

**Untersuchung zur Kernsymptomatik bei Kindern mit einer kindlichen  
Sprechapraxie im Alter von 4-7 Jahren**

Von der Medizinischen Fakultät  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
zur Erlangung des akademischen Grades  
einer Doktorin der Theoretischen Medizin  
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Diplom-Logopädin Anke Blech

aus

Mönchengladbach

Berichter: Herr Professor

Dr. phil. Bernd Kröger

Herr Universitätsprofessor

Dr. rer. nat. Klaus Willmes - von Hinckeldey

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Mai 2010

**Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online  
verfügbar.**



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2 Theoretischer Hintergrund</b>	<b>13</b>
2.1 Kindliche Sprechapraxie oder Phonologische Störung? . . . . .	13
2.1.1 Das Störungsbild der kindlichen Sprechapraxie . . . . .	13
2.1.2 Das Störungsbild der phonologischen Störung . . . . .	21
2.1.3 Arbeitsgedächtnis . . . . .	25
2.2 Sprachproduktionsmodelle . . . . .	27
2.2.1 DIVA - Neuronales Netzwerkmodell der Sprachentwicklung nach Guenther . . . . .	27
2.2.2 Sprachverarbeitungsmodell nach Stackhouse und Wells . . . . .	33
2.2.3 Sprachproduktionsmodell nach Levelt, Roelofs und Meyer . . . . .	36
2.3 Vergleich der phonologischen und der sprechapraktischen Aussprachestörung	40
2.4 Resultierende Fragestellungen und Hypothesen . . . . .	44
<b>3 Empirische Studie</b>	<b>47</b>
3.1 Methodik . . . . .	47
3.1.1 Probanden . . . . .	47
3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien . . . . .	48
3.1.3 Diagnostikinstrumente . . . . .	49
3.1.4 Differentialdiagnostik . . . . .	55
3.1.5 Untersuchungsinstrument für die Analyse der Aussprache . . . . .	56
3.1.6 Perzeptive Analysen . . . . .	58
3.1.7 Akustische Analysen . . . . .	59
3.1.8 Statistische Verfahren . . . . .	62
3.1.9 Datenschutz . . . . .	64
<b>4 Ergebnisse</b>	<b>67</b>

4.1	Diagnostik . . . . .	68
4.1.1	Beurteilerübereinstimmung . . . . .	70
4.1.2	Clusteranalyse . . . . .	71
4.2	Akustische Analyse . . . . .	72
4.2.1	Deskriptive Analyse von F1 und F2 aller Probanden . . . . .	73
4.2.2	Vergleich aller Untersuchungsgruppen anhand von F1 und F2 . . . . .	74
4.2.3	Gruppenvergleich zwischen Kindlicher Sprechapraxie und Phonologischer Störung . . . . .	76
4.2.4	Gruppenvergleich zwischen Kindlicher Sprechapraxie und Kontrollsprechern . . . . .	78
4.2.5	Gruppenvergleich zwischen Phonologischer Störung und Kontrollsprechern . . . . .	78
4.2.6	Vergleich der verschiedenen Wort- und Silbenkorpora . . . . .	80
4.3	Perzeptive Analyse . . . . .	82
4.3.1	Beurteilerübereinstimmung . . . . .	82
4.3.2	Deskriptive Analyse der Vokalfehler des Beurteilerverfahrens . . . . .	83
4.3.3	Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale (PCC/PCV) . . . . .	85
4.3.4	Analyse der Vokalfehler in Wörtern, Pseudowörtern und Silben . . . . .	88
4.3.5	Kindliche Sprechapraxie versus Phonologische Störung . . . . .	89
4.3.6	Kindliche Sprechapraxie versus Kontrollsprecher . . . . .	91
4.3.7	Phonologische Störung versus Kontrollsprecher . . . . .	91
4.3.8	Intraindividuelle Unterschiede in den Vokalproduktionen für alle Probandengruppen . . . . .	93
4.3.9	Einflussfaktor Arbeitsgedächtnis . . . . .	94
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	96
4.4.1	Diagnostik . . . . .	96
4.4.2	Akustische Analyse . . . . .	96
4.4.3	Perzeptive Analyse . . . . .	97
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>101</b>
5.1	Diagnostik . . . . .	101
5.2	Akustische Analyse . . . . .	102
5.3	Perzeptive Analyse . . . . .	104
5.4	Fazit und Ausblick . . . . .	107
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>109</b>

<b>A Methodik</b>	<b>115</b>
<b>B Ergebnisse</b>	<b>159</b>



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Neuronales Netzwerkmodell der Sprechentwicklung nach Guenther et al., 2006 . . . . .	28
2.2	Neuronales Computermodell der Sprachproduktion und -perzeption nach Kröger et al. (2009) . . . . .	32
2.3	Sprechverarbeitungsmodell nach Stackhouse und Wells, 1997 . . . . .	34
2.4	Sprachproduktionsmodell nach Levelt et al. (1999) und Levelt (2001) . . .	37
3.1	Studiendesign . . . . .	48
3.2	Darstellung des [ø:] aus der Pseudowortproduktion [„blø:mə“]; Frequenz und Steigung von F2 abweichend . . . . .	61
3.3	Darstellung des [y:] aus der Wortproduktion [„bly:tə“]; Frequenz und Stei- gung von F2 auffällig . . . . .	61
4.1	Clusteranalyse mit zwei Merkmalen bzw. Kategorien, bei der Kind 1, 3-9 als sprechapraktisch gilt und Kind 2, 10-18 als phonologisch gestört . . . .	71
4.2	Clusteranalyse mit drei Kategorien, bei der Kind 1, 3-9 als sprechapraktisch gilt und Kind 2, 12-15, 18 als phonologisch gestört (konsequent), sowie Kind 10, 11, 16, 17 als phonologisch gestört (inkonsequent) . . . . .	72
4.3	Prozentsatz der Vokalfehler aller drei Probandengruppen bei der Produk- tion des ersten Vokals in Wörtern . . . . .	84
4.4	Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des zweiten Vokals in Wörtern . . . . .	85
4.5	Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des ersten Vokals in Pseudowörtern . . . . .	86
4.6	Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des zweiten Vokals in Pseudowörtern . . . . .	87
4.7	Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des Vokals in Silben . . . . .	88

4.8 Verteilung der PCC und PCV über die Probandengruppen und Kategorien	89
A.1 Fenster des online - Beurteilungsverfahrens für die perzeptive Analyse . . . . .	156
B.1 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Pseudowörtern . . . . .	161
B.2 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Wörtern . . . . .	162
B.3 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Silben . . . . .	162
B.4 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCV in Pseudowörtern . . . . .	163
B.5 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCV in Wörtern . . . . .	163
B.6 Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCV in Silben . . . . .	164

# Tabellenverzeichnis

2.1	Vergleich der Aussprachestörungen anhand der Symptome bzw. Defizitbereiche . . . . .	41
3.1	Erste Einteilung der Probanden . . . . .	49
3.2	Gruppeneinteilung der Probanden . . . . .	56
4.1	Ergebnisse der Diagnostik aller Untersuchungsgruppen . . . . .	69
4.2	Beurteilerübereinstimmung mittels $\kappa$ mit zwei und drei Kategorien . . . . .	70
4.3	Gruppeneinteilung der Probanden . . . . .	73
4.4	Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Pseudowörter . . . . .	75
4.5	Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Wörter . . . . .	76
4.6	Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Silben . . . . .	76
4.7	Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. PhS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigem t-Test (p-Werte) . . . . .	77
4.8	Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. KS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigem t-Test (p-Werte) . . . . .	79
4.9	Ergebnisse des Gruppenvergleiches PhS vs. KS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigem t-Test bezogen auf Silben (p-Werte) . . . . .	80
4.10	Ergebnisse des Vergleiches des Wort- und Silbenmaterials anhand der akustischen Analyse mittels MANOVA bezogen auf die Faktoren „Gruppe“ und „Stimulusart“ . . . . .	81
4.11	Analyse der Beurteilerübereinstimmung für die perzeptive Analyse anhand Krippendorffs $\alpha$ . . . . .	82

4.12 Vergleich des Prozentsatzes korrekter Konsonanten und Vokale mit einem einseitigen, unabhängigen t-Test . . . . .	90
4.13 Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der perzeptiven Urteile mittels ANOVA bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	90
4.14 Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. PhS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	91
4.15 Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. KS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	92
4.16 Ergebnisse des Gruppenvergleiches PhS vs. KS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	92
4.17 Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 1 (SP) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	93
4.18 Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 2 (PhS) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	94
4.19 Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 3 (KS) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben . . . . .	95
4.20 Korrelation zwischen dem Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale und der auditiven Merkspanne . . . . .	95
 A.1 Testzeitpunkte des BISC der teilnehmenden Probanden . . . . .	115
A.2 Gruppeneinteilung der Probanden . . . . .	115
A.3 Sprachverständnis und Kognition . . . . .	144
A.4 Sprachproduktion und Prosodie . . . . .	145
A.5 Diadochokinese (DDK) und Frikativhaltedauer . . . . .	146
A.6 Auditive Diskrimination und Phonologische Bewusstheit . . . . .	147
A.7 Messinstrument bestehend aus Wörtern, Pseudowörtern und Silben . . . . .	150
A.9 Items der perzeptiven Analyse . . . . .	155
 B.1 Deskriptive Analyse der akustischen Parameter Frequenz (F), Steigung (St) und Kurvigkeit (K) des ersten Vokals (F1, F2) aller Probandengruppen . . . . .	160

# Kapitel 1

## Einleitung

Die vorliegende empirische Arbeit befasst sich mit den kindlichen Aussprachestörungen, insbesondere mit der Symptomatik der kindlichen Sprechapraxie im Vergleich zu den phonologischen Störungen. Die kindliche Sprechapraxie wird als eine Störung der sprechmotorischen Programmierung und Planung betrachtet ([Cra93], [PH91], [Oza95], [MNM01]), zeigt jedoch auch Hinweise auf eine linguistisch basierte Störung ([AN82], [Gie98], [MNGD09], [MSM93], [MSSJ02]). Welche Kausalität zwischen den beiden Annahmen existiert, konnte bisher nicht geklärt werden. Das Störungsbild der kindlichen Sprechapraxie gilt als ein Symptomkomplex, der innerhalb der Gruppe betroffener Kinder verschieden ausgeprägt ist und eine heterogene Gruppe von Kindern bildet. Es wird angenommen, dass aufgrund der sprechmotorischen Störung der weitere Aufbau höherer linguistischer Einheiten beeinträchtigt wird und damit auch andere Bereiche der kindlichen Sprachentwicklung eingeschränkt sind [Maa02]. Zur kindlichen Sprechapraxie konnte seither kein begründeter Pathomechanismus belegt werden. Es konnte lediglich ein Subtyp der kindlichen Sprechapraxie identifiziert und differentialdiagnostisch erkannt werden [SAK97b]. Hinsichtlich des Symptomkomplexes bestehen teils Gemeinsamkeiten in der Symptomatik mit den Kindern einer phonologischen Störung. Beide Gruppen zeigen phonologische Prozesse und inkonsequente Aussprachefehler. Somit entstehen in der logopädischen Praxis die Fragen, welche Störung vorliegt, welche Kriterien hierfür erfüllt sein müssen und als Konsequenz, welche Therapie geeignet ist. Vokalfehler gelten als Charakteristik der kindlichen Sprechapraxie und werden in Bezug auf die phonologischen Störungen selten erwähnt. Diese empirische Studie versucht anhand von Vokal- und Konsonantenfehlern differenzierende Unterschiede zwischen den beiden Aussprachestörungen herauszuarbeiten und die jeweilige Störungsebene mit Hilfe von verschiedenen Sprachpro-

duktionsmodellen zu verdeutlichen. Dieser Arbeit liegt insbesondere das Sprachproduktionsmodell von Levelt [LRM99] zugrunde, welches für den sprechmotorischen Prozess ein mentales Silbenlexikon mit Lautgesten für hochfrequente Silben annimmt. Es soll überprüft werden, inwieweit niedrigfrequente Items bei den verschiedenen Untersuchungsgruppen zu vermehrten Vokal- und Konsonantenfehlern führen und ob die Silbenanzahl und die Komplexität der Äußerung einen Einfluss auf die Realisierung der Vokale hat. Untersuchungsgegenstand der Studie bilden daher die Vokalproduktionen und der Prozentsatz korrekter Konsonanten in Silben, Wörtern und Pseudowörtern, die nach der Frequenz, Silbenanzahl und Komplexität kontrolliert werden. Es werden akustische und perzeptive Analysen eingesetzt, um insbesondere die Vokalproduktionen der drei Probandengruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) zu untersuchen und statistisch miteinander zu vergleichen. Diese Studie soll einen Beitrag zur Differentialdiagnostik der kindlichen Sprechapraxie leisten und die in Deutschland wenig bearbeitete Forschungsthematik folglich näher untersuchen.

Das erste Kapitel beschäftigt sich mit dem theoretischen Wissen und dem aktuellen Forschungsstand über die kindliche Sprechapraxie und über die phonologischen Störungen. Es wird ein Überblick über die Definition, die Symptomatik, die Ätiologie und die Differentialdiagnostik verschafft. Anschließend werden vier verschiedene Sprachproduktionsmodelle vorgestellt, in denen die Aussprachestörungen modelltheoretisch eingeordnet und anschließend miteinander verglichen werden. Erste symptomatische Unterschiede und erste Gegensätze der Störungsebenen werden an dieser Stelle behandelt. Darüber hinaus erfolgt ein kurzer Einblick in die Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses, welches an den Sprachproduktionsprozessen beteiligt ist. Die konkreten Fragestellungen und Hypothesen ergeben sich somit am Ende des ersten Kapitels.

Die Vorstellung der empirischen Studie erfolgt im zweiten Kapitel, indem das Studiendesign, die teilnehmenden Probanden und die an den Probanden durchgeführte Diagnostik werden. Das akustische und perzeptive Analyseverfahren und die jeweilige Vorgehensweise werden in ihren Grundzügen dargestellt.

Die Ergebnisse der eingehenden Diagnostik der Probanden und die statistische Auswertung der Ergebnisse aus den beiden Analyseverfahren werden im dritten Kapitel wiedergegeben. Am Ende des Kapitels werden die Ergebnisse zusammengefasst und in Beziehung zu den Hypothesen gesetzt.

Das vierte Kapitel dieser Arbeit interpretiert und diskutiert die erzielten Resultate der vorliegenden Studie. Gleichzeitig werden ein Fazit, sowie ein Ausblick vorgestellt.

# Kapitel 2

## Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Kindliche Sprechapraxie oder Phonologische Störung?

Es soll zunächst ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung hinsichtlich der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störung gegeben werden. Es werden beide Störungsbilder zur Verdeutlichung des angenommenen Störungsmechanismus modelltheoretisch eingeordnet. Anschließend wird ein Vergleich der beiden Aussprachestörungen angestrebt, der insbesondere die Differenzierung der Aussprachestörungen hervorheben soll. Innerhalb dieser Arbeit wird durchgängig der Begriff der kindlichen Sprechapraxie verwendet, der das Erscheinungsbild der vermuteten kindlichen Sprechapraxie und das der nachgewiesenen kindlichen Sprechapraxie einschließt.

#### 2.1.1 Das Störungsbild der kindlichen Sprechapraxie

Die kindliche Sprechapraxie ist bis heute ein Störungsbild, zu dem keine einheitliche Definition und kein begründeter Pathomechanismus vorliegt. Die kindliche Sprechapraxie wird einerseits nicht nur als eine Störung der sprechmotorischen Planung und Programmierung betrachtet (siehe [Cra93], [PH91], [Oza95], [MNM01]), sondern auch als eine Störung auf der linguistischen Ebene, die durch eine defizitäre phonologische Repräsentation hervorgerufen werden kann (siehe hierzu [AN82], [Gie98], [MNGD09], [MSM93], [MSSJ02]). Die unvollständige phonologische Repräsentation kann zu Problemen beim Aufbau des motorischen Programmes führen, so dass kein entsprechendes motorisches Programm vorliegt

([MNGD09]). Hierzu konnten McNeill und Mitarbeiter [MNGD09] eine schlechte phonologische Bewusstheit bei den Kindern mit kindlicher Sprechapraxie konstatieren. Beide Aspekte können laut Maassen [Maa02] miteinander verbunden sein, wenn die Beeinträchtigung der sprechmotorischen Planung und Programmierung den Aufbau höherer linguistischer Einheiten, der phonologischen Repräsentationen, via neuronaler Verknüpfungen („neuronaler mappings“) einschränkt. Ätiologisch wird die kindliche Sprechapraxie mit drei Ursachen assoziiert, den neurologischen Ätiologien (Infarkt, Trauma etc.), der metabolisch (z.B. Galaktosämie), genetischen Ätiologie und der unbekannten Genese [ASH07]. Eine neurologisch bedingte Störung betrifft Abweichungen im EEG ([DJM98]) oder Beeinträchtigungen und Schädigungen von linkshemisphärischen Hirnarealen. Die erworbene Sprechapraxie wird im Broca Areal, im linken frontalen oder tempoparietalen Cortex, sowie links in der superioren und anterioren Inselregion und den subcorticalen Strukturen, als auch rechtshemisphärisch subcortical, fronto-temporal oder medial frontal lokalisiert (vgl. [OSD<sup>+</sup>05], [DO04], [BM04]). Ähnliche läisionierte Hirnareale sind dementsprechend auch bei Kindern mit einer erworbenen kindlichen Sprechapraxie zu erwarten. Stoffwechselerkrankungen, z.B. eine Galaktosämie (Störung der Milchzuckerverwertung), können ebenfalls eine Sprach- und Sprechstörung hervorrufen (siehe [PLJ<sup>+</sup>08]). Ausprägungen des Störungsbildes durch einen genetischen Einfluss wurden erstmals bei einer Familie (genannt „KE-family“) durch Analysen eines Stammbaumes über drei Generationen entdeckt, die kognitive Defizite und schwere Formen von Sprech- und Sprachstörungen, so auch einer kindlichen Sprechapraxie, aufwies. Es konnte eine Region (SPCH1) auf dem Chromosom 7 (7q31) für den Phänotyp der Sprech- und Sprachstörung identifiziert werden [Fel02]. Das FOXP2 Gen zeigte eine Mutation und konnte für die Ausprägung verantwortlich gemacht werden. Dieses Gen ist in der Entwicklung der motorischen Kontrolle involviert, da es die Ausbildung verschiedener neuronaler Strukturen (Thalamus, Basalganglien, Cerebellum) beeinflusst (siehe [VKWA<sup>+</sup>95], [FVKW<sup>+</sup>98], [F<sup>+</sup>06], [LBC<sup>+</sup>03], [Z<sup>+</sup>06]). Das Gen ist somit beim Lernen, Planen und Ausführen von sprechmotorischen Sequenzen inbegriffen ([Z<sup>+</sup>06]. Die Gene der FOX - Bezeichnung sind bekannt als Schlüsselregulatoren der Embryogenese, so dass eine Störung des Gens in der frühen Entwicklung angenommen wird [Fel02].

Die Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie ungeklärter Genese gehören zur idiopathischen neurogenen Aussprachestörung, und die Störung der Kinder kann nicht durch eine primär genetische oder neurologische Ätiologie begründet werden. Diese Form der kindlichen Aussprachestörung wird in der internationalen Forschung fokussiert, um eine Arbeitshypothese bzw. Definition, validierte Diagnostikkriterien und adäquate Therapiemöglichkeiten zu manifestieren. Das eigens für diese Thematik zusammengestellte

Kommitee der *American Speech-Language-Hearing Association (ASHA)* empfiehlt folgende, auf sprechmotorischen Defiziten beruhende Definition:

*Childhood apraxia of speech (CAS) is a neurological childhood (pediatric) speech sound disorder in which the precision and consistency of movements underlying speech are impaired in the absence of neuromuscular deficits (e.g., abnormal reflexes, abnormal tone). CAS may occur as a result of known neurological impairment, in association with complex neurobehavioural disorders of known or unknown origin, or as an idiopathic neurogenic speech sound disorder. The core impairment in planning and/or programming spatiotemporal parameters of movement sequences results in errors in speech sound production and prosody. ([ASH07], S.3)*

Zur Prävalenz der Aussprachestörung kann nur auf wenige Daten zurückgegriffen werden. Die amerikanischen Angaben von Shriberg [SAK97a] liegen bei 1 – 2 Prozent aller aussprachegestörten Kinder, die der kindlichen Sprechapraxie zuzuordnen sind. Dieser Prozentsatz kann nicht generalisiert werden und dient nur als Anhaltspunkt. Es handelt sich um eine seltene Störungsform unter den Aussprachestörungen. Die Inzidenzrate liegt im Verhältnis zwischen 3:1 und 9:1 betroffener Jungen zu Mädchen [SAK97a].

Die Charakteristik des Störungsbildes variiert bei den betroffenen Kindern und kann in verschiedenen Schweregraden, die in der Rate der Verständlichkeit des Sprechens messbar sind, vorliegen (siehe auch [PSG08]). Davis und Mitarbeiter [DJM98] geben einen Überblick über die veröffentlichten Symptomatiken bzw. diagnostischen Charakteristiken der kindlichen Sprechapraxie. Die Sprachproduktion betrifft die folgenden Symptome:

- eingeschränktes Konsonantenrepertoire
- eingeschränktes Vokalrepertoire
- inkonsequente Artikulationsfehler
- ungenügende Charakterisierung durch eine phonologische Prozessanalyse
- hohe Unverständlichkeit des Sprechens
- unstete Tonhöhe und steigende Segmentdauer
- monotone und langsame Sprechrate
- rein akustisch keine Muster innerhalb einer Gruppe bezüglich der Grundfrequenz und Dauer auffindbar

Bezüglich der Sprachperzeption sind

- Defizite in der auditiven Perzeption,
- Defizite in der auditiven Diskrimination und
- Defizite in der Identifikation und Bildung von Reimen möglich.

Die Sprachentwicklung der Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie deutet auf

- ein altersgemäßes Sprachverständnis,
- minder entwickelte expressive Fähigkeiten,
- Fehler in der Syntax und Morphologie und auf
- Defizite in der Begriffsverständlichkeit hin.

Darüber hinaus geben Davis und Kollegen (1998) kognitive und praktische Einschränkungen der Kinder an. Die Autoren benennen von den o.g. Aspekten elf hauptsächliche Merkmale des Sprechens einer kindlichen Sprechapraxie, die in ihrer Studie von den Sprachpathologen eingesetzt werden sollen. Die elf Merkmale setzen sich aus dem eingeschränkten Konsonant- und Vokalrepertoire, den häufigen Omissionen von Phonemen, der hohen Vokalfehlerrate, den inkonsistenten Artikulationsfehlern, den variierenden suprasegmentalen Charakteristika wie Tonhöhe und Lautstärke, den steigenden Fehlerraten bei zunehmender Äußerungslänge, dem Suchverhalten bei Nachsprechaufgaben, dem Gebrauch simpler Silbenstrukturen, den gestörten willkürlichen oral-motorischen Bewegungen, den reduzierten expressiven sprachlichen Fähigkeiten und der verminderten diadochokinetischen Rate (Probleme der Sequenzierung von Phonemen siehe auch Caruso et al. [CS99] und Velleman et al. [VS94]) zusammen.

Die auftretenden, symptomatischen Vokalfehler wurden in den Studien von den Forschergruppen um Pollock [PH91], Davis [DJM04], Walton [WP93] und Smith [SMCD94] näher untersucht, da sie wie o.g. als Charakteristik der kindlichen Sprechapraxie gelten und Vokalfehler bisher weniger Beachtung fanden als Konsonantenfehler. Die Konsonantenfehler beziehen sich auf Omissionen, Tilgung der initialen und finalen Konsonanten, Reduktion von Konsonantenclustern und demzufolge eine Verletzung der Silbenstruktur [JMD06]. Die Studien von Pollock [WP93] sowie Davis [DJM04] und Mitarbeitern stießen bei den betroffenen Kindern auf Rückverlagerungen, Substitutionen der Vokale, sowie Reduktion der Diphthonge und Reduktion der Vokale mit einer r-gefärbten vokalischen Lautverbindung

(„rhotic vowels“ genannt, z.B. im Deutschen im Wort /Berg/). Es werden individuelle Fehlermuster der Vokale offensichtlich, die von Proband zu Proband variieren. So wurde bei einigen Probanden der Kontrast zwischen kurzen und langen Vokalen auffällig. Die Ergebnisse von Davis und Kollegen [DJM04] zeigen bei den Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie ein nahezu vollständiges Vokalrepertoire, jedoch eine unpräzise Produktion der Vokale. Es ergab sich kein Effekt der Phrasenlänge oder Silbenkomplexität auf die Vokalproduktion der Probanden. Nach einer dreijährigen Beobachtung innerhalb der Studie von Davis [DJM04], in der die Probanden extern behandelt wurden, konnten persistierende Vokalfehler festgehalten werden. Maassen und Mitarbeiter [MGC03] bemerkten eine schlechtere Identifikation und Diskrimination von Vokalen bei Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie gegenüber Kontrollsprechern und stützen die bereits erwähnten Defizite in der auditiven Perzeption bzw. Diskrimination (siehe Charakteristika und Maassen et al. [MNM01]). Diese Defizite können auf Probleme in der auditiven Wahrnehmung und Verarbeitung hinweisen.

Bereits in der frühen kindlichen Sprech- und Sprachentwicklung können Indikatoren für eine kindliche Sprechapraxie gefunden werden. Highman und Kollegen [HHSLO8] werteten retrospektive Berichte der Eltern von 20 Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie, von 20 Kindern mit einer spezifischen Sprachentwicklungsstörung und von 20 normal entwickelnden Kindern aus. Die Auswertung zeigte, dass 35 Prozent der sprechapraktischen Kinder nicht gebrabbelt hatten und dass die Zweiwortäußerungen zwischen 6 und 18 Monaten später erfolgte als bei den anderen beiden Probandengruppen.

Das Kommittee der ASHA weist drei Merkmale der Störung aus, die unter den Wissenschaftlern Konsens gefunden haben und als konsistent in Bezug auf eine Störung der sprechmotorischen Planung und Programmierung gelten. Sie werden gleichwohl nicht allgemeingültig als notwendig und hinreichend bezeichnet und behandelt. Diese drei Merkmale beinhalten

- inkonsequente Fehler von Konsonanten und Vokalen bei wiederholter Produktion von Silben und Wörtern
- verlängerte und unterbrochene koartikulatorische Transitionen zwischen Lauten und Silben und
- nicht adäquate Prosodie insbesondere bei der Realisierung der Betonung in lexikalischen Einheiten oder innerhalb einer Phrase [ASH07].

Die bereits aufgelisteten Charakteristika und Symptome deuten daraufhin, dass das Störungsbild der kindlichen Sprechapraxie als ein Symptomkomplex bzw. als ein Syndrom zu

betrachten ist. Bislang konnten keine diagnostischen Marker zur eindeutigen Identifikation und Differenzierung des Störungsbildes, sowie auch keine validierte Liste diagnostischer Merkmale, herausgestellt werden (siehe u.a. [ASH07]; [SAK97a]; [SAK97b]). In einer Untersuchung von Forrest [For03] wurden anhand einer Befragung drei Kriterien ermittelt, die von erfahrenen Therapeuten im Umgang mit der kindlichen Sprechapraxie zur Diagnosestellung verwendet werden. Die Ergebnisse weisen auf eine Nutzung verschiedener Kriterien und auf einen Symptomkomplex hin. Das von Davis angeführte Merkmal der Inkonsistenz der Artikulationsfehler tritt überdies auch bei Kindern mit einer Aussprachestörung ohne sprechmotorische Komponente auf [HCD07]. Mc Cabe und Mitarbeiter [MC98] berichten ebenso, dass einige der aufgezählten Charakteristika auch bei Kindern mit allgemeiner Sprech- und Sprachentwicklungsstörung vorkommen und nicht als spezifisches Merkmal der kindlichen Sprechapraxie zu verstehen sind. Shriberg und Kollegen [SAK97b] führten eine Studie durch, um einen diagnostischen Marker ermitteln zu können, doch es gelang ihnen nicht ein zutreffendes Merkmal für alle Kinder näher bestimmen zu können. Es konnte ein Subtyp identifiziert werden, der sich durch eine nicht angepasste Prosodie innerhalb von Phrasen auszeichnet. Ähnliche Ergebnisse gehen aus der Untersuchung von Peter und Mitarbeitern [PSG08] hervor, die timing - Defizite bei einem Subtypen der Aussprachestörungen belegen. Mangels der Bestimmung eines diagnostischen Markers wird allgemein ein Symptomkomplex angenommen, der anhand des Vorliegens anerkannter Symptome erfasst wird: „*The syndrome or symptom cluster perspective is also consistent with contemporary clinical-research procedures described previously, with DAS<sup>1</sup> identified by some critical number of „positives“ on a behavioural checklist.*“ [SAK97a]

Ozanne [Oza95] geht ebenfalls von einem Symptomkomplex bzw. von einem „multi-deficit disorder“ aus. Sie führte eine Studie mit 100 Kindern im Alter von 3;0-5;6 Jahren durch, die eine spezifische Sprech- und/oder Sprachstörung aufwiesen. Alle Kinder wurden auf das Bestehen von einem Defizit in der motorischen Programmierung überprüft. Die meisten Merkmale des Defizits konnten in 15 Prozent der Probanden gefunden werden. Es gelang eine Bildung von vier Symptomclustern, die die Diagnose des Symptomkomplexes gewährleisten können.

Das **erste Cluster** besteht primär aus inkonsequenter Fehlern kombiniert mit Vokalfehlern und zeugt von einem Defizit in der phonologischen Planung. Inbegriffen sind Probleme beim Aufrechterhalten der phonotaktischen Struktur eines Wortes oder einer Silbe, die fehlende Verwendung phonologischer Prozesse, die unflüssige Sprechproduktion

<sup>1</sup>DAS=Developmental Apraxia of Speech; englischsprachige, synonyme Bezeichnung der kindlichen Sprechapraxie. In der angelsächsischen Literatur bestehen noch weitere Terminologien mit unterschiedlich angenommenen Ätiologien, wie z.B. DVD=Developmental Verbal Dyspraxia, CAS=Childhood Apraxia of Speech und DAD=Developmental Articulatory Dyspraxia

und die steigende Fehleranzahl bei steigender sprechmotorischer Belastung.

Das **zweite Cluster** enthält Schwierigkeiten oromotorischer und sprechmotorischer Bewegungen und Bewegungssequenzen, die u.a. in einer langsam, verminderten Diadochokinese resultieren. Hiermit wird auf eine Störung der Implementierung von motorischen Programmen hingewiesen.

Das **dritte Cluster** umfasst Suchverhalten, die Deletion von Konsonanten und eine Diskrepanz zwischen einer willkürlichen und unwillkürlichen Sprechleistung (Spontansprache vs. Benennen). Diese Symptome treten bei einem Defizit in der phonetischen Programmierung auf.

Prosodische Störungen und der Hinweis auf ausbleibendes Brabbeln in der frühen Sprech- und Sprachentwicklung wird in **Cluster 4** zusammengefasst. Die Diagnose der kindlichen Sprechapraxie kann nach Ozanne bei einem Kind nur erfolgen, wenn die Symptome der ersten drei Cluster vorzufinden sind. Symptome aus dem vierten Cluster gelten als Ergänzung und sind nicht zwingend erforderlich.

Grundsätzlich existieren international bereits validierte Diagnostikinstrumente, die für die Diagnostik einer kindlichen Sprechapraxie eingesetzt werden. Für die englischsprachige Bevölkerung wurde ein standardisiertes Screening, STDAS (Screening Test for Developmental Apraxia of Speech), von Blakeley publiziert [Bla01]. Der Test besteht aus drei Subtests, die sowohl die Prosodie, die Sequenzierung von Silben (Diadochokinese) und die Artikulation überprüfen und einschätzen sollen. Außerhalb des Screenings soll zuvor eine Testung der Sprachproduktion und des Sprachverständnisses durchgeführt werden. Werden Symptome der kindlichen Sprechapraxie deutlich, so besteht der Verdacht auf eine kindliche Sprechapraxie und eine nähere Untersuchung ist angeraten. In den Niederlanden wurde gleichfalls ein standardisiertes und vorläufig normiertes ( $n=24$ ; 1993) diagnostisches und therapeutisches Instrument für das Störungsbild mit dem Namen „Dyspraxieprogramma“ von der Arbeitsgruppe Erlings-van Deurse et al. [DEFGB<sup>+</sup>93] entwickelt. Die Diagnostik des Programms besteht aus einem Anamnesegespräch, aus einer Checkliste für Dyspraxiemarkale und aus einem Sprachprofil des Patienten. Die Checkliste enthält Fragen rund um die Probleme der kindlichen Entwicklung. Dabei werden beispielsweise Defizite bezüglich der allgemeinen Mundfunktionen insbesondere bei der Nahrungsaufnahme und Artikulationsprobleme abgefragt. In Folge der Bewertung und Summierung der apraktischen Merkmale wird das Kind als apraktiv oder nicht apraktiv eingestuft. Das Sprachprofil besteht aus Nachsprech- und Benennaufgaben, sowie mundmotorischen und diadochokinetischen Bewegungsfolgen.

Ein standardisiertes Vorgehen mit der „maximalen Leistungsüberprüfung“ (Maximum Performance Task, MPT) wurde von Thoonen und Kollegen ([TMGS99], siehe auch

[RHO05]) vorgeschlagen. Hierbei wird die maximale Phonationsdauer und die maximale Repetitionsrate zur Differenzierung zwischen Kindern mit einer spastischen Dysarthrie, einer kindlichen Sprechapraxie, einer Phonologischen Störung und normal entwickelten Kindern genutzt. Die Kriterien zur Klassifizierung wurden aus den Testergebnissen der MPT von 6-10 jährigen Kindern abgeleitet. Bei dysarthrischen Kindern zeigte sich eine kurze Phonationsdauer und eine langsame Wiederholungsrate, wohingegen bei den sprechapraktischen Kindern vor allem der Dreisilber (/pataka/) langsam wiederholt wurde oder nicht möglich war und eine kurze Frikativhaltedauer vorlag. Die phonologisch gestörten Kinder konnten im Gegensatz zu den sprechapraktischen Kindern den Dreisilber nach einiger Zeit korrekt wiederholen. Für die Diagnostik der Dysarthrie konnte eine Sensitivität von 89% und eine Spezifität von 100% belegt werden. Für die kindliche Sprechapraxie liegt die Sensitivität bei 100% und die Spezifität bei 91%. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, ein /a:/ möglichst lang zu phonieren, sowie auch das letzte /a/ in /mama:/ maximal lang zu phonieren. Die Frikative /f/, /s/ und /z/ sollen daraufhin auf ihre maximale Dauer überprüft werden. Die Silben des Dreisilbers werden zu Beginn einzeln maximal schnell wiederholt und können sich somit einprägen, bevor der Dreisilber repetiert werden muss. Die maximale Wiederholungsrate wird nach Silben pro Sekunde analysiert (Bewertung siehe auch Kapitel 3.1.3).

Hosom und Mitarbeiter [HSG04] entwickelten eine Methode der automatischen Spracherkennung, die die lexikalische Betonung (Lexical Stress Ratio) und die Variation des Sprechens (Coefficient of Variation Ratio) unterscheidet. Ein gewichtetes Verhältnis zwischen Amplitude, Frequenz und Dauer wird für die Betonung und die relative Variabilität zwischen der Pausendauer und den Sprechzeiten für die Variation berechnet. Diese beiden Charakteristika zeichnen wie o.g. einen Subtypen der kindlichen Sprechapraxie aus, der hiermit identifiziert werden kann.

Im deutschsprachigen Raum wurde der Thematik der kindlichen Sprechapraxie weniger Beachtung geschenkt und wenig Forschung betrieben (siehe [Dan99]). In Deutschland wurde erstmals von Birner-Janusch [LBJ07] eine erste standardisierte Prozedur zur Diagnostik bei kindlicher Sprechapraxie vorgeschlagen. In dieser Vorgehensweise lassen sich die genannten Charakteristika bzw. Symptome überprüfen. Die Prozedur gibt Subtests für orofaziale Bewegungssequenzen, zur Ermittlung von Konsistenzraten (siehe [BSG05]), zum Nachsprechen von Lauten, Silben, Wörtern und Pseudowörtern, sowie zur Diadochokinese (nach Thoonen [TMGS99]), zu Sprachautomatismen und zur Prosodie vor. Die Auswertung der Ergebnisse der vorgeschlagenen Prozedur verbleibt schwierig und erfordert eine fundierte Kenntnis über das Störungsbild der kindlichen Sprechapraxie, da keine Richtlinien oder Normen vorliegen. Auffälligkeiten sollen anhand der theoretischen Einführung

in die Thematik der kindlichen Sprechapraxie erkannt und abgeleitet werden. Die Liste der aufgeführten Diagnostikinstrumente und -möglichkeiten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern es sollte ein kurzer Einblick gegeben werden.

Es kann zusammengefasst werden, dass die kindliche Sprechapraxie eine seltene Aussprachestörung ist, bei der betroffene Kinder sowohl sprechmotorische als auch linguistische Defizite aufweisen. Welche Kausalität zwischen der sprechmotorischen und der linguistischen Komponente herrscht, ist bislang unklar. Die Ursachen betreffen eine genetische, neurologische oder auch unbekannte Genese. Die Inzidenzrate, die ein schlechteres Verhältnis für Jungen aufzeigt, lässt Schlüsse eine mehrfach genetische Disposition zu. Eine Diagnose oder Verdachtsdiagnose kann über das Vorliegen von Clustern der spezifischen Charakteristika erfolgen, die die phonologische Planung und phonetische Programmierung, wie auch die Implementierung der motorischen Programme einschließt. Weitere Diagnostikmöglichkeiten wie die Maximum Performance Task können zusätzlich durchgeführt werden, um den Verdacht der kindlichen Sprechapraxie zu erhärten.

### 2.1.2 Das Störungsbild der phonologischen Störung

Allgemein werden die phonetische Störung und die phonologische Störung unter den Aussprachestörungen zusammengefasst. Die Phonetische Störung ist eine Lautbildungsstörung, bei der ein Phon durch eine abweichende Stellung der Artikulationsorgane nicht korrekt produziert wird. Das jeweilige Phon wird in jedem artikulatorischen Kontext und auch isoliert abweichend produziert (siehe [Fox04]). Hierfür können auch organische Ursachen, beispielsweise eine Lippen - Kiefer - Gaumen - Spalte, verantwortlich sein. Die phonologische Störung wird auch als funktionale Aussprachestörung bezeichnet, da keine organischen Beeinträchtigungen und somit keine organischen Ursachen erkennbar sind [Fox04]. Bei der phonologischen Störung handelt es sich um eine sprachsystematische Störung, durch die die Kinder die Phoneme nicht nach ihrer Funktion korrekt in ein Wort an die vorgesehene Stelle einsetzen können. Die Kinder sind sich der bedeutungsunterscheidenden Funktion des Phonems nicht bewusst (/fɪʃ/-/tɪʃ/). Phonologisch gestörte Kinder können „*fast immer sämtliche Laute vom physiologischen Ablauf her produzieren. Damit unterscheiden sie sich wesentlich von phonetischen Störungen.*“[Böh03]. In dieser Arbeit wird nur die phonologische Störung betrachtet und im weiteren Verlauf näher beschrieben.

Die Ätiologie des Störungsbildes ist meist unbekannter Genese, da wie oben erwähnt, keine nachweisbaren organischen Funktionsbeeinträchtigungen vorliegen. Es werden je-

doch Risikofaktoren angegeben, die zu einer funktionalen Aussprachestörungen wie der phonologischen Störung führen können. Die Risikofaktoren sind eine genetische Disposition, prä- und perinatale Probleme, eine rezidivierende Otitis media (Einschränkungen der auditiven Wahrnehmung [Fox04]; siehe auch [WZ05]) und psychosoziale Komponenten. Im Falle der genetischen Disposition konnten Lewis und Mitarbeiter [LF97] keinen familiären Phänotyp der phonologischen Störungen in einer Studie entdecken, es wurde jedoch eine Häufung familiärer Sprech- und Sprachstörungen deutlich. Ein Literatureinblick von Fox verweist auf 28%-60% Kinder mit Sprachauffälligkeiten, die familiär auftreten [Fox04]. Shriberg und Kollegen [SAK97a] geben ein Verhältnis der Prävalenz von 2:1 bis 3:1 betroffener Jungen zu Mädchen an. Dies könnte auf eine genetische Komponente der Sprachstörung hindeuten. Die Inzidenzrate für Aussprachestörungen liegt laut Fox et al. [FDH02] bei 5% der Grundschüler. Zu den prä- und perinatalen Problemen zählen Infektionen und ein geringes Geburtsgewicht, die als Risikofaktor für Probleme in der Sprachentwicklung angesehen werden (siehe in [Fox04]). Erwähnt wird zudem eine (rezidivierende) Otitis media, die durch Minderung der Schallleitung zu einer negativen Beeinträchtigung der Sprachperzeption führen und somit einen negativen Einfluss auf die Sprachentwicklung haben kann ([FDH02]; [PSGR01]; [Fox04]; [WZ05]). Eine frühere Studie von Bishop und Edmundson [Bis89] konnte keinen Nachweis für signifikante Unterschiede zwischen sprachentwicklungsstörten Kindern mit durchlaufener Otitis media und ohne Erkrankung vorfinden. Bis heute gibt es keine eindeutigen Beweise für negative Auswirkungen der Erkrankung auf die Sprachentwicklung [Fox04]. Eine Studie von Johnson und Mitarbeitern [JMB08] konnte keine Korrelation zwischen der Erkrankung an einer Otitis media in den ersten drei Lebensjahren und der sprachlichen Leistung im Alter von sieben Jahren feststellen.

Shriberg (1982) klassifiziert die Kinder mit einer Aussprachestörung anhand ihrer Ätiologie, so dass fünf Gruppen entstehen (siehe in [Fox04]). Die erste Gruppe umfasst die Kinder mit einer Sprechverzögerung genetischen Ursprungs, die zweite die Kinder mit mindestens sechs Phasen einer Otitis media; die dritte Gruppe Kinder zeigt Anzeichen einer kindlichen Sprechapraxie, bei der prosodische und auch Sequenzierungsprobleme von Lauten auftreten. Die vierte Gruppe deutet auf eine psychosoziale Entwicklungsstörung hin, die sich durch stressbedingte Aussprachefehler kombiniert mit Stimm- und Prosodiefehlern auszeichnet. Persistierende Artikulationsprobleme nach dem 6. Lebensjahr werden in der letzten Gruppe unter den zurückbleibenden Artikulationsfehlern zusammengefasst. Fox und Dodd [FDH02] zeigen in einer Studie jedoch auf, dass 59% von 65 selektierten aussprachegestörten Kindern nicht mit dem Klassifikationsmodell von Shriberg eingeteilt und differenziert werden können.

Ein weiteres Klassifikationssystem wurde von Dodd (1995) erstellt, basierend auf der symptomatischen Ebene bzw. auf den verschiedenen phonologischen Prozessen ([Fox04]; [BD04]) und dem psycholinguistischen Sprechverarbeitungsmodell von Stackhouse und Wells (1997; siehe [Fox04]). Sie differenziert die aussprachegestörten Kinder danach ob eine phonologische Verzögerung, eine konsequente phonologische Störung, eine inkonsequente phonologische Störung oder eine Artikulationsstörung vorliegt. Die phonologische Verzögerung besteht, wenn ein Kind ausschließlich physiologische phonologische Prozesse zeigt, Prozesse die in der regelrechten Sprachentwicklung vorkommen, wovon mindestens ein Prozess für das Lebensalter ungewöhnlich ist. Die Verzögerung muss für die Diagnose sechs Monate betragen. In der phonologischen Entwicklung aller Kinder treten physiologische phonologische Prozesse auf. Sie lassen sich in strukturelle und systemische Vereinfachungen gliedern. Durch eine strukturelle Vereinfachung wird die Wortstruktur verändert und es kommt zu einer abweichenden Silben- und Phonemanzahl des realisierten Zielwortes. Die Studie von Fox [Fox04] ( $n=177$ ) erforschte die phonologische Entwicklung deutscher Kinder im Alter von 1;6-5;11 Jahren und konnte die Tilgung unbetonter Silben, Assimilationen, die Tilgung initialer und finaler Konsonanten, wie auch die Reduktion von Konsonantenverbindungen als physiologische phonologische Prozesse innerhalb der strukturellen Vereinfachung feststellen. Es traten auch systematische Veränderungen, Ersetzungen von Phonemen bei Erhalt der Wortstruktur in Form von Vorverlagerungen, Rückverlagerungen, Plosivierungen, Deaffrizierungen, glottaler Ersetzungen und Sonorierung wie Entstimmung auf (siehe auch [WSA05]; [Bak06]). Die Vorverlagerung des Sibilanten /ʃ/ zu einem /s/ im Alter von 4;6 Jahren würde zu der Diagnose einer phonologischen Verzögerung führen. Die Vokalfehlerrate lag bei den untersuchten Altersgruppen zwischen 1-3%. Robb und Kollegen [RBY99] hingegen fanden bei einem Mädchen mit einer phonologischen Störung im Alter von 4;0 Jahren ausgeprägtere Vokalfehler. Eingangs der Studie enthielt ihr Vokalrepertoire drei Vokale und der Prozentsatz korrekter Vokale (PCV) betrug 48%. Fox [Fox04] konnte den regelrechten Erwerb aller Phoneme bis zu einem Alter von 4;11 Jahren konstatieren.

Eine konsequente phonologische Störung wird diagnostiziert, wenn ein Kind einen pathologischen phonologischen Prozess in seiner Aussprache aufweist. Dies ist ein Prozess, der nicht in der normalen physiologischen Sprachentwicklung vorkommt. Phonologische Prozesse gelten als pathologisch, wenn sie nicht in der normalen Sprachentwicklung vorkommen, sie im Vergleich zur physiologischen Entwicklung bei unüblichen Phonemen auftreten und sie innerhalb eines Prozesses hochfrequent auftreten. Gleichzeitig können bei einer konsequenten phonologischen Störung physiologische Prozesse auftreten ([Fox04]; [FD01]; [BD04]). Die Plosivierung aller Frikative würde somit als eine konsequente phonologische

Störung bezeichnet werden.

Werden dieselben lexikalischen Items von einem Kind verschieden gebildet und kann bei einem 25 Wörter - Benennertest eine Inkonsistenzrate von minimal 40% festgestellt werden, so handelt es sich nach Dodd um eine inkonsistente phonologische Störung (siehe [Fox04]; [FD01]; [BD04]. Holm und Kollegen [HCD07] führten zur Differenzierung normaler Variabilität in der regelrechten Sprachentwicklung und Inkonsistenz bei gestörter Sprachentwicklung eine Studie durch, die belegen konnte, dass die Inkonsistenz innerhalb der Sprachproduktion kein Merkmal einer regelrechten Sprachentwicklung ist und dass die Inkonsistenz bereits im Alter von 3;0 Jahren als ein Merkmal einer Aussprachestörung gewertet werden kann. Die Kontrollkinder mit größter Variabilität erreichten eine durchschnittliche Inkonsistenzrate von nur knapp 13%. Die Kinder mit einer inkonsistenten oder konsequenten phonologischen Störung produzieren weniger Aussprachefehler beim Nachsprechen als beim Benennen oder in der Spontansprache [Fox04]. Zusätzlich scheint bei der inkonsistenten Form ein reduziertes Arbeitsgedächtnis vorzuliegen, da ein Wortlängeneffekt vorzufinden ist. Eine Theoretische Erläuterung zum Arbeitsgedächtnis folgt im Unterkapitel 1.1.3.

Eine phonetische Störung wird in diesem Klassifikationsmodell diagnostiziert, falls „*eine wahrnehmungsmäßig annehmbare Version eines Phons [nicht produziert werden kann], isoliert oder in jeglichem phonetischen Kontext.*“ ([Fox04]: S. 109). Zu den phonetischen Störungen zählen u.a. der Sigmatismus interdentalis oder auch der Sigmatismus lateralis. Eine kombinierte phonetisch-phonologische Störung kann ebenfalls vorliegen, wenn sowohl phonetische Abweichungen (z.B. Sigmatismus) und ein verzögerter physiologisch-phonologischer Prozess oder mindestens ein pathologischer Prozess aufzufinden sind.

Die Studie von Broomfield und Dodd [BD04] räumt eine zusätzliche Kategorie der kindlichen Sprechapraxie ein, die sich durch andere Symptome, die einer anderen Störungsebene zuzuordnen sind, von den anderen Gruppen des Klassifikationsmodells unterscheidet ([BD04]; siehe auch Unterkapitel 1.3).

Im deutschsprachigen Raum wurden einige Testverfahren zur Überprüfung kindlicher Aussprachestörungen ausgearbeitet. Das Aussprachetestverfahren mit Auswertung für Kinder (AVAK) [HW02] ist ein standardisiertes Testverfahren bestehend aus 120 Bildbenennungskarten, die die einzelnen Laute in den verschiedenen Wortpositionen mehrfach kontrollieren. Die Antworten des Kindes werden mittels Lautschrift auf einem Protokollbogen notiert. Die Auswertung kann mit Hilfe eines Computerprogramms vorgenommen werden. Es werden die Aussprachefehler nach dem Artikulationsort und nach der Artikulationsart aufgelistet und die Silbenstrukturprozesse dargestellt. Das AVAK enthält zusätzlich ein Screening mit 44 Prüfwörtern der wichtigsten Konsonanten und Konsonantencluster.

Phonologische Wort- und Silbenstrukturprozesse werden ebenfalls miteinbezogen. Die standardisierte LOGO-Ausspracheprüfung von Wagner [Wag99] erfasst Aussprachefehler, phonologische Prozesse und phonetische Abweichungen anhand von 108 Bildern, die vom Kind benannt werden sollen. Auch dieses Verfahren verlangt eine phonetische Transkription. Die Auswertung umfasst die Analyse aller vokalischen und konsonantischen Prozesse. Die phonetischen Abweichungen werden innerhalb der Transkription deutlich, jedoch nicht separat vermerkt.

Ein standardisiertes und normiertes Diagnostikinstrument für Aussprachestörungen ist die Psycholinguistische Analyse Kindlicher Aussprachestörungen (PLAKSS) [Fox02]. Dieses Verfahren basiert auf dem o.g. Klassifikationsmodell von Dodd und enthält die Normdaten von 177 Kindern aus der vorangehenden Studie von Fox und Dodd ([Fox04]; [FD01]). An Hand von 99 Bildern werden alle Phoneme der deutschen Sprache abgefragt und in phonetischer Schrift festgehalten. Die weitere Beschreibung dieses Verfahrens erfolgt im Unterkapitel Diagnostikinstrumente in der methodischen Beschreibung (Kapitel 3.1.3). Zusammenfassend ist die phonologische Störung eine funktionale Aussprachestörung, welche sich eindeutig beschreiben und analysieren lässt. Es können sowohl ein geeignetes Klassifikationsmodell nach Dodd (1995) mit einer Untergliederung in die konsequente und in die inkonsequente phonologische Störung als auch ein normiertes Verfahren zur Diagnostik (PLAKSS) verwendet werden.

### 2.1.3 Arbeitsgedächtnis

An dieser Stelle erfolgt eine kurze Erläuterung des Mehrkomponenten Modells nach Baddeley ([Bad03], [Bad00], siehe auch [Hei08], [HG03]), um Arbeitsgedächtnisprozesse insbesondere bei Sprachprozessen zu veranschaulichen. Unter dem Arbeitsgedächtnis wird ein internes kognitives System verstanden, welches es ermöglicht, mehrere Informationen zu speichern und miteinander in Beziehung zu setzen. Das Modell von Baddeley nimmt ein Kontrollsyste, die zentrale Exekutive, und den episodischen Speicher sowie zwei Speichersysteme, die phonologische Schleife und das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis, an. Das phonologische Arbeitsgedächtnis bzw. die phonologische Schleife ist ein Teilsystem für die Verarbeitung sprachlicher Informationen. Es besteht aus einem phonetischen Speicher und aus einem subvokalen artikulatorischen Kontrollprozess („subvocal rehearsal“). Der phonetische Speicher hält die auditiven Informationen für wenige Sekunden präsent und er zeigt für akustisch unähnliche Items eine geringere Gedächtnisspanne als für akustisch entfremdete Items. Der subvokalische artikulatorische Kontrollprozess hält die verbalen

Informationen durch inneres Sprechen und Wiederholen länger im Bewusstsein. Innerhalb dieses Konrollprozesse konnte ein Wortlängeneffekt festgestellt werden, der zu einer größeren Reduktion der Gedächtnisspanne führt, je länger die zu reproduzierenden Wörter sind. Der Wortlängeneffekt tritt nicht auf, wenn ein irrelevantes Wort wiederholt nachgesprochen werden soll, so dass kein inneres Repetieren stattfinden kann. Durch diese artikulatorische Suppression wird die Merkspanne reduziert. Das phonologische Arbeitsgedächtnis ist in der Sprachentwicklung involviert, da neue, unbekannte Wörter auditiv wahrgenommen und wiederholt werden müssen. Diese Anforderung ist ebenfalls bei der Produktion von Pseudowörtern gegeben. Das artikulatorische Repetieren in der phonologischen Schleife scheint für aphasische Patienten mit einer Apraxie gestört zu sein, da eine geringere Merkspanne im Vergleich zu Kontrollprobanden festgestellt werden konnte [WR92]. Der Prozess des subvokalen „rehearsal“ ist mit in die Planung der artikulatorischen Gesten involviert, die mit der phonemischen und syllabischen Struktur assoziiert sind [WR92].

Das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis hält visuelle und räumliche Informationen aufrecht und bearbeitet diese. Eine Trennung der visuellen und räumlichen Komponente wird angenommen, sowie eine mögliche kinästhetische Komponente. Beide Komponenten werden in der Sprachentwicklung bei der Erstellung von semantischen Konzepten benötigt, wenn neue Objekte erscheinen und das Kind diese zu benutzen lernt. Die zentrale Exekutive stellt ein Teilsystem des Arbeitsgedächtnisses dar, dass die Koordination der anderen Teilsysteme bei kognitiven Alltagsaufgaben und bei der Bearbeitung mehrerer Anforderungen übernimmt. Zusätzlich sorgt es für flexible Abrufstrategien, für eine selektive Beachtung von relevanten Informationen und für eine selektive Wissensaktivierung im Langzeitgedächtnis bei komplexen Gedächtnisspannenaufgaben. Neuesten Untersuchungen zufolge kann zusätzlich zur zentralen Exekutive oder als Teil von ihr ein episodischer Speicher angenommen werden [Bad00]. Der episodische Speicher kombiniert und integriert Informationen von verschiedenen Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses. Diese Informationen liegen bei einer Aktivierung durch Aufmerksamkeit in Form einer zeitlichen Repräsentation vor. Hinweise für das Bestehen des episodischen Speichers konnten u.a. durch den Einfluss von visueller Ähnlichkeit eines Items auf den verbalen Abruf gefunden werden. Die zentrale Exekutive kann den Inhalt des episodischen Speichers beeinflussen, indem die Aufmerksamkeit auf eine Quelle mit Informationen gerichtet wird. Diese Informationen können perzeptuell sein, von einer Komponente des Arbeitsgedächtnisses oder vom Langzeitgedächtnis stammen. Eine Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisse kann demgemäß einen Einfluss auf die Sprech- und Sprachentwicklung bzw. Leistung haben.

## 2.2 Sprachproduktionsmodelle

In diesem Kapitel sollen verschiedene Sprech- und Sprachentwicklungsmodelle vorgestellt werden, um die kindliche Sprechapraxie und die phonologische Störung anhand der Symptome und Fehlernuster modelltheoretisch einzuordnen und differenzieren zu können. Bei den Modellen handelt es sich um ein neuronales Netzwerkmodell der Sprechentwicklung ([GGT06] und [GHJ98]), das den Lernprozess mit Beginn des Lallstadium aufgreift und die sprechmotorische Kontrolle mittels Feedforward- und Feedbackstrategien erläutert. Des Weiteren wird die Erweiterung dieses Modells von Kröger et al. [KKNR09] vorgestellt. Das psycholinguistische Modell der kindlichen Sprachproduktion von Stackhouse und Wells [SW97] wird dargelegt und mögliche Störungsebenen diskutiert. Daraufhin wird das Sprachproduktionsmodell von Levelt [LRM99] beschrieben, welches auf der Basis von Reaktionszeitexperimenten erstellt wurde und einen Einblick in die Sprachproduktion erwachsener Sprecher gibt.

