprachverarbeitung besonders relevante Bereich zeitlicher Informationsverarbeitung liegt etwa im Bereich von 40 - 70 ms.

Eine Reihe empirischer Befunden belegen, daß insbesondere Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen und eine Subgruppe von lese- rechtschreibschwachen Kindern Beeinträchtigungen in Ihrer zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit (OS) aufweisen. Bei diesen Kindern wird oft eine 3-4 fach höhere Ordnungsschwelle gefunden.

#### **4. Fragestellung der Untersuchung**

In einer empirischen Studie, die im August 97 begann und an der insgesamt 147 Schulanfänger teilnahmen, wurde der Frage nachgegangen, welche Zusammenhänge zwischen zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit (Ordnungsschwelle), phonologischer Bewußtheit, phonetischem Recodieren im Arbeitsgedächtnis, nonverbaler Intelligenz, Rhythmuserfassen und früher Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis zu Schulbeginn bestehen. Darüber hinaus wurden in einer längsschnittlichen Betrachtung die Lese- Rechtschreibleistungen der Kinder am Ende des 1. Schuljahres erfaßt und die Zusammenhänge zu den verschiedenen Prädiktoren analysiert.

Um eine möglichst große Entwicklungsbandbreite von Schulanfängern in der Untersuchung zu repräsentieren, wurden ergänzend zu den "normalen" Grundschulkindern eine Gruppe von "Frühlesern" sowie eine Gruppe von Kindern aus einer Sprachbehindertenschule aufgenommen, so daß sich die Untersuchungspopulation in drei Gruppen einteilen läßt:

- a) Frühleser (N=23), d.h. Kindern, die schon zu Schulbeginn in der Lage waren, Wörter zu erlesen (operationalisiert mit dem Untertest "Lesen/Buchstabieren" des K-ABC)
- b) 5 Anfangsklassen aus zwei Grundschulen (N=103). Alle Kinder dieser Klassen nahmen komplett an der Untersuchung teil (im folgenden "Regelkinder" benannt)
- c) Kinder aus der Eingangsklasse einer Schule für Sprachbehinderte (N=21)

Alle Kinder wurden zu Beginn der Untersuchung auf Beeinträchtigungen ihrer Hörfähigkeit audiometrisch untersucht.

Kinder mit einer nonverbalen Intelligenztestleistung (CFT 1) < 80 wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen.

Die folgende Tabelle stellt den Untersuchungsplan der Studie dar:

#### **Untersuchungsplan der Studie: Erhobene Variablen**

	<b>Frühleser (N=23)</b>	<b>Kinder der Regelklassen (N=107)</b>	<b>Sprachbehinderte Kinder (N=21)</b>
T0: Schulbeginn August 1997	- Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes	- Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes	- Alter des Kindes (in Monaten) - Geschlecht des Kindes - Muttersprache des Kindes

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Händigkeit</li> <li>- audiometrische Untersuchung</li> <li>- phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation)</li> <li>- auditive Ordnungsschwellenwerte</li> <li>- Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG)</li> <li>- Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung)</li> <li>- nonverbale Intelligenztestleistung CFT1</li> <li>- frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Händigkeit</li> <li>- audiometrische Untersuchung</li> <li>- phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation)</li> <li>- auditive Ordnungsschwellenwerte</li> <li>- Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG)</li> <li>- Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung)</li> <li>- nonverbale Intelligenztestleistung CFT1</li> <li>- frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Händigkeit</li> <li>- audiometrische Untersuchung</li> <li>- phonologische Bewußtheit: (Reimpaare erkennen, Anlauterkennung, Silbensegmentierung, Lautsynthese, Endlaute erkennen, Erfassung der Wortlänge, Phonemsegmentation)</li> <li>- auditive Ordnungsschwellenwerte</li> <li>- Arbeitsgedächtnis (PET: ZFG)</li> <li>- Klatschrhythmus (Rhythmuserfassung)</li> <li>- nonverbale Intelligenztestleistung CFT1</li> <li>- frühe Lesefertigkeit (K-ABC, Untertest Lesen/Buchstabieren)</li> </ul>
T1: Mitte des 1. Schuljahres März 1998		Diagnostische Bilderliste (Frühform) DBL-F	
T2: Ende des 1. Schuljahres Juni 1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe</li> <li>2) Rechtschreibtests: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+)</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> <li>b) Diagnostische Bilderliste DBL1</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe</li> <li>2) Rechtschreibtests: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+)</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> <li>b) Diagnostische Bilderliste DBL1</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Lesetest: Würzburger Leise-Leseprobe</li> <li>2) Rechtschreibtests: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Weingartener Grundwortschatz Rechtschreibtest für erste und zweite Klassen (WRT1+)</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> <li>b) Diagnostische Bilderliste DBL1</li> <li>- orthographisch richtige Schreibweise</li> <li>- lautsprachlich richtige Schreibweise</li> <li>- gewichtete Fehlerzahl</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 1: Untersuchungsplan der Studie

Die Studie verfolgte unter anderem insbesondere die Beantwortung folgender Fragestellungen:

### ***Fragestellung 1:***

Unterscheiden sich Frühleser von Regelkindern und sprachbehinderten Kindern zu Schulbeginn in ihrer zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, in ihrer phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne, im phonologischen Recodieren im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen, in der frühen Lesefertigkeit/Buchstabenkenntnis und in ihrer nonverbalen Intelligenz?

