

*Quantitative Charakterisierung
akustischer und phonetischer
Eigenschaften kanonischer Babblers von
gesunden Kindern mit deutscher
Umgebungssprache*

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Fakultät für Humanwissenschaften
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von
Sandra Pachtner
aus Prichsenstadt

Würzburg, 2016

Erstgutachter: Prof. Dr. D. Hansen

Zweitgutachterin: Prof. Dr. K. Wermke

Tag des Kolloquiums: 12.01.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	15
2	Anatomische und physiologische Reifungsprozesse und ihre Bedeutung für die frühe Vokalisationsentwicklung	19
2.1	Wesentliche Aspekte der anatomisch-physiologischen Reifung des Sprechapparats während der vorsprachlichen Erwerbsphase.....	20
2.1.1	Reifung des Respirationssystems	20
2.1.2	Reifung des Larynx	21
2.1.3	Reifung des Vokaltrakts	23
2.1.4	Implikationen für die Vokalisationsentwicklung	25
2.2	Relevante Aspekte der neurophysiologischen Reifung während der vorsprachlichen Erwerbsphase	28
2.2.1	Aktuelle Erkenntnisse zur Reifung des zentralen Nervensystems (ZNS)	28
2.2.2	Modelle zur Reifung des ZNS im Kontext der frühen Vokalisationsentwicklung.....	31
3	Die Entwicklung perzeptiver und produktiver Fähigkeiten während der vorsprachlichen Erwerbsphase	34
3.1	Die perzeptiven Fähigkeiten des Säuglings im ersten Lebensjahr	34
3.2	Die produktiven Fähigkeiten des Säuglings im ersten Lebensjahr	39
3.2.1	Die präkanonische Phase – charakteristische Vokalisationen im ersten Lebenshalbjahr	41
3.2.1.1	Der Säuglingsschrei – der Beginn der produktiven Entwicklung	41
3.2.1.2	Komfort-Vokalisationen – von Quasivokalen zum marginalen Babbeln.....	43
3.2.2	Die kanonische Babbelphase – das Auftreten reifer Silben	45
3.2.2.1	Prosodische Eigenschaften kanonischer Babbler	46
3.2.2.2	Phoninventar im kanonischen Babbeln	49
3.2.2.3	Strukturelle Organisation kanonischer Babbler auf Silben- und Vokalisationsebene.....	51

3.2.3	Die integrative Phase - Kontinuität am Übergang vom Babbeln zur Wortproduktion.....	54
4	Methodologie	56
4.1	Überlegungen zu Definition und Auswahl kanonischer Babblers.....	57
4.2	Überlegungen zur Beschreibung der Eigenschaften von kanonischen Babblern	59
4.3	Überlegungen zum Studiendesign und zur Datenerhebung	63
4.4	Überlegungen zur Datenanalyse und -auswertung.....	65
5	Material und Methode	68
5.1	Studiendesign	68
5.2	Probanden.....	69
5.3	Datenerhebung.....	70
5.4	Datenaufbereitung	71
5.5	Spezifische Datenanalyse	72
5.5.1	Auswahl und Anzahl der untersuchten kanonischen Babblers	72
5.5.2	Annotation und Transkription	76
5.5.3	Akustische Analyse	78
5.6	Statistische Auswertung	81
6	Ergebnisse	83
6.1	Quantitative Analyse von Messgrößen der laryngealen Aktivität.....	83
6.1.1	Mittlere Grundfrequenz (mittlere F_0)	84
6.1.1.1	Vokalisationsbasierte Auswertung der mittleren F_0	84
6.1.1.2	Kindbasierte Auswertung der mittleren F_0	88
6.1.2	Dynamikbereich der Grundfrequenz (F_0 -Range)	90
6.1.2.1	Vokalisationsbasierte Auswertung des F_0 -Ranges	90
6.1.2.2	Kindbasierte Auswertung des F_0 -Ranges	94
6.2	Quantitative Analyse von Kenngrößen der zeitlichen Organisation.....	96
6.2.1	Vokalisationslänge	96
6.2.1.1	Vokalisationsbasierte Auswertung der Vokalisationslänge	96
6.2.1.2	Kindbasierte Auswertung der Vokalisationslänge	103
6.2.2	Länge der vokalischen Elemente.....	105
6.2.2.1	Elementbasierte Auswertung der Vokallänge	105
6.2.2.2	Kindbasierte Auswertung der Vokallänge.....	112

6.3	Untersuchung des artikulatorischen Explorationsverhaltens im kanonischen Babbeln – Beschreibung der konsonantischen Elemente.....	116
6.3.1	Analyse der Artikulationszone.....	116
6.3.1.1	Konsonantbasierte Auswertung der Artikulationszone.....	116
6.3.1.2	Kindbasierte Auswertung der Artikulationszone.....	119
6.3.2	Analyse der Artikulationsart.....	122
6.3.2.1	Konsonantbasierte Auswertung der Artikulationsart.....	122
6.3.2.2	Kindbasierte Auswertung der Artikulationsart.....	125
6.3.3	Analyse der Kombination von Artikulationszone und Artikulationsart.....	129
6.3.3.1	Elementbasierte Auswertung.....	129
6.3.3.2	Kindbasierte Auswertung.....	131
6.4	Untersuchung struktureller Eigenschaften von kanonischen Babblern.....	133
6.4.1	Analyse der Silbenanzahl.....	133
6.4.1.1	Vokalisationsbasierte Auswertung der Silbenanzahl.....	133
6.4.1.2	Kindbasierte Auswertung der Silbenanzahl.....	136
6.4.2	Analyse der Silbenstruktur.....	139
6.4.2.1	Auswertung der Silbenstruktur im Gesamtkorpus.....	139
6.4.2.2	Kindbasierte Auswertung der Silbenstruktur.....	142
6.4.3	Vokalisationsstruktur – Kombination verschiedener Silbenstruktur- muster auf Vokalisationsebene.....	145
6.4.3.1	Vokalisationsbasierte Auswertung.....	145
6.4.3.2	Kindbasierte Auswertung.....	154
7	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse.....	157
7.1	Grundfrequenzeigenschaften kanonischer Babblers.....	157
7.2	Ausgewählte Aspekte der zeitlichen Organisation von kanonischen Babblern.....	162
7.2.1	Untersuchung der Dauer (Vokalisationslänge) auf der Ebene einzelner kanonischer Babblers.....	162
7.2.2	Untersuchung zeitlicher Eigenschaften auf der Ebene von Vokalen.....	168
7.3	Analyse der Eigenschaften konsonantischer Elemente als Messgröße für das artikulatorische Explorationsverhalten im kanonischen Babbeln.....	171
7.4	Charakterisierung der strukturellen Eigenschaften kanonischer Babblers anhand der Konsonant-Vokal-Struktur und der Silbenanzahl.....	176

7.5 Zusammenfassende Überlegungen für weiterführende Untersuchungen auf dem Weg zur Identifizierung von Risikomarkern für Sprech- und Spracherwerbsstörungen	182
8 Zusammenfassung.....	184
Literatur	190
Anhang.....	213
Danksagung.....	233

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Breitbandspektrogramm für einen fünfsilbigen kanonischen Babbler.....	73
Abbildung 2:	Beispiel für das Analysefenster zur Annotation/Transkription kanonischer Babbler (Autorin: S.P.).....	76
Abbildung 3:	Schmalbandspektrogramm eines kanonischen Babblers ([mamamama]).....	80
Abbildung 4:	Histogramm zur Verteilung der mittleren F_0 im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler.....	85
Abbildung 5:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 differenziert nach Geschlecht	85
Abbildung 6:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 im Entwicklungsverlauf	87
Abbildung 7:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 differenziert nach Kind	89
Abbildung 8:	Histogramm zur Verteilung des F_0 -Ranges im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler.....	91
Abbildung 9:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F_0 -Ranges differenziert nach Geschlecht	91
Abbildung 10:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F_0 -Ranges im Entwicklungsverlauf	93
Abbildung 11:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F_0 -Ranges differenziert nach Kind	95
Abbildung 12:	Histogramm zur Verteilung der Vokalisationslänge im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler.....	97
Abbildung 13:	Streudiagramm der Vokalisationslänge der analysierten kanonischen Babbler (N = 4992) über die Silbenanzahl.....	98
Abbildung 14:	Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge differenziert nach Geschlecht.....	99

Abbildung 15: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf	101
Abbildung 16: Liniendiagramm zum Verhalten des Medians der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf.....	102
Abbildung 17: Liniendiagramm zur Veränderung der relativen Häufigkeit mehrsilbiger Babbellaute im Entwicklungsverlauf.....	102
Abbildung 18: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge differenziert nach Kind	104
Abbildung 19: Histogramm zur Verteilung der <i>absoluten Vokallänge</i> im Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente.....	107
Abbildung 20: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>absoluten Vokallänge</i> differenziert nach Geschlecht.....	107
Abbildung 21: Histogramm zur Verteilung der <i>mittleren Vokallänge</i> im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers	108
Abbildung 22: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>mittleren Vokallänge</i> differenziert nach Geschlecht.....	108
Abbildung 23: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>absoluten Vokallänge</i> im Entwicklungsverlauf	110
Abbildung 24: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>mittleren Vokallänge</i> im Entwicklungsverlauf	111
Abbildung 25: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>absoluten Vokallänge</i> differenziert nach Kind	114
Abbildung 26: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der <i>mittleren Vokallänge</i> differenziert nach Kind	115
Abbildung 27: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der drei Artikulationszonen im Gesamtkorpus der untersuchten konsonantischen Elemente (N = 11418).....	117
Abbildung 28: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit der drei Artikulationszonen im Entwicklungsverlauf.....	117
Abbildung 29: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der Kategorien des Parameters Artikulationszone nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)	120

Abbildung 30: Balkendiagramm zur relativen Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder (N = 11418)	121
Abbildung 31: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der Artikulationsarten	124
Abbildung 32: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Entwicklungsverlauf	124
Abbildung 33: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der Kategorien der Messgröße Artikulationsart nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)	127
Abbildung 34: Balkendiagramm zur relativen Auftrittshäufigkeit der Artikulationsarten im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder	127
Abbildung 35: Kreisdiagramm zum prozentualen Anteil der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art im Gesamtkorpus der analysierten konsonantischen Elemente	130
Abbildung 36: Balkendiagramm zum prozentualen Anteil der kanonischen Babblers mit einer Silbenanzahl zwischen 1 und 13 im Gesamtkorpus der analysierten Babblers	133
Abbildung 37: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers für die einzelnen Entwicklungsintervalle	135
Abbildung 38: Boxplot zu den Verteilungseigenschaften der Variable Silbenanzahl nach vorangehender Kindmittelung über die relative Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers in den Datenkorpora der einzelnen Kinder (N = 15)	137
Abbildung 39: Balkendiagramm zur Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	138
Abbildung 40: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Gesamtkorpus der analysierten Silben (N = 13379)	141
Abbildung 41: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der unterschiedlichen Silbenstrukturtypen im Entwicklungsverlauf	141

Abbildung 42: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der einzelnen Silbenstrukturtypen nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)	143
Abbildung 43: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen an den unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)	148
Abbildung 44: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen an den unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation für mehrsilbige kanonische Babblers (N = 2111)	148
Abbildung 45: Balkendiagramm zur Belegung der unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation durch verschiedene Silbenstrukturtypen für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)	149
Abbildung 46: Balkendiagramm zur Belegung der unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation durch verschiedene Silbenstrukturtypen für mehrsilbige kanonische Babblers (N = 2111)	149

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Stufen der vorsprachlichen Entwicklung nach Oller (2000), Stark (1980), Koopmans-van Beinum & van der Stelt (1986).....	40
Tabelle 2:	Anzahl der kanonischen Babblers pro Kind und Monat (chronologisches Alter).....	75
Tabelle 3:	Anzahl der kanonischen Babblers pro Kind und Monat ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase.....	75
Tabelle 4:	Lage- und Streuungsmaße der mittleren F_0 [Hz] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht.....	84
Tabelle 5:	Lage- und Streuungsmaße für die mittlere F_0 [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babblers.....	87
Tabelle 6:	Lage- und Streuungsmaße der mittleren F_0 [Hz] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder.....	89
Tabelle 7:	Lage- und Streuungsmaße des F_0 -Ranges [Hz] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht.....	90
Tabelle 8:	Lage- und Streuungsmaße für den F_0 -Range [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babblers.....	93
Tabelle 9:	Lage- und Streuungsmaße des F_0 -Ranges [Hz] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder.....	95
Tabelle 10:	Lage- und Streuungsmaße der Vokalisationslänge [ms] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht.....	96

Tabelle 11:	Lage- und Streuungsmaße für die Vokalisationslänge [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babblers	101
Tabelle 12:	Lage- und Streuungsmaße der Vokalisationslänge [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	104
Tabelle 13:	Lage- und Streuungsmaße der <i>absoluten Vokallänge</i> [ms] für den Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente und differenziert nach Geschlecht.....	106
Tabelle 14:	Lage- und Streuungsmaße der <i>mittleren Vokallänge</i> [ms] für den Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonische Babblers und differenziert nach Geschlecht.....	106
Tabelle 15:	Lage- und Streuungsmaße für die <i>absolute Vokallänge</i> [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der vokalischen Elemente.....	110
Tabelle 16:	Lage- und Streuungsmaße für die <i>mittlere Vokallänge</i> [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers (N = 3876).....	111
Tabelle 17:	Lage- und Streuungsmaße für die <i>Standardabweichung der Vokallänge</i> [ms] auf Vokalisationsebene für die einzelnen Entwicklungsintervalle und im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers (N = 3876).....	112
Tabelle 18:	Lage- und Streuungsmaße der <i>absoluten Vokallänge</i> [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	114
Tabelle 19:	Lage- und Streuungsmaße der <i>mittleren Vokallänge</i> [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	115
Tabelle 20:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Gesamtkorpus der konsonantischen Elemente sowie für die einzelnen Entwicklungsintervalle	118
Tabelle 21:	Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der drei Artikulationszonen nach vorangehender Kindmittelung	119

Tabelle 22:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder.....	121
Tabelle 23:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Gesamtkorpus der konsonantischen Elemente sowie für die einzelnen Entwicklungsintervalle.....	123
Tabelle 24:	Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der verschiedenen Artikulationsarten nach vorangehender Kindmittelung	126
Tabelle 25:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder	128
Tabelle 26:	Absolute und relative Häufigkeit der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und –art.....	130
Tabelle 27:	Absolute und relative Häufigkeit der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	132
Tabelle 28:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger Babbellaute für die einzelnen Entwicklungsintervalle.....	135
Tabelle 29:	Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der Silbenanzahl nach vorangehender Kindmittelung	137
Tabelle 30:	Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger Babblers im Datenkorpus der einzelnen Kinder.....	138
Tabelle 31:	Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit der unterschiedlichen Silbenstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase.....	140
Tabelle 32:	Deskriptive Statistik zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Silbenrepertoire der einzelnen Kinder.....	143

Tabelle 33:	Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Silbenrepertoire der einzelnen Kinder	143
Tabelle 34:	Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Silbenstrukturtyp und Position innerhalb der Vokalisation bei zweisilbigen kanonischen Babblern (N = 1765)	146
Tabelle 35:	Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Silbenstrukturtyp und Position innerhalb der Vokalisation bei mehrsilbigen kanonischen Babblern (N = 2111).....	146
Tabelle 36:	Absolute und relative Häufigkeit der beiden häufigsten Vokalisationsstrukturtypen für zwei- bis sechssilbige Babblers	150
Tabelle 37:	Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Vokalisationsstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)	152
Tabelle 38:	Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Vokalisationsstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase für dreisilbige kanonische Babblers (N = 974)	153
Tabelle 39:	Absolute und relative Häufigkeit der Strukturtypen auf Vokalisationsebene in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)	155
Tabelle 40:	Absolute und relative Häufigkeit der Strukturtypen auf Vokalisationsebene in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für dreisilbige kanonische Babblers (N = 974).....	156

1 Einleitung

Der Spracherwerb stellt eine der komplexesten Entwicklungsaufgaben der frühen Kindheit dar. Dennoch gelingt es den meisten Kindern offenbar mühelos, innerhalb kürzester Zeit die wichtigsten Regularitäten des komplexen muttersprachlichen Systems zu erwerben. Da die sprachlichen Fähigkeiten eine fundamentale Rolle für den Bildungserfolg spielen, wird einer möglichst frühzeitigen Unterstützung des Spracherwerbsprozesses in der (sprachheil-)pädagogischen Forschung und Praxis sehr große Bedeutung beigemessen. Allerdings wurde den frühesten Erwerbsphasen, insbesondere der Phase der vorsprachlichen Entwicklung, in diesem Zusammenhang lange Zeit wenig Beachtung geschenkt. Förderangebote sowie sprachheilpädagogische Verfahren zur Diagnostik und Therapie standen bis auf wenige Ausnahmen erst ab dem Kindergartenalter zur Verfügung.

In den vergangenen Jahren hat hier ein Umdenken eingesetzt. In Deutschland hat unter anderem der Ausbau des Betreuungsangebots für unter Dreijährige dazu beigetragen, dass auch die frühesten Erwerbsphasen seit einigen Jahren vermehrt in den Fokus der Aufmerksamkeit rücken. Die veränderte Betreuungssituation bietet die Möglichkeit, den Sprech- und Spracherwerb durch geschulte Fachkräfte frühzeitig im Krippenalltag zu unterstützen. In diesem Kontext wurden in den letzten Jahren erste Konzepte entwickelt und erprobt. Beispielhaft seien hier die vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend geförderten Projekte „Schwerpunkt-Kitas Sprache und Integration“¹ sowie „Sprachliche Bildung und Förderung von Kindern unter Drei“² genannt.

Neben einer generellen Unterstützung des Spracherwerbsprozesses im pädagogischen Alltag ist aus sprachheilpädagogischer Sicht insbesondere die Identifizierung und Förderung von Kindern mit besonderem Förderbedarf im sprachlichen Bereich von hoher Relevanz. Um einer Manifestierung sprachlicher Defizite entgegenzuwirken und

¹ <http://sprach-kitas.fruehe-chancen.de/programm/ueber-das-programm/rueckschau-schwerpunkt-kitas/>, zuletzt abgerufen am 16.07.2016 um 10.21 Uhr

² <http://www.dji.de/index.php?id=1029>, zuletzt abgerufen am 16.07.2016 um 10.25 Uhr

negativen Auswirkungen auf andere Entwicklungsbereiche vorzubeugen, sollte dies so früh wie möglich erfolgen. Erste Studien sprechen dafür, dass sich bereits während der Phase der vorsprachlichen Entwicklung Hinweise auf Schwierigkeiten im weiteren Sprech- und Spracherwerb finden. So liefert eine Untersuchung von Wermke, Leising, & Stellzig-Eisenhauer (2007) Anhaltspunkte dafür, dass die melodische Komplexität von Weinlauten („Säuglingsschreie“) im Alter von zwei Monaten mit den sprachlichen Fähigkeiten im Alter von zwei Jahren in Zusammenhang stehen könnte. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass bei Kindern, die die kanonische Babbelphase erst nach dem 10. Lebensmonat erreichen bzw. deren Babbellaute bezogen auf den Silbenaufbau und das Phoninventar eine vergleichsweise geringe phonetische Komplexität aufweisen, im weiteren Entwicklungsverlauf vermehrt rezep tive und expressive Sprachentwicklungsverzögerungen auftraten (D'Odorico, Majorano, Fasolo, Salerni, & Suttora, 2011; Fasolo, Majorano, & D'Odorico, 2008; Oller, Eilers, Neal, & Cobo-Lewis, 1998; Oller, Eilers, Neal, & Schwartz, 1999; Stark, Ansel, & Bond, 1988; Stoel-Gammon, 1989).

Um Verfahren zur Früherkennung von Spracherwerbsstörungen sowie zur Sprachförderung und -therapie entwickeln zu können, die bereits an der vorsprachlichen Erwerbsphase ansetzen, müssen zunächst grundlegende Einsichten in für diese frühe Erwerbsphase spezifische Entwicklungsvorgänge und -mechanismen und deren Bedeutung für die späteren Phasen des Sprech- und Spracherwerbs gewonnen werden. Diesbezüglich fehlen bisher weltweit systematische Längsschnittstudien. In der Fachliteratur stützt sich die Beschreibung der vorsprachlichen Erwerbsphase auf relativ grobe Stufenmodelle, die den Erwerb sprachrelevanter produktiver Fähigkeiten anhand einer geordneten Abfolge einzelner, als universal postulierter Entwicklungsstufen charakterisieren (Holmgren, Lindblom, Aurelius, Jalling, & Zetterström, 1986; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980; Oller, 1986; Oller, 2000; Roug, Landberg, & Lundberg, 1989; Stark, 1980). Dabei werden für die einzelnen Entwicklungsstufen charakteristische Vokalisationstypen beschrieben, die aufgrund ihrer spezifischen phonatorischen und artikulatorischen Eigenschaften jeweils eine neue Qualität bezüglich der produktiven Fähigkeiten reflektieren. Obwohl in der Fachliteratur weitestgehend Konsens über die Abfolge der vorsprachlichen Entwicklungsstufen sowie die jeweils auditiv prägnanten Merkmale ihrer charakteristischen Vokalisationstypen besteht, liegen bislang keine systematischen Längsschnittstudien zu den akustischen und phoneti-

schen Eigenschaften der einzelnen Vokalisationstypen vor. Dadurch fehlt es an Referenzwerten, um zu untersuchen, wie groß der normale Variationsbereich bezüglich der erzeugten Vokalisationseigenschaften bei gesunden Kindern ist, und potenzielle Risikokinder zu identifizieren.

Hier setzt die vorliegende Arbeit an. Ein Vokalisationstyp, der sich dafür sowohl aus Perspektive der Spracherwerbsforschung als auch aus Perspektive der Sprachheilpädagogik besonders eignet, ist das kanonische Babbeln. Das kanonische Babbeln, das bei gesunden Kindern erstmals zwischen dem 5. und 10. Lebensmonat auftritt und sich durch Silbenwiederholungen auszeichnet, stellt einen Meilenstein der frühen Sprech- und Sprachentwicklung dar, denn der Säugling ist nun dazu in der Lage, entsprechend der temporalen und spektralen Eigenschaften der Erwachsenensprache phonetisch wohlgeformte Silben zu produzieren (Oller, 2000). Diese Fähigkeit basiert auf wesentlichen Reifungsvorgängen bezüglich der für die Produktion von Lautsprache grundlegenden Feinabstimmung von Respiration, Phonation und Artikulation. Des Weiteren findet sich im Hinblick auf die phonetischen Eigenschaften ein hohes Maß an Kontinuität zwischen kanonischen Babbellauten und ersten bedeutungstragenden Wörtern (Boysson-Bardies & Vihman, 1991; Hallé, Boysson-Bardies, & Vihman, 1991; Levitt & Wang, 1991; Locke, 1989; Vihman, Macken, Miller, Simmons, & Miller, 1985). Es ist daher naheliegend, dass sich Schwierigkeiten im späteren Sprech- und Spracherwerb bereits im kanonischen Babbeln zeigen könnten.

Zielstellung der vorliegenden Untersuchung ist es, die Eigenschaften kanonischer Babblers von sich normal entwickelnden Deutsch lernenden Kindern anhand ausgewählter Messgrößen quantitativ zu charakterisieren und den „normalen“ Variationsbereich dieser Messgrößen im Verlauf der kanonischen Babbelphase zu ermitteln. Bisher liegt für Deutsch lernende Kinder keine derartige systematische Untersuchung vor. Da die Eigenschaften vorsprachlicher Vokalisationen, wie sprachvergleichende Untersuchungen gezeigt haben (z. B. Boysson-Bardies, Hallé, Sagart, & Durand, 1989; Whalen, Levitt, & Wang, 1991), bereits durch die Umgebungssprache überformt sind, ist es für Untersuchungen zur Identifizierung von Risikomarkern unerlässlich, den Variationsbereich der Eigenschaften von kanonischen Babbellauten bei sich normal entwickelnden Kindern mit deutscher Umgebungssprache zu kennen. Auf dieser Grundlage können in

nachfolgenden Untersuchungen die Eigenschaften der kanonischen Babblers von sich normal entwickelnden Kindern und von Kindern mit Schwierigkeiten im Spracherwerb retrospektiv verglichen und so möglicherweise valide Frühindikatoren identifiziert werden.

Die Arbeit ist so aufgebaut, dass in Kapitel 2 zunächst anatomische und physiologische Reifungsprozesse dargestellt werden, die im Zusammenhang mit der Entwicklung der *produktiven* Fähigkeiten während der vorsprachlichen Erwerbsphase bedeutsam sind. Dabei wird in einem ersten Schritt auf die anatomisch-physiologische Reifung des Sprechapparats und deren funktionelle Implikationen für die Vokalisationsentwicklung eingegangen. Anschließend werden relevante aktuelle Erkenntnisse der Hirnforschung beschrieben. Anhand von theoretischen Erklärungsmodellen werden hirnphysiologische Reifungs- und Entwicklungsprozesse mit dem kanonischen Babbeln in Zusammenhang gebracht. Um das kanonische Babbeln in den Entwicklungszusammenhang einordnen zu können, folgt in Kapitel 3 eine ausführliche Beschreibung der Entwicklung der perzeptiven („auditiven“) und produktiven („vokalen“) Fähigkeiten im ersten Lebensjahr. Im vierten Kapitel werden methodologische Überlegungen dargelegt, die die Grundlage für die Konzeption und das Studiendesign der Untersuchung bildeten, bevor in Kapitel 5 die methodische Umsetzung ausführlich beschrieben wird. Es folgt die Darstellung der Ergebnisse (Kapitel 6), die in Kapitel 7 unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes diskutiert und interpretiert werden. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung des theoretischen Hintergrundes, der methodischen Umsetzung, der Ergebnisse und der Diskussion sowie Anregungen für weiterführende Untersuchungen.

2 Anatomische und physiologische Reifungsprozesse und ihre Bedeutung für die frühe Vokalisationsentwicklung

Die dem Menschen vorbehaltene Fähigkeit zur Produktion von Lautsprache erfordert das dynamische Zusammenspiel verschiedener anatomischer Strukturen und physiologischer Prozesse (Kohler, 1995). So muss die Atmung, die als Generator des Luftstroms die Energiequelle der Lauterzeugung bildet, mit der Aktivität des Stimmapparats koordiniert werden. Zudem müssen die Bewegungen von Larynx und Glottis sowie weichem Gaumen, Unterkiefer, Lippen und Zunge kontrolliert und aufeinander abgestimmt werden (Boysson-Bardies, 1999). Sichergestellt wird dies durch das zentrale Nervensystem. Bereits während der vorsprachlichen Erwerbsphase verbessert sich die Feinabstimmung der an der Lautproduktion beteiligten Mechanismen kontinuierlich. Das kanonische Babbeln, das für gewöhnlich zwischen dem 5. und 10. Lebensmonat einsetzt, reflektiert dabei einen wichtigen Entwicklungsschritt. Im Unterschied zu den für die vorangegangenen vorsprachlichen Entwicklungsstufen charakteristischen Vokalisationstypen ist das Kind nun in der Lage, gemäß der temporalen und spektralen Eigenschaften der Erwachsenensprache phonetisch wohlgeformte Silben zu produzieren (vgl. hierzu Kapitel 3.2.2 und Kapitel 4). Die Grundlage dafür bilden eine Reihe vorher abgelaufener anatomischer und physiologischer Reifungs- und Entwicklungsprozesse. Nachfolgend werden zunächst relevante Aspekte der anatomischen und physiologischen Reifung des Sprechapparats beschrieben (Kapitel 2.1). Anschließend werden in Kapitel 2.2 aktuelle Erkenntnisse zu den neurophysiologischen Grundlagen der Vokalisationsentwicklung dargestellt.

2.1 Wesentliche Aspekte der anatomisch-physiologischen Reifung des Sprechapparats während der vorsprachlichen Erwerbsphase

Der Sprechapparat besteht aus drei funktionellen Komponenten: dem Respirationssystem, dem Phonationssystem und dem Vokaltrakt. Während der ersten Lebensmonate ändert sich die Konfiguration des Sprechapparats im Zuge anatomischer und physiologischer Reifungsprozesse maßgeblich (Kent, 1981; Kent & Vorperian, 2007; Vorperian & Kent, 2007). Einige dieser entwicklungsbedingten Veränderungen, insbesondere die des Vokaltrakts, stehen in einem zeitlichen Zusammenhang mit charakteristischen Entwicklungsschritten während der vorsprachlichen Erwerbsphase (Kent, 1981, 1984; Vihman, 1996). Daher werden nachfolgend wesentliche anatomisch-physiologische Reifungsprozesse, die sich vor und während der kanonischen Babbelphase vollziehen, dargestellt.

2.1.1 Reifung des Respirationssystems

Das Respirationssystem, das das Zwerchfell, den Brustkorb, die Zwischenrippen- und sonstige Atemmuskulatur, die Lungen, die Bronchien und die Luftröhre umfasst (Kohler, 1995), unterliegt während der ersten Lebensmonate wesentlichen anatomischen und physiologischen Reifungsprozessen (Boliek, Hixon, Watson, & Morgan, 1996; Boliek, Hixon, Watson, & Morgan, 1997). Es kommt zu muskuloskeletalen Umstrukturierungen des Thorax, die mit grundlegenden Veränderungen in der Atemmechanik sowie der Leistungsfähigkeit des Atmungssystems einhergehen. So dehnt sich der Brustkorb im Zuge von Wachstumsprozessen sowie aufgrund des Erwerbs einer aufrechten Körperposition nach vorne und nach unten aus und der Winkel zwischen Rippen und Wirbelsäule wird kleiner (Lieberman, 1985; Openshaw, Edwards, & Helms, 1984). Dadurch kann die Zwischenrippenmuskulatur die Respirationsbewegungen besser unterstützen (Langlois, Baken, & Wilder, 1980). Des Weiteren trägt die zunehmende Verknöcherung der Rippen zu einer größeren Stabilität der Brustwand bei (Colin et al., 1989; Reilly & Moore, 2009). Aufgrund dieser Veränderungen steigt die Beteiligung des Brustkorbs an der Atmung und die Atmung erfolgt unter biomechanischen und

kinematischen Gesichtspunkten effizienter (Langlois et al., 1980; Openshaw et al., 1984). Deutlich wird dies beispielsweise daran, dass der Respirationszyklus sowohl in Ruhe („Ruheatmung“), als auch während der Lautproduktion („Sprechatmung“) während des ersten Lebensjahres zunehmend länger wird (Langlois & Baken, 1976; Langlois et al., 1980; Wilder & Baken, 1974).

Das Atemverhalten wird jedoch nicht nur effizienter, sondern es kann auch besser an die Erfordernisse der Sprechatmung angepasst werden. Im Unterschied zur Ruheatmung, die den Gasaustausch mit möglichst geringem Aufwand zum Ziel hat, erfordert die Sprechatmung eine schnelle Anpassung der Ein- und Ausatemfrequenz sowie des Atemvolumens und -drucks an die Sprechrates, Lautheit und Grundfrequenz (Euler, 1982). Zeitliche Unterschiede zwischen der Ruhe- und der Sprechatmung, die den Erfordernissen der Sprechatmung nachkommen, finden sich schon in den ersten Lebenswochen. So ist die Expirationsphase bei der Lautproduktion deutlich länger als die Inspirationsphase. Ab dem dritten Lebensmonat nähert sich das Verhältnis der Länge der Inspirationsphase zur Dauer des gesamten Respirationszyklus bei der Produktion von Schreilauten an das Niveau der Erwachsenensprache an, wo das Verhältnis bei etwa 0,13 liegt (Lieberman, 1985; Wilder & Baken, 1974). Im weiteren Entwicklungsverlauf nimmt hauptsächlich die Länge der Expiration zu, wohingegen die der Inspiration relativ stabil bleibt (Boliek et al., 1996; Langlois & Baken, 1976; Langlois et al., 1980; Parham, Buder, Oller, & Boliek, 2011; Wilder & Baken, 1974).

2.1.2 Reifung des Larynx

Das Neugeborene verfügt bereits über ein relativ reifes, funktionsfähiges laryngeales System (Bosma, Truby, & Lind, 1965). Dennoch handelt es sich beim kindlichen Larynx nicht einfach um eine „Miniaturausführung“ des adulten Kehlkopfs (Cohen, Perelman, Mahnovski, Nimni, & Cheung, 1993; Pracy, 1983). Ein wesentlicher Unterschied besteht in der relativen Position des Larynx zur Wirbelsäule. Während sich der Larynx beim Erwachsenen etwa vom vierten bis zum siebten Brustwirbel erstreckt, befindet er sich beim Neugeborenen auf Höhe des ersten bis dritten Brustwirbels (Laitman & Reidenberg, 1993). Da sich Epiglottis und Velum aufgrund der hohen

Larynxposition berühren, sind die Wege für Nahrung und Atemluft weitestgehend getrennt und die unteren Atemwege in besonderem Maße geschützt. Zwischen dem vierten und dem sechsten Lebensmonat sinkt der Kehlkopf soweit ab, dass eine funktionelle Kopplung von Epiglottis und Velum nicht mehr gegeben ist (Sasaki, Levine, Laitman, & Crelin, 1977). Die Absenkung des Kehlkopfs vollzieht sich größtenteils während der ersten Lebensjahre, setzt sich aber bis in die Pubertät fort (Fitch & Giedd, 1999) (vgl. auch Kapitel 2.1.3).

Des Weiteren ist der kindliche Kehlkopf nicht nur deutlich kleiner, sondern unterscheidet sich auch hinsichtlich der Proportion und der Konfiguration seiner kartilaginären und membranösen Anteile maßgeblich von dem des Erwachsenen. So ist der *Musculus cricothyroideus*, der eine wichtige Rolle bei der Grundfrequenzkontrolle spielt, bei Säuglingen proportional größer als beim Erwachsenen (Kahane & Kahn, 1984). Des Weiteren beträgt der kartilaginäre Anteil der Stimmlippen beim Neugeborenen aufgrund der relativ großen Aryknorpel zwischen 60 und 75 %, während dieser beim Erwachsenen nur etwa ein Drittel ausmacht. In den ersten Lebensjahren nimmt der schwingungsfähigere ligamentäre Anteil kontinuierlich zu und erreicht im 5. Lebensjahr annähernd das Erwachseneniveau (Eckel et al., 2000; Hirano, Kurita, & Nakashima, 1981).

Eine weitere histologische Besonderheit der Stimmlippen des Neugeborenen besteht darin, dass die Mucosa, die das Epithel und die Lamina propria umfasst, im Verhältnis zur Stimmlippenlänge deutlich dicker ist als bei Erwachsenen und damit in ihrer Schwingungsfähigkeit eingeschränkt ist (Hirano et al., 1981). Außerdem weist die kindliche Lamina propria noch nicht die dreischichtige Struktur der adulten Lamina propria auf. Stattdessen handelt es sich bei der Lamina propria des Neugeborenen um eine einschichtige, hyperzelluläre Struktur ohne ein abgegrenztes Stimmband (Hirano et al., 1981; Ishii, Yamashita, Akita, & Hirose, 2000; Rosenberg & Schweinfurth, 2009; Sato, Hirano, & Nakashima, 2001). Letzteres wird beim Erwachsenen aus der beim Säugling noch nicht vorhandenen mittleren und tiefen Schicht der Lamina propria gebildet. Eine erste zelluläre Ausdifferenzierung hin zu einer zweischichtigen Struktur ist mit zwei Monaten feststellbar (Hartnick, Rehbar, & Prasad, 2005). Zwischen dem ersten und vierten Lebensjahr ist dann ein unreifes Stimmband auszumachen, das jedoch noch sehr dünn ist und den *Musculus vocalis* nicht berührt (Gray, Hirano, & Sato, 1993;

Hirano et al., 1981). In der weiteren Entwicklung wird das Stimmband dicker und zwischen dem 6. und dem 12. Lebensjahr beginnen sich auch die mittlere und die tiefe Schicht der Lamina propria, die das Stimmband bilden, auszudifferenzieren (Gray et al., 1993; Hartnick et al., 2005). Allerdings tritt erst während der Adoleszenz die dreischichtige Struktur aus der superfizialen Schicht aus lockerem Bindegewebe, der intermediären Schicht aus elastischen Fasern und der tiefen Schicht aus überwiegend kollagenen Fasern auf (Gray et al., 1993; Hartnick et al., 2005; Hirano et al., 1981; Ishii et al., 2000).

Insgesamt machen die zuvor dargestellten Befunde deutlich, dass sich der Kehlkopf des Säuglings in seiner Konfiguration noch wesentlich von dem des Erwachsenen unterscheidet. Verglichen mit dem Kehlkopf des Erwachsenen ist der des Säuglings also noch unreif. Aus einer evolutionsbiologischen Perspektive ist er jedoch bereits zum Zeitpunkt der Geburt optimal funktionell angepasst. So ist der Säugling beispielsweise insbesondere aufgrund der histologischen Besonderheiten der Lamina propria dazu in der Lage, lang anhaltend in einer höheren Stimmlage und mit großer Lautheit zu schreien (Schweinfurth & Thibeault, 2008). Die Konfiguration des kindlichen Kehlkopfs ist also spezifisch auf die vokal-produktiven Fähigkeiten des Säuglings abgestimmt.

2.1.3 Reifung des Vokaltrakts

Der Vokaltrakt des Neugeborenen ähnelt in vielerlei Hinsicht mehr dem von nicht-menschlichen Primaten als dem des erwachsenen Menschen (Bosma, 1975; DuBrul, 1977; Fletcher, 1973; Laitman, Crelin, & Conlogue, 1977; Lieberman, Harris, Wolff, & Russell, 1971; Lieberman, Klatt, & Crelin, 1972). Wie bei Primaten ist der Larynx hochgestellt, sodass Velum und Epiglottis nahe beieinander liegen. Die Kopplung von Velum und Epiglottis erlaubt es dem Säugling ohne die Gefahr der Aspiration gleichzeitig zu schlucken und zu atmen. Sie führt außerdem dazu, dass der Luftstrom bei der Respiration und – mit Ausnahme des Säuglingsschreis – auch bei der Vokalisation hauptsächlich durch die Nase fließt (Bosma, 1975; Bosma et al., 1965; Crelin, 1973; Kent & Murray, 1982; Miller et al., 1985). Entsprechend ist für die Komfort-Vokalisationen („Nicht-Schreilaute“) der ersten Lebenswochen, die Oller (1980, 2000)

in seinem *infraphonologischen Ansatz* zur vorsprachlichen Entwicklung als „quasi-resonante Nuclei“ bezeichnet, ein hohes Maß an Nasalität kennzeichnend (Kapitel 3.2.1.2).

Da der Larynx hochgestellt ist, weist der Vokaltrakt des Neugeborenen einen im Verhältnis zur Mundhöhle deutlich kürzeren Pharynx auf und der Übergang zwischen Mund- und Rachenhöhle ist eher flach statt rechtwinklig (Goldstein, 1980; Kent & Vorperian, 1995). Die Zunge ist verhältnismäßig groß und füllt die Mundhöhle fast vollständig aus, sodass die Beweglichkeit der Zunge eingeschränkt ist. Zudem ist die intrinsische Zungenmuskulatur, die eine wichtige Funktion bei der Ausführung differenzierter Zungenbewegungen einnimmt, noch nicht reif (Iskander & Sanders, 2003). Diese reift erst während der ersten Lebensjahre, wobei bislang vergleichsweise wenige Erkenntnisse zum genauen zeitlichen Ablauf dieses Reifungsprozesses vorliegen (Denny & McGowan, 2012). Insgesamt ist die physiologische Konfiguration der Zunge beim Neugeborenen sehr gut an die für das Saugen und Schlucken erforderlichen vorwärts- und rückwärtsgerichteten Bewegungen angepasst (Fletcher, 1973; Kent, 1981). Differenzierte Artikulationsbewegungen der Zunge gelingen dem Neugeborenen dagegen noch nicht. Verschiedene Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass dies weniger auf die Konfiguration des Vokaltrakts, als vielmehr auf die unreife neuromuskuläre Kontrolle zurückzuführen ist (Boë et al., 2007; Goldstein, 1980; Ménard, Schwartz, & Boë, 2004).

Eine „Umstrukturierung“ des kindlichen Vokaltrakts setzt bereits in den ersten Lebenswochen ein. Dabei verändern sich die Strukturen des Vokaltrakts hinsichtlich ihrer Größe, ihrer Proportionen und relativen Position (Kent, 1981; Kent & Vorperian, 2007; Vorperian et al., 2005). Damit gehen auch funktionelle Veränderungen bestimmter Strukturen einher. Zu den wichtigsten anatomischen Veränderungen zählen die Absenkung des Kehlkopfs und der Epiglottis, die Absenkung des Zungenbeins und des hinteren Zungendrittels sowie das ventro-kaudale Wachstum des Unterkiefers (Crelin, 1973; Laitman & Reidenberg, 1993; Lieberman, McCarthy, Hiemae, & Palmer, 2001; Sasaki et al., 1977; Stephens, Bancroft, Glaros, & Lowe, 2010; Vorperian et al., 2005). Im Zuge dieser Veränderungen und des allgemeinen Gesichtswachstums wird die Mundhöhle größer, das Längenverhältnis zwischen dem vertikalen und dem horizontalen Teil

des Vokaltrakts ausgewogener und der Winkel am Übergang von der Mund- zur Rachenhöhle kleiner (Lieberman et al., 2001; Vorperian et al., 2005). Im Wesentlichen vollziehen sich diese Veränderungen bis zum Alter von vier Jahren, sie schreiten jedoch in den ersten 18 Lebensmonaten besonders schnell voran (Lieberman, Harris, Wolff, & Russell, 1971; Lieberman et al., 2001; Vorperian et al., 2005; Vorperian et al., 2009).

Bis zum 6. Lebensmonat hat sich die Epiglottis bereits so weit abgesenkt, dass sich Velum und Epiglottis nicht mehr berühren (Sasaki et al., 1977). Damit gehen tiefgreifende Veränderungen des velopharyngealen Mechanismus einher. Die extrinsische Velummuskulatur kann nun ihrer Funktion als Gaumensegelheber und –spanner effektiver nachkommen, sodass bei der Lautproduktion der velopharyngeale Abschluss des Nasenraums durch das Velum möglich wird (Fletcher, 1973; Kent, 1981). In der Studie von Thom et al. (Thom, Hoit, Hixon, & Smith, 2006), in der Vokalisationen von sechs Kindern zwischen dem zweiten und sechsten Lebensmonat im Längsschnitt untersucht wurden, hat sich gezeigt, dass die Kontrolle über den velopharyngealen Mechanismus während des ersten halben Lebensjahres maßgeblich zunimmt. So erhöhte sich der Anteil der Gurr- und Babbellaute, die einen velopharyngealen Verschluss aufwiesen, von 20 % im zweiten Lebensmonat kontinuierlich auf über 60 % im sechsten Lebensmonat. Allerdings war der Velopharynx auch mit sechs Monaten bei der Produktion oraler Laute noch nicht durchgehend geschlossen. In verschiedenen Untersuchungen an älteren Kindern wurde gefunden, dass dies im Alter von drei Jahren der Fall ist (Leeper, Tissington, & Munhall, 1998; Thompson & Hixon, 1979). Die vollständige Kontrolle über den velopharyngealen Mechanismus wird demnach irgendwann zwischen dem sechsten Lebensmonat und dem dritten Lebensjahr erlangt. Eine genauere zeitliche Eingrenzung ist bisher jedoch nicht möglich, da bis dato keine systematischen längsschnittlichen Untersuchungen im entsprechenden Altersbereich vorliegen.

2.1.4 Implikationen für die Vokalisationsentwicklung

Die beschriebenen anatomischen und physiologischen Veränderungen in der Konfiguration des Sprechapparats gehen bereits während der ersten Lebensmonate mit einer wesentlichen Erweiterung des Vokalisationsrepertoires einher (Kent, 1981). Durch

Veränderungen in der Konfiguration des Atmungssystems kann der Säugling den subglottischen Druck zunehmend besser regulieren und die Aktivität des Atmungssystems besser mit der des laryngealen Systems koordinieren. Dies trägt dazu bei, dass sich die Kontrolle über die akustischen Kenngrößen Dauer, Lautheit und Grundfrequenz (F_0) verbessert. Ein Indikator dafür ist beispielsweise die im Verlauf der ersten Lebensmonate zunehmende Länge der kindlichen Vokalisationen (Delack, 1976; Delack & Fowlow, 1978; Laufer & Horii, 1977; Murry, Hoit-Dalgaard, & Gracco, 1983; Oller, 1980). Geflüsterte und gerufene Vokalisationen, die etwa ab dem dritten Lebensmonat auftreten, sprechen für eine neue Qualität in der Kontrolle der Intensität (Oller, 2000). Des Weiteren wird auch die Grundfrequenz wesentlich variabler eingesetzt. So nimmt der vokalisationsinterne Variationsbereich der F_0 deutlich zu (Delack, 1976; Delack & Fowlow, 1978; Laufer & Horii, 1977; Murry et al., 1983). Zudem produziert der Säugling nun gehäuft sowohl „Quieker“ als auch „Brummlaute“, was einen variableren Einsatz der Tonhöhe reflektiert (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 2000; Stark, 1980). Kent (1981) weist darauf hin, dass in diesem Zusammenhang möglicherweise auch ein durch die Absenkung des Larynx veränderter Einfluss supralaryngealer Muskeln auf die Stimmlippen eine Rolle spielt, spezifiziert dies jedoch nicht weiter.

Auch die funktionelle Entkopplung von Larynx und Nasopharynx, die auf der Absenkung des Kehlkopfs zwischen dem vierten und sechsten Lebensmonat basiert, sowie die in der Mitte des ersten Lebensjahres deutlich zunehmende Flexibilität der velopharyngealen Funktionsweise haben verschiedene Implikationen für die Lautproduktion. Da nun der velopharyngeale Abschluss des Nasenraums durch das Velum möglich wird, fließt der Luftstrom bei der Lautproduktion zunehmend durch den Mund. Dies hat zur Folge, dass jetzt intentional orale, voll-resonante Vokale realisiert werden können. Des Weiteren ist der Säugling aufgrund der größeren Kontrolle über den velopharyngealen Mechanismus sowie der sich verbessernden respiratorischen Fähigkeiten dazu in der Lage einen ausreichenden intraoralen Luftdruck zu erzeugen, der beispielsweise erforderlich ist, um bilabiale Trills („Raspberries“) zu produzieren (Thom et al., 2006). Diese werden während der sogenannten Expansionsphase, die etwa im dritten bis vierten Lebensmonat einsetzt (Kapitel 3.2.1.2), gehäuft produziert (Oller, 2000). Gegen Ende der Expansionsphase treten außerdem die sogenannten marginalen Babbler auf. Diese

weisen bereits silbenähnliche Elemente auf, die aus dem Wechsel zwischen vollständig geöffnetem Vokaltrakt (vokalisches Element) und geschlossenem Vokaltrakt (konsonantisches Element) resultieren. Auch hierfür spielt die funktionelle Entkopplung von Larynx und Nasopharynx eine grundlegende Rolle.

Die mit dem Alter erhöhte Beweglichkeit der Artikulationsorgane trägt ebenfalls maßgeblich zur Erweiterung des Vokalisationsrepertoires bei. Erste konsonantische Elemente treten zwar bereits während der mit zwei bis drei Monaten einsetzenden Gurrphase auf, die Engebildung erfolgt dabei aufgrund der Konfiguration des Vokaltrakts sowie der noch eingeschränkten Zungenbeweglichkeit jedoch noch vor allem im hinteren Teil des Vokaltrakts. Da Velum und Zungenrücken nahe beieinander liegen, versetzt der Luftstrom diese beiden Artikulatoren in Vibration (Clement, 2004). Entsprechend handelt es sich bei den im sogenannten Gurren auftretenden konsonantähnlichen Elementen hauptsächlich um velar und uvular erzeugte Trills bzw. Frikative. Im weiteren Entwicklungsverlauf findet die Engebildung bei der Realisierung konsonantischer Elemente vermehrt auch im vorderen Teil des Vokaltrakts statt. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die sich verbessernde Beweglichkeit der Zunge (Kent, 1981). Diese ist neben der Reifung der intrinsischen Zungenmuskulatur sowie der zunehmenden Bewegungsfreiheit der Zunge aufgrund der größer werdenden Mundhöhle insbesondere auf die zunehmende neurophysiologische Kontrolle zurückzuführen (Boë et al., 2007; Fletcher, 1973; Goldstein, 1980; Ménard et al., 2004).

Des Weiteren erhöht sich aufgrund anatomischer und physiologischer Reifungsprozesse die Beweglichkeit des Unterkiefers. Ein Indikator hierfür ist das Einsetzen des Kauens zwischen dem fünften und achten Lebensmonat (Sheppard & Mysak, 1984). Außerdem wird berichtet, dass etwa zeitgleich erste rhythmische Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers ohne Bezug zur Nahrungsaufnahme auftreten (Meier, McGarvin, Zakia, & Willerman, 1997). Die Untersuchung von Serkhane, Schwartz, Boë, Davis, & Matyear (2007) legt nahe, dass während der Expansionsphase die Exploration der Vokaltraktkonfiguration bei der Lautproduktion vor allem unter Beteiligung der Zunge erfolgt. Dagegen ist während der kanonischen Babbelphase der Unterkiefer das aktivste Artikulationsorgan (Davis & MacNeilage, 1995; Serkhane et al., 2007). Die Bewegungen anderer Artikulatoren wie die der Unter- und Oberlippe, der

Zunge und des Velums sind bei der Produktion kanonischer Babblen insbesondere zu Beginn der kanonischen Babbelphase noch wesentlich an die Unterkieferoszillation gebunden (Matyear, MacNeilage, & Davis, 1998; Munhall & Jones, 1998; Sussman, Duder, Dalston, & Cacciatore, 1999).

Wie in den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigt unterscheidet sich die Konfiguration des kindlichen Sprechapparats, insbesondere die des Vokaltrakts, während der ersten Lebensmonate noch maßgeblich von der des Erwachsenen. Dennoch ist es möglich, auch mit diesem Vokaltrakt eine Reihe von artikulatorischen Bewegungen durchzuführen. Die Konfiguration des Sprechapparats hält den Säugling also nicht davon ab zu sprechen. Dies ist vielmehr auf die noch unreife neuromuskuläre Kontrolle über die am Sprechen beteiligten Organe zurückzuführen (Boë et al., 2007; Goldstein, 1980; Ménard et al., 2004). Im nachfolgenden Kapitel werden wesentliche Aspekte der neurophysiologischen Reifung, die im Kontext der vorsprachlichen Entwicklung relevant sind, beschrieben.

2.2 Relevante Aspekte der neurophysiologischen Reifung während der vorsprachlichen Erwerbsphase

2.2.1 Aktuelle Erkenntnisse zur Reifung des zentralen Nervensystems (ZNS)

Neben dem muskuloskeletalen System unterliegt auch das zentrale Nervensystem während der frühen Kindheit maßgeblichen Reifungsprozessen, die im Zusammenhang mit der frühen Sprech- und Sprachentwicklung eine wichtige Rolle spielen. Ein Indikator für die neuronale Reifung ist die Myelinisierung bestimmter Fasern bzw. Hirnregionen (Lecours, 1975; Netsell, 1981). Die das Axon umgebende Myelinschicht ermöglicht eine schnelle und synchronisierte Informationsübertragung, die unter anderem für die Ausführung koordinierter Bewegungen erforderlich ist (Deoni et al., 2011). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Myelinisierung vom Hirnstamm zum Kortex voranschreitet (Deoni et al., 2011; Kinney, Brody, Kloman, & Gilles, 1988; Yakovlev & Lecours, 1967). Am schnellsten vollzieht sich diese während des ersten Lebensjahres

(Barnea-Goraly et al., 2005; Gao et al., 2009). Zwischen dem dritten und dem neunten Lebensmonat erfolgt unter anderem die Myelinisierung der Pyramidenbahnen, der post-thalamischen somatosensorischen Bahnen sowie des Corpus Striatum (Lecours, 1975; Netsell, 1981). Zudem verfestigt sich die Verschaltung des mittleren Kleinhirnschenkels. Diese Verbindungen bilden ein Netzwerk aus (sub-)kortikalen Schleifen und Schaltkreisen, die eine wichtige Rolle für die feinmotorische Kontrolle spielen (Netsell, 1981). Im gleichen Zeitraum schreitet die Myelinisierung der post-thalamischen auditorischen Bahnen voran, was darauf schließen lässt, dass das Kind während der Babbelphase wichtige auditorisch-motorische Verbindungen formt (ebd.).

In der Fachliteratur wird insbesondere der Reifung des Kortex im Zusammenhang mit dem Sprech- und Spracherwerb große Bedeutung beigemessen (Kent & Miolo, 1996). So nahm Whitaker (1976, zit. n. Kent & Miolo, 1996) an, dass das Babbeln auf die Reifung des Broca-Areals sowie eine bessere Verbindung zwischen Broca- und Wernicke-Areal durch den Fasciculus arcuatus zurückzuführen ist. Verschiedene Befunde weisen jedoch darauf hin, dass die somatosensorischen und sensomotorischen kortikalen Areale während des ersten Lebensjahres deutlich schneller reifen als die assoziativen Areale, die das im Frontallappen gelegene Broca-Areal sowie das im Temporallappen lokalisierte Wernicke-Areal einschließen.

Simonds und Scheibel (1989) untersuchten bei Kindern zwischen dem dritten und 72. Lebensmonat „post mortem“ die Dendritisierung im zerebralen Kortex im Bereich des Areals für die motorische Kontrolle der orofazialen und laryngopharyngealen Muskulatur sowie im Bereich des sprechmotorischen Areals (Broca-Areal). Dabei zeigte sich, dass die dendritische Entwicklung, gemessen an Anzahl und Länge der Dendriten, im Areal für die motorische Kontrolle der orofazialen und laryngopharyngealen Muskulatur während des ersten Lebensjahres schneller fortschreitet als im Broca-Areal. Des Weiteren fanden Pujol et al. (2006), dass die Myelinisierung der sensomotorischen Hirnregionen bereits in den ersten Lebenswochen einsetzt und während des ersten halben Lebensjahres schnell voranschreitet, wohingegen die Myelinisierung der frontalen und temporalen sprachrelevanten Hirnregionen (Broca- und Wernicke-Areal) erst in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres einsetzt. Zudem ergab die Untersuchung von Leroy et al. (2011), dass der somatosensorische und der motorische Kortex gemessen an

der Reifung der grauen Substanz während der ersten Lebensmonate schneller reifen als die assoziativen sprachrelevanten Areale.

Die zuvor dargestellten Befunde legen den Schluss nahe, dass das Babbeln eher mit der Reifung des sensomotorischen und somatosensorischen Kortex als der des sprechmotorischen Broca-Areals in Zusammenhang steht (Kent & Miolo, 1996). Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass das Broca-Areal trotz einer verglichen mit dem sensomotorischen und somatosensorischen Kortex langsameren Reifung bereits vor der Babbelphase aktiv ist. So fanden Dehaene-Lambertz et al. (2006) bei drei Monate alten Säuglingen eine Aktivität im Broca-Areal, wenn diese kurze Sätze hörten. Die Autoren interpretieren dies dahingehend, dass die Aktivität in dieser Hirnregion nicht ausschließlich ein Ergebnis motorischer Lernprozesse ist. Vielmehr wird angenommen, dass das Broca-Areal in Interaktion mit den für die Perzeption zuständigen kortikalen Arealen zum Aufbau komplexer neurophysiologischer motorischer Befehle beiträgt. Darüber hinaus sprechen die Befunde von Holowka und Petitto (2002) für eine Dominanz der linken, also der bei den meisten Menschen sprachdominanten Hemisphäre bei der Produktion kanonischer Babbler. Die Untersuchung ergab, dass fünf bis zwölf Monate alte Kinder beim Babbeln den Mund rechts mehr öffnen, während der Mund beim Lächeln mehr nach links und bei der Realisierung anderer vorsprachlicher Vokalisationen symmetrisch geöffnet ist. Die Autoren schließen daraus, dass das kanonische Babbeln vielmehr das Einsetzen der produktiven Sprachfähigkeit als ausschließlich Fortschritte in der sprechmotorischen Entwicklung reflektiert.

Insgesamt muss bei der Interpretation der angeführten Befunde berücksichtigt werden, dass es sich bei der Produktion von Lautsprache um einen hoch komplexen Vorgang handelt, der auf neuronaler Ebene die Integration von auditorischen, somatosensorischen und motorischen Informationen voraussetzt (Guenther & Vladusich, 2012). Die hierfür erforderlichen neuronalen Strukturen und Schaltkreise sind nicht von Geburt an reif (Netsell, 1981; Smith, 2010). Bei der Klärung der Frage, wie genau sich deren Reifung vollzieht und welche Rolle die Vokalisationen der vorsprachlichen Entwicklungsphase in diesem Zusammenhang spielen, steht die Forschung noch relativ am Anfang. Zwar können moderne bildgebende Verfahren die Aktivität in bestimmten Hirnarealen grob lokalisieren, sie sind aber nur eingeschränkt in der Lage, die genaue

Funktion einzelner neuronaler Strukturen und deren exaktes Zusammenwirken bei so komplexen Tätigkeiten wie beispielsweise der Produktion von Lautsprache darzustellen (Kröger, Birkholz, & Neuschaefer-Rube, 2007).

2.2.2 Modelle zur Reifung des ZNS im Kontext der frühen Vokalisationsentwicklung

In der Fachliteratur besteht Einigkeit darüber, dass für die Sprech- und Sprachentwicklung die Herausbildung neuronaler Zuordnungen zwischen motorischen, somatosensorischen und auditorischen Systemen wesentlich ist (Callan, Kent, Guenther, & Vorperian, 2000; Guenther, 1995; Guenther & Vladusich, 2012; Kent, Mitchell, & Sancier, 1991; Smith, 2006, 2010). Wichtige Hinweise darauf, wie sich die Herausbildung dieser neuronalen Zuordnungen vollzieht, liefern theoretische Modelle. Eines dieser Modelle wurde Anfang der 1990er Jahre von Kent et al. (1991) auf der Grundlage der Theorie zur *Neural Group Selection* von Edelman (1987) formuliert. Diese geht von drei Mechanismen zur Herausbildung neuronaler Zuordnungen aus: der Selektion durch Entwicklung, der Selektion durch Erfahrung und dem „Reentrant Mapping“. Die Selektion durch Entwicklung, die Zellteilung, Zelltod und Zellmigration sowie die Ausweitung und den Wegfall von Prozessen umfasst, trägt zur Diversifizierung lokaler neuronaler Verbindungen bei. Durch Erfahrung kommt es zur Verfestigung bzw. Abschwächung bestimmter synaptischer Verschaltungen und damit zur Variation der Schaltkreise. Dabei entsteht ein sekundäres Repertoire an neuronalen Gruppen, die durch aktuelle Erfahrungen ständig neu strukturiert werden. Durch das „Reentrant Mapping“, also den parallelen Austausch von Signalen zwischen zwei reziproken Abbildungen („Maps“), werden schließlich Neuronengruppen in verschiedenen Hirnregionen, die unterschiedlichen Input erhalten, in ihrer Aktivität korreliert. Dies bildet die Grundlage für die Kategorisierung des Wahrgenommenen.

Im Hinblick auf die Vokalisationsentwicklung gehen Kent et al. (1991) davon aus, dass durch die sensorische Stimulation bei der Produktion von Lauten oder Silben über eine Vielzahl an statischen und dynamischen intraoralen Mechanorezeptoren, an Druck- und Bewegungsrezeptoren im Sprechapparat sowie die auditorischen Bahnen verschiedene

neuronalen Gruppen, sogenannte „Receptor Sheets“, aktiviert werden. Dabei sind auch lautsprachliche Äußerungen anderer Personen, beispielsweise der Eltern, in auditorischen „Receptor Sheets“ repräsentiert. Die Aktivierung von „Receptor Sheets“ führt zur Herausbildung verschiedener sensorischer Abbildungen für bestimmte Modalitäten, die durch Wiederholung des Lautes oder der Silbe miteinander sowie mit der entsprechenden motorischen Abbildung verbunden werden. Es wird also eine Entsprechung zwischen motorischen Aktivitäten und sensorischen Konsequenzen hergestellt. Das „Reentrant mapping“ bzw. der Signalaustausch und die korrelierte Aktivierung verschiedener neuronaler Abbildungen ermöglichen schließlich den Aufbau phonetischer und eventuell auch phonemischer Kategorien.

Wie Kent et al. (1991) nimmt auch Pulvermüller (1994) an, dass durch vorsprachliche Vokalisationen, insbesondere die repetitive Silbenproduktion im kanonischen Babbeln, auf neuronaler Ebene die Verbindung zwischen Aktion und Perzeption etabliert wird. Pulvermüller (Pulvermüller, 1994) geht davon aus, dass das Babbeln durch Aktivierungsmuster im motorischen Kortex hervorgerufen wird. Dadurch werden Neuronen aktiviert, die die Kontraktion bestimmter Muskeln der Artikulationsorgane kontrollieren. Die vom Kind produzierten Babbellaute wiederum aktivieren den auditorischen Kortex. Dies führt dazu, dass Neuronen, die bei der Produktion einer Silbe aktiv sind, zusammen mit den bei der Wahrnehmung dieser Silbe aktiven Neuronen aktiviert werden. Auf diese Weise erhöht sich die Konnektivität der Neuronen, die an der Artikulation und der Perzeption einer Silbe beteiligt sind. Es wird davon ausgegangen, dass diese Silben-Zellansammlungen beim frühen Worterwerb durch eine zeitgleiche Aktivierung von Zellansammlungen in anderen kortikalen Arealen mit diesen verknüpft werden. Auf diese Weise werden Informationen zu Silben mit Informationen aus anderen kortikalen Arealen verknüpft (z. B. Geruch, Aussehen), sodass die Akustik mit Bedeutungen verknüpft wird.

Guenther (1995) schlug ein formaleres und computerbasiertes neuronales Netzwerkmodell vor, das die frühe Sprechentwicklung simuliert: das sogenannte *DIVA-Modell* (**D**irections (in orosensory space) **I**n **V**elocities of **A**rticulators). Das *DIVA-Modell* ist selbst-organisierend und integriert Informationen aus vier verschiedenen Referenzrahmen, einem akustischen, einem phonetischen, einem orosensorischen (somatosenso-

rischen) und einem motorischen. Es umfasst eine Trainings- und eine Durchführungsphase. Während der Trainingsphase, die der Phase der vorsprachlichen Entwicklung entspricht, werden zwei Zuordnungen zwischen verschiedenen Referenzrahmen etabliert, die Zuordnung phonetisch zu orosensorisch und die Zuordnung orosensorisch zu artikulatorisch. Während erstere die Zielkonfiguration des Vokaltrakts, die für die Produktion eines Lautes erforderlich ist, spezifiziert, überführt die Zuordnung orosensorisch zu artikulatorisch orosensorische Ziele in geeignete Artikulationsbewegungen. Das Modell simuliert Babblen, indem es zufällige Bewegungen der Artikulationsorgane herbeiführt. Dies geschieht in zwei Phasen. In der frühen Phase werden ohne das Hervorbringen von Sprachlauten sensorisch-motorische Beziehungen durch die Zuordnung orosensorisch zu artikulatorisch gelernt. In der späteren Phase werden für jeden Laut die orosensorischen Ziele durch die Gewichtung der Zuordnungen phonetisch zu orosensorisch gelernt. Hierbei werden neuronale Netzwerke herangezogen, die das auditorische Feedback als Trainingssignal verwenden. Auf diese Weise trägt das Babblen zu einer Feinabstimmung neuronaler Mechanismen bei, die der Lautproduktion zugrunde liegen. In der auf die Trainingsphase folgenden Performanzphase ist das Modell auf der Grundlage der während der Babblenphase gelernten Zuordnungen in der Lage, beliebige Lautketten hervorzubringen.

Insgesamt legen die zuvor dargestellten Modelle nahe, dass das Babblen eine wichtige Rolle beim Aufbau und bei der Festigung neuronaler Repräsentationen und Schaltkreise spielt, die grundlegend sind für die Verbesserung der neurophysiologischen Kontrolle über die an der Lautproduktion beteiligten Systeme (Kröger et al., 2007). In der einschlägigen Fachliteratur zum frühen Sprech- und Spracherwerb wird davon ausgegangen, dass insbesondere die rhythmische Wiederholung bestimmter Artikulationsmuster im reduplizierten Babblen dem Kind dabei hilft, sensorische, motorische und auditorische Aspekte der Lautproduktion miteinander zu verknüpfen (Boysson-Bardies, 1999). Durch die somatosensorische und auditorische Wahrnehmung der eigenen Babblen lernt das Kind nach und nach, welche Muskeln des Sprechapparats aktiviert und wie deren Bewegungen koordiniert werden müssen, um ein bestimmtes phonetisches Ziel zu realisieren (Pinker, 2005). Ob und wie dieser Vorgang mit dem *Spracherwerb* im engeren Sinn zusammenhängt, ist bislang noch ungeklärt.

3 Die Entwicklung perzeptiver und produktiver Fähigkeiten während der vorsprachlichen Erwerbsphase

Die intensive Forschung in den vergangenen Jahrzehnten zu den frühesten Phasen des Spracherwerbs hat gezeigt, dass sich sowohl die *perzeptiven* als auch die *produktiven* Fähigkeiten des Säuglings während der ersten Lebensmonate rasch ausdifferenzieren. Perception und Produktion sind eng miteinander verknüpft und ihre genaue Abstimmung ist eine wichtige Voraussetzung für eine ungestörte Sprech- und Sprachentwicklung. Im nachfolgenden Kapitel (Kapitel 3.1) werden zunächst wesentliche Erkenntnisse zur perzeptiven Entwicklung während des ersten Lebensjahres dargestellt. In Kapitel 3.2 wird anschließend die Entwicklung der produktiven Fähigkeiten während der vorsprachlichen Erwerbsphase ausführlich beschrieben, wobei das Hauptaugenmerk auf der kanonischen Babbelphase liegt.

3.1 Die perzeptiven Fähigkeiten des Säuglings im ersten Lebensjahr

Die Funktionsfähigkeit des Hörsystems ist bereits im letzten Trimester der Schwangerschaft gegeben (Lecanuet & Schaal, 2002; Querleu, Renard, Versyp, Paris-Delrue, & Crèpin, 1988). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass der Fötus nicht nur auf reine Töne (Ménard et al., 2004), sondern auch auf Stimmen und Musik reagiert (Al-Qahtani, 2005; Kisilevsky & Hains, 2011; Kisilevsky, Hains, Jacquet, Granier Deferre, & Lecanuet, 2004). Zudem ist der Fötus gegen Ende der Schwangerschaft in der Lage, perzeptiv verschiedene musikalische Töne (Lecanuet, Granier Deferre, Jacquet, & Decasper, 2000), Stimmen (Kisilevsky et al., 2003; Lecanuet, Granier Deferre, Jacquet, Capponi, & Ledru, 1993) und Sprachlaute zu unterscheiden (Cheour-Luhtanen, Alho, Sainio, Rinne, & Reinikainen, 1996; Lecanuet & Granier Deferre, 1993; Shahidulla & Hepper, 1994).

Auch beim Neugeborenen lassen sich besondere auditiv-perzeptive Fähigkeiten feststellen. Von Geburt an ist es für Sprache besonders sensibel. So haben beispielsweise Vouloumanos und Werker (2004, 2007) anhand der Messung der Saugaktivität im Rahmen eines Habituations-Dishabituationsparadigmas gefunden, dass das Neugeborene sprachliche Reize gegenüber ähnlich komplexen nicht-sprachlichen Reizen bevorzugt. Zudem unterscheidet sich die Hirnaktivität bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von sprachlichen und nicht-sprachlichen Reizen. Bereits bei jungen Säuglingen gibt es Hinweise auf eine funktionelle Asymmetrie der Hemisphären, die sich in einer größeren Aktivierung der linken Hemisphäre bei der Wahrnehmung von Sprache äußert (Dehaene-Lambertz et al., 2010; Peña et al., 2003).

Vor allem zeigt der Säugling eine hohe Sensitivität für die prosodischen Merkmale der Sprache (Sambeth, Ruohio, Alku, Fellman, & Huotilainen, 2008). Neugeborene erkennen Rhythmen und Melodien wieder, die sie während der Schwangerschaft kennengelernt haben (Decasper & Spence, 1986; Granier Deferre, Bassereau, Ribeiro, Jacquet, & Decasper, 2011; James, Spencer, & Stepsis, 2002). Diese Befunde sprechen dafür, dass pränatale auditive Erfahrungen in einem fötalen Gedächtnis gespeichert werden und nachfolgend die auditive Perzeption des Neugeborenen beeinflussen. Es konnte gezeigt werden, dass Neugeborene in der Lage sind, zwischen steigenden und fallenden Melodiekonturen zu differenzieren (Carral et al., 2005), Rhythmusverletzungen in einfachen rhythmischen Sequenzen wahrzunehmen (Winkler, Háden, Ladinig, Sziller, & Honing, 2009) und Betonungsmuster komplexer Wörter zu unterscheiden (Sansavini, Bertocini, & Giovanelli, 1997). Fernald und Kuhl (1987) haben aufgezeigt, dass die Präferenz des Neugeborenen für die sogenannte kindgerichtete Sprache³ in erster Linie auf deren rhythmisch-melodische Eigenschaften zurückzuführen ist. Auch die auditive Präferenz des Säuglings für die Muttersprache basiert auf deren prosodischen Eigenschaften

³ Der Begriff „kindgerichtete“ Sprache (auch „Motherese“) beschreibt das Phänomen, dass Erwachsene und ältere Kinder mit jüngeren Kindern in einer anderen Weise sprechen als mit älteren Kindern bzw. Erwachsenen. Diese besondere Sprechweise zeichnet sich vor allem durch ihre prosodischen Merkmale aus. Als typische Merkmale der „kindgerichteten“ Sprache werden beispielsweise eine erhöhte Stimmlage, ein breiterer und stärker variierender Frequenzbereich, ein verlangsamtes Sprechtempo mit verlängerten Pausenzeiten sowie eine vereinfachte syntaktische Struktur beschrieben (vgl. Grimm & Weinert, 2002 für einen Überblick). Der kindgerichteten Sprache wird eine unterstützende Funktion bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von Sprache im Spracherwerbsprozess zugesprochen (Vihman, 1996).

(Byers Heinlein, Burns, & Werker, 2010; Mehler et al., 1988; Moon, Cooper, & Fifer, 1993).

Junge Säuglinge können aufgrund prosodischer Eigenschaften nicht nur die ihnen vertraute Muttersprache von anderen Sprachen unterscheiden, sondern auch zwischen verschiedenen zuvor nicht gehörten Sprachen diskriminieren (Christophe, Nespoulet, Guasti, & van Ooyen, 2003; Dehaene-Lambertz & Houston, 1997; Nazzi, Bertoncini, & Mehler, 1998). In der Studie von Nazzi, Floccia, & Bertoncini (1998) konnten französische Neugeborene zwischen verschiedenen Melodiekonturen bei japanischen Wörtern differenzieren. Diese Befunde machen deutlich, dass die besondere Sensitivität junger Säuglinge für Melodie und Rhythmus erstaunliche Perzeptionsleistungen ermöglicht. Die Untersuchungen von Christophe und Kollegen haben sogar gezeigt, dass Neugeborene sowohl in ihrer Muttersprache (Christophe, Dupoux, Bertoncini, & Mehler, 1994) als auch in einer ihnen unbekanntem Sprache (Christophe, Mehler, & Sebastián-Gallés, 2001) die akustischen Korrelate von Phrasengrenzen wahrnehmen können. Obwohl die beschriebenen auditiv-perzeptiven Leistungen junger Säuglinge noch nicht der sprachlichen Differenzierungsfähigkeit im engeren Sinn entsprechen, machen diese deutlich, wie früh die neurophysiologischen Voraussetzungen dafür bereits vorhanden sind.

Neben der Wahrnehmung prosodischer Sprachmerkmale gelingen dem Neugeborenen auch kategoriale Unterscheidungen von Sprachlauten. So konnten Eimas, Siqueland, Jusczyk, & Vigorito (1971) aufzeigen, dass einen Monat alte Säuglinge perceptiv zwischen stimmhaften und stimmlosen Konsonanten diskriminieren. Außerdem nehmen wenige Monate alte Säuglinge bei Konsonanten Unterschiede in Artikulationsort und -art wahr (Dehaene-Lambertz & Dehaene, 1994; Eimas, 1975; Eimas & Miller, 1980; Miller & Eimas, 1983). Daneben unterscheiden sie perceptiv auch vokalische Kontraste (Kuhl, 1983; Trehub, 1973). Dabei diskriminiert der junge Säugling zunächst auch solche Lautkontraste, die in seiner Zielsprache phonologisch nicht relevant sind (Best, McRoberts, & Sithole, 1988; Streeter, 1976; Trehub, 1976). Ab der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres engt sich die auditive Perzeption erfahrungsabhängig ein und das Wissen über das zielsprachliche Lautinventar nimmt zu (Polka & Werker, 1994; Werker & Lalonde, 1988; Werker & Tees, 1984). Außerdem erfasst der Säugling zunehmend die phonotaktischen Regeln seiner Muttersprache sowie Unterschiede in der Auftritts-

häufigkeit bestimmter Kombinationsmuster von Lauten (Friederici & Wessels, 1993; Jusczyk, Luce, & Charles Luce, 1994). Mit ca. neun Monaten können die Kinder ihre Muttersprache aufgrund phonetischer und phonotaktischer Informationen von einer fremden Sprache unterscheiden (Jusczyk, Friederici, Wessels, Svenkerud, & Jusczyk, 1993).