### 2.2.1 DIVA - Neuronales Netzwerkmodell der Sprachentwicklung nach Guenther

Das DIVA - Modell (Directions Into Velocity of Articulators) ([GHJ98]; [GGT06]) illustriert den Erwerb des Sprechens und der sprechmotorischen Kontrolle. Es ist ein Modell, welches die Sprechentwicklung und deren Funktionskreislauf anhand einer Computersimulation entwickelt und Hypothesen zum Spracherwerb überprüft. Die Grundannahme des Modells (1998) ist, dass ein Kind während der frühen Lallperiode lernt, seine Sprachproduktion nach Anleitung des auditiven Feedbacks anzupassen. Die Komponenten in dem Modell (siehe Abbildung 2.1) bestehen jeweils aus Neuronenverbänden („maps“), die neuronale Repräsentationen erstellen. Es entstehen systematische Verknüpfungen auf neuronaler Basis („systematic mappings“) zwischen der Artikulationsbewegung und dem auditiv Wahrgenommenen. Das „mapping“ bedeutet, dass eine Transformation einer neuronalen Repräsentation stattfindet. Hierbei werden Synapsen aktiviert, die die neuronale Repräsentation zu anderen Neuronen projizieren und entsprechende weitere neuronale Repräsentationen aktivieren. Das Kind lernt durch die Lallperiode „mappings“ aufzubauen, in denen zufällige Bewegungen der Artikulatoren taktil, propriozeptive und auditive Feedbacksignale liefern, welche genutzt werden, um die neuronalen Repräsentationen und deren Verbindungen untereinander herzustellen. Nach der Lallperiode können neue auditiv angebotene Laute und Lautkombinationen bereits erlernter Laute produziert wer-

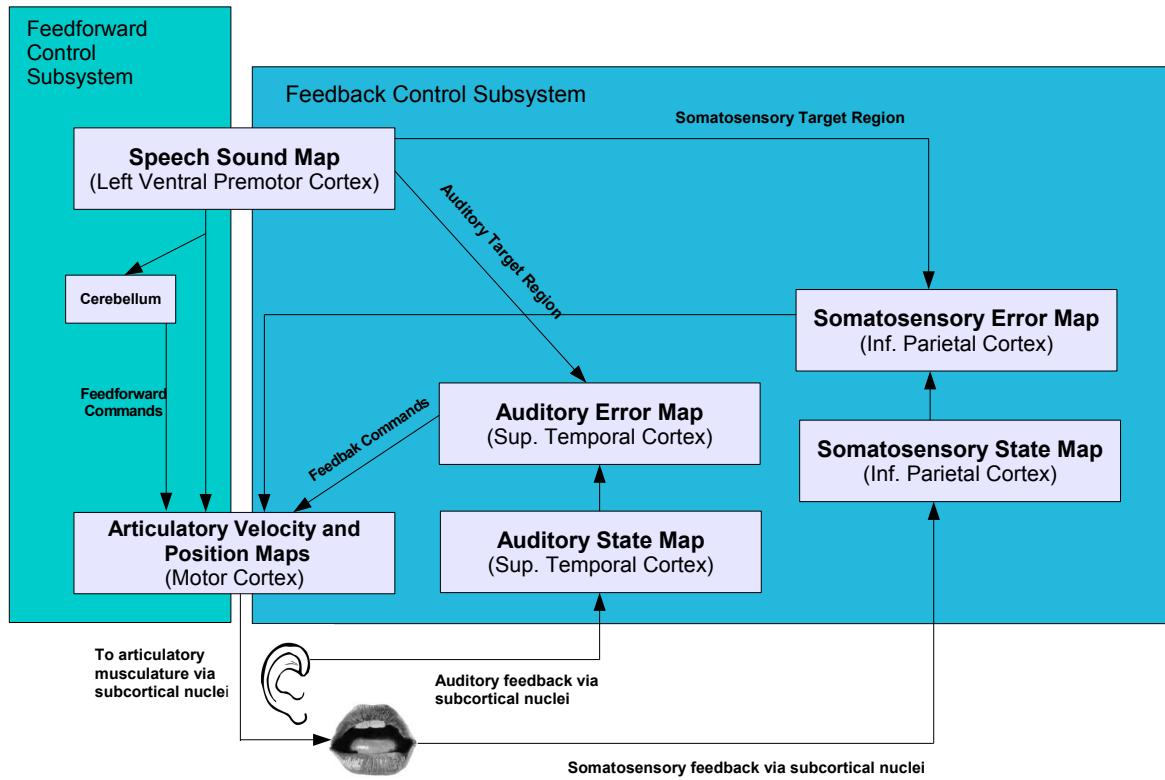


Abbildung 2.1: Neuronales Netzwerkmodell der Sprechentwicklung nach Guenther et al., 2006

den. Das Modell (Basis 1998) besteht aus mehreren Bezugssystemen, die durch eine neuronale Netzwerkstruktur miteinander verbunden sind. Der Muskellängen-Bezugsrahmen beschreibt die Länge, Kürze und Geschwindigkeit der Muskulatur, die an den Sprechbewegungen beteiligt sind. Dabei können verschiedene Muskellängen verwendet werden, um dasselbe Phonem unter verschiedenen Bedingungen zu äußern (z.B. bei einem Hindernis im Mundraum).

Der artikulatorische Bezugsrahmen beinhaltet einen Richtungsvektor und einen Positionsvektor mit sieben Dimensionen, nämlich für den Kiefer (eine Dimension), für die Zunge (drei Dimensionen), für die Lippe (zwei Dimensionen) und für die Larynxhöhe (eine Dimension). Die auditiv geplanten Bewegungen werden in Bewegungsrichtungen abgebildet und eine Veränderung der Position der Artikulatoren wird vorgenommen. Ein „Go-Signal“ kontrolliert die Bewegungsgeschwindigkeit, mit denen die Artikulatoren bewegt werden. Der taktile Bezugsrahmen umschreibt den Zustand der Druckrezeptoren an der Oberfläche der Artikulatoren. Er liefert Informationen über die Artikulationsposition, wenn sich zwei Artikulatoren berühren, jedoch nicht bei fehlendem Kontakt. Da in diesem Modell zunächst Vokalproduktionen überprüft wurden, wird hier die orosensorische Infor-

mation anstelle des kompletten taktilen Bezugsrahmens angenommen. Diese Information enthält den taktilen Reiz und die Muskellänge.

Die Koordinaten, die die Orte und Grade der Verengung im Vokaltrakt angeben, sind im Verengungs-Bezugsrahmen festgehalten. Eine gegebene Menge an Verengungsorten und -graden kann durch unendlich viele unterschiedliche Konfigurationen der Artikulatoren erzielt werden. Dieser Aspekt wird als Motoräquivalenz bezeichnet.

Die Eigenschaften eines akustischen Signals, das im Vokaltrakt produziert wurde, werden im akustischen Bezugsrahmen beschrieben. Nur über eine Umwandlung des akustischen Signals vom auditiven System gelangen die Informationen bzw. Reize an das zentrale Nervensystem.

Darüber hinaus existiert noch ein auditiv-perzeptueller Bezugsrahmen. Das wahrgenommene, akustische Signal wird vom auditiven System in auditiv-perzeptuelle Informationen umgewandelt und gelangt zum Spracherkennungssystem, indem Sprachlaute identifiziert werden. Diese Information wird genutzt, um die Sprechbewegung zu planen. Das erweiterte Modell (2006) enthält die neuronale Basis der Modellkomponenten und bezieht neuronale Prozessverzögerungen mit ein (z.B. die Ausführung eines neuronalen Befehls vom motorischen Cortex benötigt 40ms). Die folgende Darstellung basiert auf den Neuerungen des Modells von 2006, die insbesondere die neuronale Basis der Modellkomponenten darlegt. Bei der Produktion eines Phonems oder einer Silbe wird der Plan für die Sprachlaute (Spiegelneurone) aktiviert, der im ventral prämotorischen Cortex lokalisiert ist. Die Signale werden vom prämotorischen Cortex zum auditiven und zum somatosensorischen Cortex geleitet. Die Synapsen enkodieren die sensorische und auditive Vorstellung des zu produzierenden Lautes und es erfolgt eine Projektion des Sprachplans auf den motorischen Cortex, der den Befehl zur Ausführung aktiviert und generiert. Nach dem Lernprozess, der für eine Abstimmung zwischen der Feedforward-Erwartung und dem motorischen Befehl sorgt, enkodieren die Synapsen eine spatiotemporale Zielregion, die in auditive Koordinaten umgesetzt werden. Während der Sprachproduktion wird die Zielregion mit dem auditiven Ergebnis verglichen. Eine Diskrepanz wird korrektiv durch entsprechende Befehle des auditiven Cortex an den motorischen Cortex behoben. Entspricht die somatosensorische Vorstellung nicht dem somatosensorischen Ziel, so wird auch in diesem Fall ein korrekter Befehl an den motorischen Cortex gegeben. Die Feedback- und die Feedforwardsignale verbinden sich auf diese Weise im motorischen Cortex. Smith und Mitarbeiter [SG04] nehmen an, dass sich die neuronalen Verknüpfungen („mappings“) über den Lernprozess hinweg verändern. Zunächst ist während der Brabbel- und Lallperiode der Abgleich und das Speichern der auditiven und der sensorischen Repräsentation für das „mapping“ bedeutsam. Daraufhin nehmen Silben und andere linguistische Einheiten

Einfluss auf die Erzeugung des motorischen Befehls. Am Ende des Lernprozesses stehen komplexe Äußerungen, die zu Verknüpfungen neuronaler Repräsentationen auf Wort- und Phrasenebene führen und später stabile motorische Abläufe ermöglichen.

Das Modell könnte in Bezug auf die kindliche Sprechapraxie einen möglichen Erklärungsansatz leisten. Möglich wären Probleme beim Aufbau der neuronalen Repräsentationen und ihrer neuronalen Vernetzung, den „mappings“. Hierdurch sind sowohl Feedforward- als auch Feedbackprozesse eingeschränkt, so dass ein Aufbau von Routinen kaum erreichbar ist. Die Vokalfehler und auch die Inkonsistenzraten der Kinder mit sprechapraktischen Symptomen würden durch mangelnde neuronale Repräsentationen, „mappings“, Feedforward- und auch Feedbackprozesse hervorgerufen werden. Die Konsonanten und Vokale bzw. deren Repräsentationen würden nicht bereits neuronal verknüpft vorliegen und würden wie im Lernprozess „ausprobiert“ werden müssen. Dieser Prozess würde nicht immer zum korrekten Ergebnis führen, so dass inkonsistente Fehler entstehen können. Sequenzierungsprobleme und Einbrüche bei der Diadochokinese, also bei der Implementierung eines motorischen Plans, könnten durch eine fehlerhafte Aktivierung innerhalb des Plans für Sprachlaute hervorgerufen werden oder durch eine fehlerhafte Zusammensetzung der neuronalen Repräsentationen bzw. der Befehle an den ausführenden motorischen Cortex einsetzen. Darauf hinaus wäre eine längere neuronale Verzögerung denkbar, die für etwaiges Suchverhalten und Initiierungsprobleme verantwortlich wäre. In der Sprachentwicklung können sich durch diese Schwierigkeiten die ersten Effekte in wenig Sprachproduktion, wie wenig Brabbeln und Lallen, als auch durch hohe Unverständlichkeit äußern. Im weiteren Verlauf können sich ein gestörtes phonologisches System, Wortschatzprobleme und ein Dysgrammatismus entwickeln. Die Störung könnte durch die Unfähigkeit der Kinder zum Erstellen von „mappings“ hervorgerufen werden, so dass die Entwicklung der Sprechmotorik eingeschränkt bleibt und die darauf folgenden Entwicklungsstufen der Phonologie und Grammatik ebenfalls beeinträchtigt werden ([MNM01]; [Maa02]). Schwierig bleibt in diesem Modell die Erklärung für fehlerfreie Wortproduktionen bei kindlicher Sprechapraxie, da in diesem Fall manche „mappings“ existieren müssten, wohingegen andere wiederum nicht aufgebaut werden können. Phonologische Prozesse können mit diesem Modell zur Sprechmotorik nicht begründet werden, da eine Phonemselektion auf linguistischer Basis voraus geht und auf einer anderen Ebene stattfindet.

Die phonologische Störung ist auf der linguistischen Ebene zu betrachten, da die motorische Planung und Programmierung nicht betroffen sind, sondern die Phonemselektion. Bei einer Silben- oder Wortproduktion werden die korrekten neuronalen Repräsentationen zu den Phonemen in dem Plan für Sprachlaute aktiviert, jedoch werden sie zuvor linguistisch falsch selektiert. Sowohl bei konsequenter als auch inkonsistenter phonologische Störung

zeigen sich bessere Nachsprech- als Benennleistungen, wodurch intakte Feedforward- und Feedbackschleifen angenommen und eine repetitive fehlerhafte phonemische Selektion vermutet werden kann. Dennoch muss eingeräumt werden, dass eine Störung der Feedback- und Feedforwardprozesse im auditiven und sensorischen Plan bzw. der Repräsentationen (Auditory/Somatosensory Error/State Map, siehe 2.1) zu defekten Verknüpfungen der neuronalen Repräsentationen führen kann und dass sich im Lernprozess hieraus eine falsche Phonemselektion ergibt. Die Störungsursache der inkonsequenteren phonologischen Störung liegt in diesem Modell im Plan für Sprachlaute (Speech Sound Map, siehe 2.1), in dem die Lautgesten hochfrequenter Silben abgespeichert sind. Die Kinder mit dieser Aussprachestörung können Probleme beim Aufbau der neuronalen „mappings“ haben, so dass kein automatisierter Verknüpfungsprozess der neuronalen Repräsentationen entwickelt werden kann. Auf diese Weise kommt es zu inkonsequenteren Realisierungen eines Zielwortes.

Eine Erweiterung des DIVA - Modells wurde von Kröger und Mitarbeitern [KKNR09] vorgestellt. Das Modell fokussiert auf die sensomotorischen Prozesse der Sprachproduktion und auf die sublexikalische Sprachperzeption. Die Sprachproduktion beginnt hier mit der phonemischen Repräsentation des Zielwortes und basiert auf vorherigen linguistischen Prozessen, die im Modell von Levelt (siehe Unterkapitel 1.2.3) vorgestellt werden. Eine phonologisch enkodierte, hochfrequente Silbe aktiviert Lautgesten aus dem phonetischen Plan und wird durch den Feedforwardprozess weiterverarbeitet, da es ebenfalls zu einer Aktivierung der sensorischen Komponente, der sensorisch neuronalen Repräsentation der Sprachlaute und des motorischen Plans kommt (siehe Abbildung 2.2). Die Verarbeitung von niedrigfrequenten Silben ist in diesem Modell noch nicht implementiert, jedoch wird angenommen, dass ihre Lautgesten durch das Modul für motorisches Planen generiert wird. Im folgenden Schritt wird ein motorischer Plan erstellt, der die Abfolge der Lautgesten koordiniert. Das Ausführungsmodul koordiniert unter koartikulatorischen Aspekten die Bewegungsabläufe der einzelnen Lautgesten. Diese Befehle werden vom primär motorischen Cortex erzeugt und mit Hilfe des Moduls für neuromuskuläre Prozesse vom Vokaltrakt ausgeführt. Das produzierte akustische Signal wird für die Feedbackkontrolle genutzt. Die Feedforward- und Feedbackprozesse verlaufen wie im Modell von Guenther (2006) und sind im somatosensorischen und auditiven Prozessmodul lokalisiert. Innerhalb der Perzeption wird das akustische Sprachsignal zum mentalen Lexikon (hier: nicht implementiert) geleitet oder führt zur Aktivierung der phonetischen Repräsentation.

Das Modell von Kröger und Mitarbeitern führt weitere Module, das des phonemischen Plans und das des motorischen Planens und Ausführens, ein. Diese Module sind im Modell von Guenther (1998, 2006) nicht enthalten, so dass keine Differenzierung des motorischen

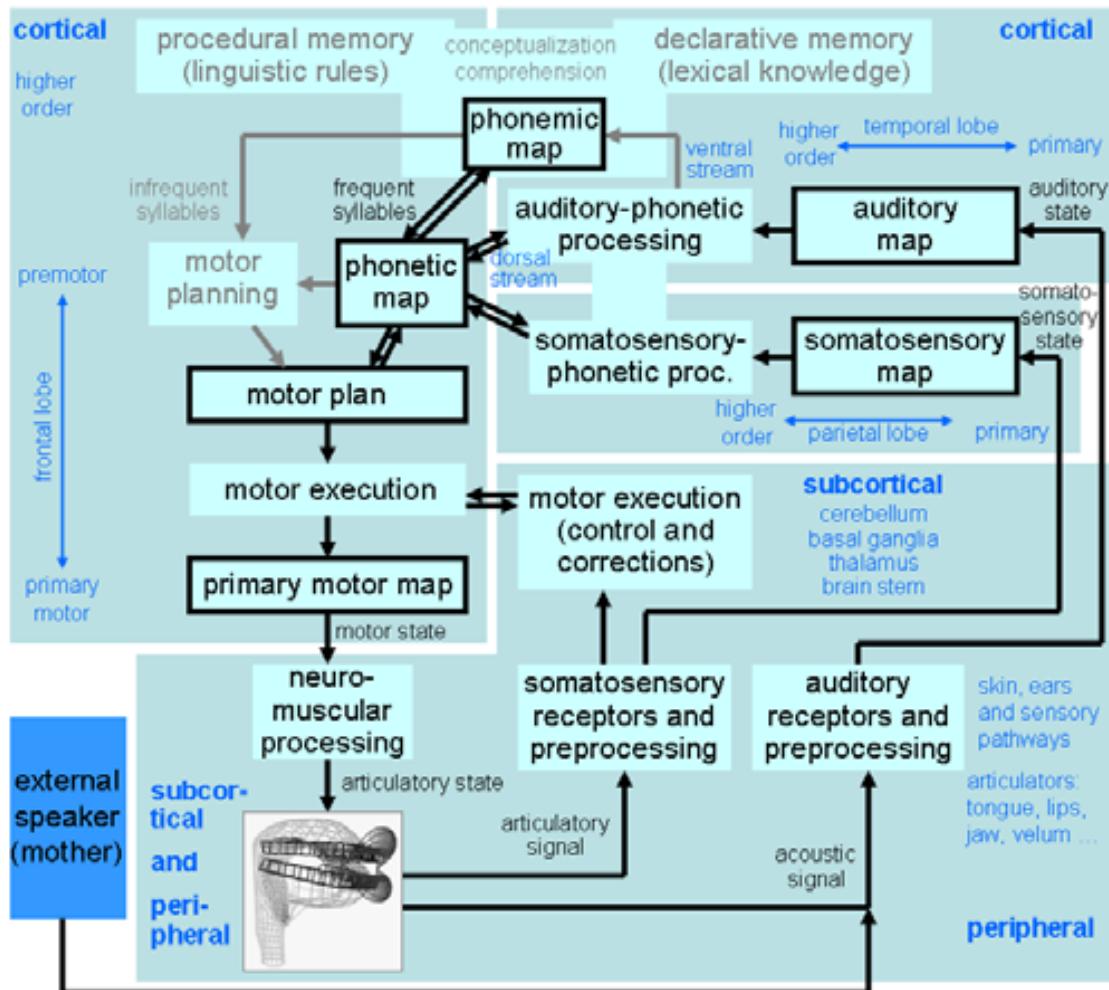


Abbildung 2.2: Neuronales Computermodell der Sprachproduktion und -perzeption nach Kröger et al. (2009)

Planens und Ausführen vorgenommen wird. Es wird ein phonetischer Plan präsentiert, der mittels bidirektionalem „mapping“ zwischen der sensorischen, motorischen und phonemischen Repräsentation vermittelt (Produktion: Phonemic Map  $\Rightarrow$  Phonetic Map  $\Rightarrow$  Sensory Maps; Perzeption: Sensory Maps  $\Rightarrow$  Phonemic Map  $\Rightarrow$  Phonetic Map, siehe 2.2). Eine modelltheoretische Einordnung der kindlichen Sprechapraxie kann in dem erweiterten Modell differenzierter vorgenommen werden. Demgemäß kann die bereits erwähnte fehlerhafte Zusammensetzung der neuronalen Repräsentationen zu einem motorischen Plan, also die Abfolge und spatiotemporale Koordination und Koartikulation, gestört sein. Dieser Störungsmechanismus wäre dann im motorischen Plan und in der motorischen Ausführung auf der Ebene des primär motorischen Cortex zu lokalisieren. Die konsequente phonologische Störung könnte auf der Ebene des phonemischen Plans („Phonemic Map“) eingeord-

net werden, da nicht die korrekten Phoneme für die Sprachproduktion und für das Zielwort selektiert werden. Darüber hinaus kann der sensorische Plan („Sensory Map“) defekt sein, so dass bei der Perzeption von Sprachlauten keine oder defekte sensorische Repräsentationen entstehen und es zu einer Aktivierung von nicht adäquaten Phonemen kommt. Die inkonsequente phonologische Störung hingegen ist ähnlich zur kindlichen Sprechapraxie im Bereich des phonetischen Plans („Phonetic Map“) zu betrachten. Es kommt zu Schwierigkeiten bei der Aktivierung der korrekten Lautgesten, so dass während der Sprachentwicklung ein neuronales „mapping“ für hochfrequente Wörter nicht aufgebaut werden kann. Dadurch müssen die Laute und Silben durch das motorische Planen neu generiert werden. Der motorische Plan und die restlichen Module innerhalb des Sprachproduktionsprozesses sind nicht wie bei der kindlichen Sprechapraxie betroffen, da keine Symptomatik betreffend der Lautfolge (Metathese), der phonetischen Entstellungen, der Diadochokinese oder der Prosodie bekannt ist.

### 2.2.2 Sprachverarbeitungsmodell nach Stackhouse und Wells

Dieses Sprechverarbeitungsmodell von Stackhouse und Wells [SW97] zählt zu den psycholinguistischen Ansätzen und versucht, das Sprechen und die Sprache von Kindern auf der kognitiven und psychologischen Ebene zu erklären und Störungsmechanismen und -ebenen zu beschreiben. Drei Aspekte werden in den psycholinguistischen Modellen oftmals hervorgehoben und setzen sich aus der Perzeption, Speicherung und Produktion von Wörtern zusammen [BCMP01]. Die Inputverarbeitung, Speicherung und die Outputverarbeitung des hier vorgestellten Modells spiegeln die drei Aspekte wieder. Dem psycholinguistischen Ansatz liegt zugrunde, dass die Aussprachestörungen auf perzeptiver, kognitiv-linguistischer und motorischer Ebene begründet sein können. Das Modell von Stackhouse und Wells [SW97] ist in Abbildung 2.3 veranschaulicht. Es beginnt mit der auditiven Verarbeitung von akustischem Input, der sowohl sprachlicher, als auch nicht sprachlicher Art sein kann. Es kommt zur Schallleitung des akustischen Signals vom äußeren Ohr bis zur Hörnervenbahn. Daraufhin erfolgt die Verarbeitung des Reizes, genauer die Diskrimination des Reizes, ob dieser sprachlich ist oder nicht. Wird der Reiz als sprachlich identifiziert, wird er mit bereits vorhandenen gespeicherten, phonetischen Mustern verglichen, um die Muttersprache aber auch unbekannte Sprachen erkennen zu können. Hierfür wird der muttersprachliche Input in Silben, Laute oder Reime zerlegt (Ebene des phonologischen Erkennens). Handelt es sich aber um einen sprachlichen Input, der nicht muttersprachlicher Art ist, so beginnt das phonetische Diskriminieren. Dort werden

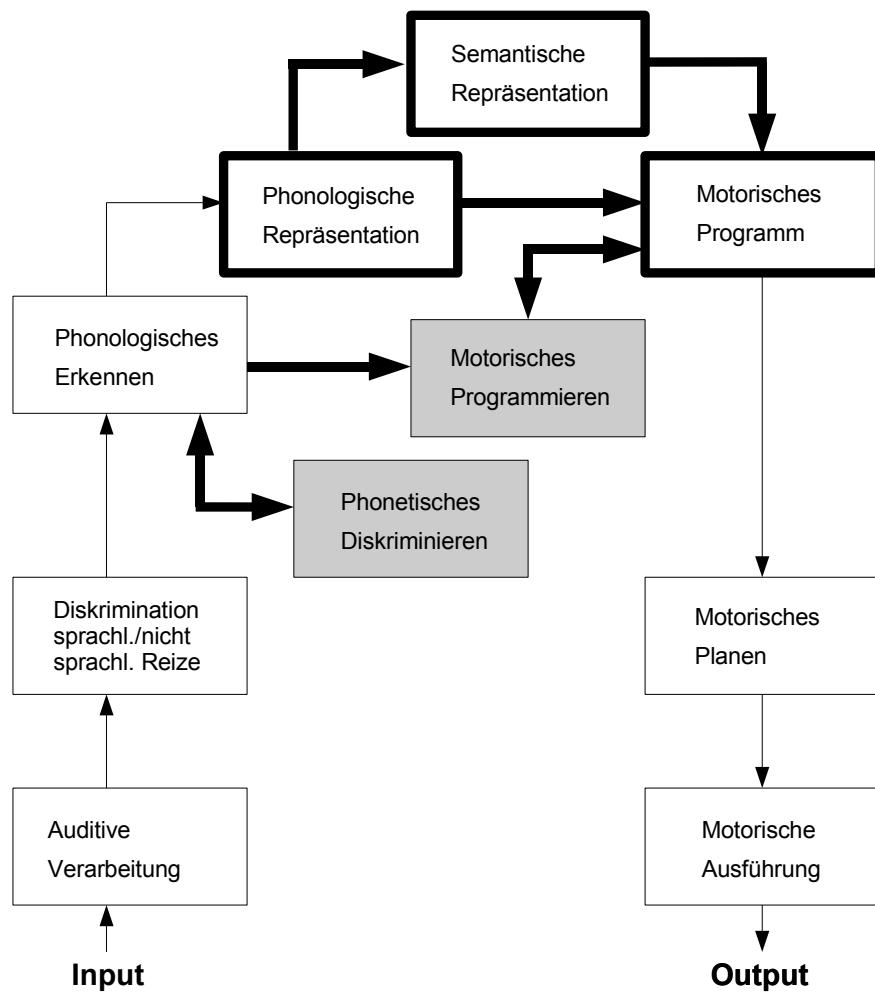


Abbildung 2.3: Sprechverarbeitungsmodell nach Stackhouse und Wells, 1997

fremdsprachliche Reize rein phonetisch weiterverarbeitet.

Die Worterkennung findet erst in den folgenden Prozessen auf der Ebene der Speicherung statt. Diese Ebene umfasst sowohl die phonologische und semantische Repräsentation als auch das motorische Programm. Die phonologische Repräsentation enthält die Informationen über die Wortform bzw. über den Silbenkern, so dass ein Wort von anderen unterschieden und erkannt wird. Die Bedeutung des Wortes ist in der semantischen Repräsentation festgehalten und wird dort aktiviert. Das gehörte Wort wird also zunächst von anderen gespeicherten Wörtern rein phonologisch abgegrenzt, bevor die Bedeutung aktiviert wird.

Soll nun das wahrgenommene oder ein anderes Wort produziert werden, muss ein Programm mit „gestischen Targets“ aktiviert werden, welches die Stellung und Bewegungen

der Artikulatoren enthält. Erfolgt die Produktion eines hochfrequenten Wortes, so gehen Stackhouse und Wells von einem direkten Zugriff auf das motorische Programm aus und eine automatisierte Wortproduktion wird ermöglicht.

Im Falle einer Pseudowortproduktion muss ein neues motorisches Programm erstellt werden. Das geschieht auf der Stufe des motorischen Programmierens (Outputgenerierung), indem kleine phonologische Einheiten aus einem separaten Speicher selektiert und zusammengesetzt werden, bis das unbekannte Wort aus „gestischen Targets“ besteht. Danach sind alle „gestischen Targets“ aktiviert. Die Abfolge, der Rhythmus und die Intonation, sowie eine Anpassung an den Kontext müssen noch hergestellt werden. Dieser Verarbeitungsschritt wird durch das motorische Planen beschrieben. Zum Schluss kommt es zur motorischen Ausführung bzw. Realisierung des Wortes durch die beteiligten Artikulatoren. Die Artikulation kann jedoch durch organische und funktionelle Störungen der Artikulationsorgane beeinträchtigt und gestört sein, wie z.B. durch eine kindliche Dysarthrophonie, eine Lippen-Kiefer-Gaumenspalte oder auch durch eine Rhinolalie [Fox04]. Bezuglich der Einordnung von kindlichen Aussprachestörungen kann die konsequente phonologische Störung dem Bereich der Inputverarbeitung und auch der Speicherung zugeordnet werden, da „diese Kinder die sprachspezifischen Merkmale phonologischer Strukturen noch nicht vollständig (beziehungsweise fehlerhaft) abstrahiert [haben]“ ([Fox04], S.195). Im Bereich des phonologischen Erkennens würden die Wortstrukturen fehlerhaft segmentiert und es käme zur unzulänglichen Abstraktion der phonologischen Regeln. Hierdurch könnte eine defekte phonologische Repräsentation vorliegen, wodurch es bei der Sprachproduktion folglich zu einer inkorrekt Phonemselektion käme und somit zur Aktivierung der in Bezug auf das Zielwort falschen motorischen Programme.

Die inkonsequente phonologische Störung ist nach Fox [Fox04] im motorischen Programm anzusiedeln. Es könnte bei der Selektion der motorischen Programme zu Fehlern kommen, so dass nicht die korrekten Bewegungen und Bewegungsfolgen der Artikulationsorgane aktiviert würden. Im Lernprozess könnte dies zu einer mangelnden Speicherung der motorischen Programme führen, so dass es zu keinem automatisierten Abruf von motorischen Programmen für hochfrequente Wörter kommen würde. Bei erneuter Produktion des Wortes müsste ein neues motorisches Programm generiert werden, wodurch neue Fehler entstehen können, die sich in der Inkonsistenzrate ausdrücken. Außerdem scheint bei diesen Kindern das phonologische Arbeitsgedächtnis vermindert zu sein, wodurch die phonologische Repräsentation von Wörtern nicht lang genug zur Verfügung steht, um ein phonologisches Programm zu generieren.

Die kindliche Sprechapraxie ist auf der Ebene des motorischen Programms, des motorischen Planens und der Verbindung zur motorischen Ausführung einzurichten, da die

Symptomatik dieser Kinder auf einen gestörten Zugriff und auf eine fehlerhafte Abfolge der Lautgesten („gestischen Targets“) hinweist, die u.a. inkonsequente Fehler (vor allem Substitutionen und Omissionen), suprasegmentale Abweichungen und eine abweichende Prosodie hervorruft. Innerhalb der Wortproduktion werden ähnlich wie bei den inkonsistenten phonologischen Störungen die falschen Lautgesten aktiviert. Es könnte die Speicherung des entsprechenden motorischen Programms fehlgeschlagen sein und es könnte zur fehlerhaften Anordnung der Lautgesten, sowie zur ungenügenden Rhythmisierung, Intonation im motorischen Planen und zu Suchbewegungen durch Probleme in der Verbindung zur motorischen Ausführung kommen.

Das Sprechproduktionsmodell von Stackhouse und Wells [SW97] versucht den gesamten Sprechverarbeitungsprozess darzulegen, um kindliche Aussprachestörungen erklären und besser feststellen zu können. Die einzelnen Stufen der Sprechverarbeitung werden nicht genauer beleuchtet. Es bleibt im Falle des motorischen Programmierens unklar, in welchem Speicher die phonologischen Einheiten gespeichert sind, auf die bei der Produktion eines unbekannten Wortes zurückgegriffen wird. Zudem bleiben detaillierte Prozesse der In- und Outputgenerierung unbekannt, so dass über die Störungsebenen der Aussprachestörungen nur Vermutungen angestellt werden können.

### **2.2.3 Sprachproduktionsmodell nach Levelt, Roelofs und Meyer**

Das Sprachproduktionsmodell von Levelt und Mitarbeitern [LRM99] basiert auf Reaktionszeitexperimenten von Sprachgesunden und soll die störungsfreie Sprachproduktion erläutern. Die einzelnen Komponenten funktionieren unabhängig voneinander und es kommt meist untereinander zu einer seriellen und teilweise parallelen Verarbeitung der Komponenten. Zunächst wird von zwei übergeordneten Systemen ausgegangen, von dem „konzeptuell-semantischen System“ und dem „phonologisch-phonetischen System“ (siehe Abb. 2.4). Das „konzeptuell-semantische System“ generiert ein präverbales Konzept bzw. eine Botschaft (z.B. ‚Ziege‘), die zu einer Aktivierung von Lemmata im mentalen Lexikon führt (grammatische Enkodierung). Unter Konkurrenz wird das semantisch adäquate Lemma ausgewählt, das die semantischen (Bedeutung und Sinn) und syntaktischen (z.B. Wortklasse, Numerus, Genus) Eigenschaften des Wortes enthält. Aufgrund der Wortklasse wird eine bestimmte syntaktische Kategorie, z.B. Verbphrase oder Präpositionalphrase, aktiviert. Je nach aktivierter Phrase wird eine Oberflächenstruktur bzw. Anordnung der Lemmata gebildet („Ziege“ verlangt in der Benennung keine weitere grammatische

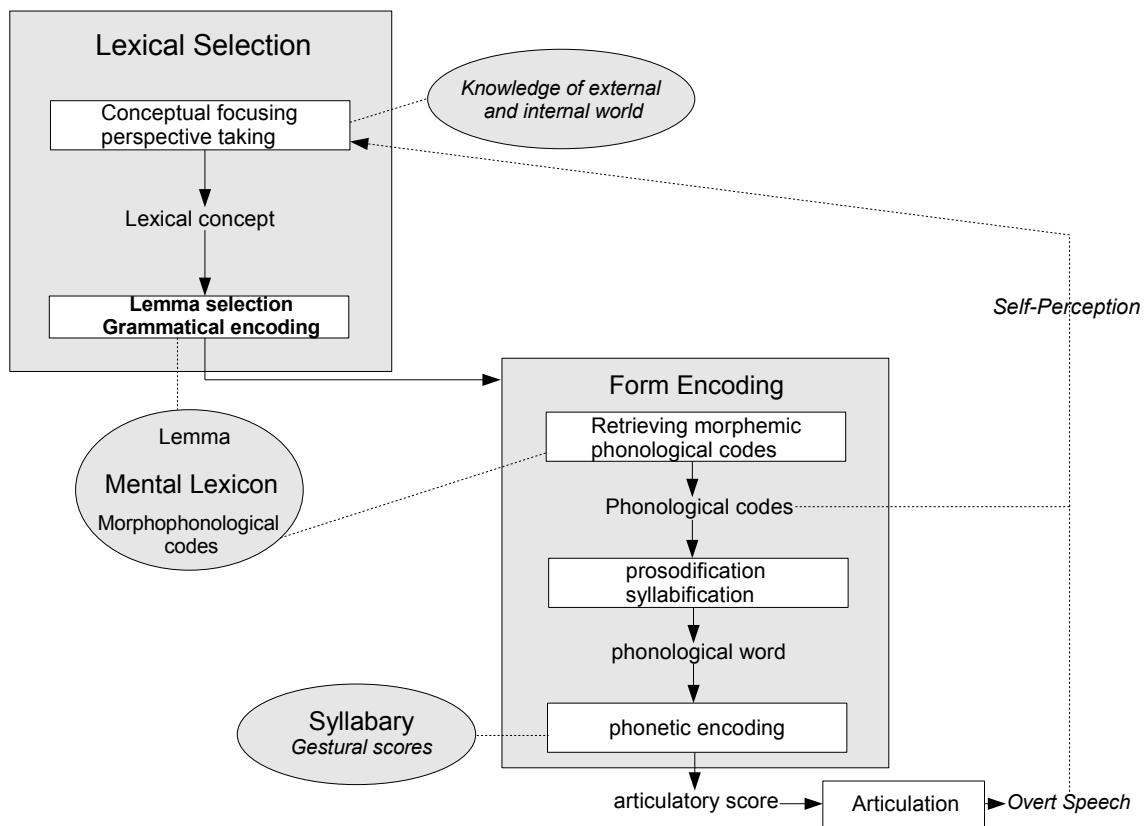


Abbildung 2.4: Sprachproduktionsmodell nach Levelt et al. (1999) und Levelt (2001)

Einbettung) [Lev89]. Die lexikalische Selektion kann durch eine semantische Interferenz verzögert werden, wenn ein Ablenker mit semantischem Bezug zum Zielwort während des Benennens oder während der kommunikativen Situation aufkommt.

Danach tritt die morpho-phonologische Enkodierung ein. Die Lemmata sorgen in diesem Prozess für eine Aktivierung der phonologischen Codes der enthaltenen Morpheme aus dem mentalen Lexikon (Lexem) (hier nur ein Morphem (*<Ziege>*)). Die phonologischen Codes der konkurrierenden Lemmata aus der lexikalischen Selektion werden dabei nicht mitaktiviert. Diese phonologischen Codes bestehen aus einer geordneten Phonemsequenz entsprechend dem Morphem. Hiernach wird der metrische Aufbau des Items erzeugt. Ein metrischer Rahmen wird mit der Silbenanzahl und der korrekten Wortbetonung erstellt (hier: zwei Silben). Im folgenden Schritt werden die geordneten Phonemsequenzen im metrischen Rahmen passend angeordnet („segment-to-frame-association“). Die Phonemsequenzen bilden den Input für den Vorgang der „Prosodifizierung“ bzw. die Bildung von Silben. Das bis hierhin generierte Wort wird je nach aktuellem Kontext zu Silben zusammengefügt, so dass eine einfache Artikulation der Silben möglich ist (/tsi:/ und /gə/). Das Erstellen von Silben geschieht spontan und ist nicht im mentalen Lexikon abgespeichert.

In der nächsten Stufe kommt es zur phonetischen Enkodierung. Die abstrakte phonologische Repräsentation des Wortes soll in artikulatorische Pläne bzw. artikulatorische Ziele umgesetzt werden. Weiterhin sollen die Koartikulation und die prosodischen Parameter bestimmt werden. Für hochfrequente Silben sind die artikulatorischen Ziele bzw. Gesten in einem Silbenspeicher („mental syllabary“) abgespeichert. Es werden die Artikulationsgesten selektiert, die mit der phonologischen Silbe übereinstimmen (hier für /tsi:/: Zungenspitze hinter frontalen unteren Zähnen, Zunge hochgewölbt, Kiefer leicht geöffnet und anschließend weitere Kieferöffnung zum /tsi:/). Der Aktivierungsprozess der artikulatorischen Gesten startet, sobald die Silbifizierung der phonologischen Silbe begonnen hat. Niedrigfrequente Silben oder auch Pseudowörter müssen Segment für Segment generiert werden und haben keine abgespeicherten Artikulationsziele im Silbenlexikon zur Verfügung. Zwischengespeichert wird das nun artikulationsbereite Wort im artikulatorischen Kurzzeitspeicher, bevor es neuromuskulär bei der Artikulation ausgeführt wird. Die artikulatorischen Pläne werden durch den phonetischen Kontext und durch die aktuellen Sprechbedingungen angepasst. Auf der Basis von innerer Sprache und auditivem Feedback nach der Äußerung kann eine Korrektur der Äußerung erfolgen (siehe Levelt, [LRM99]). Smith und Goffman [SG04] gehen davon aus, dass bereits nach der Formung der syntaktischen Äußerung assoziierte Bereiche für die sprechmotorische Planung aktiviert werden und einen Einfluss auf die Bewegungssequenz durch Anpassung der silbischen und phonetischen Komponenten haben.

Die kindliche Sprechapraxie könnte innerhalb dieses Modells in der Transformation von der phonologischen Repräsentation in ein artikulo-motorisches Programm lokalisiert sein [Maa02]. Maassen et. al [Maa02] führten eine Studie durch, um die Hypothese des Silbenlexikons in dem Sprachproduktionsmodell von Levelt und Kollegen [LRM99] durch Manipulation der Silbengrenzen zu überprüfen. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die sprechapraktischen Kinder einen deutlichen Effekt der Silbengrenzen aufwiesen und sich somit Probleme im Abruf von komplizierten Silben erwiesen. Diese Hinweise deuten auf eine unzulängliche silbische und motorische Programmierung hin (siehe Maassen, [Maa02]). Direkt in dem Modell lokalisiert, handelt es sich um die phonetische Enkodierung, bei der auf das Silbenlexikon bezüglich der artikulatorischen Gesten von hochfrequenten Wörtern zugegriffen wird und prosodische Parameter festgelegt werden. Die Silbenprogramme im Silbenlexikon selbst können abweichend sein. Das Zusammenfügen der artikulatorischen Gesten (auch Koartikulation) oder die Anpassung an den aktuellen Kontext, sowie die Bestimmung der prosodischen Parameter können gestört sein. Zusätzlich kommt es laut Ozanne [Oza95] zu Problemen bei der phonologischen Programmierung, die in diesem Modell das Abrufen des phonologischen Codes und die Silbifizierung beinhaltet. Auf die-

se Weise treten zusätzlich phonologische Prozesse auf und es kann zur Metathese (auch durch fälschliche Anordnung, Silbifizierung), zur Vertauschung der Laute, kommen.

Die konsequente phonologische Störung ist auf der Ebene der morpho-phonologischen Encodierung angesiedelt. Die falschen phonologischen Codes werden selektiert und später motorisch realisiert.

Die inkonsequente phonologische Störung lässt sich in diesem Modell nicht eindeutig von der kindlichen Sprechapraxie trennen. Nach den vorläufigen Untersuchungen von Fox [Fox04] soll das Defizit in der Selektion der korrekten Lautgesten, beeinträchtigt durch ein vermindertes Arbeitsgedächtnis, liegen. In diesem Modell könnte ein inkorrekt Zugegriff auf das Silbenlexikon bzw. ein noch nicht aufgebautes Silbenlexikon die Ursache sein. Somit würden die falschen artikulatorischen Gesten aktiviert oder die Silben müssten Segment für Segment generiert werden, so dass weitere Fehler in diesem Prozess entstehen können. Dennoch wird nicht klar, warum das Nachsprechen in einem solchen Fall besser sein könnte als das Benennen, so wie es bei diesen Kindern festgestellt wurde.

Es zeigt sich in diesem Modell wie auch in dem Modell von Stackhouse und Wells [Sta92], zu welchen Überschneidungen es auf den einzelnen Störungsebenen zwischen den beiden Aussprachestörungen (kindliche Sprechapraxie und phonologische Störung) kommt; und es zeigt sich, dass die eindeutige Trennung schwierig ist.

Die beiden Sprech- und Sprachproduktionsmodelle sind in ihren Ausführungen sehr ähnlich, denn beide nehmen einen Speicher für motorische Programme an sowie eine einzelheitliche Verarbeitung unbekannter oder neologistischer Silben. Das Modell von Levelt enthält im Gegensatz zu dem Modell von Stackhouse und Wells keine Erläuterung der Inputprozesse, die insbesondere beim kindlichen Sprach- und Sprecherwerb wichtig sind. Die lexikalische Selektion und die einzelnen Schritte der Wortformenkodierung werden hingegen detaillierter dargestellt. Die neuronalen Netzwerkmodelle der Sprechentwicklung DIVA [GHJ98] und das neuronale Computermodell der Sprachproduktion von Kröger und Mitarbeitern [KKNR09] beziehen sowohl die Perzeption als auch die Produktion mit ein. Die Sprach- und Sprechentwicklung kann somit theoretisch und als neuronale Simulation dargestellt und erklärt werden. Auch das Modell von Kröger und Mitarbeitern geht von einem Speicher für Lautgesten (hier: neuronale Repräsentationen) und einer anders verlaufenden Produktion neologistischer Wörter aus. Darüber hinaus werden Feedforward- und Feedbackprozesse und deren Einfluss auf die verbale Produktion angenommen. Unter der Annahme eines mentalen Silbenlexikons, in dem Lautgesten abgespeichert sind, wird das Phonem und insbesondere die Silbe als sprechmotorische Einheit betrachtet und diskutiert. Sie ist bekannt als Grundbaustein der Sprache Erwachsener und wird als wichtiger Baustein in Spracherwerbssmodellen angesehen [ZM04]. Genannt werden kann hier

die Rolle der Silbe im auditiven Sprachverständnis, das im Lernprozess durch die Segmentierung der Wörter gelenkt wird. Smith und Goffman [SG04] vermuten indessen, dass sich die Einheit der Sprachproduktion im Verlauf der Sprach- und Sprechentwicklung ändert, da sich auch die motorischen, auditiven und kognitiv-linguistischen Prozesse entwickeln und verändern.

Das Kapitel zur Sprachproduktion stellt deutlich heraus, dass nicht alle Formen von Aussprachestörungen mit den vorliegenden Modellen erklärt werden können. Eine Abgrenzung zu den phonologischen Störungen bleibt schwierig, da es zu symptomatischen Überschneidungen (phonologische Programmierung) kommt und diffizile Unterschiede (phonetische Planung und Programmierung) in den Modellen nur schwer lokalisiert werden können. Darüber hinaus wird in allen Modellen ein Speicher für hochfrequente Silben bzw. Lautgesten angenommen, und die Silbe wird als zentrale Einheit des Sprech- und Spracherwerbs angesehen. Diese Einheit wird jedoch international in ihrer Bedeutung diskutiert.

## **2.3 Vergleich der phonologischen und der sprechapraktischen Aussprachestörung**

Die Beschreibung der beiden Aussprachestörungen und auch die modelltheoretische Einordnung lassen Unterschiede offenkundig werden (siehe Tabelle 2.1). Die kindliche Sprechapraxie ist charakterisiert durch eine gestörte sprechmotorische Planung und Programmierung, zu der eine Störung der phonologischen Repräsentationen hinzukommen kann. Ein kausaler Zusammenhang kann noch nicht nachgewiesen werden. Die phonologische Störung hingegen lässt sich durch die Unfähigkeit der Kinder beschreiben, die Phoneme nach ihrer Funktion korrekt in ein Wort an die vorgesehene Stelle einzusetzen [Fox04]. Es treten aber nicht nur systematische Veränderungen des Wortes auf, sondern auch Veränderungen der Wortstruktur, die ebenfalls inkonsistent auftreten können. Häufig liegt zusätzlich eine Beeinträchtigung der phonologischen Bewusstheit vor, die sich in den Fähigkeiten wie Reimen und Silben segmentieren zeigen kann. Demzufolge beziehen sich die Symptome der konsequenten und inkonsistenten phonologischen Störung nicht auf die sprechmotorische Planung. Auf diese Weise kommt es zu einer besseren Nachsprech- als Benennleistung und zu keiner zwangsläufig verminderten diadochokinetischen Rate oder suprasegmentalen Auffälligkeiten. In allen vorgestellten Sprachproduktionsmodellen wird die phonologische Störung dort lokalisiert, wo die phonologische Repräsentation abgespeichert ist und Phoneme selektiert werden. Im Modell von Guenther und Mitar-

Tabelle 2.1: Vergleich der Aussprachestörungen anhand der Symptome bzw. Defizitbereiche

	SP	PhS	Störungsebene
Segmentale Ebene	eingeschränktes Konsonantenrepertoire	eingeschränktes Konsonantenrepertoire	fehlender Eintrag im Silbenlexikon; kein bzw. ein defektes motorisches Programm
	eingeschränktes Vokalrepertoire		
	hohe Vokalfehlerrate		
	häufig Omissionen und Metathese Sequenzierungsprobleme		motorisches Planen
	inkonsequente Artikulationsfehler	inkonsequente Artikulationsfehler	
	Defizite phonologische Bewusstheit	Defizite phonologische Bewusstheit	fehlende oder defekte phonologische Repräsentation
	Fehler in Syntax, Morphologie, Phonologie	Fehler in Syntax, Morphologie, Phonologie (konsequent)	Wortformenkodierung (Levelt); mentales Lexikon; phonologische Repräsentation; Phonemic Map (Kröger)
	Längeneffekt	Längeneffekt	Articulatory Position Map (Guenther) Motor Plan (Kröger) Motor Execution (Kröger) Primary Motor Map (Kröger) Arbeitsgedächtnis
Suprasegmentale Ebene	Prosodie/ Intonation		
	koartikulatorische Auffälligkeiten		
	Sprechtempo		
Sprechverhalten	kein Brabbeln		Feedback Feedforward
	verminderte diadochokinetische Rate		phonetische Enkodierung (Levelt) motorisches Programm (Stackhouse) Motorisches Planen (Stackhouse) Motor Planning (Kröger) Motor Plan (Kröger) Motor Execution (Kröger) Primary Motor Map (Kröger) Speech Sound Map (Kröger) Articulatory Position Plan (Guenther)
	orale Dyspraxie		
	Suchbewegungen		neuronale Verzögerung; gestörter Abruf der Lautgeste
	insgesamt hohe Unverständlichkeit	insgesamt hohe Unverständlichkeit	
	Defizite in Perzeption	Defizite in Perzeption	Phonologisches Erkennen Auditory Plan (Kröger)

SP=kindliche Sprechapraxie; PhS=phonologische Störung

beitern (2006) [GGT06] kann kein Ort zugewiesen werden, da das Modell erst bei der Selektion der Lautgesten ansetzt. Im Modell von Kröger und Kollegen (2009) [KKNR09]

betrifft dies den Plan für Phoneme („Phonemic Map“). Die entsprechende Störungsebene befindet sich im Modell von Stackhouse und Wells [SW97] im phonologischen Erkennen und in der phonologischen Repräsentation. Dies stellt im Modell von Levelt und Mitarbeitern [LRM99] das Aktivieren des phonologischen Codes bei der Wortformenkodierung dar. Dementgegen steht die inkonsequente phonologische Störung, die von der kindlichen Sprechapraxie schwieriger zu differenzieren ist. Es kommt zu inkonsequenter Realisierung eines Zielwortes und einer Besserung während der Imitation von Wörtern. Mundmotorische Auffälligkeiten, die vorkommen können, korrelieren jedoch nicht mit der Aussprachestörung. Die Lokalisierung der Störung in allen genannten Sprachproduktionsmodellen weist auf den Abruf und die Speicherung der Lautgesten bzw. der Lautgesten für Silben hin. Diese können nicht abgerufen werden oder liegen nicht abgespeichert vor, so dass sie jeweils noch generiert werden müssen. In diesem Fall ist der Plan für Sprachlaute („Speech Sound Map“) im Modell von Guenther und Mitarbeitern (2006) und der Plan für Lautgesten („Phonetic Map“) im Modell von Kröger und Kollegen (2009) verantwortlich. Diese Module repräsentieren das mentale Silbenlexikon nach Levelt, welches die Lautgesten für hochfrequente Silben enthält. Das motorische Programm im Modell von Stackhouse und Wells (1997) ist hierfür zuständig. Die häufig zitierten Symptomatiken der kindlichen Sprechapraxie weisen mit einem eingeschränkten Konsonantenrepertoire, inkonsequenter Artikulationsfehlern, hoher Unverständlichkeit, mit Defiziten in der Perzeption, Defiziten in der phonologischen Bewusstheit und Fehlern in der Syntax und Morphologie auf Gemeinsamkeiten mit den phonologischen Störungen hin, doch gibt es weitere klassifizierende Symptome. Darunter fallen das eingeschränkte Vokalrepertoire mit einer hohen Vokalfehlerrate, viel Omissionen und auch Metathese, Schwierigkeiten bei der Prosodie und Intonation, auffällige koartikulatorische Prozesse, suprasegmentale Charakteristiken, verminderte diadochokinetische Rate, Suchbewegungen und eine steigende Fehlerrate bei zunehmender Äußerungslänge. Diese Symptome und Symptomcluster deuten auf eine Problematik im Bereich der sprechmmotorischen Planung hin. Dieser Funktionsbereich schließt im Modell von Guenther und Mitarbeitern (2006) den Plan für Sprachlaute und den Plan für die artikulatorische Position und Geschwindigkeit („Articulatory Velocity and Position Maps“) ein. Das zweite Modul fügt die Lautgesten zusammen und stimmt diese im Sinne der Koartikulation aufeinander ab. Der Plan für Lautgesten, das motorische Planen („Motor Plan“) und das Modul zur motorischen Ausführung übernimmt im Modell von Kröger und Kollegen (2009) diese Aufgabe. Das motorische Programm, das motorische Planen und die Verbindung zur Ausführung bilden die Störungsebene der kindlichen Sprechapraxie im Modell von Stackhouse und Wells (1997). Die Störungsebene dieser Störung befindet sich im Modell von Levelt und Kollegen (2000) beim mentalen

Silbenlexikon und der phonetischen Enkodierung, da die inkorrekt Lautgesten aktiviert und/oder die Lautgesten nicht korrekt angeordnet und aufeinander abgestimmt werden können.

Das mangelnde Erscheinen des Brabbelns in der Sprachentwicklung der kindlichen Sprechapraktiker tritt bei den phonologischen Störungen nicht als ein Symptom oder Diagnostikkriterium auf und kann differenzierend hinzugefügt werden. Betrachtet man die Prävalenzraten der beiden Aussprachestörungen, so erweist sich die kindliche Sprechapraxie gegenüber den phonologischen Störungen als sehr seltene Sprechstörung. Shriberg und Mitarbeiter ([SAK97a] nannten 1-2% aller aussprachegestörten Kinder unbekannter Genese, die den phonologischen Störungen mit 5% aller Grundschüler [Fox04] gegenüberstehen.

Ziegler und Kollegen [ZM04] nehmen an, dass auch Gemeinsamkeiten der kindlichen Sprechapraxie mit einer normalen und auch verzögerten Sprech- und Sprachentwicklung vorzufinden sind. Die sprechapraktischen Kinder verharren in einer Entwicklungsstufe des sprechmotorischen Erwerbs, die die Kinder mit normaler und verzögter Sprech- und Sprachentwicklung ebenfalls durchlaufen.

Zusammengefasst werden Gemeinsamkeiten und diffizile Unterschiede deutlich, die sich vornehmlich in der Vokalfehlerrate, suprasegmentalen Auffälligkeiten, in der diadochokineticischen Rate und somit vornehmlich in der motorischen Planung erweisen.

**Fazit:** Die theoretische Einführung in die Thematik der Aussprachestörungen der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störungen verdeutlicht die bestehenden Schwierigkeiten bezüglich der Diagnostik und Differenzierung der kindlichen Sprechapraxie von den phonologischen Störungen. Es können anhand der Sprachproduktionsmodelle Überschneidungen (sprechmotorische Programmierung) und Differenzen (sprechmotorische Planung) der Störungsebenen gefunden werden. Auf der Symptomebene kann eine hohe Vokalfehlerrate, suprasegmentale Auffälligkeiten und eine verminderte diadochokineticische Rate als abgrenzende Kriterien erfasst werden. Allgemein wird in der Sprech- und Sprachproduktion ein mentales Silbenlexikon für hochfrequente Silben angenommen, in dem Lautgesten abgespeichert sind, die bei einer Wortproduktion aktiviert werden. Somit kann es zu einer schnellen und meist fehlerfreien, routinierten Sprachproduktion kommen. Die vorliegende Studie soll eine Differenzierung der beiden Aussprachestörungen der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störungen anhand von Vokalfehlern in der Produktion von hoch- und niedrigfrequenten Silben, Wörtern und Pseudowörtern vornehmen. Hieraus ergeben sich die Fragestellungen und Hypothesen der vorliegenden Studie.

## 2.4 Resultierende Fragestellungen und Hypothesen

1. Besteht bei den rekrutierten Kindern ein differenzialer Unterschied zwischen den Probandengruppen der kindlichen Sprechapraxie und denen der phonologischen Störungen? Kann eine Differenzierung mittels der Vokal- und Konsonantenfehler herausgestellt werden?

Es wird ein Unterschied zwischen den Probandengruppen der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störungen, sowie ein Unterschied zwischen den beiden aussprachegestörten Gruppen und den Kontrollsprechern bzgl. der Artikulationsperformanz erwartet, der sich vor allem in inkonsequenteren phonetischen Entstellungen und phonologischen Prozessen (phonetische und phonologische Programmierung) von Vokalen ([WP93], [DJM04], [PH91], [SMCD94]) und Konsonanten ([Sta92], [MT93]) äußert. Die Anzahl der inkonsistenten und inkonsequenter Fehler (Vokale und Konsonanten) wird bei den Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie höher eingeschätzt als bei den Kindern mit einer phonologischen Störung und den Kontrollsprechern, da sowohl eine Beeinträchtigung des Sprachsystems, der phonologischen Programmierung, als auch der Sprechmotorik (phonetische Programmierung und Planung) vorliegt.