Lassen sich am Ende des 1. Schuljahres auch Gruppenunterschiede in den Lese-Rechtschreibleistungen nachweisen?

### ***Fragestellung 2:***

Welche korrelativen Zusammenhänge ergeben sich in der Gruppe der Grundschul Kinder zwischen:

- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und nonverbaler Intelligenz ?
- nonverbaler Intelligenz und Lese- Rechtschreibleistungen ?
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und phonologischer Bewußtheit ?
- zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen ?
- phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen ?

### ***Darstellung der Ergebnisse:***

#### ***1. Gruppenunterschiede: Frühleser-Regelkinder-sprachbehinderte Kinder***

##### **Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Ordnungsschwelle**

Variable	M	SD	M	SD	M	SD
OS (beide)	61,22	38,77	152,56	123,01	227,31	154,67
OS (links)	63,30	45,34	138,97	113,69	206,50	162,36
OS (rechts)	58,83	42,81	144,18	115,41	202,94	137,48

Tabelle: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Ordnungsschwellen (OS in ms) für die Gruppen: Frühleser, Kinder der Regelklassen und sprachbehinderten Kinder  
Frühleser (N=23); Kinder der Regelklassen (N=88); Sprachbehinderte Kinder (N=16)

Für die Frühleser wurden durchschnittlich folgende Ordnungsschwellenwerte gemessen:  
OS beide: 61 ms; OS links: 63 ms; OS rechts: 58 ms .

Die Regelkinder wiesen durchschnittliche Ordnungsschwellenwerte von 152 ms (OS beide), 138 ms (OS links) und 144 ms (OS rechts) auf. Die sprachbehinderten Kinder hatten OS-Werte von 227 ms (OS beide), 206 ms (OS links) und 202 ms (OS rechts).

Die Varianzanalyse zur Überprüfung statistischer Mittelwertsdifferenzen zwischen Gruppen ergab für alle drei Ordnungsschwellenwerte signifikante Gruppenunterschiede:

- für die Ordnungsschwelle (beide):  $F=9,96$ ;  $df = 2$ ,  $p<.001$
- für die Ordnungsschwelle (links):  $F=7,59$ ,  $df = 2$ ,  $p<.001$
- für die Ordnungsschwelle (rechts):  $F=8,96$ ,  $df = 2$ ,  $p<.001$

Im Bonferroni post hoc Test ( $p = .05$ ) zeigte sich eine signifikante Mittelwertsdifferenz zwischen der Gruppe der Frühleser und den Regelkindern sowie den sprachbehinderten Kindern, nicht jedoch zwischen den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern. **Die Frühleser wiesen im Vergleich zu den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern signifikant niedrigere OS- Werte auf.**

Auffallend sind die beträchtlichen Varianzen der Ordnungsschwellenwerte in der Gruppe der Regelkinder und sprachbehinderten Kinder. Sie verweisen auf erhebliche Streuung der individuellen Ordnungsschwellenwerte. Die Regelkinder und die sprachbehinderten Kinder unterschieden sich in der Höhe der zeitlichen Verarbeitung statistisch nicht voneinander, obwohl die sprachbehinderten Kinder tendenziell eine um etwa 60 bis 70 ms höhere Ordnungsschwelle aufwiesen als die Grundschul Kinder. Aufgrund der erheblichen Varianzen wurden diese Mittelwertsdifferenzen aber statistisch nicht signifikant.

### Gruppenunterschiede im Hinblick auf phonologische Informationsverarbeitung

Variable	M	SD	M	SD	M	SD
Reimerkennung (11)	9,52	1,20	8,42	2,48	4,31	1,62
Anlauterkennung (14)	14,0	0	12,20	2,34	8,06	4,86
Silbensegmentierung (9)	8,30	1,43	7,54	1,94	6,06	2,41
Lautsynthese (12)	10,96	2,10	7,41	2,82	4,06	2,78
Endlaute erkennen (10)	9,74	0,54	7,16	2,39	3,38	2,66
Wortlänge erkennen (10)	7,35	2,14	4,75	1,94	3,56	1,67
Phonemsegmentation (10)	7,70	1,82	3,11	2,74	0,06	0,25
phonol. Bewußtheit (46) im engeren Sinne	42,39	3,19	29,88	7,89	15,56	8,88

phonol.Bwußtheit (30) im weiteren Sinne	25,17	3,51	20,71	4,41	13,94	3,66
phonol.Bewußtheit (76) (gesamt)	67,57	5,86	50,58	10,85	29,50	11,12

Tabelle : Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der phonologischen Variablen (in Klammern hinter der Variablen jeweils die möglich erreichbare Punktzahl)