Die vorangegangene Aufzählung der auditiv-perzeptiven Leistungen bei Föten, Neugeborenen und jungen Säuglingen zeigt, dass Reifungsvorgänge altersspezifische Fähigkeiten bestimmen. Im Entwicklungsverlauf dienen diese auditiv-perzeptiven Fähigkeiten zur Erkennung struktureller Einheiten im kontinuierlichen Sprachstrom. So gelingt bereits dem wenige Monate alten Säugling die Segmentierung des Sprachstroms in größere syntaktische Einheiten wie Phrasen und Sätze. Eine wesentliche Rolle hierbei spielen prosodische Merkmale, wie Veränderungen bezüglich Grundfrequenz, Silbendehnung und Pausen, die Phrasen- bzw. Satzgrenzen markieren. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Säuglinge Textpassagen mit natürlichen Pausen an Phrasen- sowie Satzgrenzen gegenüber Texten mit unnatürlichen phrasen- bzw. satzinternen Pausen präferieren (Hirsh-Pasek et al., 1987; Jusczyk et al., 1992; Kemler Nelson, Hirsh-Pasek, Jusczyk, & Cassidy, 1989). Solche prosodischen Grenzmarkierungen dienen bei der Wahrnehmung eines Sprachstroms direkt der Inputstrukturierung (Nazzi, Kemler Nelson, Jusczyk, & Jusczyk, 2000; Seidl, 2007; Soderstrom, Kemler Nelson, & Jusczyk, 2005). So fiel es sechs Monate alten Kindern in der Untersuchung von Nazzi et al. (2000) leichter, vertraute Sätze wiederzuerkennen, wenn diese aufgrund natürlicher Satzgrenzen prosodischen Einheiten entsprachen. Aufbauend auf den Ergebnissen von Nazzi et al. (2000) untersuchte Seidl (2007), ob der Säugling verschiedene prosodische Hinweisreize in unterschiedlichem Maße für die Inputstrukturierung nutzt. Dabei gelang vier Monate alten Kindern die Segmentierung in Sätze nur dann, wenn alle drei prosodischen Identifikationsgrößen, d. h. Grundfrequenzverlauf, Pause und Vokaldehnung, vorlagen. Älteren Kindern genügten zwei Hinweise, nämlich der Grundfrequenzverlauf kombiniert mit einer Pause *oder* einer Vokaldehnung. Die Ergebnisse dieser und einer weiteren Studie mit niederländischen Kindern (Johnson & Seidl, 2008) sprechen dafür, dass die Sensibilität für prosodische Grenzmarkierungen bereits mit sechs Monaten muttersprachlich geprägt ist, denn für die Säuglinge waren besonders die

prosodischen Merkmale relevant, die auch in der jeweiligen Erwachsenensprache zur Markierung von Phrasen- bzw. Satzgrenzen eingesetzt werden.

Neben dem Erkennen von Phrasen- und Satzgrenzen gelingt dem Säugling auch die Segmentierung von Wörtern im Sprachstrom. Wie sich in der Studie von Jusczyk und Aslin (1995) gezeigt hat, sind Säuglinge im Alter von 7,5 Monaten in der Lage, vertraute Wörter im Sprachstrom zu identifizieren. Es wird davon ausgegangen, dass dabei unterschiedliche Verarbeitungsmechanismen eine Rolle spielen. So werden anfänglich vor allem rhythmische Spracheigenschaften und Betonungsmuster zur Gliederung des Sprachstroms herangezogen (Morgan, 1994, 1996; Morgan & Saffran, 1995), während mit zunehmendem Alter auch phonotaktische Informationen genutzt werden (Mattys & Jusczyk, 2001; Mattys, Jusczyk, Luce, & Morgan, 1999). In der Untersuchung von Jusczyk, Houston, & Newsome (1999) erkannten Englisch lernende Kindern im Alter von 7,5 Monaten vertraute Wörter im Sprachstrom wieder, wenn diese das im Englischen vorherrschende trochäische Betonungsmuster aufwiesen. Dagegen wurden Wörter mit dem weniger vertrauten jambischen Betonungsmuster erst mit 10,5 Monaten korrekt identifiziert. Bei der Segmentierung von Wörtern im Sprachstrom scheint demnach zunächst das vertraute muttersprachliche Betonungsmuster eine entscheidende Rolle zu spielen.

Mit etwa einem dreiviertel Jahr, also etwa mit Beginn der kanonischen Babbelpphase, werden schließlich neben rhythmisch-prosodischen Informationen auch andere Sprachmerkmale für die Wortsegmentierung genutzt. Mattys und Jusczyk (2001) sowie Mattys et al. (1999) konnten zeigen, dass der Säugling mit etwa 9 Monaten Wortgrenzen anhand phonotaktischer Informationen identifizieren kann. Zusätzlich sollen dabei auch Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen Silben sowie Auftretswahrscheinlichkeiten von Allophonen an verschiedenen Positionen im Wort, d. h. statistische Regularitäten, eine Rolle spielen (Jusczyk, Hohne, & Bauman, 1999; Saffran, Aslin, & Newport, 1996).

Da in der gesprochenen Sprache die akustischen Markierungen für Wort- und Phrasengrenzen nicht isoliert auftreten (Gervain & Werker, 2008), muss der Säugling die Fähigkeit erwerben, die prosodischen und phonotaktischen Hinweise sowie die häufigkeitsstatistischen Regularitäten gemeinsam zu nutzen. Bisher liegen jedoch nur wenige

Studien dazu vor, wie sich diese Entwicklung vollzieht. Mattys und Kollegen (Mattys & Jusczyk, 2001; Mattys et al., 1999) konnten beispielsweise zeigen, dass neun Monate alte Kinder das Betonungsmuster als Markierung für Wortgrenzen vorziehen, wenn Betonung und phonotaktische Muster widersprüchliche Informationen zur Wortgrenze liefern. Außerdem werden prosodische Informationen auch am Ende des ersten Lebensjahres noch gegenüber Häufigkeitsinformationen präferiert (Johnson & Jusczyk, 2001; Johnson & Seidl, 2009; Saffran & Thiessen, 2003).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass Säuglinge bereits von Geburt an – möglicherweise begünstigt durch vorgeburtliche Erfahrungen – über erstaunliche sprachrelevante auditiv-perzeptive Fähigkeiten verfügen, die sich im Entwicklungsverlauf durch Reifungsvorgänge und den Einfluss der Umgebungssprache differenzieren und spezialisieren. Die dargestellten bisherigen Erkenntnisse machen deutlich, dass hierbei insbesondere während der ersten Lebensmonate prosodische Sprachmerkmale eine entscheidende Rolle spielen. Entsprechend herrscht in der Fachliteratur weitestgehend Konsens bezüglich der Auffassung, dass der Einstieg in die Muttersprache über die Prosodie erfolgt (Boysson-Bardies, 1999; Vihman, 1996).

3.2 Die produktiven Fähigkeiten des Säuglings im ersten Lebensjahr

Bis der Säugling mit etwa einem Jahr erste bedeutungstragende Wörter produziert, durchläuft er zunächst eine Phase der vorsprachlichen Entwicklung (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1980). In älteren Ansätzen zur frühen phonologischen Entwicklung wurde dieser vorsprachlichen Erwerbsphase im Sinne der Diskontinuitätshypothese kaum Bedeutung für den Spracherwerb beigemessen (Jakobson, 1971; Lenneberg, Chomsky, & Marx, 1967). Neuere Untersuchungen fanden jedoch ein hohes Maß an Kontinuität hinsichtlich der Entwicklung einzelner für die Sprachproduktion relevanter Fähigkeiten (Boysson-Bardies & Vihman, 1991; Hallé et al., 1991; Levitt & Wang, 1991; Locke, 1989; Vihman et al., 1985). Dementsprechend werden die vorsprachlichen kindlichen Lautproduktionen inzwischen als wichtige Wegbereiter für den Sprech- und Spracherwerb betrachtet

(Boysson-Bardies, 1999; Kent & Miolo, 1996; Oller, 2000; Stark, 1980; Vihman, 1996; Wermke & Mende, 2011).

In verschiedenen Modellen zur vorsprachlichen Entwicklung wird der Erwerb produktiver Fähigkeiten anhand einer geordneten und als universal postulierten Abfolge einzelner Entwicklungsstufen beschrieben (Holmgren et al., 1986; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 1986, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1980; Vihman, Ferguson, & Elbert, 1986). Die in der Fachliteratur am häufigsten zitierten Modelle von Oller (Oller, 2000; Oller & Lynch, 1992), Stark (Stark, 1980) sowie Koopmans-van Beinum & van der Stelt (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986) sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Stufen der vorsprachlichen Entwicklung nach Oller (2000), Stark (1980), Koopmans-van Beinum & van der Stelt (1986)

<i>Oller (2000)</i>	<i>Stark (1980)</i>	<i>Koopmans-van Beinum/van der Stelt (1986)</i>
Phase d. Phonation (0-2 Monate)	Reflexive Vokalisationen (0-1½ Monate)	Ununterbrochene Phonation (0-1½ Monate)
Phase d. primitiven Artikulation (1-4 Monate)	Gurren und Lachen (1½-4 Monate)	Unterbrochene Phonation ohne Artikulationsbewegungen (1½-2½ Monate) Eine Artikulationsbewegung (2½-5 Monate)
Expansionsphase (3-8 Monate)	Stimmliches Spiel (4-6 Monate)	Variationen der Stimmgebung (5-6½ Monate)
Kanonische Babbelphase (5-10 Monate)	Redupliziertes Babbeln (6-10 Monate)	Reduplizierte Artikulationsbewegungen (6½-10 Monate)
Integrative Phase (11-18 Monate)	Nicht-redupliziertes Babbeln (10-14 Monate)	Einwort-Äußerungen (ab dem 10. Monat)
		Bedeutungstragende Wörter (ab dem 10. Monat)

Die dargestellten Modelle unterscheiden fünf bzw. sechs Stufen der vorsprachlichen Entwicklung. Beim Durchlaufen dieser Entwicklungsstufen erlangt der Säugling zunehmende Kontrolle über den Sprechmechanismus und erwirbt für die Sprachproduktion relevante Fähigkeiten. Dies spiegelt sich in für die einzelnen Stufen typischen Vokalisationstypen mit charakteristischen phonatorischen und artikulatorischen Eigenschaften wider. Dabei ist der Übergang zwischen den einzelnen Stufen fließend, d. h. Vokalisationstypen, die charakteristisch für zeitlich frühere Entwicklungsstufen sind, treten auch in späteren Entwicklungsstufen noch auf. Obwohl es durchaus interindividuelle Unterschiede dahingehend gibt, wann die einzelnen Stufen erreicht werden und wie lang diese dauern, verläuft diese Entwicklung unter normalen Bedingungen innerhalb relativ klarer „zeitlicher Normgrenzen“.

Nachfolgend wird die vorsprachliche Erwerbsphase ausführlicher beschrieben. Der Fokus liegt dabei, dem Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit entsprechend, auf der kanonischen Babbelphase bzw. den für diese Phase charakteristischen kanonischen Babblern (Kap. 3.2.2). Um diese in den Gesamtzusammenhang der vorsprachlichen und frühen Sprachentwicklung einordnen zu können, wird auch auf wesentliche Erwerbsschritte der vorangehenden präkanonischen Phase (Kap. 3.2.1) sowie den Übergang zur Wortproduktion (Kap. 3.2.3) eingegangen.

3.2.1 Die präkanonische Phase – charakteristische Vokalisationen im ersten Lebenshalbjahr

3.2.1.1 Der Säuglingsschrei – der Beginn der produktiven Entwicklung

Der „Säuglingsschrei“ stellt die erste lautliche Äußerung des Neugeborenen dar. Bereits direkt nach der Geburt ermöglicht er es dem Neugeborenen, Bedürfnisse und Emotionen wie Hunger, Schmerz oder Ärger auszudrücken. Er übernimmt damit eine wichtige Alarm- und Kommunikationsfunktion. In älteren Modellen zur vorsprachlichen Entwicklung wird dem Säuglingsschrei aufgrund seiner scheinbar reflexartigen, fixierten Natur in der Regel keine direkte Bedeutung für den Spracherwerb zugesprochen (Boysson-Bardies, 1999; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1978, 1980). Dennoch weisen verschiedene Autoren

darauf hin, dass bereits im Säuglingsschrei Variationen akustischer Eigenschaften (Intensität, Tonhöhe und zeitliche Gliederung) auftreten, die in der Erwachsenensprache der Realisierung prosodischer Eigenschaften dienen (Boysson-Bardies, 1999; Lieberman, 1985; Stark, 1978, 1980; Vihman, 1996).

Neuere systematische Längsschnittstudien haben außerdem gezeigt, dass die prosodie-relevanten melodischen Eigenschaften (Grundfrequenzverlauf über die Zeit) spontaner Säuglingsschreie („Weinlaute“), die z.B. durch Hunger ausgelöst werden und von Schmerzschreien zu differenzieren sind, während der ersten Lebensmonate einer kontinuierlichen und gesetzmäßigen Entwicklung unterliegen (Wermke, 2002; Wermke et al., 2007; Wermke & Mende, 2009, 2011; Wermke, Mende, Manfredi, & Brusaglioni, 2002). So übt der Säugling zunächst verschiedene einfache melodische Bausteine, die im Entwicklungsverlauf zu immer komplexeren rhythmisch-melodischen Elementen zusammengefügt werden. In den später auftretenden Gurr- und Babbellauten werden diese melodischen Elemente mit artikulatorischen Elementen kombiniert (Wermke & Mende, 2011). Demnach bilden insbesondere die frühen Weinlaute einen wichtigen Bestandteil der vorsprachlichen Trainingsphase (Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2011).

Darüber hinaus wurde in sprachvergleichenden Untersuchungen von Mampe, Friederici, Christophe, & Wermke (2009), Mampe-Keller (2012) und Prochnow (2014) an deutschen und französischen, mono- und bilingualen französischen sowie deutschen und schwedischen Neugeborenen gefunden, dass Weinlaute bereits kurz nach der Geburt rhythmisch-melodische Charakteristika der Muttersprache aufweisen. In einer Längsschnittstudie mit 34 Kindern konnte außerdem gezeigt werden, dass ein enger Zusammenhang zwischen der melodischen Komplexität der Weinlaute im zweiten Lebensmonat und den sprachlichen Leistungen mit zwei Jahren zu bestehen scheint (Wermke et al., 2007).

Insgesamt sprechen die Ergebnisse aus der neueren Schreiforschung dafür, dass es sich beim Säuglingsschrei keinesfalls nur, wie früher angenommen, um ein reflexartiges Alarmsignal handelt. Vielmehr stellen insbesondere die Weinlaute zusammen mit den in der vorsprachlichen Entwicklungsphase auftretenden Komfort-Vokalisationen einen

wichtigen Wegbereiter für den Spracherwerb im engeren Sinne dar (Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2011).

3.2.1.2 Komfort-Vokalisationen – von Quasivokalen zum marginalen Babbeln

Bereits in den ersten Wochen nach der Geburt treten neben den Schrei- und Weinlauten die ersten Komfort-Vokalisationen („Nicht-Schreilaute“) auf. Diese werden in der Regel mit normaler Phonation⁴ produziert, wobei sich der Vokaltrakt in Ruhe befindet (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 2000; Stark, 1978). Da der Mund nicht oder nur wenig geöffnet ist, konzentriert sich die spektrale Energie dieser Vokalisationen auf die niedrigen Frequenzen. Oller (1980, 1986, 2000) bezeichnet diese daher als „quasiresonante Nuclei“ bzw. „Quasivokale“. Konsonantähnliche, durch Engebildung im Vokaltrakt produzierte Elemente sind nach Stark (1980) während dieser frühen Phase vor allem bei vegetativen Vokalisationen zu finden. Da es sich bei diesen Vokalisationen lediglich um physiologische Begleitgeräusche handelt, die primär infolge der unreifen Kontrolle über verschiedene Körperfunktionen auftreten, wird vegetativen Vokalisationen keine Bedeutung für den Spracherwerb beigemessen. Dennoch postuliert Stark (1978, 1980, 1986), dass die im Zusammenhang mit vegetativen Vokalisationen aufgetretenen konsonantähnlichen Elemente die Grundlage für die Produktion konsonantischer Elemente bei sprachrelevanten Komfortvokalisationen des nächsten Entwicklungsstadiums bilden.

Erste Komfort-Vokalisationen („Gurrlaute“), die zunächst vor allem in einer stimulierenden und angenehmen Face-to-face-Interaktion produziert werden, treten etwa ab dem zweiten Monat auf. Die weiterhin „quasiresonanten“ Vokale werden nun mit konsonantähnlichen Elementen kombiniert (Stark, 1978). Dabei erfolgt die Artikulation hauptsächlich im hinteren Teil des Vokaltrakts, sodass perceptiv der Eindruck von uvularen bzw. velaren Konsonantenerzeugungen entsteht. Der Säugling produziert nun also erste silbenähnliche Elemente, die einen primitiven Silbenkern und einen primiti-

⁴ Normale Phonation, die auch als Brustregister bezeichnet wird, wird mit periodischen Schwingungen der Stimmlippen produziert. Dabei ist die Glottis leicht geöffnet und die Stimmlippen sind vollständig bzw. annähernd vollständig an der Vibration beteiligt. Eine andere Art der Phonation ist beispielsweise die Kopfstimme (Oller, 2000; Titze, 1994).

ven Silbenrand aufweisen. Allerdings sind die artikulatorischen und phonatorischen Eigenschaften von Gurrlauten noch sehr variabel und eher zufällig. Ihre temporalen und spektralen Eigenschaften entsprechen außerdem noch nicht denen der Erwachsenensprache (Oller, 1980, 1986, 2000; Stark, 1980).

Nach Koopmans-van Beinum & van der Stelt (1986) durchläuft der Säugling, bevor er artikulierte „Gurrlaute“ produziert, eine Phase der „unterbrochenen Phonation“. In dieser Phase wird die Phonation noch nicht durch supraglottale konsonantähnliche Elemente, sondern lediglich durch glottale Stops unterbrochen. Neuere Studien haben jedoch gezeigt, dass sich diese Strategie bereits in den Schreivokalisationen wenige Wochen alter Säuglinge findet (Wermke, 2002).

Ab dem dritten bis vierten Monat erweitert der Säugling sein Vokalisationsrepertoire maßgeblich (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 1986, 2000; Stark, 1980). Während dieser Entwicklungsphase, die von Oller (1980, 1986, 2000) als „Expansionsphase“ bezeichnet wird, erprobt der Säugling spielerisch die Möglichkeiten seines Phonations- und Artikulationssystems und gewinnt dabei immer größere Kontrolle über die Mechanismen der Lautproduktion. So spiegeln typische Vokalisationstypen wie „Quieker“ und „Brummlaute“ Variationen der Tonhöhe wider und geflüsterte bzw. gerufene Vokalisationen Variationen der Intensität (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 1986, 2000; Stark, 1980). Neben den am Kehlkopf erzeugten phonatorischen Eigenschaften werden auch die Resonanzeigenschaften des Vokaltrakts ausgetestet. So erwirbt der Säugling die Fähigkeit, „vollresonante“ Vokale zu produzieren. Der Vokaltrakt befindet sich also nicht mehr nur in Ruhe, sondern die Artikulationsorgane werden bei der Produktion vokalischer Elemente bewegt. Interessant sind in diesem Kontext auch die Befunde einer innovativen Studie von Wermke et al. (2002), in der mittels signalanalytischer Verfahren der Zusammenhang zwischen laryngealer und supralaryngealer Aktivität im Säuglingsschrei untersucht wurde. Die Analyse von Schreimelodie (laryngeale Aktivität) und Formanten (supralaryngeale Aktivität) ergab, dass sich die Kopplung und Feinabstimmung von laryngealer und supralaryngealer Aktivität zwischen dem zweiten und dem sechsten Lebensmonat zunehmend verbessert. Von den Autoren wurde dies als Hinweis auf eine vermehrte „intentionale“ artikulatorische Aktivität interpretiert.

Des Weiteren wird zur Realisierung konsonantähnlicher Elemente mit Erreichen der Expansionsphase nun der gesamte Vokaltrakt herangezogen. Besonders typische Elemente sind dabei bilabiale und uvulare Trills (Oller, 2000). Schließlich werden die „vollresonanten“ Vokale in den sogenannten marginalen Babblern mit verschiedenen konsonantischen Elementen zu silbenähnlichen Bausteinen kombiniert. Diese sind den Silben der Erwachsenensprache bereits wesentlich ähnlicher als die primitiven Kombinationen konsonantischer und vokalischer Elemente aus der „Gurrphase“. Allerdings entsprechen auch sie gemessen an der Silbenlänge und der Formantübergangszeit noch nicht den zeitlichen und spektralen Eigenschaften der Erwachsenensprache (Oller, 1980, 1986, 2000).

3.2.2 Die kanonische Babbelphase – das Auftreten reifer Silben

Zwischen dem 5. und dem 10. Lebensmonat treten für gewöhnlich die ersten „kanonischen Babblers“ auf, wobei dies bei der Mehrheit der Kinder um den achten Monat der Fall ist (Fagan, 2009; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Nathani, Oller, & Neal, 2007; Oller, 1980, 1986, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1980). Der Beginn der kanonischen Babbelphase ist sehr robust gegenüber umweltbedingten und biologischen Einflussfaktoren, die sich negativ auf den Sprech- und Spracherwerb auswirken können. So setzt die „kanonische Babbelphase“ bei Kindern aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status, solchen die zweisprachig aufwachsen und bei Frühgeborenen in der Regel im gleichen Alter ein wie bei Kindern ohne diese Einflussfaktoren (Eilers et al., 1993; Oller, Eilers, Steffens, Lynch, & Urbano, 1994; Oller, Eilers, Urbano, & Cobo-Lewis, 1997). Selbst bei Kindern mit Down-Syndrom ist der Beginn der kanonischen Babbelphase in der Regel nur um etwa zwei Monate verzögert und wird selten erst nach dem zehnten Lebensmonat erreicht (Cobo-Lewis, Oller, Lynch, & Levine, 1996; Lynch et al., 1995). Verschiedene Studien aus der Arbeitsgruppe um Oller (Oller et al., 1998, 1999) weisen jedoch darauf hin, dass das Einsetzen der kanonischen Babbelphase nach dem zehnten Lebensmonat insbesondere bei Kindern ohne offensichtliche Entwicklungsrisiken wie beispielsweise eine Hörstörung oder eine Zerebralparese, einen potenziellen Risikomarker für Schwierigkeiten in der Sprech- und Sprachentwicklung darstellt.

Obwohl kanonische Babblers noch nicht bedeutungstragend im linguistischen Sinne sind, bilden sie einen Meilenstein in der frühen produktiven Entwicklung. Nach dem intensiven Training in der präkanonischen Phase hat der Säugling nun soweit die Kontrolle über den Sprechmechanismus erlangt, dass er in der Lage ist, phonetisch wohlgeformte („kanonische“) Konsonant-Vokal-Silben zu produzieren, die die temporalen und spektralen Silbeneigenschaften der Erwachsenensprache aufweisen (Oller, 2000). Aufgrund der phonetischen Ähnlichkeit mit der Erwachsenensprache werden kanonische Babblers nicht nur von Experten, sondern auch von Eltern recht zuverlässig identifiziert (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, Eilers, & Basinger, 2001; Oller et al., 1994) und von diesen häufig sogar mit einer lexikalischen Bedeutung versehen (McCune, 1992; Papousek, 1994).

Oller (2000) benennt in seinem *infraphonologischen Ansatz* ausgehend von den Eigenschaften natürlicher Sprachen vier wesentliche Kriterien für kanonische Babbelsilben: Kanonische Babbelsilben weisen (a) einen Silbenkern (vokalisches Element) auf, der mit normaler Phonation produziert wird, sowie (b) mindestens einen supraglottal artikulierten Silbenrand (konsonantisches Element). (c) Der Silbenkern ist voll-resonant, d. h. der Vokaltrakt befindet sich in einer vokalspezifischen Position. (d) Und schließlich erfolgt der Übergang zwischen Silbenrand und Silbenkern wie in der Erwachsenensprache schnell (innerhalb von 25 bis 120 ms) und ohne Unterbrechung.

3.2.2.1 Prosodische Eigenschaften kanonischer Babblers

Neben den Silbeneigenschaften tragen auch die silbenübergreifenden prosodischen Eigenschaften kanonischer Babblers zum perzeptiven Eindruck der Wohlgeformtheit bei (Davis, MacNeilage, Matyear, & Powell, 2000; Kent et al., 1991; Roug et al., 1989). So werden kanonische Babbelsilben zu größeren rhythmischen Einheiten wie mehrsilbigen Äußerungen gruppiert (Oller & Lynch, 1992). Oller und Lynch (1992) fanden außerdem Hinweise darauf, dass bereits im kanonischen Babbeln aus mehreren Äußerungen bestehende Phrasen produziert werden, die von Erwachsenen auch als solche wahrgenommen werden. Die Autoren gehen davon aus, dass für die perzeptive Identifizierung von Äußerungs- bzw. Phrasengrenzen die Pausenlänge zwischen den Äußerungen/

Phrasen sowie die Melodie- und Amplitudenkontur eine wichtige Rolle spielen. Bisher liegen hierzu allerdings keine systematischen Untersuchungen dazu vor.

Zur Realisierung von Betonung im Babbeln wurden dagegen bereits erste systematische Studien durchgeführt. So untersuchten Davis et al. (2000) bei fünf Kindern mit Englisch als Muttersprache, ob die akustischen Kenngrößen F_0 , Intensität und Vokallänge bei zweisilbigen Babblern abhängig vom wahrgenommenen Grad der Betonung bzw. von der Position der betonten Silbe systematisch variieren. Beim Vergleich mit zweisilbigen Wörtern erwachsener englischer Sprecher zeigte sich, dass die untersuchten akustischen Korrelate von Betonung im Babbeln ähnlich wie in der Erwachsenensprache eingesetzt werden. Sowohl bei den Erwachsenen als auch bei den Kindern waren die gemessenen Werte unabhängig von der Position der betonten Silbe für alle drei Kenngrößen bei betonten Silben signifikant höher. Auch das Verhältnis der gemessenen Werte von betonten zu unbetonten Silben sowie der Grad der Beteiligung der einzelnen Kenngrößen waren in beiden Gruppen sehr ähnlich. Unterschiede fanden sich jedoch in der Kombination der einzelnen Kenngrößen im Zusammenhang mit der Silbenposition. Zudem produzierten die Kinder im Babbeln noch nicht bevorzugt das in der Muttersprache dominierende trochäische Betonungsmuster.

Ähnliche Ergebnisse lieferte die Studie von Lintfert (2009) bei Kindern mit deutscher Umgebungssprache. Auch hier zeigte sich, dass bereits im Babbeln produktiv zwischen betonten und unbetonten Silben differenziert werden kann. Neben den in der Untersuchung von Davis et al. (2000) gemessenen akustischen Kenngrößen Grundfrequenz, Intensität und Dauer wurden in der Untersuchung von Lintfert (2009) außerdem verschiedene Kenngrößen der Stimmqualität erfasst, die ebenfalls bei der Realisierung von Betonung eine Rolle spielen. Es zeigte sich, dass die Messgrößen Grundfrequenz und Intensität am zuverlässigsten eingesetzt werden. Der Einsatz von Dauerunterschieden zur Markierung von Prominenz entwickelte sich erst mit zunehmendem Alter und auch der Einsatz der untersuchten Kenngrößen der Stimmqualität verbesserte sich erst mit zunehmender Kontrolle über die Stimmlippen. Generell wurden die verschiedenen akustischen Kenngrößen noch sehr inkonsistent und erst mit zunehmendem Alter vermehrt dem elterlichen Vorbild entsprechend verwendet. Sowohl die Befunde von Davis et al. (2000) als auch die von Lintfert (2009) sprechen dafür, dass das kanonische

Babbeln in erster Linie dazu dient, die verschiedenen Möglichkeiten zur Realisierung von Betonung auszuprobieren und die Feinabstimmung des Sprechmechanismus bzw. die grundlegenden artikulatorisch-akustischen Abläufe zu trainieren.

Gegenstand verschiedener Untersuchungen waren auch die melodischen Eigenschaften von Babbellauten. Dabei sprechen die Befunde einiger Untersuchungen dafür, dass kanonische Babbellaute überwiegend fallende Melodiekonturen aufweisen (Robb, Saxman, & Grant, 1989; Snow, 2006). Biophysologisch orientierte Ansätze führen dies in erster Linie auf den im Verlauf der Äußerung abnehmenden subglottischen Druck sowie die Reduktion der Stimmlippenspannung und -länge zurück (Kent & Murray, 1982; Lieberman, 1967). Sprachvergleichende Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die physiologischen Effekte des Sprechmechanismus in einem gewissen Maße auch durch muttersprachliche Erfahrungen moduliert werden. So fanden Whalen et al. (1991) beim Vergleich der Intonationskontur zwei- und dreisilbiger reduplizierter Babbellaute von amerikanischen und französischen Kindern im Alter von fünf bis zwölf Monaten, dass die relative Häufigkeit steigender Konturen im Repertoire der französischen Kinder höher war als in dem der amerikanischen Kinder. Auch in der Studie von Hallé et al. (1991) mit japanischen und französischen Kindern im Alter von 1;2 bis 1;11 Jahren produzierten die französischen Kinder signifikant häufiger steigende Melodiekonturen. Die berichteten Unterschiede stimmen mit den Eigenschaften der jeweiligen Zielsprache überein.

Ein weiteres wichtiges rhythmisch-prosodisches Merkmal sind die zeitlichen Eigenschaften. Dolata, Davis und MacNeilage (2008) untersuchten bei Kindern mit englischer Umgebungssprache anhand der Länge initialer und medialer kanonischer Babbelsilben die vokalisationsinterne zeitliche Organisation. Dabei wurde gefunden, dass bei kanonischen Babblern die Silbenlänge innerhalb einer Äußerung nur wenig variiert, also relativ konstant bleibt. In der sprachvergleichenden Untersuchung von Levitt und Wang (1991) zeigte sich dieser Effekt in der fortgeschrittenen Phase des kanonischen Babbelns, also gegen Ende des ersten Lebensjahres, bei den französischen Kindern noch deutlicher als bei den amerikanischen Kindern. Diese Unterschiede entsprechen rhythmischen Besonderheiten der Erwachsenensprache, denn im Französischen weisen die

Silben innerhalb eines Wortes im Gegensatz zum Englischen ein hohes Maß an Isochronität auf.

Levitt und Wang (1991) fanden außerdem bei den Babblern der französischen Kinder ab dem 11. Lebensmonat entsprechend der rhythmischen Eigenschaften der Zielsprache ein signifikant höheres Maß an finaler Silbendehnung. Ähnliche Ergebnisse lieferte auch die Studie von Hallé et al. (1991) bei etwas älteren französischen und japanischen Kindern. Hier zeigten die japanischen Kinder in Übereinstimmung mit der Erwachsensprache im Unterschied zu den französischen Kindern kaum eine Dehnung der finalen Silben. Abgesehen von den dargestellten Untersuchungen liegen bisher jedoch kaum Studien vor, die die finale Silbendehnung gezielt im kanonischen Babbeln untersucht haben. Zudem liefern bisher durchgeführte Studien ein uneinheitliches Bild. Während Oller und Smith (1977) in ihrer Querschnittstudie bei Englisch lernenden Kindern im Alter von 0;8 bis 1;0 Jahren keine finale Silbendehnung feststellen konnten, trat diese in der Längsschnittstudie von Robb und Saxman (1990) während des gesamten Untersuchungszeitraums zwischen dem 8. und 26. Lebensmonat auf. Insgesamt sprechen jedoch insbesondere die Ergebnisse sprachvergleichender Untersuchungen dafür, dass die Dehnung finaler Silben im Babbeln nicht ausschließlich auf physiologische Effekte des Sprechmechanismus zurückzuführen ist.

3.2.2.2 *Phoninventar im kanonischen Babbeln*

Das Phoninventar im kanonischen Babbeln scheint entgegen der überholten Annahme von Jakobson (1971), die Babbelphase zeichne sich durch ein nahezu unbegrenztes Repertoire an Konsonanten und Vokalen der Sprachen der Welt aus, relativ klar umgrenzt zu sein. So hat eine Vielzahl an Studien gezeigt, dass es universelle Präferenzen hinsichtlich der im Babbeln produzierten Phone gibt (Cruttenden, 1970; Davis & MacNeilage, 1995; Lee, Davis, & MacNeilage, 2010; Locke, 1983; Oller, Wieman, Doyle, & Ross, 1976; Roug et al., 1989; Smith, Brown Sweeney, & Stoel-Gammon, 1989; Teixeira & Davis, 2002; Vihman et al., 1985). Bei den Konsonanten werden labiale und alveolare Plosive und Nasale eindeutig gegenüber Frikativen und Affrikaten

bevorzugt. Vergleichsweise häufig treten auch die glottalen Konsonanten [h] und [ʔ]⁵ sowie der labio-dentale Approximant [w] und der palatale Approximant [j] auf. Insgesamt überwiegen solche Konsonanten, für deren Realisierung ein relativ geringes Maß an feinmotorischer Kontrolle über die Artikulationsorgane erforderlich ist. Bei den Vokalen dominieren mittlere und niedrige zentrale und vordere Vokale, für deren Produktion die Zunge nur wenig bewegt werden muss (Boysson-Bardies, Sagart, & Bacri, 1981; Cruttenden, 1970; Davis & MacNeilage, 1990; Kent & Bauer, 1985; Lee, Davis, & MacNeilage, 2007; Levitt & Utman, 1992; Lieberman, 1980).

Die Befunde verschiedener sprachvergleichender Studien sprechen jedoch dafür, dass die universellen Tendenzen im Phoninventar in einem gewissen Maß durch die Muttersprache modifiziert werden. Dies zeigte sich insbesondere für das Vokalrepertoire. So dominierten in der Untersuchung von de Boysson-Bardies et al. (1989) im Babbeln 10 Monate alter Kinder mit Englisch, Französisch, Arabisch oder Chinesisch als Muttersprache zwar in allen Probandengruppen niedrige vordere sowie mittlere und niedrige zentrale Vokale. Allerdings wies der Vokalraum, der durch die mittlere Frequenz des ersten (F_1) und zweiten Formanten (F_2) abgebildet wurde, auch sprachspezifische Tendenzen auf. Zudem unterschied sich das Verhältnis der mittleren Frequenz von F_2 zu F_1 , das ein Maß für die Kompaktheit des Vokalraums bildet, zwischen den vier Sprachgruppen im kindlichen Babbeln in einem ähnlichen Maß wie in der Erwachsenensprache.

Sprachspezifische Unterschiede im Vokalrepertoire fanden sich auch beim Vergleich der Babblers von Englisch und Koreanisch lernenden Kindern (Lee et al., 2010). Während die Englisch lernenden Kinder signifikant mehr hohe und niedrige vordere Vokale sowie deutlich mehr mittlere zentrale Vokale produzierten, präferierten die Koreanisch lernenden Kinder niedrige zentrale Vokale. Vergleichbare Ergebnisse lieferte die Untersuchung von Levitt und Utman (1992) mit einem englischen und einem französischen Kind.

Rvachew, Alhaidary, Mattock, & Polka (2008) sowie Rvachew, Mattock, Polka, & Ménard (2006) fanden in ihren Studien mit kanadisch-französischen und kanadisch-

⁵ [h] und [ʔ] werden in Untersuchungen zum Lautinventar im Babbeln häufig nicht als ‚echte‘ Konsonanten gewertet, da sie am Larynx anstatt durch eine Engebildung im Vokaltrakt gebildet werden.

englischen Kindern außerdem Hinweise darauf, dass die Entwicklung des Vokalraums je nach Muttersprache unterschiedlichen Entwicklungsmustern folgt. Während bei den Französisch lernenden Kindern die mittlere Frequenz von F_1 zwischen dem 10. und dem 16. Lebensmonat signifikant abnahm, sank bei den Englisch lernenden Kindern die mittlere Frequenz von F_2 signifikant (Rvachew et al., 2006). Zudem produzierten die Englisch lernenden Kinder zwischen dem 8. und dem 16. Lebensmonat deutlich mehr hohe hintere Vokale (Rvachew et al., 2008).

Weniger eindeutig sind die Befunde zum Einfluss der Muttersprache auf das Konsonantenrepertoire. Boysson-Bardies und Vihman (1991) fanden in ihrer Untersuchung bezüglich des Artikulationsortes Präferenzen, die Merkmale der Muttersprache reflektieren. So produzierten die Kinder mit englischer und mit französischer Muttersprache verglichen mit den Schwedisch und Japanisch lernenden Kindern signifikant mehr labiale Konsonanten. Außerdem fanden sich im Konsonantenrepertoire der Schwedisch lernenden Kinder signifikant häufiger Plosive und signifikant seltener Nasale als in dem der Französisch lernenden Kinder. Bei den Mandarin lernenden Kindern in der Studie von Chen und Kent (2010) dominierten in der jüngeren Altersgruppe (0;7 bis 1;0 Jahre) labiale Konsonanten, während Alveolare die zweithäufigste Gruppe bildeten. Mit 1;1 Jahren kehrte sich das Verhältnis jedoch um, sodass Alveolare nun entsprechend der Auftrittshäufigkeit der beiden Konsonantenarten in der Muttersprache deutlich häufiger auftraten als Labiale. Die Autoren interpretierten dies als sprachspezifisches Entwicklungsmuster. Auch das verhältnismäßig frühe Auftreten von Affrikaten spiegelte nach Meinung der Autoren den Einfluss der Muttersprache wider. In zwei weiteren Untersuchungen zeigten sich dagegen weder beim Vergleich Englisch und Spanisch lernender Kinder (Oller & Eilers, 1982) noch beim Vergleich Englisch und Koreanischer lernender Kinder (Lee et al., 2010) signifikante Unterschiede im Konsonantenrepertoire.

3.2.2.3 Strukturelle Organisation kanonischer Babblers auf Silben- und Vokalisationsebene

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass der Großteil der kanonischen Babbelsilben eine einfache Konsonant-Vokal-Struktur („CV-Struktur“) in Form von offenen „CV-Silben“ aufweist (Kent & Bauer, 1985; Locke, 1983; Oller & Eilers, 1982; Oller et al.,

1976; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Vihman et al., 1985). Geschlossene Silben mit einem konsonantischen Element am rechten Silbenrand treten dagegen, ebenso wie Konsonantencluster, nur selten auf. Entsprechend der Dominanz von CV-Silben ist für die Vokalisationsstruktur kanonischer Babblers eine Aneinanderreihung von Silben der Struktur *CV* charakteristisch. Dabei umfassen einzelne Babblers sehr häufig mehr als zwei Silben (Davis & MacNeilage, 1995). Nicht selten beträgt die Silbenanzahl eines kanonischen Babblers auch zehn Silben und mehr (Fischer, 2009; Lintfert, 2009).

Im Hinblick auf die Vokalisationsstruktur werden in der Fachliteratur verschiedene Arten von kanonischen Babbellauten beschrieben (Oller, 1980; Roug et al., 1989). Hierzu zählen (a) ein- und zweisilbige nicht-reduplizierte Babblers, die nur ein konsonantisches Element aufweisen (z. B. [ba], [aba]), (b) reduplizierte Babblers, die aus mehreren, bezüglich ihrer konsonantischen und vokalischen Elemente identischen Silben bestehen (z. B. [bababa], [wawa]) und (c) bunte bzw. variierte Babblers mit zwischen den einzelnen Silben variierenden konsonantischen (und je nach Definition vokalischen) Elementen (z. B. [dadama]).

In den klassischen Stufenmodellen zur vorsprachlichen Entwicklung wurde von einer Zweiteilung der kanonischen Babbelphase ausgegangen. Es wurde angenommen, dass während der ersten Phase, die sich etwa bis zum 10. Lebensmonat erstreckt, fast ausschließlich „reduplizierte“ Babblers produziert werden, während in der anschließenden Entwicklungsphase „variierte“ Babblers klar dominieren (Elbers, 1982; Oller, 1980, 1986; Roug et al., 1989; Stark, 1980). Dabei wurde die Zunahme der phonetisch komplexeren variierten Babblers als Hinweis auf eine verbesserte sprechmotorische Kontrolle interpretiert (Elbers, 1982). Allerdings hat sich die Annahme, der Phase des variierten Babbelns gehe eine Phase des reduplizierten Babbelns voraus, so bisher nicht bestätigt. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass reduplizierte und variierte Babblers von Beginn der kanonischen Phase an parallel auftreten (Holmgren et al., 1986; Levitt & Utman, 1992; Mitchell & Kent, 1990; Roug et al., 1989; Smith et al., 1989). Zudem fanden sich gemessen an der relationalen Auftrittshäufigkeit reduplizierter und variierten Babblers keine Hinweise auf eine systematische Veränderung der phonetischen Komplexität, wie sie in den Stufenmodellen postuliert wird. Vielmehr scheinen reduplizierte und variierte Babblers während der gesamten kanonischen Babbelphase ähnlich häufig

aufzutreten (Davis & MacNeilage, 1995; Mitchell & Kent, 1990; Smith et al., 1989). Entsprechend wurde die klare Trennung zwischen einer Phase des reduplizierten und einer Phase des bunten Babbelns beispielsweise von Oller (2000) in einer späteren Version seines Stufenmodells nicht beibehalten. Allerdings formulieren Buder, Warlaumont, & Oller (2013) in einer aktuellen Publikation, dass möglicherweise zu ungenaue Analysemethoden der Grund dafür sind, dass bisher in empirischen Studien keine Zweiteilung der kanonischen Babbelphase gefunden wurde.

Der wohl bekannteste Erklärungsansatz zur segmentalen Organisation kanonischer Babbellaute ist die *Frame-Content-Theorie* (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993). Dieser biomechanische Ansatz geht davon aus, dass die segmentale Organisation von Babbellauten und ersten Wörtern im Wesentlichen auf rhythmisch wechselnde Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers zurückzuführen ist. Während andere Artikulatoren wie Zunge, Lippen und weicher Gaumen weitestgehend passiv bleiben, bildet die Unterkieferoszillation den artikulatorischen Rahmen („Frame“) für die wechselnde Produktion von Konsonanten während der Verschlussphase und Vokalen während der Öffnungsphase und damit für die Bildung von Silben. Es wird angenommen, dass diese motorische Konfiguration noch keine segmentspezifische neuromuskuläre Kontrolle erfordert. Diese würde erst erlangt, wenn die anderen Artikulatoren unabhängig vom Unterkiefer bewegt werden könnten. Dann würde auch der artikulatorische Rahmen mit segmentspezifischem Inhalt („Content“) gefüllt (Davis & MacNeilage, 1995).

Basierend auf dieser Theorie werden im kanonischen Babbeln auf Silbenebene drei dominierende Muster für die Kombination von Konsonanten und Vokalen beschrieben (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993): (a) alveolare Konsonanten treten bevorzugt mit vorderen Vokalen auf, (b) labiale Konsonanten mit zentralen Vokalen und (c) velare Konsonanten mit dorsalen Vokalen. Auf Vokalisationssebene werden für intersilbische Variationen der konsonantischen Elemente in erster Linie Veränderungen der Artikulationsart und für Variationen der vokalischen Elemente Veränderungen der Zungenhöhe erwartet. Davis, MacNeilage und Mitarbeiter fanden in verschiedenen Studien mit Englisch lernenden Kindern bezüglich der Konsonant-Vokalstruktur in der Tat deutliche Präferenzen für die als dominierend angenommenen

Kombinationsmuster (Davis & MacNeilage, 1990, 1995; Davis, MacNeilage, & Matyear, 2002). Darüber hinaus weisen jedoch Untersuchungen an Kindern mit anderen Umgebungssprachen darauf hin, dass insbesondere die intrasilbische Organisation nicht ausschließlich auf die motorischen Beschränkungen zurückgeführt werden kann. Zwar werden die prädizierten intrasilbischen Kombinationsmuster gemessen an deren Auftrittshäufigkeit in der jeweiligen Muttersprache vergleichsweise häufig produziert, daneben treten jedoch auch muttersprachlich spezifische Muster gehäuft auf (Boysson-Bardies, 1993; Chen & Kent, 2005; Lee et al., 2007; Teixeira & Davis, 2002). Insgesamt sprechen die dargestellten Befunde dafür, dass die strukturelle Organisation kanonischer Babblen sowohl durch die noch motorisch begrenzten produktiven Möglichkeiten des Säuglings als auch durch dessen bereits vorhandene auditiv-perzeptive Erfahrungen mit der Umgebungssprache beeinflusst ist.

3.2.3 Die integrative Phase - Kontinuität am Übergang vom Babbeln zur Wortproduktion

Der Übergang zur Produktion bedeutungstragender Wörter erfolgt kontinuierlich (Vihman, 1996). Erste bedeutungstragende Wörter treten für gewöhnlich gegen Ende des ersten Lebensjahres auf. Daneben produziert das Kind allerdings noch über mehrere Monate hinweg weiterhin kanonische Babbellaute (Locke, 1983; Stoel-Gammon & Dunn, 1985). Oller (2000) bezeichnet diese Phase, in der kanonische Babblen sowie erste Wörter parallel auftreten, als „integrative Phase“. In dieser frühen Phase der Wortproduktion ist es häufig nur schwer möglich zwischen im linguistischen Sinne bedeutungslosen und bedeutungstragenden Lautproduktionen zu differenzieren (Elbers & Ton, 1985; Vihman & McCune, 1994; Vihman & Miller, 1988). Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass die phonetische Form der ersten bedeutungstragenden Lautproduktionen zumeist noch deutlich von der des jeweiligen Wortes in der Erwachsenensprache abweicht. Dabei ist die Verknüpfung von Lautketten und Bedeutungen inter- und intraindividuell sehr variabel (Dore, Franklin, Miller, & Ramer, 1976; Oller, 2000). Andererseits sind sich kanonische Babblen und erste Wörter in ihrer Form, insbesondere bezüglich der verwendeten Phone und der Silbenstruktur, sehr ähnlich (Elbers & Ton, 1985; Kent & Bauer, 1985; Locke, 1989; Majorano & D'Odorico, 2011; Stoel-Gammon

& Cooper, 1984; Vihman et al., 1986, 1985). In der Fachliteratur wird daher häufig davon ausgegangen, dass die Produktion von Lautketten zunächst im kanonischen Babbeln geübt wird, bevor diese mit Bedeutung verknüpft werden (Boysson-Bardies, 1999; Elbers & Ton, 1985; Oller, 2000; Vihman, 1996). Pinker (Pinker, 2005) beschreibt dies wie folgt:

„The infant is like a person who has been given a complicated piece of audio equipment bristling with unlabeled knobs and switches but missing the instruction manual. In such situations people resort to what hackers call frobbing – fiddling aimlessly with the controls to see what happens. The infant has been given a set of neural commands that can move the articulators every which way, with wildly varying effects on the sound. By listening to their own babbling, babies in effect write their own instruction manual; they learn how much to move which muscle in which way to make which change in the sound. This is a prerequisite to duplicating the speech of their parents. Some computer scientists, inspired by the infant, believe that a good robot should learn an internal software model of its articulators by observing the consequences of its own babbling and flailing.” (S. 269)

Über die von Pinker beschriebene eher zufällige Trainingsphase mit Explorationsübungen hinaus fanden Elbers und Ton (1985) Hinweise darauf, dass das kanonische Babbeln gleichzeitig auch der Konsolidierung von bereits vom Kind verwendeten Wortformen dient.

4 Methodologie

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass sich bereits im vorsprachlichen Babbeln Hinweise auf spätere Spracherwerbsstörungen bzw. -verzögerungen finden. Wichtige Indikatoren scheinen dabei das verzögerte Einsetzen der kanonischen Babbelphase (Oller et al., 1998, 1999) sowie eine geringere phonetische Komplexität der Babbellaute zu sein (Fasolo et al., 2008; Stoel-Gammon, 1989). Daher wird der kanonischen Babbelphase in der Fachliteratur auch aus einer frühdiagnostischen Perspektive große Bedeutung beigemessen, obwohl systematische Längsschnittstudien an einer größeren Stichprobe bisher fehlen (Oller et al., 1998, 1999; Roug et al., 1989). Um jedoch zuverlässig anwendbare Verfahren zur Früherkennung von Spracherwerbsstörungen sowie zur Sprachförderung und -therapie entwickeln zu können, ist es unerlässlich, zunächst systematische Untersuchungen der kanonischen Babbelphase im Rahmen der ungestörten Entwicklung vorzunehmen. Ein wesentliches Element hierfür wäre zum Beispiel die quantitative Charakterisierung der Vokalisationseigenschaften von kanonischen Babblern. Bisher liegen jedoch keine Studien vor, die Eigenschaften der kanonischen Babblern von gesunden Kindern objektiv erfasst haben. Zielstellung der vorliegenden explorativen hypothesengenerierenden Längsschnittstudie war es daher, Eigenschaften kanonischer Babblern von gesunden Deutsch lernenden Kindern anhand ausgewählter akustischer und phonetischer Messgrößen quantitativ zu charakterisieren. Zusätzlich sollte der Variationsbereich dieser Messgrößen in Abhängigkeit vom Verlauf der kanonischen Babbelphase ermittelt werden.

Nachfolgend werden der Untersuchung vorangegangene Überlegungen zur methodischen Umsetzung der genannten Zielstellung dargelegt. Dabei wird zunächst die in der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegte Definition von kanonischen Babblern hergeleitet und deren methodische Anwendung bei der Identifizierung kanonischer Babblern beschrieben. Im nächsten Schritt werden Überlegungen zu einer geeigneten Herangehensweise bei der Beschreibung der Eigenschaften vorsprachlicher Vokalisationen im Allgemeinen und kanonischer Babblern im Besonderen angestellt. Diese bilden die Grundlage für die in der vorliegenden Untersuchung ausgewählten Messgrößen. An-

schließlich wird auf das Studiendesign sowie wesentliche Aspekte der Datenerhebung eingegangen, bevor schließlich die Datenaufbereitung und –auswertung begründet werden.

4.1 Überlegungen zu Definition und Auswahl kanonischer Babblers

Die Zielstellung, die Eigenschaften eines spezifischen Vokalisationstyps zu charakterisieren, setzt eine Definition voraus, die eine objektive Identifizierung von Vokalisationen dieses Typs erlaubt. Für kanonische Babblers, die häufig auch als reduplizierte, bunte oder variierte Babblers bezeichnet werden, finden sich in der Fachliteratur verschiedene, teilweise unspezifische Kriterien. Als wichtigste Kennzeichen von kanonischen Babblern gelten deren „Sprachähnlichkeit“ (Mitchell & Kent, 1990; Oller, 2000) und „silbische Organisation“ (Holowka & Petitto, 2002), das Auftreten supraglottaler konsonantischer und vollresonanter vokalischer Elemente (Nathani, Oller, & Cobo-Lewis, 2003; Oller, 2000) sowie der rhythmische Wechsel zwischen diesen (Davis & MacNeilage, 1994).

Eine differenziertere Definition für kanonische Babblers liefert Oller (1980, 1986, 2000) im Rahmen seines *infraphonologischen Ansatzes*. Nach dieser Definition weisen kanonische Babblers mindestens eine phonetisch wohlgeformte („kanonische“) Silbe auf (Buder et al., 2013; Oller, 2000). Die Kriterien für kanonische Babbelsilben leitet Oller (Oller, 1980, 1986, 2000), wie die von ihm geprägte Bezeichnung „kanonisch“ bereits impliziert, aus den Silbeneigenschaften natürlicher Sprachen ab. Diese werden anhand ausgewählter akustischer Eigenschaften charakterisiert, die in allen natürlichen Sprachen der Welt in einer ähnlichen Art und Weise eingesetzt werden. Dabei handelt es sich um die Kenngrößen Grundfrequenz, Resonanzfrequenz, Zeit und Amplitude. Da anhand dieser akustischen Messgrößen die Infrastruktur aller natürlichen Sprachen beschrieben werden könne, bezeichnet Oller (ebd.) diese als „infraphonologisch“. Im Rahmen des infraphonologischen Ansatzes wird die Ausprägung dieser Kenngrößen verwendet, um den Grad der Sprachähnlichkeit von vorsprachlichen Vokalisationen („Protophone“) und die im Verlauf der vorsprachlichen Entwicklung zunehmende kindliche Sprechfähigkeit zu beschreiben. Das Stufenmodell von Oller (ebd.) und die

für die jeweiligen Entwicklungsstufen charakteristischen Protophone zeigen auf, dass der Säugling während der vorsprachlichen Erwerbsphase zunehmend die Kontrolle über die infraphonologischen Merkmale erwirbt (Kapitel 3.2). Mit Erreichen der kanonischen Babbelphase ist er schließlich dazu in der Lage, diese entsprechend der Merkmale der Erwachsenensprache einzusetzen und phonetisch wohlgeformte (kanonische) Silben zu produzieren.

Wie in Kapitel 3.2.2 ausführlich dargestellt, zeichnen sich kanonische Babbelsilben nach Oller (ebd.) durch folgende Merkmale aus: Sie verfügen über einen mit normaler Phonation produzierten Silbenkern (vokalisches Element) sowie mindestens einen supraglottal artikulierten Silbenrand (konsonantisches Element). Der Silbenkern ist vollresonant, d. h. der Vokaltrakt befindet sich in einer vokalspezifischen Position, und der Übergang zwischen Silbenrand und Silbenkern erfolgt wie beim Sprechen in der Erwachsenensprache schnell (< 120 ms) und ohne Unterbrechung. Aufgrund dieser Eigenschaften werden kanonische Babbelsilben als phonetisch wohlgeformt wahrgenommen.

Die von Oller (ebd.) erarbeitete Definition von kanonischen Babblern bietet den wesentlichen Vorteil, dass die Kriterien für kanonische Babbelsilben mittels signalanalytischer Verfahren verifizierbar sind (Buder et al., 2013). Aus diesem Grund wurde Ollers Definition von kanonischen Babblern in der vorliegenden Arbeit übernommen. In Anlehnung an eine neuere Arbeit von Oller und Kollegen (Buder et al., 2013) fand lediglich das von Oller in früheren Arbeiten benannte Kriterium der *normalen Phonation* auch hier keine Anwendung (Oller, 1980, 1986, 2000). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass vorsprachliche Vokalisationen, das kanonische Babbeln eingeschlossen, neben der normalen Phonation, die sich durch periodische Schwingungen der Stimmlippen auszeichnet, häufig auch vollständig oder teilweise in anderen phonatorischen Registern, wie beispielsweise dem Kopfregeister, produziert werden (Buder, Chorna, Oller, & Robinson, 2008; Kent & Murray, 1982; Robb & Saxman, 1988). Daher ist es richtig, das Kriterium der *normalen Phonation* nicht weiter zu verwenden.

Kanonische Babblers können aufgrund ihrer Klangeigenschaften perzeptiv recht zuverlässig identifiziert werden (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller et al., 2001, 1994). Auch in der vorliegenden Arbeit erfolgte die Auswahl der kanonischen Babblers zunächst durch auditive Analyse. Obwohl Buder et al. (Buder et al., 2013)

postulieren, dass die auditive Einschätzung bereits entscheidende Informationen zur Klassifizierung liefert, ist sie für eine zuverlässige Auswahl kanonischer Babblers aus Sicht der Autorin nicht ausreichend. Daher wurden in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich signalanalytische Verfahren zur Identifikation kanonischer Babblers aus den digitalen Lautaufzeichnungen angewandt. Auf diese Weise wird die Subjektivität verringert und eine homogenere Zusammensetzung des selektierten Datenkorpus erreicht. Die Wahl der anzuwendenden signalanalytischen Verfahren erfolgte in Anlehnung an die Empfehlungen von Buder et al. (Buder et al., 2013). Diese adaptierend ist es notwendig, die Resonanzeigenschaften eines jeden Babblers im Breitbandfrequenzspektrum darzustellen und die Dauer der Formantübergänge zu messen. Die spezifische Vorgehensweise wird in Kapitel 5.5.1 ausführlich beschrieben.

4.2 Überlegungen zur Beschreibung der Eigenschaften von kanonischen Babblern

Wie in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt, erlangt der Säugling im Verlauf der vorsprachlichen Erwerbsphasen eine zunehmende Kontrolle über die zum Sprechen erforderlichen neurophysiologischen Mechanismen. Spielerisch trainiert und stabilisiert er das Zusammenschalten und die Feinabstimmung der an der Lautproduktion beteiligten Funktionssysteme Respiration, Phonation und Artikulation. Diese Entwicklung vollzieht sich im Rahmen einer geordneten, als universal postulierten Abfolge einzelner Entwicklungsstufen und verläuft, obwohl es durchaus interindividuelle Unterschiede gibt, unter „normalen“ Bedingungen innerhalb relativ gut abgrenzbarer zeitlicher Phasen (Holmgren et al., 1986; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 1986, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1980; Vihman et al., 1986). Die Universalität bezüglich der Phasenabfolge ist insofern nicht erstaunlich, als sie vorrangig auf neurophysiologischen Reifungsprozessen basiert. Außerdem bilden die zeitlichen Phasen nur eine Art Hülle, die dann durch die unterschiedlichsten Lautvariationen und -kombinationen, an denen verschiedenste Variabilitätsquellen beteiligt sind, individuell ausgefüllt wird.

Die Lautproduktion ist ein höchst komplexer Vorgang, der auf dem dynamischen Zusammenspiel verschiedener anatomischer Strukturen und physiologischer Prozesse

beruht (Kohler, 1995). Auf neuronaler Ebene setzt dies die Integration von auditorischen, somatosensorischen und motorischen Informationen voraus (Guenther & Vladusich, 2012). Die hierfür erforderlichen neuronalen Strukturen und Schaltkreise sind nicht von Geburt an reif (Netsell, 1981; Smith, 2010), sondern reifen vielmehr erst im Entwicklungsverlauf. Dabei vollziehen sich wesentliche Reifungsprozesse bereits während des ersten Lebensjahres (Kapitel 2.2). Der periphere Sprechapparat, der die Atmungs-, Phonations- und Artikulationsorgane umfasst, unterliegt ebenfalls grundlegenden anatomischen und physiologischen Veränderungen (Kapitel 2.1). Der Säugling steht also vor der Herausforderung, die Erwerbsschritte der vorsprachlichen Entwicklungsphase zu meistern, während sich gleichzeitig enorme neurophysiologische und morphologische Veränderungen vollziehen. Hinzu kommt, dass dieser Erwerbsprozess unter dem Einfluss und in Abstimmung mit der Umgebungssprache erfolgt und außerdem in den Gesamtzusammenhang von Entwicklungsprozessen in anderen Bereichen, wie beispielsweise der Kognition und Motorik, eingebettet ist.

Dass sich dennoch ein derart hohes Maß an Regelmäßigkeit findet, spricht dafür, dass die vorsprachliche Entwicklung einem angeborenen Entwicklungsprogramm folgt, das für Lernprozesse offen ist. Für ein besseres Verständnis vom Sprech- und Spracherwerb und der Bedeutung der vorsprachlichen Erwerbsphase ist es unerlässlich, die dem frühen Erwerbsprozess zugrunde liegende Regelmäßigkeit bzw. Systematik zu verstehen. Nur so können Störfaktoren für eine regelhafte Entwicklung aufgedeckt, Frühindikatoren für Schwierigkeiten im Sprech- und Spracherwerb identifiziert und Verfahren zur Prävention und Frühförderung entwickelt werden. Es gibt unterschiedliche theoretische Ansätze, um die während der vorsprachlichen Erwerbsphase wirksamen Mechanismen und die ihnen zugrunde liegende Regelmäßigkeit besser zu verstehen. Ein weit verbreiteter Ansatz besteht darin, die Merkmale vorsprachlicher Vokalisationen anhand von Kategorien der Erwachsenensprache zu beschreiben. Dies macht beispielsweise der *infraphonologische Ansatz* von Oller (Oller, 1980, 1986, 2000). Ausgangspunkt ist bei diesem Ansatz das reife Sprechmodell. Obwohl man die Verwendung dieses Analyseansatzes aus linguistischer Sicht sehr gut nachvollziehen kann, birgt er die Gefahr einer inadäquaten Erfassung der produktiven Fähigkeiten des Kindes. Durch die strikte Analyse der Merkmale kindlicher Äußerungen basierend auf Kategorien der Erwachsenensprache werden die spezifischen Entwicklungsmuster und –mechanismen,

die während der vorsprachlichen Erwerbsphase wirksam sind, ignoriert. Es kommt zur Formulierung vorsprachlicher Erwerbsmodelle, die den tatsächlichen Vorgängen aufgrund der Besonderheiten dieser Entwicklungsphase nicht gerecht werden. Früherkennungsmethoden für Sprech- bzw. Spracherwerbsstörungen sowie Verfahren zur Frühförderung, die basierend auf solchen Modellen entwickelt werden, sind für den Einsatz in der sprachheilpädagogischen Praxis nur bedingt geeignet.

Aus Sicht der Verfasserin der vorliegenden Arbeit sollte daher ein anderer Analyseansatz verfolgt werden. Dieser besteht darin, dass man zunächst eine „biasfreie“ quantitative Charakterisierung der Eigenschaften vorsprachlicher Vokalisationen in jeder Entwicklungsphase vornimmt, das heißt ohne dabei von Merkmalen der Erwachsenensprache auszugehen. Nachdem man einen solchen Eigenschaftskatalog mit den jeweiligen Variationsbereichen bei gesunden Kindern erarbeitet hat, kann man damit beginnen, zwischen prototypischen Vorstufen und bereits vergleichbaren Merkmalen der späteren Erwachsenensprache zu differenzieren. Auf dieser Basis Frühindikatoren für Spracherwerbsstörungen zu entwickeln, scheint der Autorin herkömmlichen Ansätzen überlegen zu sein.

Während der grobe (zeitliche) Ablauf der vorsprachlichen Erwerbsphase anhand von regelhaft aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen relativ gut beschrieben ist (vgl. Kapitel 3.2), liegen bisher kaum vertiefte Erkenntnisse zu stufeninternen Merkmalen und zu den akustisch-phonetischen Eigenschaften charakteristischer Vokalisationstypen vor. Dass die sehr frühe produktive Entwicklung einer Regelmäßigkeit folgt, wurde durch die Untersuchungen von Wermke et al. (Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2011; Wermke et al., 2002) an Weinlauten („Säuglingsschrei“) bereits eindrucksvoll belegt. Für die parallel zur Schreientwicklung einsetzende Entwicklung auf Seiten der Komfort-Vokalisationen stehen derartige Untersuchungen jedoch noch aus. Hier setzt die vorliegende Untersuchung an. Sie konzentriert sich auf eine Entwicklungsphase, die aufgrund ihrer charakteristischen Vokalisationen relativ gut zu identifizieren ist, die kanonische Babbelphase. Es sollten quantitative Eigenschaften kanonischer Babbler geeignet charakterisiert werden. Da es sich um die erste Untersuchung dieser Art handelt, ist die Studie explorativ angelegt. Es sollten Messgrößen ausgewählt werden, die gewährleisten, dass man die Spezifik der sich noch in Entwicklung befindenden

laryngealen und supralaryngealen Strukturen und Mechanismen ausreichend berücksichtigt.

Laryngeale Anregungsprozesse werden am unmittelbarsten durch die Variation der Grundfrequenz reflektiert. Die Grundfrequenz (F_0) stellt daher einen Schlüsselparameter bei der Analyse frühkindlicher Lautproduktionen dar. In der vorliegenden Untersuchung wurden die mittlere F_0 und der F_0 -Range als akustische Kenngrößen zur Charakterisierung der laryngealen Eigenschaften herangezogen. Während die mittlere F_0 Aufschluss über die Stimmlage gibt, reflektiert der F_0 -Range als Differenz aus F_0 -Maximum und F_0 -Minimum den Variationsbereich der Grundfrequenz auf Vokalisationsebene. Um den störenden Einfluss der konsonantischen Elemente auf die messtechnische F_0 -Bestimmung zu verringern, wurde die F_0 lediglich anhand der Vokale berechnet. Da die Frequenzeigenschaften immer auch im Zusammenhang mit den zeitlichen Eigenschaften betrachtet werden müssen, wurden letztere ebenfalls untersucht. Korrespondierend mit den Frequenzanalysen erfolgte dies sowohl auf Vokalisationsebene als auch auf der Ebene kleinerer zeitlicher Segmente. Als Messgrößen wurden die Vokalisationslänge und die Länge der vokalischen Elemente ausgewählt.

Eine Möglichkeit, die supralaryngeale artikulatorische Aktivität zu erfassen, besteht darin, die Eigenschaften der konsonantischen Elemente zu beschreiben. Diese werden unter Beteiligung verschiedener Artikulationsorgane durch Engebildung an verschiedenen Artikulationsorten im Vokaltrakt erzeugt. Um dem explorativen Charakter des kanonischen Babbels Rechnung zu tragen, erfolgte die Beschreibung der Eigenschaften der konsonantischen Elemente in der vorliegenden Untersuchung statt mittels phonetischer Transkription anhand der Kategorisierung der konsonantischen Elemente nach Artikulationszone und Artikulationsart. Auf diese Weise wurde die Gefahr von Klassifikationsfehlern, die sich aus der noch fehlenden linguistischen Begrenzung der segmentalen Eigenschaften der kanonischen Babblers ergibt, verringert (Kent & Bauer, 1985).

Darüber hinaus wurden strukturelle Eigenschaften der kanonischen Babblers anhand der Silbenanzahl sowie der Konsonant-Vokalstruktur auf Silben- und Vokalisationsebene erfasst. Die Befunde früherer Untersuchungen weisen darauf hin, dass im kanonischen Babbeln konsonantische und vokalische Elemente im Wechsel aneinandergereiht

werden, wobei Konsonantencluster sowie finale Konsonanten die Ausnahme bilden (Kent & Bauer, 1985; Locke, 1983; Mitchell & Kent, 1990; Oller & Eilers, 1982; Oller et al., 1976; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Vihman et al., 1985). Es wird angenommen, dass diese strukturelle Organisation in hohem Maß biologisch prädisponiert ist und im Wesentlichen auf rhythmisch wechselnde Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers zurückzuführen ist (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993).

4.3 Überlegungen zum Studiendesign und zur Datenerhebung

Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, die Eigenschaften kanonischer Babblers von Deutsch lernenden Kindern erstmalig möglichst umfassend zu charakterisieren und ihre Veränderungen im Verlauf der kanonischen Babbelphase aufzudecken. Entsprechend wurde für die vorliegende Untersuchung ein längsschnittliches Studiendesign gewählt. Gegenüber einem querschnittlichen Studiendesign bietet dieses den Vorteil, dass tatsächliche individuelle Entwicklungsverläufe erfasst und nicht nur modelliert werden können.

Gemäß der Zielstellung waren eine ausreichend große Anzahl an Probanden, relativ kleine Aufnahmeintervalle sowie eine ausreichend große Zahl an analysierbaren kanonischen Babblern erforderlich. Um die zeitliche Belastung für die teilnehmenden Familien und damit die Drop-out-Rate möglichst gering zu halten und die Realisierbarkeit durch die Untersucherin, die alleine für die fast ein Jahr dauernde Datenerhebung zuständig war, zu gewährleisten, wurden im Vorfeld der Untersuchung Machbarkeitsüberlegungen angestellt. Bei der Planung der Datenerhebung galt es beispielsweise Fahrtzeiten zu den Wohnorten, die Aufenthaltszeit in den Familien und die Berufstätigkeit der Eltern zu berücksichtigen. Des Weiteren musste bedacht werden, dass kanonische Babblers insbesondere zu Beginn der kanonischen Babbelphase nur einen relativ geringen Teil der spontanen kindlichen Lautproduktionen ausmachen, sodass wiederholte Aufnahmen eingeplant werden mussten (z. B. Nathani, Ertmer, & Stark, 2006; Oller et al., 1994; Roug et al., 1989). Zudem variiert die Bereitschaft des Kindes, zu vokalisieren, in Abhängigkeit vom Wohlbefinden. Daher musste das Aufnahmesetting

geeignet gewählt werden, um die gewünschte Anzahl an kanonischen Babblern in Form qualitativ hochwertiger Lautaufnahmen für die akustische Analyse zu erhalten.

Lewedag et al. (Lewdag, Oller, & Lynch, 1994) haben gezeigt, dass Kinder in der vertrauten häuslichen Umgebung deutlich mehr kanonische Babbler produzieren als unter Laborbedingungen. Dabei unterschieden sich die phonetischen Eigenschaften der kanonischen Babbler zwischen den verschiedenen Aufnahmebedingungen nicht. Obwohl man die qualitativ hochwertigsten Lautaufnahmen in einer Schallschutzkabine erhalten hätte, wie sie auch im ZVES zur Verfügung steht, wurde die Datenerhebung in der vorliegenden Untersuchung zu Hause durchgeführt. Auf diese Weise wurden repräsentative Babbler aufgezeichnet. Zudem war die häusliche Aufnahme für die Familien, die bis zu 15 Kilometer vom ZVES entfernt wohnten, mit einem deutlich geringeren zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Dies erhöhte die Bereitschaft der Eltern, tatsächlich über mehrere Monate an der Studie teilzunehmen.

Auf der Basis der vorangegangenen Überlegungen wurden für die vorliegende Längsschnittuntersuchung eine Gruppe von 15 Probanden und eine Aufnahmedauer von 45 Minuten pro Aufnahmetermin festgelegt. Pro Proband wurden ein bis zwei Aufnahmen pro Monat angesetzt.

Bei der Auswahl der Probanden galt es vor allem die folgenden zwei Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen musste das Probandenkollektiv möglichst homogen sein, um neben der zu erwartenden interindividuellen Variabilität weitere Variabilitätsquellen zu minimieren. Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Umgebungssprache. So hat eine Reihe sprachvergleichender Untersuchungen gezeigt, dass die Eigenschaften vorsprachlicher Vokalisationen bereits durch Merkmale der Umgebungssprache überformt sind (z. B. Boysson-Bardies et al., 1989; Whalen et al., 1991). Daher wurden in der vorliegenden Längsschnittstudie ausschließlich monolingual deutsche Kinder in das Probandenkollektiv aufgenommen. Zum anderen musste entsprechend der Zielstellung, den „normalen“ Variationsbereich bestimmter Eigenschaften von kanonischen Babblern im Rahmen der ungestörten Entwicklung zu beschreiben, so weit wie möglich sichergestellt werden, dass sich die ausgewählten Probanden insbesondere im sprachlichen Bereich normal entwickelten. Zu diesem Zweck wurde der sprachliche

Entwicklungsstand im Alter von 12 und 24 Monaten mittels der bewährten und standardisierten Elternfragebögen ELFRA-1 und ELFRA-2 (Grimm & Doil, 2000) überprüft.

4.4 Überlegungen zur Datenanalyse und -auswertung

Da der Fokus der vorliegenden explorativen Pilotuntersuchung auf der Beschreibung charakteristischer Eigenschaften von kanonischen Babblern und deren Veränderung im Entwicklungsverlauf liegt, erfolgte die statistische Auswertung mittels deskriptiver Verfahren. Um den Variationsbereich der analysierten Merkmale darstellen zu können, wurden für die quantitativen Messgrößen (mittlere F_0 , F_0 -Range, Vokalisationslänge, Vokallänge) verschiedene statistische Kennwerte berechnet, die die zentrale Tendenz bzw. die Variabilität der Messgrößen charakterisieren. Für die qualitativen Messgrößen (Artikulationszone und- art der konsonantischen Elemente, Silbenanzahl, Silben- und Vokalisationsstruktur) wurden die absoluten und relativen Häufigkeitsverteilungen verschiedener Merkmalsausprägungen ermittelt. Neben der gruppenbasierten Auswertung wurde für alle Messgrößen auch eine kindbasierte Auswertung durchgeführt. Diese erlaubt eine erste grobe Abschätzung, inwieweit die in der Gesamtstichprobe gefundenen Merkmalsausprägungen interindividuell variieren. Für eine statistische Analyse der interindividuellen Variabilität war die Stichprobe zu klein.

Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Längsschnittstudie besteht darin, charakteristische Veränderungen innerhalb der kanonischen Babbelphase zu beschreiben. Daher wurde das Verhalten der Messgrößen auch im Entwicklungsverlauf untersucht. Diesbezüglich wurden folgende Überlegungen angestellt: Der Zeitrahmen, in dem bei gesunden Kindern üblicherweise die kanonische Babbelphase einsetzt, ist zwar relativ klar umschrieben, er umfasst jedoch mehrere Monate (Kapitel 3.2). Um zu vermeiden, dass mögliche systematische Entwicklungsvorgänge innerhalb der kanonischen Babbelphase durch Effekte des chronologischen Alters maskiert werden, wurde entschieden statt des chronologischen Alters den Beginn der kanonischen Babbelphase als zeitlichen Referenzwert für die Auswertung im Entwicklungsverlauf heranzuziehen. Für die längsschnittliche Datenauswertung wurde also, indem eine „Sprachentwicklungsskala“ zugrunde gelegt wurde, eine einheitliche Zeitskala geschaffen und damit eine Art Normierung vorgenommen.

Für jedes Kind wurde ausgehend vom Alter, in dem die kanonische Babbelphase erreicht wurde, das „Babbelalter“ bestimmt. Gestützt wird diese Vorgehensweise durch die Untersuchung von Fagan (Fagan, 2009). Sie hat gezeigt, dass die Auswertung in Relation zum Erreichen der kanonischen Babbelphase besser geeignet ist als das chronologische Alter, um charakteristische Entwicklungsmuster bezüglich bestimmter Eigenschaften von Babbellauten aufzudecken. Durch die Homogenisierung der Daten wird die Vergleichbarkeit der von verschiedenen Kindern ausgewerteten Daten erhöht und die Wahrscheinlichkeit, Artefakte bei der Auswertung zu erhalten, verringert.

In der Fachliteratur wurden verschiedene Methoden beschrieben, um den Beginn der kanonischen Babbelphase zu ermitteln. Eine Möglichkeit besteht darin, das Verhältnis von kanonischen Silben zur Summe aller Vokalisationen bzw. Silben in einem spontan erhobenen Lautkorpus zu bestimmen und anhand kritischer Werte für dieses Verhältnismaß den Beginn der kanonischen Babbelphase festzustellen (Chapman, Hardin-Jones, Schulte, & Halter, 2001; Oller & Eilers, 1988; Oller et al., 1994). Eine wesentliche Einschränkung dieser Vorgehensweise besteht jedoch darin, dass die kindliche Bereitschaft, kanonische Babbler zu produzieren, sehr stark in Abhängigkeit von Wohlbefinden und Laune des Kindes variiert. Daher reflektieren die während einer Lautaufnahme gewonnenen Vokalisationen nicht unbedingt die aktuellen produktiven Fähigkeiten des Kindes. Eine weitere Möglichkeit, den Beginn der kanonischen Babbelphase festzustellen, stellt die Elternbefragung dar. In der Untersuchung von Oller et al. (2001) hat sich gezeigt, dass Eltern nach kurzer Instruktion zuverlässig in der Lage sind, den Beginn der kanonischen Babbelphase zu identifizieren. Oller (2000) begründet dies damit, dass jeder Sprecher über ein intuitives Wissen verfügt, das es ihm erlaubt, gesprochene Sprache als solche wahrzunehmen – selbst dann, wenn es sich um eine fremde Sprache handelt. Aufgrund der Nachteile der direkten Erfassung des Beginns anhand von Aufnahmen wurde entschieden, den Beginn der kanonischen Babbelphase in der vorliegenden Studie durch Befragung der Eltern zu ermitteln.