2. Existieren in den verschiedenen Probandengruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) typische Vokalfehlermuster?

Es werden in Bezug auf die Vokale von Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie häufig vorkommende akustische Fehlermuster (Rückverlagerung der Zungenposition, Kieferöffnung u.a. ([WP93], [DJM04])) erwartet. Bei den Kindern mit einer phonologischen Störung werden keine Fehlermuster angenommen, da die Vokalfehlerrate bei 3-5 jährigen Kindern lediglich etwa 1% beträgt und bereits konsistente Vokalmuster existieren ([Fox04]).

3. Kann ein Einfluss der Silbenfrequenz, der Silben- bzw. Wortkomplexität und der Wortlänge auf die Vokal- und Konsonantenproduktionen je nach Probandengruppe festgestellt werden? Stützen diese Ergebnisse die Annahme eines mentalen Silbenlexikons nach Levelt (1999)?

Eine zunehmende Fehlerrate bei steigender Wortlänge wird häufig als Symptomatik des Störungsbildes der kindlichen Sprechapraxie beschrieben ([SAK97a], [Sta92], [VS94], [CS99]) und wird in dieser Studie neben des Einflusses der Wortkomplexität auf die Vokalqualität, bei CC-Silbenstruktur aufgrund höherer artikulatorischer bzw. koartikulatorischer Anforderungen gegenüber einer CV-Silbenstruktur,

und Fehlerrate bei Vokalen und Konsonanten angenommen. Ein ausgeprägter Frequenzeffekt (geringere Fehlerrate bei hochfrequenten Silben- und Wortproduktionen) sollte bei den sprechapraktischen Kindern nicht auftreten, da u. a. das motorische Programmieren in Form des Abrufs oder der Speicherung der Lautgesten gestört ist (vgl. [Oza95]) und eine Generierung der Lautgesten erst erfolgen muss. Dies würde einer Produktion von niedrigfrequenten Silben oder Wörtern gleichen. Alle drei genannten Parameter des Untersuchungsmaterials stellen eine Anforderung an das phonetische Programmieren und Planen dar, so dass eine Beeinträchtigung in Form einer Zunahme der Fehlerrate und einer abnehmenden Vokalqualität bei der kindlichen Sprechapraxie zu erwarten ist.

Es wird weiterhin angenommen, dass bei den phonologisch gestörten Kindern eine steigende Wortlänge nur einen Einfluss auf die folglich steigende Fehlerrate bei Konsonanten in Pseudowörtern ausübt, da hier eine Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses vorliegen kann. Vokalfehler sollten hiervon nicht betroffen sein, da sie bei einer phonologischen Störung selten vorzufinden sind [Fox04]. Die Wortkomplexität stellt höhere koartikulatorische Anforderungen und kann bei diesen Kindern einen Einfluss auf die dann steigenden Konsonantenfehler haben. Es wird jedoch kein ausgeprägter Effekt erwartet, da keine sprechmotorische Problematik mit koartikulatorischen Auffälligkeiten vorliegt. Bei den Kontrollsprechern wird ebenfalls ein Einfluss der Wortlänge und der Wortkomplexität auf die Artikulation erwartet (siehe [VSW05]). Der Bestand eines mentalen Silbenlexikons nach Levelt (1999, [LRM99]) setzt einen Einfluss der Wort- bzw. der Silbenfrequenz auf die Artikulationsperformanz voraus. Es wird insbesondere bei den Kontrollsprechern und den phonologisch gestörten Kindern ein positiver Einfluss von hochfrequenten Silben und Wörtern auf die Vokalqualität und Fehlerrate der Vokale vermutet. Auftretende phonologische Prozesse bleiben hingegen ersichtlich, da die Phonemselektion der Lautgestenaktivierung vorangeht. Kinder mit inkonsequenter phonologischer Störung und mit einer kindlichen Sprechapraxie dürften einen geringeren Effekt zeigen, da ihre Problematik u.a. im Bereich des motorischen Programmierens, dass heißt in der Selektion, im Abruf und in der Speicherung der Lautgesten liegt. Die Kinder mit inkonsequenter phonologischer Störung sollten jedoch wenig bis kaum Vokalfehler aufweisen. Pseudowörter sind sowohl niedrigfrequent, als auch nicht im Silbenlexikon nach Levelt abgespeichert (siehe auch [VSW05];[LBJ07]; [CE08]). Sie stellen demzufolge eine hohe Anforderung an den sprechmotorischen Prozess, insbesondere an die Generierung und Gruppierung der Lautgesten. Es wird erwartet, dass die sprechapraktischen Kinder in Bezug auf die Pseudowortproduktionen die

höchste Konsonanten- und Vokalfehlerrate verzeichnen.

4. Existiert ein Zusammenhang zwischen Leistungen des Arbeitsgedächtnisses und der Produktion von Konsonanten und Vokalen in Silben, Wörtern und Pseudowörtern? Ein Einfluss des phonologischen Arbeitsgedächtnisses auf den Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale besonders in nachgesprochenen Silben und Pseudowörtern wird bei allen Probandengruppen unterstellt, da bei dieser Aufgabe das „subvocal rehearsal“ der phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses eingesetzt werden muss.

# Kapitel 3

## Empirische Studie

### 3.1 Methodik

In diesem Kapitel wird die empirische Studie, der methodische Aufbau sowie die Vorgehensweise erläutert. Die Forschungsfragen und Hypothesen werden mit dem Studiendesign aus Abbildung 3.1 überprüft. Es handelt sich bei diesem Forschungsvorhaben um keine Interventionsstudie, sondern um eine Diagnostikstudie, die basierend auf einer ausführlichen Diagnostik zur Sprech- und Sprachentwicklung des Kindes aktuelle Forschungsfragen beantwortet. Diese Diagnostik findet zusätzlich zur bestehenden medizinischen und therapeutischen Versorgung statt. Daneben wird durch ein Untersuchungsinstrument eine Momentaufnahme der Aussprache des Kindes erstellt, die im weiteren Verlauf für die verschiedenen Analysearten (akustisch und perzeptiv) genutzt wird. Die einzelnen Bestandteile des Studiendesigns werden in den nachstehenden Unterkapiteln ausführlich beschrieben.

#### 3.1.1 Probanden

Insgesamt wurden 76 Logopädische Praxen, Kliniken, Sozialpädiatrische Zentren, Sprachheilschulen und Kindergärten sowohl postalisch als auch telefonisch kontaktiert, um über diese Studie zu informieren und Probanden zu rekrutieren. Eingangs der Studie waren insgesamt 43 Kinder rekrutiert worden, die jedoch nach einer eingehenden Diagnostik hinsichtlich der allgemeinen kognitiven und Sprech- und Sprachentwicklung die Ein- und

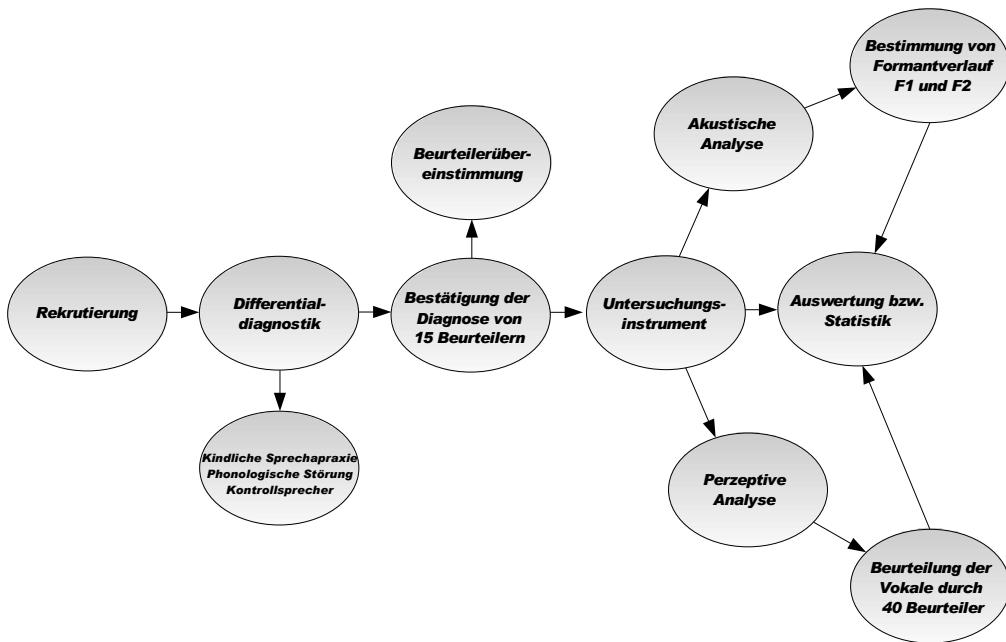


Abbildung 3.1: Studiendesign

Ausschlusskriterien nicht erfüllten. Es konnten 28 Kinder im Alter zwischen 4;0 und 7;6 Jahren für die Studie gewonnen werden (siehe Tabelle 3.1). Die erste Einteilung der Probanden vollzog sich nach vorhandener, vom Untersucher der Studie diagnostizierter Aussprachestörung und ergab 18 Kinder mit einer Aussprachestörung gegenüber 10 Kontrollsprechern.

### 3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Kinder der Gruppe mit einer Aussprachestörung mussten als Einschlusskriterien im Alter von 4;0 bis 7;11 Jahren sein, eine Aussprachestörung und einen Intelligenzquotienten von  $\geq 85$  zeigen. Die Aussprachestörung musste eine phonologische Störung oder einen Verdachtsfall der kindlichen Sprechapraxie betreffen, der insbesondere durch inkonsequente Aussprachefehler erhoben werden sollte. Die Kontrollsprecher mussten eine regelrechte Sprech- und Sprachentwicklung mit ebenfalls einem IQ  $\geq 85$  und einem Lebensalter zwischen 4-7 Jahren aufweisen. Eine Hörstörung, eine mentale Retardierung, Bilingualismus, eine Dysarthrie und/oder eine organische Funktionsstörung des Artikulationsapparates führten zu einem Ausschluss aus der Studie. Die 15 Kinder, die infolge

Tabelle 3.1: Erste Einteilung der Probanden

Kinder mit Aussprachestörung	Normalsprecher
m, 4;0 Jahre	w, 4;5 Jahre
m, 4;4 Jahre	m, 5;0 Jahre
m, 4;4 Jahre	m, 5;5 Jahre
m 4;8 Jahre	w, 5;7 Jahre
m, 5;0 Jahre	w, 5;7 Jahre
w, 5;0 Jahre	m, 5;7 Jahre
m, 5;4 Jahre	m, 5;7 Jahre
m, 5;5 Jahre	m, 5;8 Jahre
w, 5;8 Jahre	m, 5;11 Jahre
m 5;10 Jahre	m, 6;0 Jahre
m, 5;10 Jahre	
m, 6;10 Jahre	
m, 7;0 Jahre	
m, 7;1 Jahre	
m, 7;2 Jahre	
w, 7;3 Jahre	
m, 7;3 Jahre	
w, 7;6 Jahre	
$\varnothing = 5; 9$ Jahre	$\varnothing = 5; 5$ Jahre
w=weiblich; m=männlich; $\varnothing$ =Mittelwert	

der Ausschlusskriterien ausgeschlossen werden mussten, zeigten einen geringeren Intelligenzquotienten, hatten alleinig eine phonologische Verzögerung oder eine phonetische Aussprachestörung entwickelt oder wiesen als potentielle Kontrollsprecher keine regelrechte Sprech- und Sprachentwicklung auf. Dabei handelte es sich bei den potentiellen Kontrollsprechern ausschließlich um eine Artikulationsstörung, den Sigmatismus interdentalis.

### 3.1.3 Diagnostikinstrumente

Die Eignung zur Teilnahme an der Studie (Inklusionskriterien) wurde mit den nachstehenden Diagnostikinstrumenten zur Aussprache, zum Sprachverständnis, zur nonverbalen Intelligenz und zum Vorliegen einer Sprechapraxie oder/und einer Dysarthrie untersucht. Weiter optionale Diagnostikinstrumente sollten zusätzliche Fähigkeiten zur auditiven Diskrimination, zum Arbeitsgedächtnis und zur phonologischen Bewusstheit erfassen.

## 1. Psycholinguistische Analyse Kindlicher Sprechstörungen (PLAKSS)

Das Vorliegen von phonologischen Prozessen und auch von phonetischen Abweichungen der Aussprache wurde mit der PLAKSS [Fox02] überprüft. Es werden alle Phoneme der deutschen Sprache in allen Wortpositionen durch eine Bildbenennung abgefragt. Die Äußerungen des Kindes werden in phonetischer Schrift auf den Analysebögen notiert. Zusätzlich enthält die PLAKSS einen 25-Wörter-Test (dreimalige Darbietung und Benennung der 25 Bilder innerhalb einer Sitzung), der Ein- bis Fünfsilber mit potentiell hoher Fehlerrate enthält, durchgeführt werden. Somit kann eine Inkonsistenz in den Wortrealisationen bzw. der fehlerhaften Aussprache (ab 40% inkonsistent realisierter Items ⇒ Inkonsistente Aussprachestörung) festgestellt werden. Am Ende der Testung können die physiologischen und pathologischen phonologischen Prozesse orientierend an Normdaten identifiziert und protokolliert werden. Es besteht auch Raum zur Notation phonetischer Abweichungen. Die Normdaten wurden an 177 monolingual deutschsprachigen Kindern im Alter von 1;6 bis 5;11 Jahren erhoben. Die älteren Kinder dieser Studie müssen orientierend an den Normdaten ausgewertet werden, da alle Phoneme und Konsonantenverbindungen in der regelrechten Entwicklung spätestens mit 4;11 Jahren erworben sein müssen [Fox04].

## 2. Verstehen grammatischer Strukturen aus dem Heidelberger Sprachentwicklungs- test (HSET)

Mit diesem Subtest des HSET [GS91] wurde das Sprachverständnis von Satzstrukturen bewertet. Das Kind wird zunächst an alle Spielsachen bzw. Objekte des Subtests herangeführt, kann damit spielen und soll die Objekte benennen. Gelingt dies nicht bei allen Objekten, so wird der Name von diesen eingeführt. Danach werden dem Kind jeweils zwei bis drei Spielsachen (Objekte) vorgelegt, die es nutzen soll, um den vom Testleiter gesprochenen Satz auszuagieren. Die Objekte werden immer so angeordnet, dass das Subjekt der Handlung abwechselnd links oder rechts vorzufinden ist. Insgesamt können 17 Sätze überprüft werden, wobei die ersten sieben Handlungen für die Kinder unter fünf Jahren gedacht sind und die Sätze acht bis siebzehn für Kinder ab fünf Jahren. Die Normierungsstichprobe umfasste 791 Kinder im Alter von 3;0 bis 9;11 Jahren. Der Rohwert kann in einen T-Wert und in einen Prozentrang umgeformt werden.

Drei Kinder der Gruppe mit einer Aussprachestörung waren unmittelbar vor der Studie bezüglich ihres Sprachverständnisses getestet worden, so dass die Testergebnisse übernommen wurden. Bei den durchgeföhrten Tests handelt es sich um den

Subtest zum Verständnis syntaktischer Strukturen aus der Patholinguistischen Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen [KS02] und dem Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses (TROG-D, [Fox06]).

### **3. Patholinguistische Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen (Subtest Verständnis syntaktischer Strukturen)**

Dieses Diagnostikinstrument ermöglicht das Erstellen eines Profils der gesamten Sprachentwicklung eines Kindes ab drei Jahren. Es beinhaltet die Bereiche der Phonoologie, Lexikon/Semantik und Grammatik. Der angewendete Subtest eignet sich zur Überprüfung des Sprachverständnisses von Satzstrukturen. Auch bei diesem Sprachverständnistest wird das Kind durch Aufforderungen zum Ausagieren mittels Realgegenständen getestet. Insgesamt müssen 9 Items ausagiert werden.

Eine Normierung lag bis zum Beginn der vorliegenden Studie noch nicht vor, soll aber demnächst veröffentlicht werden. Aus Gründen der bisher fehlenden Normierung wird das Testergebnis als Prozentsatz korrekt beantworteter Items angegeben.

### **4. TROG-D (Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses)**

Der TROG-D ist ebenfalls ein Test, der das Verständnis von grammatischen Satzstrukturen bei Kindern von 3;0 bis 10;11 Jahren analysiert. Er wurde von Fox [Fox06] nach der Vorlage des großbritannischen Tests TROG [Bis89] in das Deutsche übersetzt und an 870 monolingual deutschsprachigen Kindern normiert. Die Durchführung findet anhand von Multiple-Choice Aufgaben statt. Das Kind bekommt in der Testsituation einen Testsatz vorgesprochen und soll bei 84 Items aus vier Bildern das passende Bild heraussuchen. Die anderen drei Bilder fungieren jeweils als Ablenker und sind lexikalisch oder grammatisch abweichend. Die in der Testbatterie befindlichen Wortschatzkarten dienen zur Kontrolle des im Test vorausgesetzten Wortschatzes. Diese können vom jeweiligen Testleiter eingesetzt werden und sollen als Bildkarten vom Kind benannt werden.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird konsequent der Terminus Sprachverständnis für das Verständnis grammatischer Satzstrukturen verwendet.

### **5. Coloured Progressive Matrices (CPM)**

Die „Farbigen Progressiven Matrizen“ [BH06] eignen sich zur Erfassung des non-verbalen, fluiden Intelligenzpotentials bei Kindern zwischen 3;9 und 11;8 Jahren. Sie wurden in dieser Studie verwendet, um eine Lernbehinderung ( $IQ \leq 85$ ) bei den Kindern auszuschließen. Der Test kann als Buch- oder Puzzleform verwendet werden und enthält 36 Aufgaben, die sich in die Subtests A, AB und B gliedern. Es wurde

hier die Buchform eingesetzt. Dem Kind wird dabei das Buch vorgelegt auf dessen Seiten geometrische Figuren dargestellt sind. Darunter befinden sich jeweils sechs Antwortmöglichkeiten, unter denen nur eine Antwort das Bild sinnvoll ergänzt. Es wird kein Zeitlimit vorgegeben, der Test gilt als reiner Niveautest. Das Testergebnis liegt in Prozenträngen vor, die aktuell mit einer deutschen Normierungsstichprobe von 1218 Kindern erhoben wurden (siehe [BH06]). IQ-Werte existieren aus einer englischsprachigen Stichprobe mit 608 Kindern [BSS80]. Diese sind jedoch bei den jüngsten und ältesten Altersgruppen infolge methodischer Mängel nur unter Vorbehalt einzusetzen. Günstiger sind die Angaben der Erwartungswerte als Rohwerte [BSS80].

#### **6. „Laute verbinden“ und Zahlenfolge-Gedächtnis aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest (PET)**

Der PET [Ang77] misst die allgemeinen kognitiven Fertigkeiten normaler und lernbehinderter Kinder im Alter von 3;0 bis 11;0 Jahren. Normiert wurde der PET mittels einer Stichprobengröße von 357 Kindern der angegebenen Altersspanne. Innerhalb dieser Studie wurden die Subtests „Laute verbinden“ und das Zahlenfolge-Gedächtnis durchgeführt. Der Subtest „Laute verbinden“ setzt bei den Kindern bereits metasprachliche Fähigkeiten (hier: phonologische Bewusstheit) voraus und wurde aus diesen Gründen gewählt. Dieser Subtest überprüft die Fähigkeit zur Lautsynthese nach auditiver Stimulusvorgabe wie z.B. beim Wort „F-isch“. Dem Kind wird das Wort in zwei Teilen mit einer hörbaren Sprechpause auditiv vorgegeben und muss von dem Kind synthetisiert vorgesprochen werden. Für jüngere Kinder wird die Aufgabe visuell unterstützt und erleichtert. Das Kind bekommt zusätzlich zur auditiven Stimulusvorgabe eine Bildvorlage mit mehreren Bildern gezeigt. Das Kind soll auf das korrekte Bild verweisen und das synthetisierte Wort wiederholen. Für die älteren Kinder werden zusätzlich Wörter ohne Bilder und sinnfreie Wörter angeboten. Die Roherte werden in T-Werte und Prozentränge umgewandelt.

Um das phonologische Arbeitsgedächtnis einschätzen zu können, wurde der Subtest Zahlenfolge-Gedächtnis ausgewählt. Es handelt sich hier um Zahlenfolgen, die selbst bei Kindern mit hochgradigen Aussprachestörungen zum Einsatz kommen können. Der Zahlenfolge-Gedächtnistest umfasst Zahlenfolgen von zwei bis acht Zahlen. Die Expositionsrate liegt bei zwei Zahlen pro Sekunde. Schafft das Kind beim ersten Versuch nicht, die Zahlenfolgen korrekt wiederzugeben, so kann eine Wiederholung stattfinden. Die Bewertung sieht hierfür einen und bei sofortiger Wiedergabe zwei Punkte vor. Die Rohwerte können auch bei diesem Subtest in T-Werte und Prozen-

träne umgewandelt werden.

## 7. Silben segmentieren aus dem Bielefelder Screening (BISC)

Das BISC [JMMS02] wurde zur Identifizierung von Risikokindern mit Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten entwickelt und soll bei Vorschulkindern zehn und/oder vier Monate vor der Einschulung zum Einsatz kommen. Das Verfahren enthält Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit, zur Aufmerksamkeit und zum Gedächtnis. Zur weiteren Analyse der Fertigkeiten zur phonologischen Bewusstheit wurden die Subtests Reime erkennen und Silben Segmentieren ausgewählt. Sollen die Kinder Reime erkennen werden ihnen vier Testaufgaben vorgegeben, indem sich zwei Paare reimen und die anderen zwei Paare nicht. Die Kinder müssen nun je Paar entscheiden, ob sich ein Paar gleich anhört oder nicht. Die Entscheidung muss bei 10 Testpaaren getroffen werden.

Zum Silben Segmentieren muss den Kindern zunächst gezeigt werden, wie im Takt Silben gesprochen und dazu in die Hände geklatscht wird. Vier Übungselemente werden angeboten, wonach 10 Testelemente folgen. Der Normierung liegt eine Stichprobe von 1220 Kindern zu Grunde. In den Normtabellen sind keine T-Werte oder Prozentränge enthalten, sondern der Mittelwert (MW), die Standardabweichung (SD) und der Median der korrekten Antworten. So liegt z.B. beim Reimen vier Monate vor Einschulung der MW=8,32 mit einer SD=1,85 und einem Risikobereich bei < 7 Richtiges der Normstichprobe. Der Risikobereich bezeichnet den Punktebereich den Kinder bei einer unterdurchschnittlichen Leistung erzielen. Die Ergebnisse der Kinder dieser Studie müssen in diesem Fall unter Vorbehalt betrachtet werden, da nicht alle Kinder zum ersten (10 Monate vor Einschulung, T1) oder zum zweiten Testzeitpunkt (4 Monate vor Einschulung, T2) untersucht wurden (siehe Tabelle A.1). Der Risikobereich für den Subtest Reimen ist bei  $T1 \leq 6$  Punkte und bei  $T2 \leq 7$  Punkte definiert. Für das Silben Segmentieren werden die gleichen Punktzahlen für den Risikobereich angenommen.

## 8. Diskrimination von Minimalpaaren (aus [NHBG05])

Eine Überprüfung der phonematischen Diskrimination wurde für die noch nicht beschulten Probanden ( $n=21$ ) mit einer Minimalpaarliste aus dem Diagnostik- und Therapieband „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen bei Schulkindern“ [NHBG05] und für die beschulten Probanden ( $n=5$ ) mit den Minimalpaaren aus dem Heidelberger Lautdifferenzierungstest (H-LAD, [BDSK98]) realisiert. Die Minimalpaarliste für die jüngeren Kinder besteht aus 72 Minimalpaaren, denen zugeordnet werden soll, ob sie „gleich“ oder „nicht gleich“ sind. Die Auswertung kann

nur durch den Prozentsatz korrekter Lösungen erstellt werden, da es sich hier um keinen normierten und standardisierten Test handelt.

Der H-LAD hingegen ist ein für die ursprünglich 2. und 4. Klasse normiertes Verfahren ( $n=272$ ) mit den Untertests Lautdifferenzierung und Lautanalyse, welches mittlerweile für die 1.-4. Klasse normiert wurde. Die Lautdifferenzierung setzt sich aus einer Minimalpaarliste von 66 Paaren zusammen. Dem Kind werden die Minimalpaare auditiv vorgegeben (per CD-Rom) und es soll zuerst entscheiden, ob die Paare „gleich“ oder „ungleich“ sind; daraufhin soll es die Paare nachsprechen. Zur leichteren Vergleichbarkeit der beiden Minimalpaarlisten (Nickisch und H-LAD) wurde nur der Untertest Lautdifferenzierung abgenommen und der Prozentsatz der korrekten Items ermittelt.

#### 9. Screening zum Erkennen einer kindlichen Sprechapraxie (aus [LBJ07])

Dieses von Birner-Janusch vorgeschlagene Verfahren zum Erkennen einer kindlichen Sprechapraxie wurde mittels einer Literaturrecherche aufgestellt und deckt die Bereiche der organischen Abweichungen des Artikulationsapparates und der Reflexe, der Mundmotorik, der Phonetik und Phonologie und ihrer Konsistenz, der Sprechmotorik und der Sprachautomatismen ab. Hierzu zählt die Überprüfung:

- der Mundhöhle,
- der frühkindlichen Reaktionen,
- der nicht sequentiellen und sequentiellen mundmotorischen Fähigkeiten,
- der Konsistenzraten,
- der Nachsprechleistungen für Vokale, Diphthonge, Konsonanten, einfache und komplexe Silben und Wörter,
- der artikulatorischen Diadochokineserate,
- der automatisierten Sprache und
- der Prosodie.

Die Inspektion der Mundhöhle soll organische und funktionelle Abweichungen des Gaumens, der Schleimhaut, der Zähne und der Okklusion feststellen. Danach sollen die frühkindlichen Reflexe im Hinblick darauf angeschaut werden, ob ggf. der Beiß-, Würg- und Suchreflex u.a. noch bestehen.

Die Funktionsüberprüfung beinhaltet das Begutachten des Schluckaktes, des Gau-mensegels und basaler Zungenbewegungen, um Insuffizienzen bzw. dysarthrische Symptome auszuschließen. Es folgen die sequentiellen mundmotorischen Fähigkeiten bei denen das Kind z.B. aufgefordert wird zu pusten und danach die Zunge

rauszustrecken. Es werden dem Kind 10 Aufgaben angeboten.

Eine Ermittlung der Konsistenzraten betreffend der Artikulation wird anhand des 25 Wörter-Tests [Fox02] durchgeführt. Das Nachsprechen der Vokale und Konsonanten bis zu Silben und Wörtern soll mit Hinblick auf die motorische Korrektheit und Konsistenz beurteilt werden. Insgesamt müssen 12 Vokale und Diphthonge, 19 Konsonanten, 20 Silben und 20 Wortproduktionen vom Kind produziert werden.

Die Kontrolle der Diadochokineserate erfolgt nach dem von Thoonen [RHO05] vorgeschlagenen Sprechapraxiescore. Hierbei soll das Kind zunächst die einzelnen Silben /pa/, /ta/, /ka/ erst langsam, als Eingewöhnung und Übung der Silbensequenz, und dann schnell produzieren. Das Kind hat jeweils drei Versuche. Von jedem Versuch wird die benötigte Zeit notiert. Aus den 3x3 Zeitangaben wird ein Mittelwert gebildet, der für die monosyllabische Produktion repräsentativ ist. Daraufhin wird der Dreisilber /pataka/ auf die gleiche Art und Weise sechsmal produziert und hierüber der Mittelwert gebildet. Die Punktverteilung von 0 bis 2 geschieht je nach Silben pro Sekunde. Werden  $\geq 3,5$  Silben produziert wird kein Punkt vergeben, bei einem Wert zwischen 3,0 und 3,5 ein Punkt und bei  $\leq 3,0$  werden zwei Punkte vergeben. Die Verteilung beim Dreisilber sieht ähnlich aus. Es wird kein Punkt verteilt bei  $\geq 4,4$ , ein Punkt bei einem Wert zwischen 3,4 und 4,4 und zwei Punkte bei einer Produktion von weniger als 3,4 Silben pro Sekunde.

Mit diesem Screening kann jeweils das Vorliegen eines der drei Cluster (in [Oza95]) der Differentialdiagnostik einer kindlichen Sprechapraxie eruiert werden. Normdaten wurden zu dem Verfahren bisher nicht vorgelegt. Da die Vorgehensweise sehr umfassend ist, wurde aus zeitlichen Gründen die Inspektion der Mundhöhle und die Kontrolle der frühkindlichen Reaktionen nicht gesondert durchgeführt, sondern nur den Patientenakten entnommen.

### 3.1.4 Differentialdiagnostik

Alle Probanden nahmen an den beschriebenen Überprüfungsverfahren aus Unterkapitel 3.1.3 teil und mussten die Einschlusskriterien erfüllen. Danach fand die Zuordnung der Probanden zu den drei Untersuchungsgruppen Normalsprecher, Phonologische Störung und Kindliche Sprechapraxie statt.

Die Zuordnung eines Kindes in die Gruppe der Normalsprecher erfolgte, wenn das Kind keine Auffälligkeiten in der Sprech- und Sprachproduktion bzw. Sprachentwicklung zeigte. Das Vorliegen einer Phonologischen Störung verlangte das Auftreten von pathologischen

phonologischen Prozessen in der PLAKSS. Lag zusätzlich die Inkonsistenzrate bei  $\geq 40\%$ , so wurde die Diagnose der Inkonsequenzen bzw. Inkonsistenten Phonologischen Störung [Fox04] zugeordnet. Eine kindliche Sprechapraxie wurde diagnostiziert, wenn mindestens drei der symptomatischen Cluster ([Oza95]; siehe auch Symptome [ASH07] und siehe Anhang S. 150) erfüllt wurden. Daraus ergab sich die in Tabelle 3.2 dargestellte Gruppeneinteilung.

Ein Vergleich der Leistungen der Kinder in den einzelnen Tests der Diagnostik ist in der

Tabelle 3.2: Gruppeneinteilung der Probanden

Geschlecht	SP	PhS konsistent	PhS inkonsistent	KS
m	7	4	3	7
w	1	2	1	3
$\emptyset$ Alter	5;3	6;0	6;2	5;5
SD Alter	0,73	1,24	1,26	0,44

SP=Kindliche Sprechapraxie; PhS=Phonologische Störung;  $\emptyset$ =Mittelwert; SD=Standardabweichung; m=männlich; w=weiblich

Tabelle 4.1 im Kapitel 4.1 der Ergebnisse und im Anhang in den Tabellen A.3 bis A.6 einzusehen.

Die Gruppeneinteilung infolge der Untersuchungsergebnisse wurde mittels 15 externer Beurteiler überprüft, um einen Zirkularitätseffekt zu eliminieren. Alle zusammengefassten Untersuchungsergebnisse siehe Tabellen 4.1) und die ausführlichen Ergebnisse jedes Kindes (siehe Anhang A.3 bis A.6 und A) wurden inklusive eines ausführlichen Theorieskriptes (siehe Anhang S. 121) und einer zusätzlichen Clustereinteilung nach Ozanne [Oza95] (siehe ebenfalls Anhang S. 150) den Beurteilern ausgehändigt. Diese mussten mittels der Untersuchungsergebnisse die Clustereinteilung überprüfen und den Kindern eine der drei Diagnosen zuordnen (Kindliche Sprechapraxie, Konsistente Phonologische Störung, Inkonsistente Phonologische Störung). Dabei waren sie nicht in Kenntnis über die Diagnose des Untersuchers. Die Kontrollsprecher blieben dabei unberücksichtigt, da eine regelrechte Sprech- und Sprachentwicklung infolge der Diagnostik offensichtlich war.

### 3.1.5 Untersuchungsinstrument für die Analyse der Aussprache

Das für die Analysen eingesetzte Messinstrument bestand aus Wortmaterial, das aus 115 Wörtern, 64 Pseudowörtern und 105 Silben bestand (205 Konsonanten und 117 Vokale),

die bei den Kindern durch eine Bildbenennung und durch Imitation evoziert wurden. Die Bildvorlage wurde in eine Gesprächssituation eingebettet, wohingegen das Nachsprechen als Papagei-Spiel angeboten wurde. Den Kindern wurden zwei Kuscheltiere vorgestellt, bei denen ein Tier dem Anderen gerne alles nachplappert. Die Kinder wurden nach einer kurzen Demonstration gebeten, die Rolle des „Nachplapperers“ zu übernehmen.

Bei der Bildbenennung wurde eine standardisierte Vorgehensweise durch eine vierstufige Handlungsweise erzielt. Zuerst wurde das Kind gefragt, welches Objekt sich auf dem Bild befindet. Konnte es darauf eine adäquate Antwort geben, so wurde das nächste Bild vorgelegt. Konnte das Zielobjekt nicht benannt werden, so wurden semantische Cues eingesetzt. Wenn auch diese Unterstützung nicht zum korrekten Zielwort führte, wurden dem Kind eine Auswahl an Objektnamen angeboten, bei der der korrekte Name des Objektes immer an unterschiedlicher Stelle auftauchte. Kam es erneut zu keiner korrekten Antwort, so wurde das Item ausgelassen und in den statistischen Auswertungen vernachlässigt.

Die Silben-, Wort- und Pseudowortproduktionen wurden digital mit dem Headset von Sennheiser PC 145 USB und einem IBM-Notebook aufgenommen. Das Mikrofon des Headsets hat einen Übertragungsbereich von 80-15.000 Hz und ist somit für Sprachaufnahmen geeignet. Der Audio-Editor und Rekorder „Audacity“ in der Version 1.2.6 wurde als Aufnahmesoftware verwendet [Maz06].

Das Wort-, Silben- und Pseudowortmaterial wurde nach der Frequenz, der Silbenstruktur (CV/CC) und der Silbenanzahl (Einsilber/Mehrsilber) kontrolliert. Diesbezüglich wurde für das Wortmaterial eine Recherche in der CELEX-Datenbank [BPG95] vorgenommen. Es wurden aus dem gfl-file (German Frequency, Lemmas) für gesprochene Wörter jeweils  $\geq 15$  Wörter der Kategorien (Einsilber, Mehrsilber) x (CV, CC) x (hochfrequent, niedrigfrequent) kombiniert. Die Angaben in der CELEX-Datenbank beziehen sich immer auf eine Millionen gesprochene Wörter, so dass ein angegebener Wert von  $\geq 100$  auf ein hochfrequentes Wort und ein Wert von  $\leq 10$  auf ein niedrigfrequentes Wort hindeutet. Da es sich bei der CELEX-Datenbank um eine Sammlung von Textkorpora von Erwachsenen handelt, wurden aus den hochfrequenten Wörtern nur diejenigen heraus gesucht, die nach therapeutischer Erfahrung im aktiven Wortschatz der Kinder zwischen 4-7 Jahren repräsent sind (siehe Tabelle A.7). Die Wörter wurden den Kindern in randomisierter Reihenfolge dargeboten, damit ein Übungseffekt durch eine alphabetische Reihenfolge ausgeschlossen werden konnte.

Die 64 Pseudowörter (siehe Tabelle A.7) entsprechen im Deutschen einer phonotaktisch legalen Struktur und 30 von ihnen wurden aus den Hierarchischen Wortlisten [LZB03] genommen. Die restlichen 34 Pseudowörter wurden von Realwörtern durch eine Substitution der Vokale abgeleitet.

Das Silbenmaterial (siehe Tabelle A.7) wurde aus einer unveröffentlichten Arbeit von Schiller ([SMBL96]) zusammengesetzt. Aus dieser Arbeit gingen die Silbenfrequenzen des Deutschen anhand des CELEX „German phonology word form“- Lexikons hervor. Das Lexikon enthält 365530 Wortformen und entstammen dem Mannheimer Korpus mit sechs Millionen Wörtern. Die Silbenfrequenzen wurden zusätzlich korrigiert im Hinblick auf ihre Ambisyllabizität. Das Wort „Teller“ z.B. enthält den ambisyllabischen Konsonanten /l/, da er zur Coda der vorangehenden Silbe gehört und zugleich zum Onset der nachfolgenden Silbe. Die Frequenz der gegebenen Silben aus der Arbeit Schillers ist die Summe der Frequenzen aller Wortformen in denen die Silbe vorzufinden ist. Auf diese Weise werden den Silben Ränge zugeordnet. Für die hochfrequenten Silben werden in der vorliegenden Studie die Ränge 1 bis 1400 verwendet und für die niedrigfrequenten Silben die Ränge 5852 bis 6904. Es wurde darauf geachtet, dass die selektierten Silben kein funktionales Morphem enthielten.

### 3.1.6 Perzeptive Analysen

Die Wort-, Pseudowort- und Silbenproduktionen der Kinder, die eingebettet in einer Gesprächssituation vorlagen, wurden mit dem Programm Audacity [Maz06] in die einzelnen Wortproduktionen zerlegt, um perzeptiv beurteilt werden zu können. Es sollten mindestens drei Beurteiler pro Kind gefunden werden, die 20% aller aufgenommenen Produktionen eines Kindes betreffend der Vokalqualität (korrekt oder nicht) beurteilen sollten. Jeder Vokal der Wort-, Pseudowort- oder Silbenproduktion sollte auf die Korrektheit hin angehört und beurteilt werden. Ziel der Analyse war das subjektive Erforschen des Auftretens von Vokalfehlern bei den Störungsbildern der kindlichen Sprechapraxie und den Phonologischen Störungen. Für die Realisierung der Beurteilersuche und des effizienten Beurteilungsvorganges wurde eine Webseite erstellt (siehe Anhang A.1), die alle erforderlichen Informationen und Audiodateien der Kinder umfasste. Jeder teilnehmende Beurteiler musste sich auf der Webseite mit seiner E-Mailadresse anmelden, die Zahl der gewünschten Beurteilungen angeben und bekam daraufhin ein Passwort und die Zuteilung zu einem Probanden bzw. den Audiodateien zugesendet (Quellcode und HTML-Skript im Anhang A bis A). Im nächsten Schritt konnten die Audiodateien online geöffnet und bewertet werden. Das ausgefüllte Formular wurde dann per Mail an den Untersucher geschickt. Zur Verdeutlichung der Phonetik der gewählten Wörter, Pseudowörter und Silben wurde ein Formular im PDF-Format mit phonetischer Schrift (siehe auch [Ass05]) hinterlegt und eine Version im DOC-Format zur direkten Bearbeitung. Die 20% des Wortmaterials

wurden per Zufall selektiert. Dabei handelte es sich je Beurteiler um 24 Wörter, 14 Pseudowörter und 21 Silben (siehe Tabelle A.9). Das zu beurteilende Wort- und Silbenmaterial beinhaltete für jeden Beurteiler je Kind die gleichen Wörter, Pseudowörter und Silben. Die Beurteiler wurden vornehmlich über das LeFo-Netz (Netzwerk aller Studierenden der Lehr- und Forschungslogopädie der RWTH Aachen) gewonnen. Nach drei Monaten waren die Vokalproduktionen jedes Kindes zwischen 3-5 mal auf ihre Korrektheit hin beurteilt worden. Auf diese Weise konnte die Gruppe der sprechapraktischen Kinder von insgesamt 33 Beurteilern, die der Kinder mit phonologischer Störung von 41 Beurteilern und die der Kontrollsprecher von 40 Beurteilern begutachtet werden.

Eine Transkription aller Wort-, Pseudowort- und Silbenproduktionen und das Auszählen der korrekten Konsonanten und Vokale (PCC/PCV) wurden vom Untersucher realisiert. Die statistischen Berechnungen erfolgten mit der Software SPSS 16.0.

### 3.1.7 Akustische Analysen

In dieser Studie wurden die Formantverläufe von F1 und F2 der produzierten Vokale aus nahezu allen Items (268 von 284) näher untersucht, um eine objektive Einschätzung über die vermuteten Abweichungen der Vokalproduktionen der sprechapraktischen Kinder im Vergleich zu den phonologisch gestörten Kindern zu erhalten. Robb et al. [RBY99] befürworten eine zusätzliche akustische Analyse, da manche Fehler auditiv nicht wahrgenommen werden, jedoch akustisch. Einige Wörter, Pseudowörter und Silben (rot markiert in Tabelle A.7) konnten nicht benannt, der Vokal nicht produziert oder nicht in ausreichender Qualität aufgenommen werden, so dass insgesamt 108 Wörter, 60 Pseudowörter und 100 Silben für die Analyse zur Verfügung standen. Zunächst wurden die einzelnen Wortproduktionen in dem Programm „Praat“ [BW95] betrachtet und die Vokale und deren Formantverläufe extrahiert. Durch auftretende Algorithmusfehler des Programmes mussten Fehlrealisationen der Formantverläufe angeglichen werden. Für diesen Vorgang mussten die Vokale selektiert und mit folgenden Formanteinstellungen betrachtet werden:

- Maximum formant: 6000Hz
- Number of formants: variabel
- Window length: 0.075 sec.
- Dynamic range: 60dB
- Dot size: 1.0 mm

Die Anzahl der abgebildeten Formanten variierte zwischen 4-6 Formanten, doch wurde versucht, dass die Anzahl der zu betrachtenden Formanten nicht innerhalb einer Wortproduktion verändert werden musste und eine Extraktion unter den gleichen Bedingungen vorgenommen werden konnte.

Die Extraktion besteht aus dem Zeitverlauf der ersten drei Formanten des produzierten Vokals und der produzierten Frequenzen. Die Zeitverläufe liegen als Textdatei vor und werden für die weiteren Berechnungen der Formantverläufe von F1 und F2 benötigt. Diese Daten wurden zur Berechnung der Frequenz, der Steigung und der Kurvigkeit des Formantverlaufes mit dem Computerprogramm Matlab 7.0.1. herangezogen. Die tatsächlich gemessenen Formantverläufe wurden mit Hilfe eines Matlab-Skripts mit einem Polynom dritten Grades, also

$$F_i(t) = a + bt + ct^2 + dt^3, \quad \text{mit } i = 1, 2 \quad (3.1)$$

genähert. Anschließend wurden die für die spätere Analyse benötigten akustischen Parameter Frequenz  $a$ , Steigung  $b$  und Kurvigkeit  $c$  aus der Formel 3.1 bestimmt. Die daraus resultierenden Werte wurden für den statistischen Gruppenvergleich in SPSS eingepflegt. Außerdem wurden in Matlab Graphiken erzeugt, die die Formantverläufe der einzelnen Sprecher im Kontrast darstellen (siehe Abbildung 3.2, 3.3).

Die erste Graphik bzw. das erste Beispiel zeigt die Formantverläufe der Sprecher des Pseudowortes [„blø:mə“]. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Formantverläufe sprechapraktischer Sprecher von F2 sowohl im Mittelwert der Frequenz als auch in der Steigung abweichen. Ähnliche Auffälligkeiten in der Frequenz und in der Steigung des F2 zeigen sich bei den sprechapraktischen Kindern bei der Wortproduktion [„blüte“] (Abbildung 3.3) im Gegensatz zu den anderen Probandengruppen. Ebenfalls wird ein phonologisch gestörtes Kind durch eine Abweichung in der Steigung von F2 auffällig.

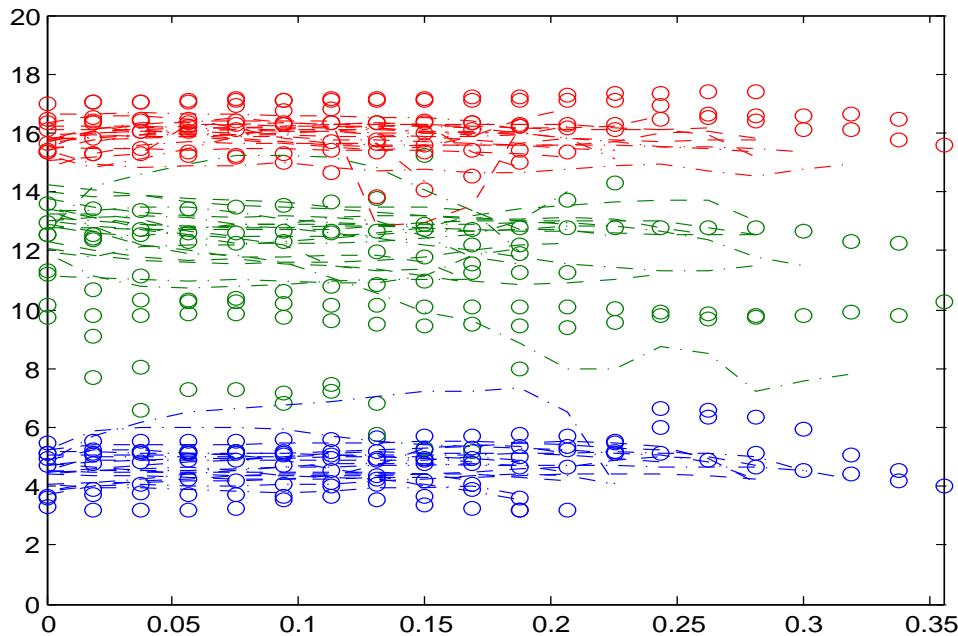


Abbildung 3.2: Darstellung des [ø:] aus der Pseudowortproduktion [„blø:mə“]; Frequenz und Steigung von F2 abweichend

blau= F1; grün=F2; rot=F3; oooo= Formant Kindliche Sprechapraxie; .....=Formant Phonologische Störung; - - - =Formant Kontrollsprecher

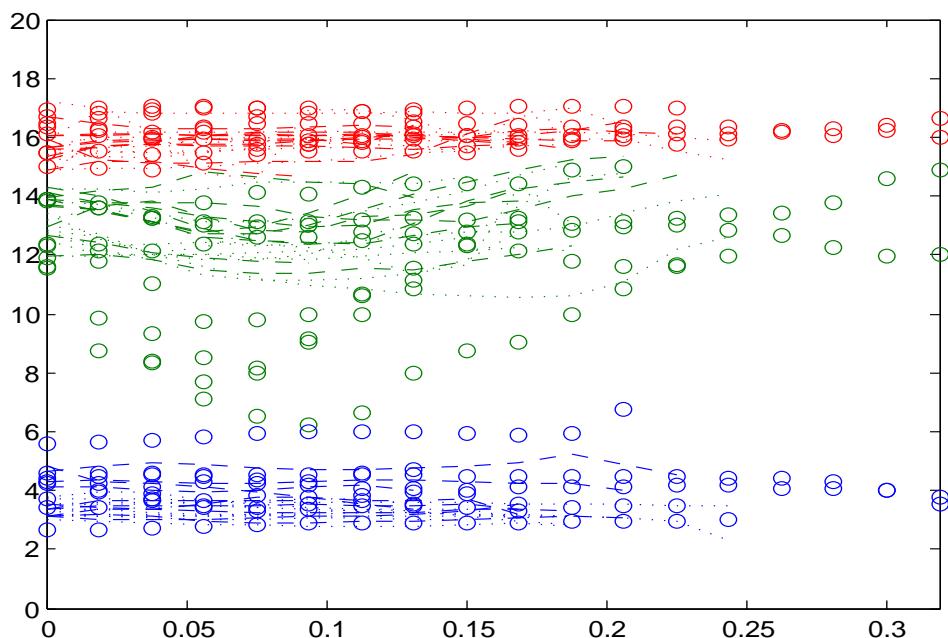


Abbildung 3.3: Darstellung des [y:] aus der Wortproduktion [„bly:tə“]; Frequenz und Steigung von F2 auffällig

blau= F1; grün=F2; rot=F3; oooo= Formant Kindliche Sprechapraxie; .....=Formant Phonologische Störung; - - - =Formant Kontrollsprecher

### 3.1.8 Statistische Verfahren

Alle Daten werden mit dem Programm SPSS 16.0 [Büh08] statistisch analysiert. Es wird bei allen statistischen Verfahren ein Signifikanzniveau von  $\alpha = ,05$  angenommen.

#### Diagnostik

Die zusätzlich zum Untersucher durchgeführte Zuweisung der Diagnose zu den teilnehmenden Kindern durch die 15 unabhängigen Beurteiler wird zunächst auf die Beurteilerübereinstimmung hin mittels Cohens Kappa untersucht. Bei einer Beurteilung durch unabhängige Rater ist nicht notwendigerweise eine fehlerfreie Bestimmung der Merkmalsausprägungen möglich, so dass die Güte der Beurteilung der Rater überprüft werden muss. Die Beurteilerreliabilität bzw. -übereinstimmung zeigt die Genauigkeit einer Messung. Dabei gilt eine Beurteilung als reliabel, wenn alle Rater bei gleichem Wissensstand zu ähnlichen Bewertungen kommen. In diesem Fall kann die Bewertung eines Raters als guter Indikator für Merkmalsausprägungen eingesetzt werden [WC02].

Anhand der Raterurteile soll eine Clusterbildung überprüft werden, die die Zugehörigkeit der sprach- und sprechauffälligen Kinder zu den Probandengruppen mit einer Aussprachestörung (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung) darlegt.

#### Akustik

Die gewonnenen Daten aus der Berechnung des Mittelwertes der Frequenz, der Steigung und der Kurvigkeit der Formantverläufe von F1 und F2 der Vokale werden mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) auf bestehende signifikante Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsgruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) überprüft. Parallel werden die Ergebnisse mit dem non-parametrischen Test von Kruskal-Wallis berechnet. Auf diese Weise wird eine Bestätigung der Normalverteilung erzielt. Mit einem einseitigen t-Test wird der Gruppenvergleich zwischen jeweils zwei Gruppen statistisch ausgewertet. Eine einseitige Testung begründet sich durch das Auftreten hoher Vokalfehlerraten bei sprechapraktischen Kindern, die bei Kindern mit einer phonologischen Aussprachestörung nicht vorzufinden sind und somit nicht erwartet werden [Fox04],[DJM04],[DJM98]. Ein Vergleich der verschiedenen Wort- und Silbenkorpora erfolgt anhand einer zweifaktoriellen ANOVA, auch genannt MANOVA (multivariate Varianzanalyse). Untersucht werden sollen die Effekte und Wechselwirkungen zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Stimulusart“. Es können jedoch keine Rückschlüsse gezogen werden, welche Bedingungen oder Faktorstufen sich unterscheiden, sondern nur ob ein signifikanter Unterschied vorliegt.

#### Perzeption

Die Güte der Beurteilungen kann bei den perzeptiven Beurteilungen nicht mit Cohens

Kappa analysiert werden, da nicht jeder Beurteiler alle Vokalproduktionen aller Probanden beurteilt. Für die Berechnung des Cohen Kappas müssen alle Beurteiler dieselben Objekte, also auch dieselbe Anzahl an Objekten, bewerten. Zur Berechnung der Beurteilerübereinstimmung wird deshalb Krippendorffs  $\alpha$  [HK07] gewählt, da dieses Verfahren jegliche Mengen an Beurteilern und Daten, alle Skalenniveaus und fehlende Daten, sogenannte „missing data“ akzeptiert. Das Verfahren berechnet die tatsächlichen Übereinstimmungen mittels Beurteilungspaaren. In einem Prozess, der „Bootstrapping“ genannt wird, werden Zufallspaare der Bewertungen erzeugt, die durch die Anzahl der Bewertungen eines Objektes bzw. einer Kategorie gewichtet sind. Es wird das Alpha berechnet und die Wahrscheinlichkeit die geringste akzeptable Reliabilität ( $\alpha_{min} = .50$ ) zu erhalten. Krippendorffs  $\alpha$  kann nicht mit SPSS erzeugt werden, so dass hierfür ein erzeugtes Macro von A.F. Hayes [HK07] verwendet und in SPSS implementiert wird. Nach der Aktivierung des Macros in SPSS wird die Kommandozeile „KALPHA judges= obs1 obs2 obs3 obs4 obs5/level = 1/detail = 1/boot = 1000“ ausgeführt. Damit ein möglichst exaktes Ergebnis erzielt wird, soll ein Wert von 10000 (Kommandozeile „boot“) angegeben werden. Die Beurteilerübereinstimmung wird somit für alle Probanden für die ersten drei Vokale der Pseudowörter, Wörter und Silben mit Krippendorffs  $\alpha$  errechnet.

Der Vergleich der Probandengruppen mittels der Vokalfehler erhoben durch die Rater, kann nicht ohne weiteres mit der ANOVA erfolgen, da keine Normalverteilung der Vokalfehler zu erwarten ist. Es ist eine arcus-sinus-Transformation des relativen Vokalfehleranteils vorgesehen mit anschließender univariater Varianzanalyse, um Gruppenunterschiede feststellen zu können. Durch diese Art der Transformation wird eine Homogenität der Varianz der Vokalfehler über die Probandengruppen erzielt, welche die Voraussetzung einer ANOVA ist.

Signifikante Unterschiede bezüglich der Vokalfehler zwischen zwei Gruppen werden mit einem einseitigen t-Test für unabhängige Stichproben bestimmt, da ähnliche Leistungsunterschiede wie in der akustischen Analyse zu erwarten sind.

Intraindividuelle Unterschiede werden mit Hilfe eines einseitigen t-Tests für abhängige Stichproben analysiert. Es werden Unterschiede in den Vokalproduktionen erwartet, wenn die Anforderungen bzw. die Komplexität des Pseudowortes, Wortes oder der Silbe zunimmt. Demgemäß müssen Mehrsilber, Wörter mit CC-Struktur und niedrigfrequente Wörter eine höhere Fehlerrate aufweisen, so dass eine einseitige Testung durchgeführt werden sollte.

### Multiples Testen

In dieser Studie werden multiple Fragestellungen und Hypothesen in Bezug auf die Probandengruppen, die Vokalfehler (in Pseudowörtern, Wörtern und Silben mit den Parame-

tern Silbigkeit, Frequenz, Komplexität) und deren Formantverläufe (Frequenz, Steigung und Kurvigkeit von F1 und F2) überprüft. Hierdurch kommt es zum vermehrten Auftreten des  $\alpha$ -Fehlers (Fehler 1. Art) bzw. zur vermehrten Verwerfung der Nullhypothese und zur fälschlichen Annahme der Alternativhypothese. Zur Vermeidung des Auftretens des  $\alpha$ -Fehlers muss eine  $\alpha$ -Adjustierung, hier die Methode nach Bonferroni, vorgenommen werden. Die  $\alpha$ -Adjustierung erfolgt durch  $\alpha/n$ , so dass die Summe der Irrtumswahrscheinlichkeiten gleich dem  $\alpha$  ist. Die Bonferroni - Methode ist eine konservative  $\alpha$ -Adjustierung, da bei steigendem n, also bei steigender Anzahl der Testungen, der Fehler zweiter Art ( $\beta$ -Fehler) steigt. Somit wird wiederum vermehrt fälschlicherweise die Nullhypothese angenommen und die Alternativhypothese verworfen.

Aus diesen Gründen wurde für diese Studie der Untersuchungsschwerpunkt auf den Parameter „Pseudowörter“ gelegt. In einer vorangegangenen Studie [Ble06] erwiesen sich innerhalb der akustischen Analyse von Vokalfehlern zwischen Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie und den Kontrollsprechern auch nach Anwendung der Bonferroni - Methode mehr signifikante Unterschiede als bei Realwörtern. Pseudowortproduktionen sind ebenfalls in der SLI- Forschung (specific language impairment) bekannt und werden als Indikator einer Sprachstörung betrachtet, selbst wenn diese bereits erfolgreich behandelt wurde [CE08], [CRB01]. Die Leistungsprofile der Kinder bezüglich der Vokalfehler in Realwörtern und Silben werden gleichfalls betrachtet, jedoch können nur Ergebnistendenzen angegeben werden. Darüber hinaus bildet die Analyse des ersten Vokals in Wörtern, Pseudowörtern und Silben den Schwerpunkt, da die Menge der Items mit zweitem Vokal gering und somit nicht repräsentativ ist.