Frühleser (N=23); Kinder der Regelklassen (N=96); Sprachbehinderte Kinder (N=16)

Sehr signifikante Mittelwertsunterschiede ( $p < .001$ ) zwischen den Frühlesern, den Regelkindern und den sprachbehinderten Kindern ließen sich für alle Bereiche der phonologischen Informationsverarbeitung nachweisen. Im post hoc Vergleich wurde deutlich, daß die Gruppe der Frühleser den Regel- und sprachbehinderten Kindern sowohl im Gesamtmaß der phonologischen Bewußtheit als auch der phonologischen Bewußtheit im weiteren und im engeren Sinne signifikant überlegen war. Die Regelkinder unterschieden sich wiederum von den sprachbehinderten Kindern in der phonologischen Bewußtheit im weiteren und engeren Sinne als auch im Gesamtscore der phonologischen Bewußtheit signifikant.

### **Gruppenunterschiede im Hinblick auf Alter, Arbeitsgedächtnis, Klatschrhythmus, Intelligenz und früher Schriftkenntnis/Lesefertigkeit**

Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung durchschnittlich 6 Jahre und 8 Monate. In der Datenanalyse zeigten sich keine Gruppenunterschiede im Hinblick auf das Alter der Kinder. Alle drei Gruppen waren altershomogen.

Variable	M	SD	M	SD	M	SD
Alter in Monaten	80,74	3,79	80,34	4,05	82,75	3,30
Arbeitsgedächtnis ZFG (T-Werte)	52,83	8,60	43,51	12,24	28,31	9,26
Klatschrhythmus (6)	4,75	1,65	3,58	1,71	2,81	1,38
nonverbale Intelligenztestleistung (CFT1)	112,83	8,29	98,23	10,66	94,25	9,73
frühe Lesefertigkeit	32,70	4,79	6,35	4,41	3,13	2,70

Tabelle : Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) des Alters, des Arbeitsgedächtnisses, Klatschrhythmus, nonverbaler Intelligenztestleistung und früher Lesefertigkeit

Frühleser (N=23); Kinder der Regelklassen (N=96); Sprachbehinderte Kinder (N=16)

Es zeigten sich sehr signifikante Mittelwertsunterschiede ( $F=21,8, df=2; p < .001$ ) zwischen den drei Gruppen im Hinblick auf das phonetische Recodieren im Arbeitsgedächtnis, in der die Gruppe der Frühleser signifikant den Regelkindern und den

sprachbehinderten Kindern überlegen waren. Die Regelkinder wiederum zeigten eine bessere Gedächtnisspanne (Arbeitsgedächtnis) als die sprachbehinderten Kinder.

Beim Rhythmuserfassen konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied ( $F=5,58$ ,  $p<.001$ ) zugunsten der Frühleser gefunden werden. Die Frühleser waren den Regel- und sprachbehinderten Kindern in der Erfassung und Reproduktion eines Klatschrhythmus überlegen. Dagegen ließ sich kein Unterschied zwischen den sprachbehinderten Kindern und den Regelkindern nachweisen. Dieses Ergebnis steht nicht im Einklang mit anderen empirischen Befunden (VEITH, 1992; KEGEL, 1990), die Defizite sprachbehinderter Kinder gegenüber sprachunauffälligen Kindern in der rhythmischen Differenzierungsfähigkeit fanden.

Auch im Hinblick auf die nonverbale Intelligenz ergab sich in der varianzanalytischen Auswertung ein signifikanter Gruppeneffekt ( $F=22,1$ ,  $p<.001$ ). Im post hoc Vergleich zeigten die Frühleser sich in ihren nonverbalen Intelligenztestleistungen sowohl den Regelkindern als auch den sprachbehinderten Kindern signifikant überlegen.

Dagegen unterschieden sich die Regelkinder nicht von den sprachbehinderten Kindern im Hinblick auf ihre Intelligenz. Die Frühleser wiesen einen durchschnittlichen nonverbalen Intelligenzquotienten von 112 Punkten, die Regelkinder einen IQ von 98 und die sprachbehinderten Kinder einen IQ von 94 Punkten auf.

Im Hinblick auf die Variable "frühe Schriftkenntnis/Lesefertigkeit" zu Schulbeginn war die hochsignifikante Überlegenheit der Frühleser ( $F=331,2$ ;  $p<.001$ ) gegenüber den beiden Gruppen insofern nicht überraschend, da ja per Definition die Frühleser in dieser Vorkenntnisfähigkeit einen deutlichen Vorteil aufweisen mußten. Beeindruckend war dennoch der Leistungsvorsprung der Frühleser im Vergleich zu den anderen Kindern. Im Durchschnitt bewältigten die Frühleser 32 Items des Untertests "Lesen/Buchstabieren" des K-ABC im Vergleich zu sechs bzw. drei Items der Regel- und sprachbehinderten Kinder. Dies bedeutet, daß frühe Schriftkenntnis/ Lesefertigkeit der Regel- und sprachbehinderten Kinder sich im wesentlichen auf das Wissen um einzelne Buchstaben - Laut - Korrespondenzen bezieht, während die Frühleser bereits in der Lage waren, komplexe Wörter (z. B. Krieger, Rezept, Moratorium etc.) zu erlesen. Die Regelkinder wiederum waren den sprachbehinderten Kindern im Hinblick auf ihre Buchstabenkenntnisse zu Schulbeginn statistisch signifikant überlegen.