Basierend auf den vorangegangenen methodologischen Überlegungen und der Tatsache, dass es keine Vorbilder für eine Längsschnittstudie wie die hier konzipierte gibt, musste auch überlegt werden, welche signalanalytischen Auswerteverfahren bei der Analyse der kanonischen Babbler verwendet werden sollen. Für die spezifische Datenanalyse

wurde die Open-Source-Signalanalysesoftware *PRAAT*, Version 5.3.02 (Boersma & Weenink, 2011) ausgewählt. Das Softwarepaket setzt jedoch, um die gewählten Messgrößen untersuchen zu können, die Erstellung eines speziell angepassten „Skripts“ voraus. Dieses wurde von der Autorin eigens für die vorliegende Untersuchung entwickelt. Die methodische Vorgehensweise wird in Kapitel 5 ausführlich dargestellt.

5 Material und Methode

Die vorliegende Dissertation wurde im Rahmen der engen interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen dem Lehrstuhl für Sprachheilpädagogik (Inhaber: Prof. Dr. D. Hansen) der Universität Würzburg und dem Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES; Leitung: Prof. Dr. K. Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg angefertigt. Aufbereitung und Analyse des Datenmaterials wurden im ZVES durchgeführt, da dort die erforderliche technische Ausstattung und Analysesoftware zur Verfügung stehen. Die Längsschnitterhebung erfolgte im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojekts, das am Universitätsklinikum Würzburg durchgeführt und durch das Interdisziplinäre Zentrum für Klinische Forschung der Universität Würzburg (IZKF) gefördert wurde. Die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Julius-Maximilians Universität Würzburg hat die IZKF-Studie (Studiennr. F-164) überprüft und zugelassen (Ethik-Nummer 143/09). Die Studie wird nach den Kriterien der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Von jedem Probanden liegt die Zustimmung der Eltern bzw. der Sorgeberechtigten schriftlich vor. Die Daten wurden im ZVES pseudonymisiert, archiviert und analysiert.

5.1 Studiendesign

Für die vorliegende explorative Studie wurde ein längsschnittliches Studiendesign gewählt. Untersucht wurden kanonischen Babblers von 15 gesunden Kindern mit deutscher Umgebungssprache zwischen dem 7. und 13. Lebensmonat. Hierfür fertigte die Untersucherin im Rahmen ihrer Dissertation von jedem Kind im Rhythmus von zwei bis vier Wochen digitale Lautaufnahmen in der häuslichen Umgebung an. Pro Aufnahmezeitpunkt wurde eine Aufnahmezeit von 45 Minuten angesetzt. Die so gewonnenen kanonischen Babblers wurden anschließend im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung mit Hilfe moderner Signalanalysesoftware und einer von der Autorin eigens für die Analyse kanonischer Babbellaute entwickelten Auswerterroutine für Open-Source-Signalanalysesoftware *PRAAT*, Version 5.3.02 (Boersma & Weenink, 2011) analysiert

und statistisch ausgewertet. Die Auswerteroutine und ihre Teilschritte werden weiter unten ausführlich beschrieben.

5.2 Probanden

An der vorliegenden Längsschnittstudie nahmen 15 Kinder (sieben Jungen und acht Mädchen) teil. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte in verschiedenen Kinderkrippen und Eltern-Kind-Gruppen in Würzburg. Die Kinder lebten mit ihren Eltern in Würzburg oder in benachbarten Orten in einem Umkreis von fünfzehn Kilometern. Alle Familien nahmen freiwillig an der Untersuchung teil. Beweggründe für die Teilnahme waren vor allem das Interesse an detaillierten Erkenntnissen zur Entwicklung des eigenen Kindes sowie das Bestreben, einen Beitrag zur wissenschaftlichen Untersuchung des frühen Spracherwerbs zu leisten. Dementsprechend war die Drop-out-Rate im Verlauf der Untersuchung sehr gering. Lediglich ein Kind schied vorzeitig aus.

Voraussetzung für die Auswahl der Probanden waren ein monolingual deutsches familiäres Umfeld sowie eine prä-, peri- und postnatal unauffällige Entwicklung. Um letztere insbesondere während des Untersuchungszeitraums zu gewährleisten, wurde bei jeder Aufnahme von den Eltern ein Kurzfragebogen ausgefüllt, der Fragen zu aktuellen Fortschritten in der Entwicklung (z. B. im motorischen Bereich) sowie zu kürzlich aufgetretenen Krankheiten (z. B. Mittelohrentzündung etc.) und sonstigen Besonderheiten enthielt. Die Sprachentwicklung wurde am Ende des ersten Lebensjahr anhand des standardisierten Elternfragebogens ELFRA-1 und im Alter von 24 Monaten mittels des ELFRA-2 (Grimm & Doil, 2000) dokumentiert. Bei keinem der 15 Kinder zeigten sich hierbei Auffälligkeiten bzw. Entwicklungsverzögerungen.

Bei einem der Jungen (Kind AT) handelte es sich mit einem Gestationsalter von 35 vSSW um ein Frühgeborenes. Da sich postnatal keinerlei Entwicklungsauffälligkeiten zeigten und sich das Kind im Hinblick auf die produktiven vorsprachlichen Fähigkeiten sehr gut in die Gesamtstichprobe einpasste, wurde entschieden, dieses Kind in die Untersuchung einzuschließen. Auf eine Alterskorrektur wurde verzichtet, da bekannt ist, dass frühgeborene Kinder bei Verwendung des korrigierten Alters im Hinblick auf das Einsetzen der kanonischen Babbelphase eine Akzeleration gegenüber term-geborenen

Kindern zeigen (Eilers et al., 1993; Oller, 2000). Bei einem weiteren Kind (Kind AH) lag im fünften Lebensmonat eine transitorische Mittelohrentzündung vor. Da keine negativen Auswirkungen auf die (vor-)sprachliche Entwicklung im Allgemeinen und die hier untersuchten Eigenschaften kanonischer Babbellaute im Besonderen festgestellt werden konnten, wurde das Kind dennoch in das Probandenkollektiv aufgenommen.

5.3 Datenerhebung

Mit der Datenerhebung wurde in der Regel bereits gegen Ende des vierten Lebensmonats begonnen. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die kanonischen Babblers eines jeden Kindes von Beginn der kanonischen Babbelphase an, die in der Regel zwischen dem 5. und dem 10. Lebensmonat einsetzt (Kapitel 3.2.2), erfasst werden. Die Untersucherin fertigte von jedem Kind regelmäßige Lautaufnahmen im Rhythmus von zwei bis vier Wochen an. Bei der Mehrheit der Kinder war es möglich, bis zum Ende des ersten Lebensjahres regelmäßig kanonische Babblers aufzunehmen (Tabelle 2).

Nachdem es sich bei manchen Kindern, insbesondere zu Beginn der kanonischen Babbelphase, als schwierig erwies, während des Aufnahmetermins eine ausreichende Anzahl von spontanen kanonischen Babblern zu erhalten, erklärten sich die Mütter der Kinder AC, AG, AK und AH bereit, selbst die Lautaufnahmen ihres Kindes anzufertigen. Diese Mütter wurden ausführlich mit den Aufnahmebedingungen und der Bedienung des Aufnahmegeräts vertraut gemacht. Zusätzlich erhielten die Mütter eine detaillierte schriftliche Bedienungsanleitung. Während der Erhebungsphase wurde enger Kontakt mit den Müttern gehalten und die Qualität der Aufnahmen wurde im Verlauf der Untersuchung regelmäßig kontrolliert. Insgesamt konnte so insbesondere für diese Kinder sehr umfangreiches Datenmaterial gewonnen werden.

Die Datenerhebung erfolgte in der natürlichen und vertrauten häuslichen Umgebung. Um dennoch qualitativ hochwertige Aufnahmen zu erhalten, wurde während der Aufnahme darauf geachtet, Störgeräusche zu minimieren. Vor der ersten Aufnahme wurde ein geeigneter Aufnahmeraum ausgewählt. Die Qualität der Aufnahme wurde noch vor dem Anfertigen der nächsten Aufnahme überprüft, um im Falle von mit bloßem Ohr

nicht hörbaren Störgeräuschen (z. B. von Elektrogeräten) oder einer generell schlechten Akustik gegebenenfalls den Aufnahmeraum wechseln zu können. Die Fenster wurden während der Aufnahme geschlossen gehalten und die anwesenden Personen gebeten, sich möglichst ruhig zu verhalten und insbesondere dann nicht zu sprechen, wenn das Kind vokalisierte. Dem Kind wurden außerdem nur geräuscharme Spielsachen zur Verfügung gestellt.

Um während jeder Lautaufnahme möglichst standardisierte Bedingungen zu schaffen, fanden die Aufnahmen stets im selben Raum statt und es waren immer die gleichen Personen (Mutter bzw. Vater und Untersucherin) anwesend. Das Kind spielte allein und/oder mit einem Elternteil bzw. der Untersucherin. Es wurde nur dann von dem Elternteil bzw. der Untersucherin versucht, kanonische Babblen gezielt in der Interaktion zu evozieren, wenn das Kind diese nicht spontan produzierte. Die Aufnahmetermine wurden mit den Eltern so vereinbart, dass das Kind ausgeschlafen und satt war.

Die Lautaufnahmen wurden mit einem Digitalrekorder (TASCAM DR 100/ DA-P1, 48 kHz Abtastrate, 16 bit Abtasttiefe) und einem Earthworks-Kondensatormikrofon (TC-20) angefertigt. Um eine gute Aufnahmequalität zu gewährleisten, wurde der Abstand zwischen Mikrofon und Mund möglichst konstant bei 15 cm gehalten. Die von der Untersucherin angefertigten Aufnahmen dauerten in der Regel 45 Minuten. Die durch die Mütter angefertigten Aufnahmen waren meist deutlich kürzer, da die Mütter gezielt dann eine Lautaufnahme anfertigen konnten, wenn das Kind spontan kanonische Babblen produzierte. Zu jeder Aufnahme wurde ein Aufnahmeprotokoll ausgefüllt, das Aufschluss über die Aufnahmesituation (Datum, Uhrzeit, Aufnahmeort, Verfassung des Kindes etc.) sowie über für die Lautproduktion relevante Faktoren (z. B. Fortschritte in der motorischen/sensorischen Entwicklung, kürzlich aufgetretene Erkrankungen) gibt.

5.4 Datenaufbereitung

Die Datenaufbereitung gliederte sich in mehrere Arbeitsschritte. In einem ersten Schritt wurden die Rohdaten in Form von zweiminütigen Audiosignalen (*.wav-Format) pseudonymisiert im Datenarchiv des ZVES gespeichert. Anschließend wurden aus diesen zweiminütigen Audiosignalen alle nicht vegetativen kindlichen Schrei- und Nicht-

Schreivokalisationen manuell extrahiert, gegebenenfalls verstärkt und in individuellen Audiodateien (*.wav-Format) archiviert. Diese grundlegenden Bearbeitungsroutinen wurden mit dem Sprachanalyse-System *Computerized Speech Lab* (CSL, Modell 4500, KayPentax, USA) durchgeführt. Eine einzelne Vokalisation war dabei definiert als die artikulatorischen und phonatorischen Aktivitäten des Kindes während einer Expirationsphase. Diese Definition hat sich sowohl in Studien zum Säuglingsschrei als auch in Untersuchungen zum Gurren und Babbeln bewährt (Buder et al., 2013; Fagan, 2009; Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller et al., 2007; Wermke et al., 2007).

5.5 Spezifische Datenanalyse

Die spezifische Analyse der kanonischen Babbellaute wurde mit der Open-Source-Signalanalyse-Software *PRAAT*, Version 5.3.02 (Boersma & Weenink, 2011) durchgeführt. Hierfür wurde von der Autorin eigens eine speziell auf die Zielstellung der vorliegenden Arbeit zugeschnittene Auswerteroutine geschrieben. Im Rahmen dieser Auswerteroutine wurden verschiedene Kenngrößen erfasst, die für die Beschreibung des laryngealen und artikulatorischen Explorationsverhaltens im kanonischen Babbeln sowie struktureller Eigenschaften kanonischer Babblers relevant sind. Die Auswerteroutine setzt sich aus mehreren Teilschritten zusammen, die nachfolgend ausführlich beschrieben werden. Im ersten Schritt wurden aus dem Gesamtkorpus der kindlichen Vokalisationen die kanonischen Babblers für die weitere Analyse ausgewählt. Die hierbei angewandte Vorgehensweise und das resultierende Datenkorpus für die vorliegende Untersuchung werden in Kapitel 5.5.1 dargestellt. Den zweiten Schritt der Analyse bildete die Annotation/Transkription der kanonischen Babblers (Kapitel 5.5.2) und im letzten Schritt erfolgte schließlich die Berechnung der akustischen Messgrößen (Kapitel 5.5.3).

5.5.1 Auswahl und Anzahl der untersuchten kanonischen Babblers

Insgesamt wurden im Rahmen der längsschnittlichen Datenerhebung rund 22000 nicht-vegetative kindliche Vokalisationen aufgezeichnet und einzeln archiviert. Aus diesem Gesamtkorpus an Vokalisationen wurden für die vorliegende Untersuchung

ausschließlich kanonische Babblers ausgewählt (N = 4992). Ein Babbler wurde dann als kanonisch gewertet, wenn er mindestens eine kanonische Silbe aufwies. Für kanonische Silben galten die folgenden Kriterien: (a) die Silbe wird als phonetisch wohlgeformt wahrgenommen, (b) die Silbe besteht aus mindestens einem supraglottal artikulierten konsonantischen sowie einem vollresonanten vokalischen Element, (c) der Übergang zwischen konsonantischem und vokalischen Element erfolgt ausreichend schnell (< 120 ms) und ist im Frequenzspektrogramm deutlich sichtbar.

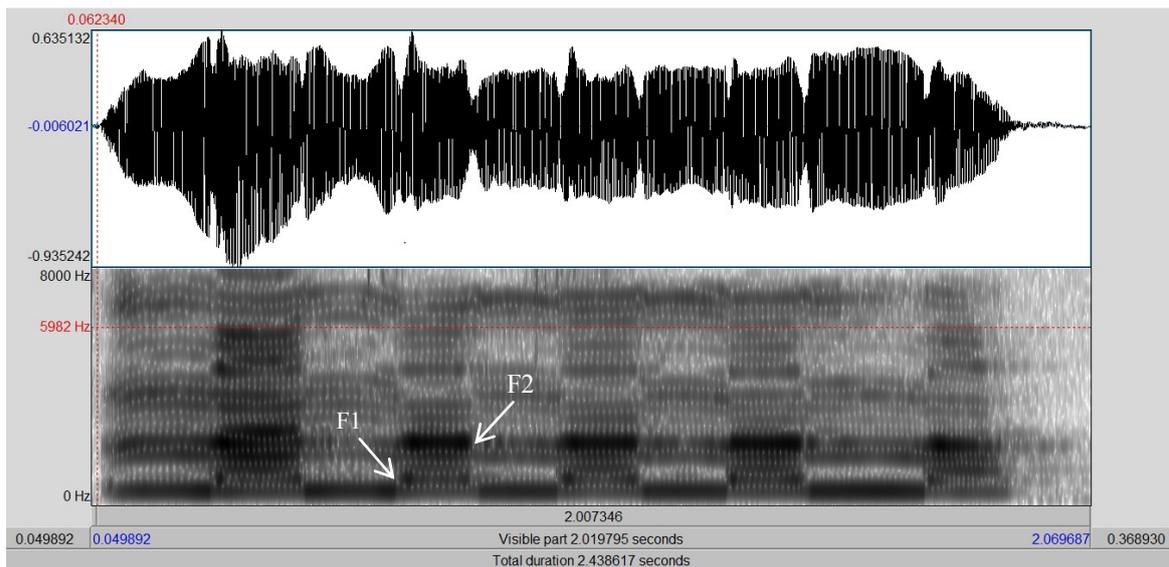


Abbildung 1: Breitbandspektrogramm für einen fünfsilbigen kanonischen Babbler

Im oberen Fenster ist das Signal im Zeitbereich dargestellt (Amplitude vs. Zeit). Im unteren Fenster ist das Breitbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Signal enthaltenen Frequenzkomponenten im Bereich von 0 - 8000 Hz und deren Veränderung über die Dauer des Signals abgebildet. Bei den konsonantischen Elementen handelt es sich um den Nasal [m], bei den vokalischen Elementen um ein [a]. Der schnelle Übergang zwischen Konsonanten und Vokalen ist deutlich sichtbar. Für den zweiten Vokal ist beispielhaft die Lage des ersten (F_1) und zweiten Formanten (F_2) anhand von Pfeilen markiert. F_1 liegt bei im Mittel rund 1000 Hz und F_2 bei rund 2200 Hz.

Die Auswahl der kanonischen Babblers aus den insgesamt rund 22000 aufgezeichneten Vokalisationen erfolgte zunächst perzeptiv und wurde anschließend mittels signalanalytischer Verfahren verifiziert. Dabei wurde für jeden kanonischen Babbler ein Breitbandspektrogramm mit einem Frequenzbereich von 0 - 8000 Hz erstellt, da hier die Resonanzeigenschaften aufgrund der hohen Auflösung im Zeitbereich gut sichtbar sind. Erzeugt wurden die Spektrogramme mittels Spektralanalyse, die mit Hilfe von Fourier-

transformationen unter Verwendung eines Gauß-Fensters durchgeführt wurde. Den Empfehlungen im PRAAT-Handbuch folgend wurde dabei eine Fensterlänge von 5 ms gewählt. Der Frequenzbereich betrug 0 - 8000 Hz. In Abbildung 1 ist ein Breitbandspektrogramm eines kanonischen Babblers mit dem zugehörigen Oszillogramm beispielhaft dargestellt.

Insgesamt wurden mit der beschriebenen Vorgehensweise 4992 kanonische Babblers für die spezifische Datenanalyse ausgewählt. Dabei umfassten die Datenkorpora der einzelnen Kinder zwischen 75 und 916 kanonische Babblers (Tabelle 2 und Tabelle 3). Da die Anzahl der Aufnahmen pro Kind sowie die Anzahl der Babblers pro Aufnahme stark variierte, wurden die Daten für die Auswertung im Entwicklungsverlauf zunächst verdichtet und in Intervallen von einem Monat zusammengefasst (Tabelle 2). Anschließend wurden die Daten nach „Entwicklungsalter“ geordnet, ebenfalls in Intervallen von einem Monat (Tabelle 3). Als Referenz für das Entwicklungsalter wurde der Beginn der kanonischen Babbelphase (Alter in Monaten) gewählt (Kapitel 4). Dieser wurde durch Befragung der Mütter ermittelt und anhand der zeitlich nächsten Lautaufnahme verifiziert. Bei allen Kindern bestätigte sich die Einschätzung der Mütter bei der Auswertung der entsprechenden Lautaufnahme. Aufgrund der kurzen Aufnahmeintervalle fiel der Beginn der kanonischen Babbelphase bei den meisten Kindern mit der ersten in die Untersuchung eingeschlossenen Lautaufnahme zusammen. Bei fünf Kindern war es nicht möglich, direkt am Beginn der kanonischen Babbelphase Lautaufnahmen anzufertigen. Gründe hierfür waren beispielsweise, dass die Familie zu dieser Zeit im Urlaub war oder dass die Eltern keine Zeit für eine Aufnahme hatten.

Bei den an der vorliegenden Untersuchung teilnehmenden Kindern setzte die kanonische Babbelphase im Mittel im Alter von 8,6 Monaten ein. Drei Kinder erreichten die kanonische Babbelphase im siebten Lebensmonat, vier im achten und sechs im neunten Lebensmonat. Bei zwei der Kinder traten die ersten kanonischen Babblers erst im zehnten bzw. zwölften Lebensmonat und damit vergleichsweise spät auf. Beide Kinder zeigten jedoch im weiteren Verlauf der Sprachentwicklung keinerlei Auffälligkeiten bzw. Verzögerungen.

Tabelle 2: Anzahl der kanonischen Babblers pro Kind und Monat (chronologisches Alter)

Die grau hinterlegten Felder markieren den Monat, in dem die kanonische Babbelphase einsetzte.

<i>Kind</i>	<i>Geschlecht</i>	<i>Chronologisches Alter [Monate]</i>						<i>Gesamt</i>	
		<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>		<i>13</i>
<i>AC</i>	<i>w</i>	0	0	0	35	0	88	29	152
<i>AF</i>	<i>w</i>	0	0	0	0	0	81	193	274
<i>AG</i>	<i>w</i>	0	0	68	58	159	109	76	470
<i>AH</i>	<i>w</i>	0	46	64	51	65	81	66	373
<i>AJ</i>	<i>m</i>	0	0	0	37	24	21	0	82
<i>AK</i>	<i>w</i>	0	0	178	272	274	192	0	916
<i>AL</i>	<i>m</i>	0	40	19	126	142	119	205	651
<i>AS</i>	<i>w</i>	0	0	44	92	15	46	42	239
<i>AT</i>	<i>m</i>	0	0	23	49	89	254	61	476
<i>AU</i>	<i>m</i>	0	0	0	45	36	35	62	178
<i>GG</i>	<i>w</i>	0	0	0	24	38	13	0	75
<i>HC</i>	<i>m</i>	24	0	56	20	107	70	139	416
<i>HH</i>	<i>m</i>	0	0	21	18	15	0	51	105
<i>HI</i>	<i>w</i>	0	10	103	62	93	61	0	329
<i>HN</i>	<i>m</i>	72	73	40	44	27	0	0	256
<i>Gesamt</i>		96	169	616	933	1084	1170	924	4992

Tabelle 3: Anzahl der kanonischen Babblers pro Kind und Monat ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase

<i>Kind</i>	<i>Geschlecht</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>		<i>7</i>
<i>AC</i>	<i>w</i>	35		88	29				152
<i>AF</i>	<i>w</i>	81	193						274
<i>AG</i>	<i>w</i>	68	58	159	109	76			470
<i>AH</i>	<i>w</i>	46	64	51	65	81	66		373
<i>AJ</i>	<i>m</i>		37	24	21				82
<i>AK</i>	<i>w</i>			178	272	274	192		916
<i>AL</i>	<i>m</i>	40	19	126	142	119	205		651
<i>AS</i>	<i>w</i>		44	92	15	46	42		239
<i>AU</i>	<i>m</i>		45	36	35	62			476
<i>AT</i>	<i>m</i>	23	49	89	254	61			178
<i>GG</i>	<i>w</i>		24	38	13				75
<i>HC</i>	<i>m</i>	24		56	20	107	70	139	416
<i>HH</i>	<i>m</i>	21	18	15		51			105
<i>HI</i>	<i>w</i>	10	103	62	93	61			329
<i>HN</i>	<i>m</i>	72	73	40	44	27			256
<i>Gesamt</i>		420	727	1054	1112	965	575	139	4992

5.5.2 Annotation und Transkription

Für die Annotation und Transkription der ausgewählten kanonischen Babblers wurde mit Hilfe des Softwarepakets *PRAAT* von der Autorin eine speziell an die Zielstellung der vorliegenden Untersuchung angepasste Oberfläche, ein sogenanntes Textgrid, entwickelt. In dieses Textgrid können die Ausprägungen der in der vorliegenden Studie untersuchten Eigenschaften der kanonischen Babblers eingetragen werden. In Abbildung 2 ist ein solches Textgrid beispielhaft dargestellt.

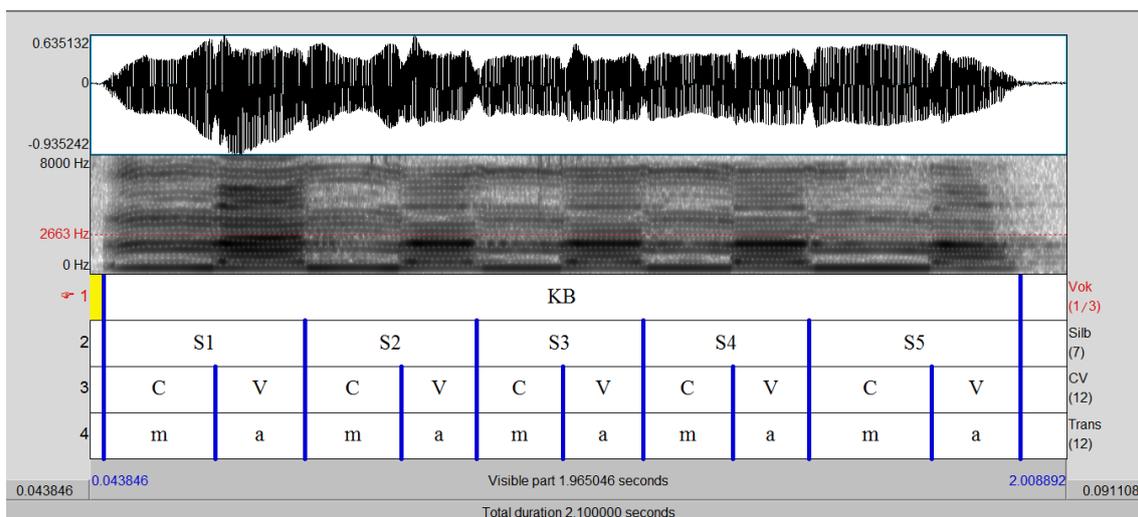


Abbildung 2: Beispiel für das Analysefenster zur Annotation/Transkription kanonischer Babblers (Autorin: S.P.)

Im oberen Teil des Analysefensters ist das Signal im Zeitbereich dargestellt (Amplitude vs. Zeit). Das mittlere Fenster zeigt das Breitbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Signal enthaltenen Frequenzkomponenten im Bereich von 0–8000 Hz und deren Veränderung über die Dauer des Signals. Im untersten Fenster ist das Textgrid mit den verschiedenen Analyseebenen abgebildet.

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, ist das Analysefenster für die Annotation/Transkription dreigeteilt. Im oberen und mittleren Ausschnitt des Analysefensters werden das Oszillogramm (Amplitude vs. Zeit) und das Breitbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) dargestellt. Das Textgrid, in dem die Annotation/Transkription vorgenommen wird, befindet sich im unteren Teil des Analysefensters. Anhand des Oszillogramms und des Breitbandspektrogramms können die Vokalisations-, Silben- und Segmentgrenzen im Textgrid mittels Cursorsetzung exakt festgelegt werden. Die so markierten Bereiche bilden

auch die Grundlage für die akustische Analyse (Kapitel 5.5.3). Das für die vorliegende Untersuchung verwendete Textgrid umfasst die folgenden Analyseebenen:

Ebene 1 (*Vok*): In Ebene 1 des Textgrids werden Anfang und Ende des kanonischen Babblers markiert.

Ebene 2 (*Silb*): Auf Ebene 2 erfolgt die Festlegung der Silbengrenzen. Des Weiteren werden die Silben hier nummeriert. Die Nummerierung der Silben bildet die Basis für die Ermittlung der Silbenanzahl des analysierten Babblers.

Ebene 3 (*CV*): Die dritte Analyseebene dient der Festlegung der Segmentgrenzen. Des Weiteren werden die einzelnen Segmente hier als konsonantische (C) oder vokalische (V) Elemente gekennzeichnet. Anhand dessen können die Silben- und Vokalisationsstruktur beschrieben werden.

Ebene 4 (*Trans*): Die orthografische Transkription der vokalischen und konsonantischen Elemente wird in Ebene 4 vorgenommen. Diese bildet die Grundlage für die Beschreibung des artikulatorischen Explorationsverhaltens im kanonischen Babbeln. Bei der weiteren Auswertung wurde der Fokus in der vorliegenden Untersuchung auf die konsonantischen Elemente gelegt. Transkribiert wurden lediglich supralaryngeal artikulierte Elemente. Glottale Stops sowie phonatorische Besonderheiten wurden nicht vermerkt. Eine Ausnahme bildet der glottal erzeugte Frikativ [h]. Dieser wurde in Anlehnung an Kent und Bauer (1985) sowie Davis und MacNeilage (1995) dann als konsonantisches Element transkribiert und gewertet, wenn er sowohl perzeptiv als auch visuell im Spektrogramm eindeutig als solches identifiziert werden konnte und im Rahmen eines zwei- oder mehrsilbigen variierten Babblers auftrat.

Zur Beschreibung der konsonantischen Elemente wurden diese im nächsten Schritt nach Artikulationsort und –art kategorisiert, da diese Einteilung weniger anfällig für Klassifikationsfehler ist (Kent & Bauer, 1985). Dabei wurden drei Artikulationszonen unterschieden: der vorderen Artikulationszone wurden bilabiale und labiodentale konsonantische Elemente zugeordnet, der mittleren Artikulationszone alveolare und palatale konsonantische Elemente und der hinteren Artikulationszone velare, uvulare und glottale konsonantische Elemente. Bezüglich der Artikulationsart wurde zwischen Plosiven, Nasalen, Frikativen, Approximanten, Lateralen, Vibranten und Affrikaten unterschieden. Im Unterschied zum Konsonanteninventar der deutschen Erwachsenensprache

wurden als [w] wahrgenommene konsonantische Elemente nicht als Frikativ, sondern als Approximant gewertet, da diese in den allermeisten Fällen hinsichtlich des Grads der Engebildung im Vokaltrakt eher den Charakter eines Halbvokals hatten.

Neben den genannten Ausprägungen für die Artikulationsart, die sich so auch in der Erwachsenensprache finden, wurde in der vorliegenden Arbeit eine zusätzliche Kategorie eingeführt. Dieser Kategorie wurden stimmhafte Plosive zugeordnet, denen ein am gleichen Artikulationsort artikulierter Nasal vorausging ([mb], [nd]). Dieses Phänomen, das bereits in anderen Arbeiten zum Babbeln beschrieben wurde (Kent & Bauer, 1985; Stoel-Gammon & Cooper, 1984), wurde von der Autorin als exploratorisches Artikulationsverhalten gewertet, das mit einer langsameren sprechmotorischen Realisierung des Plosivs in Zusammenhang steht. Entsprechend wurden solche konsonantischen Elemente als ein Konsonant gewertet, obwohl auditiv zwei Segmente wahrnehmbar sind. Da diese Elemente nicht eindeutig der Kategorie *Nasal* bzw. *Plosiv* zugeordnet werden konnten, wurden diese in der zusätzlichen Kategorie *Nasal-Plosiv* erfasst.

5.5.3 Akustische Analyse

Im Rahmen der in der vorliegenden Untersuchung angewandten Auswerterroutine wurden unter Verwendung eines Skripts, das von der Autorin der Arbeit erstellt wurde, verschiedene akustische Messgrößen automatisch berechnet und in einer Exceltabelle gespeichert. Grundlage hierfür bildeten die im Zuge der Annotation/Transkription festgelegten Vokalisations- und Segmentgrenzen (vgl. Kapitel 5.5.2). Analysiert wurden Merkmale der Grundfrequenz sowie der zeitlichen Organisation. Als Kenngrößen für die Grundfrequenzeigenschaften wurden die mittlere F_0 (geometrischer Mittelwert der F_0) und der F_0 -Range (Differenz aus F_0 -Maximum und F_0 -Minimum) berechnet. Um den störenden Einfluss der konsonantischen Elemente auf die F_0 zu verringern, erfolgte dies anhand der Grundfrequenzwerte der Vokale.

In *PRAAT* erfolgt die Berechnung der Grundfrequenz (F_0) in Hertz standardmäßig anhand eines vom Programmautor entwickelten Autokorrelations-Algorithmus (Boersma, 1993). Da kanonische Babblers zum Teil sehr komplizierte Grundfrequenzeigenschaften wie beispielsweise eine sehr hohe bzw. niedrige Grundfrequenz oder einen großen Variationsbereich aufweisen, musste für jede Vokalisation vor der automati-

schen Berechnung der Bereich, in dem der Algorithmus F_0 -Werte berechnet („pitch range“), manuell bestimmt werden. Standardmäßig wurde dieser bei 200 - 600 Hz festgesetzt, da dieser Frequenzbereich erfahrungsgemäß für die Mehrheit der vor-sprachlichen Vokalisationen angemessen ist. Um den Frequenzbereich gegebenenfalls entsprechend anpassen zu können, wurde die Grundfrequenz als Zeitsignal (in Hertz) im Analysefenster dargestellt und anhand eines Schmalbandspektrums (Frequenzbereich: 0 - 4000 Hz), in dem aufgrund der hohen Frequenzauflösung der Grundfrequenzverlauf sichtbar wird, validiert. Die Schmalbandspektrogramme wurden durch eine Spektralanalyse erzeugt, die mit Hilfe von Fouriertransformationen unter Verwendung eines Gauß-Fensters durchgeführt wurde. Den Empfehlungen im *PRAAT*-Handbuch folgend wurde eine Fensterlänge von 30 ms gewählt.

In Abbildung 3 ist ein Schmalbandspektrum eines kanonischen Babblers zusammen mit dem von *PRAAT* berechneten Grundfrequenzverlauf beispielhaft dargestellt. Auf der X-Achse wird der Zeitverlauf in Sekunden angezeigt, wohingegen auf der Y-Achse der Frequenzbereich in Hertz wiedergegeben wird. Dieser beträgt für die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstellten Schmalbandspektrogramme stets 0 - 4000 Hz. Die unterste schwarze Linie im Spektrum reflektiert die Grundfrequenz, die darüber liegenden die Harmonischen, die ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind. Die blaue Linie visualisiert die mittels des *PRAAT*-Algorithmus berechnete Grundfrequenz als Zeitsignal. Durch Cursorsetzung im Analysefenster kann die berechnete Grundfrequenz mit der im Spektrum angezeigten Grundfrequenz relativ exakt verglichen werden. Markiert man im Spektrum einen Punkt im Bereich der Grundfrequenz, so wird links vom Analysefenster der Frequenzwert im Spektrum zum jeweiligen Zeitpunkt und rechts vom Analysefenster der zeitlich korrespondierende, mittels Algorithmus berechnete Frequenzwert angezeigt. Auf diese Weise kann überprüft werden, ob der Frequenzbereich für die Berechnung korrekt gewählt wurde.

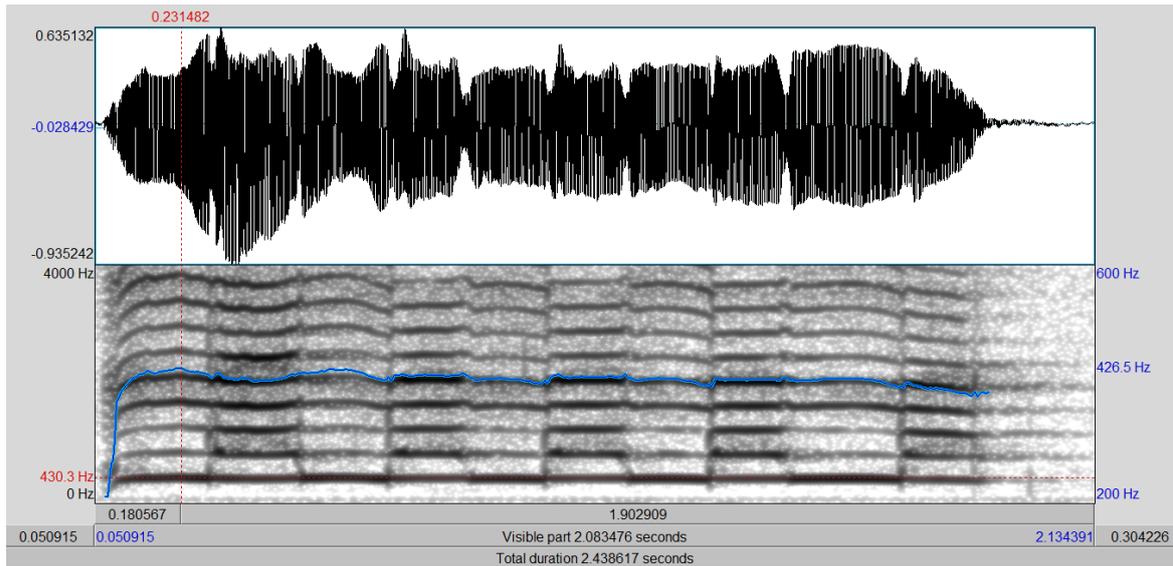


Abbildung 3: Schmalbandspektrogramm eines kanonischen Babbler ([mamamama])

Im oberen Fenster ist das Signal im Zeitbereich dargestellt (Amplitude vs. Zeit). Im unteren Fenster ist das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Signal enthaltenen Frequenzkomponenten im Bereich von 0 - 4000 Hz und deren Veränderung über die Dauer des Signals abgebildet. Die blaue Linie bildet die mittels des *PRAAT*-Algorithmus berechnete Grundfrequenz über die Zeit ab. Die gestrichelte rote Linie markiert den Cursor, anhand dessen der F_0 -Wert zu einem bestimmten Zeitpunkt im Spektrogramm (rote Zahl links vom Spektrogramm) mit der berechneten F_0 (mittlere blaue Zahl rechts vom Spektrogramm) verglichen werden kann.

Bei der Betrachtung der zeitlichen Organisation von kanonischen Babbler kann man verschiedene Skalen zugrunde legen. Untersucht wurden in der vorliegenden Studie die Dauer der Einzelvokalisationen, die in den mittleren Skalenbereich fällt, sowie die Vokallänge. Diese ist ein Beispiel für die Analyse im kurzzeitigen Skalenbereich. Für eine umfassende Charakterisierung der Vokallänge im kanonischen Babbler erfolgte sowohl eine „vokalbasierte“ als auch eine „vokalisationsbasierte“ Auswertung. Im Rahmen der vokalbasierten Auswertung wurde die Vokallänge ohne vorangehende Mittelung auf Vokalisationsebene ermittelt (*absolute Vokallänge*). Im Rahmen der vokalisationsbasierten Auswertung wurde für zwei- und mehrsilbige kanonische Babbler die *mittlere Vokallänge* als arithmetisches Mittel aus den Vokallängen der einzelnen vokalischen Elemente bestimmt. Streng genommen handelt es sich bei der absoluten Vokallänge zwar auch um eine mittlere. Um die beiden Messgrößen zu unterscheiden, wurde jedoch diese Begriffsdifferenzierung eingeführt. Neben den drei genannten zeitlichen Kenngrößen wurde außerdem für jeden zwei- und mehrsilbigen

kanonischen Babblers auf Vokalisationsebene die Standardabweichung der Länge der einzelnen vokalischen Elemente ermittelt (*Standardabweichung der Vokallänge*). Diese Messgröße ermöglicht es, das Ausmaß an zeitlicher Variabilität auf Vokalisationsebene quantifizieren zu können.

Um eine Abschätzung der Genauigkeit zu ermitteln, wurden an einem zufällig ausgewählten Sample kanonischer Babblers und vokalischer Elemente für die Vokalisations- und Vokallängen wiederholte Messungen durchgeführt. Dabei zeigte sich für die Vokalisationslänge ein mittlerer Fehlerbereich von ± 16 ms. Für die Vokallänge lag der mittlere Fehlerbereich bei ± 12 ms.

5.6 Statistische Auswertung

Alle im Rahmen der spezifischen Datenanalyse erfassten und berechneten Messgrößen wurden in Excel-Tabellen gespeichert (*Microsoft Excel*, Version 2010) und anschließend mit dem Programmpaket *SPSS* (Version 21) der Firma IBM sowie der Open-Source-Software *R* (Version 2.13.0, R Development Core Team, 2011) statistisch ausgewertet.

Alle Messgrößen wurden zunächst auf Gruppenebene ohne vorangehende Kindmitteilung für das Gesamtkorpus der analysierten Elemente sowie für die einzelnen Entwicklungsintervalle ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase ausgewertet (vokalisationsbasierte bzw. elementbasierte Auswertung). Um zu prüfen, inwieweit die einzelnen Kinder den Trend im Gesamtkorpus reflektieren, wurde außerdem eine kindbasierte Auswertung der Daten durchgeführt.

Für die quantitativen Messgröße (*mittlere F_0 , F_0 -Range, Vokalisationslänge, absolute und mittlere Vokallänge, Standardabweichung der Vokallänge*) wurden zunächst die Lage- und Streuungsmaße der Messgrößen auf Gruppenebene ermittelt und anhand von Histogrammen und Boxplots grafisch veranschaulicht. Mit dem Shapiro-Wilk-Test wurden die Messgrößen auf ihre Normalverteilung geprüft. Keine der Messgrößen lieferte eine hinreichende Normalverteilung ($p > 0,05$). Anschließend wurde überprüft, ob sich für die untersuchten Messgrößen signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen ergeben. Da die Anzahl der analysierten kanonischen Babblers von Kind

zu Kind zum Teil stark variiert (Kapitel 5.5.1), erfolgte die Überprüfung der Geschlechtsunterschiede mittels *zweifaktorieller Mixed-Model Nested ANOVA*. Dabei wurde der Einfluss der Gruppen Jungen vs. Mädchen als fix und der Einfluss eines jeden einzelnen Kindes als zufällig gewertet. Dieses Verfahren wurde für das ZVES von Herrn Johannes Hain (Institut für Mathematik der Julius-Maximilians-Universität Würzburg) für R erstellt. p -Werte kleiner 0,05 wurden als statistisch signifikant gewertet. Des Weiteren wurden die Verteilungseigenschaften der Messgrößen für die einzelnen Entwicklungsintervalle für den Gesamtkorpus der analysierten Elemente ermittelt. Im Rahmen der kindbasierten Auswertung wurden zudem die Verteilungseigenschaften der Messgrößen im Korpus der einzelnen Kinder berechnet.

Die Auswertung der qualitativen Kenngrößen (*Artikulationszone und –art der konsonantischen Elemente, Silbenanzahl, Silbenstruktur, Vokalisationsstruktur*) erfolgte auf der Grundlage von Prozentwerten. Im Rahmen der elementbasierten Auswertung auf Gruppenebene wurden zunächst die absolute und die relative Auftrittshäufigkeit der Kategorien einer Variablen im Gesamtkorpus ermittelt und anhand von Balken- bzw. Kreisdiagrammen grafisch dargestellt. Des Weiteren wurde das Verhalten der qualitativen Kenngrößen im Entwicklungsverlauf analysiert und in Form von Balken- bzw. Liniendiagrammen grafisch veranschaulicht. Bei der kindbasierten Auswertung wurden für jedes Kind die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der einzelnen Kategorien einer Variablen ermittelt. Um das Ausmaß der Universalität bzw. Variabilität zwischen den Kindern beschreiben zu können, wurden anhand der relativen Häufigkeiten der Kategorien der untersuchten Messgröße im Korpus der einzelnen Kinder deren Verteilungseigenschaften berechnet. Dabei ging jedes Kind ($N = 15$) mit jeweils einem Prozentwert für jede Kategorie einer Variablen in die Verteilungsanalyse ein.

6 Ergebnisse

Insgesamt wurden in der vorliegenden explorativen Längsschnittstudie 4992 kanonische Babblers von 15 monolingual deutsch aufwachsenden Kindern analysiert. Wie in Kapitel 5.6 umfassend beschrieben, erfolgte für die untersuchten Messgrößen im ersten Schritt eine elementbasierte Auswertung ohne vorangehende Kindmittelung. Dabei wurde unter anderem auch das Verhalten der Messgrößen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase ermittelt. Um Aussagen über das Ausmaß an Universalität bzw. interindividueller Variabilität treffen zu können, wurde in einem zweiten Schritt eine kindbasierte Auswertung durchgeführt. Da der Fokus der vorliegenden Untersuchung darauf liegt, den durchschnittlichen Variationsbereich der Untersuchungsgrößen für gesunde Kinder zu ermitteln, werden die Befunde zum Verhalten der Messgrößen im Entwicklungsverlauf in den Datenkorpora der einzelnen Kinder lediglich im Anhang aufgeführt. Die Ergebnisse werden, soweit sinnvoll, bei der Diskussion und Interpretation der Befunde in Kapitel 7 berücksichtigt. Nachfolgend werden zunächst die Verteilungseigenschaften der Grundfrequenzmessgrößen (Kapitel 6.1) sowie der zeitlichen Messgrößen (Kapitel 6.2) dargestellt. In Kapitel 6.3 werden die Eigenschaften der analysierten konsonantischen Elemente ausgeführt, bevor in Kapitel 6.4 schließlich ausgewählte strukturelle Eigenschaften der untersuchten kanonischen Babblers beschrieben werden.

6.1 Quantitative Analyse von Messgrößen der laryngealen Aktivität

Insgesamt gingen 4992 kanonische Babblers in die Analyse der Grundfrequenzeigenschaften ein. Untersucht wurden hierbei auf Vokalisationsebene die mittlere F_0 , die als geometrisches Mittel aus den F_0 -Werten der vokalischen Elemente eines jeden kanonischen Babblers berechnet wurde, sowie der Dynamikbereich der F_0 (F_0 -Range), der der Differenz aus F_0 -Maximum und F_0 -Minimum der vokalischen Elemente entspricht. Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Auswertung der mittleren F_0 und anschließend die des F_0 -Ranges dargestellt.

6.1.1 Mittlere Grundfrequenz (mittlere F_0)

6.1.1.1 Vokalisationsbasierte Auswertung der mittleren F_0

In Tabelle 4 sind die im Rahmen der vokalisationsbasierten Auswertung ermittelten Verteilungseigenschaften der mittleren F_0 für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers sowie differenziert nach Geschlecht wiedergegeben.

Tabelle 4: Lage- und Streuungsmaße der mittleren F_0 [Hz] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht

Mittlere F_0 [Hz]	Gesamt $N = 4992$	Geschlecht	
		männlich $N = 2164$	weiblich $N = 2828$
Mittelwert	402,3	389,3	412,3
Standardabweichung	114,2	111,3	115,4
Median	379,5	371,1	385,5
Minimum	142,1	142,0	206,7
Maximum	1467,8	1467,8	1234,3
25. Perzentile	333,6	323,4	342,4
75. Perzentile	436,7	424,8	444,6
Interquartilsabstand	103,1	101,4	102,2

Die Auswertung ergab insgesamt eine sehr große Variationsbreite für die mittlere F_0 . Mit einem Minimum von 142,1 Hz und einem Maximum von 1467,8 Hz beträgt diese mehr als 1300 Hz. Aus Abbildung 4 wird jedoch ersichtlich, dass sich die mittlere F_0 für die Mehrheit der analysierten kanonischen Babblers in einem vergleichsweise engen Wertebereich bewegt. So weisen 50 % der analysierten Vokalisationen eine mittlere F_0 zwischen 333,6 Hz und 436,7 Hz auf, wobei der Mittelwert bei 402,3 Hz und der Median bei 379,5 Hz liegen. Der Interquartilsabstand ($IQA = Q_{.75} - Q_{.25}$) beträgt also lediglich 103,1 Hz. Nur jeweils 10 % der analysierten Vokalisationen weisen eine mittlere $F_0 \leq 301,9$ Hz bzw. $\geq 511,9$ Hz auf. Demnach finden sich im untersuchten Vokalisationsrepertoire zwar Babbellaute mit einer gemessen am Gruppenmittel sehr niedrigen bzw. hohen mittleren F_0 , insgesamt sind diese Extremwerte aber vergleichsweise selten.

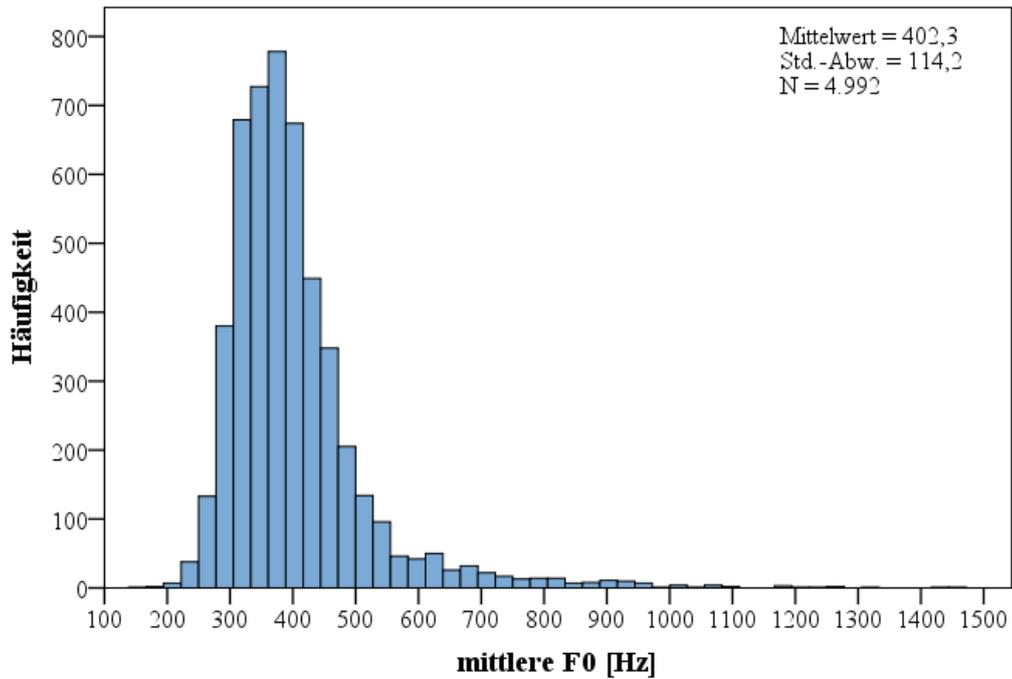


Abbildung 4: Histogramm zur Verteilung der mittleren F_0 im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler

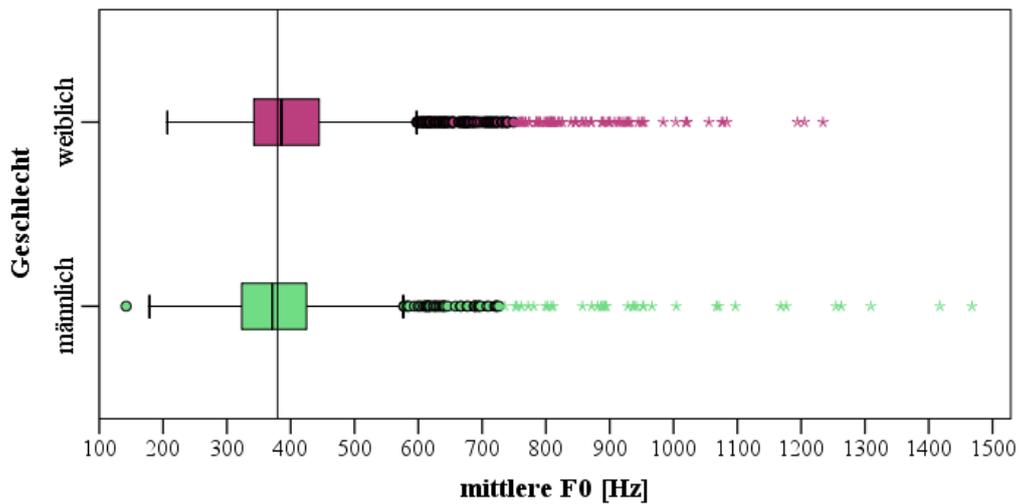


Abbildung 5: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 differenziert nach Geschlecht

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der mittleren F_0 im Korpus der kanonischen Babbler von Jungen ($N=2164$) und Mädchen ($N=2828$). Die vertikale Linie markiert den Gruppenmedian von 379,5 Hz.

Die Überprüfung der Geschlechtsunterschiede mittels Mixed-Model Nested ANOVA lieferte kein signifikantes Ergebnis ($p=0,27$). Bei Betrachtung der Lage- und Streuungsmaße (Tabelle 4) zeigt sich, dass die mittlere F_0 bei den Mädchen nur geringfügig höher ist als bei den Jungen. So beträgt der Median bei den Jungen 371,7 Hz und bei den Mädchen 385,5 Hz. Allerdings ist bei den Jungen die Variationsbreite deutlich größer. Aus Abbildung 5 wird jedoch ersichtlich, dass dies lediglich auf einzelne Extremwerte zurückzuführen ist. Ausgehend von der Standardabweichung unterscheidet sich das Ausmaß an Variabilität in den Korpora der Jungen und Mädchen nicht.

Des Weiteren wurde in der vorliegenden Arbeit das Verhalten der mittleren F_0 im Verlauf der kanonischen Babbelphase untersucht. In Tabelle 5 ist die deskriptive Statistik für die einzelnen Entwicklungsintervalle aufgeführt. Diese umfassen ausgehend vom individuellen Beginn der kanonischen Babbelphase bei den einzelnen Kindern jeweils einen Monat. Abbildung 6 zeigt die Verteilungseigenschaften der mittleren F_0 im Entwicklungsverlauf für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers. Bei Betrachtung der Lagemaße wird deutlich, dass sich die mittlere F_0 zwischen dem ersten und vierten Monat leicht erhöht und anschließend wieder etwas niedriger liegt. Während der Mittelwert im ersten Monat 374,1 Hz beträgt, liegt er im vierten Monat bei 432,6 Hz, also annähernd 70 Hz höher. Am niedrigsten ist der Mittelwert im letzten Untersuchungsintervall. Allerdings ist die Aussagekraft der Befunde für dieses Intervall eingeschränkt, da hier nur noch Daten von einem Kind in die Auswertung eingingen. Auch der Median, der unempfindlicher ist gegenüber Ausreißern, verändert sich im Entwicklungsverlauf in ähnlicher Weise, ebenso wie die Werte für die 25. und die 75. Perzentile. Veränderungen lassen sich im Entwicklungsverlauf auch bezüglich des Ausmaßes an Variabilität innerhalb der einzelnen Intervalle feststellen. So nimmt die Standardabweichung bis zum vierten Monat ebenfalls zu und ab dem fünften Monat wieder ab. Zudem ist die Variationsbreite ab dem zweiten Monat deutlich größer als noch im ersten Monat.

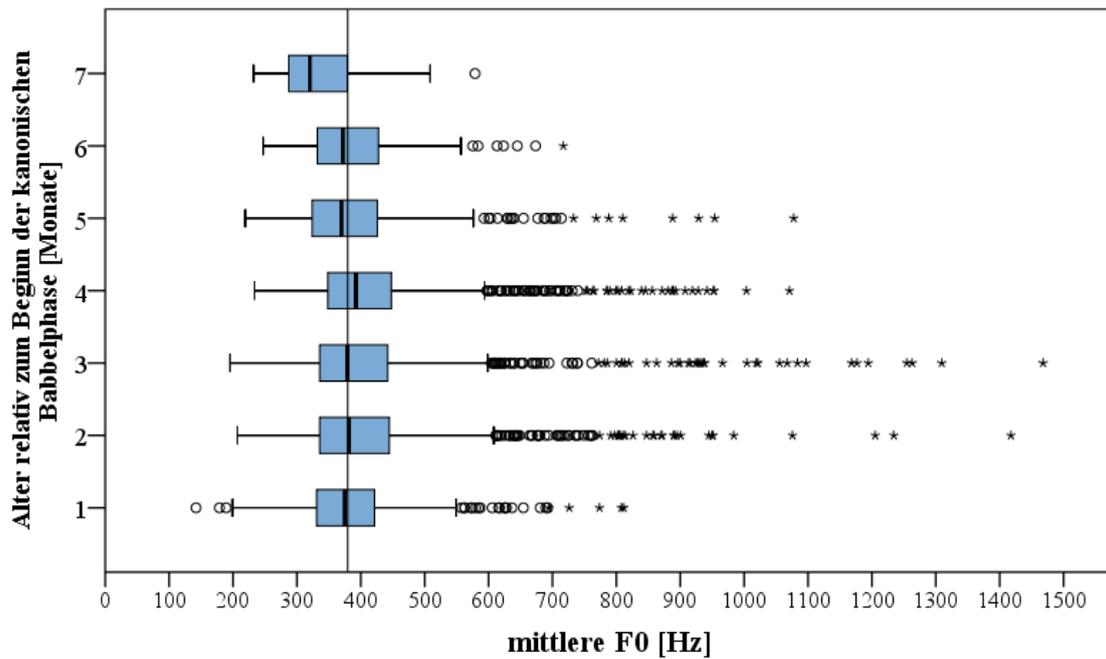


Abbildung 6: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 im Entwicklungsverlauf

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften für die einzelnen Entwicklungsintervalle [Monate] ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler ($N = 4992$). Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 379,5 Hz.

Tabelle 5: Lage- und Streuungsmaße für die mittlere F_0 [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babbler

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Anzahl</i>	420	727	1054	1112	965	575	139
<i>Mittelwert</i>	374,1	390,9	409,3	432,6	391,3	400,6	336,6
<i>Std.-Abw.</i>	76,1	105,2	136,0	129,5	98,2	88,4	63,0
<i>Median</i>	363,9	369,8	380,1	400,0	372,6	386,0	320,1
<i>Minimum</i>	142,0	206,7	195,3	233,5	219,0	247,4	232,2
<i>Maximum</i>	726,2	1417,5	1467,8	1234,3	1083,5	1003,6	578,7
<i>25. Perzentile</i>	322,1	328,9	332,2	354,9	331,9	341,4	286,4
<i>75. Perzentile</i>	419,1	417,0	442,9	461,2	423,5	441,1	379,2
<i>IQA</i>	97,0	88,1	110,7	106,3	91,6	99,7	92,8

N =Anzahl kanonischer Babbler, *Std.-Abw.*=Standardabweichung, *IQA*=Interquartilsabstand ($Q_{75}-Q_{25}$)

6.1.1.2 Kindbasierte Auswertung der mittleren F_0

Die Ergebnisse der kindbasierten Auswertung sind in Tabelle 6 zusammengefasst und in Abbildung 7 anhand von Boxplots grafisch dargestellt. Hier zeigt sich ein relativ hohes Maß an interindividueller Variabilität. Das arithmetische Mittel für die mittlere F_0 bewegt sich im Datenkorpus der einzelnen Kinder zwischen 329,7 und 481,9 Hz. Der Median, der robuster gegenüber Extremwerten ist, liegt bei allen Kindern etwas niedriger und variiert mit etwa ± 50 Hz um den Gruppenmedian von 379,5 Hz. Zur besseren Vergleichbarkeit ist dieser in Abbildung 7 anhand der horizontalen Linie markiert. Bei einem Kind (GG) findet sich mit einem Wert von 313,2 Hz ein deutlich niedrigerer Medianwert. Im Mittel am höchsten ist die mittlere F_0 bei dem Kind HI.

Bezüglich der intraindividuellen Variabilität lassen sich zwischen den Kindern ebenfalls deutliche Unterschiede feststellen. So beträgt der Interquartilabstand zwischen 56,2 und 242,7 Hz und die Standardabweichung zwischen 58,0 und 269,6 Hz. Bei vier Kindern liegen die Maxima deutlich über 1000 Hz. Außer bei Kind HH, bei dem die maximale mittlere $F_0 < 500$ Hz ist, liegen die Maxima für die übrigen Kinder zwischen 605,7 und 966,2 Hz. Nur bei zwei Kindern (HC und HN) weisen die analysierten Babblers Minima von unter 200 Hz auf. Die Variationsbreite bewegt sich zwischen 251,7 und 1219,8 Hz.

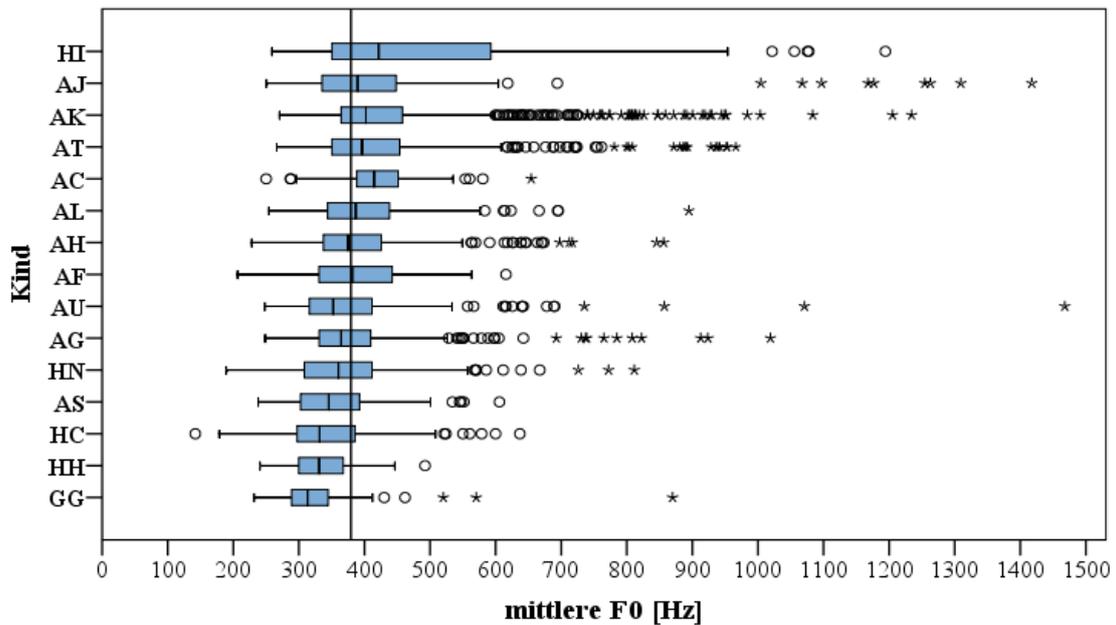


Abbildung 7: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der mittleren F_0 differenziert nach Kind

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der mittleren F_0 in den Datenkorpora der einzelnen Kinder. Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 379,5 Hz.

Tabelle 6: Lage- und Streuungsmaße der mittleren F_0 [Hz] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	N	MW	Std.-Abw.	Median	Min	Max	Perzentile 25.	Perzentile 75.	IQA
GG	w	75	329,7	85,3	313,2	231,7	869,9	288,6	344,8	56,2
HH	m	105	336,7	47,6	330,9	240,6	492,3	298,9	368,2	69,3
HC	m	416	345,9	67,5	331,6	142,1	636,9	297,1	385,3	88,2
AS	w	239	351,5	62,6	345,7	238,0	605,7	302,4	392,6	90,2
HN	m	256	372,4	95,1	360,3	189,1	811,4	307,7	412,1	104,4
AG	w	470	386,8	93,0	364,3	248,4	1019,0	330,8	409,5	78,7
AU	m	178	389,2	138,3	352,3	248,0	1467,8	315,7	411,8	96,1
AF	w	274	390,7	71,5	381,5	206,7	615,7	330,7	442,3	111,6
AH	w	373	392,6	88,2	375,0	228,0	856,2	337,0	425,6	88,6
AL	m	651	395,3	70,6	386,6	254,0	894,6	343,6	438,7	95,1
AC	w	152	419,3	58,0	414,7	250,0	654,3	387,1	453,8	66,7
AT	m	476	425,3	125,3	396,4	266,3	966,2	350,1	453,8	103,7
AK	w	916	436,3	122,5	402,1	270,6	1234,3	364,3	457,9	93,6
AJ	m	82	474,4	269,6	389,6	250,3	1417,5	335,4	450,0	114,6
HI	w	329	481,9	170,4	421,5	258,8	1194,2	350,2	592,9	242,7

N = Anzahl kanonischer Babblers, MW = Mittelwert, $Std.-Abw.$ = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, IQA = Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

6.1.2 Dynamikbereich der Grundfrequenz (F₀-Range)

6.1.2.1 Vokalisationsbasierte Auswertung des F₀-Ranges

Der Dynamikbereich der Grundfrequenz innerhalb einer Vokalisation wurde in der vorliegenden Arbeit anhand der Differenz aus F₀-Maximum und F₀-Minimum untersucht. Die im Rahmen der vokalisationsbasierten Auswertung ermittelten statistischen Kenngrößen für den Gesamtkorpus der Babblers sowie differenziert nach Geschlecht können Tabelle 7 entnommen werden. Der Mittelwert für den F₀-Range beträgt 158,4 Hz ($\pm 159,1$). Mit 114,8 Hz liegt der Median etwas niedriger. Trotz einer sehr großen Variationsbreite von annähernd 2400 Hz, wird in Abbildung 8 deutlich, dass sich der F₀-Range für die Mehrheit der Laute in einem klar umgrenzten Wertebereich bewegt. So umfasst der Interquartilbereich lediglich 113,5 Hz. 20 % der Verteilung weisen einen F₀-Range von über 200 Hz auf, wohingegen über 40 % einen Range von unter 100 Hz aufweisen. Demnach ist die lautinterne Variation der Grundfrequenz für den Großteil der kanonischen Babblers vergleichsweise gering. Die Mixed-Model Nested ANOVA ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Jungen und Mädchen ($p = 0,9$). Bei den Jungen liegt der F₀-Range nur leicht höher als bei den Mädchen. Zudem zeigt die Standardabweichung, dass der F₀-Range bei den Jungen etwas mehr variiert. Die Verteilungseigenschaften sind in Abbildung 9 anhand von Boxplots grafisch veranschaulicht.

Tabelle 7: Lage- und Streuungsmaße des F₀-Ranges [Hz] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht

<i>F₀-Range [Hz]</i>	<i>Gesamt</i> <i>N = 4992</i>	<i>Geschlecht</i>	
		<i>männlich</i> <i>N = 2164</i>	<i>weiblich</i> <i>N = 2828</i>
<i>Mittelwert</i>	158,4	163,0	154,9
<i>Standardabweichung</i>	159,1	167,3	152,5
<i>Median</i>	114,8	122,6	108,1
<i>Minimum</i>	7,9	7,9	11,3
<i>Maximum</i>	2402,2	2402,2	1412,8
<i>25. Perzentile</i>	72,4	77,2	68,2
<i>75. Perzentile</i>	185,9	189,9	183,0
<i>Interquartilsabstand</i>	113,5	112,7	114,8

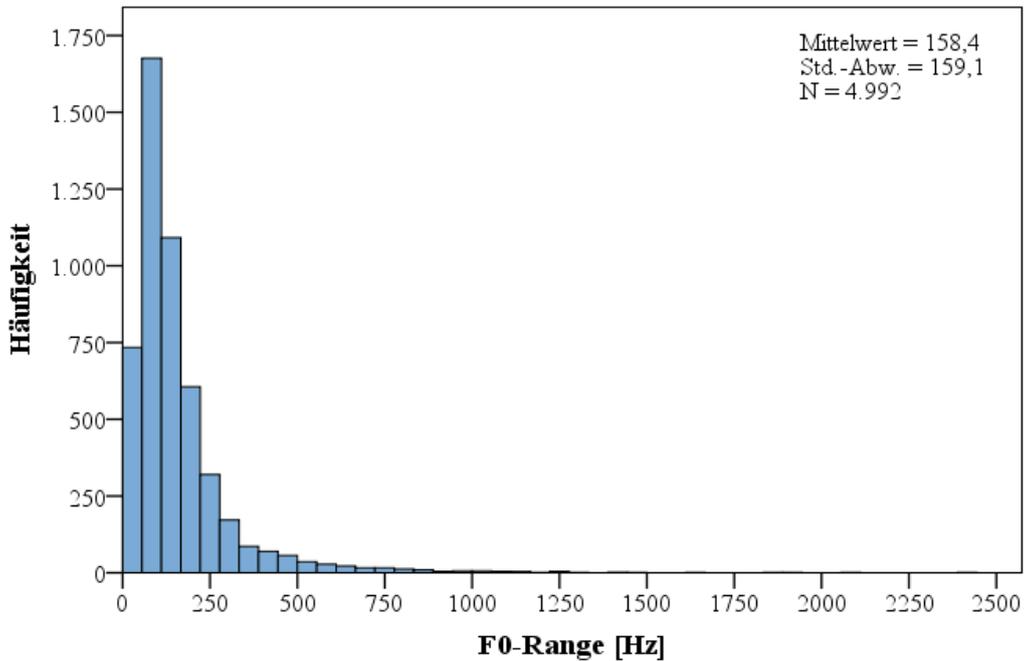


Abbildung 8: Histogramm zur Verteilung des F₀-Ranges im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler

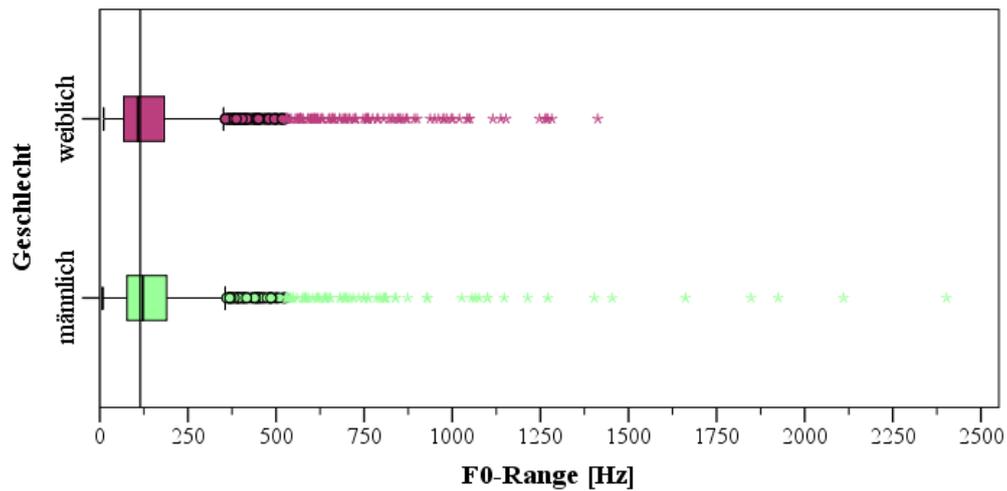


Abbildung 9: Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F₀-Ranges differenziert nach Geschlecht

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften des F₀-Ranges im Korpus der kanonischen Babbler von Jungen (N=2164) und Mädchen (N=2828). Die vertikale Linie markiert den Gruppenmedian von 114,8 Hz.

In Abbildung 10 ist das Verhalten des F_0 -Ranges im Entwicklungsverlauf für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler dargestellt. Die entsprechende deskriptive Statistik findet sich in Tabelle 8. Im Gesamtkorpus der analysierten Babbler bleibt der F_0 -Range im Mittel im Entwicklungsverlauf stabil. Die Medianwerte für die einzelnen Entwicklungsintervalle variieren nur geringfügig um den im Gesamtkorpus gefundenen Medianwert von 114,8 Hz. Veränderungen lassen sich jedoch bezüglich der Variabilität der Messgröße feststellen. So ist die Standardabweichung zwischen dem zweiten und dem fünften Monat deutlich höher als zu Beginn der kanonischen Babbelphase sowie während der letzten beiden Untersuchungsintervalle.

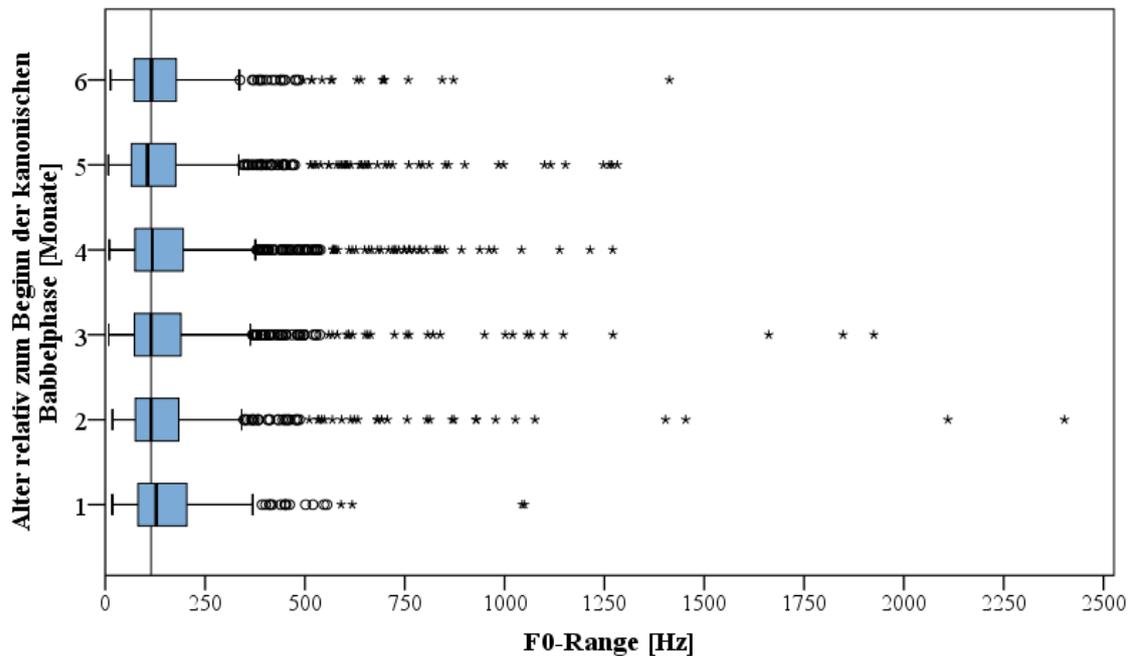


Abbildung 10: Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F_0 -Ranges im Entwicklungsverlauf

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften für die einzelnen Entwicklungsintervalle [Monate] ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler ($N = 4992$). Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 114,8 Hz.