### 3.1.9 Datenschutz

Vor der Verwirklichung dieser Studie wurde eine Beratung aus ethischer und berufsrechtlicher Sicht bei der Ethikkommission des Universitätsklinikums der RWTH Aachen angefragt. Ein Votum der Ethikkommission entschied, dass gegen das Forschungsvorhaben aus ethischer und berufsrechtlicher Sicht keine Bedenken bestehen. Innerhalb der Studie wurden die Eltern mittels eines Informationsschreibens (siehe Anhang S. 115) und eines persönlichen Gespräches über die Studie aufgeklärt und nochmals darauf hingewiesen, dass die Teilnahme freiwillig erfolgen sollte und dass zu jedem Zeitpunkt ein Rücktritt ohne Konsequenzen von der Einwilligungserklärung möglich ist. Des weiteren wurden die datenschutzrechtlichen Bestimmung der Ethikkommission eingehalten und in Form einer

Erklärung (siehe Anhang S. 119) von den Probanden bzw. den Erziehungsberechtigten und der Studienleitung unterschrieben.



# Kapitel 4

## Ergebnisse

Die analytische Vorgehensweise und die statistischen Auswertungen und Ergebnisse werden mit Bezug auf die Hypothesen dargelegt. Zu Beginn des Kapitels wird die Beurteilerübereinstimmung bei der Diagnostik der Kinder via Cohens Kappa bestimmt und anschließend eine hierarchische Clusteranalyse vorgenommen, um die Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Kinder zu überprüfen und zu bestätigen. Es folgt die statistische Auswertung der akustischen und perzeptiven Analyse mittels einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) und dem t-Test für unabhängige Stichproben, mit denen Gruppenunterschiede bezüglich des ersten und des zweiten Formanten der Vokale und der perzeptiven Beurteilungen zwischen den Probandengruppen untersucht werden. Für die Verteilung der relativen Häufigkeit von auftretenden und beurteilten Vokalfehlern der perzeptiven Analyse kann keine Normalverteilung angenommen werden, so dass für die Varianzanalyse und die t-Test-Analyse eine arcus-sinus-Transformation des relativen Vokalfehleranteils durchgeführt wurde. Innerhalb der perzeptiven Analyse werden weiterhin intraindividuelle Unterschiede mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben analysiert. Ein möglicher Einfluss des Wort- und Silbenkorpus, sowie der jeweiligen Gruppe (Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) auf die Vokalproduktionen wird innerhalb der akustischen Analyse mit einer multivariaten Varianzanalyse MANOVA) ermittelt. Ein Signifikanzniveau von  $\alpha = ,05$  wird bei allen statistischen Verfahren angenommen.

## 4.1 Diagnostik

Die Einteilung der Probanden in die Untersuchungsgruppen erfolgte aufgrund der in 3.1.3 beschriebenen logopädischen Diagnostik. Die Erläuterung der Ergebnisse innerhalb der Diagnostik wird im Folgenden dargestellt. Betrachtet man die Untersuchungsgruppen (Sprechapraxie, Phonologische Störung, Kontrollsprecher) bezüglich des **Sprachverständnisses** morphologisch-syntaktischer Strukturen (siehe Tabelle 4.1, Anhang A.3), so werden sowohl bei den Kindern mit einer Sprechapraxie als auch bei den Kindern mit einer Phonologischen Störung zwei Fälle mit einem unterdurchschnittlichen bis auffälligem Sprachverständnis offensichtlich. Der Intelligenzquotient bzw. der jeweils erzielte Prozentrang in den CPM ist im Durchschnitt bei den Kontrollsprechern am höchsten, wonach die Kinder mit Phonologischer Störung folgen und dem sich danach die Kinder mit einer Sprechapraxie anschließen. Der Unterschied ist jedoch zwischen den beiden Gruppen mit einer Aussprachestörung gering und nimmt im Vergleich mit der Kontrollgruppe stark zu. Die **Artikulation** der Kinder mit Sprechapraxie ist insgesamt von mehr konsonantischen und vokalischen Fehlern geprägt (siehe Tabelle 4.1; Anhang A.4), als die der Kinder mit phonologischer Störung. Bei beiden Gruppen kann die prosodische Aufgabe von 70-75% der Kinder nicht korrekt ausgeführt werden. Eine traurige und fröhliche Intonation ist nicht möglich.

Im Bereich der **Sprechmotorik** (siehe Tabelle 4.1; Anhang A.5) ist eine schlechtere Leistung der sprechapraktischen Kinder sichtbar, auch wenn eine eindeutige Trennung anhand des Scorings nach Thoonen (vgl. [RHO05]) nicht möglich ist. Der Dreisilber „pataka“ kann von den sprechapraktischen Kindern nicht gebildet werden und die Frikativhalte-dauer erreicht nur einen Mittelwert von 6,4 Sekunden. Diese Schwierigkeiten führen zu einem Scoring nach Thoonen ([RHO05]) von zwei Punkten im Mittelwert. Die phonologisch gestörten Kinder erzielen einen Mittelwert von 1,8 Punkten und somit eine schlechte Leistung innerhalb der Wiederholung des Dreisilbers. Die monosyllabische Wiederholung innerhalb der Diadochokinese erfolgt im Durchschnitt mit 4,5 Sekunden, die der phonologisch gestörten Kinder mit 4,35 Sekunden und weist somit keine große Differenz auf. Die Kontrollsprecher zeigen eine eindeutig bessere Leistung, doch wenige der Kontrollsprecher schneiden mit niedrigen Werten für den Dreisilber und die Frikativhaltedauer ab. Das führt wiederum dazu, dass ein Scoringmittelwert von 0,8 Punkten vorliegt.

Bei den Aufgaben zur **auditiven Diskrimination** und zur **phonologischen Bewusstheit** (siehe Tabelle 4.1; Anhang A.6) stellt sich heraus, dass die Sprechapraktiker bei den Subtests Reimen und Minimalpaardiskrimination schlechtere Leistungen erbringen als die anderen beiden Probandengruppen. In den Subtests Silben segmentieren, Laute

verbinden und Zahlenfolge-Gedächtnis ähneln sich die Leistungen der Gruppen mit einer Aussprachestörung. Die Kontrollsprecher haben in fast allen Subtests gute und bessere Ergebnisse zu verzeichnen, mit Ausnahme der Resultate im Subtest „Laute verbinden“. Fazit: Es kann hinsichtlich der Voruntersuchungen zur Differentialdiagnostik zusammen-

Tabelle 4.1: Ergebnisse der Diagnostik aller Untersuchungsgruppen

Test	SP (n=8)		PhS (n=10)		KS (n=10)	
	AM	SD	AM	SD	AM	SD
<b>Fehlerrate PLAKSS</b>	96,97%	3,1	79,9%	15,3	—	—
<b>Inkonsequenzrate</b>	52,1%	9	35,9%	10,7	—	—
<b>Vokalfehler</b>	17%	6,5	4,8%	4,1	—	—
<b>Prosodie</b>	87,5% auffällig		80% auffällig	20% unauffällig	—	—
<b>SV(PR)</b>	54,9	23,4	55,3	23,2	93,9	5,1
<b>CPM(PR)</b>	46,5	15,3	56,2	22,9	73	20,4
<b>Reimen(P)</b>	5,8	2,12	7	1,9	9,4	1,1
<b>SilbenSeg(P)</b>	8,6	1,3	8,8	1,54	8,3	1,77
<b>LV(PR)</b>	30,9	27,6	30,2	28,2	53,4	33,9
<b>ZFG(PR)</b>	17,2	19,26	27,1	26,9	70,9	23,6
<b>MPS(PZ)</b>	79,3	7,5	86,3	10,2	96,9	2,3
<b>DDK(Mono) (Tri)</b>	4,5 n.m.	0,69 n.m.	4,4 2,7	0,29 0,63	4,9 4,0	0,65 0,92
<b>FHD</b>	6,4	2,0	7,8	2,8	9	1,9
<b>Scoring Thoonen</b>	2	0,0	1,8	0,42	0,8	0,92

SV=Sprachverständnis; PR=Prozentrang; CPM=nonverbale Intelligenz; P=Punkte als Rohwert; SilbenSeg=Silben segmentieren; LV=Laute verbinden; ZFG=Zahlenfolge-Gedächtnis; MPS=Minimalpaarscreening; PZ=Prozent; DDK=Diadochokinese; FHD=Frikativihaltedauer; Scoring=Scoring Apraxie nach Thoonen ([TMGS99]; siehe auch [Hod98])

gefasst werden, dass anhand der eingesetzten Diagnostikinstrumente die sprechapraktischen Kinder in den Bereichen der Artikulation, Sprechmotorik und Auditive Diskrimination/phonologische Bewusstheit schlechter abschneiden als die Vergleichsgruppen, wengleich die Punktewerte aus dem BISC aufgrund des Testzeitpunktes nur unter Vorbehalt zu begutachten sind und das Scoring nach Thoonen (1999) keine eindeutige Differenzierung liefert. Die Diagnosestellung des Untersuchers wurde indirekt von 15 externen Beurteilern anhand eines Theorieskriptes und aller Ergebnisse der Probanden, wie im Methodenteil (Kapitel 3.1.4) beschrieben, kontrolliert. Allen Kindern mit einer Aussprachestörung musste eine kindliche Sprechapraxie, eine Konsequente Phonologische Störung

oder eine Inkonsistente Phonologische Störung attestiert werden. Die Übereinstimmung der Beurteiler wurde überprüft.

### 4.1.1 Beurteilerübereinstimmung

In dieser Studie wird eine eindeutige Zugehörigkeit der Probanden zu einer Gruppe angestrebt und ein Übereinstimmungsmaß von Cohens Kappa ( $\kappa$ ) von  $\geq, 5$  verlangt, welche als akzeptable bis gute Übereinstimmung angesehen wird. Werden den Beurteilern die drei Diagnosen zur Auswahl gestellt, so wird ein mittlerer Wert von  $\kappa =, 72$  erreicht, also eine gut akzeptable Übereinstimmung.

Bei den Auswertungen wurde sichtbar, dass das 40% - Kriterium einer Inkonsistenten Phonologischen Störung nicht korrekt gehandhabt wurde. Es kam zu geringeren Übereinstimmungen zwischen den Kategorien der Konsequenten Phonologischen Störung und der Inkonsistenten Phonologischen Störung. Aus diesen Gründen wurde eine erneute Analyse der Beurteilerübereinstimmung mit nur zwei Kategorien (Kindliche Sprechapraxie und Phonologische Störung) vorgenommen. Hierfür ergab sich ein mittleres  $\kappa =, 67$ , was auf keinen Einfluss des 40% - Kriteriums deutet und der als gut akzeptable Übereinstimmung bezeichnet werden kann.

Tabelle 4.2: Beurteilerübereinstimmung mittels  $\kappa$  mit zwei und drei Kategorien

<i>MW</i>	<i>GS</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>	<i>R7</i>	<i>R8</i>	<i>R9</i>	<i>R10</i>	<i>R11</i>	<i>R12</i>	<i>R13</i>	<i>R14</i>	<i>R15</i>	<i>MW</i>
,92	,92	,89	,89	,89	1	1	,78	,89	,89	,89	1	,78	,68	,78	,35	,35	,75
,71	,75	,67	,78	1	,89	,89	,89	,78	1	,78	,89	,89	,78	,89	,46	,46	,76
,86	,92	1	,67	,78	,89	,89	,68	,78	,78	1	,89	,68	,58	,68	,24	,24	,70
,89	1	,92	,75	,92	,89	,89	,89	,78	1	,78	,89	,89	,78	,89	,46	,46	,80
,92	1	,92	,75	,92	1	1	,78	,89	,89	,89	1	,78	,68	,78	,35	,35	,76
,82	,83	,92	,58	,92	,83	,83	,78	,89	,89	,89	1	,78	,68	,78	,35	,35	,74
,76	,83	,75	,67	,75	,83	,83	,67	,68	,89	,68	,78	,78	,89	1	,57	,57	,76
,89	,92	1	,67	1	,92	,92	,92	,75	,78	,78	,89	,68	,57	,68	,24	,24	,60
,85	,92	,83	,83	,83	,92	,92	,75	,83	,78	,89	,89	,78	,89	,46	,46	,74	
,86	,92	,83	,75	,83	,92	,92	,75	,92	,83	,92	,89	,68	,57	,68	,24	,24	,55
,43	,42	,42	,58	,42	,42	,42	,33	,42	,42	,42	,50	,78	,68	,78	,35	,35	,59
,62	,67	,75	,42	,75	,67	,67	,83	,50	,75	,58	,58	,25	,68	,78	,57	,35	,59
,78	,83	,92	,58	,92	,83	,83	1	,67	,92	,75	,75	,33	,83	,89	,46	,46	,60
,40	,42	,50	,17	,50	,42	,42	,58	,25	,50	,33	,33	,08	,58	,58	,57	,57	,57
,08	,08	,17	,00	,17	,08	,08	,17	-,08	,17	,00	,00	-,08	,17	,17	,17	,57	,57
,72																	,67

R1-R15=externe Rater; GS=Untersucher; MW=Mittelwert; blau=zwei Kategorien

### 4.1.2 Clusteranalyse

Die Zuordnung der Diagnosen sollte nicht nur mit einer möglichst großen Übereinstimmung der Beurteiler geschehen, sondern auch eine Clusterbildung anhand der Urteile ermöglichen. Die Zugehörigkeit der Probanden der pathologischen Gruppe zu den drei Diagnosen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung konsequent und inkonsequent) wurde mit einer hierarchischen Clusteranalyse nach der WARD-Methode ([Bor05]; [Büh08]) anhand der Variablen „Merkmal“ (sprechapraktisch, phonologisch konsequent, phonologisch inkonsequent) und der Anzahl der Beurteiler je Merkmal und Kind ermittelt (siehe Abbildung 4.1 und 4.2). Das Verfahren versucht in diesem Fall die Probanden so zu gruppieren, dass die Unterschiede innerhalb einer Gruppe oder eines Clusters gering und zwischen den Gruppen bzw. den Clustern groß sind. Begonnen wird mit einer feinen Partitionierung bei der die Anzahl der Cluster schrittweise abnimmt. In Abbildung 4.1, die

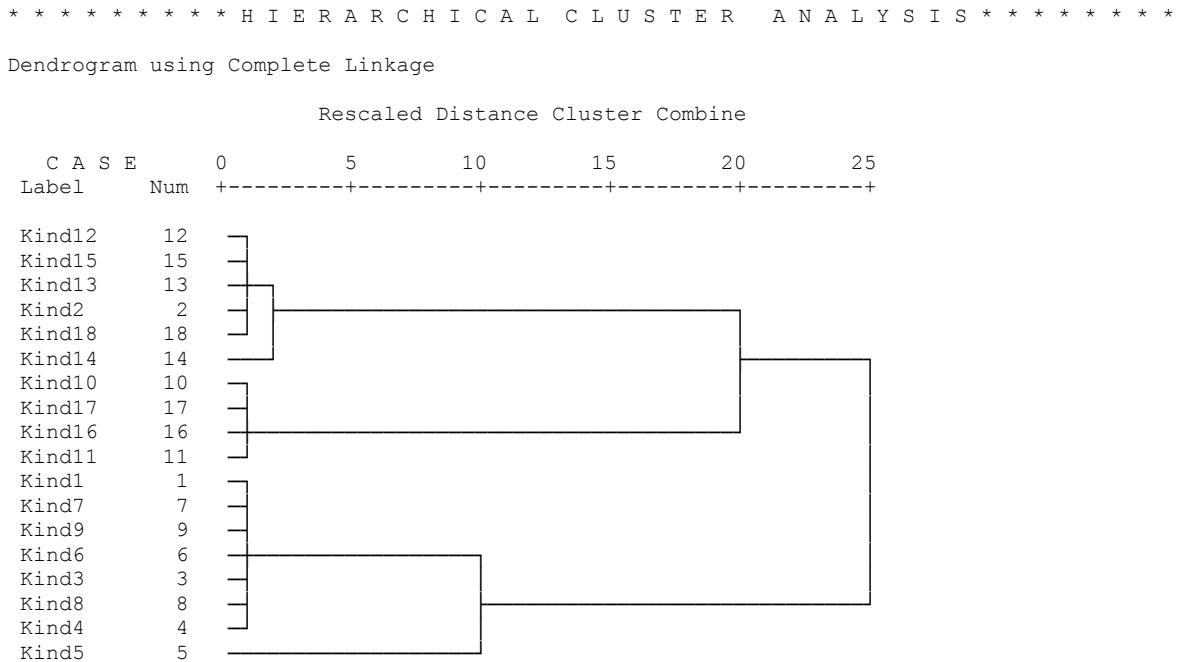


Abbildung 4.1: Clusteranalyse mit zwei Merkmalen bzw. Kategorien, bei der Kind 1, 3-9 als sprechapraktisch gilt und Kind 2, 10-18 als phonologisch gestört

zwei Kategorien umfasst (Sprechapraxie - Phonologische Störung) beginnt das Verfahren mit fünf verschiedenen Clustern, die zu zwei großen Clustern zusammengeführt werden. Ein Cluster besteht aus den Kindern 2, 12, 13, 14, 15, 18 und auch die Kinder 10, 11, 16, 17 sowie 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9 gehören zu einem Cluster, sowie Kind 5 als recht isoliertes Element. Aus den aufgezählten Gruppen werden die ersten drei zu einem Cluster und die letzten beiden Gruppen zu einem Cluster zusammengefasst. In der endgültigen Klassifizierung

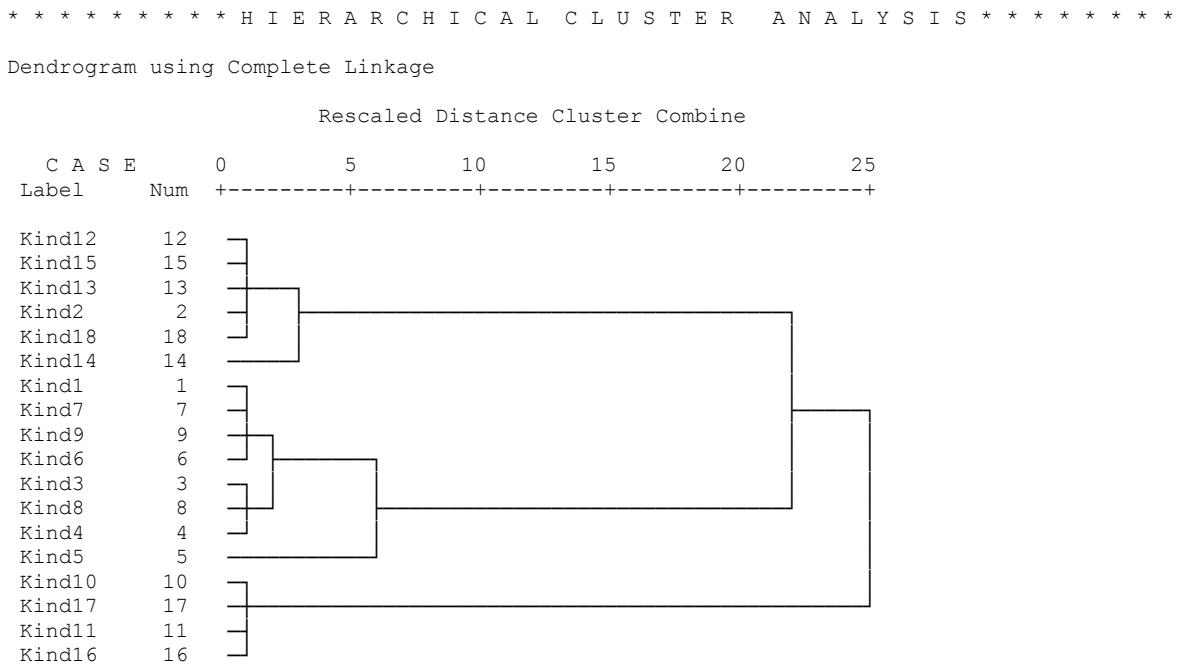


Abbildung 4.2: Clusteranalyse mit drei Kategorien, bei der Kind 1, 3-9 als sprechapraktisch gilt und Kind 2, 12-15, 18 als phonologisch gestört (konsequent), sowie Kind 10, 11, 16, 17 als phonologisch gestört (inkonsequent)

wird die Einteilung der Kinder aus Tabelle 4.3 bestätigt. Zu Beginn der Clusterbildung mit drei Kategorien (siehe Abbildung 4.2) kommt es zu sechs anfänglichen Clustern, die dann zu drei größeren Clustern zusammengefügt werden. Betrachtet man die Probanden und deren diagnostische Einteilung eingangs (Tabelle 3.2 bzw. 4.3), so wird diese gut gestützt. Bei beiden Abbildungen zeigt sich nach der Clusterbildung von zwei oder drei Hauptclustern eine erneute Fusionierung der Hauptcluster. Die Probandengruppen lassen sich den drei bzw. zwei Gruppen zuordnen und stützen die Diagnose.

## 4.2 Akustische Analyse

Die bereits angeführte Berechnung der Frequenz, der Steigung und der Kurvigkeit der Formantverläufe von F1 und F2 (siehe Kapitel Empirische Studie, auch Abbildung 3.3) diente der akustischen Analyse als Basis. Im folgenden Unterkapitel werden die drei Untersuchungsgruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) auf betehende Unterschiede bezüglich der Formantverläufe von F1 und F2 untersucht. Darüber hinaus wird eine Analyse der evozierten Wörter, Pseudowörter und Silben durchgeführt, um den Einfluss der verschiedenen Items bzw. Kategorien (Wörter, Pseudowörter,

Tabelle 4.3: Gruppeneinteilung der Probanden

SP	PhS konsequent	PhS inkonsequent	KS
m, 4;4 Jahre (P09)	m, 4;0 Jahre (P18)	m, 4;4 Jahre (P10)	w, 4;5 Jahre (P21)
m, 4;8 Jahre (P03)	w, 5;0 Jahre (P12)	m, 5;10 Jahre (P11)	m, 5;0 Jahre (P23)
m 5;0 Jahre (P05)	m, 5;10 Jahre (P02)	m, 7;3 Jahre (P17)	m, 5;5 Jahre (P28)
m, 5;4 Jahre (P04)	m, 7;1 Jahre (P14)	w, 7;6 Jahre (P16)	w, 5;7 Jahre (P20)
m, 5;5 Jahre (P01)	w, 7;3 Jahre (P15)		m, 5;7 Jahre (P26)
w, 5;8 Jahre (P07)	m, 7;3 Jahre (P13)		w, 5;7 Jahre (P24)
m, 6;10 Jahre (P08)			m, 5;7 Jahre (P27)
m, 7;0 Jahre (P06)			m, 5;8 Jahre (P22)
			m, 5;11 Jahre (P21)
			m, 6;0 Jahre (P25)
$\varnothing = 5;5$ Jahre		$\varnothing = 6;0$ Jahre	$\varnothing = 5;5$ Jahre

PhS=Phonologische Störung; SP=Kindliche Sprechapraxie; AM=Mittelwert; P1-P28=Codierung der Probanden; m=männlich; w=weiblich

Silben) auf die Vokalproduktionen der Kinder beurteilen zu können. Sowohl die ANOVA, als auch der non-parametrische Test von Kruskal-Wallis liefern ähnliche Ergebnisse (siehe Unterkapitel 1.2.1 und Tabelle 4.4 bis 4.6).

#### 4.2.1 Deskriptive Analyse von F1 und F2 aller Probanden

Die deskriptive Analyse der Parameter Frequenz, Steigung und Kurvigkeits von F1 und F2 des Vokals in Silben zeigt bei den sprechapraktischen Kindern eine von den phonologisch gestörten Kindern und Kontrollsprechern abweichende Steigung und Kurvigkeits von F1, sowie eine abweichende Kurvigkeits von F2 (siehe Tabelle B.1). Dies zeichnet sich im geringeren Mittelwert und Median ab. Die Streuung der Werte ist im Vergleich zu den Kontrollsprechern bezogen auf den Parameter Kurvigkeits geringer.

Bei den phonologisch gestörten Kindern wird eine abweichende Kurvigkeits von F1 und F2 in Bezug auf die Kontrollsprecher deutlich. Die Kurvigkeits von F1 ist geprägt von einer geringeren Streuung, wohingegen eine wesentlich größere Streuung der Werte bei der Kurvigkeits von F2 vorliegt.

Bei der Produktion des ersten Vokals in Wörtern bildet sich bei den sprechapraktischen Kindern eine abweichende Steigung von F1 und F2, sowie eine zu den anderen Probandengruppen verschiedene Kurvigkeits von F2 ab. Es zeigt sich eine geringere Streuung und ein höherer Mittelwert der Steigung von F1. Umgekehrt findet sich ein geringerer Mittelwert

und eine geringere Streuung der Werte bei der Steigung von F2. Die Kurvigkeit von F2 weist im Vergleich mit den Kontrollsprechern und den phonologisch gestörten Kindern einen höheren Median auf, mit einer geringeren Spannweite. Im Vergleich mit den Kontrollsprechern sind keine ausgeprägten Leistungsunterschiede der phonologisch gestörten Kinder bezüglich der Frequenz, Steigung und Kurvigkeit in Wörtern erkennbar.

Die meisten Unterschiede zwischen den Probandengruppen beziehen sich auf die Produktion des ersten Vokals in Pseudowörtern. Erneut lässt sich eine abweichende Steigung von F1 und F2, sowie eine abweichende Kurvigkeit von F2 der sprechapraktischen Kinder gegenüber den anderen beiden Gruppen vorfinden. Die Kurvigkeit von F1 und F2 der phonologisch gestörten Kinder weicht jedoch vom Leistungsprofil der sprechapraktischen Kinder und der Kontrollsprecher ab. Sowohl der Median, als auch die Streuung der Werte ist geringer bezogen auf den Parameter Kurvigkeit. Die Gruppenunterschiede der deskriptiven Analyse beziehen sich somit insbesondere auf Unterschiede zwischen den Kontrollsprechern, den phonologisch gestörten Kindern und den sprachapraktischen Kindern in der Steigung und Kurvigkeit von F1 und F2. Die differenten Formantverläufe treten bei der Produktion von Pseudowörtern, Wörtern und Silben auf, jedoch liegen bei den Pseudowortproduktionen insgesamt mehr Abweichungen der Formantverläufe zwischen allen drei Probandengruppen vor und bilden den Schwerpunkt.

#### **4.2.2 Vergleich aller Untersuchungsgruppen anhand von F1 und F2**

Es werden die Ergebnisse des Vergleiches zwischen den drei Probandengruppen hinsichtlich der drei akustischen Parameter Mittelwert der Frequenz, Steigung, Kurvigkeit der Formantverläufe von F1 und F2 mittels Varianzanalyse dargestellt. Es sind in jeder Kategorie (Wörter, Pseudowörter, Silben) die signifikanten Ergebnisse in der ausgewiesenen Tabelle aufgelistet, die einen signifikanten Unterschied zwischen mindestens zwei der drei Gruppen angeben. Die Varianzanalyse der Formantverläufe von F1 und F2 deutet auf Gruppenunterschiede besonders hinsichtlich der Vokalproduktionen in Pseudowörtern hin (siehe Tabelle 4.4). Dabei verteilen sich die jeweils abweichenden Produktionen auf die Wortstruktur, Komplexität des Wortes und Frequenz. Die akustischen Parameter Steigung und Kurvigkeit von F1 und F2 sind dabei vorwiegend betroffen. Darüber hinaus können Gruppenunterschiede an Vokalproduktionen in Silben (siehe Tabelle 4.6) festgemacht werden. Komplexe Silben weichen in der Steigung von F1 und F2 ab. Hochfrequente Wörter (siehe Tabelle 4.5) führen zwischen mindestens zwei Gruppen zu einer abweichen-

den Kurvigkeit der Formantverläufe.

Die blau markierten Zahlen in den Tabellen 4.4 - 4.6 geben Vergleichswerte des Kruskal-Wallis-Tests an, der als non-parametrischer Test keine Normalverteilung annimmt. Die errechneten p-Werte des Kruskal-Wallis-Testes bestätigen die eher konservativen ANOVA-Ergebnisse, so dass für die statistischen Berechnungen der akustischen Analyse eine Normalverteilung angenommen wird.

Aufgrund der Vielzahl der Testungen muss eine  $\alpha$ -Adjustierung erwogen werden, die zu einem Signifikanzniveau von  $\alpha=,0012$  führt. Werden die Ergebnisse erneut betrachtet, besteht nach der  $\alpha$ -Adjustierung kein signifikanter Gruppenunterschied zwischen den drei Untersuchungsgruppen. Tendenzen zu Unterschieden der drei Untersuchungsgruppen bei der Vokalproduktion in Pseudowörtern sind deutlich und sollten erwähnt werden, da die konservative  $\alpha$ -Adjustierung wiederum zu  $\beta$ -Fehlern führt. Mit der einfaktoriellen Va-

Tabelle 4.4: Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Pseudowörter

F(2,27)		Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
<b>F1</b>	<b>MW</b>							
	<b>St</b>	2,76,p=,083 <b>p=,072</b>	3,82,p=,036 <b>p=,038</b>	3,05,p=,065 4,07,p=,029(2)	2,64,p=,091(2)			
	<b>K</b>							
<b>F2</b>	<b>MW</b>							
	<b>St</b>							2,68,p=,088(2)
	<b>K</b>	3,3,p=,053 <b>p=,088</b>			5,34,p=,012			3,3,p=,053

erster Wert der Zelle=F-Wert; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; allgemein=Pseudowörter insgesamt; blau markiert=Vergleich Kruskal-Wallis mit p-Wert ausgewiesen; 2=zweiter Vokal der Pseudowörter, erster Vokal ohne Kennzeichnung, Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

rianzanalyse konnten unterschiedliche bzw. abweichende Formantverläufe von F1 und F2 zwischen allen drei Probandengruppen detektiert werden, es fehlen jedoch Hinweise, welche der drei Gruppen sich voneinander unterscheiden. Daher wurden mit dem t-Test (einseitig) paarweise Gruppenvergleiche durchgeführt, die im weiteren Verlauf separat erläutert werden.

Tabelle 4.5: Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Wörter

		Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
F1	MW							
	St							
	K					3,59,p=,043(2)		
F2	MW				2,56,p=,097(2)			
	St			3,1,p=,063(2)				
	K							

erster Wert der Zelle=F-Wert; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; allgemein=Wörter insgesamt; blau markiert=Vergleich Kruskal-Wallis mit p-Wert ausgewiesen; 2=zweiter Vokal der Wörter, erster Vokal ohne Kennzeichnung; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

Tabelle 4.6: Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der akustischen Parameter mittels ANOVA bezogen auf Silben

		Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
F1	MW			3,27,p=,055				
	St							
	K							
F2	MW							
	St					3,07,p=,064	2,68,p=,088 <i>p=,042</i>	<i>p=,098</i>
	K	<i>p=,088</i>			5,19,p=,013			

erster Wert der Zelle=F-Wert; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; allgemein=Silben insgesamt; blau markiert=Vergleich Kruskal-Wallis mit p-Wert ausgewiesen; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

#### 4.2.3 Gruppenvergleich zwischen Kindlicher Sprechapraxie und Phonologischer Störung

Zunächst werden die Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie mit den Kindern einer Phonologischen Störung verglichen. Nach der Bonferroni-Korrektur wird ein Signifikanz-

niveau von  $\alpha=,0012$  angesetzt. In Folge der Bonferroni-Korrektur, die wie im Methodikteil (Kapitel 3.1.8) beschrieben für den Schwerpunkt „Pseudowörter“ gehandhabt wird, werden keine Signifikanzen mehr deutlich. Dennoch sollen die sichtbaren Tendenzen erläutert werden. In Tabelle 4.7 wird offensichtlich, dass die sprechapraktischen Kinder vorwiegend bei den Pseudowortproduktionen (Einsilber und komplexe Pseudowörter) auffällig werden, wenngleich auch tendenziell Unterschiede bei den Vokalproduktionen von CV-Wörtern und hochfrequenten Wörtern und Silben bestehen. Bei den abweichenden akustischen Parametern handelt es sich im Vergleich dieser Probandengruppen primär um die Steigung und Kurvigkeit des F1 oder F2.

Tabelle 4.7: Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. PhS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigem t-Test (p-Werte)

SP vs. PhS			Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter			Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
Wörter	F1	MW							
		St			,094				,055
		K				,033		,019	,05
	F2	MW					,09		
		St							
		K							
Pseudowörter	F1	MW							
		St	,032	,01	,018				,039
		K	,022		,029				,032
	F2	MW							
		St			,011				
		K	,05						,05
Silben	F1	MW							
		St			,028				,031
		K					,027		
	F2	MW							
		St							
		K							

SP=Sprechapraxie; PhS=phonologische Störung; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; rot markiert=Vok2; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

#### 4.2.4 Gruppenvergleich zwischen Kindlicher Sprechapraxie und Kontrollsprechern

In diesem Unterkapitel werden die Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie und die Kontrollsprecher bezüglich der Formantverläufe von F1 und F2 miteinander verglichen. Auch bei diesem Vergleich muss eine  $\alpha$ -Adjustierung auf  $\alpha=,0012$  vorgenommen werden. Nach der Bonferroni-Korrektur bestehen ebenfalls in diesem Gruppenvergleich keine Signifikanzen, so dass an dieser Stelle Trends erwähnt werden.

Der Vergleich der beiden Probandengruppen zeigt in allen Kategorien (Wörter, Pseudowörter und Silben) zahlreiche auffällige Vokalproduktionen der sprechapraktischen Kinder im Vergleich mit den Kontrollsprechern (siehe Tabelle 4.8). Insbesondere bei den Pseudowörtern kann bezüglich der Steigung von F2 ( $p =,0085$ ) eine auffällige Tendenz beobachtet werden. Des Weiteren werden Wörter tendenziell auffällig. Die Unterschiede beruhen auf Mittelwertsunterschieden betreffend der Frequenz des ersten und zweiten Formanten ( $p =,041F1, W, NF; p =,033F1, W, HF; p =,035F2, W, NF$ ). In zwei Fällen, bei hochfrequenten und komplexen Wörtern, variiert die Steigung des zweiten Formanten bei den sprechapraktischen Kindern.

Innerhalb der Pseudowörter und Silben kommt es bei den sprechapraktischen Kindern zu einer divergierenden Steigung beider Formantverläufe. Bei komplexen Silben ist der Mittelwert der Frequenz des zweiten Formanten abweichend.

#### 4.2.5 Gruppenvergleich zwischen Phonologischer Störung und Kontrollsprechern

Im Folgenden werden die Formantverläufe der Kinder mit einer Phonologischen Störung mit denen der Kontrollsprecher anhand des einseitigen t-Testss miteinander mittels des Signifikanzlevels von  $\alpha=,0012$  verglichen. Schwerpunktmaßig werden die Pseudowortproduktionen betrachten und die weiteren Kategorien (Wörter, Silben) als Tendenzen angegeben werden.

Innerhalb der Pseudowortproduktionen ist die Kurvigkeit des F2 der phonologisch gestörten Kinder auffällig ( $p=,003$ ). Das Signifikanzniveau kann nicht erreicht werden, so dass in der Kategorie der Pseudowörter nur von einer Tendenz gesprochen werden kann.

Der weitere Vergleich (siehe Tabelle 4.9) zeigt in allen Kategorien (Wörter, Pseudowörter und Silben) Unterschiede der Formantverläufe von F1 und F2, insbesondere für die Kurvigkeit und Steigung des Kurvenverlaufs. Es werden in der Gegenüberstellung dieser Er-

Tabelle 4.8: Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. KS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigen t-Test (p-Werte)

Gruppe SP vs. KS			Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter			Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
Wörter	F1	MW	,053	,03	,063	,018	,041	,033	,032
		St							
		K							
	F2	MW	,043		,058	,023	,035		
		St			,03			,039	
		K							
Pseudowörter	F1	MW							
		St	,049	,063	,021	,024			,06 ,049
		K							
	F2	MW			,063				
		St			,058 ,014	,055			,0085
		K				,051			
Silben	F1	MW							
		St			,015		,023		,013
		K							
	F2	MW			,02		,057		,059
		St			,003			,014	,019
		K							

SP=Sprechapraxie; KS=Kontrollsprecher; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; rot markiert=Vok2; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

gebnisse mit den Ergebnissen aus dem Vergleich der sprechapraktischen Kinder mit den Kontrollsprechern (Kapitel 1.2.3) weniger Unterschiede sichtbar. Es sind zumeist Wörter und Pseudowörter betroffen, für die die Vokalproduktion abweicht.

Zusammengefasst wird deutlich, dass nach der Bonferroni-Korrektur in allen Gruppenvergleichen keine Signifikanzen herausgestellt werden können. Die geringsten Abweichungen vom Signifikanzlevel zeigen sich im Vergleich der sprechapraktischen Kinder zwischen den beiden anderen Probandengruppen bei komplexen und mehrsilbigen Pseudowörtern ( $p=,01$ ; Steigung F1 und F2) bzw. allgemein bei Pseudowortproduktionen ( $p=,0085$ ; Steigung F2) und im Vergleich der phonologisch gestörten Kinder mit den Kontrollsprechern innerhalb der Pseudowortproduktionen ( $p=,003$ ; Kurvigkeit F2 sowie  $p=,006$ ; Steigung F1).

Tabelle 4.9: Ergebnisse des Gruppenvergleiches PhS vs. KS anhand der akustischen Parameter mittels einseitigem, unabhängigem t-Test bezogen auf Silben (p-Werte)

PhS vs. KS			Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter			Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
Wörter	F1	MW							
		St							
		K	,03					,009	,078
	F2	MW							
		St				,025	,032		
		K							
Pseudowörter	F1	MW							
		St				,006			
		K		,035					
	F2	MW							
		St							
		K	,013				,003		,013
Silben	F1	MW							
		St							
		K							
	F2	MW							
		St				,017		,006	
		K							,026

PhS=phonologische Störung; KS=Kontrollsprecher; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; MW=Mittelwert der akustischen Frequenz; St=Steigung; K=Kurvigkeit; rot markiert=Vok2; allgemein=nur Wörter oder Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0012$

#### 4.2.6 Vergleich der verschiedenen Wort- und Silbenkorpora

Die Daten der akustischen Analyse wurden bereits für den Vergleich der Untersuchungsgruppen untereinander genutzt, um verschiedenartige Vokalrealisationen und Fehlertypen herausfinden zu können. In diesem Unterkapitel wird das gesamte Wort- und Silbenmaterial analysiert, damit die Einflüsse des Stimulusmaterials auf die Vokalproduktionen aller Probanden bestimmt werden können. Somit können die Ergebnisse des Gruppenvergleiches bewertet und interpretiert werden. Für die Analyse des Stimulusmaterials wird der Mittelwert der akustischen Parameter über alle Probanden gebildet und eine statistische Analyse mit der multivariaten ANOVA (MANOVA) durchgeführt. Die zu untersuchenden Faktoren sind die Stimulusart mit den Faktorstufen Wörter - Pseudowörter - Silben, Einsilber - Mehrsilber, Wörter mit CC- oder CV-Struktur und niedrig- bzw. hochfrequente Stimuli.

Die Ergebnisse der MANOVA zeigen (siehe Tabelle 4.10), dass bei Produktion von Silben der Effekt der Stimulusart auf die Vokalproduktion signifikant ist ( $F(21,525)=51,89$ ,

$p=,675$ ). Die Stimulusart erklärt 67,5% der beobachteten Varianz, die Wechselwirkung zwischen der Gruppe und der Stimulusart 14,8%. Der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ erweist sich als nicht signifikant und es kommt zu keiner bedeutsamen Varianzaufklärung. Ähnliche Ergebnisse liefert die MANOVA bezogen auf die Vokalproduktion in Wörter und Pseudowörtern. Die Vokalproduktion wird signifikant beeinflusst von der Stimulusart ( $F(45,1125)=21,952$ ,  $p=,000$ ) und trägt zu 46,8% zur Varianzaufklärung bei. Es besteht darüber hinaus keine ausgeprägte Wechselwirkung zwischen der Stimulusart und der Gruppe ( $F(90,1125)=1,3$ ,  $p=,036$ ). Die erklärte Varianz liegt hier bei 9,4%. Der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ gilt ebenfalls als nicht signifikanter Einflussfaktor mit einer erklärten Varianz von maximal 17,9% bezogen auf die Kurvigkeit der Formantverläufe von F1 und F2 ( $F(2,25)=2,72$ ,  $p=,085$ ). Somit besteht ein Einfluss der Stimulusart sowohl bei Wörtern, Pseudowörtern als auch bei Silben auf die Vokalproduktion der Kinder, jedoch liegt kein signifikantes Ergebnis bezüglich des Zwischensubjektfaktors „Gruppe“ vor. Eine tendenzieller Unterschied zwischen den Gruppen besteht bei der Kurvigkeit von F1 und F2. Eine Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren „Gruppe“ und „Stimulusart“ liegt geringfügig bei Silben vor.

Tabelle 4.10: Ergebnisse des Vergleiches des Wort- und Silbenmaterials anhand der akustischen Analyse mittels MANOVA bezogen auf die Faktoren „Gruppe“ und „Stimulusart“

Silben	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.	$\eta^2$
<b>Stimulusart</b>	51,89	21	525	,000	,675
<b>Stimulusart*Gruppe</b>	2,179	42	525	,000	,148
<b>Gruppe (Frequenz)</b>	,156	2		,857	,012
<b>Gruppe (Steigung)</b>	,706	2		,503	,053
<b>Gruppe (Kurvigkeit)</b>	,037	2		,964	,03
<b>Wörter/Pseudowörter</b>					
<b>Stimulusart</b>	21,952	45	1125	,000	,468
<b>Stimulusart*Gruppe</b>	1,3	90	1125	,036	,094
<b>Gruppe (Frequenz)</b>	,590	2		,562	,045
<b>Gruppe (Steigung)</b>	,271	2		,765	,021
<b>Gruppe (Kurvigkeit)</b>	2,720	2		,085	,179

Stimulusart=Wörter (W), Pseudowörter (PW), Silben (S), Ein- und Mehrsilber, CC- und CV-Struktur des Stimulus, sowie niedrig- und hochfrequente W, PW, S werden als Faktorstufen miteinbezogen; Gruppe= enthält die sprechapraktischen, phonologisch gestörten Kinder und Kontrollsprecher;  $\eta^2$ =Effektstärke

## 4.3 Perzeptive Analyse

Die statistische Auswertung der perzeptiven Analyse umfasst das Auszählen der Fehlerbewertungen der Vokale von den Beurteilern und anschließende Signifikanzprüfungen. Die Fehler wurden für die Kategorien Wörter, Pseudowörter und Silben für maximal zwei Vokale für Einsilber/Mehrsilber, Hochfrequenz/Niedrigfrequenz und CC/CV ausgezählt und mit Varianzanalyse und anschließendem t-Test auf Signifikanzen untersucht. Es gelten Vokale als fehlerhaft, wenn mindestens ein Beurteiler den Vokal perzeptiv als nicht korrekt angibt. Es muss angemerkt werden, dass die Resultate der perzeptiven Analyse und deren statistische Auswertung als genereller Trend zu bewerten sind, da es sich bei 20% aller Items um geringe Anzahlen ( $\emptyset \approx 8$  Items) in den verschiedenen Kategorien (Wörter HF-NF; Wörter CC-CV u.a.) handelt. Wie bereits im Methodenteil (Kapitel 3.1.6) erläutert, wurden nur 20% aller Items für die perzeptive Analyse ausgewählt, damit eine perzeptive Beurteilung mengenmäßig möglich war. Zuvor wird die Güte des Beurteilerverfahrens überprüft.

### 4.3.1 Beurteilerübereinstimmung

Die Beurteilerübereinstimmung wurde für alle Probanden in den Kategorien Pseudowort Vokal 1, Pseudowort Vokal 2, Pseudowort Vokal 3, Wort Vokal 1, Wort Vokal 2, Wort Vokal 3 und für Silben mit Krippendorffs  $\alpha$  errechnet. Den Ergebnissen in Tabelle 4.11

Tabelle 4.11: Analyse der Beurteilerübereinstimmung für die perzeptive Analyse anhand Krippendorffs  $\alpha$

Kategorie	$\alpha$	$\alpha_{min}$	q
<b>PW Vok 1</b>	.36	.50	1
<b>PW Vok 2</b>	.45	.50	.95
<b>PW Vok 3</b>	.57	.50	.071
<b>W Vok 1</b>	.38	.50	1
<b>W Vok 2</b>	.26	.50	1
<b>W Vok 3</b>	.30	.50	1
<b>Silben</b>	.34	.50	1

PW=Pseudowort; W=Wort;  $\alpha_{min}$ =minimales Alpha; q=Wahrscheinlichkeit

kann entnommen werden, dass die Beurteiler bei gleichem Wissensstand nicht immer einheitlich beurteilen, also übereinstimmen. Es kann ein akzeptabler Wert  $\alpha = .57$  mit einer geringen Irrtumswahrscheinlichkeit von  $q = .071$  bei der Beurteilung des dritten Vokals

in Pseudowörtern erreicht werden. Alle anderen berechneten Werte variieren zwischen  $\alpha = .26 - .45$  und zeigen das Risiko an, dass die Beurteiler fälschlicherweise als zuverlässig und übereinstimmend eingestuft werden. Die Beurteilerübereinstimmung ist insgesamt bei Pseudowörtern höher als bei den anderen Kategorien, auch wenn diese insgesamt als schwach einzuschätzen sind.

### 4.3.2 Deskriptive Analyse der Vokalfehler des Beurteilverfahrens

Die deskriptive Analyse umfasst den Prozentsatz der durch die Beurteiler eingeschätzten Vokalfehler für die drei Probandengruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) und wird jeweils für die ersten beiden Vokale in Wörtern, Pseudowörtern und Silben dargestellt (siehe Abbildung 4.3 bis 4.7). Die weiteren Vokale mehrsilbiger Items konnten aufgrund einer zu geringen Anzahl nicht berücksichtigt werden. Hinsichtlich der Produktion des ersten Vokals in Wörtern stellt die deskriptive Analyse heraus, dass die Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie bezüglich aller linguistischen Parameter (Struktur, Komplexität und Frequenz des Wortes) einen höheren Prozentsatz an Vokalfehlern aufweisen als die Kontrollsprecher und die phonologisch gestörten Kinder (siehe Abbildung 4.3). Die Fehlerrate der sprechapraktischen Kinder variiert hierbei von 26,8% bis 31,4%, die Fehlerrate der phonologisch gestörten Kinder von 18,5% bis 22,8% und die der Kontrollsprecher von 10,7% bis 17,4%. Mehrsilbige, komplexe und niedrigfrequente Wörter zeigen bei allen Probandengruppen die höchste Vokalfehlerrate. Wird der zweite Vokal in den Wortproduktionen betrachtet, verzeichnen auch hier die sprechapraktischen Kinder in nahezu allen linguistischen Parametern eine höhere Fehlerrate als die anderen beiden Probandengruppen (siehe Abbildung 4.4). Die Fehlerrate der sprechapraktischen Kinder liegt zwischen 18 und 32,8%, die der phonologisch gestörten Kinder zwischen 18,1% und 29,3% und die der Kontrollsprecher zwischen 10,7% und 19,3%. Die sprechapraktischen Kinder und die phonologisch gestörten Kinder erreichen die gleiche Fehlerrate von 18% bei der Vokalproduktion in hochfrequenten Wörtern. Wörter mit einer Konsonant-Vokal-Struktur, sowie niedrigfrequente Wörter führen bei allen drei Gruppen zu vermehrten Vokalfehlern des zweiten Vokals. Die Produktion niedrigfrequenter bzw. neologistischer Wörter zeigt bei allen Probandengruppen die höchste Fehlerrate des ersten Vokals auf, wenn diese mehrsilbig und komplex (Konsonantencluster) waren (siehe Abbildung 4.5). Insgesamt liegen bei den Pseudowörtern mehr Vokalfehler des ersten Vokals der sprechapraktischen Kinder im Gegensatz zu den

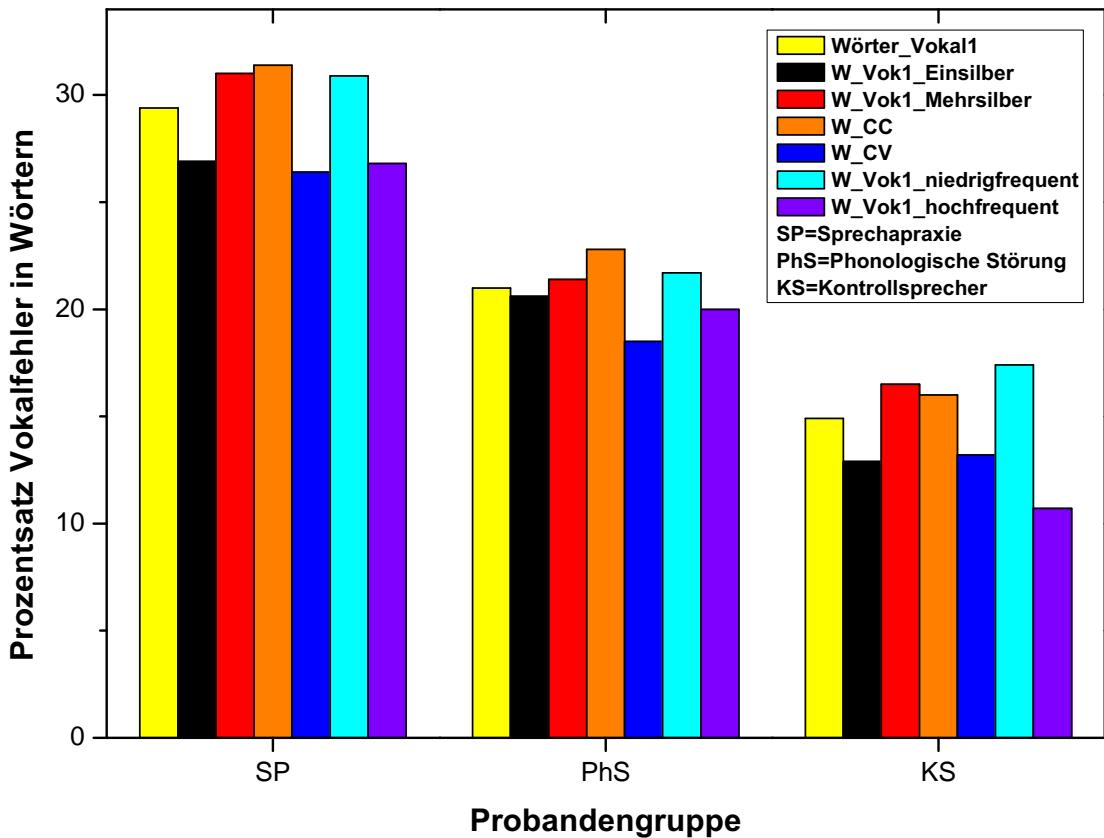


Abbildung 4.3: Prozentsatz der Vokalfehler aller drei Probandengruppen bei der Produktion des ersten Vokals in Wörtern

beiden anderen Untersuchungsgruppen vor.

Unter Einbeziehung aller linguistischen Parameter erreicht die Fehlerrate der sprechapraktischen Kinder einen Prozentsatz zwischen 22 und 38,8%, die der phonologisch gestörten Kinder zwischen 12,5% und 22,9%, sowie zwischen 8,5% und 11,5% die der Kontrollsprecher. Die meisten Vokalfehler bei der Produktion des zweiten Vokals in Pseudowörtern werden bei den phonologisch gestörten Kindern erfasst (siehe Abbildung 4.6). Sie weisen mehr Fehler des zweiten Vokals auf, wenn sie in komplexe Pseudowörter eingebunden sind. Pseudowörter mit einer Konsonant-Vokal-Struktur hingegen führen bei den sprechapraktischen Kindern zu der höchsten Fehlerrate, gefolgt von den Kontrollsprechern. Über alle Parameter (Struktur, Komplexität, Frequenz) schwankt die Vokalfehlerrate bei den sprechapraktischen Kinder von 21,9% bis 40,9%, bei den phonologisch gestörten Kinder von 28,3% bis 37,4% und bei den Kontrollsprechern von 5,1% bis 38,8%. Bezuglich der Silbenproduktion können ebenfalls die meisten Vokalfehler in allen linguistischen Parametern von den sprechapraktischen Kindern festgehalten werden (siehe Abbildung 4.7). Die Spannbreite der Vokalfehlerrate beträgt bei den sprechapraktischen Kindern bezüglich der

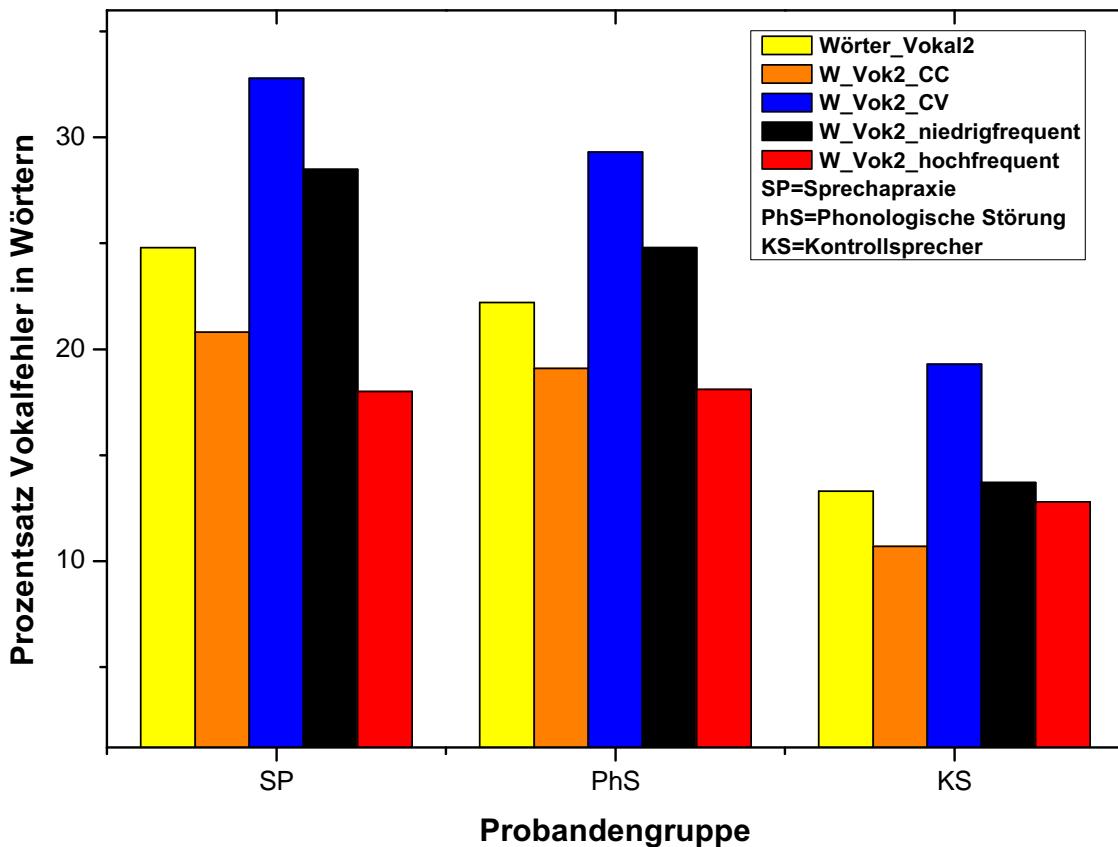


Abbildung 4.4: Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des zweiten Vokals in Wörtern

Silben 26% bis 38,5%, bei den phonologisch gestörten Kindern 16,7% bis 29,2% und bei den Kontrollsprechern 9,2% bis 11,7%. Die meisten Vokalfehler der sprechapraktischen Gruppe treten bei der Bildung von hochfrequenten Silben und bei der Bildung von Silben mit Konsonant-Vokal-Struktur auf. Diese Beobachtung trifft auch auf die Gruppe der phonologisch gestörten Kinder und Kontrollsprecher. Lediglich die phonologisch gestörten Kinder produzieren mehr Vokalfehler in niedrigfrequenten Silben als in komplexen Silben. Für die sprechapraktischen Kinder und die Kontrollsprecher hingegen konnten mehr Vokalfehler in komplexen Silben als in niedrigfrequenten Silben vermerkt werden.