### **Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Lese- Rechtschreibleistungen**

Ende des ersten Schuljahres wurden die Lese - Rechtschreibleistungen der Kinder aller drei Gruppen erhoben. Die Lese - Rechtschreibtests erwiesen sich jedoch für die Mehrzahl der sprachbehinderten Kinder als zu schwierig, da sie noch nicht auf die notwendige Anzahl von Graphem - Phonem Korrespondenzen zurückgreifen konnten, so daß Bodeneffekte auftraten. Deshalb wurden die Lese - Rechtschreibleistungen der sprachbehinderten Kinder in der Datenanalyse nicht berücksichtigt.

Erwartungsgemäß waren die Frühleser den Regelkindern auch am Ende des ersten Schuljahres in ihren Lese - und Rechtschreibleistungen hoch signifikant ( $p<.001$ ) überlegen. Diese Überlegenheit zeigte sich in einer besseren Leistung sowohl in der orthographischen Rechtschreibung als auch in einer besseren lautsprachlichen Verschriftlichung der Wörter. Die Vorteile, die Frühleser zu Beginn ihrer Schulzeit in den wesentlichen

Vorläuferfunktionen phonologischer Informationsverarbeitung und früher Schriftkenntnis aufwiesen, manifestierten sich auch am Ende der ersten Klasse in insgesamt besseren Lese - Rechtschreibleistungen. In der Würzburger Leise- Leseprobe beispielsweise erzielten die Frühleser im Durchschnitt einen Prozentrang von 92 gegenüber einem Prozentrang von 40 der Regelkinder.

## **Korrelationsstatistische Ergebnisse**

### **Ordnungsschwelle und Intelligenz**

Die Datenauswertung ergab folgende statistische Zusammenhänge ( Pearson Korrelationskoeffizient ).

	OS (beide)	OS (links)	OS (rechts)
Nonverbale Intelligenztestleistung (CFT1)	r = -.152 N = 92 p = .146	r = .005 N = 92 p = .958	r = -.159 N = 92 p = .128

Tabelle : Korrelationen der nonverbalen Intelligenztestleistung (CFT1) mit Ordnungsschwellenwerten

Die Tabelle zeigt, daß bei Grundschulkindern zu Schulbeginn sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen Intelligenz und Ordnungsschwellenwerte nachweisen ließen.

### **Intelligenz - Lese - Rechtschreibleistungen und phonologische Bewußtheit:**

Es zeigten sich folgende statistische Zusammenhänge zwischen nonverbaler Intelligenztestleistung mit:

- der Würzburger Leise - Leseprobe: r = .23, p<.05, N = 94
- dem Weingartener Rechtschreibtest (orthographisch richtige Schreibweise)  
r = .31, p<.01, N=91
- den Diagnostischen Bilderlisten DBL1 (orthographisch richtige Schreibweise)  
r = .23, p<.05, N= 93

Zusammengefaßt zeigen die Daten zwar moderate, aber auf dem 1% bzw. 5% Niveau signifikante Beziehungen zwischen nonverbaler Intelligenztestleistung und Lese - Rechtschreibleistungen.

### **Intelligenz und phonologische Bewußtheit:**

Die nonverbale Intelligenz korrelierte mit der

- phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne mit r = .107, p> .05.
- phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinne mit r = .217, p< .05
- phonologischen Bewußtheit (gesamt) mit r = .164, p> .05.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen nonverbaler Intelligenz und phonologischer Bewußtheit ließ sich lediglich für die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne finden.

### **Ordnungsschwelle und phonologische Bewußtheit**

Ausgehend von der Annahme eines Zusammenhangs zwischen zeitlichen Verarbeitungsprozessen und phonologischer Informationsverarbeitung war insbesondere die Frage von großem Interesse, welche korrelativen Zusammenhänge sich zwischen auditiver Ordnungsschwelle und phonologischer Bewußtheit bei Grundschulkindern finden lassen.

Da Intelligenz zwar statistisch nicht signifikant, aber dennoch gering mit den Ordnungsschwellenwerten korreliert ist, wurde der Einfluß der Intelligenz statistisch kontrolliert. Die folgende Tabelle zeigt die korrelativen Zusammenhänge (Partialkorrelationskoeffizienten) zwischen Ordnungsschwelle und phonologischer Bewußtheit.