Tabelle 8: Lage- und Streuungsmaße für den F_0 -Range [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babbler

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Anzahl</i>	420	727	1054	1112	965	575	139
<i>Mittelwert</i>	158,1	164,7	160,4	166,9	152,6	147,1	130,3
<i>Std.-Abw.</i>	118,1	190,5	168,1	158,8	162,2	127,4	101,9
<i>Median</i>	127,6	114,9	114,8	117,8	105,7	115,7	110,5
<i>Minimum</i>	17,8	17,9	8,9	10,1	7,9	13,1	8,8
<i>Maximum</i>	1049,7	2402,2	1924,7	1270,7	1282,6	1412,8	749,1
<i>25. Perzentile</i>	81,8	75,2	73,0	74,5	65,3	72,2	66,1
<i>75. Perzentile</i>	204,3	184,5	189,7	195,4	176,3	178,7	158,9
<i>IQA</i>	122,6	109,3	116,7	120,9	111,0	106,5	92,8

N =Anzahl kanonischer Babbler, *Std.-Abw.*=Standardabweichung, *IQA*=Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

6.1.2.2 *Kindbasierte Auswertung des F_0 -Ranges*

Die im Rahmen der kindbasierten Auswertung ermittelten Verteilungseigenschaften des F_0 -Ranges in den Datenkorpora der einzelnen Kinder sind in Tabelle 9 zusammengefasst und in Abbildung 11 anhand von Boxplots grafisch veranschaulicht. Insgesamt findet sich bei den untersuchten Kindern ein hohes Maß an interindividueller Variabilität. So bewegt sich der Mittelwert bei den einzelnen Kindern zwischen 105,8 und 297,2 Hz und auch der gegenüber Ausreißern robustere Median variiert mit Werten zwischen 79 und 197,2 Hz relativ stark. Am niedrigsten ist der F_0 -Range im Mittel bei Kind GG und am höchsten bei Kind AJ. Die Standardabweichung vom Mittelwert bewegt sich zwischen 65,8 Hz und 356,1 Hz und auch die Variationsbreite variiert mit Werten zwischen 342,9 Hz und 2394,3 Hz relativ stark. Der Interquartilsabstand, in dem sich 50 % der Werte befinden, liegt in einem Bereich von 70,7 bis 210 Hz.

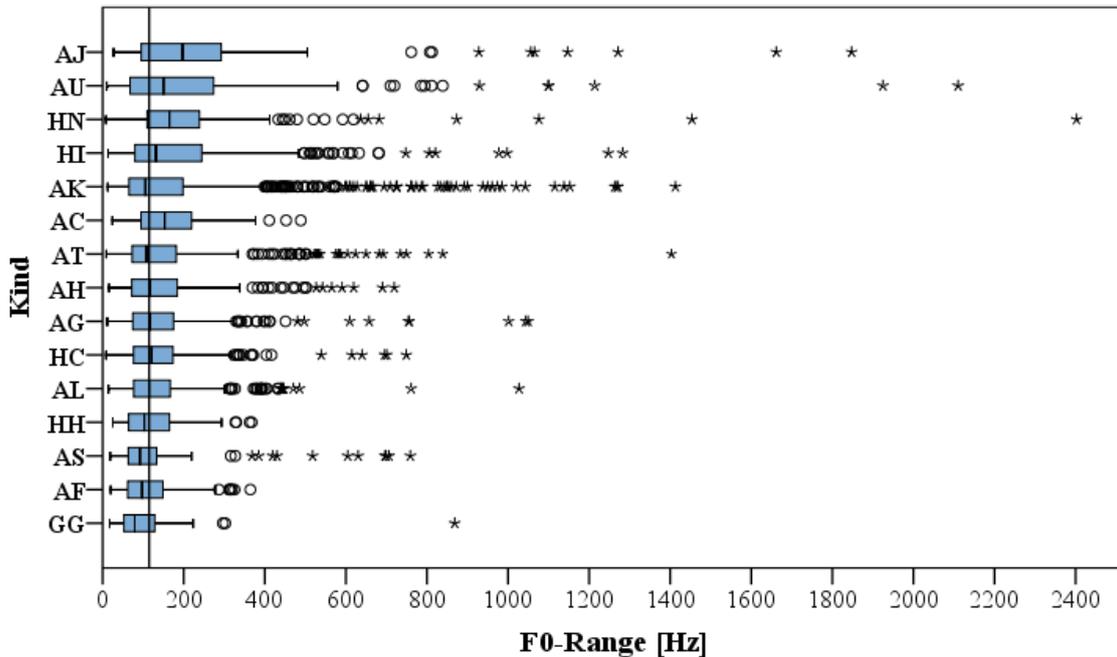


Abbildung 11: Boxplot-Diagramm zur Verteilung des F₀-Ranges differenziert nach Kind

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften des F₀-Ranges in den Datenkorpora der einzelnen Kinder. Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 114,8 Hz.

Tabelle 9: Lage- und Streuungsmaße des F₀-Ranges [Hz] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	N	MW	Std.-Abw.	Median	Min	Max	Perzentile 25.	75.	IQA
GG	w	75	105,8	106,3	79,0	17,1	868,5	51,8	129,7	77,9
AF	w	274	112,7	65,8	97,1	19,7	364,5	61,5	148,8	87,3
AS	w	239	118,3	113,3	92,2	18,5	759,0	63,1	133,8	70,7
HH	m	105	124,1	80,4	102,8	24,9	367,8	61,9	166,1	104,2
AL	m	651	135,3	92,1	114,3	14,5	1.027,1	76,4	167,4	91,0
HC	m	416	137,6	95,9	120,3	8,7	749,1	76,3	173,8	97,5
AG	w	470	144,3	120,7	117,5	11,3	1.049,7	74,3	175,6	101,3
AH	w	373	146,3	122,3	118,1	15,9	719,3	72,0	184,5	112,5
AT	m	476	157,8	147,8	109,8	8,9	1.403,0	72,7	181,8	109,1
AC	w	152	166,7	86,9	153,3	23,9	488,8	94,7	219,9	125,2
AK	w	916	174,5	195,4	105,2	12,6	1.412,8	65,1	198,5	133,4
HI	w	329	192,8	184,6	131,4	13,2	1.282,6	79,1	245,4	166,3
HN	m	256	206,8	207,8	165,0	7,9	2.402,2	109,5	238,9	129,4
AU	m	178	235,0	291,7	150,4	10,1	2.110,2	66,9	276,9	210,0
AJ	m	82	297,2	356,1	197,2	26,9	1847,6	94,8	296,6	201,8

N = Anzahl kanonischer Babblers, MW = Mittelwert, Std.-Abw. = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, IQA = Interquartilsabstand (Q₇₅ – Q₂₅)

6.2 Quantitative Analyse von Kenngrößen der zeitlichen Organisation

Die Untersuchung der zeitlichen Eigenschaften kanonischer Babbellaute erfolgt in der vorliegenden Arbeit anhand zweier Kenngrößen, der Vokalisationslänge und der Vokallänge. Nachfolgend werden zunächst die Ergebnisse zur Vokalisationslänge und anschließend die zur Vokallänge ausgeführt.

6.2.1 Vokalisationslänge

6.2.1.1 Vokalisationsbasierte Auswertung der Vokalisationslänge

In die Auswertung der Vokalisationslänge gingen alle 4992 kanonischen Babbellaute ein. In einem ersten Schritt wurden die statistischen Kennwerte für die Messgrößen Vokalisationslänge im Gesamtkorpus der Vokalisationen sowie differenziert nach Geschlecht ermittelt. Diese sind in Tabelle 10 wiedergegeben.

Tabelle 10: Lage- und Streuungsmaße der Vokalisationslänge [ms] für den Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers und differenziert nach Geschlecht

<i>Vokalisationslänge [ms]</i>	<i>Gesamt</i> <i>N = 4992</i>	<i>Geschlecht</i>	
		<i>männlich</i> <i>N = 2164</i>	<i>weiblich</i> <i>N = 2828</i>
<i>Mittelwert</i>	1004	1049	970
<i>Standardabweichung</i>	754	773	738
<i>Median</i>	809	840	780
<i>Minimum</i>	64	70	64
<i>Maximum</i>	7050	7050	5015
<i>25. Perzentile</i>	480	521	446
<i>75. Perzentile</i>	1291	1332	1274
<i>Interquartilsabstand</i>	811	811	828

In Abbildung 12 wird ersichtlich, dass die Messgröße Vokalisationslänge im untersuchten Korpus der kanonischen Babbler ein hohes Maß an Variabilität aufweist. So liegt die Standardabweichung bei einem Mittelwert von 1004 ms bei 754 ms. Zudem ist die Verteilung sehr breit. Bei einem Minimum von 64 ms und einem Maximum von über 7000 ms beträgt die Variationsbreite annähernd sieben Sekunden. Dies spiegelt sich auch in der relativ großen Differenz von 200 ms zwischen Median und Mittelwert wider. Bei Betrachtung der Lagemaße zeigt sich, dass sich die Mehrheit der kanonischen Babbellaute hinsichtlich ihrer Länge zwar in einem weitaus engeren, aber dennoch relativ breiten Wertebereich bewegt. So umfasst der Interquartilbereich, in dem sich 50 % der Verteilung befinden, rund 800 ms. Der Median liegt dabei bei 809 ms. Immerhin ein Viertel der analysierten Vokalisationen weist eine Länge von über 1291 ms auf und bei 10 % der Vokalisationen beträgt die Länge sogar über 1964 ms.

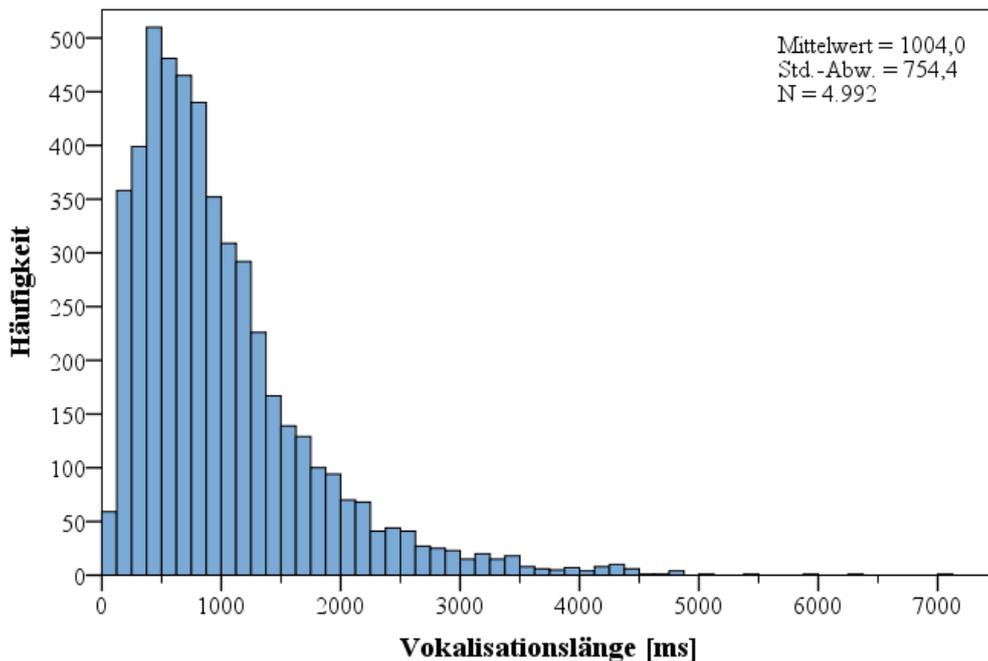


Abbildung 12: Histogramm zur Verteilung der Vokalisationslänge im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babbler

Neben den Verteilungseigenschaften wurde außerdem untersucht, inwieweit die Vokalisationslänge mit der Silbenanzahl (Kapitel 6.4.1) zusammenhängt. Da der Shapiro-Wilk-Test für die Vokalisationslänge keine hinreichende Normalverteilung ergab ($p < 0,001$), wurde der Zusammenhang mittels des Spearman-Korrelationskoeffizienten statistisch überprüft. Dieser lieferte mit $r = 0,832$ einen hohen positiven Zusammenhang zwischen der Vokalisationslänge und der Silbenanzahl, der auf einem Niveau von $p < 0,01$ signifikant war. Dies wird auch in Abbildung 13 deutlich. Die in das Streudiagramm eingezeichnete Regressionsgerade zeigt den Anstieg der Vokalisationslänge mit zunehmender Silbenanzahl und ein großes Bestimmtheitsmaß.

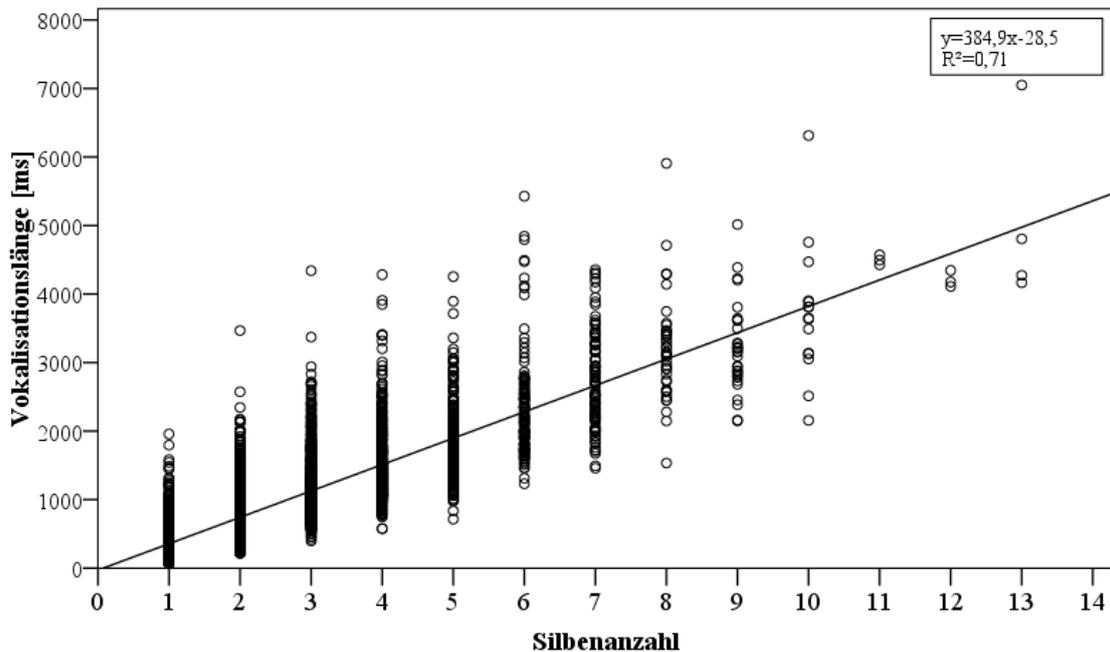


Abbildung 13: Streudiagramm der Vokalisationslänge der analysierten kanonischen Babler (N = 4992) über die Silbenanzahl

Die Ergebnisse der Auswertung der Geschlechtsunterschiede sind in Abbildung 14 anhand von Boxplots grafisch dargestellt. Die korrespondierenden statistischen Kenngrößen finden sich in Tabelle 10. Die Überprüfung mittels Mixed-Model Nested ANOVA ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Jungen und Mädchen ($p=0,5$). Bei Betrachtung der Lagemaße zeigt sich, dass die kanonischen Babblers der Jungen im Mittel nur geringfügig länger sind als die der Mädchen. Zudem zeigt sich bei den Jungen ein etwas höheres Maß an Variabilität. Insgesamt variiert die Länge der kanonischen Babblers jedoch sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen relativ stark.

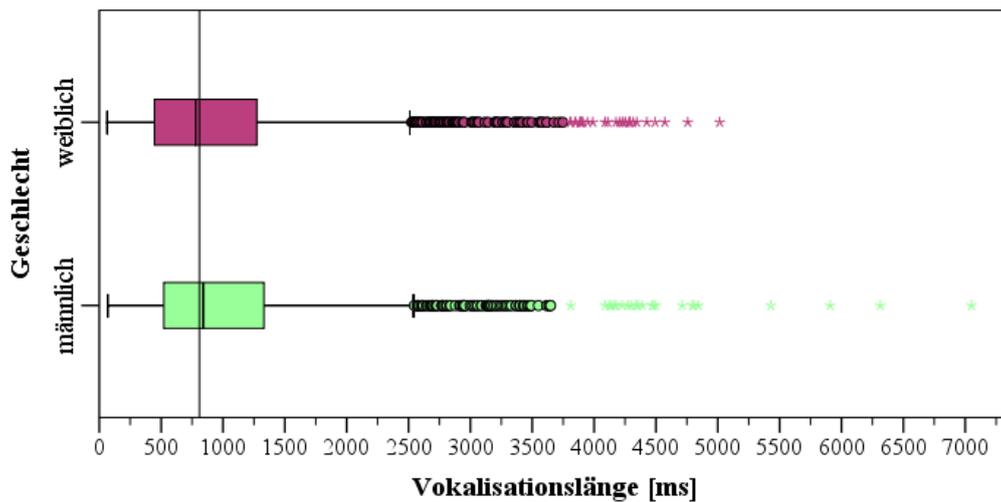


Abbildung 14: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge differenziert nach Geschlecht

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der Vokalisationslänge im Korpus der kanonischen Babblers von Jungen ($N=2164$) und Mädchen ($N=2828$). Die vertikale Linie markiert den Gruppenmedian von 809 ms.

Nachfolgend wird das Verhalten der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf dargestellt. Dabei wurde auch geprüft, ob sich für die einzelnen Entwicklungsintervalle ein ähnlich hoher Zusammenhang zwischen der Vokalisationslänge und der Silbenanzahl findet wie im Korpus aller analysierten kanonischen Babblers. Die im Rahmen der Verteilungsanalyse ermittelten statistischen Kennwerte für die einzelnen Entwicklungsintervalle sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

In Abbildung 15 sind die Verteilungseigenschaften der Vokalisationslänge für die einzelnen Entwicklungsintervalle anhand von Boxplots grafisch dargestellt. Hier zeigt sich im Entwicklungsverlauf ein abnehmender Trend, der sich bei genauerer Betrachtung der Lagemaße bestätigt. So sinkt der Mittelwert vom ersten bis zum sechsten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase um über 300 ms und auch der Median nimmt um annähernd ein Drittel ab. Dabei verringert sich gemessen an der Standardabweichung auch die Variabilität. Zur besseren Veranschaulichung ist das Verhalten des Medians der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf zusätzlich in einem Liniendiagramm dargestellt (Abbildung 16). Die Fehlerbalken entsprechen dem 95%igen Konfidenzintervall. Der siebte Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase ist in den Abbildungen nicht enthalten, da hier nur noch Daten von einem Kind vorlagen.

Bei Betrachtung des Verhaltens der Silbenanzahl im Entwicklungsverlauf (Kapitel 6.4.1) wird deutlich, dass sich der Anteil mehrsilbiger Babbellaute im Untersuchungszeitraum ebenfalls um etwa ein Drittel reduziert. Dies ist in Abbildung 17 grafisch veranschaulicht. Der Spearman-Korrelationskoeffizient lieferte für alle Entwicklungsintervalle ähnlich hohe positive Korrelationen wie für das Gesamtkorpus der Vokalisationen. Der enge Zusammenhang zwischen der mittleren Vokalisationslänge und der Silbenanzahl findet sich also auch im Entwicklungsverlauf.

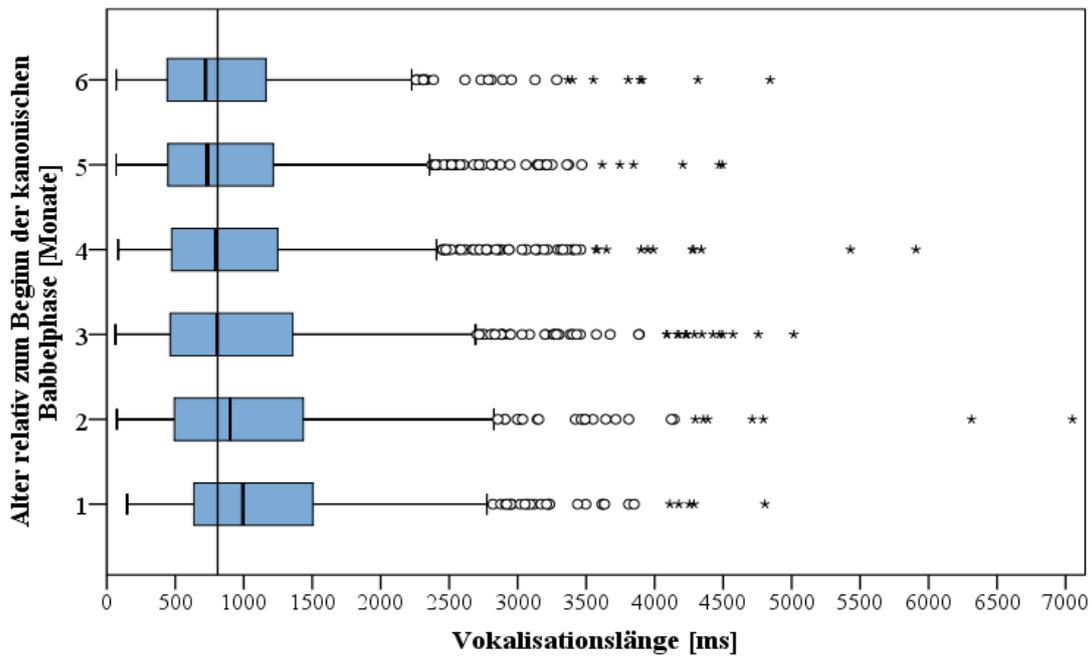


Abbildung 15: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften für die einzelnen Entwicklungsintervalle [Monate] ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers ($N = 4992$). Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 809 ms.

Tabelle 11: Lage- und Streuungsmaße für die Vokalisationslänge [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der kanonischen Babblers

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Anzahl</i>	420	727	1054	1112	965	575	139
<i>Mittelwert</i>	1214	1103	1041	960	914	900	979
<i>Std.-Abw.</i>	825	837	818	717	672	671	510
<i>Median</i>	995	900	805	797	734	721	902
<i>Minimum</i>	149	75	64	83	69	70	256
<i>Maximum</i>	4805	7050	5015	5908	4494	4843	2811
<i>25. Perzentile</i>	636	493	463	474	447	441	603
<i>75. Perzentile</i>	1506	1435	1360	1248	1217	1163	1192
<i>IQA</i>	869	942	897	774	770	722	589

N =Anzahl kanonischer Babblers, *Std.-Abw.*=Standardabweichung, *IQA*=Interquartilsabstand ($Q_{.75} - Q_{.25}$)

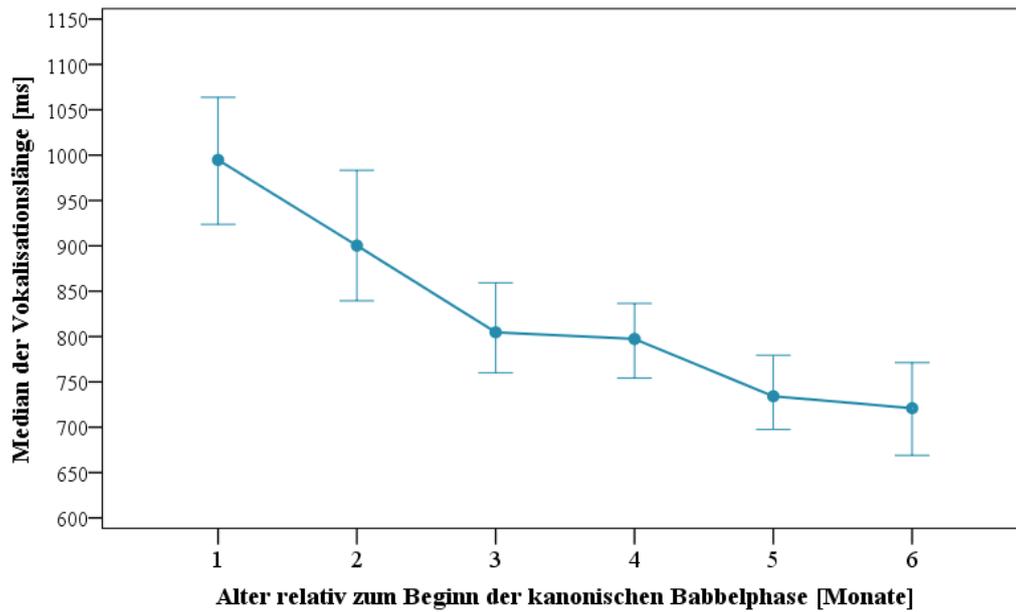


Abbildung 16: Liniendiagramm zum Verhalten des Medians der Vokalisationslänge im Entwicklungsverlauf

Die Fehlerbalken entsprechen dem 95 %igen Konfidenzintervall.

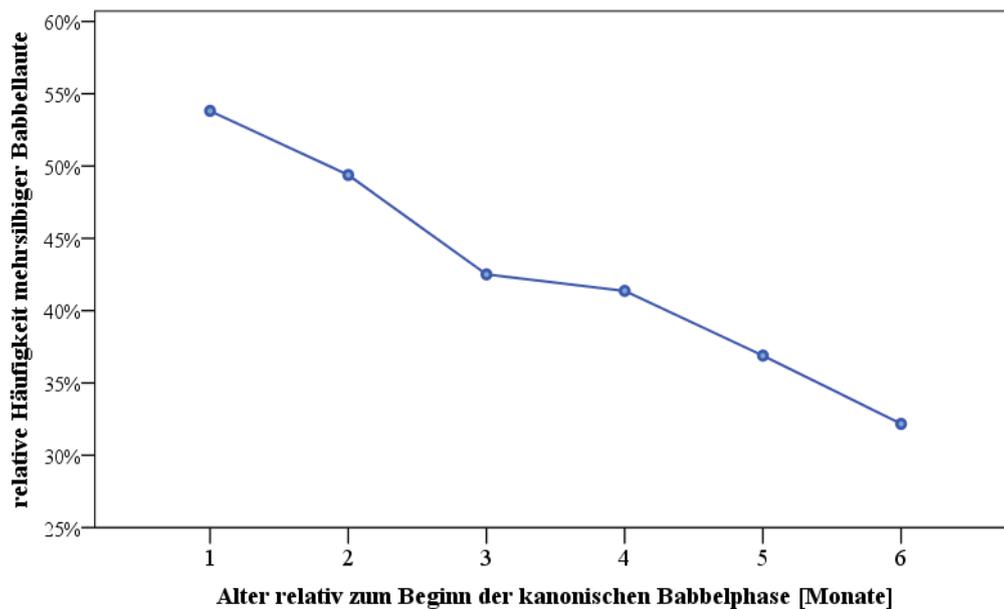


Abbildung 17: Liniendiagramm zur Veränderung der relativen Häufigkeit mehrsilbiger Babbellaute im Entwicklungsverlauf

6.2.1.2 Kindbasierte Auswertung der Vokalisationslänge

Die Ergebnisse der kindbasierten Verteilungsanalyse für die Messgröße Vokalisationslänge finden sich in Tabelle 12 und sind in Abbildung 18 grafisch dargestellt. Es wird deutlich, dass die Vokalisationslänge ein relativ hohes Maß an interindividueller Variabilität aufweist. Während die mittlere Vokalisationslänge gemessen am Median bei sieben Kindern lediglich in einem Bereich von ± 100 ms um den Gruppenmedian variiert, liegt der Median bei den übrigen Kindern zum Teil deutlich höher bzw. niedriger. So sind die kanonischen Babblers der Kinder HI und AG im Mittel nur 474 ms bzw. 593 ms lang, wohingegen die der Kinder AU, HC, HN, AC, GG und AJ mit Medianwerten zwischen 940 ms und 1347 ms deutlich länger sind. Des Weiteren lassen sich anhand der Variabilitätsmaße auch Unterschiede bezüglich der intraindividuellen Variabilität feststellen. Dabei bewegt sich die Variationsbreite zwischen 2664 und 6872 ms und der Interquartilsabstand zwischen 545 und 1286 ms.

Insgesamt folgen die kindbasierten Verteilungen der Vokalisationslänge insofern der gleichen Systematik wie die Verteilung im Gesamtkorpus der kanonischen Babbellaute als sich ebenfalls ein enger Zusammenhang zwischen der Vokalisationslänge und der Silbenanzahl feststellen lässt. So lieferte der Spearman-Korrelationskoeffizient bei allen Kindern eine hohe Korrelation zwischen Vokalisationslänge und Silbenanzahl. Bei zwei Kindern war $r=0,54$ (Kind GG) bzw. $r=0,66$ (Kind HH), bei den übrigen 13 Kindern war $r > 0,7$.

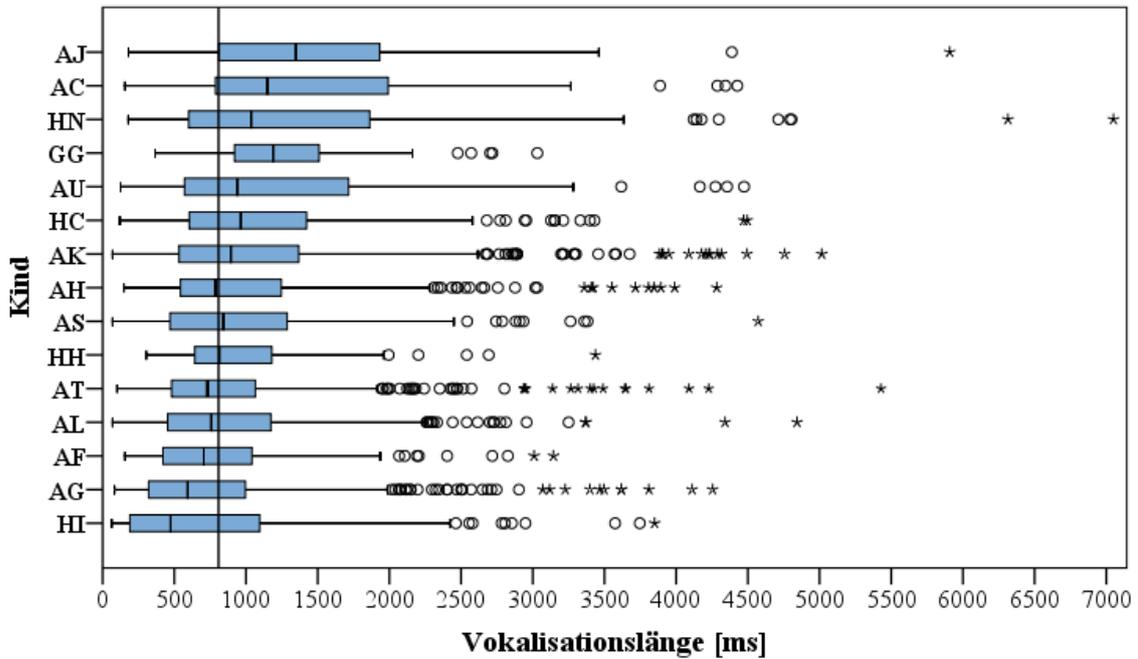


Abbildung 18: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der Vokalisationslänge differenziert nach Kind

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der Vokalisationslänge in den Datenkorpora der einzelnen Kinder. Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 809 ms.

Tabelle 12: Lage- und Streuungsmaße der Vokalisationslänge [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	N	MW	Std.-Abw.	Median	Min	Max	Perzentile		IQA
								25.	75.	
HI	w	329	727	699	474	64	3849	189	1107	919
AG	w	470	798	709	593	83	4254	321	997	676
AF	w	274	804	505	705	156	3144	420	1043	623
AL	m	651	883	587	758	70	4843	454	1174	720
AT	m	476	913	707	731	101	5429	481	1066	585
HH	m	105	976	525	817	305	3437	638	1183	544
AS	w	239	1012	741	843	69	4572	469	1290	821
AH	w	373	1022	735	788	149	4283	541	1248	706
AK	w	916	1062	750	894	70	5015	532	1368	836
HC	m	416	1102	674	964	120	4495	604	1426	821
AU	m	178	1264	948	940	125	4474	571	1719	1147
GG	w	75	1280	569	1189	367	3031	919	1511	593
HN	m	256	1359	1077	1037	178	7050	600	1868	1268
AC	w	152	1425	874	1148	155	4426	788	1994	1207
AJ	m	82	1533	987	1347	181	5908	810	1941	1131

N = Anzahl kanonischer Babblers, MW = Mittelwert, Std.-Abw. = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, IQA = Interquartilsabstand ($Q_{.75} - Q_{.25}$)

6.2.2 Länge der vokalischen Elemente

Um die zeitlichen Eigenschaften der vokalischen Elemente umfassend charakterisieren zu können, wurden verschiedene Kenngrößen ausgewertet. So wurden sowohl die *absolute* als auch die *mittlere* Vokallänge untersucht. Während für die *absolute Vokallänge* die Verteilungseigenschaften auf Basis aller vokalischen Elemente (N = 13130) ohne vorangehende Mittelung auf Vokalisationsebene bestimmt wurden, wurde für die *mittlere Vokallänge* für jeden kanonischen Babblen mit mehr als einer Silbe (N = 3876) zunächst das arithmetische Mittel aus der Länge seiner vokalischen Elemente berechnet. Des Weiteren wurde, um das Ausmaß an zeitlicher Regularität bzw. Variabilität innerhalb der kanonischen Babblen quantifizieren zu können, für jeden zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblen die Standardabweichung der Länge der einzelnen vokalischen Elemente ermittelt und eine Verteilungsanalyse für diese Messgröße vorgenommen.

6.2.2.1 Elementbasierte Auswertung der Vokallänge

In Tabelle 13 sind die im Rahmen der Verteilungsanalyse für die Messgröße *absolute Vokallänge* ermittelten statistischen Kenngrößen für den Gesamtkorpus der vokalischen Elemente und differenziert nach Geschlecht aufgeführt. Die Lage- und Streuungsmaße für die Messgröße *mittlere Vokallänge* lassen sich Tabelle 14 entnehmen. Die Verteilungseigenschaften sind in Abbildung 19 bzw. Abbildung 21 für den Gesamtkorpus der vokalischen Elemente und in Abbildung 20 bzw. Abbildung 22 differenziert nach Geschlecht grafisch veranschaulicht.

Im untersuchten Datenkorpus liegt der Median für die *absolute Vokallänge* bei 194 ms. Mit einem Minimum von 15 ms und einem Maximum von 2012 ms ergibt sich eine Variationsbreite von annähernd zwei Sekunden. Für die Mehrheit der analysierten vokalischen Elemente bewegt sich die Verteilung jedoch in einem klar umgrenzten Wertebereich. So umfasst der Interquartilbereich, in dem sich die mittleren 50 % der Rohwertverteilung befinden, lediglich 146 ms. Mit einer Grenze von 502,9 ms für die 95. Perzentile streuen demnach insbesondere die oberen 5 % der Verteilung sehr stark. Die Verteilungsanalyse der Messgröße *mittlere Vokallänge* lieferte insgesamt vergleichbare Ergebnisse, wobei das Ausmaß an Variabilität aufgrund der

vorangegangenen Mittelung etwas geringer ist. Die Überprüfung der Geschlechtsunterschiede mittels Mixed-Model Nested ANOVA ergab weder für die absolute, noch für die mittlere Vokallänge signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen (absolute Vokallänge: $p = 0,61$; mittlere Vokallänge: $p = 0,6$).

Tabelle 13: Lage- und Streuungsmaße der absoluten Vokallänge [ms] für den Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente und differenziert nach Geschlecht

Absolute Vokallänge [ms]	Gesamt <i>N</i> = 13130	Geschlecht	
		männlich <i>N</i> = 5914	weiblich <i>N</i> = 7216
Mittelwert	230	228	231
Standardabweichung	151	155	148
Median	194	192	197
Minimum	15	20	15
Maximum	2012	2012	1949
25. Perzentile	135	135	135
75. Perzentile	281	273	287
Interquartilsabstand	146	138	152

Tabelle 14: Lage- und Streuungsmaße der mittleren Vokallänge [ms] für den Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonische Babblers und differenziert nach Geschlecht

Mittlere Vokallänge [ms]	Gesamt <i>N</i> = 3876	Geschlecht	
		männlich <i>N</i> = 1751	weiblich <i>N</i> = 2125
Mittelwert	228	224	232
Standardabweichung	108	104	111
Median	204	201	208
Minimum	51	53	51
Maximum	1221	958	1221
25. Perzentile	155	155	155
75. Perzentile	274	269	281
Interquartilsabstand	119	114	125

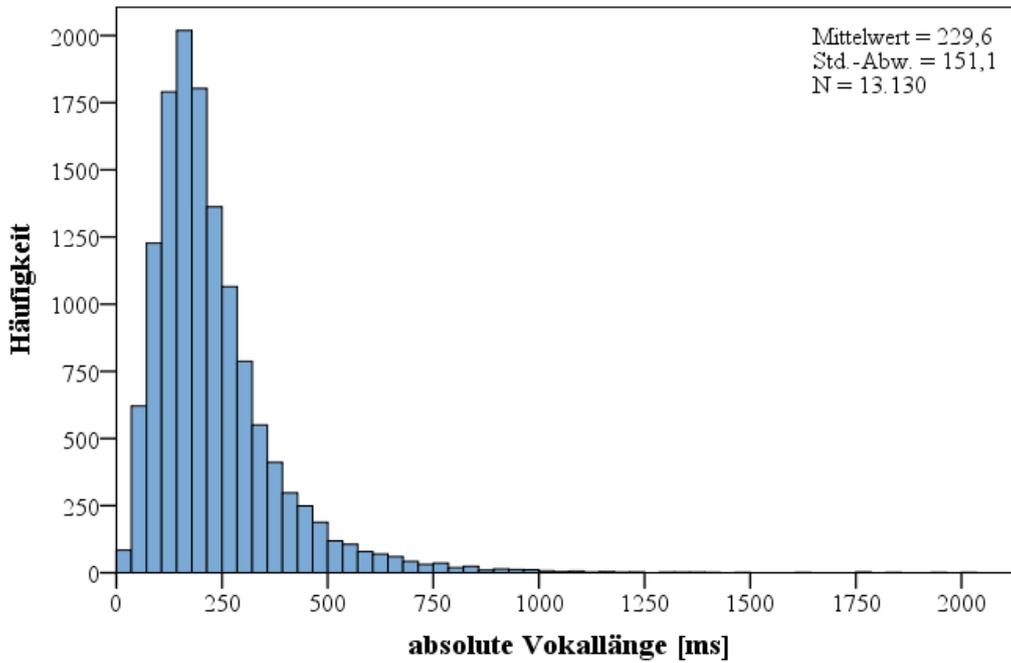


Abbildung 19: Histogramm zur Verteilung der *absoluten Vokallänge* im Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente

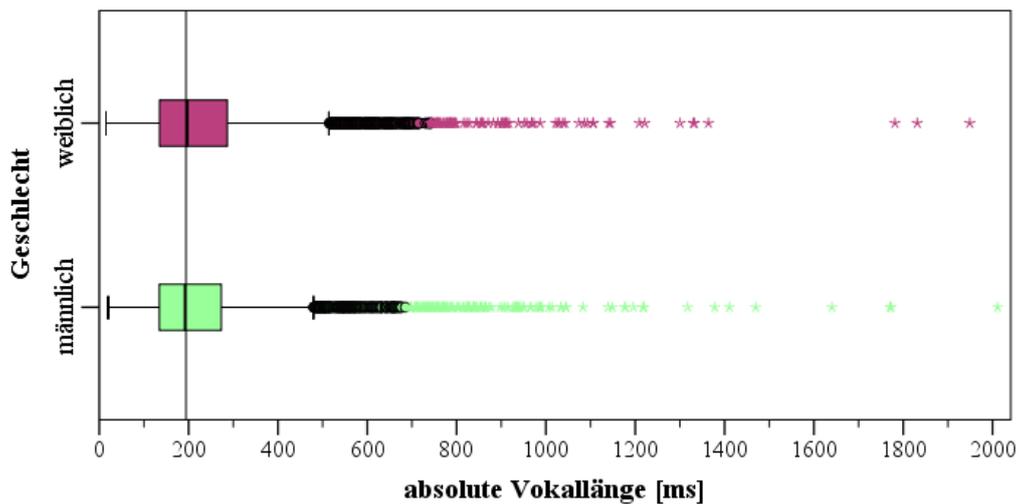


Abbildung 20: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *absoluten Vokallänge* differenziert nach Geschlecht

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften im Korpus der vokalischen Elemente von Jungen (N = 5914) und Mädchen (N = 7216). Die vertikale Linie markiert den Gruppenmedian von 194 ms.

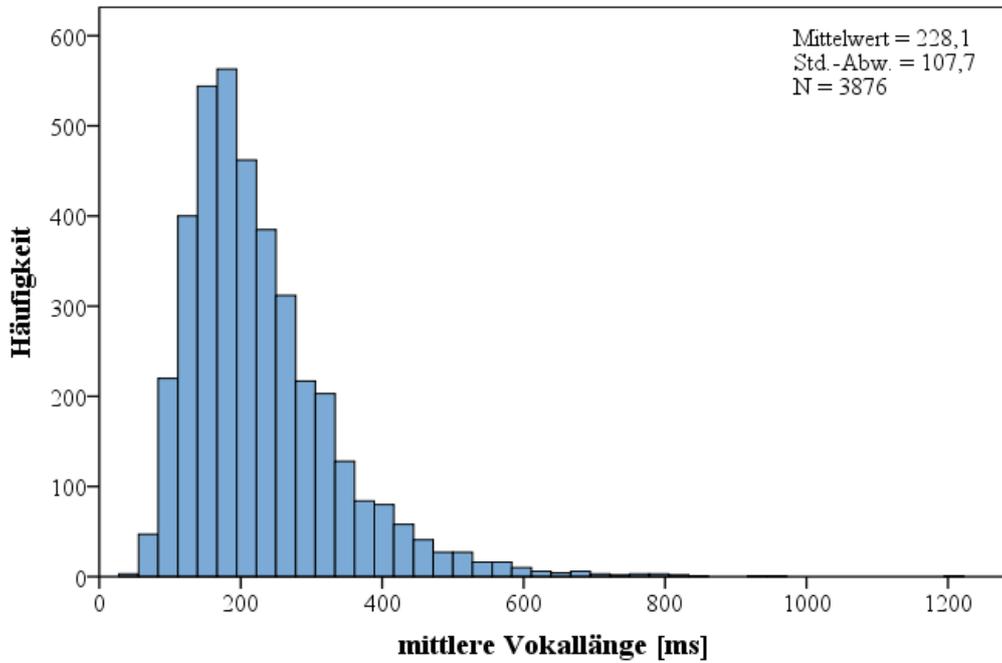


Abbildung 21: Histogramm zur Verteilung der *mittleren Vokallänge* im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babbler

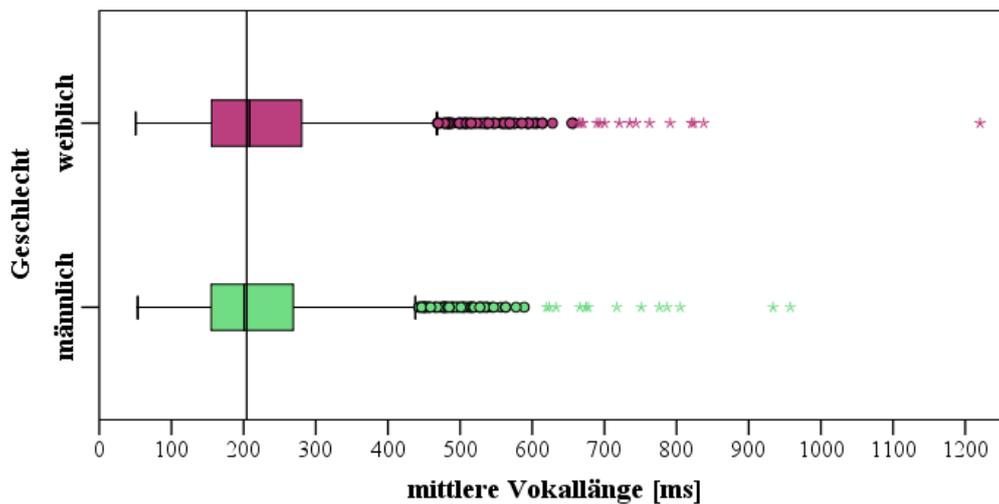


Abbildung 22: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *mittleren Vokallänge* differenziert nach Geschlecht

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften im Korpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babbler von Jungen (N = 1751) und Mädchen (N = 2125). Die vertikale Linie markiert den Gruppenmedian von 204 ms.

Insgesamt bleibt sowohl die *absolute* als auch die *mittlere Vokallänge* im Entwicklungsverlauf weitestgehend konstant. So variieren die Medianwerte für die einzelnen Entwicklungsintervalle, wie Tabelle 15 und Tabelle 16 zu entnehmen ist, lediglich in einem Bereich von rund 30 bzw. 50 ms. Auch bezüglich des Ausmaßes an Variabilität lassen sich für beide Messgrößen keine systematischen Veränderungen feststellen. Das Verhalten der beiden Messgrößen im Entwicklungsverlauf ist in Abbildung 23 bzw. Abbildung 24 anhand von Boxplots grafisch dargestellt. Die zugehörige deskriptive Statistik ist in Tabelle 15 und Tabelle 16 aufgeführt. Für die Standardabweichung der Länge der vokalischen Elemente (*Standardabweichung der Vokallänge*), die für jeden zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblen als Maß für die vokalisationsinterne zeitliche Variabilität ermittelt wurde, finden sich im Verlauf der kanonischen Babbelphase ebenfalls keine systematischen Veränderungen (Tabelle 17).

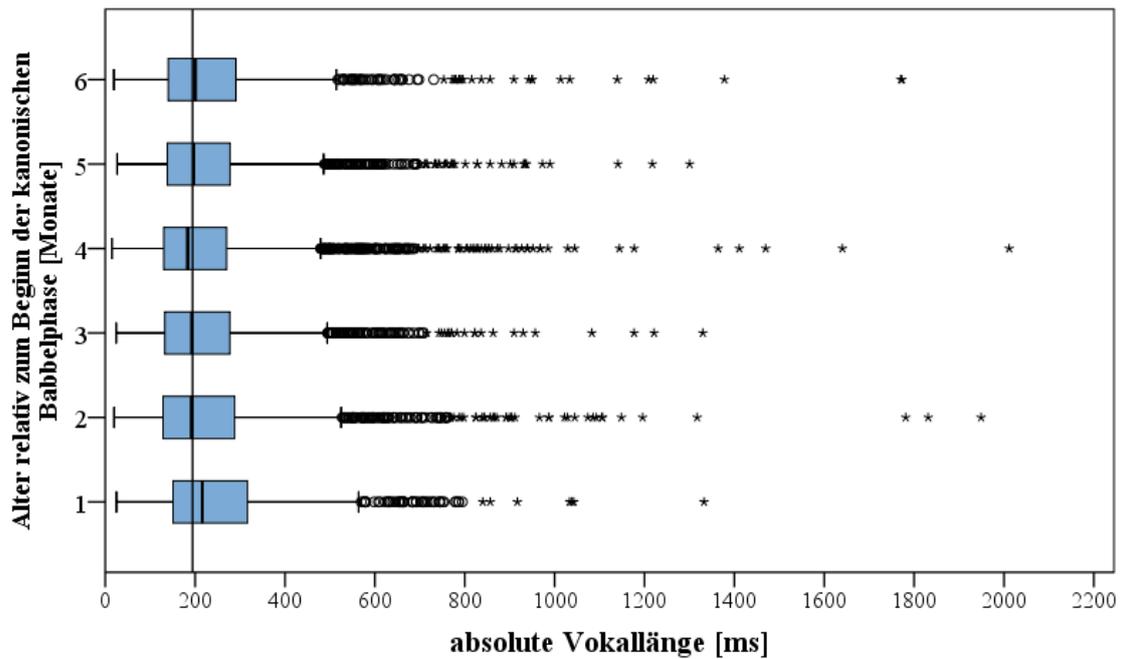


Abbildung 23: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *absoluten Vokallänge* im Entwicklungsverlauf

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften für die einzelnen Entwicklungsintervalle [Monate] ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase im Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente (N=13130). Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 194 ms.

Tabelle 15: Lage- und Streuungsmaße für die *absolute Vokallänge* [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der vokalischen Elemente

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Anzahl</i>	1311	2067	2806	2855	2384	1306	401
<i>Mittelwert</i>	241	248	215	225	228	232	204
<i>Std.-Abw.</i>	140	173	132	169	137	183	129
<i>Median</i>	205	207	188	178	198	187	183
<i>Minimum</i>	25	20	32	24	27	22	25
<i>Maximum</i>	1033	1317	1177	2012	1217	1773	1007
<i>25. Perzentile</i>	151	128	133	130	138	140	136
<i>75. Perzentile</i>	317	288	277	270	278	291	234
<i>IQA</i>	166	160	145	140	140	151	97

N=Anzahl vokalische Elemente, Std.-Abw.=Standardabweichung, IQA=Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

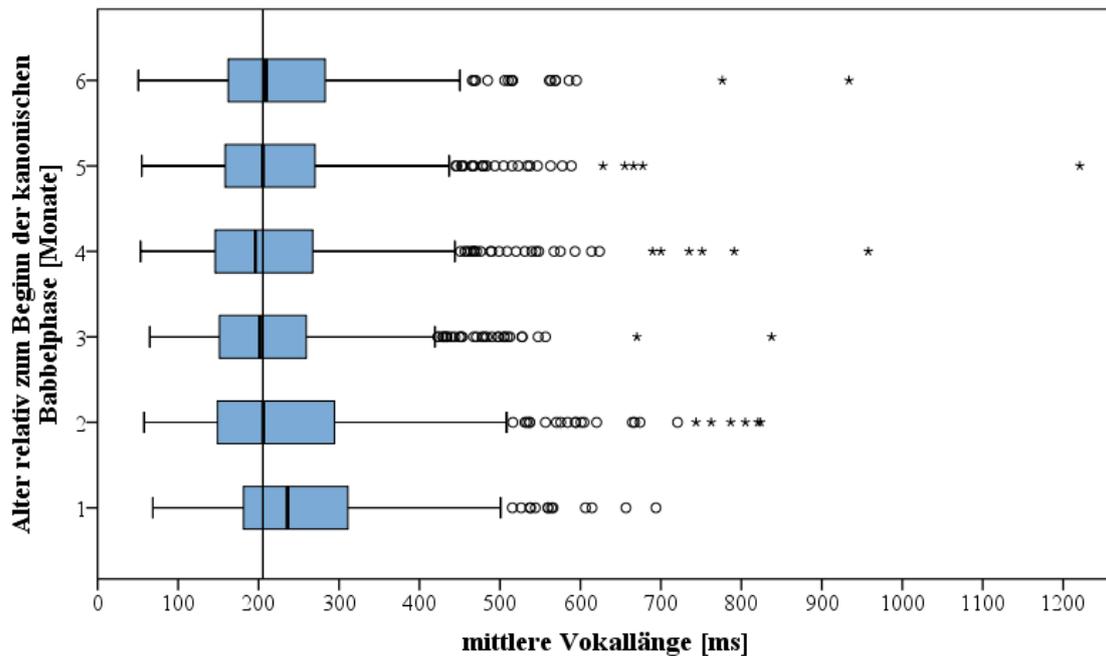


Abbildung 24: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *mittleren Vokallänge* im Entwicklungsverlauf

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften für die einzelnen Entwicklungsintervalle [Monate] ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase im Gesamtkorpus der analysierten zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers ($N = 3876$). Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 204 ms.

Tabelle 16: Lage- und Streuungsmaße für die *mittlere Vokallänge* [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers ($N = 3876$)

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Anzahl</i>	382	606	815	819	728	397	129
<i>Mittelwert</i>	256	238	218	221	227	233	209
<i>Std.-Abw.</i>	107	128	92	108	103	109	103
<i>Median</i>	236	206	202	196	206	209	185
<i>Minimum</i>	69	58	65	53	55	51	98
<i>Maximum</i>	694	824	838	958	1221	934	717
<i>25. Perzentile</i>	181	149	151	146	159	162	149
<i>75. Perzentile</i>	311	294	260	268	270	367	298
<i>IQA</i>	130	145	108	121	112	204	149

N = Anzahl zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers, *Std.-Abw.* = Standardabweichung, *IQA* = Interquartilsabstand ($Q_{.75} - Q_{.25}$)

Tabelle 17: Lage- und Streuungsmaße für die *Standardabweichung der Vokallänge* [ms] auf Vokalisationsebene für die einzelnen Entwicklungsintervalle und im Gesamtkorpus der zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers (N = 3876)

	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>							<i>Gesamt</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	
<i>Anzahl</i>	382	606	815	819	728	397	129	3876
<i>Mittelwert</i>	113	113	91	97	89	98	86	98
<i>Std.-Abw.</i>	88	112	81	94	82	107	101	94
<i>Median</i>	90	80	71	71	65	68	60	72
<i>Minimum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Maximum</i>	526	1044	696	1095	566	1183	651	1183
<i>25. Perzentile</i>	52	45	37	38	34	35	33	39
<i>75. Perzentile</i>	151	148	120	122	115	117	90	126
<i>IQA</i>	99	103	83	84	82	82	57	88

N = Anzahl zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers, *Std.-Abw.* = Standardabweichung, *IQA* = Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

6.2.2.2 *Kindbasierte Auswertung der Vokallänge*

Die im Rahmen der kindbasierten Auswertung ermittelten statistischen Kennwerte für die *absolute Vokallänge* finden sich in Tabelle 18 und sind in Abbildung 26 grafisch dargestellt. Die von den einzelnen Kindern produzierten vokalischen Elemente waren im Mittel zwischen 181 und 293 ms lang, mit Standardabweichungen von ± 95 ms bis ± 179 ms. Der Median, der gegenüber Extremwerten etwas robuster ist als der Mittelwert, liegt bei allen Kindern etwas niedriger, nämlich zwischen 158 und 256 ms. In Abbildung 24 wird deutlich, dass der Medianwert bei der Mehrheit der Kinder nicht wesentlich vom Gruppenmedian von 194 ms abweicht. Lediglich bei drei Kindern (AC, AJ und AH) war der Medianwert mehr als 50 ms höher als der Gruppenmedian.

Bei allen Kindern finden sich extrem lange und kurze vokalische Elemente. Im Unterschied zum Minimum variiert das Maximum zwischen den Kindern jedoch relativ stark. Während das längste vokalische Element beispielsweise bei Kind HH eine Dauer von 842 ms aufweist, liegt das Maximum bei Kind AL bei über zwei Sekunden. Die übrigen Streuungsmaße machen jedoch deutlich, dass es sich bei diesen Extremwerten eher um Ausnahmen handelt. So bewegen sich die mittleren 50 % der Verteilung bei

allen Kindern in einem Interquartilbereich von 97 bis 213 ms, wobei Kind AH diesbezüglich das höchste Maß und Kind HI das niedrigste Maß an Variabilität zeigt

Die Verteilungsanalyse für die *mittlere Vokallänge* lieferte für die Lagemaße nahezu identische Werte. Unterschiede zwischen den Messgrößen *absolute* und *mittlere Vokallänge* lassen sich jedoch bezüglich des Ausmaßes an intraindividuellem Variabilität feststellen. Aufgrund der vorangegangenen Mittelung auf Vokalisationsebene ist diese für die *mittlere Vokallänge* geringer. So beträgt die Standardabweichung vom Mittelwert für die *mittlere Vokallänge* zwischen 74 und 132 ms verglichen mit Werten zwischen 95 und 179 ms für die *absolute Vokallänge*. Auch der Interquartilabstand liegt bei der *mittleren Vokallänge* für alle Kinder unter dem für die *absolute Vokallänge*.

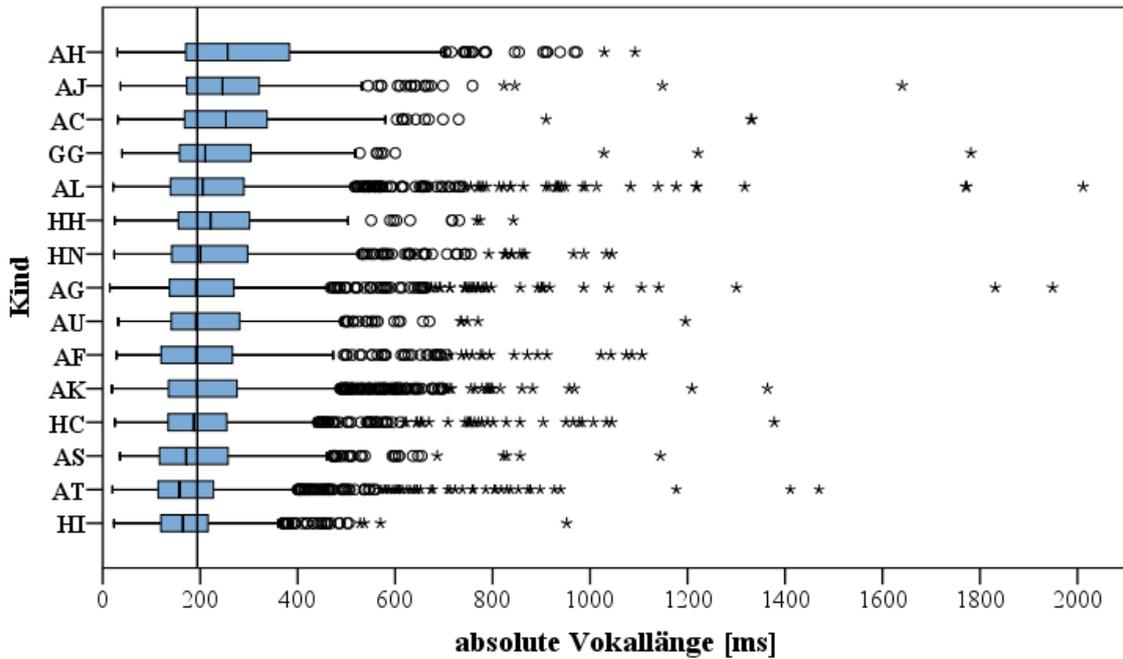


Abbildung 25: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *absoluten Vokallänge* differenziert nach Kind

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der *absoluten Vokallänge* für die einzelnen Kinder. Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 194 ms.

Tabelle 18: Lage- und Streuungsmaße der *absoluten Vokallänge* [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	N	MW	Std.-Abw.	Median	Min	Max	Perzentile		IQA
								25.	75.	
HI	w	714	181	95	165	23	952	119	216	97
AT	m	1192	197	148	158	20	1470	114	227	114
AS	w	646	204	130	172	36	1144	116	257	141
HC	m	1265	214	135	187	25	1378	134	255	121
AK	w	2519	223	130	194	19	1364	135	276	141
AF	w	249	225	166	191	28	1107	120	267	147
AU	m	561	227	132	191	32	1196	140	281	141
AG	w	1039	231	170	191	15	1949	137	269	132
HN	m	863	240	153	201	24	1045	142	298	156
HH	m	267	244	134	221	25	842	155	302	147
AL	m	1475	245	179	205	22	2012	139	290	151
GG	w	240	251	171	210	40	1781	158	304	146
AC	w	538	268	145	253	31	1332	168	338	170
AJ	m	291	276	170	246	37	1640	173	321	149
AH	w	871	293	170	256	30	1092	171	384	213

N = Anzahl vokalischer Elemente, MW = Mittelwert, Std.-Abw. = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, IQA = Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

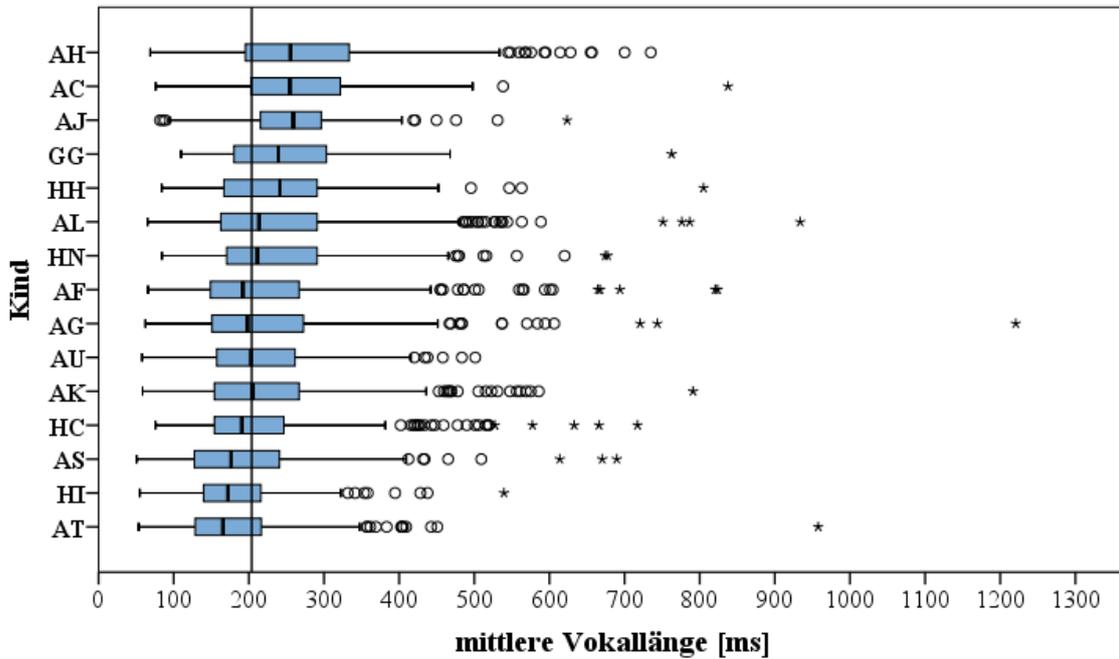


Abbildung 26: Boxplot-Diagramm zur Verteilung der *mittleren Vokallänge* differenziert nach Kind

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Verteilungseigenschaften der *mittleren Vokallänge* für die einzelnen Kinder. Die horizontale Linie markiert den Gruppenmedian von 204 ms.

Tabelle 19: Lage- und Streuungsmaße der *mittleren Vokallänge* [ms] in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	N	MW	Std.-Abw.	Median	Min	Max	Perzentile		IQA
								25.	75.	
AT	m	344	184	85	166	53	958	128	217	89
HI	w	181	187	74	172	55	540	138	217	79
AS	w	179	203	106	176	51	690	126	243	117
HC	m	367	216	97	191	76	717	154	247	93
AK	w	720	221	92	205	59	791	154	267	113
AU	m	141	222	92	203	58	501	156	264	108
AG	w	326	229	123	198	62	1221	151	273	122
AF	w	234	232	132	192	66	824	148	268	120
HN	m	226	240	102	211	84	678	170	291	121
AL	m	507	241	115	214	65	934	162	291	129
HH	m	93	247	111	241	84	805	166	293	126
GG	w	65	258	111	239	110	763	180	304	124
AJ	m	73	263	99	259	82	624	216	298	83
AC	w	139	268	103	255	76	838	203	322	120
AH	w	281	285	121	255	69	735	194	335	141

N = Anzahl zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers, MW = Mittelwert, Std.-Abw. = Standardabweichung, Min = Minimum, Max = Maximum, IQA = Interquartilsabstand ($Q_{75} - Q_{25}$)

6.3 Untersuchung des artikulatorischen Explorationsverhaltens im kanonischen Babbeln – Beschreibung der konsonantischen Elemente

Die konsonantischen Elemente der Babbelsilben wurden zunächst orthografisch transkribiert und anschließend hinsichtlich der Artikulationszone, der Artikulationsart und der Kombination dieser beiden Merkmale analysiert. Insgesamt wurden so 11418 Konsonanten klassifiziert. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Ergebnisse zur Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen (Vorne, Mitte, Hinten) im untersuchten Konsonantenkorpus dargestellt. Anschließend werden die Befunde zur Artikulationsart ausgeführt, bevor schließlich auf die Kombination dieser beiden Kenngrößen eingegangen wird.

6.3.1 Analyse der Artikulationszone

6.3.1.1 Konsonantbasierte Auswertung der Artikulationszone

Die Ergebnisse der Analyse zur Artikulationszone sind in Abbildung 27 für das Gesamtkorpus aller analysierten Konsonanten dargestellt. Die korrespondierenden absoluten und relativen Häufigkeiten finden sich in Tabelle 20. Im Kreisdiagramm (Abbildung 27) wird deutlich, dass mehr als die Hälfte aller konsonantischen Elemente in der mittleren Artikulationszone, also alveolar oder palatal, gebildet wurde. Mit 35,5 % am zweithäufigsten traten in der vorderen Artikulationszone (labial, bilabial, labiodental) produzierte Konsonanten auf. Lediglich in 6,2 % der Fälle wurden die konsonantischen Elemente im hinteren Bereich des Vokaltraktes, also velar, uvular oder glottal, artikuliert.

Um festzustellen, ob die Präferenzen bezüglich der Artikulationszone, die im Gesamtkorpus der Konsonanten gefunden wurden, auch im Entwicklungsverlauf bestehen bleiben, wurden ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase für die einzelnen zeitlichen Intervalle die absoluten und relativen Häufigkeiten der drei Artikulationszonen ermittelt. Diese lassen sich Tabelle 20 entnehmen. Die prozentualen Anteile der einzelnen Artikulationszonen im Entwicklungsverlauf sind in Abbildung 28 außerdem anhand eines Liniendiagramms grafisch veranschaulicht.

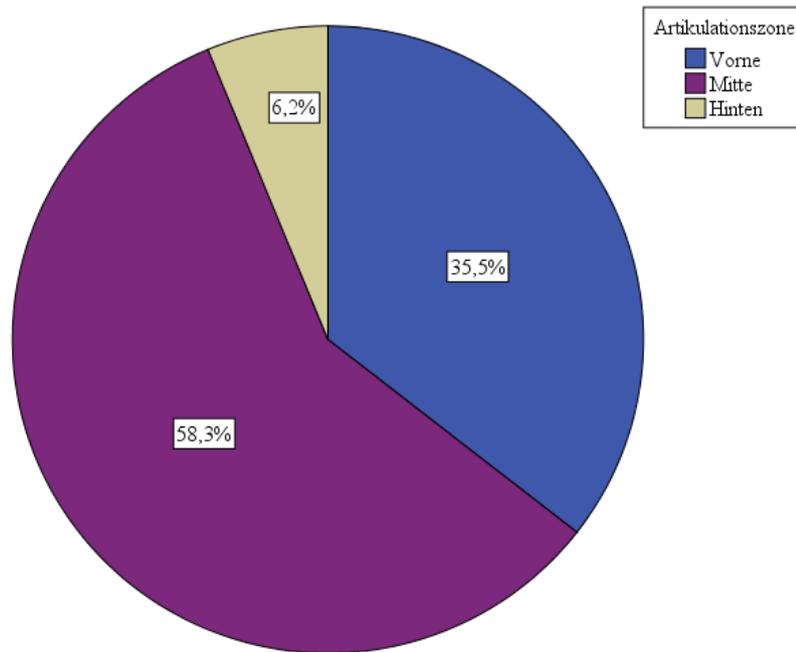


Abbildung 27: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der drei Artikulationszonen im Gesamtkorpus der untersuchten konsonantischen Elemente (N = 11418)

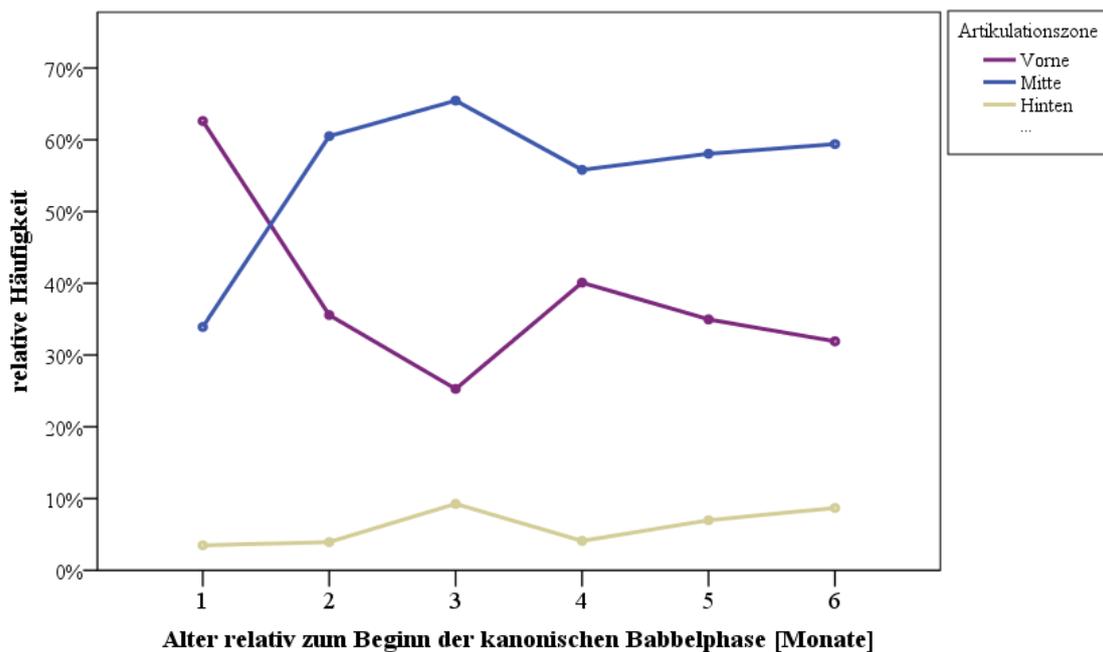


Abbildung 28: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit der drei Artikulationszonen im Entwicklungsverlauf

Das Liniendiagramm veranschaulicht den prozentualen Anteil der einzelnen Artikulationszonen für die einzelnen Entwicklungsintervalle, die ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelpphase jeweils einen Monat umfassen.

Tabelle 20: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Gesamtkorpus der konsonantischen Elemente sowie für die einzelnen Entwicklungsintervalle

		<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>							<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>		
<i>Artikulationszone</i>	<i>Vorne</i>	<i>N</i>	648	598	636	1018	727	382	48	4057
		<i>%</i>	62,6	35,6	25,3	40,1	35,0	31,9	12,9	35,5
	<i>Mitte</i>	<i>N</i>	351	1017	1647	1417	1207	711	302	6652
		<i>%</i>	33,9	60,5	65,5	55,8	58,1	59,4	81,4	58,3
	<i>Hinten</i>	<i>N</i>	36	66	233	104	145	104	21	709
		<i>%</i>	3,5	3,9	9,3	4,1	7,0	8,7	5,7	6,2
<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	1035	1681	2516	2539	2079	1197	371	11418	
	<i>%</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	

Die Auswertung zeigt, dass der prozentuale Anteil an in der hinteren Artikulationszone artikulierte Konsonanten im Verlauf der Entwicklung konstant niedrig bleibt. Im gesamten Entwicklungsverlauf beträgt die relative Häufigkeit unter 10 %. Ein höheres Maß an Variabilität findet sich dagegen für die mittlere und die vordere Artikulationszone. In Abbildung 28 wird dabei deutlich, dass sich der Anteil vorderer und mittlerer Konsonanten reziprok zueinander verhält. Während die relative Häufigkeit vorderer Konsonanten im ersten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase beinahe doppelt so hoch ist wie die der mittleren Konsonanten, kehrt sich das Verhältnis ab dem zweiten Monat um. Besonders deutlich überwiegen in der mittleren Artikulationszone artikulierte Konsonanten mit einer relativen Häufigkeit von ca. 60 %, im siebten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase sogar von über 80 %. Allerdings sind die Befunde für diesen Monat nur wenig repräsentativ, weil hier nur noch Daten von einem Kind in die Auswertung einbezogen wurden.

6.3.1.2 *Kindbasierte Auswertung der Artikulationszone*

Im Rahmen der kindbasierten Auswertung wurden auf der Grundlage der relativen Häufigkeiten der drei Artikulationszonen im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder zunächst die Verteilungseigenschaften der Variable ermittelt. Diese sind in Abbildung 29 anhand eines Boxplot-Diagramms grafisch dargestellt. Die zugehörigen statistischen Kennwerte finden sich in Tabelle 21.

Tabelle 21: Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der drei Artikulationszonen nach vorangehender Kindmittelung

	<i>Artikulationszone</i>		
	<i>Vorne</i>	<i>Mitte</i>	<i>Hinten</i>
<i>Anzahl</i>	15	15	15
<i>Mittelwert</i>	36,9 %	57,9 %	5,2 %
<i>Standardabweichung</i>	17,2 %	17,0 %	2,7 %
<i>Median</i>	31,1 %	58,3 %	5,0 %
<i>Minimum</i>	17,0 %	23,9 %	1,7 %
<i>Maximum</i>	73,6 %	78,0 %	10,6 %
<i>25. Perzentile</i>	21,3 %	43,5 %	2,6 %
<i>75. Perzentile</i>	48,7 %	73,4 %	7,8 %

Anhand der deskriptiven Statistik zeigt sich, dass die relativen Häufigkeiten der einzelnen Artikulationszonen für die einzelnen Kinder im Mittel kaum von den im Gesamtkorpus ermittelten prozentualen Anteilen abweichen. Allerdings weisen die Streuungsmaße für die vordere und die mittlere Artikulationszone auf ein hohes Maß an Variabilität zwischen den Kindern hin. Um genauer einordnen zu können, wie viele Kinder vom Gruppentrend abweichen und in welchem Ausmaß dies der Fall ist, wurden die relativen Häufigkeiten der drei Artikulationszonen für die einzelnen Kinder ermittelt. Diese sind in Tabelle 22 angeführt und anhand eines Balkendiagramms grafisch veranschaulicht (Abbildung 30).