### 4.3.3 Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale (PCC/PCV)

Es wurden neben dem Beurteilerverfahren alle von den Probanden benannten und imitierten Items vom Untersucher transkribiert und die Anzahl der korrekten Konsonanten

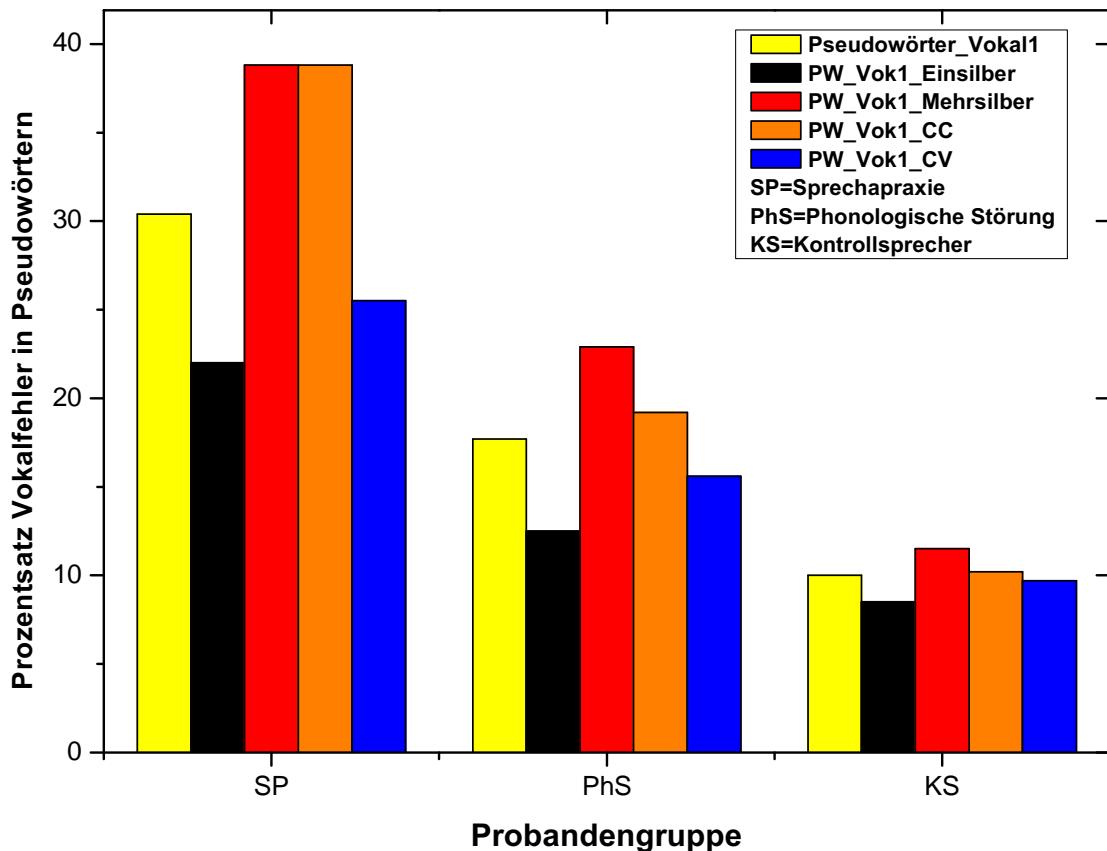


Abbildung 4.5: Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des ersten Vokals in Pseudowörtern

und Vokale in den verschiedenen Kategorien summiert (siehe Abbildung 4.8). Die sprechapraktischen Kinder erlangen in allen Kategorien (Wörter, Pseudowörter, Silben) sowohl bei den Konsonanten, als auch bei den Vokalen die höchsten Fehlerraten und dementsprechend einen geringen Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale. Der Unterschied zwischen den sprechapraktischen Kindern und den phonologischen Kindern beträgt bei dem Prozentsatz korrekter Vokale zwischen vier bis fünf Prozent und bei dem der Konsonanten zwischen elf bis vierzehn Prozent.

Die statistische Überprüfung der deskriptiven Analyse wird mit einem t-Test für die paarweisen Gruppenvergleiche ausgeführt. Die sprechapraktischen Kinder unterscheiden sich signifikant von den phonologisch gestörten Kindern bei der Produktion von Pseudowörtern ( $p = .046, PCC; p = .001, PCV$ ; einseitig). Sie haben eine höhere Fehlerrate bei den Konsonanten und Vokalen in Pseudowörtern, so dass die deskriptive Analyse bestätigt werden kann. Eine Tendenz zu mehr auffälligen Vokalen in Silben ( $p = .110, PCV$ ) und einer höheren Fehlerrate von Konsonanten in Wörtern ( $p = .106, PCC$ ) ist gegeben. In Folge einer  $\alpha$ -Adjustierung bleiben die Vokale in Pseudowörtern der sprechapraktischen Kin-

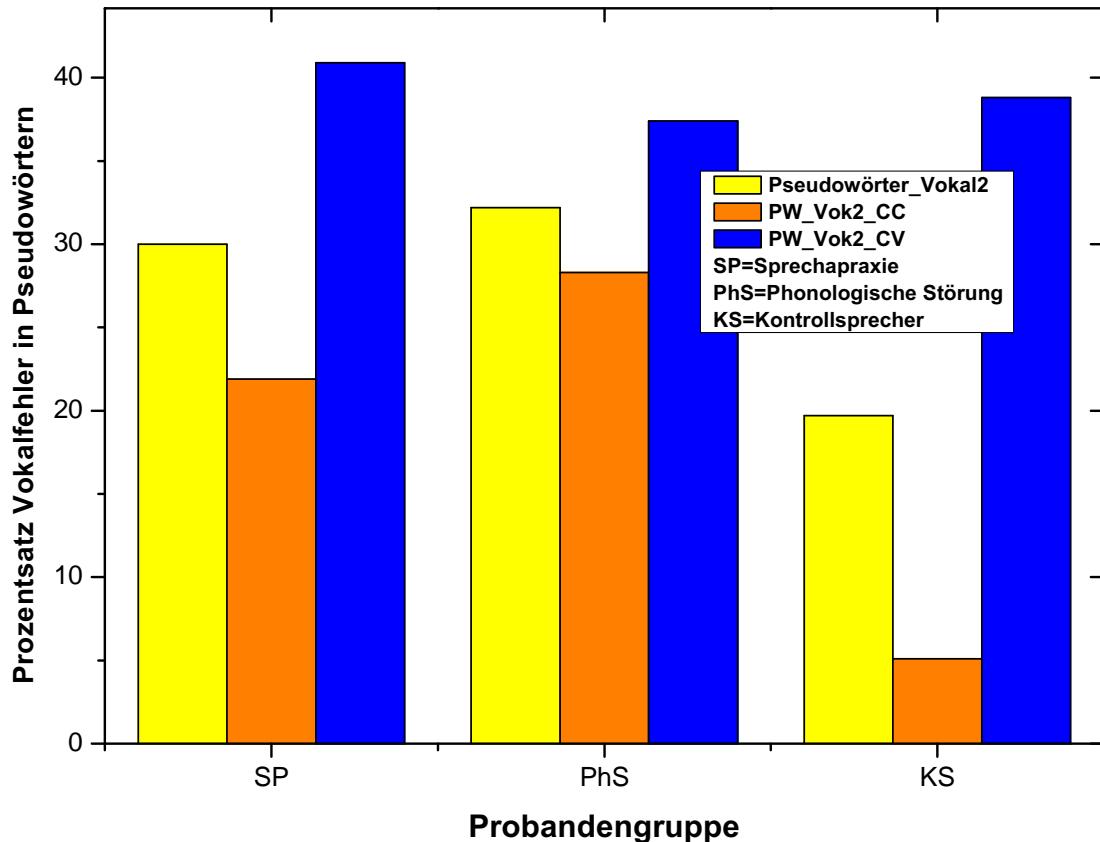


Abbildung 4.6: Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des zweiten Vokals in Pseudowörtern

der im Gruppenvergleich zu und den phonologisch gestörten Kindern signifikant auffällig ( $\alpha=.0027$ ,  $p=.001$ ). Im Vergleich zu den Kontrollsprechern werden beide Gruppen in nahezu allen Kategorien auffällig (siehe Tabelle 4.12) und produzieren mehr Fehler, die auch nach der Bonferroni-Korrektur als signifikant gelten. Lediglich die Vokale in Silben werden bei beiden Gruppen im Vergleich zu den Kontrollsprechern nicht auffällig ( $p=.006$  Sprechapraxie;  $p=.0045$  phonologische Störung).

Der intraindividuelle Vergleich soll zeigen, ob in bestimmten Kategorien innerhalb einer Gruppe Fehlerschwerpunkte vorkommen. Innerhalb der sprechapraktischen Gruppe werden die Vokale in Pseudowörtern auffällig, die gegenüber den Vokalen in Wörtern zu mehr Fehlern führen ( $p = .051$ ). Jedoch ist dieses Ergebnis nur als Tendenz zu betrachten, da es nach der  $\alpha$ -Adjustierung ( $\alpha=.0027$ ) zu keinem signifikanten Ergebnis kommt. Die anderen beiden Gruppen (PhS und KS) zeigen im Vergleich der Kategorien keine Unterschiede in der Fehlerhäufigkeit bei Vokalen. Werden die Konsonanten betrachtet, so zeigt sich bei den sprechapraktischen Kindern, dass Silben und Pseudowörter auch nach der Bonferroni-Korrektur zu mehr konsonantischen Fehlern führen als Wörter

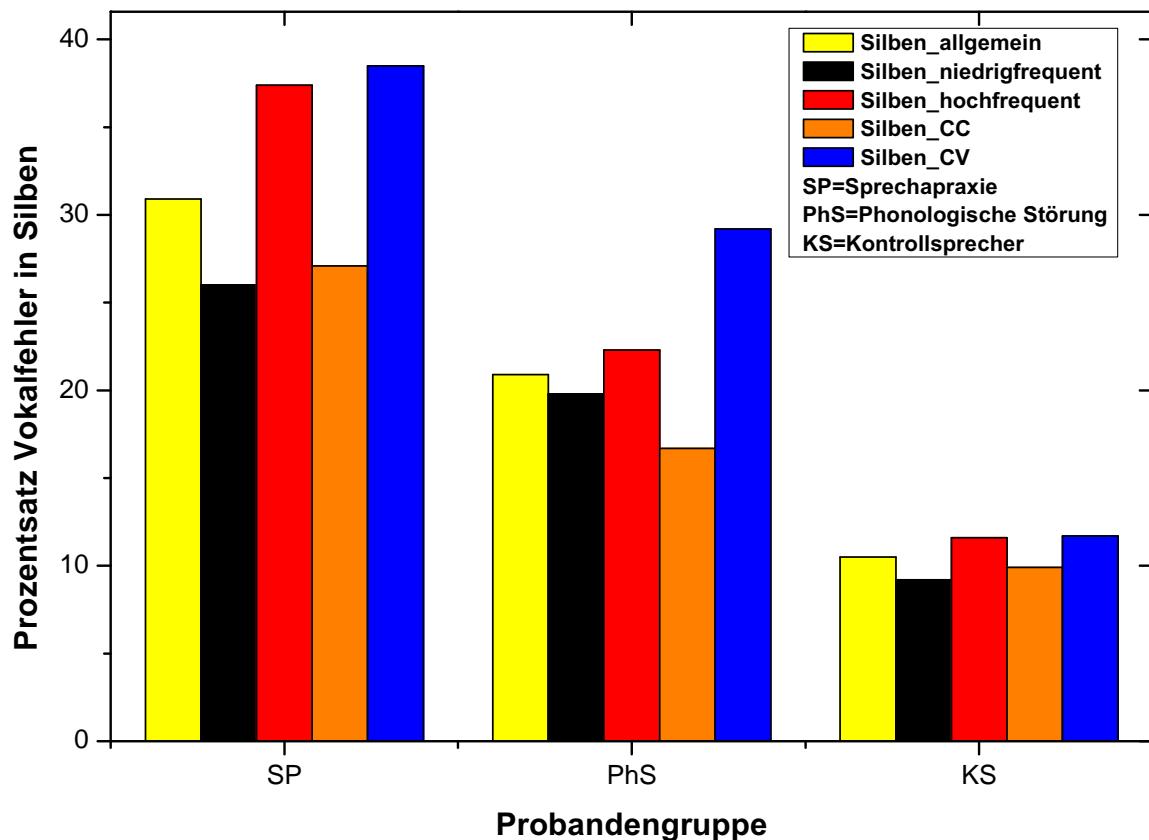


Abbildung 4.7: Prozentsatz der Vokalfehler aller Probandengruppen bei der Produktion des Vokals in Silben

( $p = ,0075, S; p = <,001, PW$ ). Dieser Effekt wird ebenfalls bei den phonologisch gestörten Kindern und bei den Kontrollsprechern deutlich (siehe Tabelle 4.12;  $p = ,001$ ). Der Vergleich zwischen Silben und Pseudowörtern belegt in Gruppe 1, den sprechapraktischen Kindern, ausschließlich eine Tendenz zu einer höheren Fehlerrate bei Konsonanten in Pseudowörtern ( $p = ,02$ ). Die restlichen Gruppen zeigen hier keine signifikanten Unterschiede ( $p = ,133, SP; p = ,128, PhS$ ).

#### 4.3.4 Analyse der Vokalfehler in Wörtern, Pseudowörtern und Silben

Die deskriptive Veranschaulichung der Ergebnisse aus dem Beurteilerverfahren wurde zunächst mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse auf Signifikanzen hinsichtlich existierender Gruppenunterschiede bei Vokalfehlern überprüft. Alle Daten (relative Häufigkeiten,  $N_{rel}$ ) wurden mit einer  $2 \cdot \arcsin(\sqrt{N_{rel}})$  - Transformation in eine Normalverteilung

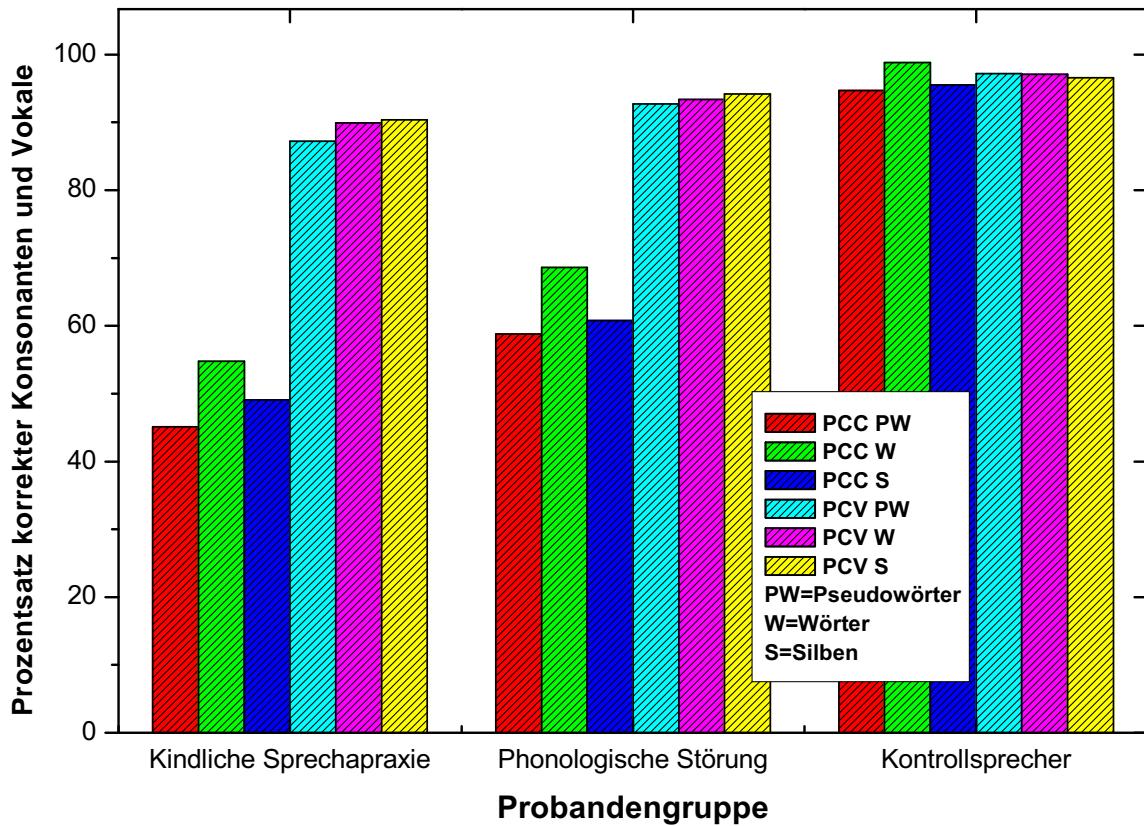


Abbildung 4.8: Verteilung der PCC und PCV über die Probandengruppen und Kategorien

überführt und mit ANOVA sowie t-Test ausgeführt.

Mindestens zwei der drei Probandengruppen zeigen Unterschiede in der Anzahl der Vokalfehler in Pseudowörtern (siehe Tabelle 4.13), insbesondere innerhalb der Produktion von mehrsilbigen oder komplexen Pseudowörtern ( $p=,002$  Mehrsilber;  $p=<,001$  CC-Struktur;  $p=,001$  allgemein). Die Produktion hochfrequenter Silben, Silben mit CV-Struktur und Silben im Allgemeinen führen zu Gruppenunterschieden in der Vokalfehlerrate ( $p=<,001$  CV-Struktur;  $p=,001$  hochfrequente Silben;  $p=,001$  allgemein). Die einzelnen Gruppenvergleiche erfolgen in den nachstehenden Unterkapiteln. Dort werden erneut die Pseudowortanalysen als Schwerpunkt betrachtet, sowie die Analyse des ersten Vokals.

### 4.3.5 Kindliche Sprechapraxie versus Phonologische Störung

Der Vergleich der Vokalfehlerrate der sprechapraktischen Kinder (Gruppe 1) mit der Rate der phonologisch gestörten Kinder (Gruppe 2) weist auf mehr Vokalfehler der sprechapraktischen Kinder bei komplexen Pseudowörtern ( $p = .011$ ) hin (siehe Tabelle 4.14). Ähnliche

Tabelle 4.12: Vergleich des Prozentsatzes korrekter Konsonanten und Vokale mit einem einseitigen, unabhängigen t-Test

Kategorie	Gruppe 1 vs. 2	Gruppe 1 vs. 3	Gruppe 2 vs. 3
PCC Wörter	,053	<,001***	<,001***
PCC Pseudowörter	,046*	<,001***	<,001***
PCC Silben	,074	<,001***	<,001***
PCV Wörter	,061	,001**	,<001***
PCV Pseudowörter	,001**	<,001***	,0015**
PCV Silben	,055	,006**	,0045**
<b>Intraindividueller Vergleich</b>			
Kategorie	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
PCC W - PCC S	,0075**	<,001***	<,001***
PCC W - PCV PW	<,001***	<,001***	<,001***
PCC S - PCV PW	,02*	,133	,128
PCV W - PCV S	,396	,181	,255
PCV W - PCV PW	,051	,327	,452
PCV S - PCV PW	,091	,118	,172

Gruppe 1= Kinder mit Sprechapraxie; Gruppe 2= Kinder mit Phonologischer Störung; Gruppe 3=Kontrahsprecher; W=Wörter; PW=Pseudowörter; S=Silben; \* $p <,05$ , \*\* $p <,01$ , \*\*\* $p <,001$ ; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0027$

Tabelle 4.13: Ergebnisse des allgemeinen Gruppenvergleiches anhand der perzeptiven Urteile mittels ANOVA bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

(F(2,27)		Wortstruktur		Komplexität		Frequenz		
Parameter		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
W	Vok1	4,79, p=,017		2,67, p=,088			5,38, p=,011	3,15, p=,06
	Vok2			3,30, p=,053		4,36, p=,024		3,43, p=,048
PW	Vok1		8,35, p=,002	1,76, p=,000				9,27, p=,001
	Vok2			5,57, p=,010				3,610, p=,042
S	Vok1			4,81, p=,017	14,34, p=,000	5,28, p=,012	8,96, p=,001	8,74, p=,001

erster Wert der Zelle=F-Wert; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0035$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0014$  alle Kategorien

Tendenzen zeigen sich insgesamt bei Pseudowörtern und mehrsilbigen Pseudowörtern sowie hochfrequenten Silben, doch sind diese Ergebnisse nach einer Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0014$  nicht signifikant.

Tabelle 4.14: Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. PhS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe 1 vs. 2</i>		<b>Wortstruktur</b>		<b>Komplexität</b>		<b>Frequenz</b>		
<b>Parameter</b>		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>							
	<b>Vok2</b>							
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>		,033	,011				,026
	<b>Vok2</b>							
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>						,035	

SP=Sprechapraxie; PhS=phonologische Störung; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0014$  allgemein

### 4.3.6 Kindliche Sprechapraxie versus Kontrollsprecher

Im Vergleich zwischen den sprechapraktischen Kindern und den Kontrollsprechern (siehe Tabelle 4.15) zeigen sich ähnliche Ergebnisse wie zwischen den sprechapraktischen Kindern und den phonologisch gestörten Kindern. Die sprechapraktischen Kinder (Gruppe 1) produzieren allgemein bei Pseudowörtern ( $p = ,0009$ ), bei mehrsilbigen ( $p = ,0014$ ) und bei komplexen Pseudowörtern ( $p = ,0005$ ) mehr Vokalfehler als die Kontrollsprecher (Gruppe 3). Die Vokalproduktionen in Silben werden im Vergleich zu den Kontrollsprechern auffällig realisiert und führen insbesondere bei hochfrequenten Silben ( $p = ,0011$ ) und bei Silben mit CV-Struktur ( $p = ,00006$ ) zu einer höheren Vokalfehlerrate als bei den Kontrollsprechern.

Sichtbare Tendenzen, die einer  $\alpha$ -Adjustierung nicht standhalten, lassen sich wie folgt beschreiben:

Der erste Vokal in Wörtern zeigt bei Mehrsilbern keine signifikant höhere Fehlerrate seitens der sprechapraktischen Gruppe, jedoch bei allen anderen Parametern (Komplexität und Frequenz). Auffällig werden die sprechapraktischen Kinder bei der Produktion des zweiten Vokals in komplexen ( $p = ,017$ ) und niedrigfrequenten ( $p = ,01$ ) Wörtern.

### 4.3.7 Phonologische Störung versus Kontrollsprecher

Die Kinder mit einer phonologischen Störung (Gruppe 2) werden im Vergleich mit den Kontrollsprechern (Gruppe 3) in Bezug auf die Vokalproduktion allgemein bei Pseudowörtern ( $p = ,004$ ), bei komplexen ( $p = ,006$ ) und mehrsilbigen Pseudowörtern ( $p = ,01$ )

Tabelle 4.15: Ergebnisse des Gruppenvergleiches SP vs. KS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe SP vs. KS</i>		<b>Wortstruktur</b>		<b>Komplexität</b>		<b>Frequenz</b>		
<b>Parameter</b>		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>	,003		,022	,04	,047	,007	,02
	<b>Vok2</b>			,017		,01		,016
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>	,04	,0014	,0005	,034			,0009
	<b>Vok2</b>			,000				,037
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>			,008	,00006	,004	,0011	,0012

SP=Sprechapraxie; KS=Kontrollsprecher; CC=initiale Konsonantenkombination; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0014$  allgemein

auffällig (siehe Tabelle 4.16). Ebenfalls Silben ( $p = ,001$ ), insbesondere mit CV-Struktur ( $p = ,000$ ) führen zu höheren Vokalfehlerrate bei den phonologisch gestörten Kindern.

Abweichenden Vokalproduktionen in einsilbigen ( $p = ,04$ ), hochfrequenten Wörtern ( $p = ,01$ ) und in Wörtern mit CV-Struktur ( $p = ,05$ ) gilt nach der Bonferroni-Korrektur als nicht signifikant und kann nur als Tendenz gewertet werden.

Zusammenfassend zeigt sich nach den statistischen Analysen der perzeptiven Urteile un-

Tabelle 4.16: Ergebnisse des Gruppenvergleiches PhS vs. KS anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe 2 vs. 3</i>		<b>Wortstruktur</b>		<b>Komplexität</b>		<b>Frequenz</b>		
<b>Parameter</b>		Einsilber	Mehrsilber	CC	CV	NF	HF	allgemein
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>	,04			,05		,01	,05
	<b>Vok2</b>			,023		,008		,014
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>		,01	,006	,06			,004
	<b>Vok2</b>			,009				,012
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>			,027	,000	,012	,002	,001

PhS=phonologische Störung; KS=Kontrollsprecher; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; allgemein=nur Wörter, Pseudowörter oder Silben; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0014$  allgemein

ter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur, dass die sprechapraktischen Kinder im Vergleich zu den phonologisch gestörten Kindern bei der Vokalproduktion in komplexen Pseudowörtern differieren. In Bezug auf die Kontrollsprecher führen alle Pseudowörter, bis auf die einsilbigen Pseudowortproduktionen, wie auch hochfrequente Silben und Silben mit CV-Struktur zu mehr Vokalfehlern bei den sprechapraktischen Kindern. Ähnliche Er-

gebnisse werden zwischen den phonologisch gestörten Kindern und den Kontrollsprechern deutlich. Bei den hochfrequenten Silben jedoch ergeben sich keine Signifikanzen.

### 4.3.8 Intraindividuelle Unterschiede in den Vokalproduktionen für alle Probandengruppen

Die Analyse der intraindividuellen Unterschiede in den Vokalproduktionen soll für jede Probandengruppe aufklären, ob die Wortstruktur, die Komplexität und die Frequenz innerhalb einer Wortart einen Einfluss auf die Vokalproduktionen der Kinder haben und mehr Vokalfehler aufweisen. Hierzu wurde ein einseitiger t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt.

Die sprechapraktischen Kinder (Gruppe 1) zeigen erwartungsgemäß Einflüsse der Wortstruktur und Komplexität auf die Vokalproduktionen bei Pseudowörtern (siehe Tabelle 4.17). Einsilbige ( $p = ,016$ ) und komplexe Pseudowörter ( $p = ,003$ ) enthalten mehr Vokalfehler, als mehrsilbige Pseudowörter und auf Pseudowörter mit einer Konsonant-Vokal-Struktur.

Eine Tendenz zu einer höheren Vokalfehlerrate bei komplexen Silben ( $p = ,006$ ) ist nach einer  $\alpha$ -Adjustierung ersichtlich. Die phonologisch gestörten Kinder zeigen unerwartet be-

Tabelle 4.17: Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 1 (SP) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe 1 (SP)</i>		<b>Wortstruktur</b>	<b>Komplexität</b>	<b>Frequenz</b>	
<b>Parameter</b>		Einsilber vs. Mehrsilber	CC vs. CV	NF vs. HF	Vok1 vs. Vok2
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>				
	<b>Vok2</b>			,009	
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>	,016	,003		
	<b>Vok2</b>				
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>		,006	,015	

SP=Sprechapraxie; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=,0055$  allgemein

zogen auf Pseudowörter ein ähnliches Resultat wie die sprechapraktischen Kinder (siehe Tabelle 4.18). Komplexe ( $p = ,0045$ ) Pseudowortproduktionen weisen mehr Vokalfehler auf, als ihr linguistischer Kontrast (CV-Struktur). Bei den Silben kommt es jedoch zu keinem intraindividuellen Unterschied, der bei den sprechapraktischen Kinder auffällig

wurde. Es lassen sich intraindividuelle Unterschiede zwischen der Produktion des ersten und des zweiten Vokals in Pseudowörtern finden. Die Produktion des zweiten Vokals unterscheidet sich signifikant von der des ersten Vokals und ist durch mehr Vokalfehler gekennzeichnet ( $p = .003$ ). Hierdurch erfolgt eine Bestätigung der deskriptiven Beobachtung aus Abbildung 4.3- 4.6. Die Kontrollsprecher zeigen im Gegensatz zu den beiden

Tabelle 4.18: Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 2 (PhS) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe 2 (PhS)</i>		<b>Wortstruktur</b>	<b>Komplexität</b>	<b>Frequenz</b>	
<b>Parameter</b>		Einsilber vs. Mehrsilber	CC vs. CV	NF vs. HF	Vok1 vs. Vok2
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>				
	<b>Vok2</b>			,046	
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>	,027	,0045		,003
	<b>Vok2</b>				,003
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>				

PhS=phonologische Störung; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=.016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=.0055$  allgemein

aussprachegestörten Gruppen wenig intraindividuelle Unterschiede innerhalb einer Wortart (siehe Tabelle 4.19). Der Unterschied in der Vokalproduktion zwischen dem ersten und dem zweiten Vokal in Pseudowörtern liegt wie bei den phonologisch gestörten Kindern auch bei den Kontrollsprechern vor und verdeutlicht eine höhere Fehlerzahl bei des zweiten Vokals ( $p = .032$ ). Dieses Ergebnis lässt sich ebenfalls an den Abbildungen 4.3- 4.6 ablesen. Tendenzen zu vermehrten Vokalfehlern in komplexen ( $p = .016$ ) und niedrigfrequenten Wörter ( $p = .025$ ) liegen vor, können dennoch nicht als signifikant gelten.

### 4.3.9 Einflussfaktor Arbeitsgedächtnis

In dieser Studie wurden Pseudowörter eingesetzt, die von den Kindern nach therapeutischem Vorbild imitiert wurden. Das Nachsprechen der Pseudowörter stellt Anforderungen an das Arbeitsgedächtnisses, insbesondere die artikulatorischen Schleife. Aus diesem Grund wird die Korrelation zwischen der Nachsprechleistung bzw. Ausspracheleistung und der auditiven Merkspanne (Ergebnis aus dem PET; siehe Methodik) der Probanden überprüft. Die Korrelation wird für jede Wortart für die korrekten Konsonanten und Vokale mit der Produkt-Moment-Korrelation von Pearson und der Spearman-Rangkorrelation be-

Tabelle 4.19: Ergebnisse des intraindividuellen Vergleiches von Gruppe 3 (KS) anhand der perzeptiven Urteile mittels einseitigem t-Test (p-Werte) bezogen auf Wörter, Pseudowörter und Silben

<i>Gruppe 3 (KS)</i>		<b>Wortstruktur</b>	<b>Komplexität</b>	<b>Frequenz</b>	
<b>Parameter</b>		Einsilber vs. Mehrsilber	CC vs. CV	NF vs. HF	Vok1 vs. Vok2
<b>Wörter</b>	<b>Vok1</b>		,016	,025	
	<b>Vok2</b>				
<b>Pseudowörter</b>	<b>Vok1</b>				,032
	<b>Vok2</b>				,032
<b>Silben</b>	<b>Vok1</b>				

KS=Kontrollsprecher; CC=Konsonantenkombination enthalten; CV=Konsonant-Vokal-Kombination enthalten; NF=niedrigfrequent; HF=hochfrequent; Vok1=erster Vokal; Vok2=zweiter Vokal; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=.016$  Pseudowörter; Bonferroni-Korrektur  $\alpha=.0055$  allgemein

rechnet (siehe Tabelle 4.20). Eine Normalverteilung der beiden Variablen (PCC/PCV und auditive Merkspanne) kann angenommen werden. Beide Verfahren zur Bestimmung der Korrelation gelangen zu ähnlichen Ergebnissen und unterscheiden sich kaum. Eine positive Korrelation kann zwischen dem Prozentsatz korrekter Konsonanten in Pseudowörtern, Wörtern und Silben bestätigt werden, die bei den Pseudowörtern die höchste Ausprägung zeigt ( $r = ,73$ ). Die Nachsprechleistung bzw. Ausspracheleistung der Vokale korreliert nicht mit dem Arbeitsgedächtnis (siehe hierzu Anhang B.1 bis B.6).

Die Nachsprech- und Benennleistung aller Probanden und die auditive Merkspanne hängen zusammen.

Tabelle 4.20: Korrelation zwischen dem Prozentsatz korrekter Konsonanten und Vokale und der auditiven Merkspanne

<b>Kategorie</b>	<b>Pearson <math>r</math></b>	<b>Spearman <math>r_s</math></b>
<i>PCC Wörter</i>	,67	,68
<i>PCC Pseudowörter</i>	,73	,72
<i>PCC Silben</i>	,70	,65
<i>PCV Wörter</i>	,42	,51
<i>PCV Pseudowörter</i>	,56	,51
<i>PCV Silben</i>	,26	,39

## 4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

### 4.4.1 Diagnostik

Der Vergleich der Leistungen der Probandengruppen der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störung in den differentialdiagnostischen Tests deutete bereits auf Differenzen in den Bereichen der Artikulation, der Sprechmotorik, der auditiven Diskrimination und der phonologischen Bewusstheit hin. Die Kinder mit sprechapraktischen Symptomen zeigten in den genannten Bereichen schlechtere Leistungen als die phonologisch gestörten Kinder und als die Kontrollsprecher. Die Diagnosestellung der Kinder wurde zusätzlich von 15 Beurteilern vorgenommen. Die Beurteilerübereinstimmung dieser Vorgehensweise wurde ermittelt und kann als akzeptable bis gute Übereinstimmung gelten. Eine Clusteranalyse konnte ebenfalls die Zuordnung der Kinder zu den beiden Aussprachestörungen und somit die Diagnose stützen. Diese Analyse ist von zentraler Bedeutung, da eine eindeutige Zuordnung der Probanden zu den Störungsbildern gewährleistet werden sollte.

### 4.4.2 Akustische Analyse

Die sprachlichen Produktionen wurden anhand der akustischen Analyse, die die Bestimmung des Mittelwertes der Frequenz, der Steigung und der Kurvigität der ersten beiden Formanten vorsah, ausgewertet und statistisch miteinander verglichen. Die einfaktorielle Varianzanalyse kann die unterschiedlichen und abweichenden Formantverläufe von F1 und F2 zwischen allen drei Probandengruppen erwartungsgemäß belegen. Abweichende Formantverläufe der beiden Formanten treten vorwiegend bei Vokalproduktionen in Pseudowörtern und Wörtern auf und weichen vornehmlich in der Steigung und Kurvigität der Formantverläufe von F1 und F2 ab. Der Gruppenvergleich zwischen den sprechapraktischen und den phonologisch gestörten Kinder stellt mehrsilbige und komplexe (CC) Pseudowörter als tendenziell differenzierend heraus und stützt die Hypothese des Gruppenunterschiedes anhand von Vokalfehlern. Es divergiert die Steigung von F1 und F2 der beiden Gruppen. Die phonologisch gestörten Kinder erzielen bei der Vokalproduktion in allen Itemgruppen (Wörter, Pseudowörter, Silben) eine größere Steigung und eine geringere Kurvigität der beiden Formantverläufe. Die sprechapraktischen Kinder weisen im Vergleich mit den Kontrollsprechern besehnen auf alle Itemgruppen eine auffällige Steigung von F1 und F2 auf. Diese Abweichungen treten vermehrt bei komplexen Pseudowörtern auf und geben ausschließlich Tendenzen an, da infolge der Bonferroni-Korrektur keine

Signifikanzen deutlich werden.

Die Gegenüberstellung der phonologisch gestörten Kinder mit den Kontrollsprechern ergab ebenfalls deutlich Abweichungen der Vokalproduktionen in komplexen Pseudowörtern. Hierbei weicht die Steigung und die Kurvigkeit vom ersten und vom zweiten Formanten ab. Die Steigung und Kurvigkeit der Formantverläufe ist weniger hoch als bei den Kontrollsprechern. Erwartungsgemäß zeigen die sprechapraktischen Kinder ein akustisches Vokalfehlermuster, indem es im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen zu einer niedrigeren Steigung von F1 und F2 kommt. Entgegen der Erwartung kommt es bei den phonologisch gestörten Kindern ebenfalls zu einem typischen Vokalfehlermuster, der niedrigeren Steigung und Kurvigkeit im Vergleich mit den Kontrollsprechern. Eine Analyse des Silben- und Wortkorpus wurde durchgeführt, um den Einfluss des Stimulusmaterials auf die Vokalproduktionen der Kinder einschätzen zu können und um die Ergebnisse aus den Gruppenvergleichen daran relativieren zu können. Die Analyse zeigt, dass die Stimulusart bei Silben, Wörtern und Pseudowörtern Einfluss auf die Vokalproduktionen der Kinder ausübt. Der Einfluss der Gruppe als Zwischensubjektfaktor ist tendenziell bezüglich der Kurvigkeit von F1 und F2 vorhanden. Eine Wechselwirkung zwischen der Stimulusart und der Gruppe besteht sowohl bei Silben als auch bei Pseudowörtern und Wörtern.

Insgesamt konnte somit erwartungsgemäß bestätigt werden:

- tendenzielle Gruppenunterschiede zwischen allen Gruppen (Sprechapraxie, Phonologische Störung, Kontrollsprecher)
- differenzierende Vokalfehler
- akustisches Vokalfehlermuster bei den sprechapraktischen Kindern (Steigung F1/F2)
- Vokalfehler bei Pseudowörtern differenzierend zwischen den sprechapraktischen Kindern und den phonologisch gestörten Kindern.

Unerwartet ist das akustische Fehlermuster der phonologisch gestörten Kinder (Steigung und Kurvigkeit F1/F2).

#### 4.4.3 Perzeptive Analyse

Die perzeptive Analyse beruht auf 33-40 Beurteilungen externer Rater, so dass die statistische Analyse eine Prüfung der Beurteilerübereinstimmung als Gütemaß vorsah. Die akzeptabelste Übereinstimmung konnte bei den Vokalbewertungen in Pseudowörtern er-

reicht werden ( $\alpha = .36 - .57$ ). Demgemäß kann nur von einer schwachen Beurteilerübereinstimmung gesprochen werden. Die deskriptive Analyse der Beurteilungen legte erwartungsgemäß hinsichtlich der evozierten Wörter, Pseudowörter und Silben die höchste Vokalfehlerrate bei den sprechapraktischen Kindern dar. Die größte Ausprägung der Vokalfehler ist bei allen Gruppen binnen der Pseudowörter zu verzeichnen. Produzieren die Kinder Wörter, so treten die Vokalfehler in mehrsilbigen, komplexen und niedrigfrequenten Wörtern (CC) auf. Handelt es sich um Pseudowörter, sind die komplexen (CC) und mehrsilbigen Pseudowörter von Vokalfehlern betroffen. Die Vokalfehler in Silben kommen bei den pathologischen Untersuchungsgruppen vermehrt in Silben mit CV-Struktur vor. Bei der Gruppe der sprechapraktischen Kinder kommt es zu einer hohen Vokalfehlerrate bei hochfrequenten Silben. Betrachtet man die Vokalfehlerrate des ersten und des zweiten Vokals des gesamten Stimulusmaterials, kann eine höhere Vokalfehlerrate beim ersten Vokal der sprechapraktischen Kinder erkannt werden. Dieser Effekt wird bei den phonologisch gestörten Kindern und den Kontrollsprechern nicht deutlich. Hinsichtlich der Hypothesen konnte gestützt werden:

- Gruppenunterschiede bezüglich der Vokalfehler zwischen allen Gruppen
- mehr Vokalfehler in mehrsilbigen, komplexen und niedrigfrequenten Wörtern als in einsilbigen, CV-Wörtern und hochfrequenten Wörtern bei der phonologisch gestörten Gruppe und bei den Kontrollsprechern (Wortlängen-, Komplexitäts- und Frequenzeffekt)
- mehr Vokalfehler aller Gruppen in komplexen und mehrsilbigen Pseudowörtern als in einsilbigen Pseudowörtern und Pseudowörtern mit CV-Struktur.

Unerwartet war die höhere Vokalfehlerrate der sprechapraktischen Kinder in niedrigfrequenten Wörtern im Vergleich zu hochfrequenten Wörtern und die höhere Vokalfehlerrate des ersten Vokals.

Die nähere Untersuchung der deskriptiven Ergebnisse wurde zunächst anhand des Prozentsatzes korrekter Konsonanten und Vokale ausgeführt. Zugunsten der Hypothese, produzieren die sprechapraktischen Kinder die meisten Konsonant- und Vokalfehler, die Kontrollsprecher die wenigsten Fehler. Die höchste Konsonantenfehlerrate tritt bei allen Kindern bei der Produktion von Pseudowörtern auf, nimmt bei der Silbenproduktion ab und fällt am geringsten bei der Wortproduktion aus. Die Vokalfehlerrate ist ebenfalls bei allen Kindern bei der Pseudowortproduktion erwartungsgemäß am höchsten, nimmt bei der Wortproduktion ab und zeigt die kleinste Anzahl an Vokalfehlern in Silben.

Die kindliche Sprechapraxie und die phonologische Störung differieren in der Anzahl der korrekten Vokale in Pseudowörtern durch die stärkere Ausprägung der Fehlerraten bei den

sprechapraktischen Kindern und bestätigen die Annahme der Gruppenunterschiede der aussprachegestörten Kinder. Beide pathologischen Gruppen weisen mehr Konsonanten- und Vokalfehler auf als die Kontrollsprecher und belegen eine signifikante Differenz bei der Produktion von Wörtern, Pseudowörtern und Silben. Der intraindividuelle Vergleich stellt bei allen Kindern vermehrte Konsonantenfehler in Silben und Pseudowörtern in der Gegenüberstellung zu Wörtern heraus. Angenommen wurde, dass es insbesondere bei den Kontrollsprechern und den phonologisch gestörten Kindern potentiell zu mehr Konsonanten- und Vokalfehlern in Pseudowörtern gegenüber Silben und Wörtern kommt, da ein Frequenzzeffekt durch das Syllabarrium nach Levelt vorliegen sollte. Entgegen der Annahme kommt es innerhalb von Silben zu mehr Konsonantenfehlern als bei der Wortproduktion. Die sprechapraktischen Kinder produzieren tendenziell mehr Konsonantenfehler in Pseudowörtern als in Silben.

Anhand der perzeptiven Urteile konnten mittels ANOVA erwartete, signifikante Unterschiede zwischen allen Untersuchungsgruppen festgestellt werden, die sich vorwiegend bei komplexen (CC) Pseudowörtern, hochfrequenten Silben und Silben mit CV-Struktur äußern. Der direkte Gruppenvergleich der sprechapraktischen Kinder mit den phonologisch gestörten Kindern zeigte erwartungsgemäß einen signifikanten Unterschied bei der Vokalproduktion von komplexen (CC) Pseudowörtern. Werden die beiden Gruppen mit einer Aussprachestörung mit den Kontrollsprechern verglichen zeigen sich wie vermutet deutlich mehr Vokalfehler in Pseudowörtern und Silben.

Der intraindividuelle Vergleich betreffend der Struktur, der Komplexität und der Frequenz in Wörtern, Pseudowörtern und Silben hebt bei den sprechapraktischen Kindern Einflüsse der Komplexität und tendenziell der Wortlänge auf die Vokalproduktionen in Pseudowörtern hervor und bestätigt die Hypothese. Einsilbige und komplexe Pseudowörter enthalten mehr Vokalfehler als mehrsilbige Pseudowörter und Pseudowörter mit CV-Struktur. Dieses Ergebnis wurde auch für die phonologisch gestörten Kinder offensichtlich. Für die aussprachegestörten Kinder wurde ein Einfluss der Wortlänge angenommen, jedoch kein Komplexitätseffekt bei den phonologisch gestörten Kindern. Darüber hinaus kam es tendenziell zu intraindividuellen Unterschieden innerhalb der sprechapraktischen Gruppe bei der Vokalproduktion von komplexen, niedrigfrequenten Silben, sowie niedrigfrequenten Wörtern, die gegenüber den hochfrequenten Wörtern und Silben mehr Vokalfehler aufwiesen. Ein ausgeprägter Frequenzzeffekt wurde an dieser Stelle nicht erwartet. Die phonologisch gestörte Gruppe zeigte erwartungsgemäß mehr Vokalfehler bei der Produktion des zweiten Vokals. Es konnten keine Effekte bei der Silbenproduktion verzeichnet werden. Die Kontrollsprecher produzierten mehr Vokalfehler bzw. Vokalvariationen beim zweiten Vokal und erfüllten somit die Erwartung. Die perzeptive Analyse bestätigt dem-

nach erwartungsgemäß:

- signifikante Gruppenunterschiede aller Gruppen bezüglich Konsonanten- und Vokalfehler; zwischen sprechapraktischen Kindern und phonologisch gestörten Kindern innerhalb von Pseudowörtern
- höchste Konsonantenfehlerrate sprechapraktischer Kinder und phonologisch gestörter Kinder bei Pseudowörtern, dann Silben und Wörter (Frequenzeffekt)
- Vokalfehlerrate aller Gruppen bei Pseudowörtern am höchsten
- mehr Konsonantenfehler in Pseudowörtern als in Wörtern (alle Gruppen)
- sprechapraktische Kinder zeigen mehr Konsonantenfehler in Pseudowörtern als in Silben
- mehr Konsonantenfehler in Pseudowörtern als in Silben bei sprechapraktischen Kindern
- Kontrollsprecher mehr Vokalfehler in komplexen (CC) Wörtern
- Frequenzeffekt bei Kontrollsprechern und phonologisch gestörten Kindern bezüglich Vokalfehler in Wörtern.

Entgegen der Hypothesen konnte festgestellt werden:

- Konsonantenfehlerrate für Silben höher als für Wörter bei phonologisch gestörten Kindern und Kontrollsprechern
- deutlicher Frequenzeffekt bei sprechapraktischen Kindern bezüglich Vokalfehler in Silben und Wörtern
- mehr Vokalfehler in einsilbigen Pseudowörtern bei phonologisch gestörten und sprechapraktischen Kindern in mehrsilbigen.

Die Annahme des Einflusses des Arbeitsgedächtnisses auf die artikulatorische Leistung konnte in Bezug auf den Prozentsatz korrekter Konsonanten in Wörtern, Pseudowörtern und Silben belegt werden. Ein schwacher Einfluss des Arbeitsgedächtnisses auf die Vokalproduktionen in Pseudowörtern wurde ebenfalls deutlich.

# Kapitel 5

## Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die Untersuchungsmethodik und die Ergebnisse nach den verschiedenen Analysen (Diagnostik, Akustische Analyse, Perzeptive Analyse) getrennt und diskutiert.

### 5.1 Diagnostik

Die vorliegende Studie liefert einen Vergleich zwischen Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie, Kindern mit einer phonologischen Störung und Kontrollsprechern und versucht Unterschiede in der Artikulationsperformanz, sowie mögliche Störungsebenen herauszuarbeiten. Einen wichtigen Bestandteil stellt dabei die Klassifizierung und Zuordnung der Kinder zu den beiden Störungsbildern dar. Während es genügend Möglichkeiten für eine Diagnostik der phonologischen Störung gibt, existieren bislang keine validierten Diagnostikkriterien des heterogenen Störungsbildes der kindlichen Sprechapraxie [ASH07]. Dennoch besteht unter Wissenschaftlern Einigkeit über das Vorliegen von Symptomen, die gehäuft als Symptomkomplex der kindlichen Sprechapraxie auftreten. In dieser Studie wurde das Vorliegen der international verwendeten Symptome und Diagnostikkriterien überprüft (siehe u.a. [ASH07], [DJM04], [Oza95]), welche die Bereiche des phonologischen Planens und Programmierens (Phonemselektion, Abruf der Lautgesten, Zusammenfügen der Lautgesten, Prosodie) beinhalten. Darauf hinaus wurden eindeutige Einschlusskriterien für die jeweilige Diagnose festgelegt, so dass der Verdacht auf eine kindliche Sprechapraxie erhärtet und angenommen werden konnte. Die Diagnose wurde aus diesen Gründen von 15 Beurteilern mit einer guten Übereinstimmung und anhand einer Clusteranalyse

bestätigt, so dass von einer kindlichen Sprechapraxie ausgegangen werden kann.

Unterstützend zeigen die Untersuchungsgruppen offensichtliche Leistungsunterschiede in den Bereichen der Artikulation, der Sprechmotorik, der auditiven Diskrimination und der phonologischen Bewusstheit. Eine Fehlgruppierung der Probanden in die drei Gruppen müsste in fehlenden Gruppenunterschieden bei der statistischen Analyse resultieren. Die Überprüfung der kindlichen Sprechapraxie anhand des Scoring von Thoonen [TMGS99], bei der eine Differenzierung der Störung zu einer Dysarthrie mittels der diadochokinetischen Rate durchgeführt wird, kann keine Trennung der beiden Störungsbilder bestätigen. Beide Gruppen erlangen die Klassifizierung „apraktisch“, obwohl ein deutlicher Leistungsunterschied vorzufinden ist. Die phonologisch gestörten Kinder können im Gegensatz zu den sprechapraktischen Kindern die trisyllabische Sequenz bilden, wenngleich auch nur langsam. Selbst die Kontrollsprecher erzielen in drei Fällen ein „scoring“, das eine apraktische Komponente annimmt. Insgesamt also erscheint die diadochokinetische Leistung der Untersuchungsgruppen als schwach. Gademann und Mitarbeiter [GM08] stellten eine schlechte Intra- und Interraterreliabilität bezüglich einer Diadochokinese-Messung fest und geben eine falsche Einschätzung der diadochokinetischen Rate zu bedenken. Die Schwierigkeit einer reliablen Messung kann das Ergebnis des Scoring von Thoonen somit beeinflusst haben.

## 5.2 Akustische Analyse

Anders als bei den phonologisch gestörten Kindern [Fox04] gelten auftretende Vokalfehler bei sprechapraktischen Kindern als Symptomatik und auch als diagnostisches Kriterium, welches in der Literatur häufig genannt wird (siehe u.a. [DJM04], [WP93], [SMCD94], [MG06]). Die akustische Analyse deckt in der vorliegenden Studie Leistungsunterschiede zwischen allen Untersuchungsgruppen bezüglich der Vokalrealisierungen der Kinder auf. Die meisten signifikanten Ergebnisse liefert der Vergleich der sprechapraktischen Kinder mit denen der Kontrollsprecher. Dieser Vergleich zeigt bei den sprechapraktischen Kindern insbesondere eine auffällige, geringere Steigung des ersten Formanten (F1) und des zweiten Formanten (F2). Die Steigung der ersten beiden Formanten kann als Vokalfehlermuster gewertet werden, da diese Abweichung bei den Vergleichen mit sowohl den phonologisch gestörten Kindern, als auch mit den Kontrollsprechern vorkommt.

Vokalfehlermuster werden von Pollock und Mitarbeitern [WP93] bei fünf Kindern beschrieben und enthalten Rückverlagerungen, Diphthongreduktionen und Probleme bei Kurz- und Langvokalen. Davis und Mitarbeiter [DJM04] hingegen konnten bei drei sprech-

apraktischen Kindern über einen Zeitraum von drei Jahren kein konsistentes Vokalfehlermuster erkennen, doch waren zu manchen Messzeitpunkten frequente Substitutionen bei den untersuchten sprechapraktischen Kindern vorhanden. Eine geringere Steigung des ersten Formanten könnte auf eine geringere Querschnittsfläche des Vokaltraktes (siehe [PM95]) und somit auf eine geringere Kieferöffnung oder Lippenverengung hindeuten. Eine geringere Steigung des zweiten Formanten könnte auf eine Realisierung eines Hinterzungenvokals hinweisen und somit ähnliche Ergebnisse zur Studie von Pollock und Mitarbeitern zeigen, doch kann kein konkreter Rückschluss vom akustischen Signal auf die Vokaltraktstellung gezogen werden. Demnach können nur Mutmaßungen an dieser Stelle vorgenommen werden und keine Generalisierung. Bei den sprechapraktischen Kindern könnte somit eine geschlossenere Artikulation mit mehr artikulatorischer Variabilität (Inkonsequenz) im Vergleich zu den Kontrollsprechern spekuliert werden.

Die phonologisch gestörten Kinder produzieren im Kontrast zu den Kontrollsprechern eine geringere Steigung und eine höhere Kurvigkeitsrate der Formanten, die lediglich bei Pseudowörtern auftritt. Unerwartet liegen bei den phonologisch gestörten Kindern Vokalfehler vor, die auch in der Studie von Fox [Fox04] bis zu einer Vokalfehlerrate von 1-3% vorkommen. Dieses Ergebnis sagt nichts darüber aus, ob bei den phonologisch gestörten Kindern phonetisch abweichende Realisationen der Vokale vorliegen oder typische Substitutionen. Dies kann die Messmethode nicht herausstellen. Wenig Wissenschaftler berichten von Studien hinsichtlich der Vokalfehler phonologisch gestörter Kinder. Robb und Mitarbeiter [RBY99] konnten bei einem phonologisch gestörten Kind ein stark eingeschränktes Vokalrepertoire mit konsistenten Vokalproduktionen feststellen. Die Vokalfehler der phonologisch gestörten Kinder aus dieser Studie sind ebenfalls konsistent und beziehen sich primär auf die Steigung der Formantverläufe. Der Unterschied bezüglich der ausgeprägteren Kurvigkeitsrate der phonologisch gestörten Kinder im Vergleich mit den Kontrollsprechern lässt sich durch den Einsatz der Pseudowörter erklären. Das mentale Silbenlexikon nach Levelt [LRM99], oder auch Syllabarrium genannt, enthält Lautgesten für hochfrequente Silben, die in der phonetischen Enkodierung abgerufen werden. Für Pseudowörter können ebenfalls Lautgesten existieren (im Falle des Bestands aus hochfrequenten Silben), die zunächst abgerufen und zusammengesetzt werden müssen. Bei der Beinhaltung von niedrigfrequenten Silben kommt es zu einer aktuellen Generierung der Lautgesten für die Silben der Pseudowörter. Hierdurch wird das Sprechsystem für Fehler in der Lautgestengenerierung und in der Zusammensetzung der Segmente, dem motorischen Planen, anfälliger. Dieses Ergebnis spricht für das Bestehen eines mentalen Silbenlexikons.

Der Vergleich der sprechapraktischen und der phonologisch gestörten Gruppe ergab bezogen auf die Frequenz keinen ausgeprägten Frequenzeffekt seitens der sprechapraktischen

Kinder, da sowohl tendenziell Vokalproduktionen in hochfrequenten Wörtern und Silben, als auch in Pseudowörtern betroffen sind. In diesem Fall können die Lautgesten nicht abgerufen werden oder sind defekt, so dass die Lautgesten der Silbe oder des Wortes generiert werden müssen. Eine Differenzierung der beiden aussprachegestörten Gruppen binnen der akustischen Analyse konnte vor allem anhand der Vokalproduktionen in Pseudowörtern erfolgen. Die phonologisch gestörten Kinder können laut Fox [Fox04] den auditiven Input nutzen und zeigen bessere Nachsprechleistungen als Benennleistungen. Das kann in der Analyse zu einer deutlichen Differenzierung der beiden Gruppen geführt haben.

### 5.3 Perzeptive Analyse

Die Beurteilerübereinstimmung der perzeptiven Analyse ergab eine allgemein schwache Übereinstimmung, die aber für Pseudowörter noch als akzeptabel gelten kann. Die auftretenden konsonantischen Fehler aller Untersuchungsgruppen und die Einflüsse der Konkurrenz können in einigen Fällen rein auditiv zu Problemen bei der Erkennung der Vokalfehler geführt haben. Robb und Mitarbeiter [RBY99] berichten sogar von Studien in denen artikulatorische Fehler auditiv nicht wahrgenommen werden konnten, jedoch akustisch identifizierbar waren. Grundsätzlich muss sich die Frage gestellt werden inwiefern Fehler für die Diagnostik und Therapie eines Therapeuten relevant sind, die auditiv kaum wahrzunehmen sind. Die akustische Analyse stellt ein wichtiges Instrument der objektiven Bewertung dar und ist bedeutsam in der kombinierten Anwendung. Es können Fehlerausschläge verglichen und artikulatorische Prozesse spezifiziert werden. Das Auftreten von Vokalfehlern in der Kontrollgruppe kann auch auf eine sehr kritische Beurteilung der Vokalfehler von den Beurteilern hinweisen. Es werden eher mehr Vokalfehler erkannt, als tatsächlich vorhanden. Dennoch können die Ergebnisse der perzeptiven Analyse die Ergebnisse der akustischen Analyse bekräftigen und zeigen ähnliche Tendenzen.