	OS (beide)	OS (links)	OS (rechts)
phonologische Bewußtheit im engeren Sinne	r = -.256 df = 89 p = .014	r = -.212 df = 89 p = .043	r = -.227 df = 89 p = .030
phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne	r = -.206 df = 89 p = .049	r = -.216 df = 89 p = .040	r = -.224 df = 89 p = .032
phonologische Bewußtheit (Gesamtwert)	r = -.270 df = 89 p = .009	r = -.242 df = 89 p = .021	r = -.256 df = 89 p = .014

Tabelle: Partialkorrelationskoeffizienten der Ordnungsschwellenwerte (OS) mit der phonologischen Bewußtheit unter Auspartialisierung der nonverbalen Intelligenztestleistung

Die Tabelle zeigt signifikante ( $p < .05$ ), aber insgesamt doch eher niedrig ausgeprägte Korrelationen zwischen zeitlicher Verarbeitung und phonologischer Informationsverarbeitung. Die Höhe der Koeffizienten liegt zwischen  $r = -.20$  bis  $r = -.27$ .

Den höchsten Zusammenhang ließ sich für OS (beide) und dem Gesamtwert der phonologischen Bewußtheit ( $r = -.27$ ;  $p < .01$ ) errechnen.

Der Ordnungsschwellenwert (OS beide) korreliert tendenziell etwas höher mit der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne als mit der phonologischen Bewußtheit im weiteren Sinn.

### Ordnungsschwelle und Lese- Rechtschreibleistungen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die statistischen Zusammenhänge (Partialkorrelationen).

	OS (beide)	OS (links)	OS (rechts)
<b>DBL-F</b> (Fehlerzahl)	r = .108 df = 79 p = .334	r = .031 df = 79 p = .781	r = .136 df = 79 p = .224
<b>Würzburger Leise-Leseprobe</b>	r = -.150 df = 79 p = .180	r = -.125 df = 79 p = .263	r = -.164 df = 79 p = .141
<b>Weingartener Recht- schreibtest</b> orthographisch richtige Schreibweise	r = -.116 df = 79 p = .302	r = -.056 df = 79 p = .617	r = -.104 df = 79 p = .355

lautsprachlich richtige Schreibweise	r = -.084 df = 79 p = .452	r = -.017 df = 79 p = .87	r = -.145 df = 79 p = .195
gewichtete Fehlerzahl	r = .099 df = 79 p = .379	r = .021 df = 79 p = .851	r = .143 df = 79 p = .203
<b>Diagnostische Bilderliste DBL 1</b>			
orthographisch richtige Schreibweise	r = -.107 df = 79 p = .340	r = -.064 df = 79 p = .568	r = -.121 df = 79 p = .279
lautsprachlich richtige Schreibweise	r = -.101 df = 79 p = .368	r = -.024 df = 79 p = .827	r = -.160 df = 79 p = .151
gewichtete Fehlerzahl	r = .098 df = 79 p = .384	r = .052 df = 79 p = .640	r = .140 df = 79 p = .213

Tabelle: Partialkorrelationskoeffizienten der Ordnungsschwellenwerte (OS) mit Lese- Rechtschreibleistungen unter Auspartialisierung der nonverbalen Intelligenztestleistung

Die Tabelle zeigt, daß sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der zu Schulbeginn gemessenen zeitlichen Verarbeitung und den Leseleistungen der Kinder am Ende der ersten Klasse nachweisen ließen. Ferner konnte auch keine signifikanten Korrelationen der Ordnungsschwellen mit den Rechtschreibleistungen sowohl Mitte des ersten Schuljahres (DBL-F) als auch am Ende des ersten Schuljahres bei beiden Rechtschreibtests ermittelt werden. Keiner der Korrelationskoeffizienten erreichte das 5 % Signifikanzniveau.

### Phonologische Bewußtheit und Lese - Rechtschreibleistungen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die korrelationsstatistischen Zusammenhänge (Partialkorrelationen und Auspartialisierung des IQ) zwischen den zu Schulbeginn erhobenen Parametern phonologischer Informationsverarbeitung und den Rechtschreibleistungen Mitte des ersten Schuljahres sowie den Lese - Rechtschreibleistungen Ende des ersten Schuljahres.

	phonolog. Bewußth. im engeren Sinne	phonolog. Bewußth. im weiteren Sinne	phonolog. Bewußth. (Gesamtwert)
<b>DBL-F</b> (Fehlerzahl)	r = -.450 df = 84 p = .000	r = -.428 df = 84 p = .000	r = -.493 df = 84 p = .000
<b>Würzburger Leise-Leseprobe</b>	r = .239 df = 84 p = .026	r = .307 df = 84 p = .004	r = .293 df = 84 p = .006

<b>Weingartener Rechtschreibtest</b>			
orthographisch richtige Schreibweise	r = .404 df = 84 p = .000	r = .460 df = 84 p = .000	r = .471 df = 84 p = .000
lautsprachlich richtige Schreibweise	r = .439 df = 84 p = .000	r = .432 df = 84 p = .000	r = .486 df = 84 p = .000
gewichtete Fehlerzahl	r = -.427 df = 84 p = .000	r = -.413 df = 84 p = .000	r = -.471 df = 84 p = .000
<b>Diagnostische Bilderliste DBL 1</b>			
orthographisch richtige Schreibweise	r = .504 df = 84 p = .000	r = .468 df = 84 p = .000	r = .548 df = 84 p = .000
lautsprachlich richtige Schreibweise	r = .354 df = 84 p = .001	r = .373 df = 84 p = .000	r = .402 df = 84 p = .000
gewichtete Fehlerzahl	r = -.461 df = 84 p = .000	r = -.439 df = 84 p = .000	r = -.506 df = 84 p = .000