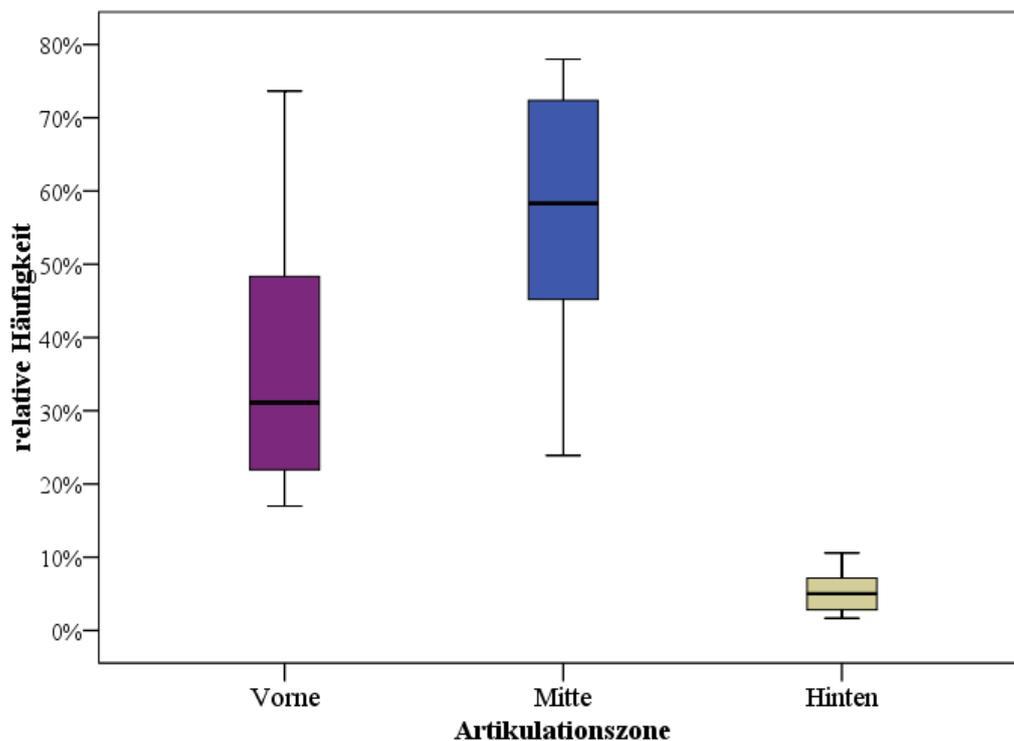


Abbildung 29: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der Kategorien des Parameters Artikulationszone nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)

Dabei zeigt sich, dass die Mehrheit der Kinder dem Gruppentrend folgt. So artikulierten zehn der 15 Kinder konsonantische Elemente deutlich häufiger in der mittleren Artikulationszone. Allerdings variiert das Ausmaß dieser Präferenz, wie in Abbildung 30 ersichtlich, zwischen den einzelnen Kindern relativ stark. Drei Kinder (AH, AL) produzierten in etwa gleichhäufig vordere und mittlere Konsonanten. Lediglich bei drei Kindern (AF, AG und HH) findet sich gemessen am Gruppentrend ein umgekehrtes Muster. Im Konsonantenkorpus dieser Kinder überwiegen vordere Konsonanten deutlich gegenüber mittleren Konsonanten.

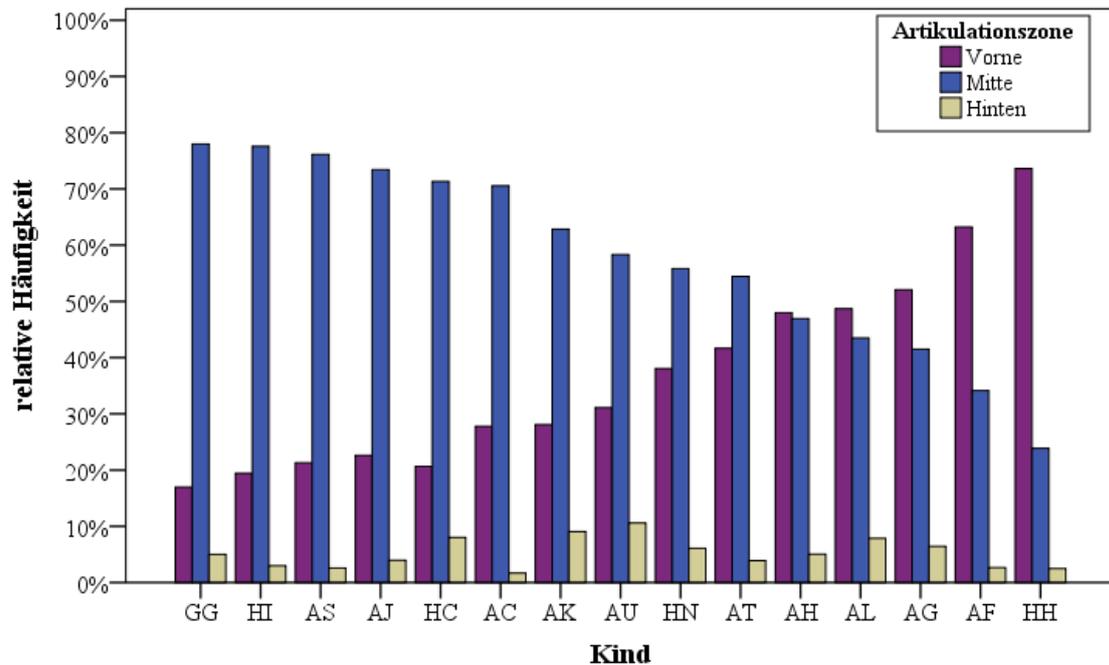


Abbildung 30: Balkendiagramm zur relativen Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder (N = 11418)

Tabelle 22: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	Artikulationszone						Gesamt N
		Vorne		Mitte		Hinten		
		N	%	N	%	N	%	
AC	w	117	27,8	297	70,5	7	1,7	421
AF	w	311	63,2	168	34,1	13	2,6	492
AG	w	453	52,1	361	41,5	56	6,4	870
AH	w	322	48,0	315	46,9	34	5,1	671
AJ	m	57	22,6	185	73,4	10	4,0	252
AK	w	673	28,1	1506	62,9	217	9,1	2396
AL	m	571	48,7	510	43,5	92	7,8	1173
AS	w	132	21,3	472	76,1	16	2,6	620
AT	m	450	41,7	588	54,4	42	3,9	1080
AU	m	144	31,1	270	58,3	49	10,6	463
GG	w	44	17,0	202	78,0	13	5,0	259
HH	m	148	73,6	48	23,9	5	2,5	201
HC	m	237	20,7	818	71,3	92	8,0	1147
HI	w	130	19,4	519	77,6	20	3,0	669
HN	m	268	38,1	393	55,8	43	6,1	704
Gesamt		4057	35,5	6652	58,3	709	6,2	11418

6.3.2 Analyse der Artikulationsart

6.3.2.1 Konsonantbasierte Auswertung der Artikulationsart

Insgesamt wurden im Korpus der analysierten Konsonanten acht verschiedene Artikulationsarten gefunden. Da sich bei der Analyse nicht alle konsonantischen Elemente eindeutig den Artikulationsarten der deutschen Erwachsenensprache zuordnen ließen, wurde zusätzliche die Kategorie *NasalPlosiv* eingeführt (vgl. 5.5.2). Nachfolgend werden in sämtlichen Abbildungen Kategorien mit einer relativen Auftretshäufigkeit von unter 5 % aus Gründen der Übersichtlichkeit unter „Sonstige“ zusammengefasst. Die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien im Gesamtkorpus aller konsonantischen Elemente sind in Abbildung 31 grafisch dargestellt. Die korrespondierenden absoluten und relativen Häufigkeiten aller acht Artikulationsarten können Tabelle 23 entnommen werden.

Aus Abbildung 31 wird ersichtlich, dass es sich bei der Mehrheit der konsonantischen Elemente um Plosive handelt. Am zweithäufigsten treten mit einem prozentualen Anteil von 22,5 % Nasale auf, gefolgt von Approximanten (18,6 %). Frikative wurden mit einer relativen Auftretshäufigkeit von knapp zehn Prozent vergleichsweise selten produziert. Konsonanten der übrigen Kategorien finden sich im Korpus der vorliegenden Untersuchung nur sehr vereinzelt.

Um feststellen zu können, ob und in welchem Ausmaß sich die Zusammensetzung des Konsonanteninventars im Hinblick auf die Artikulationsart im Entwicklungsverlauf verändert, wurden ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase die absoluten und relativen Häufigkeiten für die einzelnen Intervalle ermittelt (Tabelle 23). Letztere sind in Abbildung 32 anhand eines Liniendiagramms grafisch veranschaulicht. Der Verteilung im Gesamtkorpus folgend, dominieren Plosive beinahe während des gesamten Entwicklungsverlaufs deutlich. Lediglich am Beginn der kanonischen Babbelphase sowie im vierten Monat nach Beginn erreichen andere Artikulationsarten ein ähnlich hohes Niveau. Im ersten Monat handelt es sich hierbei um Approximanten und im vierten Monat um Nasale. Während der Anteil der Plosive im Entwicklungsverlauf generell etwas stärker variiert, weicht sowohl der Anteil der Approximanten als auch der der Nasale abgesehen vom ersten bzw. vierten Monat nur

geringfügig von der im Gesamtkorpus gefundenen relativen Auftrittshäufigkeit ab. Deutliche Abweichungen von den im Gesamtkorpus der konsonantischen Elemente ermittelten Werten finden sich für Plosive und Nasale im siebten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase. Da hier jedoch nur noch Daten von einem Kind in die Analyse einbezogen wurden, spiegeln diese Befunde lediglich individuelle Präferenzen eines Kindes, nicht aber den Gruppentrend in diesem Monat wider. Für Frikative und die unter „Sonstige“ zusammengefassten Artikulationsarten finden sich keine gravierenden Veränderungen im Entwicklungsverlauf.

Tabelle 23: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Gesamtkorpus der konsonantischen Elemente sowie für die einzelnen Entwicklungsintervalle

		<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>							<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>		
<i>Artikulationsart</i>	<i>Plo</i>	<i>N</i>	311	875	1177	931	953	579	224	5041
		<i>%</i>	30,1	52,1	46,8	36,6	45,8	48,4	60,4	44,1
	<i>Nas</i>	<i>N</i>	239	276	545	874	341	262	30	2567
		<i>%</i>	23,1	16,4	21,7	34,4	16,4	21,9	8,1	22,5
	<i>App</i>	<i>N</i>	334	269	422	468	435	154	47	2129
		<i>%</i>	32,3	16,0	16,8	18,4	20,9	12,9	12,7	18,6
	<i>Fri</i>	<i>N</i>	78	166	245	186	221	141	63	1100
		<i>%</i>	7,5	9,9	9,7	7,3	10,6	11,8	17,0	9,6
	<i>NasPlo</i>	<i>N</i>	55	54	71	44	61	27	3	315
		<i>%</i>	5,3	3,2	2,8	1,7	2,9	2,3	,8	2,8
	<i>Lat</i>	<i>N</i>	12	29	26	30	46	20	3	166
		<i>%</i>	1,2	1,7	1,0	1,2	2,2	1,7	0,8	1,5
	<i>Aff</i>	<i>N</i>	4	12	25	5	15	8	-	69
		<i>%</i>	0,4	0,7	1,0	0,2	0,7	0,7	-	0,6
	<i>Vib</i>	<i>N</i>	2	-	5	1	7	6	1	22
		<i>%</i>	0,2	-	0,2	-	0,3	0,5	0,3	0,2
<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	1035	1681	2516	2539	2079	1197	371	11418	
	<i>%</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Plo = Plosiv, *Nas* = Nasal, *App* = Approximant, *Fri* = Frikativ, *NasPlo* = Nasal-Plosiv, *Lat* = Lateral, *Aff* = Affrikat, *Vib* = Vibrant

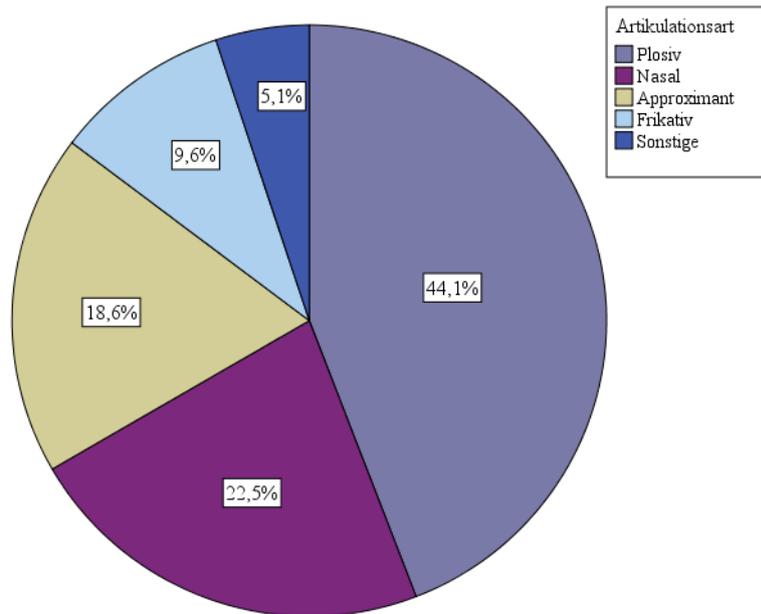


Abbildung 31: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der Artikulationsarten

Die Abbildung zeigt den prozentualen Anteil der verschiedenen Artikulationsarten im Gesamtkorpus der untersuchten konsonantischen Elemente (N=11418). Die Kategorie „Sonstige“ umfasst Affrikate, Laterale, Nasal-Plosive und Vibranten.

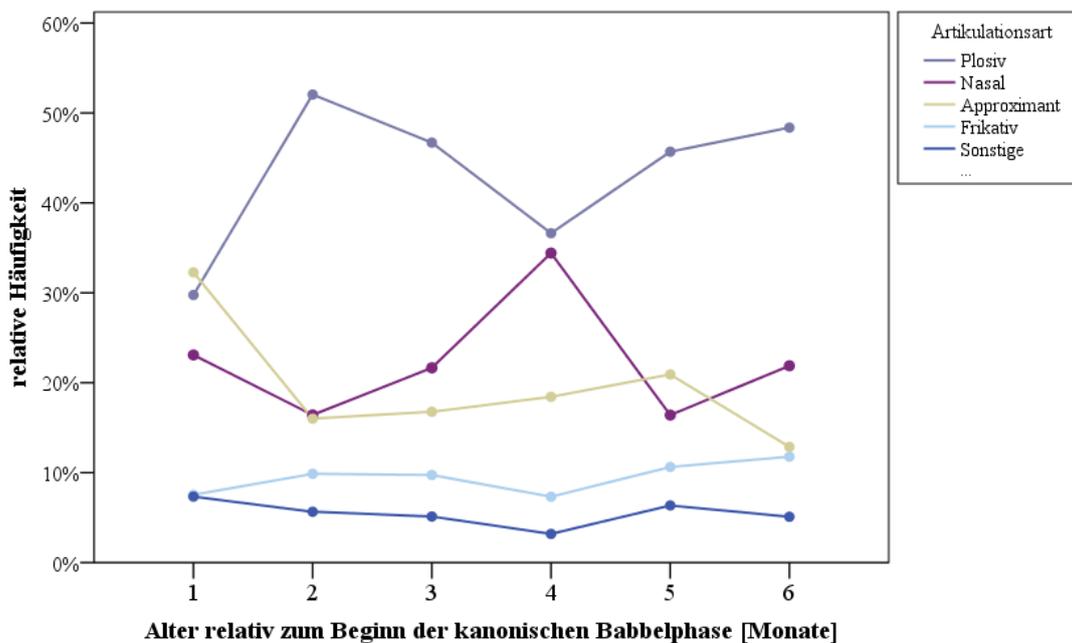


Abbildung 32: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Entwicklungsverlauf

Das Liniendiagramm veranschaulicht den prozentualen Anteil der einzelnen Artikulationsarten für die einzelnen Entwicklungsintervalle, die ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelpphase jeweils einen Monat umfassen.

6.3.2.2 *Kindbasierte Auswertung der Artikulationsart*

Die im Rahmen der kindbasierten Auswertung ermittelten Verteilungseigenschaften der Variable Artikulationsart, die auf Basis der relativen Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Konsonanteninventar der einzelnen Kinder berechnet wurden, sind in Tabelle 24 zusammengefasst und in Abbildung 33 grafisch veranschaulicht.

Wie im Rahmen der elementbasierten Auswertung stellen Plosive auch im Rahmen der kindbasierten Auswertung im Mittel die häufigste Kategorie dar, gefolgt von Nasalen und Approximanten. Die Verteilungsanalyse ergibt jedoch ein hohes Maß an interindividueller Variabilität bezüglich der Auftrittshäufigkeit dieser drei Kategorien im Datenkorpus der einzelnen Kinder. So ist die Variationsbreite für alle drei Kategorien sehr groß und der Interquartilsabstand, in dem sich 50 % der Fälle befinden, liegt für alle drei Kategorien bei jeweils rund 20 %. Im Unterschied dazu variiert der Anteil der beiden Kategorien *Frikativ* und *Sonstige* verhältnismäßig wenig zwischen den Konsonantenkorpora der einzelnen Kinder. Für beide Kategorien beträgt der Interquartilsabstand deutlich unter 10 %. Insgesamt ist der prozentuale Anteil an konsonantischen Elementen der Kategorien *Frikativ* und *Sonstige* bei allen Kindern verhältnismäßig niedrig. Der Anteil der Frikative bewegt sich bei 14 der 15 Kinder in einem Bereich von fünf bis achtzehn Prozent. Lediglich bei Kind AJ liegt der prozentuale Anteil an Frikativen etwas über 20 %.

Um mögliche Muster bezüglich individueller Präferenzen aufdecken zu können, wurde die Zusammensetzung der Konsonantenkorpora im Hinblick auf die Artikulationsart für die einzelnen Kinder gesondert betrachtet. Die ermittelten absoluten und relativen Häufigkeiten sämtlicher Kategorien in den Korpora der einzelnen Kinder sind in Tabelle 25 aufgeführt und in Abbildung 34 grafisch dargestellt. Dabei lässt sich zunächst feststellen, dass die Mehrheit der Kinder insofern dem Gruppentrend folgt, als Plosive die häufigste Kategorie darstellen. Dabei variiert der Anteil an Plosiven in diesen Fällen zwischen rund 34 % und 75 %. Lediglich bei einem Kind (HH) beträgt der Anteil der Plosive unter 10 %. Bei diesem und zwei weiteren Kindern (GG und AF) dominieren Nasale. Approximanten überwiegen nur bei Kind AC relativ deutlich.

Des Weiteren zeigt sich, dass fast alle Kinder eine bzw. zwei Artikulationsarten deutlich präferieren. So produzierten zwei der Kinder fast ausschließlich Plosive, ein weiteres in knapp einem Drittel der Fälle auch Approximanten. Insgesamt produzierten vier Kinder bevorzugt Plosive und Approximanten. Vier weitere Kinder zeigen eine Präferenz für Plosive und Nasale und nur eines für Nasale und Approximanten.

Tabelle 24: Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der verschiedenen Artikulationsarten nach vorangehender Kindmittelung

	<i>Artikulationsart</i>				
	<i>Plosiv</i>	<i>Nasal</i>	<i>Approximant</i>	<i>Frikativ</i>	<i>Sonstige</i>
<i>Anzahl</i>	15	15	15	15	15
<i>Mittelwert</i>	40,7 %	21,6 %	21,1 %	10,9 %	5,7 %
<i>Standardabweichung</i>	17,5 %	15,7 %	10,3 %	5,1 %	3,4 %
<i>Median</i>	39,7 %	14,5 %	21,4 %	9,5 %	4,5 %
<i>Minimum</i>	7,0 %	2,4 %	6,7 %	5,0 %	1,6 %
<i>Maximum</i>	74,7 %	45,8 %	36,8 %	23,4 %	13,1 %
<i>25. Perzentile</i>	29,0 %	8,7 %	12,0 %	6,7 %	3,4 %
<i>75. Perzentile</i>	49,1 %	37,2 %	29,7 %	13,7 %	9,1 %

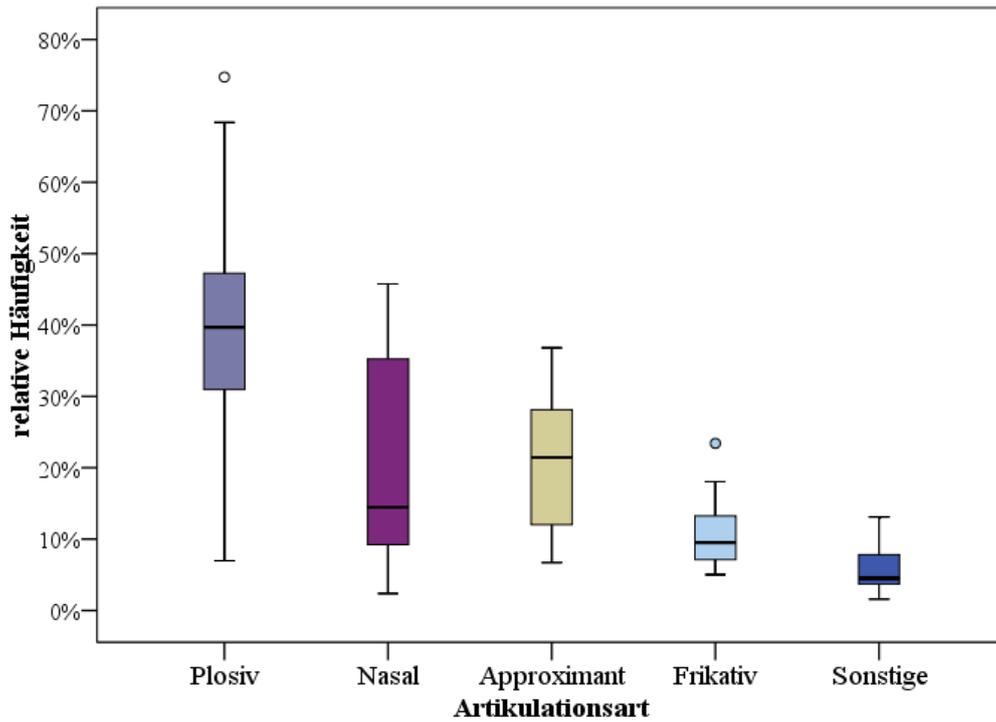


Abbildung 33: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der Kategorien der Messgröße Artikulationsart nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)

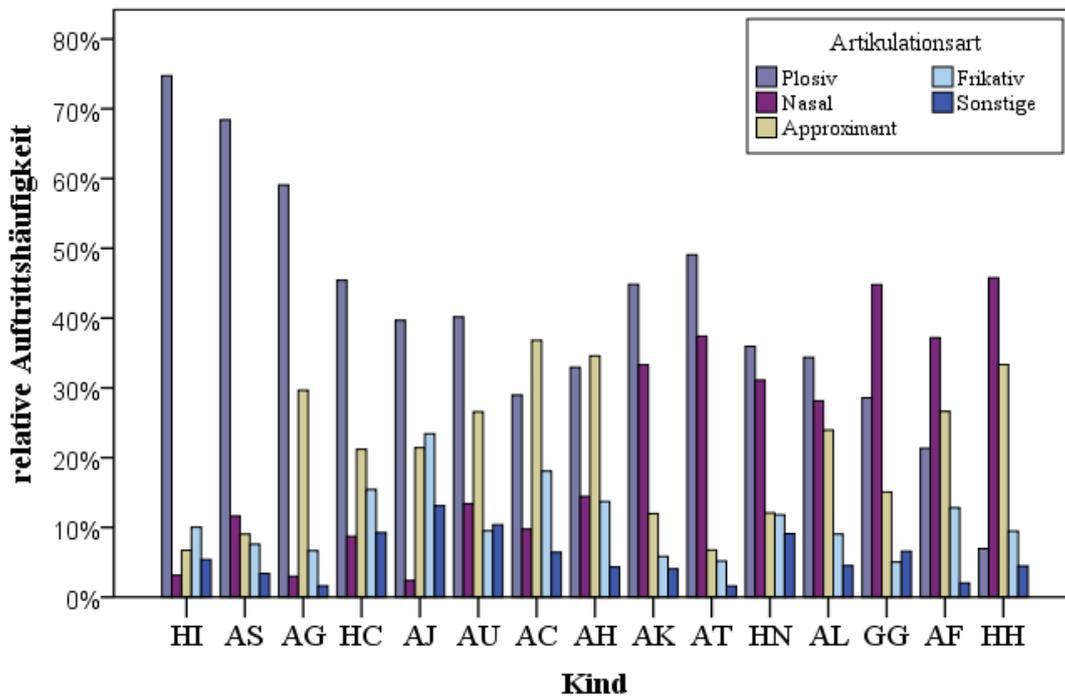


Abbildung 34: Balkendiagramm zur relativen Auftrittshäufigkeit der Artikulationsarten im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder

Tabelle 25: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten im Konsonantenrepertoire der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	Artikulationsart									Gesamt
		<i>Plo</i>	<i>Nas</i>	<i>App</i>	<i>Fri</i>	<i>NasPlo</i>	<i>Aff</i>	<i>Vib</i>	<i>Lat</i>		
<i>AC</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	123	41	155	76	19	4	-	3	421
		<i>%</i>	29,2	9,7	36,8	18,1	4,5	1,0	-	0,7	100
<i>AF</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	105	183	131	63	2	-	-	8	492
		<i>%</i>	21,3	37,2	26,6	12,8	0,4	-	-	1,6	100
<i>AG</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	516	26	258	58	8	1	-	3	870
		<i>%</i>	59,3	3,0	29,7	6,7	0,9	0,1	-	0,3	100
<i>AH</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	221	97	232	92	19	3	1	6	671
		<i>%</i>	32,9	14,5	34,6	13,7	2,8	0,4	0,1	0,9	100
<i>AJ</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	100	6	54	59	28	5	-	-	252
		<i>%</i>	39,7	2,4	21,4	23,4	11,1	2,0	-	-	100
<i>AK</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	1075	798	287	140	20	5	8	63	2396
		<i>%</i>	44,8	33,3	12,0	5,8	0,8	0,2	0,3	2,6	100
<i>AL</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	403	330	281	106	24	6	3	20	1173
		<i>%</i>	34,4	28,1	24,0	9,0	2,0	0,5	0,3	1,7	100
<i>AS</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	424	72	56	47	1	13	-	7	620
		<i>%</i>	68,4	11,6	9,0	7,6	0,2	2,1	-	1,1	100
<i>AT</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	530	404	73	56	6	9	-	2	1080
		<i>%</i>	49,1	37,4	6,8	5,2	0,6	0,8	-	0,2	100
<i>AU</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	188	62	123	44	2	6	1	37	463
		<i>%</i>	40,6	13,4	26,6	9,5	0,4	1,3	0,2	8,0	100
<i>GG</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	74	116	39	13	3	2	-	12	259
		<i>%</i>	28,6	44,8	15,1	5,0	1,2	0,8	-	4,6	100
<i>HC</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	524	100	243	177	88	6	4	5	1147
		<i>%</i>	45,7	8,7	21,2	15,4	7,7	0,5	0,3	0,4	100
<i>HH</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	14	92	67	19	7	1	1	-	201
		<i>%</i>	7,0	45,8	33,3	9,5	3,5	0,5	0,5	-	100
<i>HI</i>	<i>w</i>	<i>N</i>	500	21	45	67	29	7	-	-	669
		<i>%</i>	74,7	3,1	6,7	10,0	4,3	1,0	-	-	100
<i>HN</i>	<i>m</i>	<i>N</i>	253	219	85	83	59	1	4	-	704
		<i>%</i>	35,9	31,1	12,1	11,8	8,4	0,1	0,6	-	100
Gesamt		<i>N</i>	5050	2567	2129	1100	315	69	22	166	11418
		<i>%</i>	44,2	22,5	18,6	9,6	2,8	,6	,2	1,5	100,0

Plo = Plosiv, *Nas* = Nasal, *App* = Approximant, *Fri* = Frikativ, *NasPlo* = Nasal-Plosiv, *Lat* = Lateral, *Aff* = Affrikat, *Vib* = Vibrant

6.3.3 Analyse der Kombination von Artikulationszone und Artikulationsart

6.3.3.1 Elementbasierte Auswertung

Insgesamt wurden im Gesamtkorpus der kategorisierten Konsonanten (N = 11418) 20 unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und Artikulationsart realisiert. Die ermittelten absoluten und relativen Häufigkeiten der resultierenden einzelnen Kategorien sind in Tabelle 26 zusammengefasst. In Abbildung 35 ist der prozentuale Anteil der einzelnen Kategorien innerhalb des Gesamtkorpus der Konsonanten abgebildet. Kategorien mit einer relativen Häufigkeit von unter 5 % sind dabei aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Kategorie *Andere* zusammengefasst. Insgesamt stellen in der mittleren Artikulationszone produzierte Plosive mit einem prozentualen Anteil von 32,7 % die häufigste Kategorie dar. Mit jeweils knapp 13 % folgen vordere Nasale und vordere Approximanten. Vordere Plosive und mittlere Nasale machen jeweils rund neun Prozent aus und mittlere Approximanten sowie mittlere Frikative jeweils etwas über sechs Prozent.

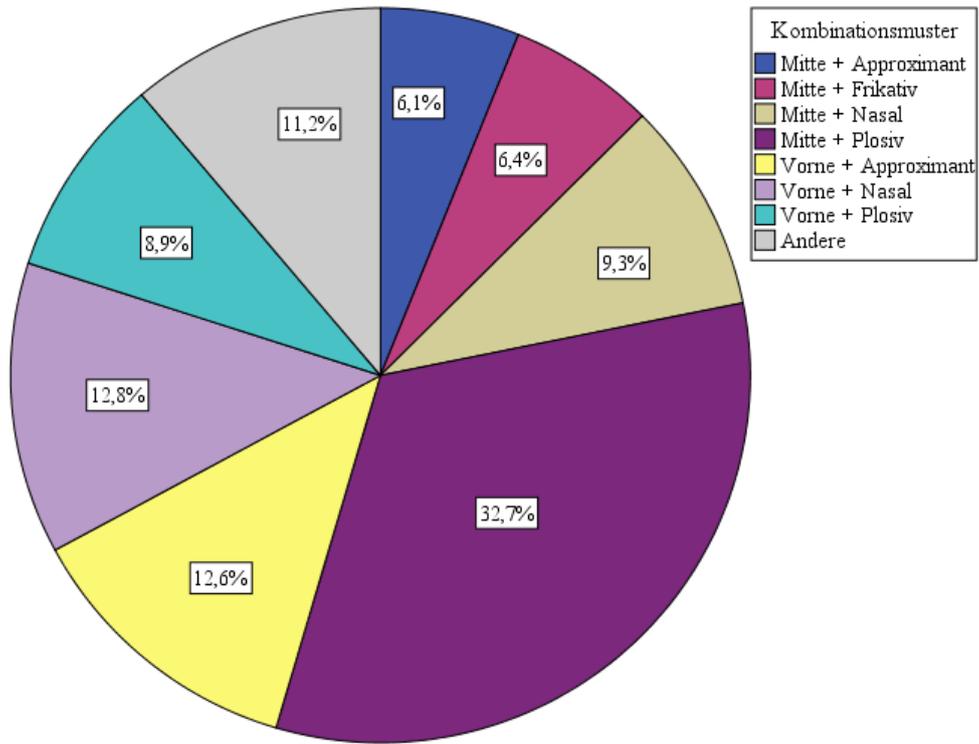


Abbildung 35: Kreisdiagramm zum prozentualen Anteil der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art im Gesamtkorpus der analysierten konsonantischen Elemente

Tabelle 26: Absolute und relative Häufigkeit der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art

		Artikulationsart									Gesamt
		<i>Plo</i>	<i>Nas</i>	<i>App</i>	<i>Fri</i>	<i>NasPlo</i>	<i>Aff</i>	<i>Vib</i>	<i>Lat</i>		
<i>Artikulationszone</i>	<i>Vorne</i>	<i>N</i>	1022	1465	1434	19	86	31	-	-	4057
		<i>%</i>	9,0	12,8	12,6	0,2	0,8	0,3	-	-	35,5
	<i>Mitte</i>	<i>N</i>	3737	1063	695	735	229	27	-	166	6652
		<i>%</i>	32,7	9,3	6,1	6,4	2,0	0,2	-	1,5	58,3
	<i>Hinten</i>	<i>N</i>	291	39	0	346	-	11	22	-	709
		<i>%</i>	2,5	,3	0,0	3,0	-	0,1	0,2	-	6,2
<i>Gesamt</i>		<i>N</i>	5050	2567	2129	1100	315	69	22	166	11418
		<i>%</i>	44,2	22,5	18,6	9,6	2,8	0,6	0,2	1,5	100

Plo = Plosiv, *Nas* = Nasal, *App* = Approximant, *Fri* = Frikativ, *NasPlo* = Nasal-Plosiv, *Lat* = Lateral, *Aff* = Affrikat, *Vib* = Vibrant

6.3.3.2 *Kindbasierte Auswertung*

Die absoluten und relativen Häufigkeiten der einzelnen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und –art in den Datenkorpora der einzelnen Kinder sind in Tabelle 27 wiedergegeben. Wie im Gesamtkorpus der analysierten konsonantischen Elemente bilden mittlere Plosive bei zwei Dritteln der Kinder die häufigste Kategorie. Der prozentuale Anteil variiert dabei zwischen 25,4 % und 62,9 %. Bei drei weiteren Kindern stellen mittlere Plosive immerhin die zweithäufigste Kategorie dar. Lediglich Kind HH produzierte auffällig wenige Plosive – weder in der mittleren, noch in der vorderen Artikulationszone. Der Anteil vorderer Plosive liegt insgesamt bei mehr als der Hälfte der Kinder deutlich unter zehn Prozent. Ein besonders hoher Anteil an vorderen Plosiven findet sich mit rund 27 % bei Kind AG. Vordere Plosive bilden damit bei diesem Kind die zweithäufigste Kategorie gefolgt von vorderen Approximanten. In der vorderen bzw. mittleren Artikulationszone realisierte Approximanten treten bei der Mehrheit der Kinder ebenfalls häufig auf. Des Weiteren weisen die Datenkorpora einiger Kinder einen vergleichsweise hohen Anteil an vorderen und/oder mittleren Nasalen auf. Bei den Kindern AF, AL, GG und HH handelt es sich hierbei sogar um die am häufigsten realisierte Kombinationsmöglichkeit. Bezüglich des Anteils an Frikativen lässt sich feststellen, dass dieser bei der Hälfte der Kinder sehr gering ist. Bei den übrigen Kindern variiert der Anteil mittlerer Frikative immerhin zwischen 8 und 20 %. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass sich bezüglich der Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art in den Datenkorpora der einzelnen Kinder ein hohes Maß an interindividueller Variabilität findet, wobei die Mehrheit der Kinder zwei bzw. drei Kategorien klar präferiert.

Tabelle 27: Absolute und relative Häufigkeit der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Artikulationszone und -art in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	Artikulationszone	Artikulationsart									
			Plosiv		Nasal		Approximant		Frikativ		Sonstige	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
AC	w	V	15	3,6%	29	6,9%	68	16,2%	0	-	5	1,2%
		M	107	25,4%	11	2,6%	87	20,7%	70	16,6%	22	5,2%
		H	0	-	1	0,2%	0	-	6	1,4%	0	-
AF	w	V	21	4,3%	166	33,7%	124	25,2%	0	-	0	-
		M	84	17,1%	17	3,5%	7	1,4%	50	10,2%	10	2,0%
		H	0	-	0	-	0	-	13	2,6%	0	-
AG	w	V	236	27,1%	19	2,2%	191	22,0%	0	-	7	0,8%
		M	265	30,5%	6	0,7%	67	7,7%	16	1,8%	7	0,8%
		H	13	1,5%	1	0,1%	0	-	42	4,8%	0	-
AH	w	V	35	5,2%	80	11,9%	202	30,1%	0	-	5	0,7%
		M	178	26,5%	15	2,2%	30	4,5%	70	10,4%	22	3,3%
		H	8	1,2%	2	0,3%	0	-	22	3,3%	2	0,3%
AJ	m	V	3	1,2%	2	0,8%	44	17,5%	1	0,4%	7	2,8%
		M	96	38,1%	3	1,2%	10	4,0%	50	19,8%	26	10,3%
		H	1	0,4%	1	0,4%	0	-	8	3,2%	0	-
AK	w	V	186	7,8%	304	12,7%	176	7,3%	3	0,1%	4	0,2%
		M	783	32,7%	484	20,2%	111	4,6%	46	1,9%	82	3,4%
		H	105	4,4%	10	0,4%	0	-	91	3,8%	11	0,5%
AL	m	V	95	8,1%	286	24,4%	181	15,4%	0	-	9	0,8%
		M	282	24,0%	39	3,3%	100	8,5%	49	4,2%	40	3,4%
		H	26	2,2%	5	0,4%	0	-	57	4,9%	4	0,3%
AS	w	V	57	9,2%	28	4,5%	42	6,8%	1	0,2%	4	0,6%
		M	357	57,6%	43	6,9%	14	2,3%	42	6,8%	16	2,6%
		H	10	1,6%	1	0,2%	0	-	4	0,6%	1	0,2%
AT	m	V	157	14,5%	231	21,4%	53	4,9%	1	0,1%	8	0,7%
		M	360	33,3%	173	16,0%	20	1,9%	26	2,4%	9	0,8%
		H	13	1,2%	0	-	0	-	29	2,7%	0	-
AU	m	V	18	3,9%	21	4,5%	99	21,4%	3	0,6%	3	0,6%
		M	130	28,1%	40	8,6%	24	5,2%	35	7,6%	41	8,9%
		H	38	8,2%	1	0,2%	0	-	6	1,3%	4	0,9%
GG	w	V	8	3,1%	25	9,7%	10	3,9%	0	-	1	0,4%
		M	64	24,7%	90	34,7%	29	11,2%	4	1,5%	15	5,8%
		H	2	0,8%	1	0,4%	0	-	9	3,5%	1	0,4%
HC	m	V	63	5,5%	40	3,5%	104	9,1%	4	0,3%	26	2,3%
		M	399	34,8%	51	4,4%	139	12,1%	154	13,4%	75	6,5%
		H	59	5,1%	9	0,8%	0	-	19	1,7%	5	0,4%
HH	m	V	8	4,0%	83	41,3%	54	26,9%	2	1,0%	1	0,5%
		M	6	3,0%	9	4,5%	13	6,5%	13	6,5%	7	3,5%
		H	0	-	0	-	0	-	4	2,0%	1	0,5%
HI	w	V	72	10,8%	7	1,0%	35	5,2%	1	0,1%	15	2,2%
		M	421	62,9%	13	1,9%	10	1,5%	54	8,1%	21	3,1%
		H	7	1,0%	1	0,1%	0	-	12	1,8%	0	-
HN	m	V	40	5,7%	144	20,5%	51	7,2%	3	0,4%	30	4,3%
		M	204	29,0%	69	9,8%	34	4,8%	56	8,0%	30	4,3%
		H	9	1,3%	6	0,9%	0	-	24	3,4%	4	0,6%

6.4 Untersuchung struktureller Eigenschaften von kanonischen Babblern

Nachfolgend werden die strukturellen Eigenschaften der analysierten kanonischen Babbler anhand ausgewählter Kenngrößen dargestellt. Dabei werden zunächst die Befunde zur Silbenanzahl (Kapitel 6.4.1) und zur Silbenstruktur (Kapitel 6.4.2) beschrieben, bevor in Kapitel 6.4.3 auf Vokalisationsstruktur eingegangen wird.

6.4.1 Analyse der Silbenanzahl

6.4.1.1 Vokalisationsbasierte Auswertung der Silbenanzahl

In Abbildung 36 ist zunächst anhand der relativen Häufigkeiten die Zusammensetzung des Datenkorpus (N=4992) im Hinblick auf die Silbenanzahl der untersuchten kanonischen Babbler dargestellt. Insgesamt reicht das Spektrum von einer bis dreizehn Silben pro Vokalisation.

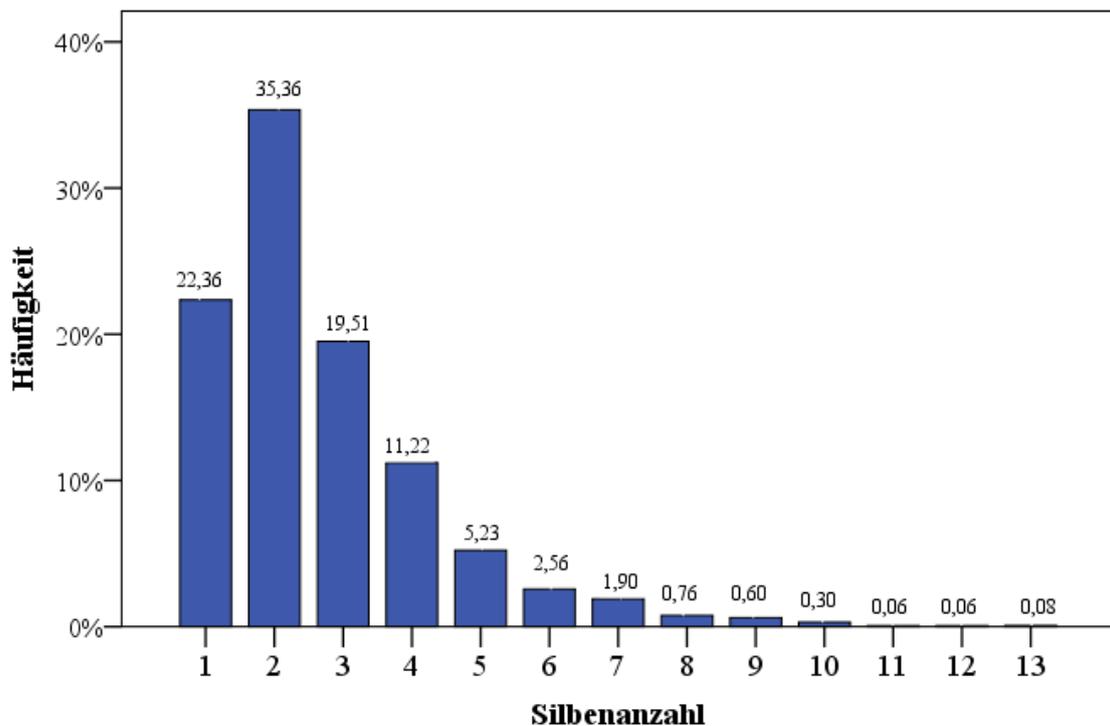


Abbildung 36: Balkendiagramm zum prozentualen Anteil der kanonischen Babbler mit einer Silbenanzahl zwischen 1 und 13 im Gesamtkorpus der analysierten Babbler

Wie in Abbildung 36 deutlich wird, weist die Mehrheit der untersuchten kanonischen Babblers, nämlich mehr als ein Drittel, zwei Silben auf. Am zweithäufigsten treten einsilbige Babblers auf, gefolgt von drei- und viersilbigen Vokalisationen. Entsprechend handelt es sich bei den mehrsilbigen Vokalisationen, also aus drei oder mehr Silben bestehenden Babblern, die zusammengenommen mit einer relativen Häufigkeit von 42,3 % den größten Anteil im Gesamtkorpus ausmachen (Tabelle 28), überwiegend um drei- und viersilbige Babblers. Babbellaute mit fünf oder mehr Silben treten insgesamt vergleichsweise selten auf.

Für die weiteren Analysen wurde entschieden, der in der Fachliteratur gängigen Einteilung zu folgen und mehrsilbige Babbellaute (Silbenanzahl ≥ 3) in einer Kategorie zusammen zu fassen (Vihman et al., 1985). In Tabelle 28 finden sich die entsprechenden absoluten und relativen Häufigkeiten für das Gesamtkorpus der Vokalisationen sowie für die einzelnen zeitlichen Intervalle im Entwicklungsverlauf, ausgehend vom individuellen Beginn der kanonischen Babbelphase. Die relativen Auftretshäufigkeiten ein-, zwei- und mehrsilbiger Babblers im Entwicklungsverlauf sind außerdem anhand eines Liniendiagramms dargestellt (Abbildung 37). Die Auswertung ergab, dass die relative Häufigkeit der zweisilbigen Babblers für alle Entwicklungsintervalle etwa ein Drittel beträgt. Der prozentuale Anteil an Zweisilbern bleibt also im Entwicklungsverlauf weitestgehend konstant und entspricht zudem in etwa dem Anteil, der im Gesamtkorpus der Vokalisationen gefunden wurde.

Im Unterschied zum prozentualen Anteil zweisilbiger Babblers unterliegt die relative Auftretshäufigkeit ein- und mehrsilbiger Babbellaute im Entwicklungsverlauf deutlichen Veränderungen. So dominieren am Beginn der kanonischen Babbelphase mehrsilbige Babblers mit einem prozentualen Anteil von über 50 % noch klar gegenüber einsilbigen Babblern. Deren relative Häufigkeit beträgt im ersten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase lediglich 9 %. Ab dem zweiten Monat zeichnet sich jedoch eine Trendwende ab. Während der folgenden Monate nimmt der Anteil der Mehrsilber kontinuierlich ab, wohingegen der der Einsilber stetig zunimmt. Im sechsten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase machen ein-, zwei- und mehrsilbige Babblers jeweils etwa ein Drittel der Vokalisationen aus. Deutliche Abweichungen finden sich bezüglich der relativen Auftretshäufigkeit ein- und mehrsilbiger Babblers im

siebten Monat. Allerdings gingen hier nur noch Daten von einem Kind in die Analyse ein. Es besteht also die Möglichkeit, dass hier entwicklungstypische Effekte durch individuelle Tendenzen überlagert sind.

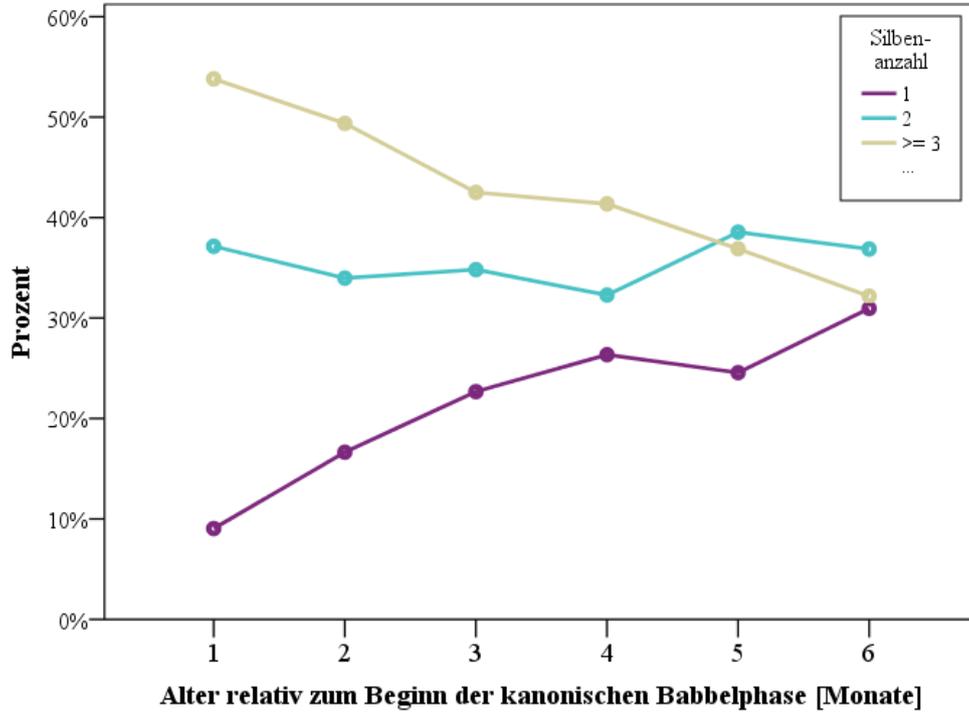


Abbildung 37: Liniendiagramm zur relativen Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babbler für die einzelnen Entwicklungsintervalle

Die Entwicklungsintervalle umfassen ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase jeweils einen Monat.

Tabelle 28: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger Babbellaute für die einzelnen Entwicklungsintervalle

		<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>							<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>		
<i>Silbenanzahl</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	38	121	239	293	237	178	10	1116
		<i>%</i>	9,0	16,6	22,7	26,3	24,6	31,0	7,2	22,4
	<i>2</i>	<i>N</i>	156	247	367	359	372	212	52	1765
		<i>%</i>	37,1	34,0	34,8	32,3	38,5	36,9	37,4	35,4
	<i>≥3</i>	<i>N</i>	226	359	448	460	356	185	77	2111
		<i>%</i>	53,8	49,4	42,5	41,4	36,9	32,2	55,4	42,3
<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	420	727	1054	1112	965	575	139	4992	
	<i>%</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	

6.4.1.2 *Kindbasierte Auswertung der Silbenanzahl*

Um festzustellen, wie stark die Variable Silbenanzahl zwischen den Silbenkorpora der einzelnen Kinder variiert, erfolgte neben der „vokalisationsbasierten“ Auswertung eine „kindbasierte“ Auswertung der Daten. Hierbei wurden zunächst auf der Grundlage der prozentualen Anteile ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babbellaute im Vokalisationsrepertoire der einzelnen Kinder die Verteilungseigenschaften der Variable ermittelt. Die entsprechenden statistischen Kenngrößen sind in Tabelle 29 zusammengefasst und anhand von Boxplots Abbildung 38 grafisch veranschaulicht.

Es zeigt sich, dass der prozentuale Anteil ein-, zwei- und mehrsilbiger Babbellaute in den Datenkorpora der einzelnen Kinder im Mittel ähnlich hoch ist wie im Gesamtkorpus der kanonischen Babblers. Die Streuungsmaße weisen jedoch auf ein gewisses Maß an interindividueller Variabilität hin. Um Unterschiede bezüglich der Anteile ein-, zwei- und mehrsilbiger Babbellaute zwischen den Kindern identifizieren zu können, werden die jeweiligen Auftrittshäufigkeiten für die einzelnen Kinder nachfolgend gesondert betrachtet. Diese sind in Tabelle 30 aufgeführt.

Insgesamt folgen neun der 15 Kinder insofern dem Gruppentrend, als in den Datenkorpora dieser Kinder mehrsilbige Babblers überwiegen, gefolgt von zweisilbigen Vokalisationen. Den geringsten Anteil machen demnach Einsilber aus. Allerdings unterscheidet sich das Ausmaß dieser Präferenz zum Teil deutlich zwischen den einzelnen Kindern. So bewegt sich die relative Auftrittshäufigkeit der Mehrsilber in dieser Subgruppe zwischen 38,2 und 65,8 %. Auch der Anteil an einsilbigen Lauten variiert in einem Bereich von annähernd 20 %. Lediglich zweisilbige kanonische Babblers treten bei allen Kindern dieser Gruppe ähnlich häufig auf.

In der zweiten Subgruppe präferieren die Kinder Zweisilber gegenüber ein- und mehrsilbigen Lauten. Bei vier der fünf Kinder treten dabei mehrsilbige Laute häufiger auf als einsilbige Laute. Lediglich Kind AG produzierte etwas häufiger Einsilber als Mehrsilber. Kind HI wich vollständig von den beiden zuvor beschriebenen Mustern ab. So handelt es sich bei der Mehrheit der Babblers dieses Kindes um Einsilber, gefolgt von Mehrsilbern.

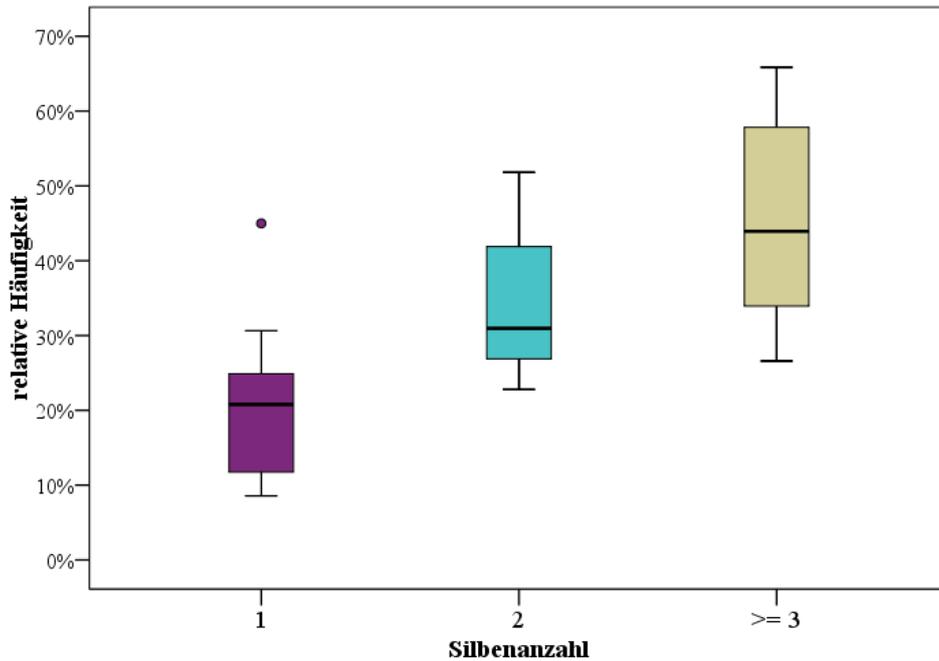


Abbildung 38: Boxplot zu den Verteilungseigenschaften der Variable Silbenanzahl nach vorangehender Kindmittelung über die relative Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers in den Datenkorpora der einzelnen Kinder (N = 15)

Tabelle 29: Deskriptive Statistik zu den Verteilungseigenschaften der Silbenanzahl nach vorangehender Kindmittelung

	<i>Silbenanzahl</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>≥ 3</i>
<i>Anzahl</i>	15	15	15
<i>Mittelwert</i>	20,0 %	33,8 %	46,2 %
<i>Standardabweichung</i>	9,8 %	9,3 %	13,3 %
<i>Median</i>	20,8 %	31,0 %	43,9 %
<i>Minimum</i>	8,6 %	22,8 %	26,6 %
<i>Maximum</i>	45,0 %	51,8 %	65,9 %
<i>25. Perzentile</i>	11,7 %	25,7 %	33,6 %
<i>75. Perzentile</i>	25,1 %	42,8 %	58,2 %

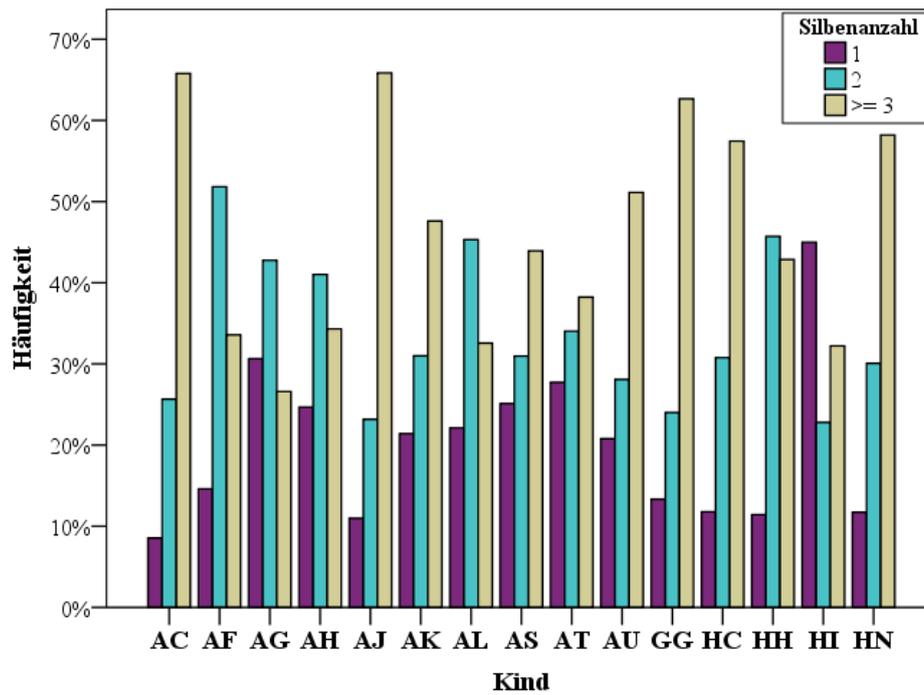


Abbildung 39: Balkendiagramm zur Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babbler in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Tabelle 30: Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger Babbler im Datenkorpus der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	Silbenanzahl						Gesamt	
		1		2		≥ 3		N	%
		N	%	N	%	N	%		
AC	w	13	8,6	39	25,7	100	65,8	152	100
AF	w	40	14,6	142	51,8	92	33,6	274	100
AG	w	144	30,6	201,0	42,8	125,0	26,6	470,0	100
AH	w	92	24,7	153,0	41,0	128,0	34,3	373,0	100
AJ	m	9	11,0	19	23,2	54	65,9	82	100
AK	w	196	21,4	284	31,0	436	47,6	916	100
AL	m	144	22,1	295	45,3	212	32,6	651	100
AS	w	60	25,1	74	31,0	105	43,9	239	100
AT	m	132	27,7	162	34,0	182	38,2	476	100
AU	m	37	20,8	50	28,1	91	51,1	178	100
GG	w	10	13,3	18	24,0	47	62,7	75	100
HC	m	49	11,8	128	30,8	239	57,5	416	100
HH	m	12	11,4	48	45,7	45	42,9	105	100
HI	w	148	45,0	75	22,8	106	32,2	329	100
HN	m	30	11,7	77	30,1	149	58,2	256	100
Gesamt		1116	22,4	1765	35,4	2111	42,3	4992	100

6.4.2 Analyse der Silbenstruktur

6.4.2.1 Auswertung der Silbenstruktur im Gesamtkorpus

Insgesamt wurden in der vorliegenden Untersuchung 13379 Babbelsilben analysiert. Die absoluten und relativen Häufigkeiten der im Datenkorpus gefundenen Silbenstrukturtypen können Tabelle 31 entnommen werden. Die relativen Häufigkeiten sind in Abbildung 40 grafisch veranschaulicht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind Strukturkategorien mit einem prozentualen Anteil von unter 5 % im Kreisdiagramm in der Kategorie ‚Andere‘ zusammengefasst.

Aus Abbildung 40 wird ersichtlich, dass es sich bei der Mehrheit der Silben, nämlich bei 72,3 %, um offene Silben des Typs *CV* handelt. Mit knapp 20 % am zweithäufigsten treten rein vokalische Silben auf. Geschlossene Silben des Typs *CVC* stellen mit nur rund 5 % die dritthäufigste Strukturkategorie im untersuchten Datenkorpus dar. Andere Typen von geschlossenen Silben finden sich mit relativen Häufigkeiten von deutlich unter einem Prozent ebenso wie Konsonantencluster nur sehr vereinzelt. Auch rein konsonantische Silben bilden die Ausnahme.

Um feststellen zu können, ob und in welchem Ausmaß sich die Zusammensetzung des Datenkorpus im Hinblick auf die Silbenstruktur im Entwicklungsverlauf verändert, wurden ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase die absoluten und relativen Häufigkeiten für die einzelnen Intervalle ermittelt. Die prozentualen Anteile der einzelnen Silbenstrukturtypen sind in einem Balkendiagramm (Abbildung 41) in Intervallen von einem Monat ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase grafisch dargestellt. Die korrespondierenden absoluten und relativen Häufigkeiten finden sich in Tabelle 31.

In Abbildung 41 wird deutlich, dass die prozentualen Anteile der einzelnen Silbenstrukturtypen im Entwicklungsverlauf relativ konstant bleiben. Dabei weichen die für die einzelnen Entwicklungsintervalle ermittelten Prozentwerte nur leicht von den im Gesamtkorpus gefundenen relativen Häufigkeiten ab. So bewegt sich die relative Auftrittshäufigkeit des Strukturtyps *CV* für alle Entwicklungsintervalle zwischen 69,4 und 75,2 %. Auch der Anteil der vokalischen Silben variiert im Entwicklungsverlauf nur leicht, wobei der prozentuale Anteil mit rund 24 % während der ersten beiden

Entwicklungsintervalle am höchsten ist. Eine leichte Zunahme im Entwicklungsverlauf lässt sich bezüglich der Auftrittshäufigkeit von Silben des Strukturtyps *CVC* feststellen. Während der Anteil am Beginn der kanonischen Babbelphase nur rund 2 % ausmachte, steigt dieser bis zum sechsten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase auf rund 7 %. Im letzten untersuchten Entwicklungsintervall beträgt er sogar über 10 %. Allerdings gingen hier nur Silben von einem Kind in die Analyse ein. Insgesamt sprechen die Befunde für ein hohes Maß an Homogenität bezüglich der im kanonischen Babbeln produzierten Silbenstrukturtypen.

Tabelle 31: Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit der unterschiedlichen Silbenstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase

		<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>								
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>Gesamt</i>	
<i>Silbenstruktur</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	322	503	528	505	471	248	76	2653
		<i>%</i>	24,2	23,8	18,3	17,5	19,5	18,5	18,8	19,8
	<i>CV</i>	<i>N</i>	950	1477	2099	2170	1763	930	281	9670
		<i>%</i>	71,5	69,9	72,7	75,2	72,9	69,4	69,4	72,3
	<i>CVC</i>	<i>N</i>	29	72	151	155	127	97	42	673
		<i>%</i>	2,2	3,4	5,2	5,4	5,2	7,2	10,4	5,0
	<i>VC</i>	<i>N</i>	10	15	25	22	21	27	2	122
		<i>%</i>	,8	,7	,9	,8	,9	2,0	,5	,9
	<i>C</i>	<i>N</i>	17	45	80	31	36	34	4	247
		<i>%</i>	1,3	2,1	2,8	1,1	1,5	2,5	1,0	1,8
	<i>CC</i>	<i>N</i>	-	-	1	-	-	1	-	2
		<i>%</i>	-	-	,03	-	-	,07	-	,01
	<i>CCV</i>	<i>N</i>	-	-	1	1	-	2	-	4
		<i>%</i>	-	-	,03	,03	-	,15	-	,03
	<i>CVCC</i>	<i>N</i>	-	-	2	1	1	2	-	6
		<i>%</i>	-	-	,07	,03	,04	,15	-	,04
	<i>VCC</i>	<i>N</i>	-	-	-	1	1	-	-	2
		<i>%</i>	-	-	-	,03	,04	-	-	,01
	<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	1328	2112	2887	2886	2420	1341	405	13379
<i>%</i>		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

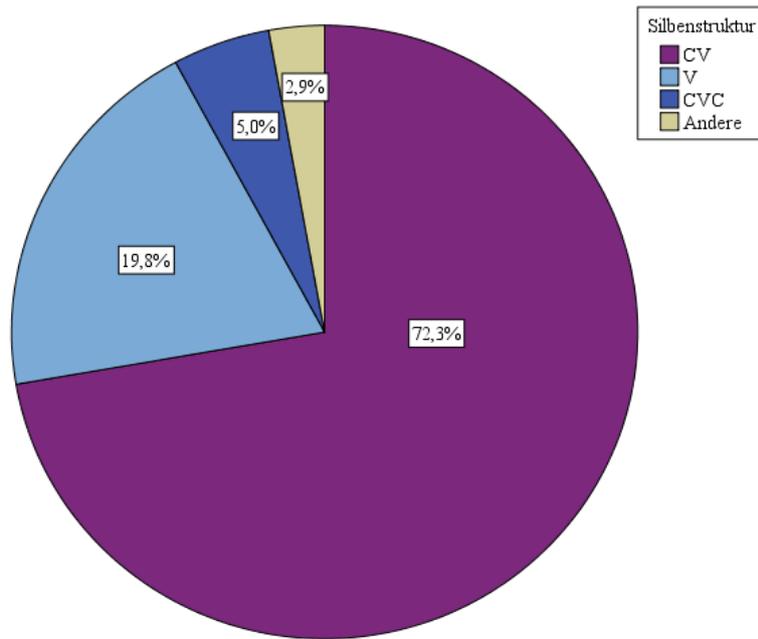


Abbildung 40: Kreisdiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Gesamtkorpus der analysierten Silben (N = 13379)

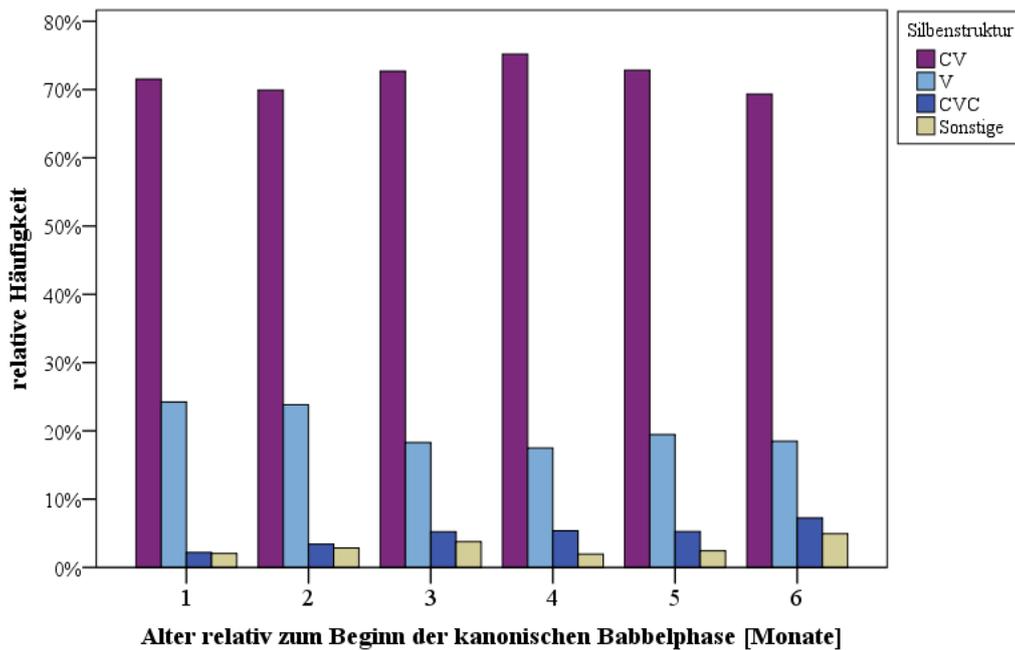


Abbildung 41: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der unterschiedlichen Silbenstrukturtypen im Entwicklungsverlauf

Das Balkendiagramm veranschaulicht den prozentualen Anteil der einzelnen Silbenstrukturtypen für die einzelnen Entwicklungsintervalle, die ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelpphase jeweils einen Monat umfassen.

6.4.2.2 *Kindbasierte Auswertung der Silbenstruktur*

Um festzustellen, inwieweit die einzelnen Kinder den Trend der Gruppe reflektieren, erfolgte neben der lautbasierten Auswertung der Silbenstrukturtypen eine kindbasierte Auswertung. Auf der Grundlage der prozentualen Anteile der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Silbenrepertoire der einzelnen Kinder wurden die Verteilungseigenschaften der Variable ermittelt. Die resultierenden statistischen Kenngrößen sind in Tabelle 32 zusammengefasst und in Form von Boxplots (Abbildung 42) grafisch dargestellt. Eine differenzierte Darstellung erfolgt dabei nur für die drei häufigsten Silbenstrukturtypen *V*, *CV* und *CVC*. Die übrigen Kategorien sind in der Kategorie *Sonstige* zusammengefasst, da diese von den einzelnen Kindern nur sehr vereinzelt bzw. gar nicht produziert wurden.

Die Verteilungseigenschaften der Silbenstrukturtypen zeigen auch bei Mittelung der kindspezifischen Daten ein hohes Maß an Homogenität des Silbenrepertoires. Die im Rahmen der kindbasierten Auswertung ermittelten Prozentwerte weichen im Mittel nur geringfügig von den im Gesamtkorpus gefundenen prozentualen Anteilen der einzelnen Strukturtypen ab. Anhand der 25. und 75. Perzentile zeigt sich außerdem, dass sich die relativen Häufigkeiten für die Hälfte der Kinder in einem ähnlichen Variationsbereich bewegen, wie er in der silbenbasierten Auswertung im Entwicklungsverlauf gefunden wurde. Gleichzeitig lassen die ermittelten Maxima und Minima jedoch darauf schließen, dass die Zusammensetzung des Silbenstrukturrepertoires im Hinblick auf die relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Kategorien bei einzelnen Kindern zum Teil deutlich verschieden ist von der Zusammensetzung im Gesamtkorpus der analysierten Silben. Daher sind die Prozentwerte für die einzelnen Kinder in Tabelle 33 noch einmal differenziert aufgeführt.

Wie aus Tabelle 33 ersichtlich wird, folgt die Mehrheit der Kinder dem Trend der Gruppe. Leichte Abweichungen lassen sich lediglich bei drei Kindern feststellen. So produzierte Kind AC nur vereinzelt Silben des Strukturtyps *CVC*. Dagegen treten bei Kind GG *CVC*-Silben insgesamt relativ häufig und zudem entgegen dem allgemeinen Trend etwas häufiger auf als vokalische Silben. Während der prozentuale Anteil vokalischer Silben bei diesem Kind mit 11,3 % relativ gering ist, ist er bei Kind HH mit knapp 32 % verhältnismäßig hoch. Bei Kind HH findet sich außerdem mit 57,7 % ein

vergleichsweise niedriger Anteil an *CV*-Silben. Neben den drei häufigsten Strukturtypen *V*, *CV* und *CVC* produzierten alle Kinder geschlossene Silben des Typs *VC* sowie rein konsonantische Silben. Beide Strukturtypen treten insgesamt jedoch nur sehr selten auf. Konsonantencluster finden sich lediglich bei sechs der 15 Kinder und auch nur sehr vereinzelt.

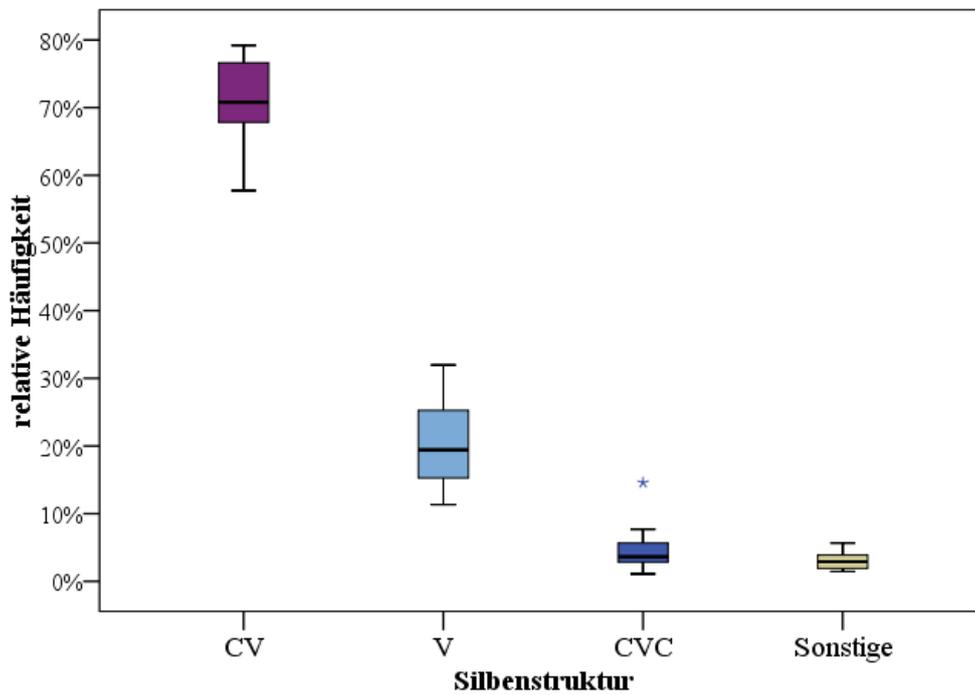


Abbildung 42: Boxplot-Diagramm zu den Verteilungseigenschaften der einzelnen Silbenstrukturtypen nach vorangehender Kindmittelung (N = 15)

Tabelle 32: Deskriptive Statistik zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Silbenrepertoire der einzelnen Kinder

	<i>Silbenstruktur</i>			
	<i>V</i>	<i>CV</i>	<i>CVC</i>	<i>Sonstige</i>
<i>Anzahl</i>	15	15	15	15
<i>Mittelwert</i>	20,5 %	71,6 %	4,9 %	3,1 %
<i>Standardabweichung</i>	6,4 %	6,0 %	3,3 %	1,4 %
<i>Median</i>	19,4 %	70,8 %	3,6 %	2,9 %
<i>Minimum</i>	11,3 %	57,7 %	1,1 %	1,5 %
<i>Maximum</i>	32,0 %	79,2 %	14,6 %	5,7 %
<i>25. Perzentile</i>	14,5 %	67,2 %	2,7 %	1,7 %
<i>75. Perzentile</i>	26,0 %	76,8 %	5,9 %	4,3 %

Tabelle 33: Übersicht über die absolute und relative Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen im Silbenrepertoire der einzelnen Kinder

Kind	Geschlecht	CV-Struktur									Gesamt	
		V	CV	CVC	VC	C	CC	CCV	CVCC	VCC		
AC	w	N	130	401	6	1	7	-	-	-	-	545
		%	23,85	73,58	1,1	0,18	1,28	-	-	-	-	100
AF	w	N	182	439	21	7	4	-	-	-	-	653
		%	27,87	67,23	3,22	1,07	0,61	-	-	-	-	100
AG	w	N	204	806	24	5	11	-	-	-	-	1050
		%	19,43	76,76	2,29	0,48	1,05	-	-	-	-	100
AH	w	N	229	617	20	5	9	-	-	-	-	880
		%	26,02	70,11	2,27	0,57	1,02	-	-	-	-	100
AJ	m	N	51	229	8	3	4	-	-	-	-	295
		%	17,29	77,63	2,71	1,02	1,36	-	-	-	-	100
AK	w	N	373	1920	197	23	45	-	2	3	1	2564
		%	14,55	74,88	7,68	0,9	1,76	-	0,08	0,12	0,04	100
AL	m	N	402	975	73	24	22	2	1	-	-	1499
		%	26,82	65,04	4,87	1,6	1,47	0,13	0,07	-	-	100
AS	w	N	79	525	36	6	17	-	-	-	-	663
		%	11,92	79,19	5,43	0,9	2,56	-	-	-	-	100
AT	m	N	193	923	65	10	15	-	-	-	1	1207
		%	15,99	76,47	5,39	0,83	1,24	-	-	-	0,08	100
AU	m	N	144	392	19	5	26	-	1	-	-	587
		%	24,53	66,78	3,24	0,85	4,43	-	0,17	-	-	100
GG	w	N	28	169	36	5	7	-	-	2	-	247
		%	11,34	68,42	14,57	2,02	2,83	-	-	0,81	-	100
HC	m	N	248	911	99	6	29	-	-	1	-	1294
		%	19,17	70,4	7,65	0,46	2,24	-	-	0,08	-	100
HH	m	N	87	157	16	7	5	-	-	-	-	272
		%	31,99	57,72	5,88	2,57	1,84	-	-	-	-	100
HI	w	N	101	583	27	3	29	-	-	-	-	743
		%	13,59	78,47	3,63	0,4	3,9	-	-	-	-	100
HN	m	N	202	623	26	12	17	-	-	-	-	880
		%	22,95	70,8	2,95	1,36	1,93	-	-	-	-	100
Gesamt		N	2653	9670	673	122	247	2	4	6	2	13379
		%	19,83	72,28	5,03	0,91	1,85	0,01	0,03	0,04	0,01	100

6.4.3 Vokalisationsstruktur – Kombination verschiedener Silbenstrukturmuster auf Vokalisationsebene

6.4.3.1 Vokalisationsbasierte Auswertung

Zur Beschreibung der Vokalisationsstruktur zwei- und mehrsilbiger Babbellaute (N = 3876) wird nachfolgend dargestellt, wie die verschiedenen Silbenstrukturtypen auf Vokalisationsebene miteinander kombiniert werden. Dabei werden verschiedene Aspekte beleuchtet. In einem ersten Schritt wird untersucht, ob die unterschiedlichen Silbenstrukturtypen bevorzugt an bestimmten Positionen innerhalb der Vokalisation auftreten und ob die unterschiedlichen Positionen (initial und final bei Zweisilbern, initial, medial und final bei Mehrsilbern) bevorzugt durch bestimmte Silbenstrukturtypen belegt werden. In einem zweiten Schritt wird analysiert, welche Strukturtypen sich auf Vokalisationsebene daraus ergeben und ob sich diese im Verlauf der kanonischen Babbelphase verändern.