Es werden Gruppenunterschiede zwischen allen Untersuchungsgruppen sichtbar und es können anhand der Vokal- und Konsonantenfehler signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die Kinder aller Untersuchungsgruppen erzielen auch in dieser Analyseform (perzeptiv) bei den Pseudowörtern die höchste Fehlerrate der Vokal- und Konsonantenproduktionen und führen zu signifikanten Differenzen zwischen den sprechapraktischen Kindern und den phonologisch gestörten Kindern. Der jeweilige Vergleich mit den Kontrollsprechern zeigt wie erwartet Unterschiede bei der Vokalproduktion in Silben und Pseudowörtern. Die phonologisch gestörten Kinder scheinen den auditiven Input mehr nutzen zu können, um korrekte Phoneme und Lautgesten generieren und motorisch plan-

nen zu können. Die sprechapraktischen Kinder können bei einer vorliegenden Störung des motorischen Planens keine Verbesserung durch auditiven Input erzielen und schneiden in der Modalität des Nachsprechens von Pseudowörtern schlechter ab. Pseudowörter stellen damit eine hohe Anforderung an den sprechmotorischen Prozess des motorischen Programmierens und Planens bzw. an die Wortformenkodierung. Die sprechapraktischen Kinder wurden hinsichtlich der auditiven Perzeption in Studien von Maassen und Mitarbeiter [MGC03] und von Marion und Mitarbeiter [MSM93] untersucht und dabei zeigte sich eine auffällige Perzeption von Reimen, Vokalen und hier eine auffällige Leistung bei der Minimalpaardiskrimination.

Die vorliegende Studie kann bei den sprechapraktischen Kindern einen tendenziellen Frequenzeffekt belegen, indem Vokale in Pseudowörtern mit einer höheren Vokalfehlerrate produziert werden als in Silben. Die sprechapraktischen Kinder scheinen die lexikalische Information der Silbe oder auch deren Eintrag ins mentale Silbenlexikon nutzen zu können, um fehlerfreier zu artikulieren. Diese Beobachtung würde zulassen, dass partiell der Zugriff auf die Lautgesten gestört ist und wiederum ab und zu gelingt, so dass inkonsequente Silben- und Wortproduktionen entstehen. Das mentale Silbenlexikon soll die Lautgesten für hochfrequente Silben beinhalten und es existieren Hinweise, dass es ab vier Jahren aufgebaut sein soll [VSW05]. Bei den Kontrollsprechern und bei den phonologisch gestörten Kindern müsste das für weniger Konsonanten- und Vokalfehler in der Produktion hochfrequenter Silben sorgen. So treten im Gruppenvergleich zwischen den phonologisch gestörten Kindern und den Kontrollsprechern keine Unterschiede bei der Vokalproduktion hochfrequenter Silben seitens der phonologisch gestörten Kindern auf. Die Kinder zeigen einen Frequenzeffekt, da sie mehr Vokal- und Konsonantenfehler in niedrigfrequenten Items produzieren. Sie zeigen jedoch mehr Vokalfehler in Silben als in Wörtern. Smith und Goffman [SG04] gehen von neuronalen Verknüpfungen aus, die sich in der Sprech- und Sprachentwicklung der Kinder verändern und die sich im Laufe der Zeit an die sich verändernden motorischen, auditiven und kognitiv-linguistischen Prozesse anpassen und nicht mehr zu neuronalen Verknüpfungen auf der Lautebene, sondern auf der Wort- und Phrasenebene führen. Auf diese Weise kann eine schnellere Sprachproduktion auf komplexer Phrasenebene bei zunehmender Entwicklung der Grammatik stattfinden. Diese Entwicklung ist durch die Störung der Sprechmotorik eingeschränkt und kann nur verzögert stattfinden. Das Ergebnis der vorliegenden Studie verweist auf eine derartige mögliche Veränderung in der kindlichen Sprachentwicklung anhand der Modelle nach Guenther und Mitarbeiter [GHJ98] sowie Kröger und Mitarbeiter [KKNR09]. Für das Modell von Levelt (2001) würde dies bedeuten, dass der Prozess des Silbifizierens und Prosodifizierens im Laufe der Entwicklung des Kindes und auch im erwachsenen Alter

mehr Bedeutung erhält, da diese Prozesse nicht mehr auf der Laut- und Silbenebene, sondern auf der Wort- und Phrasenebene vollzogen wird.

Bei allen Kindern dieser Studie kommt es zu einem Effekt der Wortlänge und der Wortkomplexität, der in mehrsilbigen Pseudowörtern bei der Vokalproduktion auftritt. Das intraindividuelle Auftreten von mehr Vokalfehlern in einsilbigen Pseudowörtern als in mehrsilbigen Pseudowörtern lässt sich durch den Einfluss des Stimulusmaterials erklären. Unter den einsilbigen Pseudowörtern können sich gleichzeitig komplexe, einsilbige Pseudowörter befunden haben, die zu einem veränderten Ergebnis aufgrund der Komplexität führen. Darüber hinaus kann die schwache Beurteilerübereinstimmung, also die perzeptiven „Fehlurteile“ verantwortlich sein. Die Artikulationsperformanz langer Wörter kann durch die auditive Merkspanne beeinflusst werden. Auditiv wahrgenommene Wörter/Items müssen in der artikulatorischen Schleife durch das innere Repetieren aufrecht erhalten werden, um reproduziert werden zu können. Gibt es eine Störung dieser Komponente des Arbeitsgedächtnisses, so kommt es bei längeren Wörtern zu vermehrter Fehlerbildung. Fox [Fox04] nimmt bei den inkonsequent phonologisch gestörten Kindern ein solches Defizit an, da auch in ihrer Studie ein Wortlängeneffekt bei diesen Kindern auftrat. Eine Korrelation zwischen der Produktion korrekter Konsonanten in Silben, Wörtern und Pseudowörtern und der auditiven Merkspanne konnte festgestellt werden. Eine Tendenz des Einflusses der auditiven Merkspanne auf die Produktion korrekter Vokale zeigt eine stabile und meist konsistente Produktion von Vokalen. Stackhouse und Mitarbeiter [VSW05] konnten bei Kindern mit einer regelrechten Sprech- und Sprachentwicklung eine höhere Präzision der Artikulation von ein- und zweisilbigen Wörtern bemerken. Die auftretenden Fehler in der Vokal- und Konsonantenproduktion in mehrsilbigen Wörtern bei den Kontrollsprechern bestätigen die Ergebnisse von Stackhouse und Mitarbeitern.

Die Kontrollsprecher und die phonologisch gestörten Kinder weisen in Wörtern mit einer komplexeren Struktur (Verwendung von Konsonantenclustern, CC) mehr Vokalfehler auf als in Wörtern mit CV-Struktur. Für dieses Ergebnis kann sowohl die größere artikulatorisch-motorische und koartikulatorische Anforderung als auch die phonologische Entwicklung, in der alle Konsonantencluster bis spätestens 4;11 Jahren erworben sein müssen, verantwortlich sein. Durch koartikulatorische Effekte kann der Vokal nach der Konsonantenverbindung durch deren fehlerhafte Bildung mitbetroffen sein. McLeod und Mitarbeiter [MLH08] finden in einer Studie mit zwei- bis dreijährigen normalentwickelten Kindern eine hohe Inter- und Intravariabilität der Präzision bei der Artikulation von Wörtern mit einer Konsonantenverbindung. Innerhalb von sechs Monaten steigt die Präzision bei der Artikulation dieser Wörter und somit auch die der Wortstruktur, so dass eine artikulatorisch komplexe Anforderung angenommen werden kann, die sich in der

Entwicklung der Kinder aufgrund der motorischen, auditiven und kognitiv-linguistischen Reifung besser bewältigen lässt.

Der Einfluss der Komplexität und der Wortlänge ist auch bei den sprechapraktischen Kindern offensichtlich und kann zusätzlich durch die Störung des motorischen Planens erläutert werden. Je länger und komplexer ein Wort ist, desto mehr Lautgesten müssen zusammengefügt, aufeinander abgestimmt und silbifiziert sowie prosodifiziert werden. Das geschieht im Prozess des motorischen Planens und wird durch eine Störung in diesem Bereich beeinflusst. Insbesondere die Produktion der Pseudowörter stellt eine hohe Anforderung an diesen sprechmotorischen Prozess dar, da keine lexikalische Information genutzt werden kann. Die sprechapraktischen Kinder wurden im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen signifikant auffällig innerhalb der Vokal- und Konsonantenproduktion von Pseudowörtern. Die auditive Merkspanne kann für das Ergebnis der Vokalproduktion nicht verantwortlich gemacht werden, da keine eindeutige Kovarianz der auditiven Merkspanne und der korrekt produzierten Vokale in Pseudowörtern besteht. Die Konsonantenproduktion kann von der Leistung des Arbeitsgedächtnisses betroffen sein und würde den Schluss zulassen, dass die sprechapraktischen Kinder in der Funktion des Arbeitsgedächtnisses, insbesondere der phonologischen Schleife, eingeschränkter sind als die phonologisch gestörten Kinder. Es können sich somit Parallelen zur erworbenen Sprechapraxie zeigen, die ein defektes subvokales „Rehearsal“ aufweisen.

## 5.4 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Studie konnten mittels Vokal- und Konsonantenfehlern signifikante Unterschiede zwischen allen drei Untersuchungsgruppen (kindliche Sprechapraxie, phonologische Störung, Kontrollsprecher) festgestellt werden. Die Differenzierung der sprechapraktischen und der phonologisch gestörten Gruppe und auch die Variabilität der Vokalfehler ist bei den Pseudowortproduktionen deutlich vorzufinden. Dabei werden Einflüsse der auditiven Merkspanne auf die Produktion von Konsonanten und im Falle von Pseudowörtern auf Vokale sichtbar. Die Leistungen der sprechapraktischen Kinder weisen auf Störungen im motorischen Programmieren und insbesondere im motorischen Planen hin, welche sich bei der Artikulation von Pseudowörtern zeigen. Die Vokalfehlerrate in Pseudowörtern der phonologisch gestörten Kinder ist geringer als bei den sprechapraktischen Kindern und kann somit darauf hinweisen, dass das motorische Planen bei keiner Subgruppe der phonologischen Störungen stark beeinträchtigt ist und es sich primär um die Phonemselektion bzw. phonologische Repräsentation handelt. Aufgrund der geringen

Anzahl (10) an Kindern einer inkonsequenteren phonologischen Störung in dieser Studie, lassen sich diese Ergebnisse schlecht generalisieren. In einer folgenden Studie wäre ein direkter Vergleich zwischen der inkonsequenteren phonologischen Störung und der kindlichen Sprechapraxie interessant, um die Störungsebene zu verifizieren. Dabei sollte die Anzahl der zu untersuchenden Parameter eingeschränkt werden, damit sich auch nach einer  $\alpha$ -Adjustierung signifikante Ergebnisse und Effekte zeigen. Bedeutsam wären ein- und mehrsilbige Pseudowörter sowie komplexe Pseudowörter und Pseudowörter mit CV-Struktur.

Darüber hinaus lassen die Ergebnisse dieser Studie die Annahme des mentalen Silbenlexikons nach Levelt [LRM99] zu, da alle Kinder einen Frequenzeffekt zeigen. Für die sprechapraktischen Kinder kann somit ein gestörter Abruf der Lautgesten bzw. neuronalen Verknüpfungen angenommen werden. Es treten bei den sprechapraktischen und phonologisch gestörten Kinder Effekte der Wortlänge und -komplexität auf, die durch den Einfluss des Arbeitsgedächtnisses, sowie durch höhere sprechmotorische Anforderungen und durch die auditive, motorische und kognitiv-linguistische Entwicklung hervorgerufen werden können. Die sprechapraktischen Kinder zeigen eine hervorgehobene Störung des motorischen Planens, die bei den Vokalproduktionen zu einem abweichenden Formantverlauf des ersten und zweiten Formanten führt. Die abweichenden Formantverläufe von F1 und F2 stehen mit der Kieferöffnung und der Artikulationsstelle in engem Zusammenhang.

# Kapitel 6

## Zusammenfassung

Die kindliche Sprechapraxie ist bislang ein Störungsbild unter den Aussprachestörungen, zu dem Kontroversen hinsichtlich der Definition und somit bezüglich des Pathomechanismus bestehen. Die betroffenen Kinder zeigen Auffälligkeiten in der sprechmotorischen Programmierung und Planung und können weitere Probleme in den Bereichen der Phonologie, Morphologie, Syntax und Semantik zeigen. Die Kausalität zwischen der sprechmotorischen und der linguistischen Komponente ist ungeklärt und führt durch sich überschneidende Symptomatiken zwischen den Kindern mit einer kindlichen Sprechapraxie und den Kindern mit einer phonologischen Störung zu Problemen in der Differentialdiagnose. Es stellt sich die Frage welche der beiden Aussprachestörungen vorliegt und welche Charakteristika als Kernsymptome und welche als differentialdiagnostische Kriterien gelten können. In Bezug auf die kindliche Sprechapraxie werden meist Vokalfehler genannt, die bei diesem Symptomkomplex auftreten und die selten bei Kindern mit einer phonologischen Störung aufgemerkt und differentialdiagnostisch bedeutsam werden.

In der vorliegenden Studie wird ein Vergleich der Symptome der kindlichen Sprechapraxie und der phonologischen Störung anhand von akustischen und perzeptiven Analysen der Vokal- und Konsonantenfehler vorgenommen. Die zentrale Fragestellung der Studie bezieht sich auf das Vorliegen von verschiedenen ausgeprägten und verschieden realisierten Vokal- und Konsonantenfehlern in der Aussprache der Kinder beider Aussprachestörungen. Darüber hinaus sollten die Analysen Hinweise eines mentalen Silbenlexikons nach Levelt (2001) herausarbeiten, welches für einen automatisierten Abruf hochfrequenter Lautgesten für Silben sorgt und zu einem Frequenzeffekt bei den Kindern mit einer phonologischen Störung und den Kontrollsprechern führen sollte. Eine derartige Ausprägung wurde bei den sprechapraktischen Kindern aufgrund der Störung der sprechmotorischen Program-

mierung und Planung nicht angenommen.

An dieser Studie nahmen 8 Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie, 10 Kinder mit einer phonologischen Störung und 10 Kontrollkinder im Alter zwischen 4;0 - 7;6 Jahren teil, die anhand der Vokal- und Konsonantenfehler miteinander verglichen wurden. Die Differentialdiagnose der sprechapraktischen und phonologisch gestörten Kinder wurde mittels 15 externer Beurteiler überprüft und statistisch ausgewertet. Das Untersuchungsinstrument für die Vokal- und Konsonantenfehler bestand aus 115 Wörtern, 64 Pseudowörtern und 105 Silben, die durch eine Bildbenennung und durch Nachsprechen bei den Kindern hervorgerufen und digital aufgenommen wurden. Das Wort- und Silbenmaterial wurde nach der Frequenz, nach der Komplexität und nach der Silbenanzahl kontrolliert und perzeptiv sowie akustisch analysiert. Die perzeptive Analyse der Aufnahmen beinhaltete die Beurteilung der Vokalproduktionen aller Kinder, die online mit Hilfe einer Webseite durchgeführt werden konnte. Es konnten 33 Beurteiler für die Gruppe der sprechapraktischen Kinder, 41 Beurteiler für die Gruppe der phonologisch gestörten Kinder und 40 Beurteiler für die Kontrollsprecher gewonnen werden. Die externen Beurteiler beurteilten je Kind 20% aller Vokalproduktionen auf ihre Korrektheit hin. Die Ergebnisse wurden statistisch mit dem Computerprogramm SPSS 16.0 mittels ANOVA und einem t-Test für den Gruppenvergleich ausgewertet. Die akustische Analyse sah die Untersuchung der Formantverläufe von F1 und F2 der Vokalproduktionen aller Items vor. Hierzu wurden alle Wort- und Silbenproduktionen mit dem Programm PRAAT betrachtet und die Formantverläufe der Vokale exrahiert. Anschließend wurde die mittlere Lage, die Steigung und die Kurvigkeits der Formantverläufe von F1 und F2 mit dem Programm Matlab berechnet. Diese Daten wurden für den statistischen Vergleich zwischen allen Untersuchungsgruppen mittels ANOVA und einem t-Test verwendet. Die Analyse der Wort- und Silbenkorpora wird anhand einer MANOVA durchgeführt.

Hinsichtlich der Diagnostik der sprechapraktischen und phonologisch gestörten Kinder konnte eine Bestätigung der Diagnose durch eine Clusteranalyse und durch die Auswertung der Beurteilerübereinstimmung erfolgen. Die Diagnostik der sprechapraktischen Kinder fand über das Auftreten des Symptomkomplexes nach Ozanne [Oza95] statt, doch konnte innerhalb des Scorings von Thoonen (1999) trotz auffälliger Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der diadochokinetischen Rate kein Unterschied gewertet werden. Einige phonologisch gestörte Kinder und auch teils Kontrollsprecher wurden nach dem Scoring als apraktisch eingeschätzt. Eine durchschnittlich schwache Leistung der Kontrollsprecher und der phonologisch gestörten Kinder, sowie die Schwierigkeit der Bewertung und Messung diadochokinetischer Raten kann dieses Ergebnis hervorgerufen haben.

Die Ergebnisse der akustischen Analyse zeigen, dass ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen allen Gruppen besteht und dass sich die Gruppen anhand der Vokalfehler differenzieren. Es treten auch bei den phonologisch gestörten Kindern Vokalfehler auf, von denen wenige Studien berichten. Der Unterschied zwischen den sprechapraktischen Kindern und den phonologisch gestörten Kindern ist bei der Produktion von Vokalen in Pseudowörtern zu verzeichnen. Die phonologisch gestörten Kinder scheinen den auditiven Input nutzen zu können, so dass sie laut Fox [Fox04] bessere Nachsprech- als Benennleistungen zeigen. Somit konnte eine deutliche Differenzierung zwischen den beiden aussprachegestörten Gruppen innerhalb der Vokalproduktion in Pseudowörtern festgestellt werden. Beide Gruppen mit einer Aussprachestörung zeigen ein Fehlermuster, was bei den sprechapraktischen Kindern die Steigung von F1 und F2 und bei den phonologisch gestörten Kindern die Steigung und Kurvigkeit von F2 betrifft. Die sprechapraktischen Kinder zeigen eine geringere Steigung der Formanten gegenüber den anderen beiden Gruppen. Dieses akustische Fehlermuster könnte auf eine geringere Öffnungsbewegung des Kiefers hindeuten, da der F1 mit dem Öffnungsgrad korreliert. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme der Störung der sprechmotorischen Planung und Programmierung. Die phonologisch gestörten Kinder zeigen eine geringere Steigung und eine größere Kurvigkeit des zweiten Formanten im Vergleich mit den Kontrollsprechern. Eine konkrete Deutung dieses Ergebnisses kann hinsichtlich der Messmethodik nicht vorgenommen werden. Es bleibt unklar, ob Vokalfehler im Sinne einer phonetischen Entstellung vorliegen oder verursacht werden durch eine fehlerhafte Selektion (Substitution). Insgesamt muss die akustische Interpretation der Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden, da ein Rückschluss vom akustischen Signal auf die Vokaltraktstellung nicht eindeutig gezogen werden kann.

Die Ergebnisse der perzeptiven Analyse bestätigen einen signifikanten Unterschied aller Gruppen bezüglich der Konsonanten- und Vokalfehler. Es kann trotz der schwachen Beurteilerübereinstimmung eine Bestätigung der Ergebnisse der akustischen Analyse vorgefunden werden. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es aufgrund der konsonantischen Fehler in Kombination mit koartikulatorischen Einflüssen auf den Vokal zu Schwierigkeiten bei der perzeptiven Beurteilung kommen konnte. Eine deutliche Verschiedenheit zwischen den sprechapraktischen und den phonologisch gestörten Kindern besteht wie in der akustischen Analyse innerhalb der Produktion von Vokalen in Pseudowörtern. Die Pseudowörter stellen eine hohe Anforderung insbesondere für das motorische Planen und Programmieren dar. Es müssen die adäquaten Lautgesten generiert und zusammengefügt werden. Bei allen Untersuchungsgruppen tritt ein Frequenzeffekt bezogen auf die Vokal- und Konsonantenfehler auf, da niedrigfrequente Silben und Wörter eine höhere Fehlerrate zur Folge haben als hochfrequente Items. Dieser Frequenzeffekt wurde bei den sprechapraktischen

Kindern aufgrund der Störung des motorischen Planens und Programmierens nicht erwartet und zeigt sich in Bezug auf Silben und tendenziell in Bezug auf Wörter, hingegen bei den anderen beiden Gruppen ist der Trend nur in Bezug auf Wörter vorzufinden. Dieses Ergebnis erhärtet die Annahme eines mentalen Silbenlexikons nach Levelt (2001) und wird auch bei hochgradigen Aussprachestörungen wie der kindlichen Sprechapraxie offensichtlich, bei der ein Zugriff auf die Lautgesten, das motorische Programmieren, gestört ist. Ebenfalls wurde bei den phonologisch gestörten Kindern und den Kontrollsprechern unerwartet eine höhere Konsonantenfehlerrate für Silben als für Wörter festgestellt (deskriptive Analyse). Eine Veränderung der motorischen, auditiven und kognitiv-linguistischen Prozesse kann eine Veränderung der sprechmotorischen Planung und Programmierung bedingen, die nicht mehr auf der Silbenebene, sondern auf der Wort- oder Phrasenebene vollzogen wird. Im Modell von Levelt erhält somit der Prozess der Silbifizierung und der Prosodifizierung mehr Gewichtung. Im Modell von Guenther und Mitarbeitern (2006) sowie Kröger und Mitarbeitern (2009) würden die neuronalen Verknüpfungen auf der Wort- oder Phrasenebene stattfinden. Die sprechapraktischen Kinder hätten in diesem Fall den Entwicklungsstand noch nicht erreicht und würden auf der Silbenebene sprechmotorische Planungen und Programmierungen durchführen. Die sprechapraktischen Kinder produzieren unerwartet mehr Vokalfehler in einsilbigen und erwartungsgemäß produzieren die sprechapraktischen und die phonologisch gestörten Kinder in komplexen Pseudowörtern mehr Vokalfehler als in mehrsilbigen Pseudowörtern und Pseudowörtern mit CV-Struktur. Komplexe Wörter stellen eine höhere Anforderung an die artikulatorischen bzw. koartikulatorischen Prozesse, als auch an die phonologische Entwicklung bei Konsonantenclustern. Diese Anforderung lässt sich durch die Reifung der Motorik, der Perzeption und der Kognition der Kinder mit steigendem Alter besser bewältigen. Die sprechapraktischen Kinder zeigen eine stagnierende sprechmotorische Entwicklung, in der es zu vermehrten Fehlern bei komplexen Wörtern kommt. Es müssen die Lautgesten im Prozess des motorischen Planens aufeinander abgestimmt werden, der bei den sprechapraktischen Kindern gestört ist. Erwartungsgemäß konnte ein Einfluss des Arbeitsgedächtnisses auf die korrekte Artikulation von Konsonanten in Wörtern, Pseudowörtern und Silben gefunden werden. Der Aufbau eines mentalen Silbenlexikons verlangt eine Speicherung und Wiederholung der Laute und Silben. Darüber hinaus wird bei der Modalität des Nachsprechens ein inneres Repetitieren notwendig, das durch das Arbeitsgedächtnis ermöglicht wird. Die Vokalproduktion ist hierdurch nicht betroffen.

Die Analyse der Wort- und Silbenkorpora zeigt einen Einfluss der Stimulusart und tendenzielle der Probandengruppe auf die Vokalproduktion in Wörtern, Pseudowörtern und Silben der Kinder. Die Ergebnisse der akustischen und der perzeptiven Analyse betref-

fend des Effektes der Komplexität, der Frequenz und der Wortlänge kann hiermit gestützt werden.

Die sprechapraktischen Kinder lassen sich somit anhand von Vokal- und Konsonantenfehlern von den phonologisch gestörten Kindern und von den Kontrollsprechern differenzieren und weisen insbesondere auf eine Störung des motorischen Planens und Programmierens hin.



# Anhang A

## Methodik

Tabelle A.1: Testzeitpunkte des BISC der teilnehmenden Probanden

>10 Monate	≈10 Monate	< 10 >4 Monate	≈4 Monate	< 4 Monate
6	6	9	1	6

Tabelle A.2: Gruppeneinteilung der Probanden

SP	PhS konsistent	PhS inkonsistent	KS
m, 4;4 Jahre	m, 4;0 Jahre	m, 4;4 Jahre	w, 4;5 Jahre
m, 4;8 Jahre	w, 5;0 Jahre	m, 5;10 Jahre	m, 5;0 Jahre
m 5;0 Jahre	m, 5;10 Jahre	m, 7;3 Jahre	m, 5;5 Jahre
m, 5;4 Jahre	m, 7;1 Jahre	w, 7;6 Jahre	w, 5;7 Jahre
m, 5;5 Jahre	w, 7;3 Jahre		m, 5;7 Jahre
w, 5;8 Jahre	m, 7;3 Jahre		w, 5;7 Jahre
m, 6;10 Jahre			m, 5;7 Jahre
m, 7;0 Jahre			m, 5;8 Jahre
			m, 5;11 Jahre
			m, 6;0 Jahre
$\emptyset = 5;5$	$\emptyset = 6;0$	$\emptyset = 6;0$	$\emptyset = 5;5$

SP=Kindliche Sprechapraxie; PhS=Phonologische Störung;  $\emptyset$ =Mittelwert



**Universitätsklinikum Aachen**  
**Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen**  
**Apl. Prof. Dr. phil. Dipl. Phys. Bernd J. Kröger**  
**Pauwelstr. 30**  
**52074 Aachen**

**Tel.: +49 241 8085222**  
**Fax: +49 241 8082513**

**Untersucherin: Dipl. Log. Anke Blech**  
**Kontakt: 09131-5300656 oder 0173-5907654; E-Mail: [anke.blech@rwth-aachen.de](mailto:anke.blech@rwth-aachen.de)**

### **Patienteninformation zur Vorbereitung der mündlichen Aufklärung durch die behandelnde Logopädin**

„Analyse von Kernsymptomen bei kindlicher Sprechapraxie“  
 bzw.

„Analyse von Kernsymptomen bei Kindern, die willkürliche Sprechbewegungen nicht korrekt ausführen können“

Sehr geehrte Eltern,

wir sind eine Arbeitsgruppe der Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen, die sich im Rahmen einer Doktorarbeit im Studiengang der Lehr- und Forschungslogopädie an der RWTH Aachen mit Kindern mit kindlicher Sprechapraxie beschäftigt. Hierbei handelt es sich um Kinder, die Probleme bei der Planung und Ausführung von Artikulationsbewegungen zeigen. Diese Kinder wissen bei einer Benennung eines Gegenstandes genau was sie sagen wollen und sollen, doch können sie z.B. nicht die korrekte Zungen- oder Lippenstellung für die Lautkombinationen des Wortes finden. Oft wissen die Kinder um ihre Schwierigkeiten und zeigen bei sprachlichen Äußerungen Vermeidungsreaktionen bis hin zu Aggressionen, da ihnen die Äußerung nicht gelingt.

Wir möchten die Vokal- und Konsonantenproduktionen dieser Kinder genauer analysieren um zu einer näheren Diagnostik und Einordnung des Störungsbildes zu gelangen. Bei vielen Kindern bleibt diese Art der Artikulationsproblematik unerkannt, so dass eine herkömmliche Therapie angewendet wird, die keine Erfolge zeigt.

Ziel der Studie ist die Ermittlung von Symptomen, die zu einer Abgrenzung der Störung von anderen Ausspracheproblematiken führt, so dass frühzeitig interveniert und eine angemessene, spezielle Therapie begonnen werden kann.

Für diese Studie benötigen wir Kinder mit diesem durchaus seltenen Störungsbild und Kinder mit einer phonologischen Störung(diese Kinder vertauschen verschiedene Laute in Wörtern

---

und setzen die Laute nicht korrekt ein, z.B. Tisch → Kisch). Aus diesem Grund bitten wir Sie um die Mitwirkung Ihres Kindes.

Wie verläuft die Studie und die Untersuchung der Kinder?

Innerhalb der Studie sollen jeweils 15 Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie, 15 Kinder mit einer phonologischen Störung und weitere 15 Kinder des gleichen Alters, die keine Sprach- und Sprechaffälligkeiten zeigen bezüglich ihrer Vokal- und Konsonantenqualität untersucht werden. Die hervorgerufenen Wortproduktionen aller Kinder werden aufgenommen und nach hörbaren Aussprachefehlern analysiert und untereinander verglichen. Weiterhin werden die Vokale mit einem Computerprogramm nach ihrer physikalischen Beschaffenheit untersucht und zwischen den einzelnen Gruppen verglichen. Die hierfür vorgesehene Untersuchung der Kinder umfasst die Einschätzung der Sprech- und Sprachaffälligkeiten. Es wird das Sprachverständnis, die Artikulation, die Intelligenz, das Gedächtnis, das Hörvermögen von sprachlichen Einheiten, das Manipulieren von Sprache überprüft und ein Screening zur Überprüfung einer kindlichen Sprechapraxie durchgeführt. An Hand dieser Daten wird das Kind in die entsprechende Gruppe eingeteilt. Daraufhin erfolgt das Nachsprechen von Vokalen und Silben. Durch eine anschließende Bildvorgabe soll das Kind ebenfalls bekannte Wörter produzieren. Zum direkten Vergleich mit bekannten und existierenden Silben und Wörtern, werden ebenfalls Pseudowörter (im Deutschen nicht vorhandenen Silben und Wörter) von den Kindern nachgesprochen.

Je nach Beeinträchtigung der Artikulation kann die Untersuchungszeit variieren. Um eine Erschöpfung Ihres Kindes zu vermeiden, wird im individuellen Fall die Untersuchung auf zwei bis drei Termine verlegt. Eine Untersuchungseinheit sollte auf keinen Fall 120 Min. überschreiten. Dies erfolgt natürlich in Absprache mit Ihnen, nach dem ersten Kennenlernen Ihres Kindes. Während der Untersuchung werden die Kinder auf Video- und Kassettenband (Video nur bei Bedarf) aufgenommen, da dies zur näheren Auswertung benötigt wird. *Alle erhobenen Daten werden bis zu fünf Jahren nach Studienabschluss gespeichert und sind nur der Untersuchungsgruppe der Studie zugänglich. Es werden lediglich die Vornamen der Kinder verwendet und gespeichert, so dass ihr Kind anonym bleibt.*

Für Ihr Kind ..... kann somit eine ausführliche Diagnostik und weiterführende Analysen der Vokal- und Konsonantenproduktionen erstellt werden, die sonst in dieser Form nicht durchgeführt werden. Die Untersuchungsergebnisse können neue Anhaltspunkte für die Therapie liefern und somit für den Therapeuten und Ihr Kind eine wichtige Information sein.

Nach der Untersuchung Ihres Kindes geben wir Ihnen gerne Rückmeldung über die Ergebnisse.

Die Teilnahme an der Studie ist ganz und gar freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen ihr Einverständnis zur Teilnahme Ihres Kindes zurücknehmen, ohne dass Ihnen und Ihrem Kind hieraus irgendwelche Nachteile entstehen.

Eine Wegeversicherung für die Fahrten zu den studienbedingten Untersuchungen kann leider nicht angeboten werden.

### **Datenschutzerklärung**

*Familie ..... hat verstanden, dass bei wissenschaftlichen Studien persönliche Daten und medizinische Befunde erhoben werden. Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten bis zu fünf Jahren nach Studienabschluss erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie meine freiwillige Einwilligung voraus:*

*1. Die Eltern des Kindes ..... erklären sich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronische Datenträger aufgezeichnet und ohne Namensnennung weitergegeben werden an*

*a) den Auftraggeber\* der Studie zur wissenschaftlichen Auswertung;*

*b) die zuständige Überwachungsbehörde (Landesamt oder Bezirksregierung) oder Bundesoberbehörde (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Bonn) zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie:*

*\* apl. Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Bernd J. Kröger, Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen, Pauwelstr. 30, 52074 Aachen, Tel.: +49 241 8085222, Fax: +49 241 8085213*

*1. Außerdem erklären Sie sich damit einverstanden, dass ein autorisierter und zur Verschwiegenheit verpflichteter Beauftragter des Auftraggebers, der zuständigen inländischen (und ausländischen) Überwachungsbehörde oder der zuständigen Bundesoberbehörde in Ihre oder Ihres Kindes beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinden Sie den Prüfarzt von der ärztlichen Schweigepflicht.*

---

Ort	Datum	Unterschrift des Erziehungsberechtigten in Druckbuchstaben
-----	-------	---

---

Ort	Datum	Unterschrift des Untersuchers bzw. der Logopädin in Druckbuchstaben
-----	-------	--



**Universitätsklinikum Aachen**  
**Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen**  
**Apl. Prof. Dr. phil. Dipl. Phys. Bernd J. Kröger**  
**Pauwelstr. 30**  
**52074 Aachen**

**Tel.: +49 241 8085222**  
**Fax: +49 241 8082513**

### **Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben**

„Analyse von Kernsymptomen bei kindlicher Sprechapraxie“

bzw.

„Analyse von Kernsymptomen bei Kindern, die willkürliche Sprechbewegungen nicht korrekt ausführen können“

„Ich bestätige hiermit, dass ich durch die behandelnde Logopädin, Frau Dipl.-Log. Anke Blech mündlich über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der beabsichtigten klinischen Prüfung meines Kindes aufgeklärt wurde und für meine Entscheidung genügend Bedenkzeit hatte.“

Ich habe die Patienteninformation gelesen, ich fühle mich ausreichend informiert und habe verstanden, worum es geht. Meine Logopädin hat mir ausreichend Gelegenheit gegeben, Fragen zu stellen, die alle für mich ausreichend beantwortet wurden. Ich hatte genügend Zeit mich zu entscheiden.

Meine Einwilligung, mein Kind ..... an diesem Forschungsvorhaben als Patient bzw. Proband teilnehmen zu lassen, erfolgt ganz und gar freiwillig.

Ich wurde darauf hingewiesen, dass ich meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen kann, ohne dass mir dadurch irgendwelche Nachteile für meine weitere logopädische Behandlung und medizinische Versorgung entstehen. Bei einer Zustimmungsrücknahme werden alle erhobenen Daten von mir und meinem Kind gelöscht.

Ich habe eine Kopie der Patienteninformation und dieser unterschriebenen Einwilligungserklärung erhalten.

Ich willige hiermit ein, dass mein Kind als Proband an dem Forschungsvorhaben „Analyse von Kernsymptomen bei kindlicher Sprechapraxie“ teilnimmt.“

### **Datenschutzerklärung**

*Familie ..... hat verstanden, dass bei wissenschaftlichen Studien persönliche Daten und medizinische Befunde erhoben werden. Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten bis zu fünf Jahren nach Studienabschluss erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie meine freiwillige Einwilligung voraus:*

1. Die Eltern des Kindes ..... sind damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronische Datenträger aufgezeichnet und ohne Namensnennung weitergegeben werden an

- a) den Auftraggeber\* der Studie zur wissenschaftlichen Auswertung;
- b) die zuständige Überwachungsbehörde (Landesamt oder Bezirksregierung) oder Bundesoberbehörde (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Bonn) zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie:

\* apl. Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Bernd J. Kröger, Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen, Pauwelstr. 30, 52074 Aachen, Tel.: +49 241 8085222, Fax: +49 241 8085213

2. Außerdem erklären Sie sich damit einverstanden, dass ein autorisierter und zur Verschwiegenheit verpflichteter Beauftragter des Auftraggebers, der zuständigen inländischen (und ausländischen) Überwachungsbehörde oder der zuständigen Bundesoberbehörde in Ihre oder Ihres Kindes beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinden Sie den Prüfarzt von der ärztlichen Schweigepflicht.

---

Ort	Datum	Unterschrift des Erziehungsberechtigten in Druckbuchstaben
-----	-------	--

„Ich habe den Erziehungsberechtigten des Probanden mündlich über Wesen, Bedeutung, Reichweite und Risiken der Studie aufgeklärt.“

---

Ort	Datum	Unterschrift des Untersuchers in Druckbuchstaben
-----	-------	--

## **Theorie der kindlichen Sprechapraxie (KS) und der Phonologischen Störungen**

### **1. Definitionen**

„Childhood apraxia of speech (CAS) is a neurological childhood (pediatric) speech sound disorder in which the precision and consistency of movements underlying speech are impaired in the absence of neuromuscular deficits (e.g. abnormal reflexes, abnormal tone).“ (ASHA, 2007)

„A deficit in the ability to perform the skilled movements of speech with normal vegetative function of the speech musculature“ (Guyette & Diedrich, 1981)

„A defect of articulation which occurs when movements of the muscles used for speech...appear normal for involuntary and spontaneous movements...or even for voluntary imitation of movements..., but are inadequate for the complex and rapid movements used for articulation and reproduction of sequences of sounds used on speech“ (Muriel Morley, 1950)

Mittlerweile wird die kindliche Sprechapraxie als Entität betrachtet und ist in die DSM IV aufgenommen worden. Dennoch herrschen kontroverse Anschauungen bzgl. der Ätiologie und Symptomatik. So geht Crary, Hall, Jordan und Robin von einer Störung in der sprechmotorischen Planung und Programmierung von artikulatorischen, sequentiellen Bewegungen (Crary, 1993, Hall, Jordan und Robin, 1993) aus. Gierut et. al und Aram et. al hingegen gehen von einer linguistisch begründeten Störung aus (Aram, 1983; Gierut, 1998)

### **2. Symptome**

Die Charakteristik der Sprachproduktion betrifft:

- eingeschränktes Konsonantenrepertoire
- eingeschränktes Vokalrepertoire (Vokalfehler)
- inkonstante Artikulationsfehler
- ungenügende Charakterisierung durch eine phonologische Prozessanalyse
- hohe Unverständlichkeit des Sprechens
- monotone und langsame Sprechraten

Binnen der Sprachperzeption sind

- Defizite in der auditiven Perzeption,
- Defizite in der auditiven Diskrimination und
- Defizite in der Identifikation und Bildung von Reimen möglich.

Die Sprachentwicklung der Kinder mit einer kindlichen Sprechapraxie deutet auf:

- ein altersgemäßes Sprachverständnis,
- weniger entwickelte expressive Fähigkeiten,
- Fehler in der Syntax und Morphologie und auf
- Defizite in der Begriffsverständlichkeit hin.

Erfahrene Kliniker verwenden folgende Charakteristika zur Typisierung:

- Abweichende Sprachfehler, aber keine entwicklungsbedingten
- Manche Laute oder Lautkombinationen können gebildet werden, wobei eine willkürliche Sprachproduktion schwieriger ist als Spontansprache
- Inkonstante Fehlermuster
- Diadochokinese
- Suchverhalten

→ Kinder mit kindlicher Sprechapraxie sind inkonsistent abweichend mit **motorischen** Symptomen

→ es handelt sich wahrscheinlich um ein Syndrom bzw. multi-deficit-disorder, so dass alle Kinder Symptome in den Bereichen der phonologischen Planung, der Sprechmotorik und der phonetischen Programmierung zeigen müssen (und ggf. innerhalb der Prosodie), um als kindliche Sprechapraxie zu gelten

Bereich der phonologischen Planung:

- Inkonsequente Wortproduktionen
- Vokalfehler

Bereich der Sprechmotorik:

- Langsame bis kaum mögliche Sprechraten bei der Diadochokinese
- Schwierigkeiten beim Sequenzieren von Lauten

Bereich der phonetischen Programmierung:

- Suchverhalten
- Konsonantentilgung vor allem initial
- Diskrepanz zwischen willkürlichen und unwillkürlichen Wortproduktionen

Bereich der Prosodie:

- Kein Brabbeln

- Prosodische Auffälligkeiten  
 → „Der Begriff der Prosodie bezieht sich auf 3 akustische Parameter einer Schallwelle und deren Variation: die Dauer, die Frequenz und die Amplitude. Diese Parameter werden herangezogen, um die Sprechmelodie und die Bedeutung der gesprochenen Sprache zu verändern. So sind die üblichen Funktionen der Prosodie die Übermittlung der emotionalen Befindlichkeit und linguistischer Bedeutung, besonders Betonung, Bestimmung syntaktischer Grenzen und die Unterscheidung zwischen Aussage- und Fragesatz.“ (Birner-Janusch, Lauer 2007)

Ebenfalls Ozanne (1995) erklärt den o.g. Symptomkomplex als Diagnostikkriterium der kindlichen Sprechapraxie und verwenden folgende Cluster. Die spezifischen Cluster zur Erkennung einer kindlichen Sprechapraxie sind:

- a) **Cluster 1:**  
 Probleme in der phonologische Programmierung – hohe Inkonsistenzrate,
- b) **Cluster 2:**  
 Probleme in der phonetischen Planung und Programmierung – Langsame Diadochokineserate,
- c) **Cluster 3:**  
 Probleme in der motorischen Planung und Programmierung – Konsonantentilgung, Differenz zwischen willkürlichen und unwillkürlichen Sprechbewegungen
- d) **Cluster 4:**  
 Nicht adäquate Prosodie

→ wenn mindestens die ersten drei Cluster vorliegen, liegt sehr wahrscheinlich eine kindliche Sprechapraxie vor

### 3. Abgrenzung zur Dysarthrie

Darley et. al (Darley, 1975) beschreiben die Dysarthrie als eine sprechmotorische Störung, die durch eine Schädigung des zentralen und peripheren Nervensystems verursacht wird und die Defizite in der Kontrolle der am Sprechvorgang beteiligten Muskulatur verursacht. Die Weiterleitung und Ausführung der neuronalen generierten Befehle an die Sprechmuskulatur ist beeinträchtigt. Es tritt eine Funktionsstörung der Muskulatur ein, die zu einer Verlangsamung, Schwäche, Dyskoordination oder Dystonie führt. Kinder mit einer Dysarthrie belegen Probleme der Muskelbewegungen, die bei der Respiration, Phonation, Resonanz und Artikulation in

verbalen und non -verbalen Bewegungen involviert sind (Caruso et al., 1999). Hierdurch wird ein konsistentes (Konstanz eines Fehlermusters deutet daraufhin, dass ein Fehler durchgängig auftritt) und konsequentes (Konsequenz eines Fehlermusters deutet daraufhin, dass ein Laut immer auf die gleiche, in dem Falle inkorrekte Weise, gebildet wird) Fehlermuster erzeugt.

Die kindliche Sprechapraxie lässt sich jedoch nicht mit einer Funktionsstörung der Muskulatur erklären, da zunächst der Funktionskreis der Sprechatmung und Phonation nicht betroffen ist und kein konsequentes Fehlermuster vorliegt. Eine Schädigung des zentralen oder peripheren Nervensystems lässt sich bei Kindern mit einer Dysarthrie medizinisch nachweisen, doch dieser Nachweis kann bei einer KS nicht gefunden werden.

Auf der Ebene des Sprechverhaltens treten bei einer KS Suchbewegungen auf, die bei der Dysarthrie nicht vorzufinden sind.

#### 4. Abgrenzung zu den phonologischen Störungen

Die phonologischen Störungen werden nach Barbara Dodd (siehe in Fox, 2004) in phonologische Verzögerungen, konsequente phonologische Störungen und in inkonsequente phonologische Störungen unterteilt. Die verzögerte phonologische Entwicklung liegt vor, wenn ein Kind mindestens einen phonologischen Prozess zeigt, der in der normalen Entwicklung, aber in einem anderen chronologischen Alter, vorkommt. Eine konsequente phonologische Störung besteht, falls das Kind mindestens einen phonologischen Prozess zeigt, der in der normalen Entwicklung nicht auftritt (Fox, 2004). Sowohl bei der verzögerten phonologischen Entwicklung, als auch bei der konsequenten phonologischen Störung treten physiologische und pathologische Prozesse konsequent auf. Die Kinder, die z.B. die Alveolare /t d n/ durch /k g ng/ ersetzen, tun dies zu hundert Prozent konstant und sind sich ihrer Fehler nicht bewusst. Die Kinder mit kindlicher Sprechapraxie zeigen im Gegensatz dazu inkonsequente Fehlermuster und ein ausgeprägtes Störungsbewusstsein (Velleman, 1994).

Eine inkonsequente phonologische Störung ist laut Dodd (siehe Fox, 2004) zu diagnostizieren, falls ein Kind bei der Produktion von 25 festgelegten Wörtern in drei Durchgängen jeweils 40 Prozent inkonsequent produziert. Dieses inkonsequente Fehlermuster liegt, wie erwähnt, gleichermaßen bei den KS-Kindern vor, die nur über

---

den Symptomkomplex von den inkonsequennten phonologischen Störungen zu trennen sind. Dementsprechend bestehen bei den phonologisch gestörten Kindern keine Auffälligkeiten der mundmotorischen Fähigkeiten und die Fehlerrate sinkt beim Nachsprechen gegenüber dem Benennen (Fox, 2004). Bei diesen Kindern scheint der auditive Input eine fazilitierende Wirkung zu haben. Demgegenüber stehen die KS-Kinder, die meist zusätzlich eine orale Dyspraxie aufweisen und deren Sprechleistung beim Nachsprechen nicht besser ist, als bei der Benennung. Eine Verbesserung der Fehlerrate wird teils in der Spontansprache sichtbar, wenn Wörter nicht bewusst produziert werden müssen. Schwierigkeiten bei der Sequenzierung von Phonemen, bei Suchbewegungen und bei suprasegmentalen Koordinationsproblemen (z.B. Nasalität, Prosodie) treten bei den KS-Kindern auf, sind aber nicht bekannt für eine inkonsequente phonologische Störung. Grundsätzlich kann eine inkonsequente phonologische Störung von der kindlichen Sprechapraxie anhand sprechmotorischer Auffälligkeiten sowie Suchbewegungen, orale Dyspraxie, prosodische Abweichungen, langsame bis kaum mögliche Diadochokinese und der Diskrepanz zwischen willkürlichen und unwillkürlichen Artikulationsbewegungen abgegrenzt werden. Neuere Studien zeigen Vokalfehler als ein weiteres Abgrenzungskriterium.

### Diagnostikergebnisse von K. (4;8)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 41 IQ 97
- Patholinguistik: Verständnis syntaktischer Strukturen (Sprachverständnis): 10/12 richtig → ok.
- PLAKSS: Reduktion von Konsonantenverbindungen; Deaffrizierungen; Entstimmung; Plosivierungen; Glottale Ersetzung; Vokalfehler; Vorverlagerung von /k/ zu /t/; Assimilation; /tsi/ → /lun/; Tilgung initialer Konsonantenverbindung; Tilgung finaler Konsonanten (/t/); /gi/ → /um/; /elefant/ → /tumpant/;  
Inkonsequenztest: 100% inkorrekt, häufigster Fehlerotyp: 24,3%, allgemeine Inkonsequenzrate: 44%; Vokalfehler 26,6%
- BISC: Silben segmentieren → 6P., Risikobereich, aber jünger als Norm;
- PET: Laute verbinden → PR 69; Zahlenfolgegedächtnis → PR 8
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 11F. auffällig  
Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Sequentielle Mundmotorik: lächeln nicht möglich; einatmen statt pusten  
Vokale nachsprechen: 90% korrekt  
/ə/ → /ɛ :/;  
Konsonanten nachsprechen: 68% korrekt  
/b/ → /p/, /d/ → /t/, /R/ → /hə/, /ŋ/ → /n/, /z/ → /s/, /sch/ → lateral  
Einfache Silben nachsprechen: 80% korrekt  
/fi:/ → /bi:/; /Rø:/ → /hø:/;  
Komplexe Silben nachsprechen: 10% korrekt  
/kRuk/ → /kuk/, /kɔ/, /kɔx/, /kRUX/; /Rɛft/ → /hɛf/; /oŋ/ → /ɛŋ/; /puxt/ → /pRUX/,  
/px/, /ʃtrøç/ → /kiç/, /giç/; /ʃpRau/ → /pe:au/, /bau/; /tsants/ → /tants/;  
/ʃylm/ → /dylm/; /knɪlt/ → /nɪlk/, /nɪl/, /nɪlç/;  
Wörter nachsprechen: 45% korrekt  
/tso:/ → /to:/; /ʃlaifə/ → /laifə/; /zalat/ → /talat/; /FrYʃtyk/ → /pyçtyk/;  
/banənə/ → /bamənə/; /kłetfɛɑʃlus/ → /kłetfɛalus/;  
/mı̄takəsən/ → /mı̄kakəsən/; /ple: mobilmənçən/ → /plainobilmənçən/;  
/kındəgəbvbütstak/ → /kınkəbvbütatak/; /autobanpolıtsaı/ → /autobanpolıkaı/;  
/zantkastənʃpi: ltsɔɪk/ → /tantkastənpi:tɔɪk/;  
Prosodie: traurig schwierig  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 4, 5 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich  
Frikativhaltedauer: 8 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von J. (5;10)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 95 IQ 125
- HSET (Sprachverständnis): PR 99
- PLAKSS: Vorverlagerung von /sch/, /ch<sub>1</sub>/, /ch<sub>2</sub>/ zu /s/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (/t/); Tilgung initialer Konsonanten; Deaffrizierungen; Entstimmung; Onsetprozess;

Inkonsequenztest: 85,3% inkorrekt, 16% inkonsequent, Generelle Konsistenz des Fehlertyps: , Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 36,5%; Vokalfehler: 4%

- BISC: Silben segmentieren → 10P.; Reimen → 10P.
- PET: Laute verbinden → PR 49; Zahlenfolgegedächtnis → PR 14
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 3F. unauffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Nachsprechen von Vokalen: 100% korrekt  
Nachsprechen von Konsonanten: 81% korrekt  
/r/→/h/; /g/→/k/; /ç/→/sch/;  
Einfache Silben nachsprechen: 70% korrekt  
/∅:/→/h∅:/; /dau/→/dam/; /vu/→/vu/, /v/  
Komplexe Silben nachsprechen: 10% korrekt  
/ble:/→/le:/; /krʊk/→/hʊk/; //rɛft/→/hɛf/; /øj/→/øm/, /puxt/→/pu:ts/;  
/knɪlt/→/nɛlt/; /ʃyːlm/→/sylm/; /ʃtrøç/→/høs/, /tøs/, /køts/; /ʃprau/→/sau/, /hau/;  
Wörter nachsprechen: 55% korrekt  
/tso:/→/so:/; /auto/→/ato/; /ʃlaɪfə/→/laɪfə/; /Frʏʃtyk/→/fytyk/;  
/klɛtʃəʃlʊs/→/lɛtʃəʃlʊs/; /ple:mibilmənçən/→/nejmibilmənçən/;  
/kɪndəgəbʊtstak/→/kɪndəgəbʊtshak/; /autobənpɔl̩tsaɪ/→/atobənpɔl̩tsaɪ/;  
/zantkastənʃpi:ltsɔɪk/→/zantkastənpi:ltsɔɪk/
- Prosodie: Fröhlich und traurig nicht möglich
- Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 4,2 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: 3,3 Silben/sec.
- Frikativhaltedauer: 10 sec.
- Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von M. (5;0)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 52 IQ 101
- SETK (Sprachverständnis): PR 46,02
- PLAKSS: Assimilation; Vorverlagerung von /sch/ zu /s/; Deaffrizierungen, Rückverlagerung von /t/ zu /k/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Vokalfehler; Intrusion Konsonanten; /ch/→/n/; Entstimmung; /r/→/f/ und /m/; Tilgung finaler Konsonanten (/t/, /n/); Onset Prozess; Plosivierung;  
Inkonsequenztest: 100% inkorrekt, häufigster Fehlertyp: 18,9%, allgemeine Inkonsequenzrate: 48%; Vokalfehler 21,3%
- BISC: Silben segmentieren → 9P.; Reimen → 7P. noch Risikobereich, doch Malte ist jünger als Norm
- PET: Laute verbinden → PR 34; Zahlenfolgegedächtnis → PR 27
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 11F. unauffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Vokale nachsprechen: 80% korrekt  
/ø:/→/ui/; /y:/→/ui/  
Konsonanten nachsprechen: 84% korrekt  
/g/→/k/, /R/→/tR/; /z/→/s/;
- Einfache Silben nachsprechen: 60% korrekt

/py:/ → /pu:/; /Rø:/ → /Ro:/; /dau/ → /daui/; /vu/ → /fu/

Komplexe Silben nachsprechen: 20% korrekt

/Røft/ → /çeft/; /øŋ/ → /ɛŋ/; /puxt/ → /pust/, /put/, /ʃtRøç/ → /køs/, /kRuis/, /køç/, /kɔliç/; /ʃprau/ → /pau/, /bau/; /tsants/ → /sants/, /san/; /ʃylm/ → /silm/, /ʃul/, /ʃløn/, /ʃlun/; /knɪlt/ → /kɪlt/

Wörter nachsprechen: 45% korrekt

/tso:/ → /so:/; /vau-vau/ → /fau-fau/; /hais/ → /ais/; /fRyʃtyk/ → /fukʃtyk/; /bananə/ → /baŋanə/; /klɛtfɛɑʃlus/ → /klɛkfɛɑʃlus/; /mɪtakɛsən/ → /mɪtakɛsən/; /apote:kə/ → /apoke:kə/; /ple:mobilmençən/ → /ple:mobilmensən/; /kɪndəgəbəvatstak/ → /kɪnkəbəbəvatsta/; /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /zantkastənpi:ltsɔɪk/;

Prosodie: traurig wird staccato, aber nicht traurig

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 5, 1 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich

Frikativhaltezeit: 6, 2 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von H. (5;5)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 78 IQ 112
- Reynell und Verständnis syntaktischer Strukturen Patholinguistik (Sprachverständnis): altersgemäß; 4/12 richtig (eingeschränkt)
- PLAKSS: Vorverlagerung von /sch/, /g/ und /k/ zu /s/, /d/ und /t/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (/l/, /t/); Intrusion Vokale und Konsonanten; Deaffrizierungen; Plosivierungen; /l/; /k/ → /w/; /l/ → /j/; /k/ → /p/; /j/ → /w/; Entstimmung; Vokalfehler; Inkonsequenztest: 94,6% inkorrekt, 48% inkonsequent, Generelle Konsistenz des Fehlertyps: , Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 47,3%; Vokalfehler: 18,6%
- BISC: Silben segmentieren → 10P.; Reimen → 9P.
- PET: Laute verbinden → PR 69; Zahlenfolgegedächtnis → PR 58
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 12F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch: Mundmotorik: Zunge erreicht die Oberlippe nicht mit der Spitze; Sequentielle Mundmotorik: Lächeln und Kuss geben nicht möglich, sowie pusten und lachen, lachen und Zunge rausstrecken, Kuss und pusten ist zögernd/schwierig
- Nachsprechen von Vokalen: 50% korrekt  
/e:/ → /ɛ:/; /y:/ → /u/; /ɛ:/ → /a:/; /ɔɪ/ → /ai/; /ø:/ → /u:/
- Nachsprechen von Konsonanten: 63% korrekt  
/m/ → /n/; /R/ → /Rø/; /g/ → /d/; /s/ → /ts/; /p/ → /pø/; /bø/; /ŋ/ → /m/, /n/; /ʃ/ → /ç/
- Einfache Silben nachsprechen: 70% korrekt  
/Rø:/ → /Rø:/; /py:/ → /pu:/; /ɔɪ/ → /ju:/
- Komplexe Silben nachsprechen: 20% korrekt  
/kRuk/ → /kuk/, /Ruk/; /Røft/ → /Raf/; /øŋ/ → /ɛŋ/, /puxt/ → /pu:st/; /knɪlt/ → /tɪlɪk/; /ʃylm/ → /silm/; /ʃtRøç/ → /ʃøç/, /dø/; /ʃprau/ → /pau/;
- Wörter nachsprechen: 40% korrekt

/ʃlaɪfə/ → /saɪfə/; /zalat/ → /tsalat/; /ɛntə/ → /antə/; /Frʏʃtyk/ → /Fyʃtyk/;  
 /bananə/ → /bananɑ/; /klɛtʃəʃlʊs/ → /kɛtəfəasʊs/; /mɪtakəsən/ → /  
 mɪtæsən/; /apote:kə/ → /axote:kə/; /ple:mobilmençən/ → /pe:mobilmençən/;  
 /kɪndəgəbʊatstak/ → /kɪndədəbu:tsak/; /autobanpolıtsaɪ/ → /autobanpalıtsaɪ/;  
 /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /zantkatənpi:ltsɔɪk/

Prosodie: Fröhlich und traurig wird zu traurig

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4,1 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich Silben/sec.