Tabelle: Partialkorrelationskoeffizienten der phonologischen Bewußtheit mit Lese- Rechtschreibleistungen unter Auspartialisierung der nonverbalen Intelligenztestleistung

Alle drei Parameter der phonologischen Bewußtheit (im engeren und weiteren Sinn und Gesamtwert) sind signifikant positiv mit der Leseleistung korreliert. Dabei korreliert die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne mit der Leseleistung etwas höher ( $r = .30, p < .01$ ) als die phonologische Bewußtheit im engeren Sinn ( $r = .23, p < .05$ ).

Deutlich höher als zu den Leseleistungen waren die statistischen Zusammenhänge zwischen den phonologischen Parametern und den Rechtschreibleistungen. Die Korrelationskoeffizienten lagen für alle phonologischen Variablen und der orthographisch richtigen Schreibweise zwischen  $r = .40$  und  $r = .54$  ( $p < .001$ ) und sind damit sehr signifikant. Die höchsten Korrelationen ließen sich dabei zwischen dem Gesamtscore der phonologischen Bewußtheit und der orthographisch richtigen Schreibweise des Weingartener Rechtschreibtests ( $r = .47, p < .001$ ) bzw. der orthographisch richtigen Schreibweise der diagnostischen Bilderliste ( $r = .54, p < .001, df = 84$ ) konstatieren.

Analysiert man korrelationsstatistisch die qualitativen Aspekte der Rechtschreibleistungen mit den drei phonologischen Parametern, so zeigt sich kein konsistentes Bild. In der Regel weichen die errechneten Korrelationskoeffizienten

zwischen den qualitativen Variablen der Rechtschreibleistung (orthographisch richtig, lautsprachlich richtig, gewichtete Fehlerzahl) und der phonologischen Bewußtheit nur unwesentlichen voneinander ab.

### **Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die vorliegende Studie belegt einen Zusammenhang zwischen zeitlicher Informationsverarbeitungsfähigkeit und phonologischen Verarbeitungsprozessen, bei denen es insbesondere um die rasche zeitliche Auflösung und Verarbeitung von Sprachreizen geht. Dagegen zeigen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit und Lese- Rechtschreibleistungen.

Von einem einfachen kausalen Zusammenhang zwischen zeitlichen Verarbeitungsdefiziten und Lese- Rechtschreibstörungen kann nicht ausgegangen werden. Manche Kindern mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten haben durchaus "normale" Ordnungsschwellen und manche Kinder mit hohen Ordnungsschwellen haben kein Lese- Rechtschreibschwierigkeiten. Am Ende des 1. Schuljahres wiesen etwa 29% der rechtschreibschwachen Kinder eine Ordnungsschwelle über 300 ms auf, was auf die Existenz von Subgruppen hinweist.

Phonologische Verarbeitungsprozesse besitzen eine deutlich höhere prädiktive Valenz auf spätere Lese- Rechtschreibleistungen auf als zeitliche Informationsverarbeitung.

### **Zusammengefaßt zeigten sich folgende Ergebnisse der Studie:**

- Frühleser unterscheiden sich signifikant von den beiden anderen Gruppen im Hinblick auf ihre zeitliche Verarbeitungsfähigkeit, ihre phonologische Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und in ihrer nonverbalen Intelligenz. Am Ende des ersten Schuljahres waren sie auch in ihren Lese- und Rechtschreibleistungen ihren "normalen" Alterskameraden überlegen. Daraus läßt sich schließen, daß Frühleser möglicherweise ein höheres kognitives Verarbeitungsniveau besitzen.

- die "normalen" Grundschul Kinder waren den sprachbehinderten Kindern zwar in der phonologischen Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis sowie in der frühen Kenntnis über Buchstaben- Laut- Korrespondenzen signifikant überlegen, nicht jedoch in der zeitlichen Verarbeitung, im Rhythmuserfassen und ihrer nonverbalen Intelligenz.

- es konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der zeitlichen Verarbeitungsfähigkeit, der phonologischen Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und der nonverbalen Intelligenz zwischen Jungen und Mädchen gefunden werden. Dagegen hatten die Jungen leichte Vorteile im Hinblick auf frühe Buchstabenkenntnis/Lesefertigkeit zu Schulbeginn. Am Ende der 1. Klasse ließen sich aber keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Lese- Rechtschreibleistungen nachweisen.

- Korrelationsstatistische Ergebnisse: In der Population der Grundschul Kinder ließ sich keine signifikante Korrelation zwischen nonverbaler Intelligenz und zeitlicher Verarbeitung belegen. Dagegen korrelierte zeitliche Verarbeitungsfähigkeit und phonologischen Bewußtheit auf dem 5% Signifikanzniveau. Kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang konnte zwischen zeitlicher Verarbeitung und Lese- Rechtschreibleistungen

gefunden werden. Die beeindruckendsten und statistisch sehr signifikanten Zusammenhänge zeigten sich zwischen phonologischer Bewußtheit und Lese- Rechtschreibleistungen.