Die Befunde des ersten Analyseschritts sind in Tabelle 34 und Tabelle 35 differenziert nach zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblern aufgeführt. Silbenstrukturtypen mit einem prozentualen Anteil von unter 5 % im Gesamtkorpus der Laute sind dabei in der Kategorie *Sonstige* zusammengefasst.

Ausgehend von den Silbenstrukturtypen zeigt die Auswertung, dass vokalische Silben bei zweisilbigen Lauten fast ausschließlich und bei mehrsilbigen Lauten in zwei Dritteln der Fälle an der initialen Position im Laut auftreten. Dagegen bilden geschlossene Silben des Strukturtyps *CVC* bevorzugt die finale Silbe innerhalb der Vokalisation. Nur relativ selten belegen diese im vorliegenden Datenkorpus die initiale bzw. mediale Position. Offene *CV*-Silben belegen mit einem prozentualen Anteil von gut 60 % bei Zweisilbern überwiegend die finale und bei Mehrsilbern die mediale Position. Die dargestellten Befunde sind in Abbildung 43 und Abbildung 44 grafisch veranschaulicht.

Tabelle 34: Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Silbenstrukturtyp und Position innerhalb der Vokalisation bei zweisilbigen kanonischen Babblern (N = 1765)

		<i>Silbenstruktur</i>				<i>Gesamt</i>	
		<i>V</i>	<i>CV</i>	<i>CVC</i>	<i>Sonstige</i>		
<i>Position innerhalb der Vokalisation</i>	<i>initial</i>	<i>N</i>	829	859	42	35	1765
		<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	47,0	48,7	2,4	2,0	100,0
		<i>% (von Silbenstruktur)</i>	94,0	36,1	20,6	56,5	50,0
	<i>final</i>	<i>N</i>	53	1523	162	27	1765
		<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	3,0	86,3	9,2	1,5	100,0
		<i>% (von Silbenstruktur)</i>	6,0	63,9	79,4	43,5	50,0
<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	882	2382	204	62	3530	
	<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	25,0	67,5	5,8	1,8	100,0	
	<i>% (von Silbenstruktur)</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Tabelle 35: Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten aus Silbenstrukturtyp und Position innerhalb der Vokalisation bei mehrsilbigen kanonischen Babblern (N = 2111)

		<i>Silbenstruktur</i>				<i>Gesamt</i>	
		<i>V</i>	<i>CV</i>	<i>CVC</i>	<i>Sonstige</i>		
<i>Position innerhalb der Vokalisation</i>	<i>initial</i>	<i>N</i>	1086	921	32	72	2111
		<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	51,4	43,6	1,5	3,4	100,0
		<i>% (von Silbenstruktur)</i>	61,3	14,5	9,3	26,9	24,2
	<i>medial</i>	<i>N</i>	456	3846	103	106	4511
		<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	10,1	85,3	2,3	2,3	100,0
		<i>% (von Silbenstruktur)</i>	25,7	60,6	29,9	39,6	51,7
	<i>final</i>	<i>N</i>	229	1583	209	90	2111
		<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	10,8	75,0	9,9	4,3	100,0
		<i>% (von Silbenstruktur)</i>	12,9	24,9	60,8	33,6	24,2
<i>Gesamt</i>	<i>N</i>	1771	6350	344	268	8733	
	<i>% (von Position in der Vokalisation)</i>	20,3	72,7	3,9	3,1	100,0	
	<i>% (von Silbenstruktur)</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Ausgehend von der Position innerhalb der Vokalisation ergab die Auswertung, dass die initiale Position innerhalb der Vokalisation häufig durch *V*-Silben belegt ist, obwohl *CV*-Silben im Gesamtkorpus der Silben mit einem Anteil von über 70 % klar dominieren. In Abbildung 45 wird deutlich, dass bei zweisilbigen kanonischen Babblern an initialer Position annähernd gleich häufig *V*- und *CV*-Silben auftreten, während an finaler Position fast ausschließlich Silben des Strukturtyps *CV* vorkommen. Bei den mehrsilbigen kanonischen Babblern dominieren rein vokalische Silben an initialer Position sogar leicht, wohingegen mediale und finale Silben mehrheitlich die Struktur *CV* aufweisen (Abbildung 46.)

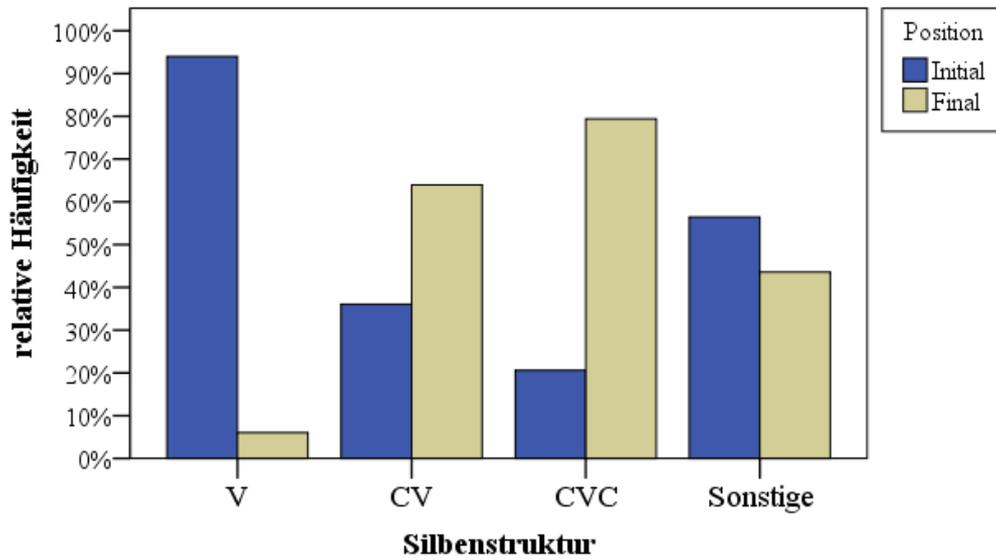


Abbildung 43: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen an den unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)

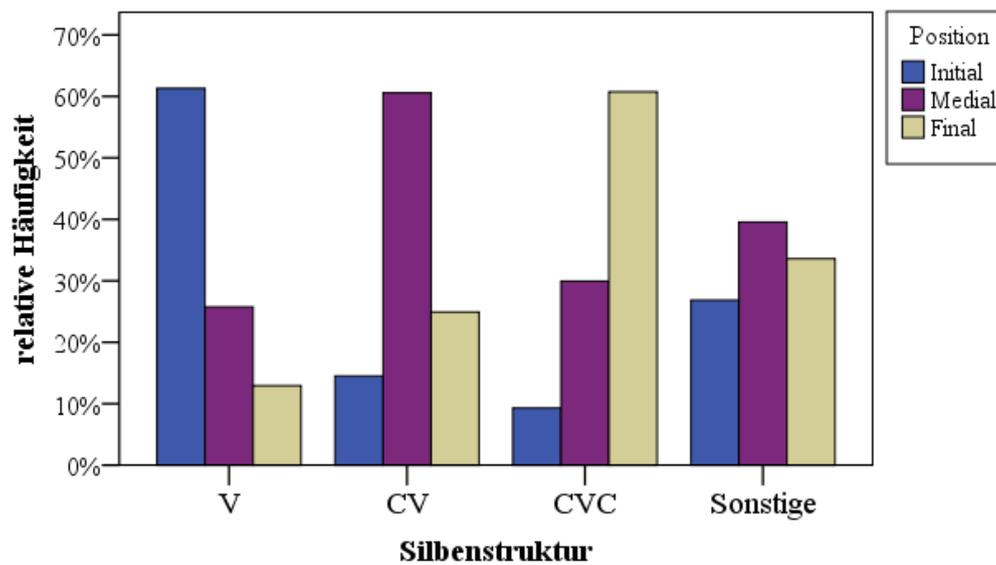


Abbildung 44: Balkendiagramm zur relativen Häufigkeit der verschiedenen Silbenstrukturtypen an den unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation für mehrsilbige kanonische Babblers (N = 2111)

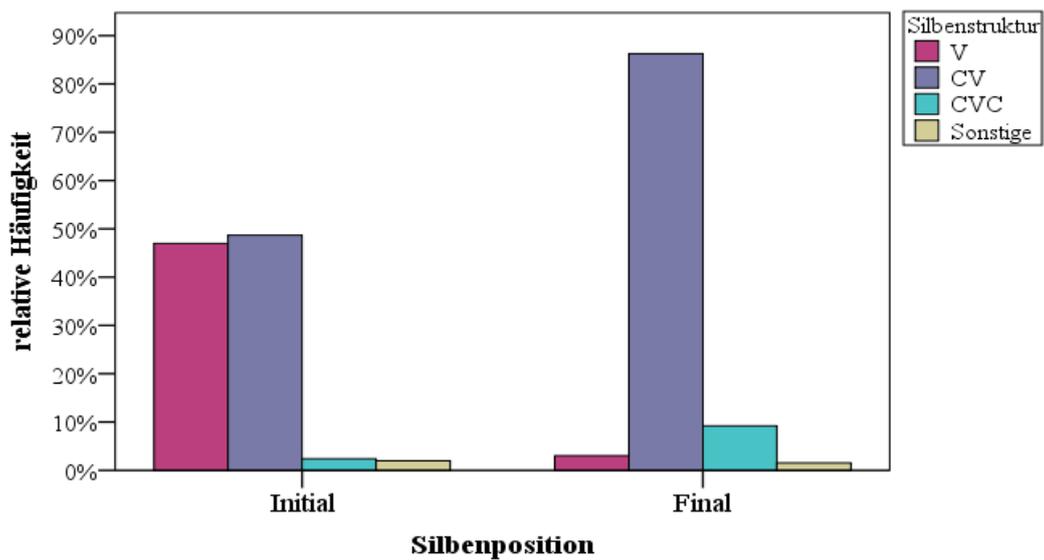


Abbildung 45: Balkendiagramm zur Belegung der unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation durch verschiedene Silbenstrukturtypen für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)

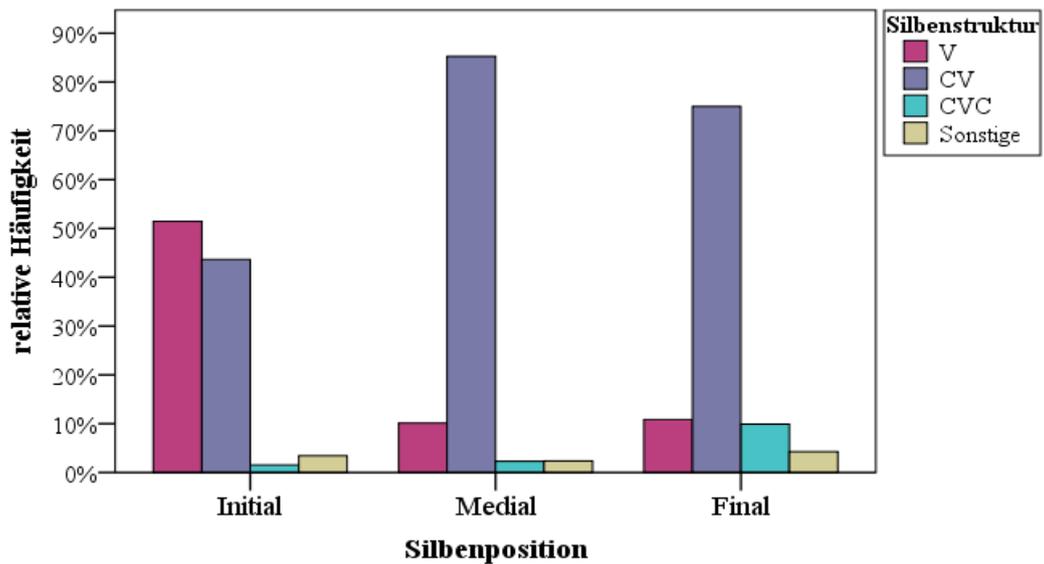


Abbildung 46: Balkendiagramm zur Belegung der unterschiedlichen Positionen innerhalb der Vokalisation durch verschiedene Silbenstrukturtypen für mehrsilbige kanonische Babblers (N = 2111)

Den zuvor dargestellten Befunden folgend finden sich für die Konsonant-Vokal-Struktur auf Vokalisationsebene zwei charakteristische Strukturtypen. Während beim ersten Typ (Typ I) ausschließlich *CV*-Silben miteinander kombiniert werden, setzt sich der zweite Typ (Typ II) aus einer vokalischen Silbe an initialer Position und *CV*-Silben an medialer und finaler Position zusammen. In Tabelle 36 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten differenziert nach Silbenanzahl wiedergegeben. Da ab einer Silbenanzahl von sieben vergleichsweise wenig Vokalisationen in die Analyse einfließen, sind hier der Übersichtlichkeit halber lediglich die Befunde für die zwei- bis sechssilbigen Babblers aufgeführt. Neben den zwei überwiegenden Strukturtypen wird eine Vielzahl an verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten realisiert. Dabei nimmt die Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten bis zu einer Silbenanzahl von fünf zu. So ergab die Analyse für die Zweisilber insgesamt 19 und für die Fünfsilber immerhin 63 unterschiedliche Strukturtypen. Ab einer Anzahl von sechs Silben verringert sich die Anzahl wahrscheinlich aufgrund der deutlich abnehmenden Anzahl an analysierten Babblern wieder. Allerdings tritt die Mehrheit der Strukturtypen nur sehr vereinzelt auf. Daher sind diese in Tabelle 36 in der Kategorie *Sonstige* zusammengefasst.

Tabelle 36: Absolute und relative Häufigkeit der beiden häufigsten Vokalisationsstrukturtypen für zwei- bis sechssilbige Babblers

<i>Silbenanzahl</i>	<i>CV-Struktur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
2 (N = 1765)	CV CV	716	40,57 %
	V CV	752	42,61 %
	Sonstige	297	16,82 %
3 (N = 974)	CV CV CV	286	29,36 %
	V CV CV	336	34,50 %
	Sonstige	352	36,14 %
4 (N = 560)	CV CV CV CV	150	26,79 %
	V CV CV CV	159	28,39 %
	Sonstige	251	44,82 %
5 (N = 261)	CV CV CV CV CV	62	23,75 %
	V CV CV CV CV	71	27,20 %
	Sonstige	128	44,82 %
6 (N = 128)	CV CV CV CV CV CV	29	22,66 %
	V CV CV CV CV CV	36	28,13 %
	Sonstige	63	49,21 %

Um feststellen zu können, ob sich der Anteil der beiden dominierenden Strukturtypen im Verlauf der kanonischen Babbelphase verändert, wurde exemplarisch für die zwei- und dreisilbigen Babblers eine Auswertung im Entwicklungsverlauf vorgenommen. Aus Tabelle 37 und Tabelle 38 wird ersichtlich, dass die Vokalisationsstruktur der analysierten Babblers während des gesamten Untersuchungszeitraums mehrheitlich einem der beiden Strukturtypen entspricht. Bei den zweisilbigen Babblern überwiegen im ersten und zweiten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase Babblers des Typ II deutlich. Im dritten und vierten Monat treten Babblers mit einer Struktur des Typs I etwas häufiger auf und während des fünften und sechsten Monats ist der Anteil der beiden Strukturtypen ähnlich hoch. Auffällig ist der hohe Anteil an Babblern mit einer Struktur der Kategorie ‚Sonstige‘ während des siebten Monats nach Beginn der kanonischen Babbelphase. Dies ist darauf zurückzuführen, dass hier nur noch Daten eines Kindes vor, das neben den Strukturtypen *CVCV* und *VCV* mit einer relativen Häufigkeit von jeweils 13,5 % bevorzugt Babblers der Strukturen *CVCVC* und *VCVC* produzierte.

Bei den dreisilbigen Babblern ist der Anteil der Babblers, die mit einer vokalischen Silbe beginnen, während der ersten beiden Entwicklungsintervalle ebenfalls deutlich höher als der Anteil der Babblers, die ausschließlich aus *CV*-Silben bestehen. Für die übrigen Entwicklungsintervalle bewegt sich der Anteil der beiden charakteristischen Strukturtypen auf einem ähnlichen Niveau. Eine Ausnahme bildet der siebte Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase. Wie bei den Zweisilbern standen auch hier nur von einem Kind Daten zur Verfügung, welches neben den Strukturtypen *VCVCV* und *CVCVCV* gehäuft Strukturen des Typs *VCVCVC* produzierte. Im Unterschied zu den zweisilbigen Babblern nimmt der Anteil an Babblern, deren Struktur nicht einer der beiden dominierenden Strukturtypen entspricht, im Entwicklungsverlauf deutlich zu. Dies ist möglicherweise auf einen variableren Einsatz verschiedener Silbenstrukturtypen mit fortschreitender Entwicklung zurückzuführen.

Tabelle 37: Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Vokalisationsstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)

		<i>CV-Struktur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>	<i>1 (N = 156)</i>	CV CV	47	30,1 %
		V CV	88	56,4 %
		Sonstige	21	13,5 %
	<i>2 (N = 247)</i>	CV CV	80	32,4 %
		V CV	142	57,5 %
		Sonstige	25	10,1 %
	<i>3 (N = 367)</i>	CV CV	167	45,5 %
		V CV	132	36,0 %
		Sonstige	68	18,5 %
	<i>4 (N = 359)</i>	CV CV	173	48,2 %
		V CV	127	35,4 %
		Sonstige	59	16,4 %
	<i>5 (N = 372)</i>	CV CV	148	39,8 %
		V CV	160	43,0 %
		Sonstige	64	17,2 %
	<i>6 (N = 212)</i>	CV CV	80	37,7 %
		V CV	90	42,5 %
		Sonstige	42	19,8 %
	<i>7 (N = 52)</i>	CV CV	21	40,4 %
		V CV	13	25,0 %
		Sonstige	18	34,6 %

Tabelle 38: Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Vokalisationsstrukturtypen im Entwicklungsverlauf ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase für dreisilbige kanonische Babblers (N = 974)

		<i>CV-Struktur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>	<i>1 (N = 107)</i>	CV CV CV	25	23,4 %
		V CV CV	55	51,4 %
		Sonstige	27	25,2 %
	<i>2 (N = 151)</i>	CV CV CV	40	26,5 %
		V CV CV	64	42,4 %
		Sonstige	47	31,1 %
	<i>3 (N = 197)</i>	CV CV CV	65	33,0 %
		V CV CV	62	31,5 %
		Sonstige	70	35,5 %
	<i>4 (N = 210)</i>	CV CV CV	62	29,5 %
		V CV CV	66	31,4 %
		Sonstige	82	39,1 %
	<i>5 (N = 170)</i>	CV CV CV	58	34,1 %
		V CV CV	52	30,6 %
		Sonstige	60	35,3 %
	<i>6 (N = 97)</i>	CV CV CV	24	24,7 %
		V CV CV	30	30,9 %
		Sonstige	43	44,3 %
	<i>7 (N = 42)</i>	CV CV CV	14	33,3 %
		V CV CV	7	16,7 %
		Sonstige	21	50,0 %

6.4.3.2 *Kindbasierte Auswertung*

Im Rahmen der kindbasierten Auswertung wurde analysiert, ob die beiden charakteristischen Vokalisationsstrukturtypen, die im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers gefunden wurden, auch in den Datenkorpora der einzelnen Kinder überwiegen. Da die Anzahl an verfügbaren Vokalisationen für mehr als dreisilbige Babblers zum Teil sehr gering war, erfolgt dieser Analyseschritt exemplarisch für zwei- und dreisilbige Babblers. Die Ergebnisse sind in Tabelle 39 und Tabelle 40 aufgeführt. Die Auswertung ergab, dass die beiden Strukturtypen sowohl bei den zweisilbigen als auch bei den dreisilbigen Babblern bei beinahe allen Kindern die zwei häufigsten Kategorien darstellen. Unterschiede finden sich jedoch bezüglich der Präferenz für einen der beiden Strukturtypen. Lediglich zwei Kinder produzierten andere Strukturtypen ebenso häufig bzw. sogar häufiger. So bevorzugte bei den zweisilbigen Babblern ein Junge (Kind HH) die Struktur *V CVC* anstelle der Struktur *CV CV*. Bei den dreisilbigen Babblern produzierte Kind AS ebenso häufig Babblers der Struktur *CVCVCVC* wie solche der Struktur *VCVCV*. Obwohl der Anteil an anderen Strukturtypen insbesondere bei den dreisilbigen Babblern bei einigen Kindern relativ hoch ist, traten diese in der Regel nur sehr vereinzelt und nicht systematisch auf. Dabei variiert die Anzahl an unterschiedlichen Strukturtypen in den Datenkorpora der einzelnen Kinder zwischen vier und 16 für die zweisilbigen Babblers und zwischen sieben und 22 für die dreisilbigen Babblers. Aufgrund der geringen Auftrittshäufigkeit sind diese der Übersichtlichkeit halber in Tabelle 39 und Tabelle 40 unter *Sonstige* zusammengefasst sind.

Tabelle 39: Absolute und relative Häufigkeit der Strukturtypen auf Vokalisationsebene in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für zweisilbige kanonische Babblers (N = 1765)

<i>Kind</i>	<i>CV-Struktur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>AC (N = 39)</i>	CV CV	19	48,7 %
	V CV	15	38,5 %
	Sonstige	5	12,8 %
<i>AF (N = 142)</i>	CV CV	40	28,2 %
	V CV	87	61,3 %
	Sonstige	15	10,6 %
<i>AG (N = 201)</i>	CV CV	102	50,7 %
	V CV	76	37,8 %
	Sonstige	23	11,4 %
<i>AH (N = 153)</i>	CV CV	56	36,6 %
	V CV	80	52,3 %
	Sonstige	17	11,1 %
<i>AJ (N = 19)</i>	CV CV	11	57,9 %
	V CV	6	31,6 %
	Sonstige	2	10,5 %
<i>AK (N = 284)</i>	CV CV	147	51,8 %
	V CV	63	22,2 %
	Sonstige	74	26,1 %
<i>AL (N = 295)</i>	CV CV	85	28,8 %
	V CV	177	60,0 %
	Sonstige	33	11,2 %
<i>AS (N = 74)</i>	CV CV	40	54,1 %
	V CV	16	21,6 %
	Sonstige	18	24,3 %
<i>AT (N = 162)</i>	CV CV	88	54,3 %
	V CV	52	32,1 %
	Sonstige	22	13,6 %
<i>AU (N = 50)</i>	CV CV	17	34,0 %
	V CV	19	38,0 %
	Sonstige	14	28,0 %
<i>GG (N = 18)</i>	CV CV	10	55,6 %
	V CV	5	27,8 %
	Sonstige	3	16,7 %
<i>HC (N = 128)</i>	CV CV	43	33,6 %
	V CV	50	39,1 %
	Sonstige	35	27,3 %
<i>HH (N = 48)</i>	CV CV	8	16,7 %
	V CV	26	54,2 %
	Sonstige	14	29,2 %
<i>HI (N = 75)</i>	CV CV	27	36,0 %
	V CV	41	54,7 %
	Sonstige	7	9,3 %
<i>HN (N = 77)</i>	CV CV	23	29,9 %
	V CV	39	50,6 %
	Sonstige	15	19,5 %

Tabelle 40: Absolute und relative Häufigkeit der Strukturtypen auf Vokalisationsebene in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für dreisilbige kanonische Babblers (N = 974)

<i>Kind</i>	<i>CV-Struktur</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>AC (N = 36)</i>	CV CV CV	12	33,3 %
	V CV CV	14	38,9 %
	Sonstige	10	27,8 %
<i>AF (N = 57)</i>	CV CV CV	10	17,5 %
	V CV CV	39	68,4 %
	Sonstige	8	14,0 %
<i>AG (N = 70)</i>	CV CV CV	23	32,9 %
	V CV CV	22	31,4 %
	Sonstige	25	35,7 %
<i>AH (N = 77)</i>	CV CV CV	22	28,6 %
	V CV CV	30	39,0 %
	Sonstige	25	32,5 %
<i>AJ (N = 17)</i>	CV CV CV	6	35,3 %
	V CV CV	6	35,3 %
	Sonstige	5	29,4 %
<i>AK (N = 190)</i>	CV CV CV	65	34,2 %
	V CV CV	58	30,5 %
	Sonstige	67	35,3 %
<i>AL (N = 127)</i>	CV CV CV	28	22,0 %
	V CV CV	57	44,9 %
	Sonstige	42	33,1 %
<i>AS (N = 40)</i>	CV CV CV	21	52,5 %
	V CV CV	4	10,0 %
	Sonstige	15	37,5 %
<i>AT (N = 82)</i>	CV CV CV	28	34,1 %
	V CV CV	25	30,5 %
	Sonstige	29	35,4 %
<i>AU (N = 32)</i>	CV CV CV	4	12,5 %
	V CV CV	13	40,6 %
	Sonstige	15	46,9 %
<i>GG (N = 19)</i>	CV CV CV	7	36,8 %
	V CV CV	3	15,8 %
	Sonstige	9	47,4 %
<i>HC (N = 106)</i>	CV CV CV	30	28,3 %
	V CV CV	24	22,6 %
	Sonstige	52	49,1 %
<i>HH (N = 28)</i>	CV CV CV	7	25,0 %
	V CV CV	11	39,3 %
	Sonstige	10	35,7 %
<i>HI (N = 40)</i>	CV CV CV	14	35,0 %
	V CV CV	10	25,0 %
	Sonstige	16	40,0 %
<i>HN (N = 53)</i>	CV CV CV	11	20,8 %
	V CV CV	20	37,7 %
	Sonstige	22	41,5 %

7 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

In der vorliegenden explorativen Längsschnittstudie wurden erstmals die Eigenschaften kanonischer Babblers von monolingual deutsch aufwachsenden gesunden Kindern quantitativ untersucht. Hierfür wurden Messgrößen ausgewählt, die die Spezifik der sich in Entwicklung befindenden laryngealen und supralaryngealen Strukturen ausreichend berücksichtigen. So wurden zur Charakterisierung der laryngealen Aktivität (Quelle der Lautproduktion) verschiedene Merkmale der Grundfrequenz und der Dauer (Zeit) erfasst. Zur Charakterisierung der supralaryngealen Aktivität wurden Eigenschaften von konsonantischen Elementen anhand von Artikulationszone und –art beschrieben und strukturelle Merkmale wie Silbenanzahl, Silbenaufbau und Vokalisationsstruktur analysiert. Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes diskutiert und interpretiert. Dabei wird zunächst auf die Befunde zu den einzelnen Messgrößen eingegangen, bevor in Kapitel 7.5 eine zusammenfassende Ergebnisdiskussion unter Formulierung von Ansatzpunkten für zukünftige weiterführende Studien erfolgt.

7.1 Grundfrequenzeigenschaften kanonischer Babblers

Im Unterschied zum supralaryngealen System ist das laryngeale System bereits zum Zeitpunkt der Geburt reif und voll funktionsfähig (Bosma et al., 1965). Laryngeale Anregungsprozesse werden am unmittelbarsten durch die Variation der Grundfrequenz (F_0) reflektiert. Die Grundfrequenz stellt daher einen Schlüsselparameter bei der Analyse frühkindlicher Lautproduktionen dar (Wermke, 2002). Die Arbeitsgruppe um Wermke hat eindrucksvoll belegt, dass die Grundfrequenzeigenschaften von Weinlauten („Säuglingsschrei“) einer gesetzmäßigen Entwicklung unterliegen (Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2009; Wermke & Mende, 2011).

Während die Grundfrequenzeigenschaften von Weinlauten bereits relativ gut untersucht sind, liegen bislang keine systematischen Untersuchungen zu den Grundfrequenzeigenschaften von kanonischen Babblern Deutsch lernender Kinder vor.

Die vorliegende explorative Längsschnittstudie stellt erstmals für die Verteilungseigenschaften der mittleren F_0 und des F_0 -Ranges Referenzwerte für weiterführende Untersuchungen bereit. Um dennoch einen Bezug zu vorangegangenen Studien herzustellen, werden nachfolgend geeignete Befunde aus Mischanalysen von Komfortvokalisationen und Babblern bzw. von Babblern und ersten Wörtern anderer Autoren an allerdings in der Regel relativ kleinen Stichproben herangezogen.

Für die mittlere F_0 von vorsprachlichen Komfortvokalisationen und Babblern werden in der Fachliteratur Mittelwerte zwischen 330 und 450 Hz berichtet (Delack & Fowlow, 1978; Iyer & Oller, 2008; Kent & Murray, 1982; Laufer & Horii, 1977; Rothgänger, 2003; Whalen, Levitt, Hsiao, & Smorodinsky, 1995). Die Tatsache, dass die Angaben relativ stark variieren, ist auf methodische Aspekte wie den untersuchten Altersbereich, die Zusammensetzung der Datenkorpora hinsichtlich der eingeschlossenen Vokalisationstypen sowie die Messmethode (visuelle Inspektion des Grundfrequenzverlaufs im Spektrogramm vs. automatische Grundfrequenzmessung mittels computerbasierter signalanalytischer Verfahren) zurückzuführen (Iyer & Oller, 2008). Verglichen mit diesen F_0 -Mittelwerten bei Säuglingen findet sich bei Erwachsenen eine deutlich niedrigere mittlere F_0 : Bei Frauen beträgt diese etwa 210 Hz und bei Männern etwa 120 Hz (Boë, Contini, & Rakotofiringa, 1975; Pépiot, 2014; Rappaport, 1958; Takefuta, Jancosek, & Brunt, 1972). Diese Unterschiede sind in erster Linie darauf zurückzuführen, dass sich der kindliche Kehlkopf, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, in seiner Konfiguration noch deutlich von dem des Erwachsenen unterscheidet und beispielsweise verhältnismäßig kurze Stimmlippen aufweist (Eckel et al., 2000; Hirano et al., 1981).

Für die gemischte Analyse von kanonischen Babblern und Wörtern von Englisch lernenden Kindern im Alter von 11 bis 25 Monaten ergab die Studie von Robb und Saxman (1985) für die mittlere Grundfrequenz einen Mittelwert von rund 360 Hz. In einer nachfolgenden Längsschnittstudie, die bereits im siebten Monat ansetzte und ebenfalls Babblern und erste Wörter englischer Kinder untersuchte, ermittelten Robb et al. (1989) einen mit 400 Hz etwas höheren Mittelwert. Ähnliche Werte fanden sich in der vorliegenden Untersuchung an Deutsch lernenden Kindern: Wie in Kapitel 6.1.1 ausführlich dargestellt, lagen der Mittelwert von F_0 hier im Gesamtkorpus der

analysierten kanonischen Babblers bei 402,3 Hz und der Median bei 379,5 Hz. Sowohl in den beiden zuvor angeführten Studien als auch in der vorliegenden Längsschnittuntersuchung hat sich gezeigt, dass eine hohe F_0 nicht nur für die während der Expansionsphase gehäuft auftretenden Quieker charakteristisch ist, sondern auch bei der Produktion (kanonischer) Babblers und erster Wörter noch häufig vorkommt. Da Babblers (und Wörter) mit einer relativ hohen Grundfrequenz in allen drei Untersuchungen in die Analyse einbezogen wurden, kommt es für die mittlere F_0 bei Englisch und Deutsch lernenden Kindern zu vergleichbaren Ergebnissen.

Zum Verhalten der F_0 -Mittelwerte im Entwicklungsverlauf variieren die in der Fachliteratur beschriebenen Befunde. Während die mittlere F_0 in einigen Längsschnittuntersuchungen relativ stabil blieb und sich keine Abhängigkeit vom chronologischen Alter bzw. von den produktiven Fähigkeiten zeigte (Delack & Fowlow, 1978; Iyer & Oller, 2008; Robb et al., 1989), berichten andere Autoren von einem Absinken der mittleren F_0 mit zunehmendem Alter. So fanden Robb und Saxman (1985) bei ihrer Babbler-Wort-Mischanalyse an englischen Kindern im Verlauf des zweiten Lebensjahres einen abnehmenden Trend. Dieser war jedoch nicht statistisch signifikant. Dagegen verringerte sich die mittlere F_0 von Babbellauten Deutsch lernender Kinder in der Untersuchung von Rothgänger (Rothgänger, 2003) zwischen dem ersten und zwölften Lebensmonat signifikant von 389 Hz auf 337 Hz. Allerdings ist die Aussagekraft dieser Untersuchung insofern limitiert, als insgesamt nur 201 Vokalisationen, Komfort-Vokalisationen und (kanonische) Babblers gemischt, von 15 Kindern analysiert wurden.

Im Unterschied dazu ergab die Analyse in der vorliegenden Längsschnittstudie zunächst eine kontinuierliche Zunahme der mittleren F_0 bis zum vierten Monat nach Beginn der kanonischen Babblerphase sowie darauffolgend eine Abnahme (Tabelle 5). Die anfängliche Zunahme der mittleren F_0 basierte auf einem deutlich variableren Einsatz der F_0 . So wurden ab dem zweiten Monat nach Beginn der kanonischen Babblerphase zunehmend mehr kanonische Babblers in höheren Frequenzbereichen realisiert. Dieses im Rahmen der vokalisationsbasierten Analyse gefundene Entwicklungsmuster zeigte sich prinzipiell auch in den Datenkorpora der einzelnen Kinder (Tabelle A1).

Die Befunde zum F_0 -Range ergaben gemessen an der Standardabweichung eine höhere Variabilität der Grundfrequenz zwischen dem zweiten und fünften Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase. Vorher und nachher war die Standardabweichung deutlich geringer (Tabelle 8). Allerdings zeigte sich der beschriebene Entwicklungstrend für die F_0 -Variabilität in den individuellen Datenkorpora so nur bei einzelnen Kindern (Tabelle A2). Vielmehr fand sich eine hohe inter- und intraindividuelle Variabilität. Diese objektiv zu charakterisieren, war mit dem Material der vorliegenden Stichprobe nicht zuverlässig möglich. Die vorliegenden Befunde sind somit lediglich als vorläufige Referenzwerte zu interpretieren und bedürfen weiterer systematischer Längsschnittuntersuchungen an einer größeren Stichprobe. In diesem Zusammenhang muss auch geklärt werden, inwieweit die unterschiedliche Anzahl der pro Kind und Entwicklungsintervall eingehenden Babbellaute einen Einfluss auf die Ergebnisse haben könnte und ggfs. durch dichtere Aufnahmeintervalle zuverlässigere Ergebnisse zu erreichen wären.

Insgesamt demonstrieren die Befunde zur mittleren Grundfrequenz und zum F_0 -Range, dass die Variabilität der laryngealen Aktivität im Verlauf der kanonischen Babbelphase variiert. Während sie am Anfang und zum Ende der Untersuchungsperiode vergleichsweise gering war, zeigte sie im mittleren Untersuchungsabschnitt die höchste Variabilität. Diese ist wahrscheinlich so zu erklären, dass kanonische Babblers zunächst noch relativ einfach strukturiert sind, während mit zunehmendem Phasenverlauf eine spielerische Variabilitätserhöhung zu beobachten ist. Dies stimmt mit der Auffassung Pinkers (Pinker, 2005) überein, der dem kanonischen Babbeln ein exploratives Austesten der stimmlichen Leistungsfähigkeit zuspricht. Im Sinne des von ihm formulierten *Frobbings* spielt das Kind beim Babbeln an verschiedenen *Reglern*, um die Wirkung der laryngealen Anreizgrößen und deren Interaktion mit supralaryngealen Resonanzeigenschaften auszuprobieren.

Die in der vorliegenden Arbeit gefundene Variabilitätserhöhung in der Mitte des Untersuchungszeitraums spricht für die Annahme, dass es bei diesem explorativen vokalen Verhalten zumindest vorrangig um die Verbindung oralsensorischer Empfindungen mit auditiven wahrnehmbaren Ereignissen geht, wobei die Bedeutungsbelegung dieser Lautsequenzen zunächst noch im Hintergrund bleibt. Mit

zunehmendem Alter treten am Ende der kanonischen Babbelphase auch erste im linguistischen Sinne bedeutungstragende Protowörter auf. Offensichtlich wird der Bedeutungserwerb dann – zumindest partiell – auf vorsprachliche Silbensequenzen übertragen, sodass der Variabilitätsbereich der Grundfrequenz auch bei den kanonischen Babblern enger wird. Gestützt wird diese Annahme auch durch die Befunde an älteren Kindern, die ebenfalls von einer abnehmenden Variabilität berichten. So nahmen sowohl die Standardabweichung als auch die Variationsbreite der mittleren F_0 in der Untersuchung von Robb und Saxman (1985) ab dem 15. Lebensmonat deutlich ab. Amano, Nakatani, & Kondo (2006) fanden eine signifikant verringerte Variabilität der mittleren F_0 nach dem Auftreten von Zwei-Wort-Äußerungen. Limitierend muss bei der Interpretation der Befunde der vorliegenden Arbeit erwähnt werden, dass es sicher ohne zusätzliche Kontextinformationen in diesem Alter schwierig war, zwischen Protowörtern und einfachen kanonischen Babblern zu differenzieren, sodass nicht ausgeschlossen werden kann, dass in der letzten Phase des Untersuchungszeitraums ein Mischeffekt zwischen diesen beiden Vokalisationstypen die Ergebnisse beeinflusst hat.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Interpretation der Höhe und Variabilität der Grundfrequenz zu berücksichtigen ist, ist die pragmatische Funktion der Babbler. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Grundfrequenzeigenschaften in Abhängigkeit davon variieren. Papaeliou, Minadakis, & Cavouras (2002) untersuchten prosodie-relevante akustische Eigenschaften der Babbler von sechs englischen Kindern zwischen sieben und elf Monaten. Dabei wiesen Vokalisationen, die eine kommunikative Funktion erfüllten und in Interaktion mit einer Person produziert wurden („kommunikative“ Vokalisationen), gemessen an dem Verhältnis der Standardabweichung der F_0 zu der Vokalisationslänge eine stärkere vokalisationsinterne Grundfrequenzbewegung auf als „emotionale“ Babbler. Zudem waren die mittlere F_0 sowie das F_0 -Maximum der kommunikativen Vokalisationen höher. In einer Folgestudie von Papaeliou und Trevarthen (2006) fanden sich beim Vergleich kommunikativer Babbler und sogenannter investigativer Babbler, während deren Produktion das Kind sich mit einem Spielzeug beschäftigte, unterschiedliche akustische Eigenschaften. Auch hier fand sich für die Vokalisationen, die eine kommunikative Funktion erfüllten, eine größere Standardabweichung der F_0 , also Variabilität. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Studie von Esteve-Gibert und Prieto (2012). Hier lag der

F₀-Range bei kommunikativen Vokalisationen signifikant höher als bei investigativen Vokalisationen. Um zu klären, ob und inwiefern die pragmatische Funktion von kanonischen Babblern auch deren Grundfrequenzeigenschaften beeinflusst, sind jedoch weiterführende Untersuchungen notwendig.

7.2 Ausgewählte Aspekte der zeitlichen Organisation von kanonischen Babblern

Bei der Betrachtung der zeitlichen Organisation von kanonischen Babblern kann man verschiedene Skalen zugrunde legen. In den mittleren Skalenbereich fällt die Dauer der Einzelvokalisationen. Die Analyse von Silben- und Vokallängen ist ein Beispiel für die Analyse im kurzzeitigen Skalenbereich. Nachfolgend wird auf beide Aspekte eingegangen.

7.2.1 Untersuchung der Dauer (Vokalisationslänge) auf der Ebene einzelner kanonischer Babblers

Die Länge der kanonischen Babblers variierte im untersuchten Datenkorpus relativ stark. Während der kürzeste analysierte kanonische Babblers lediglich 64 ms dauerte, umfasste der längste über sieben Sekunden. Im Mittel betrug die Vokalisationslänge rund eine Sekunde mit einer Standardabweichung von 754 ms. Sehr ähnliche Ergebnisse fanden auch Fagan (2009) und Clement (2004), die in ihren Längsschnittstudien die zeitlichen Eigenschaften prä-kanonischer und kanonischer Babblers zwischen dem dritten Lebensmonat und dem Einsetzen der Wortproduktion untersuchten. Während die Vokalisationslänge in der Untersuchung von Clement (ebd.) bereits vom 3. zum 4. Lebensmonat signifikant zunahm, war dies in der Studie von Fagan (2009) erst mit dem Einsetzen der kanonischen Babbelphase der Fall. Clement (2004) führte die Zunahme vom 3. zum 4. Monat in erster Linie auf Veränderungen in der Konfiguration des Atmungsapparats sowie eine verbesserte neurophysiologische Kontrolle zurück (vgl. hierzu Kapitel 2.1.1). Die bei Fagan (2009) gefundene Zunahme der Vokalisationslänge mit Beginn der kanonischen Babbelphase wird weiter unten noch ausführlich diskutiert.

In der Untersuchung von Robb und Tyler (1995) an sieben Englisch lernenden Kindern im Alter von acht bis 26 Monaten bewegte sich die Vokalisationslänge ebenfalls in einem relativ breiten Wertebereich. Die Länge der kanonischen Babblers war mit einem Mittelwert von 490 ms insgesamt jedoch deutlich kürzer und auch weniger variabel, da hier ausschließlich zweisilbige kanonische Babblers untersucht wurden. Dagegen umfassten die in der vorliegenden Untersuchung analysierten kanonischen Babblers zwischen einer und dreizehn Silben.

Wie in 6.2.1 ausführlich dargestellt, ergab die lineare Regressionsanalyse in der vorliegenden Längsschnittstudie eine signifikant positive Korrelation zwischen der Vokalisationslänge und der Silbenanzahl. De Boysson-Bardies, Bacri, Sagart, & Poizat (1981) berichten für die Babblers eines französischen Kindes zwischen dem 18. und 20. Lebensmonat ebenfalls eine zunehmende Vokalisationslänge mit steigender Silbenanzahl. In der vorliegenden Untersuchung blieb dieser enge Zusammenhang auch im Entwicklungsverlauf bestehen. Der Spearman-Korrelationskoeffizient lieferte für alle Untersuchungsintervalle, die ausgehend vom Beginn der kanonischen Babbelphase jeweils einen Monat umfassten, signifikante positive Korrelationen. Entsprechend veränderten sich beide Messgrößen im Verlauf der kanonischen Babbelphase in einer ähnlichen Weise.

Im Unterschied zur Studie von Robb und Tyler (1995), in der keine signifikanten Veränderungen der Vokalisationslänge mit zunehmendem Alter festgestellt wurden, nahm die Vokalisationslänge im hier untersuchten Datenkorpus im Verlauf der kanonischen Babbelphase deutlich ab. Gemessen am Mittelwert verringerte sich diese im Entwicklungsverlauf um mehr als 300 ms. Dies war dadurch bedingt, dass der prozentuale Anteil mehrsilbiger kanonischer Babblers mit einer Silbenanzahl von ≥ 3 kontinuierlich abnahm. Ihre relative Häufigkeit verringerte sich von über 50 % im ersten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase auf rund 32 % im sechsten Monat, wohingegen der Anteil der einsilbigen Babblers um rund 20 % zunahm.

Diese Befunde bestätigen die bereits durch die Grundfrequenzanalysen getragene Annahme eines Entwicklungsverlaufs von einem zunächst explorativen hin zu sprachlich relevantem Verhalten; auch bei der Vokalisationslänge verringerte sich die Variabilität zum Ende des Untersuchungszeitraums deutlich. Dieser Trend hin zu einer

sich im Verlauf der kanonischen Babbelphase verringernden rhythmisch-zeitlichen Komplexität ist möglicherweise ein Hinweis auf den Übergang zur Wortproduktion. Es gibt umfassende Belege dafür, dass der Übergang vom Babbeln zur Wortproduktion sowohl in zeitlicher Hinsicht als auch im Hinblick auf die phonetischen Eigenschaften der Babbler bzw. Wörter kontinuierlich erfolgt. So treten Babbler und bedeutungstragende Wörter während der frühen Phase der Wortproduktion noch mehrere Monate parallel auf (Elbers & Ton, 1985; Robb & Bleile, 1994; Stoel-Gammon, 1989; Vihman et al., 1985). Zudem ähneln sich Babbler und Wörter insbesondere im Hinblick auf das Konsonanteninventar und die phonotaktische Struktur (Elbers & Ton, 1985; Kent & Bauer, 1985; Locke, 1989; Majorano & D'Odorico, 2011; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Vihman et al., 1986; Vihman et al., 1985).

Vihman et al (1985) stellten in ihrer Längsschnittstudie an neun englischen Kindern im Alter von 9 bis 16 Monate fest, dass der Anteil ein-, zwei- und mehrsilbiger Äußerungen im Babbel- und Wortrepertoire der einzelnen Kinder während des relevanten Untersuchungszeitraums sehr ähnlich war. Zudem wurde gefunden, dass die ersten Wörter meist nur aus einer oder zwei Silben bestehen und damit relativ kurz sind (Vihman et al., 1985; Vihman & Miller, 1988). So handelte es sich in der Studie von Winitz und Irwin (1958) bei 76 % der Wörter, die im Alter von 13 Monaten produziert wurden, um Ein- oder Zweisilber und auch in den Untersuchungen von Fagan (2009) sowie Majorano und D'Odorico (2011) umfassten die ersten Wörter fast ausschließlich eine oder zwei Silben. Bei Majorano und D'Odorico (ebd.) hat sich außerdem gezeigt, dass erst im Alter von 18 bis 20 Monaten auch drei- und mehrsilbige Wörter vermehrt auftreten.

Wie bereits bei der Interpretation der Befunde zur Grundfrequenz in Kapitel 7.1 erwähnt, wurden in der vorliegenden Arbeit weder der Zeitpunkt des Auftretens noch die phonetischen Eigenschaften der ersten bedeutungstragenden Wörter systematisch erfasst. Daher kann nicht abschließend geklärt werden, ob die beschriebene Veränderung tatsächlich mit dem kontinuierlichen Übergang zur Produktion erster Wörter in Zusammenhang steht. Das Verhalten der beiden Messgrößen Vokalisationslänge und Silbenanzahl in den Datenkorpora der einzelnen Kinder (Tabelle A3 und Tabelle A8) spricht jedoch dafür, dass es sich bei dem gefundenen Entwicklungstrend

zumindest um ein charakteristisches Entwicklungsmuster handelt. So veränderten sich die Vokalisationslänge sowie der relative Anteil ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers bei der Hälfte der Kinder in einem ähnlichen Maß wie im Gesamtkorpus der analysierten kanonischen Babblers. Dass der Effekt bei den übrigen Kindern nicht oder weniger deutlich gefunden wurde, könnte darin begründet liegen, dass bei einem Teil dieser Kinder nicht während des gesamten Untersuchungszeitraums Lautaufnahmen vorlagen. Insbesondere bei vier Kindern (AC, AF, AJ, GG) stand lediglich für die ersten Monate nach Beginn der kanonischen Babbelphase Datenmaterial zur Verfügung. Es wäre also denkbar, dass der Entwicklungstrend nicht korrekt erfasst wurde.

Eine ähnliche Interpretation zum Entwicklungsverlauf in der Babbelphase beschreibt Fagan (2009). In dieser Längsschnittstudie, in der sowohl präkanonische als auch kanonische Babblers von Englisch lernenden Kindern untersucht wurden, wurde das Verhalten der Messgrößen (Vokalisationslänge, Laut-/Silbenwiederholungen) im Entwicklungsverlauf nicht nur nach dem chronologischen Alter, sondern auch in Bezug zu verschiedenen Meilensteinen der frühen Sprech- und Sprachentwicklung (Beginn der kanonischen Babbelphase, Verstehen und der Produktion erster bedeutungstragender Wörter) ausgewertet. Deutliche Veränderungen zeigten die Kenngrößen insbesondere mit dem Beginn der kanonischen Babbelphase. So nahm die Vokalisationslänge, die während der ersten Monate nur leicht anstieg, mit Erreichen dieses Entwicklungsschritts signifikant zu. Im Verlauf der kanonischen Babbelphase verringerte sich die Vokalisationslänge wie in der vorliegenden Untersuchung kontinuierlich. Zudem erhöhte sich mit dem Beginn der kanonischen Babbelphase der Anteil an Vokalisationen, die Laut- oder Silbenwiederholungen aufwiesen, und auch die Anzahl der Wiederholungen pro Vokalisation verdoppelte sich annähernd. Im weiteren Verlauf der kanonischen Babbelphase fand sich für alle Messgrößen eine Abnahme, sodass mit Einsetzen der Wortproduktion kurze ein- und zweisilbige Vokalisationen dominierten. Die vorliegenden Befunde für Deutsch lernende Kinder stimmen somit mit denen für Kinder mit englischsprachiger Umgebung überein.

In diesem Zusammenhang sollte auch erwähnt werden, dass in etwa zeitgleich mit dem Einsetzen des kanonischen Babbelns das Auftreten rhythmischer Körperbewegungen

seinen Höhepunkt erreicht und im weiteren Entwicklungsverlauf wieder abnimmt (Cobo-Lewis et al., 1996; Ejiri, 1998; Ejiri & Masataka, 2001; Iverson, Hall, Nickel, & Wozniak, 2007; Locke, Bekken, McMinn-Larson, & Wein, 1995; Thelen, 1981). Bisläng ist nicht geklärt, welche spezifische Funktion diese rhythmischen Verhaltensweisen im Entwicklungskontext einnehmen. Einige Autoren gehen davon aus, dass die repetitiven rhythmischen Stereotypen die Grundlage für den Aufbau komplexer und koordinierter motorischer Bewegungsmuster bilden (Kent, 1984; Thelen, 1979). Ob repetitive Bewegungsmuster wesentlich zur Etablierung synaptischer Verbindungen und damit zur Verbesserung der motorischen Koordination beitragen oder ob diese vielmehr deren Resultat sind und damit Fortschritte in der motorischen Kontrolle reflektieren, ist bisher nicht geklärt (Fagan, 2009).

Darüber hinaus werden rhythmisch wiederholte Bewegungen der oberen Gliedmaßen, die bereits einige Monate vor dem Erreichen der kanonischen Babbelphase erstmals auftreten, von einigen Autoren als ‚Wegbereiter‘ für die repetitiven Bewegungen des Unterkiefers im kanonischen Babbeln betrachtet. Ausgehend von der engen Kopplung der vokalen und motorischen neurophysiologischen Systeme, die für Erwachsene bereits umfassend belegt ist, postulieren Iverson und Thelen (1999), dass die zeitliche Nähe des vermehrten Auftretens von repetitiven Körperbewegungen und repetitiven Kieferbewegungen beim kanonischen Babbeln im Entwicklungszusammenhang die beginnende Kopplung der vokalen und motorischen Systeme reflektiert. Es wird angenommen, dass die „Aktivität“ der bereits gefestigten repetitiven Körperbewegungen auf das vokale System überspringt und so möglicherweise den Weg für repetitive Bewegungen des Unterkiefers ebnet. Gestützt wird diese Annahme durch die Befunde von Ejiri und Masataka (2001). In deren Studie waren die Silbenlänge und auch die Formantübergangszeit im Monat vor Beginn der kanonischen Babbelphase signifikant kürzer, wenn die Vokalisation von anderen rhythmischen Körperbewegungen begleitet wurde. Die Autoren interpretieren dies dahingehend, dass rhythmische Bewegungen den Erwerb der für die Produktion reifer Silben notwendigen artikulo-motorischen Fähigkeiten unterstützen.

Im Unterschied zu dieser primär motorischen Perspektive interpretieren andere Autoren die rhythmischen Bewegungen beim kanonischen Babbeln aus einer eher kognitiven

Perspektive. Dabei wird das Babbeln als effektives Mittel zur spielerischen Erprobung und Übung der eigenen produktiven Fähigkeiten betrachtet (Locke et al., 1995). Fagan (2009) weist ausgehend von Piaget (1963) darauf hin, dass Exploration und Wiederholung eine wichtige Rolle für die kognitive Entwicklung spielen, da sie es dem Kind erlauben, sich neue Informationen zu beschaffen und Verbindungen zwischen Handlungen und deren Konsequenzen herzustellen. Das kanonische Babbeln wird damit im Kontext der kognitiven Entwicklung betrachtet.

Ein weiterer Aspekt, der bei Interpretation der Befunde zur Vokalisationslänge zu berücksichtigen ist, ist die pragmatische Funktion der Babblen. In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Dauer der Babblen in Abhängigkeit von deren pragmatischer Funktion variiert. So waren in der Untersuchung von Papaeliou, et al. (2002) während der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres „kommunikative“ Vokalisationen, die auf die Übertragung kommunikativer Informationen abzielten und in Interaktion mit einer anderen Person realisiert wurden, mit einer Länge von 350 ms deutlich kürzer als „emotionale“ (890 ms) bzw. „investigative“, beispielsweise bei der Erkundung von Spielzeug realisierte Vokalisationen (960 ms). Esteve-Gibert und Prieteo (2012) fanden in ihrer Längsschnittuntersuchung mit vier katalanischen Kindern außerdem unterschiedliche Entwicklungsverläufe für die Länge von Babblen mit unterschiedlichen pragmatischen Funktionen. So nahm die Länge von investigativen Vokalisationen vom siebten zum neunten Lebensmonat von im Mittel 1091 ms auf 1235 ms zu, wohingegen sich die Länge der kommunikativen Vokalisationen kaum veränderte (von 890 ms zu 940 ms). Vom neunten zum elften Lebensmonat verringerte sich bei beiden Vokalisationstypen die Länge deutlich. Investigative Vokalisationen waren nun im Mittel nur noch 881 ms und kommunikative Vokalisationen nur noch 683 ms lang. Dabei waren kommunikative Vokalisationen im Alter von neun Monaten, also zu der Zeit, zu der sich die Fähigkeit zur intentionalen Kommunikation entwickelt, signifikant kürzer als investigative Vokalisationen. Neben diesem Unterschied zwischen kommunikativen und investigativen Vokalisationen wurde außerdem ein signifikanter Einfluss der kommunikativen Intention auf die Länge der kommunikativen Vokalisationen festgestellt. Am längsten waren im Mittel die Vokalisationen, die Unzufriedenheit ausdrückten bzw. eine Aufforderung darstellten. Deutlich kürzer waren

Vokalisationen, die Zufriedenheit signalisierten oder eine Feststellung bzw. eine Antwort darstellten.

Wie bereits erwähnt steht die Veränderung der Vokalisationslänge mit der Silbenanzahl in Zusammenhang. Vihman et al. (1986) weisen darauf hin, dass auch die Silbenanzahl in Abhängigkeit vom kommunikativen Kontext variiert. Demnach werden mehrsilbige Babblers bevorzugt dann produziert, wenn das Kind alleine ist und ohne externe Einflüsse durch ein Sprachvorbild spielerisch seine produktiven Möglichkeiten erproben kann. Dagegen scheint das Kind in Interaktion bzw. im Dialog mit der Mutter insbesondere am Übergang zur Wortproduktion ein- und zweisilbige Babblers zu bevorzugen (Vihman & Miller, 1988). Dieser Entwicklungstrend reflektiert möglicherweise das zunehmende Bestreben des Kindes, dem sprachlichen Vorbild, das sich insbesondere im Fall der kindgerichteten Sprache durch kurze, einfache Wörter auszeichnet (Vihman, 1996), zu entsprechen. Dies könnte auch die in der vorliegenden Untersuchung gefundene Dominanz ein- und zweisilbiger kanonischer Babblers gegen Ende der kanonischen Babbelpphase erklären, da die Lautaufnahmen mehrheitlich in Interaktion mit der Mutter erfolgten.

7.2.2 Untersuchung zeitlicher Eigenschaften auf der Ebene von Vokalen

Für eine umfassende Charakterisierung der Vokallänge im kanonischen Babbeln wurde in der vorliegenden Untersuchung sowohl eine „vokalbasierte“ als auch eine „vokalisationsbasierte“ Auswertung vorgenommen (Kapitel 5.5.3). Im Rahmen der vokalbasierten Auswertung wurde die Vokallänge ohne vorangehende Mittelung auf Vokalisationsebene ermittelt (*absolute Vokallänge*). Im Rahmen der vokalisationsbasierten Auswertung wurde für zwei- und mehrsilbige kanonische Babblers die *mittlere Vokallänge* als arithmetisches Mittel aus den Vokallängen der einzelnen vokalischen Elemente bestimmt. Bisher liegen für beide Messgrößen keine Vergleichswerte aus anderen Studien vor. Daher können die Befunde nachfolgend nur im Kontext aktueller Erkenntnisse zur Silbenlänge diskutiert werden. Allerdings sind Vergleiche zu publizierten Befunden nur bedingt möglich, da der konsonantische Anteil bei CV-Silben in den Werten der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt wurde. In

diesem Kontext stellt sich jedoch generell die Frage, inwieweit die Angaben zu gemessenen Silbenlängen überhaupt verlässlich sind, da Silbenlängen nach den Erfahrungen der Autorin für die Mehrzahl der kanonischen Babblers aufgrund spezifischer messmethodischer Schwierigkeiten nur mit vergleichsweise relativ großer Fehlerrate analysierbar sind. So ist beispielsweise eine genaue Messung der Dauer initialer Silben, die mit einem Plosiv beginnen, sehr schwierig, da der Zeitpunkt der Verschlussbildung selbst mit signalanalytischen Verfahren kaum auszumachen ist. Des Weiteren kann bei medialen Silben mit einem initialen Plosiv nicht zwischen der Verschlussphase und vokalisationsinternen rhythmischen Pausen unterschieden werden.

Wie in Kapitel 6.2.2 ausführlich dargestellt, waren die Verteilungen der beiden Messgrößen *absolute* und *mittlere Vokallänge* sehr ähnlich. Mit einem Mittelwert von 230 ms für die *absolute Vokallänge* bzw. 228 ms für die *mittlere Vokallänge* lag die Vokallänge insgesamt etwa ein Drittel unter der für kanonische Babbelsilben berichteten Silbenlänge (Davis et al., 2000; Dolata et al., 2008; Levitt & Wang, 1991). Sowohl für die *mittlere* als auch für die *absolute Vokallänge* fand sich verglichen mit früheren Studien zur Silbenlänge ein relativ hohes Maß an Variabilität (ebd.). Dabei war dieses für die *mittlere Vokallänge* aufgrund der vorangegangenen Mittelung etwas niedriger. Für beide Messgrößen war der Variationsbereich sehr groß, wobei sich bei Betrachtung der Perzentile zeigte, dass insbesondere die oberen fünf Prozent der Verteilung sehr stark streuten. Im Verlauf der kanonischen Babbelphase blieben die Verteilungen im Gesamtkorpus der analysierten vokalischen Elemente bzw. Babblers weitestgehend konstant, wobei sich die beiden Messgrößen insgesamt in einem klar umgrenzten Wertebereich bewegten. Auch bei den einzelnen Kindern fanden sich für die beiden Messgrößen nur geringe Schwankungen im Entwicklungsverlauf. Ein Trend hin zu einer zeitlich effektiveren Realisierung aufgrund sich verbessernder sprechmotorischer Fähigkeiten, wie er in der Untersuchung von Smith und Smith (1978) bei etwas älteren Kindern festgestellt wurde, wurde demnach – zumindest gemessen an der Vokallänge – nicht gefunden.

Um das Ausmaß an zeitlicher Variabilität auf Vokalisationsebene quantifizieren zu können, wurde in der vorliegenden Untersuchung für jeden zwei- und mehrsilbigen kanonischen Babblers auf Vokalisationsebene die Standardabweichung der Länge der

einzelnen vokalischen Elemente (*Standardabweichung der Vokallänge*) als zusätzliche Kenngröße ermittelt und deren Verteilungseigenschaften untersucht. Diesbezüglich wurden keine nennenswerten systematischen Veränderungen im Entwicklungsverlauf festgestellt. Insgesamt fand sich in der vorliegenden Untersuchung ein deutlich höheres Maß an vokalisationsinterner zeitlicher Variabilität als in der Untersuchung von Dolata et al. (2008). In dieser Studie an vier Englisch lernenden Kindern betrug die Standardabweichung im Mittel lediglich 50 ms, während der Mittelwert im Gesamtkorpus der in die Analyse eingeschlossenen Babblers in der vorliegenden Untersuchung bei knapp 100 ms lag. Dies dürfte zum einen darauf zurückzuführen sein, dass der Datenkorpus bei Dolata et al. (ebd.) mit nur 72 kanonischen Babblern sehr viel kleiner war als der der vorliegenden Studie. Zum anderen wurden nur reduplizierte Babblers, bei deren konsonantischen Elementen es sich um Plosive handelte, in die Analyse eingeschlossen. Dabei wurden ausschließlich mediale Silben vermessen. Auf diese Weise wurde der Effekt der finalen Silbendehnung, die in einigen Untersuchungen zum Babbeln gefunden wurde, im Unterschied zur vorliegenden Untersuchung kontrolliert (Hallé et al., 1991; Konopczynski, 1993; Levitt & Utman, 1992; Robb & Saxman, 1990; Snow, 1994; Vihman, DePaolis, & Davis, 1998).

Eine weitere Variabilitätsquelle, die in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt wurde, ist die Betonung. Wie in Kapitel 3.2.2.1 ausführlich beschrieben, haben Untersuchungen an englischen und deutschen Kindern gezeigt, dass die Vokaldauer neben anderen akustischen Kenngrößen, wie beispielsweise der Grundfrequenz und der Intensität, bereits im Babbeln eingesetzt wird, um produktiv zwischen betonten und unbetonten Silben zu differenzieren (Davis et al., 2000; Lintfert, 2009). Dabei wiesen betonte Silben signifikant längere Vokale auf als unbetonte. Lintfert (2009) fand in ihrer Studie an Deutsch lernenden Kindern außerdem Hinweise darauf, dass sich der Einsatz von Dauerunterschieden zur Markierung von Prominenz mit zunehmendem Alter verbessert. Vor diesem Hintergrund sind die vorliegenden Befunde zur Vokallänge lediglich als vorläufige Referenzwerte zu interpretieren und es bedarf weiterer systematischer Längsschnittuntersuchungen, in denen insbesondere der Einfluss der genannten Variabilitätsquellen kontrolliert wird.

7.3 Analyse der Eigenschaften konsonantischer Elemente als Messgröße für das artikulatorische Explorationsverhalten im kanonischen Babbeln

Für die Beschreibung der konsonantischen Elemente im Babbeln finden sich in der Fachliteratur im Wesentlichen zwei verschiedene methodische Ansätze: die phonetische bzw. orthographische Transkription sowie die Kategorisierung nach Artikulationszone/-ort und Artikulationsart. Wie in der Mehrheit der Untersuchungen wurden die beiden Ansätze auch in der vorliegenden Untersuchung kombiniert. Eine Vielzahl vorhergehender Untersuchungen hat gezeigt, dass es bezüglich der im kanonischen Babbeln realisierten konsonantischen Elemente universelle Präferenzen gibt (Chen & Kent, 2010; Davis & MacNeilage, 1995; Lee et al., 2010; Locke, 1983; Robb & Bleile, 1994; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Teixeira & Davis, 2002). So dominieren bilabial oder alveolar artikulierte Plosive und Nasale deutlich gegenüber im hinteren Teil des Vokaltrakts artikulierte Konsonanten sowie Frikativen und Liquiden. Vergleichsweise häufig treten auch die glottalen Konsonanten [h] und [ʔ] sowie der bilabiale Approximant [w] und der palatale Approximant [j] auf. Allerdings werden diese nicht von allen Autoren als ‚echte‘ Konsonanten gewertet und entsprechend teilweise nicht in die Auswertung eingeschlossen. In der vorliegenden Untersuchung wurden alle supraglottal artikulierte konsonantische Elemente transkribiert und klassifiziert, also auch die Approximanten [w] und [j]. Glottal erzeugte konsonantische Elemente wurden nicht berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet der glottale Frikativ [h]. In Anlehnung an Kent und Bauer (1985) sowie Davis und MacNeilage (1995) wurde dieser als Konsonant gewertet, wenn er sowohl perzeptiv als auch visuell im Spektrogramm eindeutig als solcher identifiziert werden konnte und im Rahmen eines zwei- oder mehrsilbigen variierten Babblers auftrat. Für die Identifizierung kanonischer Babblers gemäß der in den Kapiteln 4 und 5 ausgeführten Definition war dessen Auftreten jedoch als alleiniges konsonantisches Element nicht hinreichend, da diese mindestens eine kanonische Silbe mit einem supraglottalen Konsonanten voraussetzt.

Die zuvor beschriebenen universellen Tendenzen bestätigten sich in der vorliegenden Untersuchung auch für die hier untersuchten kanonischen Babblers gesunder Deutsch lernender Kinder. Im Datenkorpus der 11418 analysierten konsonantischen Elemente

bildeten mittlere Plosive ([d], [t]) die mit Abstand häufigste Kategorie, gefolgt von vorderen Nasalen ([m]) und vorderen Approximanten ([w]). Am vierthäufigsten traten vordere Plosive ([b], [p]) auf. Bei der Auswertung nach Artikulationsart dominierten fast während des gesamten Untersuchungszeitraums Plosive, gefolgt von Nasalen und Approximanten. Die Auswertung nach Artikulationszone ergab, dass die konsonantischen Elemente während der gesamten kanonischen Babbelphase überwiegend in der vorderen und der mittleren Artikulationszone, also bilabial, alveolar oder palatal, produziert wurden. Der Anteil hinterer Konsonanten lag durchgehend bei unter 10 %.

Ähnliche Ergebnisse lieferte die Untersuchung von Chen und Kent (2010) an Mandarin lernenden Kindern im Alter von 0;7 bis 1;6. Auch hier dominierten Plosive gefolgt von Nasalen. Allerdings wurden Approximanten, die in der vorliegenden Untersuchung die dritthäufigste Kategorie bildeten, in dieser Studie nicht als eigene Kategorie erfasst. Zudem war der Anteil an Frikativen deutlich niedriger. Der relativ hohe Anteil an Frikativen in der vorliegenden Untersuchung wird weiter unten noch ausführlich diskutiert. Bezüglich des Artikulationsortes fanden sich bei Chen und Kent (ebd.) bei der Auswertung nach Altersgruppen deutliche Unterschiede hinsichtlich der relativen Häufigkeit vorderer, mittlerer und hinterer Konsonanten. Während in der Altersgruppe von 0;7 bis 1;0 labiale Konsonanten mit einem Anteil von annähernd 60 % klar überwogen, gefolgt von alveolaren Konsonanten mit einer Auftrittshäufigkeit von rund 40 %, war das Verhältnis in der Altersgruppe von 1;1 bis 1;6 nahezu umgekehrt. Des Weiteren erhöhte sich der Anteil velarer Konsonanten von 2 % auf immerhin 22 %. Dabei entsprach der Anteil labialer, alveolarer und velarer Konsonanten in der zweiten Altersgruppe dem Anteil, der in den Datenkorpora der Eltern gefunden wurde. Diese Befunde sprechen dafür, dass das Konsonantenrepertoire in der zweiten Altersgruppe im Unterschied zur ersten Altersgruppe durch Charakteristika der Muttersprache überformt ist.

In der Studie von De Boysson-Bardies und Vihman (1991) zeigten die englischen, französischen, japanischen und schwedischen Kinder bezüglich des Artikulationsortes, an dem die konsonantischen Elemente realisiert wurden, ebenfalls Präferenzen, die spezifische Merkmale der Muttersprache reflektierten. Allerdings trat dieser Effekt hier

bereits mit neun bis zehn Monaten und damit etwas früher auf. Chen und Kent (2010) begründen dies damit, dass die Altersgruppen in ihrer Untersuchung möglicherweise zu weit gefasst waren, um den Effekt bereits früher feststellen zu können. Lee et al. (2010) stellten in ihrer sprachvergleichenden Studie an Englisch und koreanisch lernenden Kindern ebenfalls Unterschiede bezüglich der Artikulationsart und des Artikulationsorts zwischen den beiden Sprachgruppen fest. Diese erreichten jedoch kein signifikantes Niveau. Die Autoren führen dies auf das hohe Ausmaß an interindividueller Variabilität zwischen den einzelnen Kindern zurück.

Ein hohes Maß an inter- und intraindividuelle Variabilität wurde bereits in einer Reihe von Untersuchungen beschrieben (Chen & Kent, 2010; Davis & MacNeilage, 1995; Locke, 1989; Roug et al., 1989; Vihman et al., 1985). Dabei wies beispielsweise Locke (1989) darauf hin, dass die Eigenschaften kindlicher Vokalisationen von Tag zu Tag variieren können. Entsprechend könnten Unterschiede zwischen Kindern mit unterschiedlichem sprachlichen Hintergrund nur dann auf den Einfluss der Muttersprache zurückgeführt werden, wenn die Unterschiede zwischen den Sprachgruppen die individuelle Variation bei einzelnen Kindern übersteigen (ebd.).

Auch in der vorliegenden Arbeit wurde ein hohes Maß an inter- und intraindividuelle Variabilität festgestellt. So variierte der Anteil der einzelnen Kategorien in der kombinierten Auswertung nach Artikulationszone und –art zwischen den Kindern deutlich. Während zwei Kinder (AS, HC) mittlere Plosive klar präferierten, traten bei den übrigen Kindern mehrere Kategorien ähnlich häufig auf. Bezüglich der Artikulationszone zeigte sich, dass ein Kind während des gesamten Untersuchungszeitraums konsonantische Elemente überwiegend in der vorderen Artikulationszone produzierte und vier Kinder hauptsächlich in der mittleren Artikulationszone. Drei der untersuchten Kinder artikulierten zunächst vorwiegend vorne, dann in der Mitte und bei zwei weiteren Kindern war das Muster umgekehrt. Die übrigen fünf Kinder folgten keinem bestimmten Entwicklungsmuster. Noch variabler und weniger systematisch waren bei den einzelnen Kindern die Entwicklungsverläufe bezüglich der Artikulationsart. Weder für die Artikulationszone noch für die Artikulationsart konnten einheitliche Entwicklungsmuster identifiziert werden (Tabelle A6 und Tabelle A7). Entsprechend reflektieren die im Gesamtkorpus aufgetretenen

Schwankungen im Entwicklungsverlauf vielmehr die jeweiligen Präferenzen der einzelnen Kinder als generelle Entwicklungsmuster.

Im Unterschied zum Gesamtkorpus der analysierten konsonantischen Elemente fand sich bei allen Kindern zumindest während einzelner Entwicklungsintervalle ein relativ hoher Anteil an Frikativen (Tabelle A7). Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass alveolar artikulierte Konsonanten, bei denen im Unterschied zum stimmhaften Plosiv [d] keine vollständige Blockierung des Luftstroms im Vokaltrakt erzielt wurde, in der vorliegenden Untersuchung als mittlere Frikative kategorisiert wurden. Häufig traten diese bei mehrsilbigen Babblern an initialer Position der medialen bzw. finalen Silben auf, wobei es sich bei den konsonantischen Elementen der vorangegangene(n) Silbe(n) um den stimmhaften alveolaren Plosiv [d] handelte. Diese Beobachtung, die hier nicht differenziert untersucht wurde, stützt die im Rahmen der Frame-Content-Theorie von Davis und MacNeilage (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993) formulierte Hypothese, dass sich innerhalb eines mehrsilbigen kanonischen Babblers eher die Artikulationsart (vertikale Achse) als der Artikulationsort (horizontale Achse) der konsonantischen Elemente ändert. Begründet wird dies damit, dass Veränderungen in der Unterkieferoszillation, die im Babbeln den artikulatorischen Rahmen für die Produktion von CV-Sequenzen bildet, zu Veränderungen der Artikulationsart führen. Für den oben beschriebenen Fall würde dies bedeuten, dass der Grad des Kieferschlusses im Verlauf des Babblers von Silbe zu Silbe bzw. Konsonant zu Konsonant abnimmt und daher der für die Realisierung eines Plosivs notwendige intraorale Druck nicht mehr gegeben ist.

Voraussetzung für den Aufbau des intraoralen Drucks ist neben der Verschlussbildung im Vokaltrakt außerdem der velopharyngeale Verschluss. Verschiedene Untersuchungen sprechen dafür, dass sich die Kontrolle über den velopharyngealen Mechanismus zwar schon während der ersten Lebensmonate kontinuierlich verbessert, jedoch erst im Verlauf der ersten Lebensjahre vollständig erworben wird (Leeper et al., 1998; Thom et al., 2006; Thompson & Hixon, 1979). Es ist daher naheliegend, dass der Wechsel von einem Plosiv zu einem am gleichen Artikulationsort realisierten Frikativ mit einer noch unreifen sprechmotorischen und velopharyngealen Kontrolle in Zusammenhang steht. Denkbar ist allerdings auch, dass es sich dabei um ein

exploratives Verhalten handelt, anhand dessen das Kind die Feinabstimmung der Artikulationsorgane und des velopharyngealen Mechanismus trainiert. Um dies klären zu können, sind jedoch weitere systematische Untersuchungen notwendig.

Ähnliches gilt für die Interpretation des Phänomens der sogenannten *Nasal-Plosive*. Diese Kategorie wurde in der vorliegenden Arbeit als zusätzliche Kategorie für die Artikulationsart eingeführt, da sich bei verschiedenen Kindern an der initialen Position der ersten Silbe stimmhafte Plosive fanden, denen ein am gleichen Artikulationsort artikulierter Nasal vorausging ([mb], [nd]). Dieses Phänomen, das bereits in anderen Arbeiten zum Babbeln beschrieben wurde (Kent & Bauer, 1985; Stoel-Gammon & Cooper, 1984), wurde von der Autorin als exploratorisches Artikulationsverhalten gewertet, das mit einer langsameren sprechmotorischen Realisierung des Plosivs bzw. einer noch unvollständigen Feinabstimmung zwischen Stimmgebung und velopharyngealem Verschluss in Zusammenhang steht. Daher wurden diese konsonantischen Elemente im Unterschied zu Kent und Bauer (1985) nicht als Konsonantencluster gewertet.