Frikativhaltedauer: 5,7 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von M1 (6;10)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 58 IQ 103
- HSET (Sprachverständnis): PR 53,98
- PLAKSS: Vorverlagerungen (k-t, g-d); Plosivierung (f-t), Reduktion von Konsonantenverbindungen, Tilgung finaler Konsonanten (/t/ → pathologischer Prozess), Affrizierungen, r→l (pathologischer Prozess), Vokalfehler; Vertauschung der Nasale m-n (pathologisch)

Inkonsequenztest: 94,6% inkorrekt, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 36 % (Plosivierungen), allgemeine Inkonsistenzrate: 44%; Vokalfehler: 9%

- BISC: Silben segmentieren → 8P. ok.; Reimen → 5P. Risikobereich
- PET: Laute verbinden → PR 7; Zahlenfolgegedächtnis → PR 0,6

- Minimalpaardiskriminationstest nach Nickisch: 14F. auffällig

- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:

Bukkofaziale Funktionsüberprüfung: 70% korrekt

Nachsprechen der Vokale: 75% korrekt;

/ə/ → husten; /y/ → /o:/; /aɪ/ → /aɪ/, /a/

Nachsprechen der Konsonanten: 68% korrekt;

/n/ → /m/; /k/ → /t/; /z/ → /v/; /ʃ/ → /s/, /ʃ/; /s/ → /s/, /ʃ/; /ç/ → /s/

Nachsprechen einfacher Silben: 60 % korrekt;

/fi:/ → /f/; /Rø/ → /R/; /py/ → /pø/; /vu/ → /v/;

Komplexe Silben nachsprechen: 10% korrekt

/kRuk/ → /duç/, /duçt/; /Rɛft/ → /vɛt/; /øj/ → /o:ɛj/; /puxt/ → /pu:/, /pu:t/;

/ʃtrøç/ → /døtʃ/, /tʃɛç/, /tsɛʃ/; /knɪlt/ → /nɪlt/; /ʃylm/ → /ʃən/; /ʃprau/ → /dau/;

/dauf/, /dau/; /tsants/ → /zants/

Wörter nachsprechen: 50% korrekt

/ʃlaɪfə/ → /glaisə/; /Frʏʃtyk/ → /dyʃyk/; /klɛtʃəʃlʊs/ → /lɛtəʃlʊs/;

/mɪtakəsən/ → /mɪtæsən/; /apote:kə/ → /apote:tə/, /pleimobilmençən/ →

/de:mobilmençən/; /kɪndəgəbʊatstak/ → /tɪnəgəbʊatstak/;

/zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /zantasən pi:ltsɔɪk/, /autobanpolıtsaɪ/ →

/autobanpolıtsaɪ/

Prosodie: blockt bei fröhlicher und trauriger Intonation - fällt ihm schwer

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4 Silben/s.

DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich  
Frikativhaltedauer: 10 s.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von M2 (4;4)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 43 IQ ~101
- HSET (Sprachverständnis): PR 53,98
- PLAKSS: Vokalfehler, Assimilationen, Tilgung initialer Konsonanten (/vɪpə/ - /ɪpə/), l→j (pathologischer Prozess), Plosivierungen (s- b,p; f-b,p); Tilgung finaler Konsonanten (/s/, /sch/, /t/- pathologisch); Reduktion von Konsonantenverbindungen; Vertauschung von Nasalen (m-n, pathologisch)  
Inkonsequenztest: 100% inkorrekt, 52% inkonsequent, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 56% (Assimilation), Vokalfehler 12,6%
- BISC: Silben segmentieren →8P.; Reimen→5P., jünger als Norm, doch hat alles geraten
- PET: Laute verbinden →7PR ; Zahlenfolgegedächtnis → 4,5PR
- Minimalpaardiskriminationstest nach Nickisch: 15F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Bukkofaziale Funktionsüberprüfung: fällt schwer, teils Mitbewegungen 80% korrekt  
Nachsprechen von Vokalen: 66 % korrekt; /e:/→/u:/, /i:/; /ø:/→/o:/, /ə/, /ø:/; /ɔ:/→/ai/, /ɔ:/  
Nachsprechen von Konsonanten: 26,3% korrekt  
/p/→/p/, /t/, /t/, /p/; /f/→/f/, /ʃ/; /l/→/hə/, /l/; /ŋ/→/m/; /n/→/m/; /d/→/b/; /t/→/b/;  
/r/→/hə/; /g/→/b/; /k/→/p/, /t/, /t/, /p/; /z/→/dʒ/; /s/→/ʃ/; /ç/→/ʃ/  
Einfache Silben nachsprechen: 30% korrekt  
/fi:/→/bi:/; /nu:/→/mu:/; /Rø:/→/hø:/; /lai/→/jai/; /jɔ:/→/mɔ:/; /dau/→/bau/;  
/vu/→/v/  
Komplexe Silben nachsprechen: 0% korrekt  
/ble:/→/be:/; /kru:k/→/bvp/; /rɛft/→/ə/; /pu:xst/→/pu:/ʃ/, /pu:ç/, /pu:/;  
/ʃtrøç/→/biç/; /knɪlt/→/mejp/, /ʃyłm/→/bø:m/; /ʃprau/→/bau/; /tsants/→/bamp/  
Wörter nachsprechen: 0% korrekt  
/te:/→/be:/; /tso:/→/bo:/; /auto/→/aupo/; /bi:nə/→/bi:mə/; /ʃlaɪfə/→/baipə/; /haɪs/→/aɪ/; /zalat/→/bavat/; /ɛntə/→/ɛmpə/; /mont/→/muo:m/;  
/Fryʃtyk/→/bypyk/; /bananə/→/bamənə/; /klɛtfəçlʊs/→/bɛpe:ru/, /mittakəsən/→/mɪptəpən/; /apote:kə/→/apope:pn/; /kɪndəgəbʊtstak/→/bimbəbəbuama/, /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/→/ampappənpi:lhoɪk/;  
/ple:mobilmençən/→/bejmobi:mampən/, /autobənpɔl̩tsaɪ/→/aupobənbəl̩sɪ/  
Prosodie: gut, nur fröhlich wirkt generativ  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 3,5Silben/s.  
DDK<sub>tri</sub>: Silben/sec. Nicht möglich  
Frikativhaltedauer: 3-4 s.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von U. (7;1)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 89 IQ 119
- HSET (Sprachverständnis): PR 53,9
- PLAKSS: Vorverlagerung von /k/, /g/, /sch/ und /ng/ zu /t/, /d/, /n/ und /s/; Deaffrizierungen, Tilgung initialer Konsonanten; Glottale Ersetzung von /r/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (kein /l/); Vokalfehler; Intrusion Vokal; Plosivierungen; /l/ → /j/ und umgekehrt; /l/ → /s/; Sonorierungen und Entstimmung;  
Inkonsequenztest: 100% inkorrekt, häufigster Fehlertyp: 59%, allgemeine Inkonsequenzrate: 48%; Vokalfehler 17,3%
- BISC: Silben segmentieren → 10P.; Reimen → 3P. Risikobereich
- PET: Laute verbinden → PR 18; Zahlenfolgegedächtnis → PR 24
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 10F. unauffällig  
Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch: Mundmotorik leicht eingeschränkt (Zungenspitze auf Unterlippe bei geschlossenem Mund); Sequentielle Mundmotorik: lächeln nicht möglich, teils schwer-langsame Bewegungen  
Vokale nachsprechen: 90% korrekt  
/ø:/ → /o:/;  
Konsonanten nachsprechen: 73% korrekt  
/g/ → /k/, /h/ → /ho:/; /ŋ/ → /m/; /n/ → /m/; /χ/ → /R/  
Silben nachsprechen: 80% korrekt  
/py:/ → /pu:/; /Rø:/ → /Ro:/  
Komplexe Silben nachsprechen: 0% korrekt  
/ble:/ → /be:/; /Røft/ → /Røf/; /øng/ → /ɛn/; /pxust/ → /buts/; /buas/; /ʃtrøç/ → /ʃtøs/; /ʃprau/ → /ʃpau/; /sau/; /tsants/ → /sants/; /kRuk/ → /pup/; /ʃylm/ → /sɪlm/; /sɪm/; /knɪlt/ → /dɪlt/; /de:t/  
Wörter nachsprechen: 35% korrekt  
/te:/ → /ti:/; /tso:/ → /so:/; /binə/ → /finə/; /ʃlaɪfə/ → /saɪfə/; /zalat/ → /sapat/; /Fry ſtyk/ → /fuſyt/; /klefteʃʃlʊs/ → /detfəsʊs/; /mɪtakəsən/ → /mɪtæsən/; /apote:kə/ → /apote:tə/; /ple:mobilmençən/ → /pe:mobimənsən/; /kɪndəgebuatstak/ → /kɪnəbuatsak/; /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /zantasənpi:ltsɔɪk/; /autobanpo11tsa1/ → /autobanpo11sa1/  
Prosodie: fröhlich und traurig schwierig  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 5 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich  
Frikativhaltedauer: 4, 5 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von K1 (5;4)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 53 IQ 101
- TROG-D (Sprachverständnis): PR 25

- PLAKSS: Tilgung finaler Konsonanten; /r/→/l/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Vokalfehler; Deaffrizierungen; /b/→/d/; Tilgung initialer Konsonanten; Intrusion Konsonanten; Tilgung initialer Konsonantenverbindungen; /j/→/l/; Assimilation, Plosivierung nahezu aller Frikative, Vorverlagerung von /k/ und /g/ zu /t/ und /d/;  
Inkonsequenztest: 92% inkorrekt, 72% inkonsistent, Generelle Konsistenz des Fehlertyps: , Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 52, 7%; Vokalfehler: 24%
- BISC: Silben segmentieren →9P.Ok.; Reimen→7P. Ok; Laute verbinden→10P.maximale Leistung
- PET: Zahlenfolgegedächtnis →PR 14
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 21F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:
  - Nachsprechen von Vokalen: 80% korrekt  
 /ø:/→/o:/; /y:/→/u:/
    - Nachsprechen von Konsonanten: 84% korrekt  
 /ŋ/→/m/; /ʃ/→/pusten/; /ç/→/s/
      - Einfache Silben nachsprechen: 90% korrekt  
 /py:/→/pu:/
        - Komplexe Silben nachsprechen: 0% korrekt  
 /ble:/→/pe:/; /kruk/→/huk/, /ruk/; //Rɛft/→/Rɛt/, /Rɛk/, /Rɛ/; /øŋ/→/ɛŋ/,  
 /puxt/→/ puts/; /knɪlt/→/nɪlk/; /ʃylm/→/fle:m/, /ple:ts/, /fle:ts/;  
 /ʃtrøç/→/sɪks/, /dø/; /ʃprau/→/prau/, /hau/; /tsants/→/sants/
          - Wörter nachsprechen: 35% korrekt  
 /tso:/→/so:/; /auto/→/ato/; /ʃlaɪfə/→/saɪtə/; /baum/→/baun/;  
 /fryʃtyk/→/du:tyk/, /bandənə/→/bamənə/; /klɛtfɛçʃlʊs/→/klɛtʃɛçʃʊs/;  
 /mɪtakəsən/→/mɪtækən/; /apote:kə/→/akote:tə/;  
 /ple:mobilmənçən/→/ple:nobilmənsən/; /kɪndəgəbʊatstak/→/kɪndəbutsak/;  
 /autobənpɔlɪtsaɪ/→/atobənpɔlɪtsaɪ/;  
 /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/→/zantkakənpi:ltsɔɪk/
        - Prosodie: fröhlich und traurig schwierig
        - Diadochokinese:
        - DDK<sub>mono</sub>: 4,8 Silben/sec.
        - DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich Silben/sec.
        - Frikativhaltedauer: 6 sec.
        - Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von S. (5;10)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 86 IQ 117
- HSET (Sprachverständnis): PR 90, 3
- PLAKSS: Deaffrizierungen, Intrusion Konsonanten; Plosivierungen; Giekanne →Tilgung /s/; Vorverlagerung von /k/ zu /t/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (/t/); Assimilationen; Tilgung unbetonter Silben;  
Inkonsequenztest: 56% inkorrekt, häufigster Fehlertyp : 9,75%, allgemeine Inkonsistenzrate: 48%; keine Vokalfehler
- BISC: Silben segmentieren →10P.; Reimen→10P.

- PET: Laute verbinden → PR 69; Zahlenfolgegedächtnis → PR 58
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 3F. unauffällig

Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:

Nachsprechen von Vokalen: 100% korrekt

Nachsprechen von Konsonanten: 30% korrekt

einatmen

Einfache Silben nachsprechen: 90% korrekt

/py/ → /pi:/

Komplexe Silben nachsprechen: 50% korrekt

/Rɛft/ → /Rɛpt/; /øŋ/ → /ɛŋ/; /puxt/ → /put/; /pu:ts/; /ʃtRøç/ → /trø/; /spRau/ → /pRau/;

/tsants/ → /tsan/

Wörter nachsprechen: 75% korrekt

/Frystyk/ → /trystyk/; /kletfæsʃlus/ → /kleteæklu:/

/mɪttækəsən/ → /mɪtakətən/; /kɪndəgəbʊvətstak/ → /kɪndəgəbʊvətak/; /

zantkastənʃpi: ltsɔɪk/ → /zantkatənpi: ltsɔɪk/

Prosodie: traurige Intonation schwer → muss lachen

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4, 1 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: nicht möglich

Frikativhaltedauer: 5, 3 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von C. (5;8)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 42 IQ 97
- HSET (Sprachverständnis): PR 96,41
- PLAKSS: Plosivierung aller Frikative, Glottale Ersetzung von /r/, Vorverlagerung von /k/, /g/ und /ng/ zu /t/, /d/ und /n/, Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (kein /l/), Tilgung initialer Konsonanten, Tilgung finaler Konsonantenverbindungen; Rückverlagerung; Sonorierung Deaffrizierungen; Inkonsequenztest: 94,62 inkorrekt, 61% inkonsistent, Generelle Konsistenz des Fehlertyps: , Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 56%; Vokalfehler: 9,6%
- BISC: Silben segmentieren → 9P.Ok.; Reimen → 3P. auffällig
- PET: Laute verbinden → PR 12; Zahlenfolgegedächtnis → PR 1,1
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 25F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch: Anstrengung im Gesicht bei sequentieller Mundmotorik sichtbar und Kiefer klemmen  
Nachsprechen von Vokalen: 100% korrekt  
/e:/ → geklammert; /y:/ → überlegt und Anstrengung sichtbar; /ai/ → Kieferbewegung nach rechts  
Nachsprechen von Konsonanten: 63% korrekt  
/m/ → /v/; /f/ → /v/; /R/ → /hə/; /ŋ/ → /n/; /g/ → /d/; /k/ → /t/; /ç/ → einatmen  
Silben nachsprechen: 90% korrekt  
/rø:/ → /ho:/, /hø:/  
Komplexe Silben nachsprechen: 20% korrekt

/krʊk/ → /krʊk/, /kuk/; /puxt/ → /fu:t/; /Rɛft/ → /ɛf/; /knɪlt/ → /nɪlt/;  
 /ʃylm/ → /film/; //ʃtRøç/ → /døt/, /dø/; /pRau/ → /bau/; /tsants/ → /tant/  
Wörter nachsprechen: 45% korrekt  
 /ʃlaɪfə/ → /vaɪfən/; /baum/ → /bau/; /hais/ → /hait/; /zalat/ → /dalat/; /Fryʃtyk/ → /  
 dyʃtyk/, /bananə/ → /gemənə/; /klɛtfɛasjlu:s/ → /lɛtɛalvʊ:t/; /mɪtakəsən/ → /  
 mɪtamətə/; /plemobilmənçən/ → /pevo:i:mə:chen/; /kɪndəgəbʊatstak/ → /  
 kɪndədəbutak/; /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /dantkatənpi:ltsɔɪk/  
Prosodie: fröhliche Intonation schwierig  
Diadochokinese:  
 DDK<sub>mono</sub>: Silben/sec.  
 DDK<sub>tri</sub>: Silben/sec.  
Frikativhaltedauer: 3 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von K2 (7;1)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 40 IQ 96
- HSET (Sprachverständnis): PR 15,87
- PLAKSS: Vorverlagerung (sch-s, ch<sub>1</sub>-s, k-t), Plosivierung (x-t, f-k, sch-t), Reduktion von Konsonantenverbindungen, Tilgung finaler Konsonanten (/k/, /t/, /s/ → pathologischer Prozess), Affrizierung, Deaffrizierungen  
Inkonsequenztest: 68% inkorrekt, häufigster Fehlertyp : 29,2% (Reduktion der Konsonantenverbindungen), allgemeine Inkonsequenzrate: 24%; keine Vokalfehler
- BISC: Silben segmentieren → 10P. gute Leistung; Reimen → 5P. defizitär
- PET: Laute verbinden → PR 0,5; Zahlenfolgegedächtnis → PR 0,3
- Heidelberger Lautdiskriminationstest: 3F. unauffällig  
Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
 Nachsprechen von Konsonanten: /ng/ → n; /sch/ → s/  
Komplexe Silben nachsprechen: /Rɛft/ → /Rɛ/, /Rɛf/; /œŋ/ → /ɛŋ/; /puxt/ → /pu:t/,  
 /pu:ts/, /ʃtRøç/ → /tRø/, /ʃylm/ → /sylm/, /ʃpRau/ → /pRau/; /tsants/ → /tsan/  
Wörter nachsprechen: /tso:/ → /so:/, /Fryʃtyk/ → /Frytyk/, /klɛtfɛasjlu:s/ → /  
 klɛtɛaklu:t/; /mɪtakəsən/ → /mɪtakətən/; /kɪndəgəbʊatstak/ → /  
 kɪndəgəbʊatstak/; /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /zantkatənpi:ltsɔɪk/  
Prosodie: traurige Intonation schwer → klang genervt  
Diadochokinese:  
 DDK<sub>mono</sub>: 4,6 Silben/sec.  
 DDK<sub>tri</sub>: 3 Silben/sec.  
Frikativhaltedauer: 11 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von K3 (7;2)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 40 IQ 96; D PR 21 IQ 88
- HSET (Sprachverständnis): 14 R.; T 49; PR 46,02

- PLAKSS: Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (/l/ und /t/ - pathologischer Prozess), Tilgung unbetonter Silben, Sonorierung (k-g), Vorverlagerung (k-t, sch-s), Deaffrizierungen, Intrusive Vokale, Elision, Glottale Ersetzungen, r→l (pathologischer Prozess)  
Inkonsequenztest: 88% inkorrekt, 36% inkonsistent, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 40%, keine Vokalfehler
- BISC: Silben segmentieren → 7P. defizitär.; Reimen → 5P. defizitär
- PET: Laute verbinden → 1P.; T 22; PR 0,3; Zahlenfolgegedächtnis → 10P.; T 21; PR 0,2
- Heidelberger Lautdiskriminationstest: 13 F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:
  - Bukkokaziale Funktionsüberprüfung (Mundmotorik): 60% korrekt durchführbar
  - Nachsprechen von Vokalen: 83% korrekt /ə/ → Brechgeräusch; /ø/ → /ə/;
  - Nachsprechen von Konsonanten: 68% korrekt; /p/ → /pf/; /ŋ/ → /n/; /g/ → /hə/, /d/; /x/ → fauchen; /ʃ/ → /s/, /z/; /ʒ/ → /s/; /ç/ → /s/;
  - Silben nachsprechen: /Rø/ → /lø : k/; /vu : / → / u : /
  - Komplexe Silben nachsprechen: /kRvök/ → /Rvök/, /kvk/; /puxt/ → /pu : kx/; /rɛft/ → /jlɛf/; /œŋ/ → /əm/; /knɪlt/ → /nɪlk/, /zɪk/; /ʃylm/ → /sfylm/, /hylm/, /ʃylm/, /ʃy1/; /ʃtrøç/ → /zøk/, /zɪk/; /ʃprau/ → /bräu/, /bau/;
  - Wörter nachsprechen: 55% korrekt; /tso : / → /so : /, /ʃlaɪfə/ → /çlaɪfə/, /Frystyk/ → /Fyʃtys/, /klɛtfəçlʊs/ → /kletfəçlʊs/, /mɪtəkəsən/ → /mɪtæksə/, /apo : te : kə/ → /apate : kə/, /kɪndəgəbuatstak/ → /tɪndəgəbuatsak/, /zantkastənʃpi : ltsɔɪk/ → /zantkastəpi : ltsɔɪk/, /ple : mobilmənçən/ → /ple : ni : mənsə/
  - Prosodie: fröhliche und traurige Intonation geht nicht
  - Diadochokinese:
  - DDK<sub>mono</sub>: 3,8 Silben/sec.
  - DDK<sub>tri</sub>: 2,7 Silben/sec.
  - Frikativhaltedauer: 11 sec.
  - Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von L. (7;3)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 89 IQ 119
- HSET (Sprachverständnis): PR 53,98
- PLAKSS: Vorverlagerung (sch-s, ch<sub>1</sub>-s, k-t), Plosivierung (x-k), Reduktion von Konsonantenverbindungen, Tilgung finaler Konsonanten (/t/ → pathologischer Prozess), Deaffrizierungen, r→l (pathologischer Prozess),  
Inkonsequenztest: 94,6% inkorrekt, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 60 % (Reduktion der Konsonantenverbindungen), allgemeine Inkonsistenzrate: 28%; keine Vokalfehler
- BISC: Silben segmentieren → 7P. defizitär; Reimen → 7P. defizitär
- PET: Laute verbinden → PR 1,1; Zahlenfolgegedächtnis → PR 18
- Heidelberger Lautdiskriminationstest: 8F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:
  - Einfache Silben nachsprechen: 70% korrekt  
 /Rø/ → /hø/; /py/ → /p/; /la1/ → /la1n/;

Komplexe Silben nachsprechen: 0% korrekt

/ble:/ → /be:/, /kru:k/ → /guk/, /Rεft/ → /Rε/, /hεf/; /œŋ/ → /œn/; /pu:st/ → /pu:ps/,  
 /ʃtrøç/ → /tɪs/, /knɪlt/ → /kɪlk/, /ʃyːlm/ → /sylm/, /tyːlm/, /ʃprau/ → /pau/;  
 /tsants/ → /sank/

Wörter nachsprechen: 60% korrekt

/ʃlaɪfə/ → /saɪfə/, /klɛtfɛəʃlʊs/ → /tɛtɛasʊs/; /mɪtakɛsən/ → /mɪkakɛsə/;  
 /apo:te:kə/ → /apote:tə/; /ple:mobilmençən/ → /pɛ:bmɛn/;  
 /kɪndədəbʊçtsak/ → /kɪndəgəbʊçtak/; /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /nantpi:ltsɔɪk/;  
 /autobanpolitsaɪ/ → /autonpo:sisaɪ/

Prosodie: fröhliche und traurige Intonation nicht möglich → Sätze können nicht vollständig wiederholt werden aufgrund Dysgrammatismus

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4,6 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: 2,3

Frikativhaltedauer: 8 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

Diagnostikergebnisse von P. (7;6)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 64 IQ 105
- HSET (Sprachverständnis): PR 15,87
- PLAKSS: Rückverlagerungen (t → k; pathologischer Prozess), Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten (/l/ und /t/ - pathologischer Prozess), Vokalfehler, Plosivierungen, Glottale Ersetzungen von /r/, /t/, /h/, Metathese, Tilgung unbetonter Silben, Deaffrizierungen,  
Inkonsequenztest: 84% inkorrekt, 48% inkonsistent, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 46,6% (Reduktion von Konsonantenverbindungen), Vokalfehler 6%
- BISC: Silben segmentieren → 10P. gute Leistung.; Reimen → 6P. defizitär
- PET: Laute verbinden → PR 3,6; Zahlenfolgegedächtnis → 18 PR
- Heidelberger Lautdiskriminationstest: 21 F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Nachsprechen von Vokalen: 16% korrekt;  
 /ø/ → /u/, /ø/; /y/ → /u/, /y/, /ɔɪ/ → /aɪ/  
Nachsprechen von Konsonanten: 68% korrekt  
 /d/ → /g/; /t/ → /k/; /ʃ/ → /s/, /ʃ/,  
Silben nachsprechen: 60% korrekt  
 /Rø/ → /Rø/, /Ru/, /jɔɪ/ → /lɔɪ/, /dau/ → /gau/, /vu/ → /v/  
Komplexe Silben nachsprechen: 30% korrekt  
 /rɛft/ → /rɛf/, /pu:st/ → /pu:s/, /pu:ts/, /ʃtrøç/ → /Røks/, /Røs/, /knɪlt/ → /nɪlk/,  
 /ʃprau/ → /fprau/, /prau/, /prauk/; /tsants/ → /tsan/, /tsaŋ/
- Wörter nachsprechen: 35% korrekt  
 /te:/ → /ke:/; /auto/ → /auko/, /zalct/ → /zalck/, /ɛntə/ → /ɛnkə/, /mont/ → /monk/,  
 /Fryʃtyk/ → /Fryʃyk/, /klɛtfɛəʃlʊs/ → /klɛkfɛəʃlʊs/, /mɪtakɛsən/ → /mɪtaɛsə/, /kɪndəgəbʊçtak/ → /kɪnəgəbʊçtak/, /zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ → /

zantkatsənpi : ltsɔɪk/, /ple : mobilmençən/ → / pejmobitsə/, /autobanpolıtsaɪ/ → / okobanpolıtsaɪ/

Prosodie: gute Leistung

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4,8 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: 3,9 Silben/sec.

Frikativhaltedauer: 7,5 sec.

Scoring nach Thoonen: 1

### Diagnostikergebnisse von P1 (7;3)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 98 IQ 131
- HSET (Sprachverständnis): PR 46,02
- PLAKSS: Enstimmung (b-p, d-t, g-k), Plosivierung (w-p,t; x-k), Reduktion von Konsonantenverbindungen, Tilgung finaler Konsonanten (/t/, /l/ → pathologischer Prozess), Affrizierungen, r→l; j→l (pathologischer Prozess), wenig Vokalfehler; Glottale Ersetzung von /r/, /d/, /f/; Rückverlagerung (/t/-/k/, /s/-/sch/ - teils pathologisch, teils physiologisch)  
Inkonsequenztest: 97,3% inkorrekt, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 53 % (Reduktion der Konsonantenverbindungen), allgemeine Inkonsistenzrate: 40%; Vokalfehler: 9%
- BISC: Silben segmentieren → 9P. ok., aber schwach; Reimen → 8P. ok., aber schwach
- PET: Laute verbinden → PR 21; Zahlenfolgegedächtnis → PR 0,6
- Heidelberger Lautdiskriminationstest: 5F. auffällig  
Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Bukkofaziale Funktionsüberprüfung: 70% korrekt  
Nachsprechen der Vokale: 100% korrekt  
Nachsprechen der Konsonanten: 52% korrekt;  
/b/ → /p/; /v/ → /f/; /d/ → /tsə/; /R/ → entstimmt; /ŋ/ → /n/; /g/ → entstimmt; /z/ → /ts/; /s/ → /ʃ/;  
Nachsprechen einfacher Silben: 40 % korrekt;  
/ba/ → /pa/; /Rø/ → entstimmt; /py/ → /ky/; /laɪ/ → /laɪm/; /dau/ → /tau/; /vu/ → /fu/;  
Komplexe Silben nachsprechen: 10% korrekt  
/ble:/ → /pe:/; /pl:/; /kruk/ → /kuk/; /kruk/, /ku:k/; /Rεft/ → /tsεft/; /puxt/ → /puaks/, /prucks/, /ʃtrøç/ → /tʃøç/, /tʃεç/, /tsεʃ/; /knɪlt/ → /kɪlk/; /ʃpRau/ → /sau/, /saum/, /ʃaum/; /tsants/ → /ʃants/  
Wörter nachsprechen: 35% korrekt  
/tso:/ → /ʃo:/; /bi:nə/ → /pi:gə/; /ʃlaɪfə/ → /saɪfə/, /baum/ → /paum/; /zalat/ → /tsalak/; /ɛntə/ → /ɛnke/; /FrYʃtyk/ → /Fyʃyk/; /kletfəçʃlus/ → /kRεtfəçʃus/; /mɪttækəsən/ → /mɪkæsən/; /plemobilmençən/ → /peimobilmenşə/; /kɪndəgəbʊçtstak/ → /kɪnkəkrəkʊçtsak/; /zantkastənʃpi: ltsɔɪk/ → /tsankatsən tsɪ:ltsɔɪk/; /autobanpolıtsaɪ/ → /autobanpolısaɪ/  
Prosodie: traurige Intonation fällt ihm schwer  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 4,3 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: 2,4  
Frikativhaltedauer: 11 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von B. (4;0)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 88 IQ 117
- HSET (Sprachverständnis): PR 42,07
- PLAKSS: Wortanlaut- bzw. betonungsprozess (/tsvɛæk/ → /hɛæk/); Rückverlagerungen (t→k, /n/→ /ŋ/; pathologischer Prozess), Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler und initialer Konsonanten (/k/ und /t/; /g/ und /k/ - pathologischer Prozess), Vokalfehler, Plosivierungen aller Frikative (pathologischer Prozess)  
Inkonsequenztest: 96% inkorrekt, 32% inkonsistent, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 54,2% (Plosivierung), Vokalfehler 8%
- BISC: Silben segmentieren → 6P. Risikobereich, doch B. ist jünger.; Reimen → 7P. ok.
- PET: Laute verbinden → PR 42; Zahlenfolgegedächtnis → 73 PR
- Minimalpaardiskriminationstest nach Nickisch: 18 F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Bukkofaziale Funktionsüberprüfung: 90% korrekt  
Nachsprechen von Vokalen: 100% korrekt;  
Nachsprechen von Konsonanten: 73,6 % korrekt  
/ɪ/→/hə/; /ŋ/→/n/; /z/→/g/; /dʒ/; /ʃ/→ /f/; /s/→ /ç/;  
Einfache Silben nachsprechen: 70% korrekt  
/fi:/→ /hi:/; /Rø/→/gø/, /vu/→ mit aufgeblasenen Wangen  
Komplexe Silben nachsprechen: 20% korrekt  
/kruk/→ /guk/; /rɛft/→/gɛ:/, /hɛ:/, /gɛ:/; /puxt/→/pu:/; /ʃtrøç/→/go:/;  
/knɪlt/→/nɪlt/, /ʃyłm/→ /hyłm/; /ʃpṛau/→ /bau/; /tsants/→ /hank/  
Wörter nachsprechen: 35% korrekt  
/tso:/→ /ho/; /ʃlaɪfə/→ /plykə/; /haɪs/→ /haɪ/; /zalat/→ /alæk/;  
/Fryʃtyk/→/hytyk/; /klestɛçłus/→ /kɛkɛalʊ/, /mittakɛsən/→/ mɪkæstən/;  
/apote:kə/→ /apote:ə/; /kɪndɛgəbʊtstak/→/ kɪndɛgəbʊtak /,  
/zantkastənʃpi:ltsɔik/→/ hantkakənʃpi:lhoik/, /ple:mobilmençən/ → /  
pe:mobi:məntən/, /autobanpołitsai/→ /autobanpołihai/  
Prosodie: geht nicht, Satz kann nicht übernommen werden  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 4,4 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: 2 Silben/sec.  
Frikativhaltedauer: 5 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von G. (4;4)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 57 IQ ~101
- HSET (Sprachverständnis): PR 65, 5

- PLAKSS: Plosivierung aller Frikative, Glottale Ersetzung von /r/, Vorverlagerung von /k/ und /g/ zu /t/ und /d/, Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung unbetonter Silben; Deaffrizierungen;  
Inkonsequenztest: 100% inkorrekt, 51% inkonsistent, Generelle Konsistenz des Fehlertyps: 83%, Allgemeine Konsistenz des häufigsten Fehlertyps: 47%; Vokalfehler: 26,8%
- BISC: Silben segmentieren → 10P. maximale Leistung.;
- PET: Laute verbinden → PR 69; Zahlenfolgegedächtnis → PR 31
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 16F. auffällig
- Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch: Sequentielle Mundmotorik: in Kombination ist lächeln schwierig und das Pusten erfolgt mit Stimme  
Einfache Silben nachsprechen: 80% korrekt  
/Ø/ → /hØ/, / py/ → / ky/  
Komplexe Silben nachsprechen: 10% korrekt  
/ble:/ → /be:/; / puxst/ → / pust/, / put/; /Rεft/ → /hεpt/; / knɪlt/ → / nɪlt/; /øŋ/ → /ønt/; /ʃ ylm/ → /ʃ øn/; /ʃ tRØç/ → /døçs/, /çøç/; /ʃ pRau/ → /pau/, /bau/; /tsants/ → /tsan/, /tsant/  
Wörter nachsprechen: 60% korrekt  
/ʃ laɪfə/ → /laɪfə/, /zalat/ → /halat/, / Fryʃtyk/ → / bytyk/, /klεtfεaʃlʊs/ → /hεtfεalut/; / mɪtakɛsən/ → / mɪtætən/; / apote:kə/ → / apoke:tə/; / ple:mobilmɛnçən/ → / tejmobilmençən/; / kɪndəgəbʊatstak/ → / kɪndəgəbʊat/  
Prosodie: fröhlich und traurig schwierig  
Diadochokinese:  
DDK<sub>mono</sub>: 4, 2 Silben/sec.  
DDK<sub>tri</sub>: 1, 9 Silben/sec.  
Frikativihaltedauer: 5 sec.  
Scoring nach Thoonen: 2

### Diagnostikergebnisse von T. (5;0)

- CPM (nonverbale Intelligenz): PR 64 IQ 105
- HSET (Sprachverständnis): PR 78, 8
- PLAKSS: Entstimmung /b/ und /g/; Vorverlagerung /sch/, /ch1/, /k/; Reduktion von Konsonantenverbindungen; Tilgung finaler Konsonanten; Tilgung initialer Konsonanten; Assimilation; /kn/ → /schn/  
Inkonsequenztest: 78, 2% inkorrekt, häufigster Fehlertyp RKV: 41,4%, allgemeine Inkonsistenzrate: 36%; keine Vokalfehler
- BISC: Silben segmentieren → 9P.Ok.; Reimen → 7P. Ok.
- PET: Laute verbinden → PR 46; Zahlenfolgegedächtnis → PR 58
- Minimalpaardiskrimination nach Nickisch: 5F. auffällig  
Screening zur Sprechapraxie von Birner-Janusch:  
Vokale nachsprechen: 100% korrekt  
Konsonanten nachsprechen: 84% korrekt  
/x/ → /ç/, /ç/ → /s/  
Einfache Silben nachsprechen: 100% korrekt  
Komplexe Silben nachsprechen: 40% korrekt

/Rεft /→/hεft/; /øŋ/ →/øn/; /εŋ/ 3x; /knɪlt/ →/ mylt/; /puxst/ →/ pust/;

/ʃtRøç/ →/hist/ 2x und /Rist/ 2x; /ʃpRau/ →/brau/; /tsants/ →/sants/

Wörter nachsprechen: 60% korrekt

/tso:/ →/tsu:/; /ʃlaɪfə/ →/laɪfə/; /zalat/ →/malat/; /Fryʃtyk/ →/ hyʃtyk/;

/klɛtfɛəʃlus/ →/klɛtfɛəlus/, /vau-vau/ →engl. v;

/autobænpɔlɪtsaɪ/ →/autobænpɔlɪsaɪ/;

/zantkastənʃpi:ltsɔɪk/ →/zantkastənpi:ltsɔɪk/

Prosodie: sehr gut

Diadochokinese:

DDK<sub>mono</sub>: 4, 5 Silben/sec.

DDK<sub>tri</sub>: 2, 2 Silben/sec.

Frikativhaltedauer: 4 sec.

Scoring nach Thoonen: 2

Kind	CPM	SV	Inkonsequenz	Inkorrekt	Vokalf	HFT	SS	R	LV	ZFG	MPS	Prosodie	DDK	Frikativ	Scoring
Christine 5;8	97	96,74	61%	94,62%	9,6%	56%	9P. u.	3P. a.	12	1,1	25F.	Fröhlich	Mono:5 tri:n.m.	7 sec.	2P.
Ullrich 7;1	119	53,9	48%	100%	17,3%	59%	10P. u.	3P. a.	18	24	10F.	Fröhlich/ traurig	Mono:5 Tri:n.m.	4,5 sec.	2P.
Kevin 5;4	101	25	72%	92%	24%	52,7%	9P. u.	7P. u.	10P.	14	21F.	Fröhlich/ traurig	Mono:4,8 Tri:n.m.	6 sec.	2P.
Malte 5;0	101	46,02	48%	100%	21,3%	18,9%	9P. u.	7P. u.	34	27	11F.	Traurig	Mono:5,1 Tri:n.m.	6,2 sec.	2P.
Heinrich 5;5	112	4/12	48%	94,6%	18,6%	47,3%	10P. u.	9P. u.	69	58	12F.	Fröhlich	Mono:4,1 Tri:n.m	5,7 sec.	2P.
Kai 4;8	97	10/12	44%	100%	26,6%	24,3%	6P. l.a.	7P. u.	69	8	11F.	Traurig	Mono:4,5 Tri:n.m.	8 sec.	2P.
Julius 5;10	125	99	16%	85,3%	4%	36,5%	10P. u.	10P. u.	49	14	3F.	Fröhlich/ Traurig	Mono:4,2 Tri:3,3	10 sec.	2P.
Thea 5;0	105	78,8	36%	78,2%	-----	41,4%	9P. u.	7P. u.	46	58	5F.	-----	Mono:4,5 Tri:2,2	4 sec.	2P.
Gereon 4;4	101	65,5	51%	52,5%	16%	47%	10P. u.	5P. u.	69	31	16F.	Fröhlich/ Traurig	Mono:4,2 Tri:1,9	5 sec.	2P.
Sebastian 5;10	117	90,3	48%	56%	-----	9,75%	10P. u.	10P. u.	69	58	3F.	Traurig	Mono:4,1 Tri:2,9.	5,3 sec.	2P.
Kevin 7;1	96	15,87	24%	68%	-----	29,2%	10P. u.	5P. a.	0,5	0,3	2F. un.	Traurig	Mono:4,6 Tri:3	11sec.	2P.
Pamela 7;6	105	15,87	48%	84%	6%	46,6%	10P. u.	6P. a.	3,6	18	21F. auf.	-----	Mono:4,8 Tri:3,9	7,5sec.	1P.
Lea 7;3	119	53,98	28%	94,6%	-----	60%	7P. a.	7P. a.	1,1	18	8F. auf.	Fröhlich/ Traurig	Mono:4,6 Tri:2,3	8sec.	2P.
Phil 7;3	131	46,02	40%	97,3%	9%	53%	9P. l.a.	8P. l.a.	21	0,6	5F. auf.	Traurig	Mono:4,3 Tri:2,4	11sec.	2P.
Bennett 4;0	117	42,07	32%	96%	4%	54,2%	6P. u.	7P. u.	42	73	18F. auf.	Geht nicht	Mono:4,4 Tri:2	5 sec.	2P.
Marius 6;10	103	53,98	44%	94,6%	10,6%	36%	8P. u.	5P. a.	7	0,6	14F. auf.	Blockt	Mono: 4 Tri: n.m.	10 sec.	2P.
Marvin 4;4	101	53,98	52%	100%	8%	56%	8P. u.	5P. l.a.	7	4,5	15F. auf.	-----	Mono:3,1 Tri:n.m.	3-4sec.	2P.
Kai 7;3	96/88	46,02	36%	88%	-----	40%	7P. a.	5P. a.	0,3	0,2	131F. auf.	Fröhlich/ Traurig	Mono:3,8 Tri:2,7	11sec.	2P.

### Zeichen- und Abkürzungserklärungen sortiert nach Spalten

**CPM:** Coloured Progressive Matrices → nonverbaler Intelligenztest; Angabe des IQ

**SV:** Sprachverständnis; Angabe des Prozentrangs oder der Anzahl Richtigen der Patholinguistik

**Inkonsequenzrate der Artikulation:** Angabe des Prozentsatzes nach Fox (2004) → ab 40% Inkonsistente Phonologische Störung nach Fox

**Inkorrekt:** Prozentsatz der Fehler der PLAKSS insgesamt

**Vokalfehler:** Angabe der Vokalfehler innerhalb des Inkonsistenztests der PLAKSS

**Konsistenz des häufigsten Fehlertyps:** Angabe erhoben durch den Inkonsistenztest nach Fox

**SS:** Silben segmentieren aus dem BISC; Punktangabe und l.a.= leicht auffällig a=auffällig bzw. u=unauffällig

**R:** Reimen aus dem BISC; Punktangabe und a=auffällig bzw. u=unauffällig

**LV:** Laute verbinden aus dem PET; Angabe als Prozentrang

**ZFG:** Zahlenfolgegedächtnis aus dem PET; Angabe als Prozentrang

**MPS:** Minimalpaardiskrimination nach Nickisch oder altersentsprechend Unterteil aus dem H-LAD; Angabe als Fehlerpunktzahl a=auffällig; u=unauffällig

**Prosodie:** Untertest aus dem Screening zur Sprechapraxie nach Birner-Janusch; Angabe der nicht möglichen oder Schwierigen Intonationsaufgaben

**DDK:** Diadochokinese; Mono: nur /pa/ pro s ; Tri: /pa/ /ta/ /ka/ pro s → n.m.= nicht möglich nach mehreren Versuchen 2P.

Im Falle einer Dysarthrie ist der Wert für Mono < 3 Silben pro s; 2P.

Im Falle einer Apraxie darf der Wert für Tri nicht > 4,4 Silben und nicht kleiner < 3,4 Silben pro s sein, es müssen mehrere Versuche der Tri-Silbe versucht und nicht geschafft werden können, die Frikativhaltezeit darf nicht mehr als 11 sec. betragen, 2P.

**Frikativhaltezeit:** /f/ auf einen Atemzug gehalten und in s gemessen

**Scoring:** nach Thoonen (1999) zur Diagnose einer Apraxie und Dysarthrie je höher der Wert, desto wahrscheinlicher ist eine kindliche Sprechapraxie

-----: nicht vorhanden; keine Auffälligkeiten

Tabelle A.3: Sprachverständnis und Kognition

	<b>Kind</b>	<b>SV (PR)</b>	<b>CPM (PR)</b>	$\approx IQ$
<b>SP</b>	4;4,m	53,98	43	> 97
	4;8,m	83,3%	29	> 91
	5;0,m	46,02	32	> 91
	5;4,m	25	48	> 97
	5;5,m	33,3%	72	> 107
	5;8,w	96,74	42	97
	6;10,m	53,98	36	> 93
	7;1,m	53,9	70	> 106
				<b><math>\varnothing=97,3</math></b>
<b>PhS</b>	4;0,m	42,07	88	> 117
	4;4,m	65,5	57	> 101
	5;0,w	78,8	42	> 97
	5;10,m	99	86	117
	5;10,m	90,3	61	> 103
	7;1,m	15,87	25	> 87
	7;2,m	46,02	25	> 87
	7;3,w	53,98	53	> 100
	7;3,m	46,02	86	> 116
	7;6,w	15,87	39	> 95
				<b><math>\varnothing=102</math></b>
<b>KS</b>	4;5,w.	98,39	43	> 101
	5;0,m	81,59	42	> 97
	5;5,m	99,65	95	> 125
	5;7,m	93,32	90	> 116
	5;7,m	93,32	96	127
	5;7,w	93,32	58	> 101
	5;7,w	90,32	58	> 101
	5;8,m	96,41	71	> 107
	5;11,m	93,32	94	123
	6;0,m	99,74	83	> 114
				<b><math>\varnothing = 111,2</math></b>

PR=Prozentrang; SV=Sprachverständnis; m=männlich; w=weiblich

Tabelle A.4: Sprachproduktion und Prosodie

	<b>Kind</b>	<b>Fehler</b>	<b>Inkonsistenz</b>	<b>Vokal</b>	<b>Prosodie</b>
<b>SP</b>	4;4,m.	100	52	8	—
	4;8,m	100	44	26,6	traurig
	5;0,m	100	48	21,3	traurig
	5;4,m	92	72	24	fröhlich traurig
	5;5,m	94,6	48	18,6	fröhlich
	5;8,w	94,62	61	9,6	fröhlich
	6;10,m	94,6	44	10,6	nicht möglich
	7;1,m	100	48	17,3	fröhlich traurig
		<b>Ø=96,97%</b>		<b>Ø=17%</b>	
<b>PhS</b>	4;0,m	96	32	4	nicht möglich
	4;4,m	52,5	51	16	fröhlich traurig
	5;0,w	78,2	36	—	—
	5;10,m	85,3	16	4	fröhlich traurig
	5;10,m	56	48	9,75	traurig
	7;1,m	68	24	—	traurig
	7;2,m	88	36	—	fröhlich traurig
	7;3,w	94,6	28	—	fröhlich traurig
	7;3,m	97,3	40	9	traurig
		<b>Ø=79,9%</b>		<b>Ø=4,8%</b>	

Angaben in Prozent; m=männlich; w=weiblich

Tabelle A.5: Diadochokinese (DDK) und Frikativhaltedauer

	Kind	DDK		Frikativ	Scoring
		Mono	Tri		
SP	4;4,m.	3,1	n.m.	3-4 s	2 P.
	4;8,m	4,5	n.m.	8 s	2 P.
	5;0,m	5,1	n.m.	6,2 s	2 P.
	5;4,m	4,8	n.m.	6 s	2 P.
	5;5,m	4,1	n.m.	5,7 s	2 P.
	5;8,w	5,0	n.m.	7 s	2 P.
	6;10,m	4,0	n.m.	10 s	2 P.
	7;1,m	5,0	n.m.	4,5 s	2 P.
		$\varnothing=4,5$		$\varnothing=6,4$ s	$\varnothing=2$ P.
PhS	4;0,m	4,4	2,0	5 s	2 P.
	4;4,m	4,2	1,9	5 s	2 P.
	5;0,w	4,5	2,2	4 s	2 P.
	5;10,m	4,2	3,4	10 s	1 P.
	5;10,m	4,1	2,9	5,3 s	2 P.
	7;1,m	4,6	3,0	11 s	2 P.
	7;2,m	3,8	2,7	11 s	2 P.
	7;3,w	4,6	2,3	8 s	2 P.
	7;3,m	4,3	2,4	11 s	2 P.
	7;6,w	4,8	3,9	7,5 s	1 P.
		$\varnothing=4,35$		$\varnothing=2,66$	$\varnothing=7,8$ s
					$\varnothing=1,8$ P.
KS	4;5,w.	5	4	4 s	1 P.
	5;0,m	4,5	2,6	9 s	2 P.
	5;5,m	5	4,5	10 s	0 P.
	5;7,m	4,5	5	9,5 s	0 P.
	5;7,m	6	4,5	10 s	0 P.
	5;7,w	5	3	9 s	2 P.
	5;7,w	4,3	3,1	10,4 s	2 P.
	5;8,m	6	4,5	8 s	0 P.
	5;11,m	4,2	5,4	9,5 s	0 P.
	6;0,m	4,5	3,75	10,5 s	1 P.
		$\varnothing=4,9$		$\varnothing=4,0$	$\varnothing=9$ s
					$\varnothing=0,8$ P.

Scoring=Abgrenzung Dysarthrie und Sprechapraxie nach [TMGS99] (siehe auch in [RHO05]);  
 s=Sekunde; P.=Punkte; DDK-Angaben sind Silben/s; m=männlich; w=weiblich

Tabelle A.6: Auditive Diskrimination und Phonologische Bewusstheit

	<b>Kind</b>	<b>Reimen (P)</b>	<b>Silben seg.(P)</b>	<b>LV (PR)</b>	<b>ZFG (PR)</b>	<b>MPS (PS)</b>
<b>SP</b>	4;4,m	5 P.	8 P.	7	4,5	79,2%
	4;8,m	7 P.	6 P.	69	8	84,7%
	5;0,m	7 P.	9 P.	34	27	84,7%
	5;4,m	7 P.	9 P.	10 P.	14	70,8%
	5;5,m	9 P.	10 P.	69	58	83,3%
	5;8,w	3 P.	9 P.	12	1,1	65,3%
	6;10,m	5 P.	8 P.	7	0,6	80,5%
	7;1,m	3 P.	10 P.	18	24	86,1%
	<b><math>\emptyset=5,8</math> P.</b>		<b><math>\emptyset=8,6</math> P.</b>			<b>79,3%</b>
<b>PhS</b>	4;0,m	7 P.	6 P.	42	73	75%
	4;4,m	5 P.	10 P.	69	31	77,8%
	5;0,w	7 P.	9 P.	46	58	93,1%
	5;10,m	10 P.	10 P.	49	14	95,8%
	5;10,m	10 P.	10 P.	69	58	95,8%
	7;1,m	5 P.	10 P.	0,5	0,3	97%
	7;2,m	5 P.	7 P.	0,3	0,2	80,3%
	7;3,w	7 P.	7 P.	1,1	18	87,9%
	7;3,m	8 P.	9 P.	21	0,6	92,4%
	7;6,w	6 P.	10 P.	3,6	18	68,2%
	<b><math>\emptyset=7</math> P.</b>		<b><math>\emptyset=8,8</math> P.</b>			<b>86,3%</b>
<b>KS</b>	4;5,w.	7 P.	7 P.	69	31	95,8%
	5;0,m	10 P.	5 P.	18	47	97,2%
	5;5,m	10 P.	10 P.	98,2	95,5	100%
	5;7,m	10 P.	9 P.	98,9	97,1	97,2%
	5;7,m	10 P.	9 P.	18	66	94,4%
	5;7,w	9 P.	6 P.	34	50	93%
	5;7,w	10 P.	8 P.	18	92	95,8%
	5;8,m	8 P.	10 P.	92	62	100%
	5;11,m	10 P.	9 P.	54	95	98,6%
	6;0,m	10 P.	10 P.	34	73	97,2%
	<b><math>\emptyset=9,4</math> P.</b>		<b><math>\emptyset=8,3</math> P.</b>			<b>96,9%</b>

Seg.=segmentieren; LV=Laute verbinden; ZFG=Zahlenfolge-Gedächtnis MPS=Minimalpaarscreening;  
 PS=Prozentsatz korrekter Items; PR=Prozentrang; P.=Punkte; m=männlich; w=weiblich

<u>Kind</u>	<u>Cluster 1</u> (Inkonsequenz)	<u>Cluster 2</u> (langsame DDK oder nicht möglich, orale Dyspraxie)	<u>Cluster 3</u> (Suchbewegungen, Konsonantentilgung)	<u>Cluster 4</u> (Prosodie; kein Brabbeln)
<b>Christine</b>	✓ 61%	✓	✓ Suchbewegung und Anstrengung ✓ viel Konsonantentilgung	-----
<b>Kevin 5;4</b>	✓ 72%	✓	✓ Konsonantentilgung	-----
<b>Heinrich</b>	✓ 48%	✓	✓ Konsonantentilgung	-----
<b>Malte</b>	✓ 48%	✓ möglich, aber langsam mit falscher Reihenfolge	✓ wenig Konsonantentilgung	-----
<b>Kai 4;8</b>	✓ 44%	✓	✓ Suchverhalten u. ✓ Konsonantentilgung	-----
<b>Marius</b>	✓ 44%	✓ nicht möglich, blockt teils	✓	-----
<b>Marvin</b>	✓ 52%	✓	✓ viel Konsonantentilgung	-----
<b>Ullrich</b>	✓ 48%	✓	✓ Konsonantentilgung	Prosodie
<b>Julius</b>	----- 16%	Langsam, aber möglich	✓ selten Konsonantentilgung	-----
<b>Sebastian</b>	✓ 48%	-----	-----	-----
<b>Gereon</b>	✓ 51%	Langsam, aber möglich	-----	-----
<b>Lea</b>	-----28%	Langsam, aber möglich	✓ Konsonantentilgung	-----
<b>Pamela</b>	✓ 48%	-----	✓ Konsonantentilgung	-----

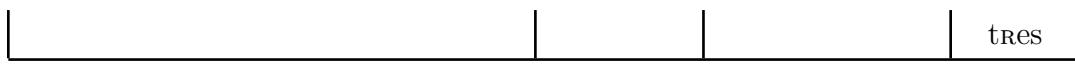
<b>Phil</b>	✓ 40%	- - - - -	✓ Konsonantentilgung	- - - - -
<b>Kai 7;3</b>	- - - - - 36%	Langsam, aber möglich	✓ Konsonantentilgung	- - - - -
<b>Kevin 7;1</b>	- - - - - 24%	Langsam, aber möglich	✓ Konsonantentilgung	- - - - -
<b>Thea</b>	- - - - - 36%	- - - - -	✓ Konsonantentilgung	- - - - -
<b>Bennett</b>	- - - - - 32%	✓	✓ Konsonantentilgung	- - - - -

Tabelle A.7: Messinstrument bestehend aus Wörtern,  
Pseudowörtern und Silben

	<b>Wörter</b>	<b>Pseudowörter</b>	<b>Silben</b>
<b>Einsilber, CV.., hochfrequent</b>	Ball		bɛs
	Buch		bi:l
	Haus		bvn
	Kopf		dis
	Mann		dvs
	Schiff		fes
	Tier		fm
	Tisch		fo:n
	Uhr		ges
	Weg		gm
	Zahl		gvn
	Ziel		haf
	Zug		hal
			ham
			hvn
			ki:n
			kɔn
			kɔs
			lan
			len
			lvn
			mvn
			Rɛç
			Rin
			Rvn
			zaf
			zel
			tis
			tur
			vvn
			vvr

<b>Einsilber, CC.., hochfrequent</b>	Angst		ble:m
	Arzt		fran
	Bild		fr̥em
	Film		fri:t
	Frau		gr̥en
	Freund		grün
	Geld		gr̥unts
	Hand		kref
	Kind		kris
	Kreis		prak
	Platz		prim
	Punkt		ſleç
	Spiel		ſrei̯
	Welt		ſvar
			ſvin
			ſpal
			ſtar
			ſte:n
			ſter
			ſtim
			ſtruk
			trax
			tra:l
			vunts
<b>Einsilber, CV.., niedrigfrequent</b>	Bus	Bɔim	but
	Eis	Bɔit	gaf
	Fee	Bil	ka:f
	Fön	Du:x	kriç
	Mais	Ke:	lef
	Müll	Kipf	lim
	Rock	Mm	lu:s
	Schaf	Nits	mak
	Schal	Rɔŋ	nɔ:k
	Schaum	ʃɔ:f	pa:k
	Ski	ſuf	pa:t

	Schwamm	Zəts	pe:s
	Tee	Tɔ:f	pe:t
	Teich	Tø:	rɪk
	Zeh	Tu:k	rɪ:m
		Tsa:k	rɪ:p
		Tsɔit	rɔm
			ta:f
			te:s
			ti:lts
			tu:l
			ve:l
<b>Einsilber, CC.., niedrigfrequent</b>	Blut	Falm	bles
	Burg	Frant	blek
	Durst	Fraqʃ	bra:m
	Fleisch	Knuxt	bren
	Fluss	Krɛft	brek
	Frosch	Krɔis	drax
	Gans	Krœnts	dre:s
	<b>Gips</b>	Muntʃ	flo:n
	Gras	Paŋkt	fre:n
	Saft	Plits	glain
	Salz	Praus	glis
	Schirm	ʃmɪk	grax
	Schmuck	ʃpo:t	gra:n
	Korb	ʃpu:l	gro:m
	Knopf	Vult	kle:f
	Wurm		kle:s
	Wurst		klop
	Zwerg		kral
			ʃnvl
			ʃrap
			skur
			ʃpun
			ʃtvl
			tram



	Wörter	Pseudowörter
Mehrsilber, CV.., hochfrequent	Auge Auto Boden Insel König Lehrer <b>Musik</b> Polizei Vogel Wasser Wohnung Zeitung	
Mehrsilber, CC.., hochfrequent	Anfang Arbeit Eltern Ende Erde Doktor Mädchen Kindergarten <b>Kirche</b> <b>Straße</b> Unfall	
Mehrsilber, CV.., niedrigfrequent	Batterie Butter Dusche Eimer Eule Hammer Kanne <b>Motorrad</b> Mücke	Dykə aigə Frɑʃə Kiki:dau Ko:li:mø:tə Ku:po:ta:n La:minordə Lɔitə Mɔʃaxnə

	Rasenmäher	Mu:və
	Säge	Pa:li:fe
	Taucher	Pi:la:tsɔi
	Tomate	Pi:RU:mø:də
	Vase	Zi:lu:t
	Zahnpasta	Tsɔitanj
	Zauberer	
	Zunge	
<b>Mehrsilber, CC.., niedrigfrequent</b>		
	Blume	Blø:mə
	Blüte	Dikta
	Briefmarke	Karçə
	Brille	Kenstlə
	Computer	Krimkɔnve:gə:n
	Drache	Kri:vətə
	Ente	Lu:tarnə
	Erbse	Mi:trotṣə
	Fliege	O:laktrɔxə
	Flugzeug	Plötənʃpailə
	Gurke	Prantsusm̩
	Kerze	ʃnyfel̩iŋ
	Lippenstift	ʃtri:so
	Pflaster	ʃtrɔmpfəl
	Schnabel	ʊnzəl
	Wolke	Tsarkis

rot=Wörter, die aus dem Korpus/Analyse ausgeschlossen werden mussten

Tabelle A.9: Items der perzeptiven Analyse

Wörter	Pseudowörter(IPA)	Silben
Briefmarke	Du:x	blek
Computer	Aigə	bles
Eimer	Kenstlə	dʊs
Eis	Kipf	drax
Eltern	Knuxt	dre:s
Ende	Krɛft	fin
Ente	Krœnts	grax
Film	Lɔite	grom
Flugzeug	Olkatrɔxə	ham
Geld	Pi:ru:mø:də	kris
Gips	Plötənʃpailə	lef
Hand	Praus	lm
Insel	Tu:k	pa:t
Polizei	vnzəl	ʃrej
Rasenmäher		ʃpal
Rock		ʃpun
Saft		ʃtar
Salz		ʃtim
Schal		ʃtɔl
Schnabel		trax
Tisch		ti:ls
Unfall		
Zauberer		
Zeh		
$\sum = 24$	$\sum = 14$	$\sum = 21$

**Logopädische Untersuchung**  
**von Vokalproduktionen zweier Störungsbilder**  
**im Alter von 4 bis 7 Jahren**

---

### Über die Untersuchung

Ziel dieser Studie ist es, die Vokalproduktionen zweier Störungsbilder (phonologisch Störung/kinderlicher Sprechapraxie) zu untersuchen. Dafür benötige ich Ihre Hilfe. Sie finden auf dieser Webseite zu jedem Kind (1-28) einige Sprechproben (58) der Kategorien Wörter, Pseudowörter und Silben. Diese Sprechproben sollen auf die Korrektheit der Vokale überprüft werden. Sie sollen beurteilen, ob die jeweiligen Vokale korrekt sind oder nicht. Sollte ein Vokal nicht korrekt klingen, markieren Sie dies bitte in dem zur Verfügung stehenden Dokument durch ein Kreuz hinter dem Wort, Pseudowort oder der Silbe. Sollte ein Vokal nicht produziert werden, diesen bitte auch als falsch markieren. Dieses können Sie mir dann per Mail an [anke.blech@rwth-aachen.de](mailto:anke.blech@rwth-aachen.de) zukommen lassen. Das Dokument liegt ebenfalls als PDF vor, damit Sie die korrekte Artikulation mittels der phonetischen Schrift kennen. Bitte verwenden Sie Kopfhörer, um das gesamte Klangvolumen ausschöpfen zu können. Die Beurteilung eines Kindes durfte ca. 24 min. dauern. Durch statistische Belange brauche ich min. 45-90 Beurteiler, je nachdem wieviele Kinder eine Beurteiler/in vornimmt. Es wäre also klasse, wenn Du/Sie mir dabei helfen könnt das zu realisieren.