- die Analyse der Häufigkeitsverteilung der Ordnungsschwellenwerte bei den Grundschulkindern zeigte eine bimodale Verteilung: 15 Grundschüler hatten Ordnungsschwellenwerte von über 300 ms. Die Ordnungsschwellenwerte der anderen Kinder variierten in einem Bereich zwischen 20 - 230 ms. Beide Gruppen unterschieden sich in der phonologischen Bewußtheit im engeren Sinne, nicht jedoch im Hinblick auf die phonologische Bewußtheit im weiteren Sinne. Keine Unterschiede wiesen beide Gruppen im Hinblick auf ihre Intelligenz und das Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und der Lesefähigkeit auf. Für die Rechtschreibleistungen konnte ein Wechselwirkungseffekt Gruppe X Geschlecht gefunden werden. Mädchen mit hohen Ordnungsschwellenwerten hatten schlechtere Rechtschreibleistungen als Jungen mit hohen Ordnungsschwellen. Im Extremgruppenvergleich unterschieden sich Kinder mit ausgesprochen guter zeitlicher Verarbeitungsfähigkeit (Ordnungsschwelle unter 60 ms) signifikant von Kindern mit zeitlichen Verarbeitungsdefiziten (Ordnungsschwelle über 300 ms) in der phonologischen Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne, nicht jedoch in ihrer nonverbalen Intelligenz und auch nicht in den Lese- Rechtschreibleistungen am Ende der 1. Klasse.

- Kinder mit Rechtschreibschwierigkeiten Ende der 1. Klasse unterschieden sich von schriftsprachlich altersentsprechend entwickelten Kindern in den folgenden, zu Schulbeginn erhobenen Parametern: in der phonologischen Bewußtheit, im Arbeitsgedächtnis, im Rhythmuserfassen und der frühen Schriftkenntnis/Lesefertigkeit. Keine Unterschiede ließen sich im Hinblick auf die zeitliche Verarbeitungsfähigkeit nachweisen. Lediglich 28% der rechtschreibschwachen Kinder hatten auch hohe Ordnungsschwellen, was auf die Existenz von Subgruppen hinweist.

- Prognostisch am bedeutsamsten für die Vorhersage der Leseleistungen waren frühe Schriftkenntnis/Lesefertigkeit. Als wichtigster Vorhersageparameter für die Rechtschreibleistungen erwies sich neben früher Schriftkenntnis auch die phonologische Bewußtheit im engeren und weiteren Sinne.

- die klassifikatorische Vorhersage zeigte, daß 44% der zu Schulbeginn aufgrund phonologischer Verarbeitungsdefizite als "Risikokinder" definierten Kinder auch am Ende der 1. Klasse auch zu der Gruppe der rechtschreibschwachen Schüler gehörten. Insgesamt konnten 79% der Kinder durch die phonologische Testbatterie korrekt klassifiziert werden.

Die vorliegenden Ergebnisse belegen einen Zusammenhang zwischen zeitlicher und phonologischer Informationsverarbeitung, wobei von einer streng monokausalen Beziehung aber nicht auszugehen ist. Die theoretischen Zusammenhänge zwischen zeitkritischer Verarbeitung und Sprachentwicklung bzw. -verarbeitung und Lese- Rechtschreibleistungen sind m.E. noch nicht hinreichend geklärt. Die Forschungsergebnisse der letzten Jahre zeigen aber ein beträchtliches Überlappen von neuroanatomischen, neurophysiologischen und neuropsychologischen Befunden von Defizitmustern, die bei sprachbehinderten und lese- rechtschreibschwachen Kindern gefunden wurden.