Insgesamt hat sich in der vorliegenden Untersuchung gezeigt, dass es im Rahmen universeller Tendenzen deutliche inter- und intraindividuelle Unterschiede gibt. Der Grund für ähnliche artikulatorische Phänomene wird u.a. im Rahmen der Frame-Content-Theorie hergeleitet (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993). Wie bereits weiter oben dargestellt, geht diese Theorie davon aus, dass die Realisierung konsonantischer Elemente im Babbeln im Wesentlichen auf Bewegungen des Unterkiefers zurückzuführen ist. Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, weshalb vor allem solche Konsonanten produziert werden, die motorisch einfach umsetzbar sind und für deren Artikulation eine relativ undifferenzierte Positionierung der Artikulationsorgane ausreichend ist.

McCune und Vihman (2001) führen Unterschiede zwischen verschiedenen Konsonanten bezüglich der visuellen und propriozeptiven Wahrnehmbarkeit zur Erklärung universal beobachteter Phänomene an. Diesbezüglich unterschieden sich besonders in der vorderen Artikulationszone produzierte Konsonanten von anderen. So können vordere Konsonanten visuell besonders gut wahrgenommen werden, was auf neurophysiologischer Ebene die Ausdifferenzierung motorisch-auditorischer

Verknüpfungen erleichtert. Zudem zeichnet sich die propriozeptive Wahrnehmung bei der Realisierung vorderer Konsonanten dadurch aus, dass das Feedback von der Haut der Lippen direkt in die kortikalen Areale gelangt während bei anderen Artikulationsorganen ein komplexes Feedback über Muskelfasern und das Golgi-Sehnenorgan erforderlich ist (Barlowe & Farley, 1989; Evarts, 1982). Diese Befunde lassen vermuten, dass vordere Konsonanten am Beginn der kanonischen Babbelphase deutlich überwiegen und der Anteil mittlerer und hinterer Konsonanten erst im weiteren Entwicklungsverlauf zunimmt. Im Gesamtkorpus der hier untersuchten konsonantischen Elemente fand sich tatsächlich ein solcher Trend. So wurden im ersten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase immerhin zwei Drittel der konsonantischen Elemente labial oder bilabial artikuliert. Bei Betrachtung der Datenkorpora der einzelnen Kinder zeigte sich dieser Trend jedoch nur in fünf Fällen. Trotz postulierter Universalität finden sich also dennoch individuelle Besonderheiten. Ob diese interindividuellen Besonderheiten auf genetische oder umweltbedingte Einflussfaktoren zurückzuführen sind, ist bisher völlig unbekannt. Für genetische Einflussfaktoren spricht beispielsweise, dass Kinder mit einer spezifischen Spracherwerbsstörung bereits im Babbeln über ein geringeres Konsonanteninventar verfügen als sich normal entwickelnde Kinder (Fasolo et al., 2008; Stoel-Gammon, 1989). Für umweltbedingte Einflussfaktoren sprechen dagegen die Befunde sprachvergleichender Untersuchungen. Diese weisen darauf hin, dass universelle Phänomene im kanonischen Babbeln bis zu einem gewissen Grad durch die Muttersprache modifiziert zu sein scheinen (Boysson-Bardies & Vihman, 1991; Chen & Kent, 2010).

7.4 Charakterisierung der strukturellen Eigenschaften kanonischer Babblers anhand der Konsonant-Vokal-Struktur und der Silbenanzahl

Strukturelle Eigenschaften von Babbellauten waren bereits Gegenstand verschiedener Studien (Fasolo et al., 2008; Kent & Bauer, 1985; Molemans, 2011). Aus unterschiedlichen Perspektiven wurden strukturelle Aspekte wie die Silbenanzahl, die Reduplikation von Silben sowie die Kombination von konsonantischen und vokalischen Elementen auf Silben- und Äußerungsebene untersucht. Während einige Studien ihren

Schwerpunkt auf die Kontinuität am Übergang vom Babbeln zur Wortproduktion setzten (Vihman et al., 1986; Vihman et al., 1985), legten andere ihren Fokus auf das Verhalten der strukturellen Komplexität im Entwicklungsverlauf (Fagan, 2009; Nathani et al., 2006). In diesem Kontext wurde auch der Zusammenhang zwischen der strukturellen Komplexität der Babbellaute und der Entwicklung der sprachlichen Fähigkeiten betrachtet und verschiedene frühdiagnostisch anwendbare Messgrößen wie beispielsweise das ‚mittlere Babel-Level‘ (*Mean Babbling Level, MBL*) (Stoel-Gammon, 1989) oder das ‚kanonische Babel-Verhältnis‘ (*Canonical Babbling Ratio, CBR*) (Oller et al., 1994) entwickelt.

Diese ermitteln das Verhältnis aus dem Anteil von artikulatorisch komplexeren bzw. kanonischen zu weniger komplexen Babbellauten bzw. –silben und sind damit ein Indikator für die produktiven Fähigkeiten eines Kindes. Stoel-Gammon (1989) fand Hinweise darauf, dass das mittlere Babel-Level bei sog. Late-Talkern niedriger ist als bei sich unauffällig entwickelnden Kindern. Auch die Befunde von Fasolo et al. (2008) sprechen dafür, dass die strukturellen Eigenschaften von Babbellauten eine frühdiagnostische Relevanz besitzen. So fand sich ein Zusammenhang zwischen der phonetischen und phonotaktischen Komplexität der Babblers mit 18 bis 20 Monaten und dem Umfang des produktiven Wortschatzes mit 24 Monaten. Dabei produzierten Late-Talker signifikant häufiger als sich unauffällig entwickelnde Kinder einsilbige Äußerungen der Struktur *CV*, wohingegen komplexere zwei- oder mehrsilbige Äußerungen mit mindestens zwei verschiedenen konsonantischen Elementen kaum auftraten.

Es hat sich außerdem gezeigt, dass die strukturelle Komplexität der kindlichen Vokalisationen insbesondere ab der Mitte des ersten Lebensjahres deutlich zunimmt. So ergab die Studie von Oller et al. (1994) eine signifikante Zunahme des kanonischen Babel-Verhältnisses zwischen dem 6. und dem 18. Lebensmonat. Des Weiteren erhöhte sich das mittlere Babel-Level in der Untersuchung von Stoel-Gammon (1989) zwischen dem 9. und dem 18. Lebensmonat kontinuierlich von 1,33 auf 1,65. Fagan (2009) untersuchte die strukturelle Komplexität von Babbellauten zwischen dem dritten Monat und dem Einsetzen der Wortproduktion anhand verschiedener Kenngrößen wie der Anzahl der Phone, der supraglottalen Konsonanten, der *CV*-Silben sowie der

Silbenwiederholungen pro Babblen. Wie in der vorliegenden Arbeit war die der Untersuchung zugrunde liegende Zeitskala (neben dem chronologischen Alter) auch auf den Beginn der kanonischen Babbelphase normiert. Die Mehrebenenanalyse lieferte für alle Messgrößen eine signifikante Zunahme mit dem Beginn der kanonischen Babbelphase. Ähnliche Befunde berichtet auch Molemans (2011) in ihrer umfangreichen Längsschnittstudie an holländischen Kindern. Dabei weist insbesondere Fagan (2009) darauf hin, dass diese Ergebnisse insofern zu erwarten waren, als die untersuchten Eigenschaften kanonische Babblen per Definition auszeichnen, die abrupte Zunahme und weitgehende Abkopplung vom chronologischen Alter jedoch überraschten.

Während die zuvor angeführten Untersuchungen neben kanonischen Babblern auch nicht-kanonische Babblen und teilweise erste Wörter in die Auswertung einschlossen, wurden in der vorliegenden Längsschnittstudie gezielt die strukturellen Eigenschaften von kanonischen Babblern untersucht. Generell liegen hierzu bislang kaum systematische Untersuchungen vor. Wie in Kapitel 6.4 beschrieben, wurde für kanonische Babblen im Hinblick auf die Silbenanzahl und *CV*-Struktur keine zunehmende Komplexität gefunden. Gemessen an der Silbenanzahl reduzierte sich die Komplexität der kanonischen Babblen im Entwicklungsverlauf sogar. So nahm der Anteil an mehrsilbigen kanonischen Babblern, die drei oder mehr Silben umfassten, im Verlauf der kanonischen Babbelphase um rund 20 % ab, während sich der Anteil der einsilbigen kanonischen Babblen im Gegenzug erhöhte. In Kapitel 7.2 wurde dies bereits ausführlich im Zusammenhang mit einem kontinuierlichen Übergang zur Wortproduktion diskutiert. Vor diesem Hintergrund reflektiert eine im Verlauf der kanonischen Babbelphase abnehmende Silbenanzahl pro kanonischen Babblen wohl eher einen Fortschritt als einen Rückschritt im Hinblick auf bereits erworbene Fähigkeiten.

Gemessen an der Konsonant-Vokal-Struktur blieb die strukturelle Komplexität der kanonischen Babblen im Verlauf der kanonischen Babbelphase weitestgehend unverändert. Während des gesamten Untersuchungszeitraums dominierten offene Silben mit der Struktur *CV* mit einem Anteil von um die 70 % deutlich. Eine leichte Veränderung fand sich bezüglich des Anteils vokalischer bzw. geschlossener Silben des

Typs *CVC*, die die zweit- und dritthäufigste Kategorie bildeten. So verringerte sich der Anteil der rein vokalischen Silben von rund 24 % im ersten und zweiten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase auf unter 20 % in den Folgemonaten, wohingegen sich der Anteil geschlossener *CVC*-Silben zwar leicht erhöhte, insgesamt aber recht niedrig blieb. Konsonantencluster traten generell nur sehr vereinzelt und nicht systematisch auf und können daher als zufällig betrachtet werden. Eine Zunahme wurde nicht festgestellt. Die Verteilung der verschiedenen Strukturtypen fand sich mit vergleichsweise geringen interindividuellen Abweichungen so auch in den Datenkorpora der einzelnen Kinder. Weder bei Kind AH, bei dem im fünften Monat eine transitorische Mittelohrentzündung vorlag, noch bei Kind AT, bei dem es sich mit einem Gestationsalter von 35 vSSW um ein Frühgeborenes handelte, fanden sich Auffälligkeiten. Lediglich bei Kind HH lag der Anteil von *CV*-Silben mit unter 60 % deutlich niedriger zugunsten eines höheren Anteils an rein vokalischen Silben. Innerhalb des hier untersuchten Zeitraums fanden sich weder kognitive, noch physische oder umweltbedingte Einflussfaktoren, die als Begründung für diesen Befund in Betracht kommen.

Um ausgehend von der Silbenstruktur Aufschluss über die Vokalisationsstruktur zu erhalten, wurde für die zwei- und mehrsilbigen Babblers zunächst ausgewertet, an welcher Position innerhalb der Vokalisation (initial, medial, final) die verschiedenen Silbenstrukturtypen bevorzugt produziert werden. Die Auswertung ergab, dass geschlossene *CVC*-Silben überwiegend die finale Position einnehmen, während vokalische Silben hauptsächlich die initiale Position belegen. Bei den zweisilbigen Babblern war die initiale Position trotz der Dominanz von *CV*-Silben im Gesamtkorpus ebenso häufig durch *V*-Silben wie durch *CV*-Silben belegt, bei den mehrsilbigen Babblern überwogen *V*-Silben sogar um rund 10 %. Daraus ergaben sich für die Vokalisationsstruktur zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers zwei charakteristische Strukturtypen: (a) eine vokalische Silbe gefolgt von einer bzw. mehreren *CV*-Silben oder (b) ausschließlich *CV*-Silben. Die Auswertung differenziert nach Silbenanzahl zeigte, dass diese zwei Strukturtypen durchweg die beiden häufigsten Kategorien darstellten. Dies hat sich auch in den Datenkorpora der einzelnen Kinder bestätigt.

Diese Befunde stimmen weitestgehend mit Berichten anderer Autoren überein. In der Fachliteratur finden sich ebenfalls Beschreibungen von kanonischen Babblern, die mit einer vokalischen Silbe beginnen. Bei Oller (1980) und Roug et al. (1989) tauchen solche kanonischen Babblers jedoch nur im Kontext der Kategorie der *nicht-reduplizierten Babblers* auf. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur ein nicht-redupliziertes konsonantisches Element aufweisen (z. B. [aba]). An anderer Stelle werden dagegen auch mehrsilbige reduplizierte bzw. variierte Babblers mit einer vokalischen Silben an der initialen Position beschrieben (Kent & Bauer, 1985; Nathani et al., 2007). Nathani et al. (2007) ordnen diese, da sie mehr als einen Silbenstrukturtyp aufweisen, sogar in die Kategorie der fortgeschrittenen Vokalisationsformen ein. Nach dem Modell von Nathani et al. (ebd.) treten diese in der Regel erst zwischen dem 9. und dem 18. Lebensmonat auf und damit etwas später als „basale“ kanonische Formen, die zwischen dem 5. und 10. Lebensmonat überwiegen. Dieser Entwicklungstrend hat sich im vorliegenden Datenkorpus nicht bestätigt. Vielmehr ergab die Auswertung, die exemplarisch für die zwei- und dreisilbigen kanonischen Babblers durchgeführt wurde, dass Babblers mit einer vokalischen Silbe an initialer Position gefolgt von einer bzw. mehreren CV-Silben insbesondere zu Beginn der kanonischen Babbelphase gehäuft auftreten.

Einen möglichen Erklärungsansatz für die strukturelle Organisation kanonischer Babblers auf Silben- und Vokalisationsebene liefert auch hier wiederum die *Frame-Content-Theorie* von Davis und MacNeilage (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993). Der für die CV-Struktur kanonischer Babbelsilben bzw. -laute charakteristische Wechsel zwischen konsonantischen und vokalischen Elementen wird hier in erster Linie auf rhythmisch wechselnde Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers zurückgeführt. Dabei bildet die Unterkieferoszillation den artikulatorischen Rahmen („Frame“) für den rhythmischen Wechsel von Konsonanten während der Verschlussphase und Vokalen während der Öffnungsphase. Andere Artikulatoren wie Zunge, Lippen und weicher Gaumen bleiben dabei weitestgehend passiv. Gestützt wird diese Annahme durch Studien, die mittels videobasierter Verfahren die Beteiligung verschiedener Artikulationsorgane bei der Lautproduktion untersucht haben (Green, Moore, Higashikawa, & Steeve, 2000). Diese motorische Konfiguration erfordert noch keine phonspezifische neuromuskuläre Kontrolle. Es wird

davon ausgegangen, dass diese erst erlangt wird, wenn die anderen Artikulatoren unabhängig vom Unterkiefer bewegt werden können, und dass dann auch der artikulatorische Rahmen mit phonspezifischem Inhalt („Content“) gefüllt wird (Davis & MacNeilage, 1995). Entsprechend wird angenommen, dass Silben während der kanonischen Babbelphase sowie der frühen Phase der Wortproduktion noch ganzheitlich im Gehirn repräsentiert und bezüglich ihrer strukturellen Eigenschaften durch die Koartikulation begrenzt sind (Oller, 2000).

Folgt man diesem biomechanischen Erklärungsansatz, so reflektieren die beiden in der vorliegenden Arbeit gefunden charakteristischen Strukturtypen unterschiedliche Ausgangspositionen des Unterkiefers am Beginn des Artikulationsprozesses. Während bei solchen Babblern, die an initialer Position eine vokalische Silbe aufweisen, der Unterkiefer zunächst geöffnet ist, ist er bei Babblern, die mit einer *CV*-Silbe beginnen, geschlossen. Die höhere Auftretshäufigkeit von kanonischen Babblern mit einer vokalischen Silbe an initialer Position am Beginn der kanonischen Babbelphase könnte darin begründet liegen, dass dem Kind die Realisierung vokalischer Silben insofern leicht fällt, als Vokale bereits während der früheren vorsprachlichen Erwerbsphasen intensiv trainiert wurden. Entsprechend ist die neurophysiologische Steuerung der Artikulationsorgane zur Realisierung von Vokalen bereits besser etabliert, sodass dem Kind der Einstieg in den komplexen Artikulationsprozess mit einem vokalischem Element an initialer Position besser gelingt. Um feststellen zu können, ob es sich bei dem hier gefundenen Trend tatsächlich um ein charakteristisches Entwicklungsmuster handelt, sind jedoch weiterführende Untersuchungen mit größeren Stichproben notwendig. Von hoher Relevanz sind in diesem Zusammenhang sprachvergleichende Untersuchungen. Erste Befunde weisen darauf hin, dass die Konsonant-Vokal-Struktur bereits im Babbeln durch die Muttersprache überformt ist. So stellte de Boysson-Bardies (1993) in ihrer Untersuchung mit 10 bis 12 Monate alten englischen, französischen, yorubischen und schwedischen Kindern fest, dass die Babblern der yorubischen Kinder deutlich häufiger die in der Muttersprache dominierende Struktur *VCV* aufwiesen. Dies ist ein Argument für den Einfluss externer Faktoren auf die Eigenschaften kanonischer Babblern.

7.5 Zusammenfassende Überlegungen für weiterführende Untersuchungen auf dem Weg zur Identifizierung von Risikomarkern für Sprech- und Spracherwerbsstörungen

Die Vielzahl der in den letzten zehn Jahren gewonnenen Einsichten zu perzeptiven und produktiven sprachrelevanten Leistungen junger Säuglinge ist ein starkes Argument dafür, den Fokus der sprachheilpädagogischen Forschung stärker als bisher auf vorbereitende Phasen für den Spracherwerb im engeren Sinne zu legen. Die Befunde erster wegweisender Untersuchungen liefern bereits Hinweise darauf, dass sich Schwierigkeiten im weiteren Sprech- und Spracherwerb teilweise schon in der vorsprachlichen Entwicklungsphase andeuten (D'Odorico et al., 2011; Fasolo et al., 2008; Oller et al., 1998, 1999; Stark et al., 1988; Stoel-Gammon, 1989; Wermke et al., 2007).

Der hier untersuchte Vokalisationstyp, das kanonische Babbeln, ist in diesem Kontext sowohl aus Perspektive der Spracherwerbsforschung als auch aus Perspektive der Sprachheilpädagogik aus verschiedenen Gründen besonders interessant. So zeichnet sich das kanonische Babbeln, das im Rahmen der ungestörten Entwicklung erstmals zwischen dem 5. und 10. Lebensmonat auftritt, dadurch aus, dass der Säugling nun in der Lage ist, entsprechend der temporalen und spektralen Eigenschaften der Erwachsenensprache phonetisch wohlgeformte Silben zu produzieren (Oller, 2000). Damit reflektiert das kanonische Babbeln einen wesentlichen Fortschritt bezüglich der für die Produktion von Lautsprache grundlegenden Feinabstimmung von Respiration, Phonation und Artikulation. Des Weiteren sind sich kanonische Babblen und erste Wörter insbesondere bezüglich der verwendeten Phone und der Silbenstruktur sehr ähnlich (Elbers & Ton, 1985; Kent & Bauer, 1985; Locke, 1989; Majorano & D'Odorico, 2011; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Vihman et al., 1986; Vihman et al., 1985).

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit ermittelten vorläufigen Referenzwerte für typische quantitative und qualitative Eigenschaften kanonischer Babblen könnten die Grundlage für nachfolgende prospektive und/oder retrospektive Untersuchungen bei Risikokindern für Sprech- und Spracherwerbsstörungen liefern. Auch wenn die relativ kleine Stichprobe und die vorrangig deskriptive explorative Analyse die Aussagekraft

der vorliegenden Untersuchung limitieren, stellen sie erstmalig objektive Variationsbereiche für die untersuchten Kenngrößen bei kanonischen Babblern von Deutsch lernenden Kindern bereit, wie sie in vergleichender Form auch für andere Sprachen bislang nicht vorliegen.

Ein wichtiger Aspekt, den es in weiterführenden Studien differenzierter zu untersuchen gilt, sind mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede, denn es hat sich gezeigt, dass Mädchen gegenüber Jungen beim frühen Spracherwerb über einen Vorteil verfügen und zudem seltener von einer spezifischen Sprachentwicklungsstörung betroffen sind (Eriksson et al., 2012; Thompson & Polnay, 2002). Zudem deuten die Befunde erster endokrinologischer Studien darauf hin, dass die Konzentration der Geschlechtshormone in den ersten Lebensmonaten („Minipubertät“) eine Bedeutung für die Entwicklung sprachlicher Fähigkeiten haben könnte (Borysiak, Hesse, Hain, Wermke, & Wermke, in preparation; Wermke, Hain, Oehler, Wermke, & Hesse, 2014). Eine Verknüpfung solcher endokrinologischer Studien mit hirnhysiologischen bildgebenden Verfahren und den hier aufgezeigten Methoden der objektiven Lautanalyse scheinen ein geeignetes Konzept für zukünftige Studien zu sein, um besser zu verstehen, auf welche Weise der Übergang von kanonischen Babblern zu ersten Wörtern erfolgt und wodurch interindividuelle Unterschiede erklärbar sein könnten. Auch der Einfluss von externen Faktoren, wie ein potentiell förderlicher Effekt mehrsprachlicher Umgebungseinflüsse in sprachvorbereitenden Entwicklungsphasen, könnte zusätzliche Erkenntnisse hinsichtlich der Identifikation universaler Produktionsphänomene und diagnostisch relevanter invarianter akustischer Eigenschaften liefern.

8 Zusammenfassung

Der Spracherwerb beginnt lange vor der Produktion der ersten bedeutungstragenden Wörter. Dies hat die Forschung der letzten Jahrzehnte eindrucksvoll gezeigt. Sowohl die perzeptiven als auch die produktiven Fähigkeiten des Säuglings differenzieren sich bereits während der ersten Lebensmonate sehr rasch aus. In der Fachliteratur besteht Einigkeit darüber, dass die vorsprachliche *produktive* Entwicklung in einer geordneten und zeitlich relativ klar definierten Abfolge von als universal postulierten Entwicklungsstufen verläuft (Koopmans-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 1980, 2000; Roug et al., 1989; Stark, 1980). Allerdings liegen bisher vergleichsweise wenige Erkenntnisse zu den akustischen und phonetischen Eigenschaften der für die einzelnen Entwicklungsstufen charakteristischen Vokalisationstypen vor.

Hier setzt die vorliegende Arbeit an. Untersucht wurde ein Vokalisationstyp, der als Meilenstein der vorsprachlichen Erwerbsphase gilt: das kanonische Babbeln. Das kanonische Babbeln tritt bei sich normal entwickelnden Kindern erstmals zwischen dem 5. und 10. Lebensmonat auf und zeichnet sich dadurch aus, dass es entsprechend der temporalen und spektralen Eigenschaften der Erwachsenensprache phonetisch wohlgeformte Silben aufweist (Oller, 2000). Darüber hinaus findet sich bezüglich der phonetischen Eigenschaften von kanonischen Babblern und ersten bedeutungstragenden Wörtern ein hohes Maß an Kontinuität (Elbers & Ton, 1985; Kent & Bauer, 1985; Locke, 1989; Majorano & D'Odorico, 2011; Stoel-Gammon & Cooper, 1984; Vihman et al., 1986; Vihman et al., 1985). Vor diesem Hintergrund ist es naheliegend, dass sich Schwierigkeiten im weiteren Sprech- und Spracherwerb schon im kanonischen Babbeln andeuten. Erste Untersuchungen liefern bereits Hinweise darauf, dass dies tatsächlich der Fall ist (D'Odorico et al., 2011; Fasolo et al., 2008; Oller et al., 1998, 1999; Stoel-Gammon, 1989).

Zielstellung der vorliegenden explorativen Längsschnittstudie war es, die Eigenschaften von kanonischen Babblern von sich normal entwickelnden Kindern mit deutscher Umgebungssprache erstmalig quantitativ zu charakterisieren. Hierfür wurden von 15 gesunden deutschen Kindern (sieben Jungen und acht Mädchen) aus dem Raum

Würzburg vom vierten Monat bis zum Ende des ersten Lebensjahres im Rhythmus von zwei bis vier Wochen digitale Lautaufnahmen angefertigt. Die Lautaufnahmen erfolgten in der natürlichen häuslichen Umgebung, wobei die Kinder entweder alleine oder mit einem Elternteil und/oder der Untersucherin spielten. Insgesamt wurden so über 22000 nicht-vegetative kindliche Vokalisationen aufgezeichnet. Davon wurden basierend auf einer mittels signalanalytischer Verfahren verifizierbaren Definition 4992 kanonische Babblers für die spezifische Datenanalyse ausgewählt. Alle Analyseschritte wurden im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg (ZVES; Leitung: Prof. Dr. K. Wermke) durchgeführt.

Die spezifische Datenanalyse der kanonischen Babblers erfolgte mit der Open-Source-Signalanalysesoftware *PRAAT*, Version 5.3.02 (Boersma & Weenink, 2011). Hierfür wurde von der Autorin eine speziell auf die Zielstellung der vorliegenden Arbeit zugeschnittene Auswerterroutine erstellt, anhand derer verschiedene quantitative und qualitative Messgrößen zur Beschreibung des laryngealen und supralaryngealen Explorationsverhaltens im kanonischen Babbeln erfasst wurden. Diese Auswerterroutine umfasste mehrere Teilschritte. Im ersten Teilschritt, der Annotation/Transkription, wurden anhand einer eigens entwickelten Oberfläche („Textgrid“), mittels Cursorsetzung die Vokalisations-, Silben- und Segmentgrenzen festgelegt, die strukturellen Merkmale Silbenanzahl und Konsonant-Vokalstruktur annotiert sowie die konsonantischen und vokalischen Elemente orthografisch transkribiert. Für die weitere Auswertung wurden die konsonantischen Elemente nach Artikulationsort und –art kategorisiert, da diese Einteilung weniger anfällig für Klassifikationsfehler ist. Den zweiten Teilschritt bildete die akustische Analyse. Unter Verwendung eines Skripts, das von der Autorin der Arbeit erstellt wurde, wurden verschiedene akustische Kenngrößen automatisch berechnet. Grundlage hierfür bildeten die im Zuge der Annotation/Transkription festgelegten Vokalisations- und Segmentgrenzen. Berechnet wurden die zeitlichen Eigenschaften Vokalisationslänge und absolute und mittlere Vokallänge sowie die Grundfrequenzeigenschaften mittlere F_0 (geometrischer Mittelwert der F_0) und F_0 -Range (Differenz aus F_0 -Maximum und F_0 -Minimum). Letztere wurden anhand der Grundfrequenzwerte der vokalischen Elemente berechnet.

Anschließend wurden die Ergebnisse statistisch ausgewertet. Da in der vorliegenden Längsschnittstudie erstmals die Eigenschaften kanonischer Babblers monolingual deutscher Kinder systematisch untersucht wurden, erfolgte die Auswertung mit der Zielstellung, den *normalen* Variationsbereich der Messgrößen zu bestimmen. Es wurden daher deskriptive statistische Verfahren angewandt. So wurden für die quantitativen Messgrößen der Grundfrequenz und der Dauer die Verteilungseigenschaften im Gesamtkorpus der untersuchten kanonischen Babblers sowie in den Datenkorpora der einzelnen Kinder ermittelt. Die qualitativen Messgrößen Silbenanzahl, Konsonant-Vokalstruktur und Artikulationszone bzw. –art der konsonantischen Elemente wurden anhand der absoluten und relativen Häufigkeiten der jeweiligen Kategorien im Gesamtkorpus sowie in den Datenkorpora der einzelnen Kinder ausgewertet. Des Weiteren wurde das Verhalten der untersuchten Kenngrößen im Entwicklungsverlauf untersucht. Hierfür wurde ein innovativer Ansatz gewählt; statt anhand des chronologischen Alters erfolgte die längsschnittliche Auswertung anhand des „kanonischen Babbelalters“, das ausgehend vom Alter bei Beginn der kanonischen Babbelphase bestimmt wurde.

Die Untersuchung der Grundfrequenzeigenschaften ergab für die beiden Messgrößen mittlere F_0 und F_0 Range einen sehr großen Variationsbereich. Allerdings zeigte sich auch, dass sich die Messgrößen für die Mehrheit der analysierten kanonischen Babblers in einem klar umgrenzten Wertebereich bewegten. Bezüglich der mittleren F_0 fand sich eine kontinuierliche Zunahme bis zum vierten Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase und eine anschließende Abnahme. Dabei basierte die anfängliche Zunahme auf einem deutlich variableren Einsatz der Grundfrequenz in der Mitte der kanonischen Babbelphase. Die Befunde zum F_0 -Range ergaben gemessen an der Standardabweichung ebenfalls eine höhere Variabilität zwischen dem zweiten und fünften Monat nach Beginn der kanonischen Babbelphase. Die Variabilitätserhöhung in der Mitte des Untersuchungszeitraums spricht dafür, dass das Kind im kanonischen Babbeln die Wirkung der laryngealen Anregungsgrößen und deren Interaktion mit supralaryngealen Resonanzeigenschaften austestet und so deren Feinabstimmung trainiert. Der deutlich engere Variabilitätsbereich am Ende des Untersuchungszeitraums steht möglicherweise mit der einsetzenden Wortproduktion in Zusammenhang.

Die Auswertung der Vokalisationslänge ergab, dass diese im Verlauf des Untersuchungszeitraums kontinuierlich abnahm. Gleichzeitig verringerte sich in einem ähnlichen Maß der Anteil an mehrsilbigen kanonischen Babblern, während sich der Anteil an einsilbigen kanonischen Babblern deutlich erhöhte und der Anteil an zweisilbigen Babblern als zweithäufigste Kategorie konstant blieb. Die Korrelationsanalyse ergab einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen den beiden Messgrößen. Vihman et al. (Vihman et al., 1985) stellten in ihrer Längsschnittstudie an neun englischen Kindern im Alter von 9 bis 16 Monate fest, dass der Anteil ein-, zwei- und mehrsilbiger Äußerungen im Babbel- und Wortrepertoire der einzelnen Kinder im Entwicklungsverlauf stets sehr ähnlich war. Demnach findet sich bezüglich der Silbenanzahl zwischen dem Babbeln und den ersten Wörtern ein hohes Maß an Kontinuität. Des Weiteren haben verschiedene Untersuchungen gezeigt, dass die ersten Wörter in der Regel eine oder zwei Silben umfassen (Fagan, 2009; Majorano & D'Odorico, 2011; Winitz & Irwin, 1958). Vor diesem Hintergrund wurde der beschriebene Entwicklungstrend als Hinweis auf den Übergang zur Wortproduktion interpretiert.

Im Unterschied zur Vokalisationslänge wurden für die Vokallänge als Messgröße für die vokalisationsinterne zeitliche Organisation keine systematischen Veränderungen im Entwicklungsverlauf festgestellt. Insgesamt fand sich in der vorliegenden Längsschnittstudie ein deutlich höheres Maß an Variabilität als es in früheren Studien zur Silben- bzw. Vokallänge beschrieben wurde (Davis et al., 2000; Dolata et al., 2008; Levitt & Wang, 1991). Dies dürfte im Wesentlichen darauf zurückzuführen sein, dass Variabilitätsquellen wie beispielsweise der Effekt der finalen Silbendehnung oder die Betonung hier nicht kontrolliert wurden. In nachfolgenden Untersuchungen sollten diese berücksichtigt werden.

Die Auswertung der qualitativen Kenngrößen bestätigte weitestgehend die in früheren Untersuchungen beschriebenen universellen Tendenzen. So wiesen die kanonischen Babbelsilben überwiegend die Struktur *CV* auf. Vergleichsweise häufig fanden sich auch vokalische Silben. Finale Konsonanten sowie Konsonantencluster traten nur vereinzelt auf. Auf Vokalisationsebene ergaben sich daraus zwei charakteristische Strukturtypen, die klar dominierten: ausschließlich *CV*-Silben bzw. eine vokalische

Silbe an initialer Position gefolgt von *CV*-Silben. Einen Erklärungsansatz für die strukturelle Organisation kanonischer Babblers auf Silben- und Vokalisationsebene liefert die *Frame-Content-Theorie* von Davis und MacNeilage (Davis & MacNeilage, 1990, 1994, 1995; MacNeilage & Davis, 1993), die den für die *CV*-Struktur kanonischer Babbelsilben bzw. -vokalisationen charakteristischen Wechsel zwischen konsonantischen und vokalischen Elementen auf rhythmisch wechselnde Öffnungs- und Schließbewegungen des Unterkiefers zurückführt. Darüber hinaus werden auch die universellen Tendenzen bezüglich der im Babbeln typischerweise auftretenden Konsonanten mit der Unterkieferbewegung in Zusammenhang gebracht, denn die Realisierung vorderer und mittlerer Plosive, Nasale und Approximanten erfordert nur eine relativ geringe aktive Beteiligung anderer Artikulatoren wie beispielsweise der Zunge oder der Lippen. Auch im vorliegenden Datenkorpus handelte es sich bei den konsonantischen Elementen überwiegend um vordere und mittlere Plosive, Nasale und Approximanten. Innerhalb dieser universellen Tendenzen fand sich jedoch ein hohes Maß an inter- und intraindividuelle Variabilität. Ob diese individuellen Besonderheiten auf genetische oder umweltbedingte Einflussfaktoren zurückzuführen sind, ist bislang völlig unbekannt und muss in nachfolgenden vertiefenden Studien differenziert untersucht werden.

Die vorliegende Untersuchung stellt erstmalig objektive Variationsbereiche für typische quantitative und qualitative Eigenschaften von kanonischer Babbler von Deutsch lernenden Kindern bereit. Die ermittelten vorläufigen Referenzwerte könnten die Grundlage für nachfolgende prospektive und/oder retrospektive Untersuchungen bei Risikokindern für Sprech- und Spracherwerbsstörungen liefern und so zur Identifizierung valider frühdiagnostischer Risikomarker beitragen. Vor dem Hintergrund, dass Mädchen deutlich seltener von (spezifischen) Spracherwerbsstörungen betroffen sind, gilt es in diesem Zusammenhang insbesondere Geschlechtsunterschiede zu berücksichtigen (Eriksson et al., 2012; Thompson & Polnay, 2002). Ein geeignetes Konzept könnte hierbei die Verknüpfung endokrinologischer Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren zur Hirnaktivität und den hier aufgezeigten Methoden der objektiven Lautanalyse sein, denn erste Befunde deuten darauf hin, dass die Konzentration der Geschlechtshormone in den ersten

Lebensmonaten („Minipubertät“) eine Bedeutung für die Entwicklung sprachlicher Fähigkeiten haben könnte (Borysiak et al., in preparation; Wermke et al., 2014).

Literatur

- Al-Qahtani, N. H. (2005). Foetal response to music and voice. *Australian & New Zealand Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 45(5), 414–417.
- Amano, S., Nakatani, T., & Kondo, T. (2006). Fundamental frequency of infants' and parents' utterances in longitudinal recordings. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119(3), 1636–1647.
- Barlowe, S. M., & Farley, W. H. (1989). Neurophysiology of speech. In D. P. Kuehn, M. L. Lemme, & J. M. Baumgartner (Hrsg.), *Neural bases of speech, hearing, and language* (1st ed., S. 146–200). Boston: Little, Brown.
- Barnea-Goraly, N., Menon, V., Eckert, M., Tamm, L., Bammer, R., Karchemskiy, A., Reiss, A. L. (2005). White matter development during childhood and adolescence: A cross-sectional diffusion tensor imaging study. *Cerebral Cortex*, 15(12), 1848–1854.
- Best, C., McRoberts, G. W., & Sithole, N. M. (1988). Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(3), 345–360.
- Boë, L.-J., Contini, M., & Rakotofiringa, H. (1975). Étude statistique de la fréquence laryngienne. *Phonetica*, 32, 1–23.
- Boë, L.-J., Heim, J.-L., Honda, K., Maeda, S., Badin, P., & Abry, C. (2007). The vocal tract of newborn humans and Neanderthals: Acoustic capabilities and consequences for the debate on the origin of language. A reply to Lieberman (2007). *Journal of Phonetics*, 35, 564–581.
- Boersma, P. (1993). Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound. *Proceedings of the Institute of Phonetic Sciences University of Amsterdam*, 17, 97–110.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2011). Praat. Doing phonetics by computer, from <http://www.praat.org/>.
- Boliek, C. A., Hixon, T. J., Watson, P. J., & Morgan, W. J. (1996). Vocalization and breathing during the first year of life. *Journal of Voice*, 10(1), 1–22.
- Boliek, C. A., Hixon, T. J., Watson, P. J., & Morgan, W. J. (1997). Vocalization and breathing during the second and third years of life. *Journal of Voice*, 11(4), 373–390.

- Borysiak, A., Hesse, V., Hain, J., Wermke, P., & Wermke, K. (in preparation). Baby babbling at five months linked to sex hormone levels in early in infancy.
- Bosma, J. F. (1975). Anatomic and physiologic development of the speech apparatus. In D. B. Tower (Hrsg.), *The nervous system. Human communication and its disorders, Vol. 3* (S. 469–481). New York : Raven Press.
- Bosma, J. F., Truby, H. M., & Lind, J. A. (1965). Cry motions of the newborn infant. *Acta Paediatrica, 54*, 60–92.
- Boysson-Bardies, B. d. (1993). Ontogeny of language-specific syllabic productions. In B. d. Boysson-Bardies (Hrsg.), *Developmental neurocognition. Speech and face processing in the first year of life* (S. 353–363). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Boysson-Bardies, B. d. (1999). *How language comes to children: From birth to two years. A Bradford book*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Boysson-Bardies, B. d., Bacri, N., Sagart, L., & Poizat, M. (1981). Timing in late babbling. *Journal of Child Language, 8*(3), 525–539.
- Boysson-Bardies, B. d., Hallé, P. A., Sagart, L., & Durand, C. (1989). A crosslinguistic investigation of vowel formants in babbling. *Journal of Child Language, 16*(1), 1–17.
- Boysson-Bardies, B. d., Sagart, L., & Bacri, N. (1981). Phonetic analysis of late babbling: A case study of a French child. *Journal of Child Language, 8*(3), 511–524.
- Boysson-Bardies, B. d., & Vihman, M. M. (1991). Adaption to language: Evidence from babbling and early words in four languages. *Language, 61*, 297–319.
- Buder, E. H., Chorna, L. B., Oller, D. K., & Robinson, R. B. (2008). Vibratory regime classification of infant phonation. *Journal of Voice, 22*(5), 553–564.
- Buder, E. H., Warlaumont, A. S., & Oller, D. K. (2013). An acoustic phonetic catalog of prespeech vocalizations from a developmental perspective. In B. Peter & A. A. N. MacLeod (Hrsg.), *Languages and linguistics. Comprehensive perspectives on speech sound development and disorders. Pathways from linguistic theory to clinical practice* (S. 103–134). New York: Nova Science Publishers.
- Byers Heinlein, K., Burns, T. C., & Werker, J. F. (2010). The roots of bilingualism in newborns. *Psychological Science, 21*(3), 343–348.
- Callan, D. E., Kent, R. D., Guenther, F. H., & Vorperian, H. K. (2000). An auditory-feedback-based neural network model of speech production that is robust to developmental changes in the size and shape of the articulatory system. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 43*(3), 721–736.

- Carral, V., Huotilainen, M., Ruusuvirta, T., Fellman, V., Näätänen, R., & Escera, C. (2005). A kind of auditory 'primitive intelligence' already present at birth. *European Journal of Neuroscience*, *21*(11), 3201–3204.
- Chapman, K. L., Hardin-Jones, M., Schulte, J., & Halter, K. A. (2001). Vocal development of 9-month-old babies with cleft palate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(6), 1268–1283.
- Chen, L. M., & Kent, R. D. (2005). Consonant-vowel co-occurrence patterns in Mandarin-learning infants. *Journal of Child Language*, *32*(3), 507–534.
- Chen, L. M., & Kent, R. D. (2010). Segmental production in Mandarin-learning infants. *Journal of Child Language*, *37*(2), 341–371.
- Cheour-Luhtanen, M., Alho, K., Sainio, K., Rinne, T., & Reinikainen, K. (1996). The ontogenetically earliest discriminative response of the human brain. *Psychophysiology*, *33*(4), 478–481.
- Christophe, A., Dupoux, E., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1994). Do infants perceive word boundaries? An empirical study of the bootstrapping of lexical acquisition. *Journal of the Acoustical Society of America*, *95*(3), 1570–1580.
- Christophe, A., Mehler, J., & Sebastián-Gallés, N. (2001). Perception of prosodic boundary correlates by newborn infants. *Infancy*, *2*(3), 385–394.
- Christophe, A., Nespors, M., Guasti, M. T., & van Ooyen, B. (2003). Prosodic structure and syntactic acquisition: The case of the head-direction parameter. *Developmental Science*, *6*(2), 211–220.
- Clement, C. J. (2004). *Development of vocalizations in deaf and normally hearing infants*. Utrecht: LOT.
- Cobo-Lewis, A. B., Oller, D. K., Lynch, M. P., & Levine, S. L. (1996). Relations of motor and vocal milestones in typically developing infants and infants with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, *100*(5), 456–467.
- Cohen, S. R., Perelman, N., Mahnovski, V., Nimni, M. E., & Cheung, D. T. (1993). Whole organ evaluation of collagen in the developing human larynx and adjoining anatomic structures (hyoid and trachea). *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, *102*(9), 655–659.
- Colin, A. A., Wohl, M. E., Mead, J., Ratjen, F. A., Glass, G., & Stark, A. R. (1989). Transition from dynamically maintained to relaxed end-expiratory volume in human infants. *Journal of Applied Physiology*, *67*(5), 2107–2111.
- Crelin, E. S. (1973). *Functional anatomy of the newborn*. New Haven: Yale University Press.

- Cruttenden, A. (1970). A phonetic study of babbling. *British Journal of Disorders of Communication*, 5(2), 110–117.
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (1990). Acquisition of correct vowel production: A quantitative case study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33(1), 16–27.
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (1994). Organization of babbling: A case study. *Language and Speech*, 37(4), 341–355.
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (1995). The articulatory basis of babbling. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38(6), 1199–1211.
- Davis, B. L., MacNeilage, P. F., & Matyear, C. L. (2002). Acquisition of serial complexity in speech production: A comparison of phonetic and phonological approaches to first word production. *Phonetica*, 59(2-3), 75–107.
- Davis, B. L., MacNeilage, P. F., Matyear, C. L., & Powell, J. K. (2000). Prosodic correlates of stress in babbling: An acoustical study. *Child Development*, 71(5), 1258–1270.
- Decasper, A. J., & Spence, M. J. (1986). Prenatal maternal speech influences newborns' perception of speech sounds. *Infant Behavior & Development*, 9(2), 133–150.
- Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (1994). Speed and cerebral correlates of syllable discrimination in infants. *Nature*, 370(6487), 292–295.
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., Dubois, J., Mériaux, S., Roche, A., Sigman, M., & Dehaene, S. (2006). Functional organization of perisylvian activation during presentation of sentences in preverbal infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(38), 14240–14245.
- Dehaene-Lambertz, G., & Houston, D. M. (1997). Faster orientation latencies toward native language in two-month-old infants. *Language and Speech*, 41(1), 21–43.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., & Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and Language*, 114(2), 53–65.
- Delack, J. B. (1976). Aspects of infant speech development in the first year of life. *Canadian Journal of Linguistics*, 21(1), 17–37.
- Delack, J. B., & Fowlow, P. J. (1978). The ontogenesis of differential vocalization: Development of prosodic contrastivity during the first year of life. In N. Waterson & C. Snow (Hrsg.), *The development of communication* (S. 93–110). New York: John Wiley.

- Denny, M., & McGowan, R. S. (2012). Implications of peripheral muscular and anatomical development for the acquisition of lingual control for speech production: a review. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 64(3), 105–115.
- Deoni, S. C. L., Mercure, E., Blasi, A., Gasston, D., Thomson, A., Johnson, M. H., ... Murphy, D. G. M. (2011). Mapping infant brain myelination with magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 31(2), 784–791.
- D'Odorico, L., Majorano, M., Fasolo, M., Salerni, N., & Suttora, C. (2011). Characteristics of phonological development as a risk factor for language development in Italian-speaking pre-term children: A longitudinal study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25(1), 53–65.
- Dolata, J. K., Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (2008). Characteristics of the rhythmic organization of vocal babbling: Implications for an amodal linguistic rhythm. *Infant Behavior & Development*, 31(3), 422–431.
- Dore, J., Franklin, M. B., Miller, R. T., & Ramer, A. L. (1976). Transitional phenomena in early language acquisition. *Journal of Child Language*, 3(1), 13–28.
- DuBrul, E. L. (1977). Origin of the speech apparatus and its reconstruction in fossils. *Brain and Language*, 4(3), 365–381.
- Eckel, H. E., Sprinzel, G. M., Sittel, C., Koebke, J., Damm, M., & Stennert, E. (2000). Zur Anatomie von Glottis und Subglottis beim kindlichen Kehlkopf [Anatomy of the glottis and subglottis in the pediatric larynx]. *HNO*, 48(7), 501–507.
- Edelman, G. (1987). *Neural Darwinismus: The Theory of Neural Group Selection*. New York: Basic Books.
- Eilers, R. E., Oller, D. K., Levine, S. L., Basinger, D., Lynch, M. P., & Urbano, R. C. (1993). The role of prematurity and socioeconomic status in the onset of canonical babbling in infants. *Infant Behavior & Development*, 16(3), 297–315.
- Eimas, P. D. (1975). Auditory and phonetic coding of the cues for speech: Discrimination of the (r-l) distinction by young infants. *Perception & Psychophysics*, 18(5), 341–347.
- Eimas, P. D., & Miller, J. L. (1980). Discrimination of information for manner of articulation. *Infant Behavior & Development*, 3(4), 367–375.
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P. W., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171(3968), 303–306.
- Ejiri, K. (1998). Relationship between rhythmic behavior and canonical babbling in infant vocal development. *Phonetica*, 55(4), 226–237.

- Ejiri, K., & Masataka, N. (2001). Co-occurrence of preverbal vocal behavior and motor action in early infancy. *Developmental Science*, 4(1), 40–48.
- Elbers, L. (1982). Operating principles in repetitive babbling: A cognitive continuity approach. *Cognition*, 12(1), 45–63.
- Elbers, L., & Ton, J. (1985). Play pen monologues: The interplay of words and babbles in the first words period. *Journal of Child Language*, 12(3), 551–565.
- Eriksson, M., Marschik, P. B., Tulviste, T., Almgren, M., Pérez Pereira, M., Wehberg, S., ... Gallego, C. (2012). Differences between girls and boys in emerging language skills: Evidence from 10 language communities. *British Journal of Developmental Psychology*, 30(Pt 2), 326–343.
- Esteve-Gibert, N., & Prieto, P. (2012). Prosody signals the emergence of intentional communication in the first year of life: Evidence from Catalan-babbling infants. *Journal of Child Language*, 1–26.
- Euler, C. v. (1982). Some aspects of speech breathing physiology. In S. Grillner, B. E. Lindblom, & J. Lubker (Hrsg.), *Speech motor control* (S. 95–103). Oxford: Pergamon Press.
- Evarts, E. V. (1982). Analogies between central motor programs for speech and for limb movements. In S. Grillner, B. E. Lindblom, & J. Lubker (Hrsg.), *Speech motor control* (S. 19–41). Oxford: Pergamon Press.
- Fagan, M. K. (2009). Mean Length of Utterance before words and grammar: Longitudinal trends and developmental implications of infant vocalizations. *Journal of Child Language*, 36(3), 495–527.
- Fasolo, M., Majorano, M., & D'Odorico, L. (2008). Babbling and first words in children with slow expressive development. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(2), 83–94.
- Fernald, A., & Kuhl, P. K. (1987). Acoustic determinants of infant preference for motherese speech. *Infant Behavior & Development*, 10(3), 279–293.
- Fischer, A. (2009). *Prosodic organization in the babbling of German learning infants between the age of six and twelve months*. Dissertation, Humboldt-Universität, Berlin.
- Fitch, W. T., & Giedd, J. N. (1999). Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106(3 Pt 1), 1511–1522.
- Fletcher, S. G. (1973). Maturation of the speech mechanism. *Folia Phoniatrica*, 25(3), 161–172.

- Friederici, A. D., & Wessels, J. M. (1993). Phonotactic knowledge of word boundaries and its use in infant speech perception. *Perception & Psychophysics*, 54(3), 287–295.
- Gao, W., Lin, W., Chen, Y., Gerig, G., Smith, J. K., Jewells, V., & Gilmore, J. H. (2009). Temporal and spatial development of axonal maturation and myelination of white matter in the developing brain. *American Journal of Neuroradiology*, 30(2), 290–296.
- Gervain, J., & Werker, J. F. (2008). How infant speech perception contributes to language acquisition. *Language and Linguistics Compass*, (6), 1149–1170.
- Goldstein, U. G. (1980). *An articulatory model for the vocal tract of the growing children*. Dissertation, MIT Cambridge MA, Cambridge, MA.
- Granier Deferre, C., Bassereau, S., Ribeiro, A., Jacquet, A.-Y., & Decasper, A. J. (2011). A melodic contour repeatedly experienced by human near-term fetuses elicits a profound cardiac reaction one month after birth. *PloS One*, 6(2), 1–10.
- Gray, S., Hirano, M., & Sato, K. (1993). Molecular and cellular structure of vocal fold tissue. In I. R. Titze (Hrsg.), *Vocal fold physiology series. Vocal fold physiology. Frontiers in basic science* (S. 1–35). San Diego, Calif.: Singular Pub. Group.
- Green, J. R., Moore, C. A., Higashikawa, M., & Steeve, R. W. (2000). The physiologic development of speech motor control: Lip and jaw coordination. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(1), 239–255.
- Grimm, H., & Doil, H. (2000). *Elternfragebogen für die Früherkennung von Risikokindern*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H., & Weinert, S. (2002). Sprachentwicklung. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Lehrbuch. Entwicklungspsychologie* (5th ed., S. 517–550). Weinheim [u.a.]: Beltz PVU.
- Guenther, F. H., & Vladusich, T. (2012). A neural theory of speech acquisition and production. *Journal of Neurolinguistics*, 25(5), 408–422.
- Guenther, F. H. (1995). Speech sound acquisition, coarticulation, and rate effects in a neural network model of speech production. *Psychological Review*, 102, 594–621.
- Hallé, P. A., Boysson-Bardies, B. d., & Vihman, M. M. (1991). Beginnings of prosodic organization: Intonation and duration patterns of disyllables produced by Japanese and French infants. *Language and Speech*, 34(4), 299–318.
- Hartnick, C. J., Rehbar, R., & Prasad, V. (2005). Development and maturation of the pediatric human vocal fold lamina propria. *Laryngoscope*, 115(1), 4–15.

- Hirano, M., Kurita, S., & Nakashima, T. (1981). The structure of the vocal folds. In K. N. Stevens & M. Hirano (Hrsg.), *Vocal fold physiology* (S. 33–41). Tokio: University of Tokyo Press.
- Hirsh-Pasek, K., Kemler Nelson, D. G., Jusczyk, P. W., Cassidy, K. W., Druss, B., & Kennedy, L. J. (1987). Clauses are perceptual units for young infants. *Cognition*, 26(3), 269–286.
- Holmgren, K., Lindblom, B. E., Aurelius, G., Jalling, B., & Zetterström, R. (1986). On the phonetics of infant vocalization. In B. E. Lindblom & R. Zetterström (Hrsg.), *Precursors of early speech* (S. 51–61). New York: Stockton Press.
- Holowka, S., & Petitto, L. A. (2002). Left hemisphere cerebral specialization for babies while babbling. *Science*, 297(5586), 1515.
- Ishii, K., Yamashita, K., Akita, M., & Hirose, H. (2000). Age-related development of the arrangement of connective tissue fibers in the lamina propria of the human vocal fold. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 109(11), 1055–1064.
- Iskander, A., & Sanders, I. (2003). Morphological comparison between neonatal and adult human tongues. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 112(9), 768–776.
- Iverson, J. M., Hall, A. J., Nickel, L., & Wozniak, R. H. (2007). The relationship between reduplicated babble onset and laterality biases in infant rhythmic arm movements. *Brain and Language*, 101(3), 198–207.
- Iverson, J. M., & Thelen, E. (1999). Hand, mouth and brain: The dynamic emergence of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 19–40.
- Iyer, S. N., & Oller, D. K. (2008). Fundamental frequency development in typically developing infants and infants with severe-to-profound hearing loss. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(12), 917–936.
- Jakobson, R. (1971). *Studies on child language and aphasia*. Mouton: The Hague.
- James, D. K., Spencer, C. J., & Stepsis, B. W. (2002). Fetal learning: A prospective randomized controlled study. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 20, 431–438.
- Johnson, E. K., & Jusczyk, P. W. (2001). Word segmentation by 8-month-olds: When speech cues count more than statistics. *Journal of Memory and Language*, 44(4), 548–567.
- Johnson, E. K., & Seidl, A. H. (2008). Clause segmentation by 6-month-old infants: A crosslinguistic perspective. *Infancy*, 13(5), 440–455.

- Johnson, E. K., & Seidl, A. H. (2009). At 11 months prosody still outranks statistics. *Developmental Science, 12*(1), 131–141.
- Jusczyk, P. W., & Aslin, R. N. (1995). Infants' detection of the sound patterns of words in fluent speech. *Cognitive Psychology, 29*(1), 1–23.
- Jusczyk, P. W., Friederici, A. D., Wessels, J. M., Svenkerud, V. Y., & Jusczyk, A. M. (1993). Infants' sensitivity to the sound patterns of native language words. *Journal of Memory and Language, 32*(3), 402–420.
- Jusczyk, P. W., Hirsh-Pasek, K., Nelson, D. G., Kennedy, L. J., Woodward, A. L., & Piwoz, J. (1992). Perception of acoustic correlates of major phrasal units by young infants. *Cognitive Psychology, 24*(2), 252–293.
- Jusczyk, P. W., Hohne, E. A., & Bauman, A. (1999). Infants' sensitivity to allophonic cues for word segmentation. *Perception & Psychophysics, 61*(8), 1465–1476.
- Jusczyk, P. W., Houston, D. M., & Newsome, M. (1999). The beginnings of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology, 39*(3-4), 159–207.
- Jusczyk, P. W., Luce, P. A., & Charles Luce, J. (1994). Infants' sensitivity to phonotactic patterns in the native language. *Journal of Memory and Language, 33*(5), 630–645.
- Kahane, J. C., & Kahn, A. R. (1984). Weight measurements of infant and adult intrinsic laryngeal muscles. *Folia Phoniatica, 36*(3), 129–133.
- Kemler Nelson, D. G., Hirsh-Pasek, K., Jusczyk, P. W., & Cassidy, K. W. (1989). How the prosodic cues in motherese might assist language learning. *Journal of Child Language, 16*(1), 55–68.
- Kent, R. D. (1981). Articulatory-acoustic perspectives on speech development. In R. E. Stark (Hrsg.), *Language behavior in infancy and early childhood* (S. 105–126). New York: Elsevier.
- Kent, R. D. (1984). Psychobiology of speech development: Coemergence of language and a movement system. *American Journal of Physiology, 246*(6), R888-94.
- Kent, R. D., & Bauer, H. R. (1985). Vocalizations of one-year-olds. *Journal of Child Language, 12*(3), 491–526.
- Kent, R. D., & Miolo, G. (1996). Phonetic abilities in the first year of life. In P. T. Fletcher & B. MacWhinney (Hrsg.), *The Handbook of child language* (S. 303–334). Oxford, UK: Blackwell.
- Kent, R. D., Mitchell, P. R., & Sancier, M. (1991). Evidence and role of rhythmic organization in early vocal development in human infants. In J. Fagard & P. H. Wolff (Hrsg.), *The development of timing control and temporal organization in*

- coordinated action. Invariant relative timing, rhythms, and coordination* (S. 135–149). Amsterdam, New York, New York, N.Y., U.S.A.: North-Holland; Distributors for the U.S. and Canada, Elsevier Science Pub. Co.
- Kent, R. D., & Murray, A. D. (1982). Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6, and 9 months. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72(2), 353–365.
- Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (1995). *Development of the craniofacial-oral-laryngeal anatomy*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (2007). In the mouths of babes: Anatomic, motor, and sensory foundations of speech development in children. In R. Paul & R. S. Chapman (Hrsg.), *Language disorders from a developmental perspective. Essays in honor of Robin S. Chapman* (S. 55–81). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kinney, H. C., Brody, B. A., Kloman, A. S., & Gilles, F. H. (1988). Sequence of central nervous system myelination in human infancy. II. Patterns of myelination in autopsied infants. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 47(3), 217–234.
- Kisilevsky, B. S., & Hains, S. M. J. (2011). Onset and maturation of fetal heart rate response to the mother's voice over late gestation. *Developmental Science*, 14(2), 214–223.
- Kisilevsky, B. S., Hains, S. M. J., Jacquet, A.-Y., Granier Deferre, C., & Lecanuet, J. P. (2004). Maturation of fetal responses to music. *Developmental Science*, 7(5), 550–559.
- Kisilevsky, B. S., Hains, S. M. J., Lee, K., Xie, X., Huang, H., Ye, H. H., ... Wang, Z. (2003). Effects of experience on fetal voice recognition. *Psychological Science*, 14(3), 220–224.
- Kohler, K. J. (1995). *Einführung in die Phonetik des Deutschen* (2., neubearb. Aufl.). Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Konopczynski, G. (1993). The phonological rhythm of emergent language: A comparison between French and English babbling. *Kansas Working Papers in Linguistics*, 18, 1–30.
- Koopmans-van Beinum, F., & van der Stelt, J. (1986). Early stages in the development of speech movements. In B. E. Lindblom & R. Zetterström (Hrsg.), *Precursors of early speech* (S. 37–50). New York: Stockton Press.
- Kröger, B. J., Birkholz, P., & Neuschaefer-Rube, C. (2007). Ein neuronales Modell zur sensomotorischen Entwicklung des Sprechens [Modeling developmental aspects of

- sensorimotor control of speech production]. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 86(5), 365–370.
- Kuhl, P. K. (1983). Perception of auditory equivalence classes for speech in early infancy. *Infant Behavior & Development*, 6(3), 263–285.
- Laitman, J. T., Crelin, E. S., & Conlogue, G. J. (1977). The function of the epiglottis in monkey and man. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 50(1), 43–48.
- Laitman, J. T., & Reidenberg, J. S. (1993). Specializations of the human upper respiratory and upper digestive systems as seen through comparative and developmental anatomy. *Dysphagia*, 8(4), 318–325.
- Langlois, A., & Baken, R. J. (1976). Development of respiratory time-factors in infant cry. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 18(6), 732–737.
- Langlois, A., Baken, R. J., & Wilder, C. N. (1980). Prespeech respiratory behavior during the first year of life. In T. Murry & J. Murry (Hrsg.), *Infant communication. Cry and early speech* (S. 56–84). Houston, TX: College-Hill Press.
- Laufer, M. Z., & Horii, Y. (1977). Fundamental frequency characteristics of infant non-distress vocalization during the first twenty-four weeks. *Journal of Child Language*, 4(2), 171–184.
- Lecanuet, J. P., & Granier Deferre, C. (1993). Speech stimuli in the fetal environment. In B. d. Boysson-Bardies (Hrsg.), *Developmental neurocognition. Speech and face processing in the first year of life* (S. 237–248). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lecanuet, J. P., Granier Deferre, C., Jacquet, A.-Y., Capponi, I., & Ledru, L. (1993). Prenatal discrimination of a male and female voice uttering the same sentence. *Early Development and Parenting*, 2, 217–228.
- Lecanuet, J. P., Granier Deferre, C., Jacquet, A.-Y., & Decasper, A. J. (2000). Fetal discrimination of low-pitched musical notes. *Developmental Psychobiology*, 36(1), 29–39.
- Lecanuet, J. P., & Schaal, B. (2002). Sensory performances in the human foetus: A brief summary of research. *Intellectica*, 29–56.
- Lecours, A. R. (1975). Myelogenetic correlates of the development of speech and language. In E. H. Lenneberg (Hrsg.), *Foundations of language development* (S. 121–135). New York: Academic Press.
- Lee, S. A., Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (2007). 'Frame dominance' and the serial organization of babbling, and first words in Korean-Learning infants. *Phonetica*, 64(4), 217–236.

- Lee, S. A., Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (2010). Universal production patterns and ambient language influences in babbling: A cross-linguistic study of Korean- and English-learning infants. *Journal of Child Language*, *37*(2), 293–318.
- Leeper, H. A., Tissington, M. L., & Munhall, K. G. (1998). Temporal characteristics of velopharyngeal function in children. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, *35*(3), 215–221.
- Lenneberg, E. H., Chomsky, N., & Marx, O. (1967). *Biological foundations of language: With appendices by Noam Chomsky and Otto Marx*. New York: John Wiley.
- Leroy, F., Glasel, H., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., Thirion, B., Mangin, J.-F., & Dehaene-Lambertz, G. (2011). Early maturation of the linguistic dorsal pathway in human infants. *Journal of Neuroscience*, *31*(4), 1500–1506.
- Levitt, A. G., & Utman, J. (1992). From babbling towards the sound systems of English and French: A longitudinal two-case study. *Journal of Child Language*, *19*(1), 19–49.
- Levitt, A. G., & Wang, Q. (1991). Evidence for language-specific rhythmic influences in the reduplicative babbling of French- and English-learning infants. *Language and Speech*, *34*(3), 235–249.
- Lewdag, V. L., Oller, D. K., & Lynch, M. P. (1994). Infants' vocalization patterns across home and laboratory environments. *First Language*, *14*, 49–65.
- Lieberman, D. E., McCarthy, R. C., Hiemae, K. M., & Palmer, J. B. (2001). Ontogeny of postnatal hyoid and larynx descent in humans. *Archives of Oral Biology*, *46*(2), 117–128.
- Lieberman, P. (1967). *Intonation, perception, and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lieberman, P. (1980). On the development of vowel production in young children. In G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (Hrsg.), *Child phonology. Production* (S. 113–142). New York: Academic Press.
- Lieberman, P. (1985). The physiology of cry and speech in relation to linguistic behavior. In B. Lester & Boukydis, C. F. Z. (Hrsg.), *Infant crying. Theoretical and research perspectives* (S. 29–57). New York: Plenum Press.
- Lieberman, P., Harris, K. S., Wolff, P. H., & Russell, L. H. (1971). Newborn infant cry and nonhuman primate vocalization. *Journal of Speech and Hearing Research*, *14*(4), 718–727.

- Lieberman, P., Klatt, D. H., & Crelin, E. S. (1972). Phonetic ability and related anatomy of newborn and adult human, Neanderthal man, and chimpanzee. *American Anthropologist*, 74(3), 287–307.
- Lintfert, B. (2009). *Phonetic and phonological development of stress in German*. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart.
- Locke, J. L. (1983). *Phonological acquisition and change*. New York: Academic Press.
- Locke, J. L. (1989). Babbling and early speech: Continuity and individual differences. *First Language*, 9(6), 191–205.
- Locke, J. L., Bekken, K. E., McMinn-Larson, L., & Wein, D. (1995). Emergent control of manual and vocal-motor activity in relation to the development of speech. *Brain and Language*, 51(3), 498–508.
- Lynch, M. P., Oller, D. K., Steffens, M. L., Levine, S. L., Basinger, D., & Umbel, V. (1995). Onset of speech-like vocalizations in infants with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 100(1), 68–86.
- MacNeilage, P. F., & Davis, B. L. (1993). Motor explanations of babbling and early speech patterns. In B. d. Boysson-Bardies (Hrsg.), *Developmental neurocognition. Speech and face processing in the first year of life* (S. 341–352). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Majorano, M., & D'Odorico, L. (2011). The transition into ambient language: A longitudinal study of babbling and first word production of Italian children. *First Language*, 31(1), 47–66.
- Mampe, B., Friederici, A. D., Christophe, A., & Wermke, K. (2009). Newborns' cry melody is shaped by their native language. *Current Biology*, 19(23), 1994–1997.
- Mampe-Keller, B. (2012). *Auswirkungen der pränatalen Sprachumgebung auf die Schreimelodie: Ein Vergleich zwischen Neugeborenen mono- und bilingualer Mütter*. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg.
- Mattys, S. L., & Jusczyk, P. W. (2001). Phonotactic cues for segmentation of fluent speech by infants. *Cognition*, 78(2), 91–121.
- Mattys, S. L., Jusczyk, P. W., Luce, P. A., & Morgan, J. L. (1999). Phonotactic and prosodic effects on word segmentation in infants. *Cognitive Psychology*, 38(4), 465–494.
- Matyear, C. L., MacNeilage, P. F., & Davis, B. L. (1998). Nasalization of vowels in nasal environments in babbling: Evidence for frame dominance. *Phonetica*, 55(1-2), 1–17.

- McCune, L. (1992). First words: A dynamic systems view. In C. A. Ferguson, L. Menn, & C. Stoel-Gammon (Hrsg.), *Phonological development. Models, research, implications* (S. 313–336). Timonium, Md: York Press.
- McCune, L., & Vihman, M. M. (2001). Early phonetic and lexical development: A productivity approach. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*(3), 670–684.
- Mehler, J., Jusczyk, P. W., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J., & Amiel-Tison, C. (1988). A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition, 29*(2), 143–178.
- Meier, R. P., McGarvin, L., Zakia, R. A., & Willerman, R. (1997). Silent mandibular oscillations in vocal babbling. *Phonetica, 54*(3-4), 153–171.
- Ménard, L., Schwartz, J.-L., & Boë, L.-J. (2004). Role of vocal tract morphology in speech development: Perceptual targets and sensorimotor maps for synthesized French vowels from birth to adulthood. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*(5), 1059–1080.
- Miller, J. L., & Eimas, P. D. (1983). Studies on the categorization of speech by infants. *Cognition, 13*(2), 135–165.
- Miller, M. J., Martin, R. J., Carlo, W. A., Fouke, J. M., Strohl, K. P., & Fanaroff, A. A. (1985). Oral breathing in newborn infants. *Journal of Pediatrics, 107*(3), 465–469.
- Mitchell, P. R., & Kent, R. D. (1990). Phonetic variation in multisyllable babbling. *Journal of Child Language, 17*(2), 247–265.
- Molemans, I. (2011). *Sounds like babbling: A longitudinal investigation of the prelexical speech repertoire in young children acquiring Dutch: normally hearing children and hearing-impaired children with a cochlear implant*. Dissertation, Universität Antwerpen, Antwerpen.
- Moon, C., Cooper, R. P., & Fifer, W. P. (1993). Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behavior & Development, 16*(4), 495–500.
- Morgan, J. L. (1994). Converging measures of speech segmentation in preverbal infants. *Infant Behavior & Development, 17*(4), 389–403.
- Morgan, J. L. (1996). A rhythmic bias in preverbal speech segmentation. *Journal of Memory and Language, 35*, 666–688.
- Morgan, J. L., & Saffran, J. R. (1995). Emerging integration of sequential and suprasegmental information in preverbal speech segmentation. *Child Development, 66*(4), 911–936.

- Munhall, K. G., & Jones, J. A. (1998). Articulatory evidence for syllabic structure. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 524–525.
- Murry, T., Hoit-Dalgaard, J., & Gracco, V. L. (1983). Infant vocalization: a longitudinal study of acoustic and temporal parameters. *Folia Phoniatrica*, 35(5), 245–253.
- Nathani, S., Ertmer, D. J., & Stark, R. E. (2006). Assessing vocal development in infants and toddlers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(5), 351–369.
- Nathani, S., Oller, D. K., & Cobo-Lewis, A. B. (2003). Final Syllable Lengthening (FSL) in infant vocalizations. *Journal of Child Language*, 30(1), 3–25.
- Nathani, S., Oller, D. K., & Neal, A. R. (2007). On the robustness of vocal development: An examination of infants with moderate-to-severe hearing loss and additional risk factors. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(6), 1425–1444.
- Nazzi, T., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination by newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 756–766.
- Nazzi, T., Floccia, C., & Bertoncini, J. (1998). Discrimination of pitch contours by neonates. *Infant Behavior & Development*, 21(4), 779–784.
- Nazzi, T., Kemler Nelson, D. G., Jusczyk, P. W., & Jusczyk, A. M. (2000). Six-month-olds' detection of clauses embedded in continuous speech: Effects of prosodic well-formedness. *Infancy*, 1(1), 123–147.
- Netsell, R. (1981). The acquisition of speech motor control: A perspective with directions for research. In R. E. Stark (Hrsg.), *Language behavior in infancy and early childhood*. New York: Elsevier.
- Oller, D. K. (1980). The emergence of the sounds of speech in infancy. In G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (Hrsg.), *Child phonology. Production* (S. 93–112). New York: Academic Press.
- Oller, D. K. (1986). Metaphonology and infant vocalizations. In B. E. Lindblom & R. Zetterström (Hrsg.), *Precursors of early speech* (S. 21–35). New York: Stockton Press.
- Oller, D. K. (2000). *The emergence of the speech capacity*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Oller, D. K., & Eilers, R. E. (1982). Similarity of babbling in Spanish- and English-learning babies. *Journal of Child Language*, 9(3), 565–577.
- Oller, D. K., & Eilers, R. E. (1988). The role of audition in infant babbling. *Child Development*, 59(2), 441–449.

- Oller, D. K., Eilers, R. E., & Basinger, D. (2001). Intuitive identification of infant vocal sounds by parents. *Developmental Science*, 4(1), 49–60.
- Oller, D. K., Eilers, R. E., Neal, A. R., & Cobo-Lewis, A. B. (1998). Late onset canonical babbling: A possible early marker of abnormal development. *American Journal on Mental Retardation*, 103(3), 249–263.
- Oller, D. K., Eilers, R. E., Neal, A. R., & Schwartz, H. K. (1999). Precursors to speech in infancy: The prediction of speech and language disorders. *Journal of Communication Disorders*, 32(4), 223–245.
- Oller, D. K., Eilers, R. E., Steffens, M. L., Lynch, M. P., & Urbano, R. C. (1994). Speech-like vocalizations in infancy: An evaluation of potential risk factors. *Journal of Child Language*, 21(1), 33–58.
- Oller, D. K., Eilers, R. E., Urbano, R. C., & Cobo-Lewis, A. B. (1997). Development of precursors to speech in infants exposed to two languages. *Journal of Child Language*, 24(2), 407–425.
- Oller, D. K., & Lynch, M. P. (1992). Infant vocalizations and innovations in infraphonology. In C. A. Ferguson, L. Menn, & C. Stoel-Gammon (Hrsg.), *Phonological development. Models, research, implications* (S. 509–536). Timonium, Md: York Press.
- Oller, D. K., Nathani, S., Buder, E. H., Kwon, K., Chorna, L. B., & Conway, K. (2007). Diversity and contrastivity in prosodic and syllabic development. In J. Trouvain & W. J. Barry (Hrsg.), *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences, vol. 3* (pp. 2073-2076). Saarbrücken: Universität des Saarlandes. (S. 303–308).
- Oller, D. K., & Smith, B. L. (1977). Effect of final-syllable position on vowel duration in infant babbling. *Journal of the Acoustical Society of America*, 62(4), 994–997.
- Oller, D. K., Wieman, L. A., Doyle, W. J., & Ross, C. (1976). Infant babbling and speech. *Journal of Child Language*, 3, 1–11.
- Openshaw, P., Edwards, S., & Helms, P. (1984). Changes in rib cage geometry during childhood. *Thorax*, 39(8), 624–627.
- Papaeliou, C. F., Minadakis, G., & Cavouras, D. (2002). Acoustic patterns of infant vocalizations expressing emotions and communicative functions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(2), 311–317.
- Papaeliou, C. F., & Trevarthen, C. (2006). Prelinguistic pitch patterns expressing 'communication' and 'apprehension'. *Journal of Child Language*, 33(1), 163–178.

- Papousek, M. (1994). *Vom ersten Schrei zum ersten Wort: Anfänge der Sprachentwicklung in der vorsprachlichen Kommunikation*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Parham, D. F., Buder, E. H., Oller, D. K., & Boliek, C. A. (2011). Syllable-Related Breathing in Infants in the Second Year of Life. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 54*(4), 1039.
- Peña, M., Maki, A., Kovacić, D., Dehaene-Lambertz, G., Koizumi, H., Bouquet, F., & Mehler, J. (2003). Sounds and silence: an optical topography study of language recognition at birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 100*(20), 11702–11705.
- Pépiot, E. (2014). Male and female speech: a study of mean f₀, f₀ range, phonation type and speech rate in Parisian French and American English speakers. In N. Campbell, D. Gibbon, & D. Hirst (Hrsg.), *Proceedings of the 7th international conference on speech prosody* (S. 305–309).
- Piaget, J. (1963). *The origins of intelligence in children*. New York: W. W. Norton.
- Pinker, S. (2005). *The language instinct: How the mind creates language*. New York: HarperPerennial.
- Polka, L., & Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20*(2), 421–435.
- Pracy, R. (1983). The infant larynx. *Journal of Laryngology and Otology, 97*(10), 933–947.
- Prochnow, A. (2014). *Der Erwerb melodisch-rhythmischer Grundbausteine im Rahmen der vorsprachlichen Entwicklung: Eine vergleichende Analyse der Schreie von schwedischen und deutschen Neugeborenen*. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg.
- Pujol, J., Soriano-Mas, C., Ortiz, H., Sebastián-Gallés, N., Losilla, J. M., & Deus, J. (2006). Myelination of language-related areas in the developing brain. *Neurology, 66*(3), 339–343.
- Pulvermüller, F. (1994). Neuobiological mechanisms of language acquisition. *Language Learning, 44*(4), 681–734.
- Querleu, D., Renard, X., Versyp, F., Paris-Delrue, L., & Crèpin, G. (1988). Fetal hearing. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 29*, 191–212.
- Rappaport, W. (1958). Über Messungen der Tonhöhenverteilung in der deutschen Sprache. *Acustica, 8*, 220–225.