Wie funktioniert das?

Um an dem Beurteilverfahren teilnehmen zu können, müssen Sie sich zunächst als Referee anmelden. Dort wird Ihre Mailadresse, Name und Initialen erfragt. Sollten die Inhalte schon von jemand anderem angegeben sein (siehe Referee-Liste unten), wählen Sie bitte eine andere kurze Buchstabenfolge. Von diesen Daten sind **nur die Initialen** in der Referee-Liste (siehe unten) öffentlich sichtbar. Name und Mailadresse werden lediglich mir übermittelt. Ihre Daten bleiben somit anonym. Daraufhin erhalten Sie ein Passwort mit dem Sie sich die Sprechproben der Kinder durch Anklicken anhören und bewerten können.

---

### Hörproben und Dokumente

Hier finden Sie die jeweiligen Hörproben der Kinder.

[Kind 1](#) [Kind 2](#) [Kind 3](#) [Kind 4](#) [Kind 5](#) [Kind 6](#) [Kind 7](#)  
[Kind 8](#) [Kind 9](#) [Kind 10](#) [Kind 11](#) [Kind 12](#) [Kind 13](#) [Kind 14](#)  
[Kind 15](#) [Kind 16](#) [Kind 17](#) [Kind 18](#) [Kind 19](#) [Kind 20](#) [Kind 21](#)  
[Kind 22](#) [Kind 23](#) [Kind 24](#) [Kind 25](#) [Kind 26](#) [Kind 27](#) [Kind 28](#)

Dies ist das Antwort-Formular  
[als WinWord-Dokument](#) und [als pdf-Dokument](#).

(Die pdf-Datei dient lediglich nur zur Verdeutlichung der Sprechweise durch die phonetische Schrift.  
Bitte nutzen Sie die doc-Datei für Ihre Antwort.)

---

[Als Referee anmelden](#)

[Initialen-Liste der angemeldeten Referees](#)

---

• Bei weiteren Fragen können Sie mich gerne per E-Mail erreichen unter [logopaedie@tangentialbuendel.de](mailto:logopaedie@tangentialbuendel.de).  
• Diese Daten sind urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung, Weitergabe, weitere Verwendung, Verkauf etc. wird strafrechtlich verfolgt.

Abbildung A.1: Fenster des online - Beurteilungsverfahrens für die perzeptive Analyse

Quelltext von: <http://www.tangentialbuendel.de/Logopaedie/> - Mozilla Firefox

```
<html>
<head>
  <title>
    Anke Blech -- Logopädische Untersuchung
  </title>
</head>
<body bgcolor="#D3D3D3">

<center>
<br>
<h1>
  Logopädische Untersuchung <br>
  von Vokalproduktionen zweier Sprachbilder <br>
  im Alter von 4 bis 7 Jahren
</h1>
<br>
<br><hr>

<br>
<h2> Über die Untersuchung </h2>
<br>

<table width="60%">
  <tr>
    <td>
      Ziel dieser Studie ist es, die Vokalproduktionen zweier Sprachbilder (phonologische Struktur/kinderliche Sprachpraxis) zu untersuchen. Dafür benötige ich Ihre Hilfe. Sie finden auf dieser Webseite zu jedem Kind (1-28) einige Sprechproben (58) der Kategorien Wörter, Pseudowörter und Silben. Diese Sprechproben sollen auf die Korrektheit der Vokale überprüft werden. Sie sollen beurteilen, ob die jeweiligen Vokale korrekt sind oder ob sie fehlerhaft produziert werden. Bitte markieren Sie mit einem Kreuz vor dem zur Verfügung stehenden Dokument durch ein Kreuz hinter dem Wort, Pseudowort oder der Silbe. Einem Vokal nicht produziert werden, diesen bitte auch als falsch markieren. Dienen Ihnen Sie mir dann per Mail an anke.blech@rth-aachen.de zukommen lassen. Das Dokument liegt ebenfalls als PDF vor, damit Sie die korrekte Artikulation mittels der phonetischen Schrift kennen. Bitte verwenden Sie Kopfhörer, um das gesamte Klangvolumen ausschöpfen zu können. Die Beurteilung eines Kindes dauert ca. 24 min. dauern. Durch statistische Belange brauche ich min. 45-90 Beurteiler, je nachdem wieviel Kinder eine Beurteiler/in vornimmt. Es wäre eine klasse, wenn Du/Sie mir dabei helfen könntest das zu realisieren.
    </td>
  </tr>
  <tr>
    <td>
      Wie funktioniert das?
    </td>
  </tr>
  <tr>
    <td>
      Hier finden Sie die jeweiligen Sprechproben der Kinder. <br><br>
      Hier finden Sie die jeweiligen Sprechproben der Kinder. <br><br>
      Um an dem Beurteilerverfahren teilnehmen zu können, müssen Sie sich zunächst als
    </td>
  </tr>
</table>
```

Quelltext von: <http://www.tangentialbuendel.de/Logopaedie/> - Mozilla Firefox

```
Daten Bearbeiten Ansicht Hilfe
Rechte ammen: WOHL WILDE NAME MAILNAME EINLAGE. WURDEN DIE
INITIALEN SCHON VON JEMAND Anderen ANGEGEBEN SEIN (SIEHE REFEREE-LISTE UNten), WÄHLEN SIE BITTE EINE ANDERE KURZE
BUCHSTABENFOLGE. VON DIESEN DATEN SIND <b>NUR</b> DIE INITIALEN <b>IN</b> DER REFEREE-LISTE
(SIEHE UNten) ÖFFENTLICH SICHTBAR. NAME UNd MAILADRESSE WERDEN LEDIGLICH WIR
BERECHNET. IHRE DATEN BLEIBEN SOMIT ANONYM. DARAUFHIN ERHALTEN SIE EIN
PASSWORT UM DEM SIE SICH DIE SPRECHPROBEN DER KINDER DURCH ANKLICKEN ANHören UND
BEURTEILEN KÖNNEN.
```

<br> <br> <br>

<h2> Hörproben und Dokumente </h2>
<br>

Hier finden Sie die jeweiligen Hörproben der Kinder. <br><br>

<a href="Kind01.html">Kind 1</a>	<a href="Kind02.html">Kind 2</a>	<a href="Kind03.html">Kind 3</a>	<a href="Kind04.html">Kind 4</a>	<a href="Kind05.html">Kind 5</a>	<a href="Kind06.html">Kind 6</a>	<a href="Kind07.html">Kind 7</a>
<a href="Kind08.html">Kind 8</a>	<a href="Kind09.html">Kind 9</a>	<a href="Kind10.html">Kind 10</a>	<a href="Kind11.html">Kind 11</a>	<a href="Kind12.html">Kind 12</a>	<a href="Kind13.html">Kind 13</a>	<a href="Kind14.html">Kind 14</a>
<a href="Kind15.html">Kind 15</a>	<a href="Kind16.html">Kind 16</a>	<a href="Kind17.html">Kind 17</a>	<a href="Kind18.html">Kind 18</a>	<a href="Kind19.html">Kind 19</a>	<a href="Kind20.html">Kind 20</a>	<a href="Kind21.html">Kind 21</a>
<a href="Kind22.html">Kind 22</a>	<a href="Kind23.html">Kind 23</a>	<a href="Kind24.html">Kind 24</a>	<a href="Kind25.html">Kind 25</a>	<a href="Kind26.html">Kind 26</a>	<a href="Kind27.html">Kind 27</a>	<a href="Kind28.html">Kind 28</a>

Start TechniCenter - [Anha... Anke Blech -- Logopa... Quelltext von: http://... Unbenannt - Open...

```
<? Quelltext von: http://www.tangentialbuendel.de/Logopaedie/ - Mozilla Firefox
Datei Bearbeiten Ansicht Hilfe
<td><a href="Kind11.html">Kind 11</a></td>
<td><a href="Kind12.html">Kind 12</a></td>
<td><a href="Kind13.html">Kind 13</a></td>
<td><a href="Kind14.html">Kind 14</a></td>
</tr>
<tr>
<td><a href="Kind15.html">Kind 15</a></td>
<td><a href="Kind16.html">Kind 16</a></td>
<td><a href="Kind17.html">Kind 17</a></td>
<td><a href="Kind18.html">Kind 18</a></td>
<td><a href="Kind19.html">Kind 19</a></td>
<td><a href="Kind20.html">Kind 20</a></td>
<td><a href="Kind21.html">Kind 21</a></td>
</tr>
<tr>
<td><a href="Kind22.html">Kind 22</a></td>
<td><a href="Kind23.html">Kind 23</a></td>
<td><a href="Kind24.html">Kind 24</a></td>
<td><a href="Kind25.html">Kind 25</a></td>
<td><a href="Kind26.html">Kind 26</a></td>
<td><a href="Kind27.html">Kind 27</a></td>
<td><a href="Kind28.html">Kind 28</a></td>
</tr>
</table>

<br><br>
Dies ist das Antwort-Formular<br><br>
<a href="#">V_S_PW_randomisiert.doc als WinWord-Dokument</a> und
<a href="#">V_S_PW_randomisiert.pdf als pdf-Dokument</a>.
<br>
(Die pdf-Datei dient lediglich nur zur Verdeutlichung <br>
der Sprechweise durch die phonetische Schrift. <br>
Bitte nutzen Sie die doc-Datei füumlr Ihre Antwort.)
<br>

<br> <br>
<br>
<h2> <a href="#">register.html/cgi-bin/Logopaedie/listreferees.plönnen Sie mich gerne per E-Mail erreichen unter
<tt>logopaedie@tangentialbuendel.de</tt> </li>
<li> Diese Daten sind urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung, Weitergabe, weitere Verwendung, Verkauf etc. wird strafrechtlich verfolgt.
</ul>
</td>
</tr>
</table>
</center>
</body>
</html>
```

## Anhang B

## Ergebnisse

Tabelle B.1: Deskriptive Analyse der akustischen Parameter Frequenz (F), Steigung (St) und Kurvigkeit (K) des ersten Vokals (F1, F2) aller Probandengruppen

		F1			F2		
		F	St	K	F	St	K
<b>SP Silben</b>							
MW (SD)	5,87 (1,73)	-1,42 (8,92)	-92,39 (176,6)	12,76 (2,22)	2,72 (10,50)		11,95 (141,64)
Md (Max-Min)	5,34 (10,73-2,75)	-1,51 (65,44 (-46,21))	-56,14 (1075,88-(-2240))	13,06 (16,49-7,43)	1,06 (52,39-(-53,06))	-4,98 (1289,35-(-867,53))	
<b>PhS Silben</b>	F	St	K	F	St		K
MW (SD)	5,92 (1,70)	-2,8 (9,83)	-104,06 (197,14)	12,69 (2,33)	2,98 (11,72)		22,28 (251,99)
Md (Max-Min)	5,41 (10,36-2,82)	-2,29 (41,61-(-62,92))	-71,13 (754,45-(-2113,16))	13,01 (16,64-6,21)	1,1 (85,1-(-55,86))	-5,52 (5952,34-(-938,33))	
<b>KS Silben</b>	F	St	K	F	St		K
MW (SD)	5,98 (1,54)	-3,08 (9,42)	-101,55 (219,41)	12,46 (2,38)	5,03 (15,1)		16,07 (234,63)
Md (Max-Min)	5,45 (10,59-3,18)	-2,24 (47,11-(-62,87))	-57,15 (2920,29-(-2328,56))	12,47 (16,81-5,94)	2,31 (102,89-(-82,48))	-12,54 (1316,18-2168,20))	
<b>SP Wörter</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	6,36 (1,81)	-2,82 (12,03)	-102,7 (199,8)	12,5 (2,12)	1,88 (12,34)		25,99 (180,06)
Md (Max-Min)	6,18 (10,77-2,86)	-1,8 (35,01-(-61,74))	-47,34 (1250,51-(-610,49))	12,66 (16,27-6,88)	1,05 (61,11-(-58,66))	4,93 (1502,50-(-2054,28))	
<b>PhS Wörter</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	6,23 (1,74)	-3,38 (11,93)	-102,88 (230,99)	12,34 (2,17)	1,96 (11,54)		27,71 (170,01)
Md (Max-Min)	6,12 (11,08-2,17)	-1,88 (51,06-(-110,57))	-57,13 (949,36-(-4718,98))	12,52 (17,12-5,92)	1,96 (55,71-(-38,56))	3,21 (2677,46-(-672,48))	
<b>KS Wörter</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	6,09 (1,6)	-3,61 (12,97)	-109,64 (259,74)	12,23 (2,27)	2,16 (15,3)		33,86 (256,38)
Md (Max-Min)	5,96 (11,34-2,95)	-1,6 (76,48-(-108,55))	-58,26 (1089,04-(-4835,28))	12,34 (16,93-6,14)	1,48 (91,99-51,03))	2,44 (3297,40-(-1794,58))	
<b>SP PW</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	5,69 (1,51)	-2,51 (13,7)	-82,41 (544,39)	12,37 (2,17)	3,65 (13,47)		47,01 (227,38)
Md (Max-Min)	5,36 (11-2,91)	-2,98 (179,52-(-48,39))	-70,25 (9174,27-(3536,72))	12,38 (16,28-5,44)	2,37 (65,49-(-54,82))	13,8 (1945,6-(-731,09))	
<b>PhS PW</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	5,69 (1,63)	-4,38 (10,79)	-116,79 (214)	12,38 (2,15)	4,59 (14,71)		16,84 (225,12)
Md (Max-Min)	5,21 (10,90-2,58)	-3,14 (40,29-(-67,33))	-73,56 (885,91-(-1193,05))	12,47 (16,26-5,58)	2,44 (74,57-51,84)	5,67 (2039,69-(-670,07))	
<b>KS PW</b>	F	St	K	F	St		K
Vok1							
MW (SD)	5,69 (1,41)	-4,17 (14,43)	-88,32 (463,81)	12,22 (2,3)	4,35 (15,98)		70,8 (369,71)
Md (Max-Min)	5,33 (10,86-2,92)	-3,11 (100,12-(-106,05))	-51,51 (5637,01-(-3227,64))	12,23 (16,87-6,14)	2,64 (68,68-(-53,58))	22,66 (3189,01-(-1717,29))	

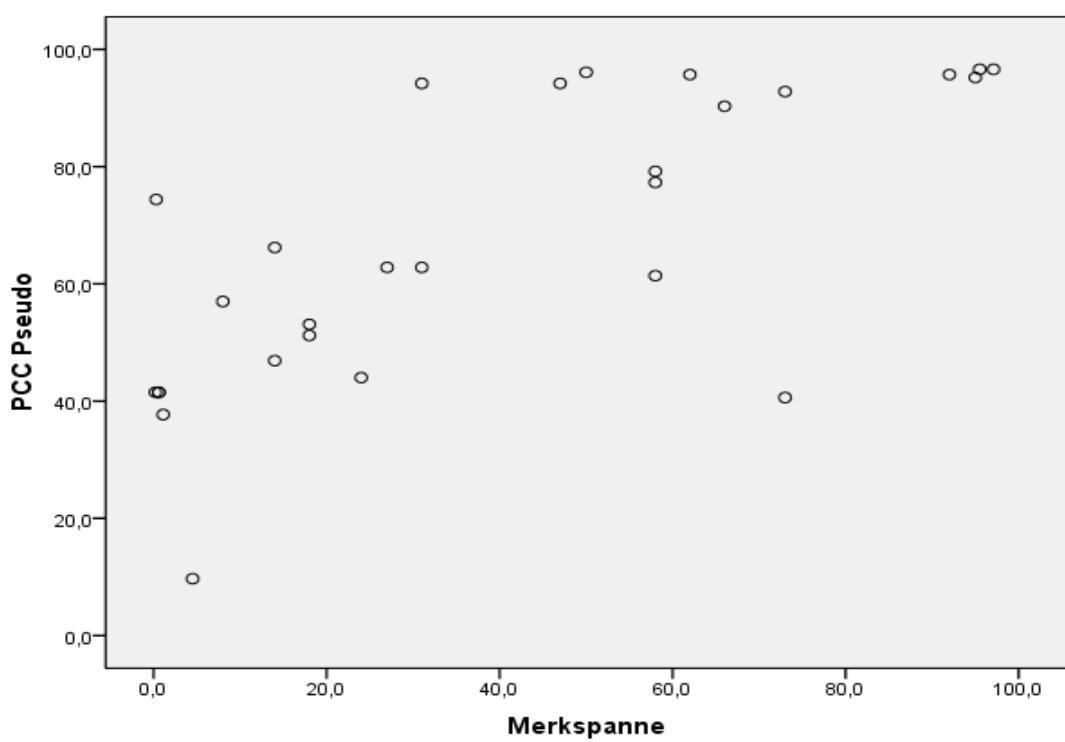


Abbildung B.1: Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Pseudowörtern

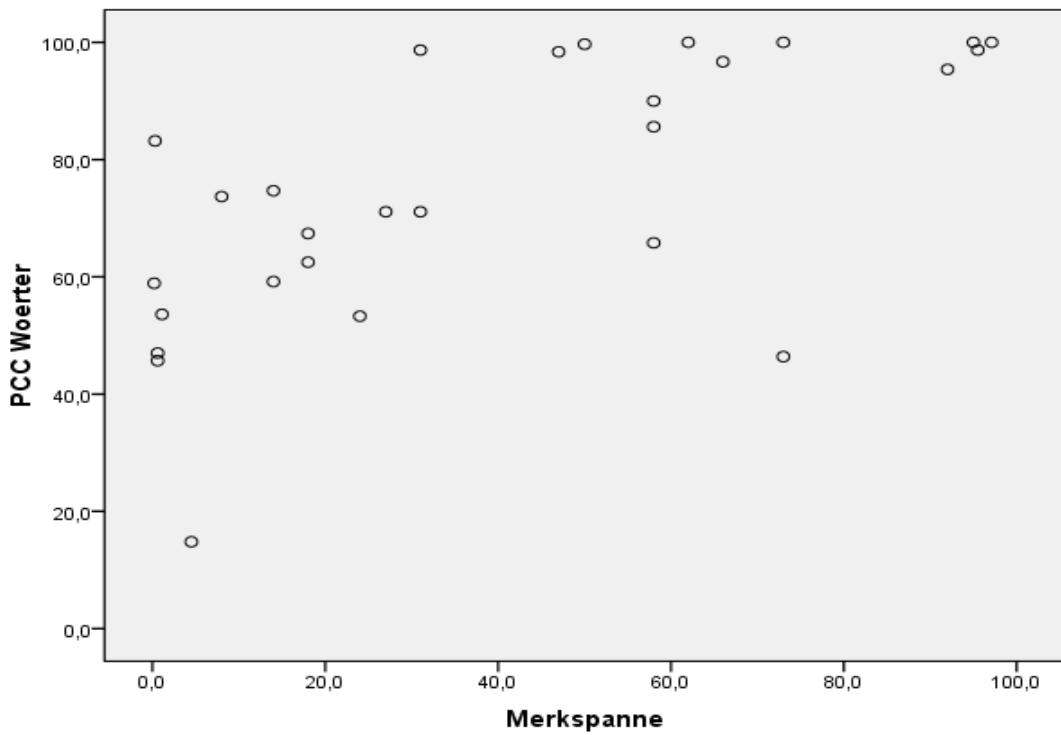


Abbildung B.2: Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Wörtern

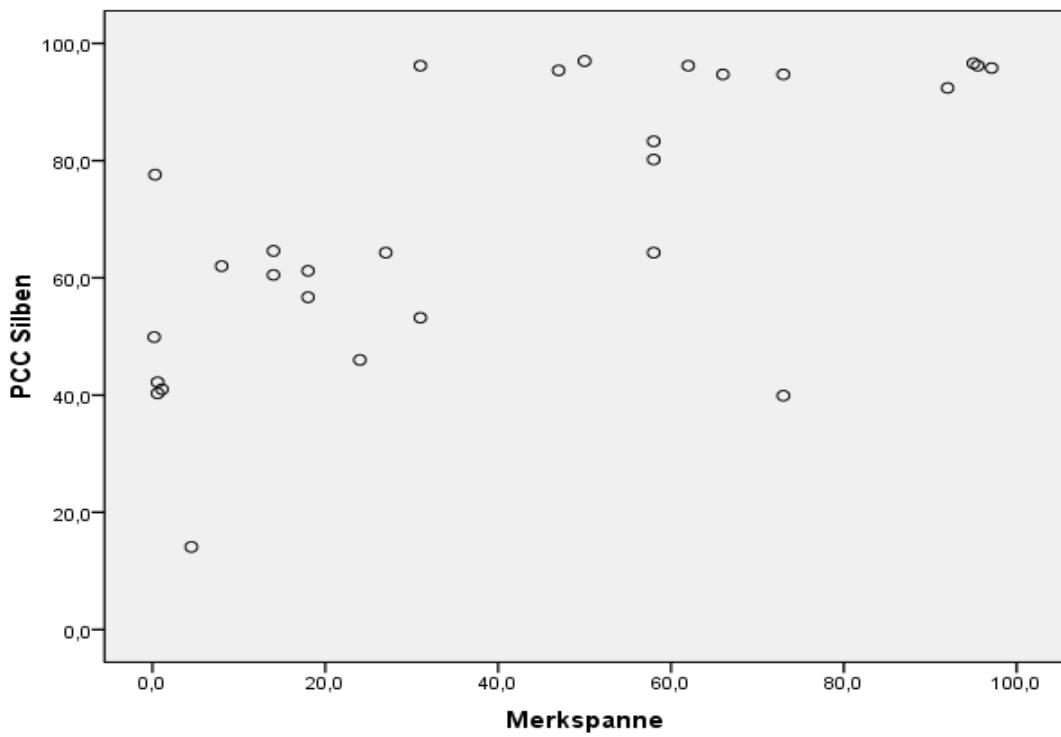


Abbildung B.3: Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCC in Silben

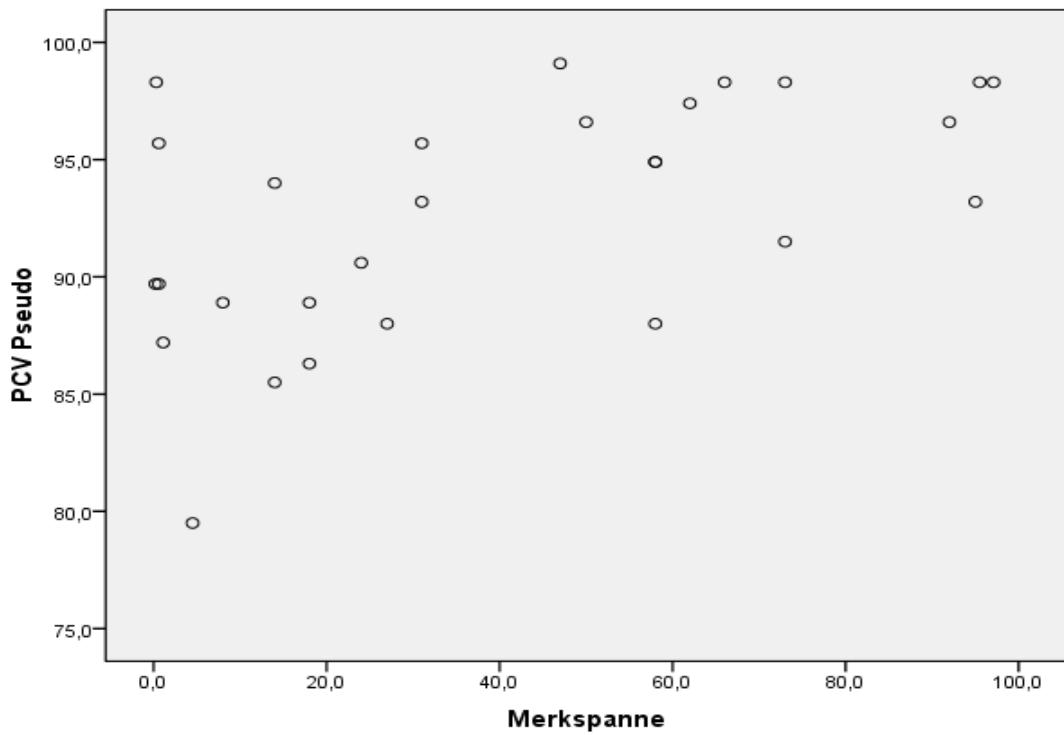


Abbildung B.4: Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCV in Pseudowörtern

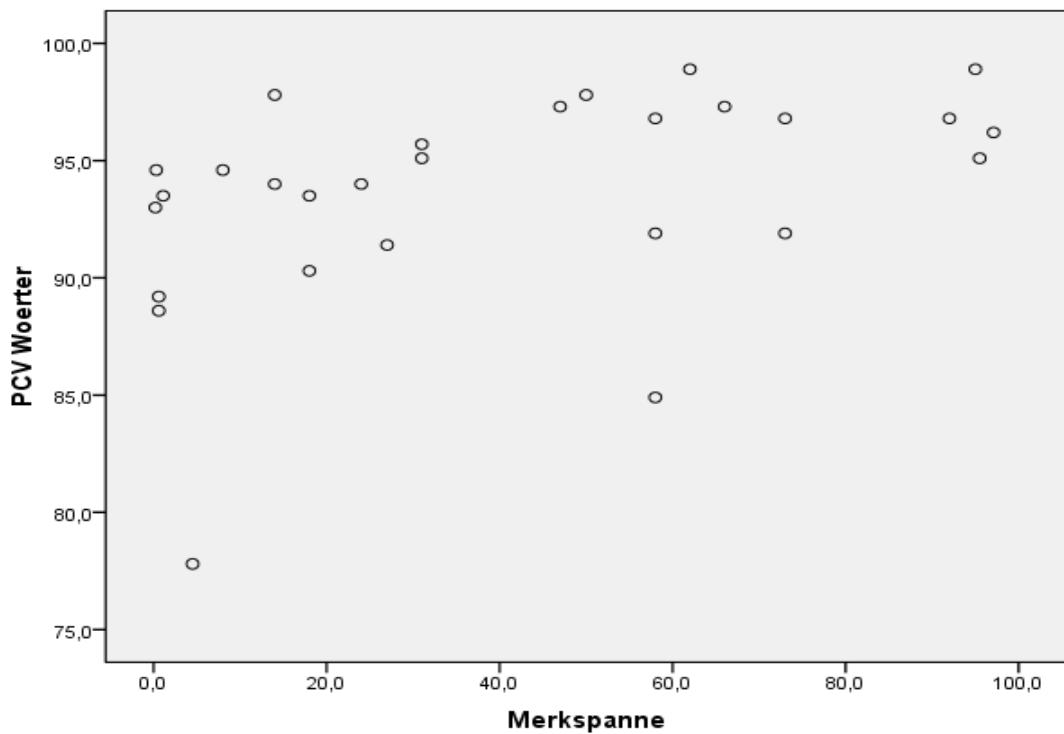
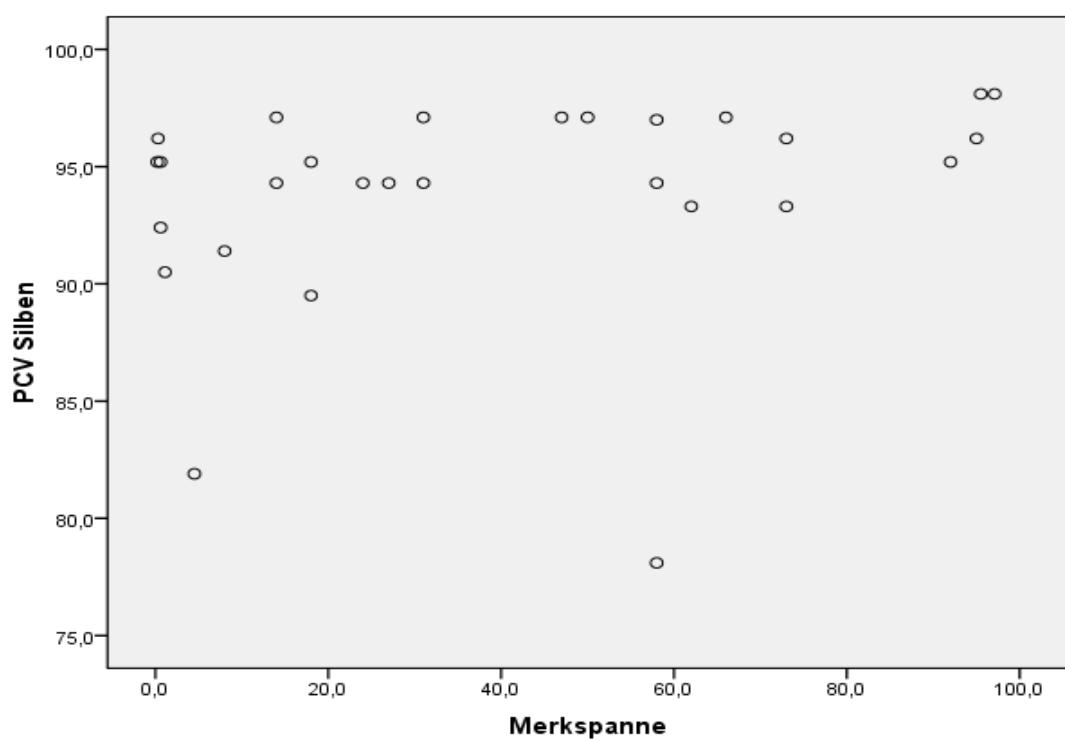


Abbildung B.5: Streudiagramm der Korrelation zwischen der auditiven Merkspanne und des PCV in Wörtern



# Literaturverzeichnis

- [AN82] ARAM, D.M. ; NATION, J.E.: *Child Language Disorders*. St. Louis MO : CV Mosby, 1982
- [Ang77] ANGERMAIER, M.J.W.: *Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET)*. Weinheim : Beltz Test, 1977
- [ASH07] ASHA, Ad Hoc Committee on Apraxia of Speech in C.: Childhood Apraxia of Speech [Position Statement] / American Speech-Language-Hearing Association. 2007. – Forschungsbericht
- [Ass05] ASSOCIATION, Corporate Author The International P. *International Phonetic Alphabet*. <http://2.arts.gla.ac.uk/IPA/ipachart.html>. 2005
- [Bad00] BADDELEY, A.: The episodic buffer: A new component of the working memory? In: *Trends in Cognitive Sciences* 4 (2000), Nr. 11, S. 417–422
- [Bad03] BADDELEY, A.: Working memory: Looking back and looking forward. In: *Nature Reviews Neuroscience* 4 (2003), S. 829–839
- [Bak06] BAKER, E.: Management of speech impairment in children: The journey so far and the road ahead. In: *Advances in Speech-Language Pathology* 8 (2006), Nr. 3, S. 156–163
- [BCMP01] BAKER, E. ; CROOT, K. ; MCLEOD, S. ; PAUL, R.: Psycholinguistic Models of Speech Development and their Application to Clinical Practice. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 44 (2001), S. 685–702
- [BD04] BROOOMBFIELD, J. ; DODD, B.: The nature of referred subtypes of primary speech disability. In: *Child Language and Therapy* 20 (2004), Nr. 2, S. 135–151

- [BDSK98] BRUNNER, M. ; DIERKS, A. ; SEIBERT, A. ; KÖRKEL, B.: *Heidelberger Lautdifferenzierungstest (H-LAD)*. Wertingen : Westra Elektroakustik, 1998
- [Böh03] BÖHME, G.: *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 1: Klinik*. München, Jena : Urban und Fischer Verlag, 2003
- [BH06] BULHELLER, S. ; HÄCKER, H.: *Coloured Progressive Matrices*. Weinheim : Beltz Test, 2006
- [Büh08] BÜHL, A.: *SPSS 16 - Einführung in die moderne Datenanalyse*. Pearson Studium, 2008
- [Bis89] BISHOP, D.V.M.: *TROG*. University of Manchester, Manchester : D.V.M. Bishop, 1989
- [Bla01] BLAKELEY, R. W. *Screening Test for Developmental Apraxia of Speech*. 2001
- [Ble06] BLECH, A.: *Akustische und perzeptive Vokalanalysen bei Kindern mit Verdacht auf eine verbale Entwicklungsapraxie*, RWTH Aachen, Diplomarbeit, 2006
- [BM04] BALASUBRAMANIAN, V. ; MAX, L.: Crossed apraxia of speech: A case report. In: *Brain and Cognition* 55 (2004), S. 240–246
- [Bor05] BORTZ, J.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg : Springer Verlag, 2005
- [BPG95] BAAYEN, R. ; PIEPENBROCK, R. ; GULIKERS, L. *The CELEX lexical database (CD-Rom)*. 1995
- [BSG05] BETZ, S.K. ; STOEL-GAMMON, C.: Measuring articulatory consistency in children with developmental apraxia of speech. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 19 (2005), Nr. 1, S. 53–66
- [BSS80] BECKER, P. ; SCHALLER, S. ; SCHMIDTKE, A.: *Coloured Progressive Matrices*. Weinheim : Beltz Test, 1980
- [BW95] BOERSMA, P. ; WEENINK, D. *Praat*. <http://www.praat.org>. 1995
- [CE08] COADY, J.A. ; EVANS, J.L.: Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI).

- In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 43 (2008), Nr. 1, S. 1–40
- [Cra93] CRARY, M.: *Developmental Motor Speech Disorders*. San Diego : Singular Publishing, 1993
- [CRB01] CONTI-RAMSDEN, G. ; BOTTING, N.: Psycholinguistic Markers for specific language impairment (SLI. In: *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 42 (2001), Nr. 6, S. 741–748
- [CS99] CARUSO, A.J. ; STRAND, E.A.: *Clinical Management of Motor Speech Disorders in Children*. New York : Thieme, 1999
- [Dan99] DANNENBAUER, F.M.: Auf der Suche nach der verbalen Entwicklungsdysspraxie. In: *Die Sprachheilarbeit* (1999), Nr. 3, S. 136–150
- [DEFGB<sup>+</sup>93] VAN DEURSE ERLINGS, M. ; FRERIKS, A. ; GOUDT-BAKKER, K. ; VAN DER MEULEN, Sj. ; DE VRIES, L.: *Dyspraxieprogramma*. Lisse : Swets und Zeitlinger, 1993
- [DJM98] DAVIS, B. ; JAKIELSKI, K. ; MARQUARDT, T.: Developmental apraxia of speech: determiners of differential diagnosis. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 12 (1998), Nr. 1, S. 25–45
- [DJM04] DAVIS, B. ; JACKS, A. ; MARQUARDT, T.: Vowel patterns in developmental apraxia of speech: three longitudinal case studies. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 18 (2004), Nr. 00, S. 1–28
- [DO04] DRONKERS, N. ; OGAR, J.: Brain areas involved in speech production. In: *Brain* 127 (2004), Nr. 7, S. 1461–1462
- [F<sup>+</sup>06] FEUK, L. [u. a.]: Absence of Paternally Inherited FOXP2 Gene in Developmental verbal dyspraxia. In: *The American Journal of Human Genetics* 79 (2006), S. 965–972
- [FD01] FOX, A.V. ; DODD, B.: Phonologically disordered German-speaking children. In: *American Journal of Speech-Language Pathology* 10 (2001), S. 291–307

- [FDH02] FOX, A.V. ; DODD, B. ; HOWARD, D.: Risk factors for speech disorders in children. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 37 (2002), Nr. 2, S. 117–131
- [Fel02] FELSENFELD, S.: Finding susceptibility genes for developmental disorders of speech: the long and winding road. In: *Journal of Communication Disorders* 35 (2002), S. 329–345
- [For03] FORREST, K.: Diagnostic Criteria of Developmental Apraxia of Speech Used by Clinical Speech-Language Pathologists. In: *American Journal of Speech-Language Pathology* (2003), S. 376–380
- [Fox02] FOX, A.V.: *PLAKSS-Psycholinguistische Analyse kindlicher Sprechstörungen*. Frankfurt : SWETS-Test Services, 2002
- [Fox04] FOX, A.: *Kindliche Aussprachestörungen*. Idstein : Schulz-Kirchner Verlag, 2004
- [Fox06] FOX, A.V.: *TROG-D: Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses*. Idstein : Schulz - Kirchner Verlag, 2006
- [FVKW<sup>+</sup>98] FISHER, S.E. ; VARGHA-KHADEM, F. ; WATKINS, K. ; MONACO, A.P. ; PEMBREY, M.E.: Localisation of a gene implicated in severe speech and language disorder. In: *Nature Genetics* 18 (1998), S. 168–170
- [GGT06] GUENTHER, F.H. ; GHOSH, S.S. ; TOURVILLE, J.A.: Neural modelling and imaging of the cortical interactions underlying syllable production. In: *Brain and Language* 96 (2006), S. 280–301
- [GHJ98] GUENTHER, F.H. ; HAMPSON, M. ; JOHNSON, D.: A Theoretical Investigation of Reference Frames for the Planning of Speech Movements. In: *Psychological Review* 105 (1998), Nr. 4, S. 611–633
- [Gie98] GIERUT, J.A.: Treatment efficacy: Functional phonological disorders in children. In: *Journal of Speech, Language and Hearing Research* (1998), S. 85–100
- [GM08] GADEMANN, M. ; MILLER, N.: Reliability of speech diadochokinetic test measurement. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 43 (2008), Nr. 1, S. 41–54

- [GS91] GRIMM, H. ; SCHÖLER, H.: *Heidelberger Sprachentwicklungs test (H-S-E-T)*. Bern : Hans Huber Verlag, 1991
- [HCD07] HOLM, A. ; CROSBIE, S. ; DODD, B.: Differentiating normal variability from inconsistency in children's speech: normative data. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 42 (2007), Nr. 4, S. 467–486
- [Hei08] HEIDLER, M.-D.: Aufmerksamkeit und Sprachverarbeitung. In: *Sprache Stimme Gehör* 32 (2008), S. 74–85
- [HG03] HASSELHORN, M. ; GRUBE, D.: Das Arbeitsgedächtnis: Funktionsweise, Entwicklung und die Bedeutung für kognitive Leistungstörungen. In: *Sprache Stimme Gehör* 27 (2003), S. 31–37
- [HHSL08] HIGHMAN, C. ; HENNESSY, N. ; SHERWOOD, M. ; LEITAO, S.: Retrospective parent report of early vocal behaviours in children with suspected Childhood Apraxia of Speech (sCAS). In: *Child Language Teaching and Therapy* 24 (2008), Nr. 3, S. 285–306
- [HK07] HAYES, A.F. ; KIPPENDORFF, K.: Answering the Call for a Standard Reliability Measure for Coding Data. In: *Communication Methods and Measures* 1 (2007), Nr. 1, S. 77–89
- [Hod98] HODGE, M.: Assessment of children with developmental dyspraxia of speech. In Patricia McCabe, Features of developmental dyspraxia in the general speech-impaired population? In: *Clinical Linguistics and Phonetics* (1998)
- [HSG04] HOSOM, J.P. ; SHRIBERG, L. ; GREEN, J.R.: Diagnostic Assessment of Childhood Apraxia of Speech using Automatic Speech Recognition (ASR) Methods. In: *Journal of Medical Speech-Language Pathology* 12 (2004), Nr. 4, S. 167–171
- [HW02] HACKER, D. ; WILGERMEIN, H.: *AVAK - Aussprachetestverfahren mit Auswertung für Kinder*. Göttingen : Hogrefe Verlag, 2002
- [JMB08] JOHNSON, D.L. ; MCCORMICK, D.P. ; BALDWIN, C.D.: Early middle ear effusion and language at age seven. In: *Journal of Communication Disorders* 41 (2008), S. 20–32

- [JMD06] JACKS, A. ; MARQUARDT, T.P. ; DAVIS, B.L.: Consonant and syllable structure patterns in childhood apraxia of speech: Developmental change in three children. In: *Journal of Communication Disorders* 39 (2006), S. 424–441
- [JMMS02] JANSEN, J. ; MANNHAUPT, G. ; MARX, H. ; SKOWRONEK, H.: *BISC Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten*. Göttingen : Hogrefe Verlag, 2002
- [KKNR09] KRÖGER, B.J. ; KANNAMPUZHA, J. ; NEUSCHAEFER-RUBE, C.: Towards a Neurocomputational Model of Speech Production and Perception. In: *Speech Communication* 51 (2009), S. 793–809
- [KS02] KAUSCHKE, C. ; SIEGMÜLLER, J.: *Patholinguistische Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen*. München : Urban und Fischer Verlag, 2002
- [LBC<sup>+</sup>03] LIÈGEOIS, F. ; BALDEWEG, T. ; CONELLY, A. ; GADIAN, D.G. ; MISHKIN, M. ; VARGHA-KHADEM, F.: Language fMRI abnormalities associated with FOXP2 gene mutation. In: *Nature Neuroscience* 6 (2003), Nr. 11, S. 1230–1235
- [LBJ07] LAUER, N. ; BIRNER-JANUSCH, B.: *Sprechapraxie im Kindes- und Erwachsenenalter*. Stuttgart : Thieme, 2007
- [Lev89] LEVELT, W.J.M.: *Speaking. From Intention to articulation*. Cambridge : The MIT Press, 1989
- [LF97] LEWIS, B.A. ; FREEBAIRN, L.: Subgrouping children with familial phonologic disorders. In: *Journal of Communication Disorders* 30 (1997), S. 385–402
- [LRM99] LEVELT, W.J.M. ; ROELOFS, A. ; MEYER, A.S.: A theory of lexical access in speech production. In: *Behavioral and Brain Sciences* (1999), S. 1–75
- [LZB03] LIEPOLD, M. ; ZIEGLER, W. ; BRENDL, B.: *Hierarchische Wortlisten Ein Nachsprachtest für die Sprechapraxiediagnostik*. Dortmund : Verlag modernes lernen Borgmann KG, 2003
- [Maa02] MAASSEN, B.: Issues contrasting adult acquired versus developmental apraxia of speech. In: *Seminars in Speech and Language* 23 (2002), Nr. 4, S. 257–266

- [Maz06] MAZZONI, D. et. a. *Audacity*. <http://audacity.sourceforge.net>. 2006
- [MC98] MC CABE, P.: Features of developmental dyspraxia in the general speech-impaired population? In: *Clinical Linguistics and Phonetics* (1998)
- [MG06] MORIARTY, B.C. ; GILLON, G.T.: Phonological awareness intervention for children with childhood apraxia of speech. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 41 (2006), Nr. 6, S. 713–734
- [MGC03] MAASEN, B. ; GROENEN, P. ; CRUL, T.: Auditory and phonetic perception of vowels in children with apraxic speech disorders. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 17 (2003), Nr. 6, S. 447–467
- [MLH08] MC LEOD, S. ; HEWETT, S.R.: Variability in the production of words containing consonant clusters by typical 2- and 3-Year old children. In: *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 60 (2008), S. 163–172
- [MNGD09] MC NEILL, B.C. ; GILLON, G.T. ; DODD, B.: Phonological awareness and early reading development in childhood apraxia of speech. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 44 (2009), Nr. 2, S. 175–192
- [MNM01] MAASEN, B. ; NIJLAND, L. ; VAN DER MEULEN, S.: Coarticulation within and between syllables by children with developmental apraxia of speech. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 15 (2001), Nr. 1, S. 145–150
- [MSM93] MARION, M.J. ; SUSSMAN, H.M. ; MARQUARDT, T.P.: The perception and production of rhyme in normal and developmentally apraxic children. In: *Journal of Communication Disorders* 26 (1993), S. 129–160
- [MSSJ02] MARQUARDT, T.P. ; SUSSMAN, H.M. ; SNOW, T. ; JACKS, A.: The integrity of the syllable in developmental apraxia of speech. In: *Journal of Communication Disorders* 35 (2002), S. 31–49
- [MT93] MAASEN, B. ; THOONEN, G.: Kwantitatieve diagnostiek bij kinderen met verbale ontwikkelingsdyspraxie (VOD): analyse van consonantenfouten. In: *Stem-, Spraak- en Taalpathologie* (1993), Nr. 2, S. 107–121
- [NHBG05] NICKISCH, A. ; HEBER, D. ; BURGER-GARTNER, J.: *Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) bei Schulkindern*. Dortmund : Verlag modernes lernen, 2005

- [OSD<sup>+</sup>05] OGAR, J. ; SLAMA, H. ; DRONKERS, N. ; AMICI, S. ; GORNO-TEMPINI, M.L.: Apraxia of Speech: An overview. In: *Neurocase* 11 (2005), S. 427–432
- [Oza95] OZANNE, A.: The search for Developmental Verbal Dyspraxia (DVD). In: *The Differential Diagnosis and Treatment of Children with Speech Disorders*. London : Whurr, 1995, S. 91–109
- [PH91] POLLOCK, K. ; HALL, P.: An analysis of the vowel misarticulations of five children with developmental apraxia of speech. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 5 (1991), Nr. 3, S. 207–224
- [PLJ<sup>+</sup>08] POTTER, N.L. ; LAZARUS, J.-A.C. ; JOHNSON, J.M. ; STEINER, R.D. ; SHRIBERG, L.D.: Correlates of language impairment in children with galactosaemia. In: *Journal of Inherited Metabolic Disease* 31 (2008), Nr. 4, S. 524–532
- [PM95] POMPINO-MARSCHALL, B.: *Einführung in die Phonetik*. Berlin : de Gruyter, 1995
- [PSG08] PETER, B. ; STOEL-GAMMON, C.: Central timing deficits in subtypes of primary speech disorders. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 22 (2008), Nr. 3, S. 171–198
- [PSGR01] PETINOU, K. ; SCHWARTZ, R.G. ; GRAVEL, J.S. ; RAPHAEL, R.J.: A preliminary account of phonological and morphophonological perception in young children with and without otitis media. In: *International Journal of Language and Communication Disorders* 36 (2001), Nr. 1, S. 21–42
- [RBY99] ROBB, M.P. ; BLEILE, K.M. ; YEE, S.L.: A phonetic analysis of vowel errors during the course of treatment. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 13 (1999), Nr. 4, S. 309–321
- [RHO05] RVACHEW, S. ; HODGE, M. ; OHBERG, A.: Obtaining and Interpreting Maximum Performance Tasks from children: A Tutorial. In: *American Journal of Speech-Language Pathology and Audiology* 29 (2005), Nr. 4, S. 146–157
- [SAK97a] SHRIBERG, L.D. ; ARAM, D.M. ; KWIATKOWSKY, J.: Developmental Apraxia of Speech: I. Descriptive and Theoretical Perspectives. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* (1997), S. 273–285

- [SAK97b] SHRIBERG, L.D. ; ARAM, D.M. ; KWIATKOWSKY, J.: Developmental Apraxia of Speech: III. A Subtype Marked by Inappropriate Stress. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 12 (1997), Nr. 2, S. 313–337
- [SG04] SMITH, A. ; GOFFMAN, L.: Interaction of motor and language factors in the development of speech production. In: *Speech motor control in normal and disordered speech*. New York : Oxford University Press, 2004, S. 225–252
- [SMBL96] SCHILLER, N.O. ; MEYER, A.S ; BAAYEN, R.H. ; LEVELT, W.J.M.: A comparison of Lexeme and Speech Syllables in Dutch. In: *Journal of Quantitative Linguistics* 3 (1996), Nr. 1, S. 8–28
- [SMCD94] SMITH, B. ; MARQUARDT, T.P. ; CANNITO, M.P. ; DAVIS, B.L.: *Vowel variability in developmental apraxia of speech*. In *J.A. Till, K.M. Yorkston and D.R. Beukelman (Eds.), Motor Speech Disorders: Advances in assessment and treatment*. Baltimore, MD : Paul H. Brookes Publishing Co., 1994
- [Sta92] STACKHOUSE, J.: Developmental verbal dyspraxia I: A review and critique. In: *European Journal of Disorders of Communication* (1992), S. 19–34
- [SW97] STACKHOUSE, J. ; WELLS, B.: *Children's Speech and Literacy Difficulties*. London : Whurr Publishers, 1997
- [TMGS99] THOONEN, G. ; MAASSEN, B. ; GABREELS, F. ; SCHREUDER, R.: Validity of maximum performance tasks to diagnose motor speech disorders in children. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 13 (1999), Nr. 1, S. 1–23
- [VKWA<sup>+</sup>95] VARGHA-KHADEM, F. ; WATKINS, K. ; ALCOCK, K. ; FLETCHER, P. ; PASSINGHAM, R.: Praxic and nonverbal cognitive deficits in a large family with a genetically transmitted speech and language disorder. In: *Proceedings of the National Academy of Science USA* 92 (1995), S. 930–933
- [VS94] VELLEMAN, S.L. ; STRAND, K.: *Developmental Verbal Dyspraxia in: Child Phonology: Characteristics, Assessment and Intervention with special Populations*. New York : Thieme, 1994
- [VSW05] VANCE, M. ; STACKHOUSE, J. ; WELLS, B.: Speech-production skills in children aged 3-7 years. In: *International Journal of Language and Com-*

- munication Disorders* 40 (2005), January-March, Nr. 1, S. 29–48
- [Wag99] WAGNER, I.: *LOGO-Ausspracheprüfung*. Wildeshausen : Verlag für Sprachtherapie GbR, 1999
- [WC02] WIRTZ, M. ; CASPAR, F.: *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen : Hogrefe, 2002
- [WP93] WALTON, J. ; POLLOCK, K.: Acoustic validation of vowel error patterns in developmental apraxia of speech. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 7 (1993), Nr. 2, S. 95–111
- [WR92] WATERS, G. S. ; ROCHON, E.: The role of high level speech planning in rehearsal: Evidence from patients with Apraxia of Speech. In: *Journal of Memory and Language* 31 (1992), S. 54–73
- [WSA05] WERTZNER, H.F. ; SOTELO, M.B. ; AMARO, L.: Analysis of distortions in children with and without phonological disorders. In: *Clinics* 60 (2005), Nr. 2, S. 93–102
- [WZ05] WEINRICH, M. ; ZEHNER, G.: *Phonetische und phonologische Störungen bei Kindern: Dyslalietherapie in Bewegung*. Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2005
- [Z<sup>+</sup>06] ZEESMAN, S. [u. a.]: Speech and Language Impairment and Oromotor Dyspraxia Due to Deletion of 7q31 That Involves FOXP2. In: *American Journal of Medical Genetics* 140A (2006), S. 509–514
- [ZM04] ZIEGLER, W. ; MAASSEN, B.: The role of the syllable in disorders of spoken language production. In: *Speech motor control in normal and disordered speech*. New York : Oxford University Press, 2004, S. 415–447

# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei einer Reihe von Menschen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit entscheidend beigetragen haben. Beginnen möchte ich mit einem besonderen Dank an meinen Doktorvater Prof. Dr. B.J. Kröger für seine selbstverständliche Bereitschaft meine Dissertation zu betreuen. Ich möchte mich für seine geduldige und intensive Betreuung bedanken. Für meine Fragen und insgesamt für seine Betreuung nahm sich Prof. Dr. Kröger stets spontan Zeit, so dass ich auch das ein oder andere Mal schnell Fragen klären konnte. Durch sein Wissen auf dem Gebiet der akustischen bzw. klinischen Phonetik, durch seine Skriptprogrammierung und durch seine Anregungen konnte ich erneut ein objektives Analyseverfahren in meiner Studie verwenden. Für die Bereitstellung des spannenden Analyseverfahrens und die Hilfestellung hierzu danke ich ihm vielmals. Darüber hinaus half mir Prof. Dr. Kröger intensiv mit Ratschlägen beim Verschriftlichen von Veröffentlichungen und nicht zuletzt bei der vorliegenden Dissertation. Vielen Dank auch hierfür.

Ein großes Dankeschön möchte ich Prof. Dr. K. Willmes-von Hinckeldey aussprechen, der mich methodisch und statistisch intensiv beriet und mir sehr wertvolle Anregungen und Kommentare bezüglich des Schreibprozesses gab. Auch er unterstützte mich mit spontanen Terminen, Telefonberatungen und hatte immer eine Lösung parat.

Darüber hinaus möchte ich mich bei Frau Dr. Springer und bei Frau Dr. Lowit für die anfänglichen Anregungen und Diskussionen rund um die Thematik der Arbeit bedanken. Hierdurch konnte ich meine Vorgehensweise konkretisieren und die Arbeit auf den Weg bringen.

Bei der Durchführung der online-Bewertung der Beurteiler aus der perzeptiven Analyse half mir Manfred Niesert, in dem er mir seine Homepage zur Verfügung stellte und die HTML-Programmierung vornahm. Hierfür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Mein herzlicher Dank geht an Juliane Mühlhaus, Karin Berendes, an meinen Verlobten und an meine Familie, die mir nicht nur mit dem Korrekturlesen beiseite standen, sondern mich auch persönlich immer wieder unterstützten und auffingen.

Diese Studie wäre nicht möglich gewesen ohne die Mitarbeit der Kinder, ihrer Eltern und die der behandelnden Therapeuten, die sich engagiert für die Studie eingesetzt haben. Hier sei insbesondere Frau Becker-Redding aus Bochum und Frau Pitzke aus Kleinenbroich genannt, denen ich für ihr Engagement und ihre Unterstützung danke.

Abschließend möchte ich ein großes Dankeschön an die Graduiertenförderung der RWTH Aachen richten, die mich über die Forschungszeit hinweg finanziert und meine Dissertation überhaupt ermöglicht hat.

**Erklärung § 5 Abs. 1 zur Datenaufbewahrung**

Hiermit erkläre ich, dass die dieser Dissertation zu Grunde liegenden Originaldaten bei mir, Anke Blech, Hutweide 17, 91054 Buckenhof, hinterlegt sind.