## **Literaturliste**

- Barth, K. (1999). "Zur Prophylaxe von Lese- Rechtschreibstörungen: Zeitliche Verarbeitungsmechanismen und ihr Zusammenhang mit phonologischer Bewußtheit und der Entwicklung von Lese- Rechtschreibkompetenz". Inaugural - Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades an der Universität Dortmund, Fachbereich Sondererziehung und Rehabilitation.
- Bryant, P. E., Bradley, L., Mac Lean, M. & Crossland, J. (1989). Nursery rhymes, phonological skills, and reading. *Journal of Child Language*, 16, 407-428.
- Gathercole, S.& Baddeley, A. D. (1993): *Working memory and language*, L. Erlbaum, Hillsdale
- Frith. U. (1986). Psychologische Aspekte des orthographischen Wissens: Entwicklung und Entwicklungsstörung. In: G. Aust (Ed.): *New trends in graphemics and orthography*: 218 - 233, De Gruyter, Berlin.
- Günther, K. B. (1986). Ein Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien. In: H. Brügelmann (Hrsg). *ABC und Schriftsprache - Rätsel für Kinder, Lehrer und Forscher*, 32 - 54, Faude, Konstanz.
- Jansen, H.& Marx, H. (1999). Phonologische Bewußtheit und ihre Bedeutung für den Schriftspracherwerb. *Forum Logopädie*, 2, 7 - 15.
- Kegel, G. (1990). Sprach- und Zeitverarbeitung bei sprachauffälligen Kindern. In: G. Kegel, T. Arnhold, K. Dahlmeier et. al. (1990). *Sprechwissenschaft und Psycholinguistik*. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Kegel, G. (1996). Sprachwahrnehmung und Zeitverarbeitung - Grundlagen und Störungen. In: *Internationale Frostig Gesellschaft (Hrsg.). Auditive Wahrnehmung. Jahrestagung 1995*. borgmann, Dortmund.
- Landerl K.& Wimmer, H. (1994). Phonologische Bewußtheit als Prädiktor für Lese- und Schreibfertigkeiten in der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 8, 153 - 164.
- Merzenich, M. M., Schreiner, C., Jenkins, W. & Xiaoquin, W. (1993). Neuronal mechanism underlying temporal integration, segmentation and input sequenz repräsentation: some implications for the origin of learning disabilities. In: Tallal, P., Galaburda, A., Llinas, R., von Euler, C. (1993). *Temporal Information Processing in the Nervous System: Special References to Dyslexia and Dysphasia*.
- Pöppel, E. (1997 a). A hierarchical model of temporal perception. *Trends in Cognitive Science*, Vol., 1,2, 56-61.
- Pöppel, E. (1997 b). Zeitlose Zeiten. Das Gehirn als paradoxe Zeitmaschine. In: H. Meier, & D. Ploog (1997). *Der Mensch und sein Gehirn*. Piper.
- Rosenkötter, H. (1997). Praktische Diagnostik der auditiven Wahrnehmung. In: H. Rosenkötter & U. & S. Minning (Hrsg.). *Auditive Wahrnehmung und Hörtraining*. 2. Arbeitstagung, Audiva, Institut für Hören und Bewegen, Lörrach-Hauingen.

- Schneider, W. & Näslund J. C. (1992). Cognitive prerequisites of reading and spelling: A longitudinal approach. In: A. Demetrio, M. Shayer, & A. Efklides (Eds.). Neo-Piagetian theories of cognitive development. Implications and applications for education , 256 - 274. Routledge, London.
- Skowronek, H. & Marx, H. (1989 a). The Bielefeld longitudinal study on early identification of risks in learning to write and read: Theoretical background and first results. In: M. Brambring, F. Lösel & H. Skowronek (Hrsg.) Children at risks: Assessment, longitudinal research and intervention S.268 - 294. De Gruyter, New York.
- Skowronek, H. & Marx, H. (1989b). Die Bielefelder Längsschnittstudie zur Früherkennung von Risiken der Lese- Rechtschreibschwäche: Theoretischer Hintergrund und erste Befunde. Heilpädagogische Forschung, 15, 38-49.
- Scheerer-Neumann, G. (1987). Ein Entwicklungsmodell zur Analyse der Rechtschreibschwäche. In: L. Dummer-Smoch (Hrsg.) Legasthenie- Berichte über den Fachkongress 1986. Bundesverband Legasthenie, Hannover.
- Von Steinbüchel, N.& Pöppel, E. (1991). Temporal order thresholds and language perception. In: V.P. Bhatkar & K.M. Rege (Eds). Frontiers in knowledge-based computing, 81 - 90. Narosa Pub. House, New Delhi.
- Tallal, P., Galaburda, A., Llinas, R.& von Euler, C. (1993). Temporal Information Processing in the Nervous System. Special Reference to Dyslexia and Dysphasia. Annals of the New York Academy of Science, Vol. 682.
- Veith, S. E. (1992). Sprachentwicklung, Sprachauffälligkeit und Zeitverarbeitung. Eine Longitudinalstudie. Inaugural Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.
- Wagner, R. K.& Torgesen, J. K. (1987). The Nature of Phonological Processing and its Causal Role in the Acquisition of Reading Skills. Psychological Bulletin, 101, 192-212.
- Wittmann, M. (1997). Die zeitliche Organisation von Wahrnehmung und Motorik. Eine neuropsychologische Untersuchung an Patienten mit Hirnverletzungen nach Schlaganfall. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig- Maximilians - Universität, München.

### ***Der Autor und Mitwirkende:***

Dr. Karlheinz Barth, Diplom Psychologe, Beratungsstelle für Kinder, Jugendliche und Erwachsene, Mühlenweg 35, 47608 Geldern, Tel.02831-3531

Univ. Doz. Dr. Nicole von Steinbüchel, Dr. Marc Wittmann, Heike Kappert: Institut für Medizinische Psychologie der Ludwig Maximilians Universität München, Goethestr.31,80336 München

Prof. Dr. Christoph Leyendecker, Fachbereich Sondererziehung und Rehabilitation der Universität Dortmund, Emil-Figge-Straße 50, 44221 Dortmund