- Reilly, K. J., & Moore, C. A. (2009). Respiratory movement patterns during vocalizations at 7 and 11 months of age. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(1), 223–239.
- Robb, M. P., & Bleile, K. M. (1994). Consonant inventories of young children from 8 to 25 months. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 8(4), 295–320.
- Robb, M. P., & Saxman, J. H. (1985). Developmental trends in vocal fundamental frequency of young children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28(3), 421–427.
- Robb, M. P., & Saxman, J. H. (1988). Acoustic observations in young children's non-cry vocalizations. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(5), 1876–1882.
- Robb, M. P., & Saxman, J. H. (1990). Syllable durations of preword and early word vocalizations. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33(3), 583–593.
- Robb, M. P., Saxman, J. H., & Grant, A. A. (1989). Vocal fundamental frequency characteristics during the first two years of life. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85(4), 1708–1717.
- Robb, M. P., & Tyler, A. A. (1995). Durations of young children's word and nonword vocalizations. *Journal of the Acoustical Society of America*, 98(3), 1348–1354.
- Rosenberg, T. L., & Schweinfurth, J. M. (2009). Cell density of the lamina propria of neonatal vocal folds. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 118(2), 87–90.
- Rothgänger, H. (2003). Analysis of the sounds of the child in the first year of age and a comparison to the language. *Early Human Development*, 75(1-2), 55–69.
- Roug, L., Landberg, I., & Lundberg, L. J. (1989). Phonetic development in early infancy: A study of four Swedish children during the first eighteen months of life. *Journal of Child Language*, 16(1), 19–40.
- Rvachew, S., Alhaidary, A., Mattock, K., & Polka, L. (2008). Emergence of the corner vowels in the babble produced by infants exposed to Canadian English or Canadian French. *Journal of Phonetics*, 36(4), 564–577.
- Rvachew, S., Mattock, K., Polka, L., & Ménard, L. (2006). Developmental and cross-linguistic variation in the infant vowel space: The case of Canadian English and Canadian French. *Journal of the Acoustical Society of America*, 120(4), 2250–2259.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928.

- Saffran, J. R., & Thiessen, E. D. (2003). Pattern induction by infant language learners. *Developmental Psychology, 39*(3), 484–494.
- Sambeth, A., Ruohio, K., Alku, P., Fellman, V., & Huotilainen, M. (2008). Sleeping newborns extract prosody from continuous speech. *Clinical Neurophysiology, 119*(2), 332–341.
- Sansavini, A., Bertoncini, J., & Giovanelli, G. (1997). Newborns discriminate the rhythm of multisyllabic stressed words. *Developmental Psychology, 33*(1), 3–11.
- Sasaki, C. T., Levine, P. A., Laitman, J. T., & Crelin, E. S. (1977). Postnatal descent of the epiglottis in man: A preliminary report. *Archives of Otolaryngology, 103*(3), 169–171.
- Sato, K., Hirano, M., & Nakashima, T. (2001). Fine structure of the human newborn and infant vocal fold mucosae. *Annals of Otology Rhinology & Laryngology, 110*(5), 417–424.
- Schweinfurth, J. M., & Thibeault, S. L. (2008). Does hyaluronic acid distribution in the larynx relate to the newborn's capacity for crying? *Laryngoscope, 118*(9), 1692–1699.
- Seidl, A. H. (2007). Infants' use and weighting of prosodic cues in clause segmentation. *Journal of Memory and Language, 57*(1), 24–48.
- Serkhane, J. E., Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Davis, B. L., & Matyear, C. L. (2007). Infants' vocalizations analyzed with an articulatory model: A preliminary report. *Journal of Phonetics, 35*(3), 321–340.
- Shahidulla, B. S., & Hepper, P. G. (1994). Frequency discrimination by the fetus. *Early Human Development, 36*(1), 13–26.
- Sheppard, J. J., & Mysak, E. D. (1984). Ontogeny of infantile oral reflexes and emerging chewing. *Child Development, 55*(3), 831–843.
- Simonds, R. J., & Scheibel, A. B. (1989). The postnatal development of the motor speech area: A preliminary study. *Brain and Language, 37*(1), 42–58.
- Smith, A. E. (2006). Speech motor development: Integrating muscles, movements, and linguistic units. *Journal of Communication Disorders, 39*(5), 331–349.
- Smith, A. E. (2010). Development of neural control of orofacial movements for speech. In W. J. Hardcastle, J. Laver, & F. E. Gibbon (Hrsg.), *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., S. 251–296). Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell.
- Smith, B. L., Brown Sweeney, S., & Stoel-Gammon, C. (1989). A quantitative analysis of reduplicated and variegated babbling. *First Language, 9*(26), 175–189.

- Smith, B. L., & Smith, B. L. (1978). Temporal aspects of English speech production: A developmental perspective. *Journal of Phonetics*, 6(1), 37–67.
- Snow, D. (1994). Phrase-final syllable lengthening and intonation in early child speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(4), 831–840.
- Snow, D. (2006). Regression and reorganization of intonation between 6 and 23 months. *Child Development*, 77(2), 281–296.
- Soderstrom, M., Kemler Nelson, D. G., & Jusczyk, P. W. (2005). Six-month-olds recognize clauses embedded in different passages of fluent speech. *Infant Behavior & Development*, 28(1), 87–94.
- Stark, R. E. (1978). Features of infant sounds: The emergence of cooing. *Journal of Child Language*, 5(3), 379–390.
- Stark, R. E. (1980). Stages of speech development in the first year of life. In G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (Hrsg.), *Child phonology. Production* (S. 73–90). New York: Academic Press.
- Stark, R. E. (1986). Prespeech segmental feature development. In P. Fletcher & M. Garman (Hrsg.), *Language acquisition. Studies in first language development* (2nd ed., S. 149–173). Cambridge NY: Cambridge University Press.
- Stark, R. E., Ansel, B. M., & Bond, J. (1988). Are prelinguistic abilities predictive of learning disability? A follow-up study. In R. L. Masland & M. W. Masland (Hrsg.), *Preschool prevention of reading failure* (S. 3–18). Parkton, Md.: York Press.
- Stephens, R. E., Bancroft, A., Glaros, A. G., & Lowe, L. H. (2010). Anatomic changes related to laryngeal descent from birth to 1 year of age: Do they play a role in SIDS? *Ear, Nose, & Throat Journal*, 89(7), 313–317.
- Stoel-Gammon, C. (1989). Prespeech and early speech development of two late talkers. *First Language*, 9(6), 207–223.
- Stoel-Gammon, C., & Cooper, J. A. (1984). Patterns of early lexical and phonological development. *Journal of Child Language*, 11(2), 247–271.
- Stoel-Gammon, C., & Dunn, C. (1985). *Normal and disordered phonology in children*. Baltimore: University Park Press.
- Streeter, L. A. (1976). Language perception of 2-month-old infants shows effects of both innate mechanisms and experience. *Nature*, 259(5538), 39–41.
- Sussman, H. M., Duder, C., Dalston, E., & Cacciatore, A. (1999). An acoustic analysis of the development of CV coarticulation: A case study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(5), 1080–1096.

- Takefuta, Y., Jancosek, E., & Brunt, M. (1972). A statistical analysis of melody curves in the intonation of American English. In A. Rigault & R. Charbonneau (Hrsg.), *Proceedings of the 7th International Congress of Phonetic Sciences* (S. 1035–1039).
- Teixeira, E. R., & Davis, B. L. (2002). Early sound patterns in the speech of two Brazilian Portuguese speakers. *Language and Speech*, 45(2), 179–204.
- Thelen, E. (1979). Rhythmical stereotypies in normal human infants. *Animal Behaviour*, 27(Pt 3), 699–715.
- Thelen, E. (1981). Kicking, rocking, and waving: Contextual analysis of rhythmical stereotypies in normal human infants. *Animal Behaviour*, 29(1), 3–11.
- Thom, S. A., Hoit, J. D., Hixon, T. J., & Smith, A. E. (2006). Velopharyngeal function during vocalization in infants. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 43(5), 539–546.
- Thompson, A. E., & Hixon, T. J. (1979). Nasal air flow during normal speech production. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 16(4), 412–420.
- Thompson, C., & Polnay, L. (2002). *Community pediatrics* (3. Aufl.). Edinburgh: Elsevier.
- Titze, I. R. (1994). *Principles of voice production*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Trehub, S. E. (1973). Infants' sensitivity to vowel and tonal contrasts. *Developmental Psychology*, 9(1), 91–96.
- Trehub, S. E. (1976). The discrimination of foreign speech contrasts by infants and adults. *Child Development*, 47(2), 466–472.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development: The origins of language in the child*. Cambridge, MA: Blackwell.
- Vihman, M. M., DePaolis, R. A., & Davis, B. L. (1998). Is there a "trochaic bias" in early word learning? Evidence from infant production in English and French. *Child Development*, 69(4), 935–949.
- Vihman, M. M., Ferguson, C. A., & Elbert, M. (1986). Phonological development from babbling to speech: Common tendencies and individual differences. *Applied Psycholinguistics*, 7, 3–40.
- Vihman, M. M., Macken, M. A., Miller, R., Simmons, H., & Miller, J. L. (1985). From babbling to speech: A reassessment of the continuity issue. *Language*, 61, 397–445.
- Vihman, M. M., & McCune, L. (1994). When is a word a word? *Journal of Child Language*, 21(3), 517–542.

- Vihman, M. M., & Miller, R. (1988). Words and babble at the threshold of lexical acquisition. In M. D. Smith & J. L. Locke (Hrsg.), *The emergent lexicon. The child's development of a linguistic lexicon* (S. 151–183). New York: Academic Press.
- Vorperian, H. K., & Kent, R. D. (2007). Vowel acoustic space development in children: A synthesis of acoustic and anatomic data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*(6), 1510–1545.
- Vorperian, H. K., Kent, R. D., Lindstrom, M. J., Kalina, C. M., Gentry, L. R., & Yandell, B. S. (2005). Development of vocal tract length during early childhood: A magnetic resonance imaging study. *Journal of the Acoustical Society of America, 117*(1), 338–350.
- Vorperian, H. K., Wang, S., Chung, M. K., Schimek, E. M., Durtschi, R. B., Kent, R. D., et al. (2009). Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: An imaging study. *Journal of the Acoustical Society of America, 125*(3), 1666–1678.
- Vouloumanos, A., & Werker, J. F. (2004). Tuned to the signal: The privileged status of speech for young infants. *Developmental Science, 7*(3), 270–276.
- Vouloumanos, A., & Werker, J. F. (2007). Listening to language at birth: Evidence for a bias for speech in neonates. *Developmental Science, 10*(2), 159–164.
- Werker, J. F., & Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental Psychology, 24*(5), 672–683.
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior & Development, 7*(1), 49–63.
- Wermke, K. (2002). *Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten fünf Lebensmonaten*. Habilitationsschrift, Humboldt-Universität, Berlin.
- Wermke, K., Hain, J., Oehler, K., Wermke, P., & Hesse, V. (2014). Sex hormone influence on human infants' sound characteristics: Melody in spontaneous crying. *Biology Letters, 10*(5), 20140095.
- Wermke, K., Leising, D., & Stellzig-Eisenhauer, A. (2007). Relation of melody complexity in infants' cries to language outcome in the second year of life: A longitudinal study. *Clinical Linguistics & Phonetics, 21*(11-12), 961–973.
- Wermke, K., & Mende, W. (2009). Musical elements in human infants' cries: In the beginning is the melody. *Musicae Scientiae, 151–175*.

- Wermke, K., & Mende, W. (2011). From emotion to notion: The importance of melody. In J. Decety & J. T. Cacioppo (Hrsg.), *The Oxford handbook of social neuroscience* (S. 624–648). New York: Oxford University Press.
- Wermke, K., Mende, W., Manfredi, C., & Bruscia, P. (2002). Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Medical Engineering & Physics*, 24(7-8), 501–514.
- Whalen, D. H., Levitt, A. G., Hsiao, P. L., & Smorodinsky, I. (1995). Intrinsic F0 of vowels in the babbling of 6-, 9-, and 12-month-old French- and English-learning infants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(4), 2533–2539.
- Whalen, D. H., Levitt, A. G., & Wang, Q. (1991). Intonational differences between the reduplicative babbling of French- and English-learning infants. *Journal of Child Language*, 18(3), 501–516.
- Wilder, C. N., & Baken, R. J. (1974). Respiratory patterns in infant cry. *Human Communication, Winter issue*, 18–34.
- Winitz, H., & Irwin, O. C. (1958). Syllabic and phonetic structure of infants' early words. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1(3), 250–256.
- Winkler, I., Háden, G. P., Ladinig, O., Sziller, I., & Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(7), 2468–2471.
- Yakovlev, P. I., & Lecours, A. R. (1967). The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. In A. Minkowski (Hrsg.), *Regional development of the brain in early life* (S. 3–70). Oxford/Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.

Anhang

Tabelle A1:	Lage- und Streuungsmaße für die mittlere F0 [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	214
Tabelle A2:	Lage- und Streuungsmaße für den F ₀ -Range [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	216
Tabelle A3:	Lage- und Streuungsmaße für die Vokalisationslänge [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	219
Tabelle A4:	Lage- und Streuungsmaße für die <i>absolute Vokallänge</i> [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	221
Tabelle A5:	Lage- und Streuungsmaße für die <i>mittlere Vokallänge</i> [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder	224
Tabelle A6:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle.....	226
Tabelle A7:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle	228
Tabelle A8:	Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babblers in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle	231

Tabelle A1: Lage- und Streuungsmaße für die mittlere F0 [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

<i>Kind</i>	<i>Statistik</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>AC</i>	<i>N</i>	35,0		88,0	29,0			
	<i>Mittelwert</i>	389,0		435,3	407,2			
	<i>Std.-Abw.</i>	53,3		58,3	45,3			
	<i>Median</i>	395,1		433,9	406,7			
	<i>Minimum</i>	250,0		304,2	295,7			
	<i>Maximum</i>	496,4		654,3	527,3			
	<i>25. Perzentile</i>	373,1		401,5	383,4			
	<i>75. Perzentile</i>	422,7		471,8	425,7			
<i>AF</i>	<i>N</i>	81,0	193,0					
	<i>Mittelwert</i>	428,3	374,9					
	<i>Std.-Abw.</i>	74,9	63,9					
	<i>Median</i>	441,4	368,5					
	<i>Minimum</i>	273,2	206,7					
	<i>Maximum</i>	615,7	563,3					
	<i>25. Perzentile</i>	372,4	325,8					
	<i>75. Perzentile</i>	474,4	418,3					
<i>AG</i>	<i>N</i>	68,0	58,0	159,0	109,0	76,0		
	<i>Mittelwert</i>	374,1	380,8	408,8	397,9	341,0		
	<i>Std.-Abw.</i>	71,8	72,6	111,8	96,2	47,8		
	<i>Median</i>	359,1	370,0	380,2	369,9	330,0		
	<i>Minimum</i>	248,4	296,7	280,2	297,8	271,8		
	<i>Maximum</i>	692,5	737,1	1019,0	822,5	566,2		
	<i>25. Perzentile</i>	327,0	334,1	344,9	340,9	308,6		
	<i>75. Perzentile</i>	408,8	393,9	442,1	427,1	363,3		
<i>AH</i>	<i>N</i>	46,0	64,0	51,0	65,0	81,0	66,0	
	<i>Mittelwert</i>	376,1	373,2	399,4	436,6	382,1	386,9	
	<i>Std.-Abw.</i>	65,0	43,2	80,3	137,5	63,1	92,7	
	<i>Median</i>	377,6	373,2	383,7	391,8	375,2	359,7	
	<i>Minimum</i>	228,0	261,5	242,5	233,5	261,8	278,3	
	<i>Maximum</i>	625,6	463,0	618,2	856,2	549,4	716,9	
	<i>25. Perzentile</i>	342,8	344,0	338,2	341,2	328,9	327,3	
	<i>75. Perzentile</i>	412,2	408,2	447,3	484,3	419,1	425,7	
<i>AJ</i>	<i>N</i>		37,0	24,0	21,0			
	<i>Mittelwert</i>		397,6	656,9	401,0			
	<i>Std.-Abw.</i>		190,9	383,2	58,0			
	<i>Median</i>		354,0	462,0	404,5			
	<i>Minimum</i>		250,3	268,2	270,4			
	<i>Maximum</i>		1417,5	1309,3	522,6			
	<i>25. Perzentile</i>		325,9	345,4	367,4			
	<i>75. Perzentile</i>		410,7	1089,5	441,8			
<i>AK</i>	<i>N</i>			178,0	272,0	274,0	192,0	
	<i>Mittelwert</i>			417,3	488,4	400,1	431,9	
	<i>Std.-Abw.</i>			92,4	148,3	105,1	104,3	
	<i>Median</i>			393,0	442,3	373,1	408,4	
	<i>Minimum</i>			270,6	323,4	279,7	296,8	
	<i>Maximum</i>			811,5	1234,3	1083,5	1003,6	
	<i>25. Perzentile</i>			362,0	396,1	348,7	371,2	
	<i>75. Perzentile</i>			446,8	512,7	419,5	457,6	

AL	<i>N</i>	40,0	19,0	126,0	142,0	119,0	205,0	
	<i>Mittelwert</i>	319,6	353,5	395,1	396,2	417,2	400,8	
	<i>Std.-Abw.</i>	34,4	136,6	72,4	56,0	64,3	68,1	
	<i>Median</i>	317,9	324,2	379,6	386,3	416,1	395,7	
	<i>Minimum</i>	254,0	264,5	289,3	306,8	296,4	254,7	
	<i>Maximum</i>	399,8	894,6	694,7	695,4	614,0	623,4	
	<i>25. Perzentile</i>	294,6	294,5	336,0	358,4	365,8	347,4	
	<i>75. Perzentile</i>	340,8	361,2	444,7	419,7	465,3	446,3	
AS	<i>N</i>		44,0	92,0	15,0	46,0	42,0	
	<i>Mittelwert</i>		363,5	325,2	325,9	381,3	373,1	
	<i>Std.-Abw.</i>		62,3	47,9	80,1	50,4	72,1	
	<i>Median</i>		360,9	322,3	286,8	382,4	358,1	
	<i>Minimum</i>		260,2	241,7	238,0	294,3	276,8	
	<i>Maximum</i>		605,7	431,9	461,2	551,4	547,5	
	<i>25. Perzentile</i>		325,9	288,9	259,6	350,6	309,4	
	<i>75. Perzentile</i>		396,6	359,6	400,0	403,3	422,7	
AT	<i>N</i>	23,0	49,0	89,0	254,0	61,0		
	<i>Mittelwert</i>	368,2	457,9	421,5	433,2	393,1		
	<i>Std.-Abw.</i>	44,0	105,9	145,0	134,4	64,3		
	<i>Median</i>	359,7	422,8	381,3	399,4	384,0		
	<i>Minimum</i>	301,8	331,0	282,9	266,3	289,5		
	<i>Maximum</i>	466,9	889,5	966,2	953,0	697,9		
	<i>25. Perzentile</i>	338,3	389,7	342,4	349,5	349,2		
	<i>75. Perzentile</i>	394,0	500,4	423,8	469,3	430,1		
AU	<i>N</i>		45,0	36,0	35,0	62,0		
	<i>Mittelwert</i>		394,9	374,1	385,6	395,8		
	<i>Std.-Abw.</i>		133,8	205,1	139,1	86,4		
	<i>Median</i>		340,7	316,2	353,4	380,0		
	<i>Minimum</i>		285,3	261,0	285,9	248,0		
	<i>Maximum</i>		857,2	1467,8	1070,8	688,8		
	<i>25. Perzentile</i>		314,7	301,4	321,3	337,6		
	<i>75. Perzentile</i>		397,2	361,8	393,1	435,4		
GG	<i>N</i>		24,0	38,0	13,0			
	<i>Mittelwert</i>		361,9	318,5	302,8			
	<i>Std.-Abw.</i>		123,2	60,5	35,9			
	<i>Median</i>		338,5	299,9	303,4			
	<i>Minimum</i>		266,1	231,7	246,0			
	<i>Maximum</i>		869,9	520,2	361,6			
	<i>25. Perzentile</i>		307,5	286,1	274,8			
	<i>75. Perzentile</i>		361,2	331,8	336,2			
HC	<i>N</i>	24,0		56,0	20,0	107,0	70,0	139,0
	<i>Mittelwert</i>	296,6		363,8	399,9	351,0	343,4	336,6
	<i>Std.-Abw.</i>	62,5		67,9	58,2	72,4	57,9	63,0
	<i>Std.-Abw.</i>	300,2		337,3	394,7	338,7	330,8	320,1
	<i>Minimum</i>	142,0		264,8	304,2	233,5	247,4	232,2
	<i>Maximum</i>	421,1		506,5	521,5	636,9	550,1	578,7
	<i>25. Perzentile</i>	268,5		309,8	365,1	293,8	302,6	286,4
	<i>75. Perzentile</i>	333,2		417,0	446,7	391,0	370,5	379,2
HH	<i>N</i>	21,0	18,0	15,0		51,0		
	<i>Mittelwert</i>	363,3	308,8	333,2		336,6		
	<i>Std.-Abw.</i>	49,9	33,9	59,6		41,9		
	<i>Median</i>	367,5	305,2	329,2		333,1		
	<i>Minimum</i>	269,7	263,3	240,6		256,5		
	<i>Maximum</i>	492,3	398,9	446,4		442,9		
	<i>25. Perzentile</i>	323,4	284,5	287,7		304,6		
	<i>75. Perzentile</i>	389,4	321,3	385,6		361,7		

HI	N	10,0	103,0	62,0	93,0	61,0
	Mittelwert	405,0	430,6	556,1	480,9	507,2
	Std.-Abw.	111,1	132,6	211,6	148,0	189,6
	Median	366,6	376,8	532,1	449,5	436,4
	Minimum	309,8	287,2	301,5	258,8	265,6
	Maximum	680,8	1075,6	1194,2	907,6	1077,5
	25. Perzentile	326,9	340,4	363,3	359,8	348,3
	75. Perzentile	459,6	507,6	668,1	592,5	632,2
HN	N	72,0	73,0	40,0	44,0	27,0
	Mittelwert	361,4	406,3	376,7	337,5	360,0
	Std.-Abw.	81,5	108,7	107,2	65,9	86,8
	Median	355,3	388,0	347,7	328,9	358,6
	Minimum	189,1	219,9	195,3	236,2	219,0
	Maximum	726,2	811,4	772,2	569,3	567,7
	25. Perzentile	313,7	324,2	300,6	293,9	286,7
	75. Perzentile	403,0	465,8	438,9	384,8	409,8

Tabelle A2: Lage- und Streuungsmaße für den F₀-Range [Hz] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

Kind	Statistik	Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]						
		1	2	3	4	5	6	7
AC	N	35,0		88,0	29,0			
	Mittelwert	156,1		189,3	110,7			
	Std.-Abw.	79,3		88,7	60,2			
	Median	139,4		179,5	93,3			
	Minimum	41,6		39,3	23,9			
	Maximum	452,5		488,8	261,7			
	25. Perzentile	94,8		113,0	74,3			
	75. Perzentile	213,9		248,2	165,7			
AF	N	81,0	193,0					
	Mittelwert	121,5	109,0					
	Std.-Abw.	74,3	61,8					
	Median	108,9	94,0					
	Minimum	27,2	19,7					
	Maximum	364,5	325,1					
	25. Perzentile	57,9	63,8					
	75. Perzentile	160,6	145,9					
AG	N	68,0	58,0	159,0	109,0	76,0		
	Mittelwert	188,5	146,4	156,1	125,7	105,0		
	Std.-Abw.	178,1	118,0	129,0	82,1	57,4		
	Median	149,3	105,4	124,6	111,2	88,9		
	Minimum	39,8	41,2	17,1	11,3	21,9		
	Maximum	1049,7	756,0	1001,7	379,6	299,9		
	25. Perzentile	91,0	77,3	86,0	62,8	58,3		
	75. Perzentile	226,4	168,5	182,3	162,8	140,6		

AH	<i>N</i>	46,0	64,0	51,0	65,0	81,0	66,0
	<i>Mittelwert</i>	161,1	160,5	167,2	174,1	97,2	139,2
	<i>Std.-Abw.</i>	130,8	68,6	129,4	145,9	54,7	117,0
	<i>Median</i>	126,7	149,0	116,4	139,0	85,5	106,0
	<i>Minimum</i>	17,8	50,9	33,9	36,5	16,2	15,9
	<i>Maximum</i>	590,6	383,0	619,4	719,3	282,2	565,2
	<i>25. Perzentile</i>	68,4	110,1	82,7	83,9	61,7	58,2
	<i>75. Perzentile</i>	216,6	201,2	236,4	198,7	129,8	190,0
AJ	<i>N</i>		37,0	24,0	21,0		
	<i>Mittelwert</i>		187,2	554,7	196,6		
	<i>Std.-Abw.</i>		188,1	518,1	169,5		
	<i>Median</i>		135,1	354,2	132,8		
	<i>Minimum</i>		30,6	26,9	31,8		
	<i>Maximum</i>		928,2	1847,6	761,2		
	<i>25. Perzentile</i>		78,5	164,3	91,0		
	<i>75. Perzentile</i>		231,8	994,0	249,3		
AK	<i>N</i>			178,0	272,0	274,0	192,0
	<i>Mittelwert</i>			171,3	227,4	140,2	151,3
	<i>Std.-Abw.</i>			160,2	225,4	195,9	161,0
	<i>Median</i>			116,4	140,6	75,7	105,9
	<i>Minimum</i>			12,6	14,2	15,1	13,1
	<i>Maximum</i>			1020,2	1270,7	1269,0	1412,8
	<i>25. Perzentile</i>			69,2	84,4	49,5	67,0
	<i>75. Perzentile</i>			215,6	277,8	129,8	172,8
AL	<i>N</i>	40,0	19,0	126,0	142,0	119,0	205,0
	<i>Mittelwert</i>	105,8	170,1	125,2	120,7	148,9	146,4
	<i>Std.-Abw.</i>	51,3	220,1	99,2	78,8	91,8	79,6
	<i>Median</i>	97,0	97,7	96,8	104,1	133,9	133,1
	<i>Minimum</i>	31,7	33,3	21,4	14,5	33,2	20,6
	<i>Maximum</i>	260,2	1027,1	760,9	442,1	470,6	485,6
	<i>25. Perzentile</i>	70,4	73,8	69,4	65,2	83,1	88,7
	<i>75. Perzentile</i>	123,0	180,9	144,1	153,9	184,5	185,3
AS	<i>N</i>		44,0	92,0	15,0	46,0	42,0
	<i>Mittelwert</i>		101,2	102,2	139,2	116,7	166,0
	<i>Std.-Abw.</i>		101,1	71,6	88,8	93,6	191,6
	<i>Median</i>		88,0	84,5	120,3	91,4	110,0
	<i>Minimum</i>		30,1	36,3	30,1	18,5	26,7
	<i>Maximum</i>		706,4	604,5	385,1	429,9	759,0
	<i>25. Perzentile</i>		58,1	64,5	78,5	59,0	58,4
	<i>75. Perzentile</i>		106,8	118,6	188,7	141,6	144,8
AT	<i>N</i>	23,0	49,0	89,0	254,0	61,0	
	<i>Mittelwert</i>	98,7	215,1	132,8	161,5	154,9	
	<i>Std.-Abw.</i>	52,9	227,8	132,4	143,4	113,7	
	<i>Median</i>	87,4	143,6	90,0	111,7	124,2	
	<i>Minimum</i>	20,9	17,9	8,9	21,1	23,9	
	<i>Maximum</i>	275,7	1403,0	839,0	804,2	604,3	
	<i>25. Perzentile</i>	64,1	92,3	58,0	72,5	94,6	
	<i>75. Perzentile</i>	114,1	264,7	159,1	186,7	184,9	
AU	<i>N</i>		45,0	36,0	35,0	62,0	
	<i>Mittelwert</i>		237,8	194,0	207,3	272,4	
	<i>Std.-Abw.</i>		339,1	351,3	230,3	246,5	
	<i>Median</i>		158,7	92,6	152,6	200,9	
	<i>Minimum</i>		27,3	19,1	10,1	12,8	
	<i>Maximum</i>		2110,2	1924,7	1214,0	1100,0	
	<i>25. Perzentile</i>		63,2	55,7	92,1	75,9	
	<i>75. Perzentile</i>		284,4	161,5	230,2	380,3	

GG	<i>N</i>	24,0	38,0	13,0			
	<i>Mittelwert</i>	140,3	82,7	109,8			
	<i>Std.-Abw.</i>	167,0	58,3	41,1			
	<i>Median</i>	99,0	61,3	107,1			
	<i>Minimum</i>	31,6	17,0	56,4			
	<i>Maximum</i>	868,5	302,4	204,7			
	<i>25. Perzentile</i>	70,2	47,5	69,7			
	<i>75. Perzentile</i>	168,7	106,6	134,4			
HC	<i>N</i>	24,0	56,0	20,0	107,0	70,0	139,0
	<i>Mittelwert</i>	141,2	122,9	169,0	150,6	133,9	130,3
	<i>Std.-Abw.</i>	61,5	65,7	92,4	106,1	96,8	101,9
	<i>Median</i>	126,4	113,6	139,2	125,0	109,1	110,5
	<i>Minimum</i>	36,8	14,4	58,7	31,5	25,0	8,8
	<i>Maximum</i>	272,9	371,3	365,9	701,1	639,9	749,1
	<i>25. Perzentile</i>	86,5	81,3	95,2	88,4	66,8	66,1
	<i>75. Perzentile</i>	189,8	154,5	247,9	187,3	175,2	158,9
HH	<i>N</i>	21,0	18,0	15,0	51,0		
	<i>Mittelwert</i>	158,6	86,7	167,3	110,4		
	<i>Std.-Abw.</i>	84,6	53,5	116,2	63,8		
	<i>Median</i>	118,1	78,0	140,8	84,7		
	<i>Minimum</i>	48,5	24,9	28,6	25,3		
	<i>Maximum</i>	367,8	216,9	362,6	284,6		
	<i>25. Perzentile</i>	101,1	41,3	41,6	64,1		
	<i>75. Perzentile</i>	210,3	115,7	254,2	163,4		
HI	<i>N</i>	10,0	103,0	62,0	93,0	61,0	
	<i>Mittelwert</i>	225,7	179,0	203,1	148,2	268,3	
	<i>Std.-Abw.</i>	161,5	174,8	173,1	114,8	265,0	
	<i>Median</i>	136,4	115,7	135,1	125,7	199,1	
	<i>Minimum</i>	88,0	25,1	23,9	13,2	44,3	
	<i>Maximum</i>	555,0	977,5	820,9	747,8	1282,6	
	<i>25. Perzentile</i>	100,8	73,9	80,0	66,0	94,2	
	<i>75. Perzentile</i>	353,6	227,1	294,3	184,5	365,4	
HN	<i>N</i>	72,0	73,0	40,0	44,0	27,0	
	<i>Mittelwert</i>	214,0	283,6	154,0	119,3	201,0	
	<i>Std.-Abw.</i>	120,0	337,7	58,0	73,6	143,3	
	<i>Median</i>	193,0	194,5	153,3	100,7	183,8	
	<i>Minimum</i>	37,7	50,1	54,9	16,3	7,9	
	<i>Maximum</i>	618,4	2402,2	291,2	309,2	655,1	
	<i>25. Perzentile</i>	125,5	126,9	101,2	65,8	110,6	
	<i>75. Perzentile</i>	269,7	303,1	207,4	141,6	231,8	

Tabelle A3: Lage- und Streuungsmaße für die Vokalisationslänge [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

<i>Kind</i>	<i>Statistik</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>AC</i>	<i>N</i>	35		88	29			
	<i>Mittelwert</i>	1361		1567	1071			
	<i>Std.-Abw.</i>	800		891	819			
	<i>Median</i>	1132		1345	954			
	<i>Minimum</i>	451		347	155			
	<i>Maximum</i>	4288		4426	3063			
	<i>25. Perzentile</i>	870		838	452			
	<i>75. Perzentile</i>	1640		2171	1478			
<i>AF</i>	<i>N</i>	81	193					
	<i>Mittelwert</i>	818	799					
	<i>Std.-Abw.</i>	432	534					
	<i>Median</i>	700	707					
	<i>Minimum</i>	206	156					
	<i>Maximum</i>	2205	3144					
	<i>25. Perzentile</i>	519	664					
	<i>75. Perzentile</i>	983	1350					
<i>AG</i>	<i>N</i>	68	58	159	109	76		
	<i>Mittelwert</i>	1520	1089	608	564	666		
	<i>Std.-Abw.</i>	1006	643	546	485	495		
	<i>Median</i>	1312	981	443	436	545		
	<i>Minimum</i>	165	202	83	134	115		
	<i>Maximum</i>	4254	2903	2747	3398	3468		
	<i>25. Perzentile</i>	785	664	223	250	388		
	<i>75. Perzentile</i>	2028	1350	757	719	738		
<i>AH</i>	<i>N</i>	46	64	51	65	81	66	
	<i>Mittelwert</i>	832	1136	1178	1157	843	1011	
	<i>Std.-Abw.</i>	609	816	704	871	512	791	
	<i>Median</i>	647	927	1095	823	734	748	
	<i>Minimum</i>	149	154	179	217	185	187	
	<i>Maximum</i>	2877	3716	2756	4283	3846	3893	
	<i>25. Perzentile</i>	425	491	564	559	557	558	
	<i>75. Perzentile</i>	1182	1483	1772	1457	969	989	
<i>AJ</i>	<i>N</i>		37	24	21			
	<i>Mittelwert</i>		1407	1417	1889			
	<i>Std.-Abw.</i>		810	978	1219			
	<i>Median</i>		1423	1117	1706			
	<i>Minimum</i>		181	212	358			
	<i>Maximum</i>		4388	3397	5908			
	<i>25. Perzentile</i>		785	662	1036			
	<i>75. Perzentile</i>		1841	2189	2370			
<i>AK</i>	<i>N</i>			178	272	274	192	
	<i>Mittelwert</i>			1416	1144	887	865	
	<i>Std.-Abw.</i>			941	700	640	622	
	<i>Median</i>			1214	1073	738	730	
	<i>Minimum</i>			70	121	102	103	
	<i>Maximum</i>			5015	3949	4494	4316	
	<i>25. Perzentile</i>			803	597	437	444	
	<i>75. Perzentile</i>			1790	1443	1210	1087	

AL	<i>N</i>	40	19	126	142	119	205	
	<i>Mittelwert</i>	1137	889	760	919	1022	804	
	<i>Std.-Abw.</i>	507	576	401	552	670	640	
	<i>Median</i>	1064	761	682	854	863	583	
	<i>Minimum</i>	365	224	100	181	153	70	
	<i>Maximum</i>	2957	2441	1749	4341	3371	4843	
	<i>25. Perzentile</i>	844	460	433	521	483	364	
	<i>75. Perzentile</i>	1252	1353	1033	1157	1388	1086	
AS	<i>N</i>		44	92	15	46	42	
	<i>Mittelwert</i>		794	1100	1499	947	946	
	<i>Std.-Abw.</i>		750	735	623	784	652	
	<i>Median</i>		425	922	1480	665	729	
	<i>Minimum</i>		74	203	659	69	115	
	<i>Maximum</i>		2908	4572	2935	3360	2787	
	<i>25. Perzentile</i>		208	669	1043	349	479	
	<i>75. Perzentile</i>		1142	1280	1849	1318	1170	
AT	<i>N</i>	23	49	89	254	61		
	<i>Mittelwert</i>	941	1233	872	913	705		
	<i>Std.-Abw.</i>	729	862	857	646	450		
	<i>Median</i>	815	1166	589	765	648		
	<i>Minimum</i>	165	101	145	124	222		
	<i>Maximum</i>	2952	3811	4227	5429	2352		
	<i>25. Perzentile</i>	490	590	369	511	334		
	<i>75. Perzentile</i>	1040	1704	975	1023	893		
AU	<i>N</i>		45	36	35	62		
	<i>Mittelwert</i>		1231	1275	1499	1150		
	<i>Std.-Abw.</i>		951	1087	904	880		
	<i>Median</i>		1115	878	1358	810		
	<i>Minimum</i>		131	186	247	125		
	<i>Maximum</i>		4356	4474	4274	3617		
	<i>25. Perzentile</i>		488	565	809	517		
	<i>75. Perzentile</i>		1717	1572	1918	1632		
GG	<i>N</i>		24	38	13			
	<i>Mittelwert</i>		1250	1258	1399			
	<i>Std.-Abw.</i>		446	671	458			
	<i>Median</i>		1252	1131	1273			
	<i>Minimum</i>		456	366	952			
	<i>Maximum</i>		2161	3031	2477			
	<i>25. Perzentile</i>		919	730	1045			
	<i>75. Perzentile</i>		1567	1452	1677			
HC	<i>N</i>	24		56	20	107	70	139
	<i>Mittelwert</i>	911		1066	1242	1271	1144	979
	<i>Std.-Abw.</i>	527		810	763	734	716	510
	<i>Median</i>	812		825	1078	1176	1038	902
	<i>Minimum</i>	338		142	420	120	198	256
	<i>Maximum</i>	2103		4495	3332	4471	3398	2811
	<i>25. Perzentile</i>	445		505	580	722	623	603
	<i>75. Perzentile</i>	1281		1445	1562	1677	1564	1192
HH	<i>N</i>	21	18	15		51		
	<i>Mittelwert</i>	1120	993	1015		899		
	<i>Std.-Abw.</i>	750	531	574		379		
	<i>Median</i>	1001	738	875		792		
	<i>Minimum</i>	305	634	377		358		
	<i>Maximum</i>	3437	2540	2693		1847		
	<i>25. Perzentile</i>	539	653	507		618		
	<i>75. Perzentile</i>	1548	1188	1070		1149		

HI	<i>N</i>	10	103	62	93	61
	<i>Mittelwert</i>	1552	1076	676	438	496
	<i>Std.-Abw.</i>	952	636	764	395	710
	<i>Median</i>	1260	977	389	247	194
	<i>Minimum</i>	650	90	64	83	88
	<i>Maximum</i>	3850	2855	3574	1934	3746
	<i>25. Perzentile</i>	816	543	188	170	127
	<i>75. Perzentile</i>	1934	1444	823	597	464
HN	<i>N</i>	72	73	40	44	27
	<i>Mittelwert</i>	1757	1824	797	632	1051
	<i>Std.-Abw.</i>	945	1400	363	461	659
	<i>Median</i>	1661	1450	668	470	940
	<i>Minimum</i>	396	203	241	178	189
	<i>Maximum</i>	4805	7050	1715	2052	2718
	<i>25. Perzentile</i>	982	847	507	341	596
	<i>75. Perzentile</i>	2494	2443	1070	786	1459

Tabelle A4: Lage- und Streuungsmaße für die absolute Vokallänge [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

<i>Kind</i>	<i>Statistik</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
AC	<i>N</i>	111		353	74			
	<i>Mittelwert</i>	276		270	249			
	<i>Std.-Abw.</i>	165		140	135			
	<i>Median</i>	250		259	216			
	<i>Minimum</i>	41		31	42			
	<i>Maximum</i>	1332		1330	669			
	<i>25. Perzentile</i>	163		181	139			
	<i>75. Perzentile</i>	361		334	338			
AF	<i>N</i>	181	468					
	<i>Mittelwert</i>	253	214					
	<i>Std.-Abw.</i>	158	168					
	<i>Median</i>	218	180					
	<i>Minimum</i>	34	28					
	<i>Maximum</i>	1043	1106					
	<i>25. Perzentile</i>	149	106					
	<i>75. Perzentile</i>	316	255					
AG	<i>N</i>	272	142	294	184	147		
	<i>Mittelwert</i>	247	303	188	222	231		
	<i>Std.-Abw.</i>	151	285	99	124	195		
	<i>Median</i>	219	216	166	197	180		
	<i>Minimum</i>	26	32	24	15	38		
	<i>Maximum</i>	1038	1949	664	712	1300		
	<i>25. Perzentile</i>	160	142	125	139	121		
	<i>75. Perzentile</i>	291	359	227	271	247		

AH	<i>N</i>	97	161	147	155	169	142
	<i>Mittelwert</i>	315	329	233	340	278	267
	<i>Std.-Abw.</i>	183	176	128	197	158	147
	<i>Median</i>	294	313	209	290	235	230
	<i>Minimum</i>	34	31	30	51	41	47
	<i>Maximum</i>	745	1092	783	1029	973	909
	<i>25. Perzentile</i>	154	207	134	205	172	159
	<i>75. Perzentile</i>	466	422	305	439	337	362
AJ	<i>N</i>		126	83	82		
	<i>Mittelwert</i>		254	265	322		
	<i>Std.-Abw.</i>		153	134	214		
	<i>Median</i>		220	258	269		
	<i>Minimum</i>		36	39	90		
	<i>Maximum</i>		1149	674	1640		
	<i>25. Perzentile</i>		154	169	221		
	<i>75. Perzentile</i>		311	333	334		
AK	<i>N</i>			559	864	681	415
	<i>Mittelwert</i>			231	200	224	256
	<i>Std.-Abw.</i>			129	129	117	146
	<i>Median</i>			205	175	201	231
	<i>Minimum</i>			25	19	33	19
	<i>Maximum</i>			957	1364	882	1209
	<i>25. Perzentile</i>			144	117	143	148
	<i>75. Perzentile</i>			284	239	282	326
AL	<i>N</i>	117	43	264	315	303	433
	<i>Mittelwert</i>	285	254	232	234	259	238
	<i>Std.-Abw.</i>	162	211	168	173	175	190
	<i>Median</i>	258	197	197	204	222	194
	<i>Minimum</i>	45	42	34	30	27	22
	<i>Maximum</i>	787	1317	1177	2012	1217	1773
	<i>25. Perzentile</i>	157	156	126	135	155	143
	<i>75. Perzentile</i>	414	296	287	279	313	263
AS	<i>N</i>		101	284	49	113	99
	<i>Mittelwert</i>		234	189	270	197	190
	<i>Std.-Abw.</i>		118	125	189	126	111
	<i>Median</i>		215	153	196	153	171
	<i>Minimum</i>		52	36	69	43	50
	<i>Maximum</i>		601	822	1144	857	608
	<i>25. Perzentile</i>		156	108	157	115	99
	<i>75. Perzentile</i>		310	238	319	251	233
AT	<i>N</i>	56	180	207	638	111	
	<i>Mittelwert</i>	228	135	181	215	211	
	<i>Std.-Abw.</i>	116	74	84	177	123	
	<i>Median</i>	218	126	164	158	197	
	<i>Minimum</i>	38	20	34	24	29	
	<i>Maximum</i>	495	548	596	1470	615	
	<i>25. Perzentile</i>	136	86	124	119	117	
	<i>75. Perzentile</i>	296	166	214	250	268	
AU	<i>N</i>		134	102	153	172	
	<i>Mittelwert</i>		263	211	202	229	
	<i>Std.-Abw.</i>		175	110	92	128	
	<i>Median</i>		218	192	178	191	
	<i>Minimum</i>		51	32	47	50	
	<i>Maximum</i>		1196	611	565	770	
	<i>25. Perzentile</i>		132	136	141	147	
	<i>75. Perzentile</i>		388	278	246	275	

GG	<i>N</i>		86	109	45			
	<i>Mittelwert</i>		237	250	281			
	<i>Std.-Abw.</i>		222	143	109			
	<i>Median</i>		177	216	254			
	<i>Minimum</i>		50	40	140			
	<i>Maximum</i>		1781	1221	600			
	<i>25. Perzentile</i>		135	160	195			
	<i>75. Perzentile</i>		239	319	355			
HC	<i>N</i>	58		150	65	374	217	401
	<i>Mittelwert</i>	258		216	272	204	219	204
	<i>Std.-Abw.</i>	146		132	171	106	167	129
	<i>Median</i>	229		187	227	189	175	183
	<i>Minimum</i>	29		45	53	32	34	25
	<i>Maximum</i>	743		771	1045	828	1378	1007
	<i>25. Perzentile</i>	148		133	173	133	127	136
	<i>75. Perzentile</i>	346		257	320	251	261	234
HH	<i>N</i>	57	43	35			132	
	<i>Mittelwert</i>	267	268	241			227	
	<i>Std.-Abw.</i>	138	141	125			131	
	<i>Median</i>	255	258	262			188	
	<i>Minimum</i>	25	36	34			36	
	<i>Maximum</i>	732	842	551			774	
	<i>25. Perzentile</i>	179	212	131			145	
	<i>75. Perzentile</i>	319	287	321			288	
HI	<i>N</i>	28	318	115	145		108	
	<i>Mittelwert</i>	232	165	173	209		184	
	<i>Std.-Abw.</i>	102	77	83	121		106	
	<i>Median</i>	205	156	168	174		155	
	<i>Minimum</i>	35	23	41	44		26	
	<i>Maximum</i>	459	528	505	952		537	
	<i>25. Perzentile</i>	159	114	114	134		106	
	<i>75. Perzentile</i>	304	199	206	254		240	
HN	<i>N</i>	334	265	104	86		74	
	<i>Mittelwert</i>	219	309	190	172		240	
	<i>Std.-Abw.</i>	129	189	104	83		132	
	<i>Median</i>	188	256	163	157		216	
	<i>Minimum</i>	44	24	34	46		60	
	<i>Maximum</i>	1033	1045	743	447		828	
	<i>25. Perzentile</i>	141	187	123	110		145	
	<i>75. Perzentile</i>	254	380	223	220		292	

Tabelle A5: Lage- und Streuungsmaße für die *mittlere Vokallänge* [ms] für die einzelnen Entwicklungsintervalle in den Datenkorpora der einzelnen Kinder

<i>Kind1</i>	<i>Statistik</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>						
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>AC</i>	<i>N</i>	277		261	242			
	<i>Mittelwert</i>	282		270	242			
	<i>Standardabweichung</i>	101		105	96			
	<i>Median</i>	264		257	251			
	<i>Minimum</i>	132		104	76			
	<i>Maximum</i>	538		838	421			
	<i>25. Perzentile</i>	206		204	157			
	<i>75. Perzentile</i>	339		310	324			
<i>AF</i>	<i>N</i>	242	205					
	<i>Mittelwert</i>	253	222					
	<i>Standardabweichung</i>	119	136					
	<i>Median</i>	223	172					
	<i>Minimum</i>	99	66					
	<i>Maximum</i>	694	824					
	<i>25. Perzentile</i>	181	139					
	<i>75. Perzentile</i>	272	263					
<i>AG</i>	<i>N</i>	240	290	187	218	196		
	<i>Mittelwert</i>	246	301	191	222	218		
	<i>Standardabweichung</i>	100	161	73	105	165		
	<i>Median</i>	222	259	169	196	169		
	<i>Minimum</i>	81	62	69	66	73		
	<i>Maximum</i>	606	744	424	467	1221		
	<i>25. Perzentile</i>	173	169	142	149	142		
	<i>75. Perzentile</i>	297	370	240	285	228		
<i>AH</i>	<i>N</i>	301	320	227	317	256	241	
	<i>Mittelwert</i>	307	322	234	327	267	252	
	<i>Standardabweichung</i>	150	106	88	145	104	106	
	<i>Median</i>	275	308	223	298	233	225	
	<i>Minimum</i>	69	127	76	133	131	95	
	<i>Maximum</i>	657	575	527	735	655	595	
	<i>25. Perzentile</i>	192	253	178	212	198	172	
	<i>75. Perzentile</i>	426	388	284	401	320	288	
<i>AJ</i>	<i>N</i>		240	253	296			
	<i>Mittelwert</i>		245	255	307			
	<i>Standardabweichung</i>		95	93	103			
	<i>Median</i>		252	248	269			
	<i>Minimum</i>		82	85	203			
	<i>Maximum</i>		531	450	624			
	<i>25. Perzentile</i>		181	208	244			
	<i>75. Perzentile</i>		292	306	322			
<i>AK</i>	<i>N</i>			218	192	223	240	
	<i>Mittelwert</i>			225	200	227	248	
	<i>Standardabweichung</i>			84	98	80	101	
	<i>Median</i>			210	178	216	229	
	<i>Minimum</i>			78	58	72	89	
	<i>Maximum</i>			557	791	523	586	
	<i>25. Perzentile</i>			160	134	172	179	
	<i>75. Perzentile</i>			265	244	269	304	

AL	<i>N</i>	291	230	216	226	249	219	
	<i>Mittelwert</i>	295	250	224	234	256	231	
	<i>Standardabweichung</i>	108	170	105	105	115	120	
	<i>Median</i>	275	212	201	214	236	196	
	<i>Minimum</i>	101	85	76	65	92	76	
	<i>Maximum</i>	544	787	528	751	589	934	
	<i>25. Perzentile</i>	217	143	150	157	168	164	
	<i>75. Perzentile</i>	353	294	273	276	326	272	
AS	<i>N</i>		231	180	286	178	174	
	<i>Mittelwert</i>		233	192	299	186	178	
	<i>Standardabweichung</i>		81	101	164	102	80	
	<i>Median</i>		239	173	235	132	152	
	<i>Minimum</i>		106	69	139	62	51	
	<i>Maximum</i>		412	670	690	465	390	
	<i>25. Perzentile</i>		157	123	170	121	125	
	<i>75. Perzentile</i>		274	229	382	230	218	
AT	<i>N</i>	228	126	176	180	196		
	<i>Mittelwert</i>	230	132	181	189	198		
	<i>Standardabweichung</i>	82	53	61	95	68		
	<i>Median</i>	211	122	173	166	182		
	<i>Minimum</i>	99	69	90	53	101		
	<i>Maximum</i>	405	357	403	958	337		
	<i>25. Perzentile</i>	168	95	136	130	153		
	<i>75. Perzentile</i>	295	159	208	229	246		
AU	<i>N</i>		240	204	203	222		
	<i>Mittelwert</i>		243	206	206	227		
	<i>Standardabweichung</i>		112	82	61	97		
	<i>Median</i>		223	189	198	216		
	<i>Minimum</i>		58	80	103	68		
	<i>Maximum</i>		501	382	377	483		
	<i>25. Perzentile</i>		157	150	164	158		
	<i>75. Perzentile</i>		315	247	228	261		
GG	<i>N</i>		216	252	301			
	<i>Mittelwert</i>		236	255	304			
	<i>Standardabweichung</i>		137	90	106			
	<i>Median</i>		188	246	282			
	<i>Minimum</i>		110	127	182			
	<i>Maximum</i>		763	439	468			
	<i>25. Perzentile</i>		175	180	217			
	<i>75. Perzentile</i>		257	305	404			
HC	<i>N</i>	266		215	260	193	213	195
	<i>Mittelwert</i>	267		222	259	201	220	209
	<i>Standardabweichung</i>	110		88	73	86	103	103
	<i>Median</i>	291		215	251	182	189	185
	<i>Minimum</i>	111		80	130	78	76	98
	<i>Maximum</i>	447		490	372	666	516	717
	<i>25. Perzentile</i>	147		166	205	152	151	149
	<i>75. Perzentile</i>	332		252	330	238	257	229
HH	<i>N</i>	235	258	252		224		
	<i>Mittelwert</i>	241	281	251		234		
	<i>Standardabweichung</i>	106	142	90		104		
	<i>Median</i>	254	251	250		198		
	<i>Minimum</i>	99	175	84		110		
	<i>Maximum</i>	496	805	390		563		
	<i>25. Perzentile</i>	158	221	201		162		
	<i>75. Perzentile</i>	304	279	333		287		

HI	N	231	161	172	238	188
	Mittelwert	232	164	174	245	189
	Standardabweichung	79	45	61	97	84
	Median	229	160	176	217	161
	Minimum	123	95	65	112	55
	Maximum	358	353	332	540	341
	25. Perzentile	165	130	123	183	127
	75. Perzentile	311	192	211	295	278
HN	N	218	306	183	164	224
	Mittelwert	222	312	191	165	240
	Standardabweichung	64	113	78	53	117
	Median	205	311	180	166	203
	Minimum	110	114	93	84	104
	Maximum	480	674	512	255	678
	25. Perzentile	178	242	132	125	176
	75. Perzentile	264	371	226	206	274

Tabelle A6: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der drei Artikulationszonen in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle

Kind	Artikulationszone	Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]							Gesamt
		1	2	3	4	5	6	7	
AC	V	N	30		74	13			117
		%	33		27	22			28
	M	N	60		192	45			297
		%	67		71	75			71
	H	N	0		5	2			7
		%	0		2	3			2
AF	V	N	99	212					311
		%	67	62					63
	M	N	48	120					168
		%	32	35					34
	H	N	1	12					13
		%	1	3					3
AG	V	N	185	88	64	52	64		453
		%	82	77	26	34	50		52
	M	N	35	22	161	88	55		361
		%	15	19	64	58	43		41
	H	N	6	5	25	12	8		56
		%	3	4	10	8	6		6
AH	V	N	23	77	30	86	63	43	322
		%	36	71	25	75	45	35	48
	M	N	35	30	91	20	70	69	315
		%	55	28	75	18	50	57	47
	H	N	6	1	1	8	8	10	34
		%	9	1	1	7	6	8	5

AJ	V	<i>N</i>		30	18	9			57	
		%		28	24	13			23	
	M	<i>N</i>		71	56	58			185	
		%		67	76	81			73	
	H	<i>N</i>		5	0	5			10	
		%		5	0	7			4	
AK	V	<i>N</i>			158	183	180	152	673	
		%			30	23	28	36	28	
	M	<i>N</i>			269	592	411	234	1506	
		%			52	73	64	56	63	
	H	<i>N</i>			93	34	56	34	217	
		%			18	4	9	8	9	
AL	V	<i>N</i>	26	5	72	220	130	118	571	
		%	33	16	33	84	59	33	49	
	M	<i>N</i>	41	25	121	31	67	225	510	
		%	52	81	56	12	30	62	43	
	H	<i>N</i>	12	1	23	11	25	20	92	
		%	15	3	11	4	11	6	8	
AS	V	<i>N</i>		4	34	4	48	42	132	
		%		4	12	9	47	47	21	
	M	<i>N</i>		77	256	40	53	46	472	
		%		86	87	89	52	52	76	
	H	<i>N</i>		9	4	1	1	1	16	
		%		10	1	2	1	1	3	
AT	V	<i>N</i>	9	15	21	344	61		450	
		%	21	9	11	58	60		42	
	M	<i>N</i>	30	139	149	236	34		588	
		%	71	87	81	40	34		54	
	H	<i>N</i>	3	5	13	15	6		42	
		%	7	3	7	3	6		4	
AU	V	<i>N</i>		18	37	78	11		144	
		%		20	38	61	8		31	
	M	<i>N</i>		62	44	48	116		270	
		%		67	45	38	80		58	
	H	<i>N</i>		12	17	2	18		49	
		%		13	17	2	12		11	
GG	V	<i>N</i>		18	25	1			44	
		%		23	18	2			17	
	M	<i>N</i>		61	101	40			202	
		%		76	74	93			78	
	H	<i>N</i>		1	10	2			13	
		%		1	7	5			5	
HC	V	<i>N</i>	19		62	15	66	27	48	237
		%	54		47	25	19	13	13	21
	M	<i>N</i>	14		60	41	264	137	302	818
		%	40		45	68	76	67	81	71
	H	<i>N</i>	2		10	4	16	39	21	92
		%	6		8	7	5	19	6	8
HH	V	<i>N</i>	31	31	21		65		148	
		%	86	94	72		63		74	
	M	<i>N</i>	4	2	6		36		48	
		%	11	6	21		35		24	
	H	<i>N</i>	1	0	2		2		5	
		%	3	0	7		2		2	

<i>HI</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	24	80	17	2	7	130
		<i>%</i>	89	24	16	2	8	19
	<i>M</i>	<i>N</i>	3	242	81	116	77	519
		<i>%</i>	11	74	75	95	92	78
	<i>H</i>	<i>N</i>	0	6	10	4	0	20
		<i>%</i>	0	2	9	3	0	3
<i>HN</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	202	20	3	11	32	268
		<i>%</i>	70	10	4	14	52	38
	<i>M</i>	<i>N</i>	81	166	60	62	24	393
		<i>%</i>	28	85	72	81	39	56
	<i>H</i>	<i>N</i>	5	9	20	4	5	43
		<i>%</i>	2	5	24	5	8	6

Tabelle A7: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit der verschiedenen Artikulationsarten in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle

<i>Kind</i>	<i>Artikulationsart</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>														<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>		<i>4</i>		<i>5</i>		<i>6</i>		<i>7</i>			
		<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>AC</i>	<i>Plo</i>	35	39			57	21	30	50							122	29
	<i>Nas</i>	10	11			30	11	1	2							41	10
	<i>App</i>	18	20			123	45	14	23							155	37
	<i>Fri</i>	15	17			48	18	13	22							76	18
	<i>NasPlo</i>	11	12			8	3	0	0							19	5
	<i>Aff</i>	0	0			4	1	0	0							4	1
	<i>Vib</i>	0	0			0	0	0	0							0	0
	<i>PloApp</i>	1	1			0	0	0	0							1	
	<i>Lat</i>	0	0			1		2	3							3	1
	<i>AF</i>	<i>Plo</i>	39	26	66	19											105
<i>Nas</i>		50	34	133	39											183	37
<i>App</i>		44	30	87	25											131	27
<i>Fri</i>		13	9	50	15											63	13
<i>NasPlo</i>		0	0	2	1											2	
<i>Aff</i>		0	0	0	0											0	0
<i>Vib</i>		0	0													0	0
<i>Lat</i>		2	1	6	2											8	2
<i>AG</i>	<i>Plo</i>	90	40	87	76	159	64	102	67	76	60					514	59
	<i>Nas</i>	6	3	2	2	8	3	6	4	4	3					26	3
	<i>App</i>	117	52	22	19	55	22	26	17	38	30					258	30
	<i>Fri</i>	8	4	4	3	22	9	16	11	8	6					58	7
	<i>NasPlo</i>	3	1	0	0	4	2	1	1	0	0					8	1
	<i>Aff</i>	0	0	0	0	1		0	0	0	0					1	
	<i>Vib</i>	0	0			0	0	0	0	0	0					0	0
	<i>PloApp</i>	2	1			0	0	0	0	0	0					2	
	<i>Lat</i>	0	0	0	0	1		1	1	1	1					3	

<i>AH</i>	<i>Plo</i>	30	47	25	23	50	41	15	13	52	37	49	40		221	33
	<i>Nas</i>	2	3	2	2	22	18	21	18	19	13	31	25		97	14
	<i>App</i>	22	34	68	63	25	20	58	51	43	30	16	13		232	35
	<i>Fri</i>	8	13	6	6	17	14	15	13	23	16	23	19		92	14
	<i>NasPlo</i>	0	0	7	6	6	5	2	2	1	1	3	2		19	3
	<i>Aff</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0		3	
	<i>Vib</i>	1	2			0	0	0	0	0	0	0	0		1	
	<i>Lat</i>	1	2	0	0	1	1	2	2	2	1	0	0		6	1
<i>AJ</i>	<i>Plo</i>			49	46	30	41	21	29						100	40
	<i>Nas</i>			1	1	2	3	3	4						6	2
	<i>App</i>			26	25	20	27	8	11						54	21
	<i>Fri</i>			14	13	13	18	32	44						59	23
	<i>NasPlo</i>			12	11	8	11	8	11						28	11
	<i>Aff</i>			4	4	1	1	0	0						5	2
	<i>Vib</i>					0	0	0	0						0	0
	<i>Lat</i>			0	0	0	0	0	0						0	0
<i>AK</i>	<i>Plo</i>					197	38	333	41	344	53	200	48		1074	45
	<i>Nas</i>					244	47	297	37	113	17	144	34		798	33
	<i>App</i>					52	10	125	15	89	14	21	5		287	12
	<i>Fri</i>					20	4	28	3	54	8	38	9		140	6
	<i>NasPlo</i>					3	1	11	1	6	1	0	0		20	1
	<i>Aff</i>					3	1	0	0	1		1			5	
	<i>Vib</i>					0	0	1		4	1	3	1		8	
	<i>PloApp</i>					0	0	1		0	0				1	
<i>Lat</i>					1		13	2	36	6	13	3		63	3	
<i>AL</i>	<i>Plo</i>	25	32	22	71	117	54	22	8	56	25	161	44		403	34
	<i>Nas</i>	2	3	3	10	37	17	170	65	61	27	57	16		330	28
	<i>App</i>	31	39	2	6	32	15	57	22	90	41	69	19		281	24
	<i>Fri</i>	13	16	2	6	24	11	8	3	9	4	50	14		106	9
	<i>NasPlo</i>	0	0	1	3	4	2	3	1	2	1	14	4		24	2
	<i>Aff</i>	1	1	0	0	0	0	1		1		3	1		6	1
	<i>Vib</i>	1	1			0	0	0	0	0	0	2	1		3	
	<i>Lat</i>	6	8	1	3	2	1	1		3	1	7	2		20	2
<i>AS</i>	<i>Plo</i>			68	76	231	79	26	58	41	40	58	65		424	68
	<i>Nas</i>			1	1	0	0	12	27	41	40	18	20		72	12
	<i>App</i>			4	4	30	10	2	4	12	12	8	9		56	9
	<i>Fri</i>			14	16	22	7	4	9	3	3	4	4		47	8
	<i>NasPlo</i>			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	
	<i>Aff</i>			2	2	7	2	1	2	2	2	1	1		13	2
	<i>Vib</i>					0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
	<i>Lat</i>			0	0	4	1	0	0	3	3	0	0		7	1
<i>AT</i>	<i>Plo</i>	24	57	131	82	92	50	238	40	45	45				530	49
	<i>Nas</i>	4	10	7	4	68	37	284	48	41	41				404	37
	<i>App</i>	10	24	3	2	11	6	46	8	3	3				73	7
	<i>Fri</i>	3	7	9	6	9	5	25	4	10	10				56	5
	<i>NasPlo</i>	0	0	3	2	1	1	1		1	1				6	1
	<i>Aff</i>	0	0	6	4	2	1	0	0	1	1				9	1
	<i>Vib</i>	0	0			0	0	0	0	0	0				0	0
	<i>Lat</i>	1	2	0	0	0	0	1		0	0				2	

<i>AU</i>	<i>Plo</i>	45	49	36	37	6	5	99	68					186	40	
	<i>Nas</i>	2	2	7	7	46	36	7	5					62	13	
	<i>App</i>	13	14	25	26	65	51	20	14					123	27	
	<i>Fri</i>	18	20	13	13	3	2	10	7					44	10	
	<i>NasPlo</i>	1	1	0	0	0	0	1	1					2		
	<i>Aff</i>	0	0	0	0	0	0	6	4					6	1	
	<i>Vib</i>			0	0	0	0	1	1					1		
	<i>PloApp</i>			2	2	0	0	0	0					2		
	<i>Lat</i>	13	14	15	15	8	6	1	1					37	8	
<i>GG</i>	<i>Plo</i>	12	15	55	40	7	16							74	29	
	<i>Nas</i>	51	64	59	43	6	14							116	45	
	<i>App</i>	5	6	9	7	25	58							39	15	
	<i>Fri</i>	3	4	8	6	2	5							13	5	
	<i>NasPlo</i>	0	0	3	2	0	0							3	1	
	<i>Aff</i>	0	0	1	1	1	2							2	1	
	<i>Vib</i>			0	0	0	0							0	0	
	<i>Lat</i>	9	11	1	1	2	5							12	5	
<i>HC</i>	<i>Plo</i>	4	11		36	27	6	10	140	40	111	55	224	60	521	45
	<i>Nas</i>	5	14		38	29	2	3	13	4	12	6	30	8	100	9
	<i>App</i>	17	49		26	20	31	52	82	24	40	20	47	13	243	21
	<i>Fri</i>	4	11		5	4	12	20	67	19	26	13	63	17	177	15
	<i>NasPlo</i>	3	9		25	19	9	15	38	11	10	5	3	1	88	8
	<i>Aff</i>	0	0		1	1	0	0	2	1	3	1			6	1
	<i>Vib</i>	0	0		1	1	0	0	1		1		1		4	
	<i>PloApp</i>	0	0		0	0	0	0	3	1					3	
	<i>Lat</i>	2	6		0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	5	
<i>HH</i>	<i>Plo</i>	0	0	0	0	2	7		12	12					14	7
	<i>Nas</i>	11	31	30	91	16	55		35	34					92	46
	<i>App</i>	24	67	3	9	9	31		31	30					67	33
	<i>Fri</i>	1	3	0	0	2	7		16	16					19	9
	<i>NasPlo</i>	0	0	0	0	0	0		7	7					7	3
	<i>Aff</i>	0	0	0	0	0	0		1	1					1	
	<i>Vib</i>	0	0		0	0			1	1					1	
	<i>Lat</i>	0	0	0	0	0	0		0	0					0	0
<i>HI</i>	<i>Plo</i>	12	44	265	81	76	70	87	71	60	71				500	75
	<i>Nas</i>	2	7	12	4	3	3	3	2	1	1				21	3
	<i>App</i>	9	33	15	5	2	2	8	7	11	13				45	7
	<i>Fri</i>	0	0	17	5	19	18	21	17	10	12				67	10
	<i>NasPlo</i>	1	4	19	6	5	5	2	2	2	2				29	4
	<i>Aff</i>	3	11	0	0	3	3	1	1	0	0				7	1
	<i>Vib</i>	0	0		0	0	0	0	0	0	0				0	0
	<i>Lat</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0
<i>HN</i>	<i>Plo</i>	49	17	105	54	37	45	37	48	25	41				253	36
	<i>Nas</i>	147	51	32	16	11	13	23	30	6	10				219	31
	<i>App</i>	42	15	21	11	3	4	3	4	16	26				85	12
	<i>Fri</i>	13	5	29	15	23	28	7	9	11	18				83	12
	<i>NasPlo</i>	37	13	8	4	4	5	7	9	3	5				59	8
	<i>Aff</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0				1	
	<i>Vib</i>	0	0		4	5	0	0	0	0	0				4	1
	<i>Lat</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0

Tabelle A8: Übersicht über die absolute und relative Auftrittshäufigkeit ein-, zwei- und mehrsilbiger kanonischer Babbler in den Datenkorpora der einzelnen Kinder für die einzelnen Entwicklungsintervalle

<i>Kind</i>	<i>Silben- anzahl</i>	<i>Alter relativ zum Beginn der kanonischen Babbelphase [Monate]</i>							<i>Gesamt</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>		
<i>AC</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	3		4	6				13
		<i>%</i>	8,6%		4,5%	20,7%				8,6%
	<i>2</i>	<i>N</i>	10		21	8				39
		<i>%</i>	28,6%		23,9%	27,6%				25,7%
≥ 3	<i>N</i>	22		63	15				100	
	<i>%</i>	62,9%		71,6%	51,7%				65,8%	
<i>AF</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	9	31						40
		<i>%</i>	11,1%	16,1%						14,6%
	<i>2</i>	<i>N</i>	48	94						142
		<i>%</i>	59,3%	48,7%						51,8%
≥ 3	<i>N</i>	24	68						92	
	<i>%</i>	29,6%	35,2%						33,6%	
<i>AG</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	3	8	60	52	21			144
		<i>%</i>	4,4%	13,8%	37,7%	47,7%	27,6%			30,6%
	<i>2</i>	<i>N</i>	14	28	76	40	43			201
		<i>%</i>	20,6%	48,3%	47,8%	36,7%	56,6%			42,8%
≥ 3	<i>N</i>	51	22	23	17	12			125	
	<i>%</i>	75,0%	37,9%	14,5%	15,6%	15,8%			26,6%	
<i>AH</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	12	14	10	15	21	20		92
		<i>%</i>	26,1%	21,9%	19,6%	23,1%	25,9%	30,3%		24,7%
	<i>2</i>	<i>N</i>	21	24	12	27	38	31		153
		<i>%</i>	45,7%	37,5%	23,5%	41,5%	46,9%	47,0%		41,0%
≥ 3	<i>N</i>	13	26	29	23	22	15		128	
	<i>%</i>	28,3%	40,6%	56,9%	35,4%	27,2%	22,7%		34,3%	
<i>AJ</i>	<i>1</i>	<i>N</i>		5	1	3				9
		<i>%</i>		13,5%	4,2%	14,3%				11,0%
	<i>2</i>	<i>N</i>		6	11	2				19
		<i>%</i>		16,2%	45,8%	9,5%				23,2%
≥ 3	<i>N</i>		26	12	16				54	
	<i>%</i>		70,3%	50,0%	76,2%				65,9%	
<i>AK</i>	<i>1</i>	<i>N</i>			23	26	68	79		196
		<i>%</i>			12,9%	9,6%	24,8%	41,1%		21,4%
	<i>2</i>	<i>N</i>			45	81	104	54		284
		<i>%</i>			25,3%	29,8%	38,0%	28,1%		31,0%
≥ 3	<i>N</i>			110	165	102	59		436	
	<i>%</i>			61,8%	60,7%	37,2%	30,7%		47,6%	
<i>AL</i>	<i>1</i>	<i>N</i>	1	5	35	33	17	53		144
		<i>%</i>	2,5%	26,3%	27,8%	23,2%	14,3%	25,9%		22,1%
	<i>2</i>	<i>N</i>	17	9	54	64	53	98		295
		<i>%</i>	42,5%	47,4%	42,9%	45,1%	44,5%	47,8%		45,3%
≥ 3	<i>N</i>	22	5	37	45	49	54		212	
	<i>%</i>	55,0%	26,3%	29,4%	31,7%	41,2%	26,3%		32,6%	
<i>AS</i>	<i>1</i>	<i>N</i>		19	14	0	16	11		60
		<i>%</i>		43,2%	15,2%	0,0%	34,8%	26,2%		25,1%
	<i>2</i>	<i>N</i>		11	27	7	13	16		74
		<i>%</i>		25,0%	29,3%	46,7%	28,3%	38,1%		31,0%
≥ 3	<i>N</i>		14	51	8	17	15		105	
	<i>%</i>		31,8%	55,4%	53,3%	37,0%	35,7%		43,9%	

AT	1	<i>N</i>	3	6	25	72	26	132		
		%	13,0%	12,2%	28,1%	28,3%	42,6%	27,7%		
	2	<i>N</i>	11	6	41	79	25	162		
		%	47,8%	12,2%	46,1%	31,1%	41,0%	34,0%		
≥ 3	<i>N</i>	9	37	23	103	10	182			
	%	39,1%	75,5%	25,8%	40,6%	16,4%	38,2%			
AU	1	<i>N</i>		10	7	5	15	37		
		%		22,2%	19,4%	14,3%	24,2%	20,8%		
	2	<i>N</i>		11	12	5	22	50		
		%		24,4%	33,3%	14,3%	35,5%	28,1%		
≥ 3	<i>N</i>		24	17	25	25	91			
	%		53,3%	47,2%	71,4%	40,3%	51,1%			
GG	1	<i>N</i>		2	7	1		10		
		%		8,3%	18,4%	7,7%		13,3%		
	2	<i>N</i>		3	11	4		18		
		%		12,5%	28,9%	30,8%		24,0%		
≥ 3	<i>N</i>		19	20	8		47			
	%		79,2%	52,6%	61,5%		62,7%			
HC	1	<i>N</i>	3		13	3	5	15	10	49
		%	12,5%		23,2%	15,0%	4,7%	21,4%	7,2%	11,8%
	2	<i>N</i>	14		19	4	26	13	52	128
		%	58,3%		33,9%	20,0%	24,3%	18,6%	37,4%	30,8%
≥ 3	<i>N</i>	7		24	13	76	42	77	239	
	%	29,2%		42,9%	65,0%	71,0%	60,0%	55,4%	57,5%	
HH	1	<i>N</i>	3	1	3		5		12	
		%	14,3%	5,6%	20,0%		9,8%		11,4%	
	2	<i>N</i>	7	10	5		26		48	
		%	33,3%	55,6%	33,3%		51,0%		45,7%	
≥ 3	<i>N</i>	11	7	7		20		45		
	%	52,4%	38,9%	46,7%		39,2%		42,9%		
HI	1	<i>N</i>	0	17	34	60	37		148	
		%	0,0%	16,5%	54,8%	64,5%	60,7%		45,0%	
	2	<i>N</i>	2	21	16	22	14		75	
		%	20,0%	20,4%	25,8%	23,7%	23,0%		22,8%	
≥ 3	<i>N</i>	8	65	12	11	10		106		
	%	80,0%	63,1%	19,4%	11,8%	16,4%		32,2%		
HN	1	<i>N</i>	1	3	3	17	6		30	
		%	1,4%	4,1%	7,5%	38,6%	22,2%		11,7%	
	2	<i>N</i>	12	24	17	16	8		77	
		%	16,7%	32,9%	42,5%	36,4%	29,6%		30,1%	
≥ 3	<i>N</i>	59	46	20	11	13		149		
	%	81,9%	63,0%	50,0%	25,0%	48,1%		58,2%		

Danksagung

An erster Stelle bedanke ich mich bei meinem Erstgutachter Prof. Dr. Detlef Hansen dafür, dass er dieses Projekt ermöglicht und jederzeit konstruktiv unterstützt hat.

Mein besonderer Dank gilt meiner Zweitgutachterin Prof. Dr. Kathleen Wermke. Sie hatte immer ein offenes Ohr für fachliche Fragen und trug durch wertvolle Impulse wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit bei. Ich habe die Zusammenarbeit sowohl auf persönlicher als auch auf wissenschaftlicher Ebene als sehr gewinnbringend empfunden und behalte die Zeit der Promotion nicht zuletzt aufgrund der unzähligen Gespräche und Diskussionen in sehr positiver Erinnerung.

Bei Peter Wermke bedanke ich mich herzlichst für die tatkräftige Unterstützung bei der Archivierung und der Aufbereitung der Daten. Ohne seine Sachkenntnis, seine hervorragenden Ideen und seine Zeit wäre die Bewältigung der großen Datenmengen kaum möglich gewesen.

Bei Herrn Johannes Hain bedanke ich mich vielmals für die Bereitstellung der *zweifaktoriellen Mixed-Model Nested ANOVA* für die statistische Analyse mit *R*.

Des Weiteren danke ich all den Familien und Kindern, die dieses Projekt durch ihre Teilnahme erst möglich gemacht haben.

Mein Dank gilt außerdem meinen Kolleginnen Verena Voit, Dr. Annette Prochnow, Daniela Eiband und Dr. Birgit Mampe-Keller vom ZVES für die unvergessliche gemeinsame Zeit der Promotion.

Nicht zuletzt möchte ich mich von ganzem Herzen bei meiner Familie und meinen engsten Freunden für ihr Verständnis, ihre Geduld und emotionale Unterstützung bedanken.

