

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kiefergesundheit

der Universität Würzburg

Poliklinik für Kieferorthopädie

Direktorin: Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

**Quantitative und qualitative Analyse laryngealer Konstriktionsphänomene in
vorsprachlichen Vokalisationen der Lebensmonate 1 bis 3 von Säuglingen mit
angeborenen Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten**

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Jasmin Klein (geb. Mack)

aus Würzburg

Würzburg, März 2023

Referentin: Prof. Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

Korreferent: Prof. Dr. Dr. Götz Gelbrich

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 11.12.2023

Die Promovendin ist Zahnärztin

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	7
2.1	Studiendesign und ethische Aspekte	7
2.2	Säuglingskollektiv und Datenbasis	8
2.3	Datenaufbereitung	17
2.3.1	Auswahl der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen in CDAP und PRAAT	18
2.4	Datenanalyse	21
2.4.1	Differenzierung typischer Ausprägungsformen laryngealer Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung	21
2.4.2	Kategorisierung der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung	26
2.4.4	Vermessung der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung	36
2.4.4.1	Bestimmung der Cursorpositionen in der Zeitbereichsdarstellung (Oszillogramm)	36
2.4.4.2	Bestimmung der Cursorpositionen im Frequenzspektrogramm	37
2.5	Statistische Datenauswertung	38
3	Ergebnisse	41
3.1	Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit und ohne laryngeale Konstriktionen	41
3.1.1	Deskriptive Analyse differenziert nach Gruppen	44
3.1.2	Deskriptive Analyse differenziert nach Lebensmonaten	46
3.2	Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit einzelnen und mehreren laryngealen Konstriktionen	49
3.2.1	Deskriptive Analyse differenziert nach Gruppen	52
3.2.2	Deskriptive Analyse differenziert nach Lebensmonaten	54
3.3	Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten der Kategorien der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen	58
3.4	Deskriptive Analyse der temporalen Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen	63
3.5	Statistische Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen unter Berücksichtigung der Plattenkondition	66

3.5.1	GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mindestens einer laryngealen Konstriktion.....	67
3.5.1.1	Weiterführende statistische Analyse der Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Lebensalter“	70
3.5.2	GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mehreren laryngealen Konstriktionen.....	71
3.5.2.1	Weiterführende statistische Analyse der Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Lebensalter“	74
3.6	Deskriptive Analyse der Einzelsignale der Säuglinge mit isolierten Gaumenspalten ohne Plattentherapie (IGS_oP)	76
3.6.1	Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen.....	76
3.6.2	Deskriptive Analyse zu den Auftrittshäufigkeiten der Kategorien und temporalen Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen.....	79
4	Diskussion	82
4.1	Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP.....	83
4.1.1	Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit vom Spalttyp.....	85
4.1.2	Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit vom Lebensalter	88
4.1.3	Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit von Plattenkonditionsänderungen.....	89
4.2	Auftrittshäufigkeiten verschiedener Auftrittsformen von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP.....	90
4.3	Temporale Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP.....	92
4.4	Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen der drei Säuglinge der Gruppe IGS_oP.....	94
5	Zusammenfassung.....	96
6	Literaturverzeichnis	98

Appendix

I Abkürzungsverzeichnis

II Abbildungsverzeichnis

III Tabellenverzeichnis

IV Danksagung

V Eigene Veröffentlichung

VI Ergänzende Anlage

1 Einleitung

Das heterogene Erscheinungsbild einer angeborenen Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte (LKGS) stellt selbst erfahrene Behandlungsteams immer wieder vor große Herausforderungen, wenn es um die individuelle Betreuung und Förderung der betroffenen Säuglinge geht.

Das Therapiekonzept am Universitätsklinikum Würzburg (UKW) sieht die Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen vor, darunter Kieferorthopädie, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Pädaudiologie, Phoniatrie, Pädiatrie und Logopädie. Einmalig für Deutschland ist in Würzburg das zur Kieferorthopädie gehörende Zentrum für vor-sprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES). Routinemäßig werden betroffene Säuglinge parallel zur kieferorthopädischen Behandlung in ihrer vokalen Entwicklung dokumentiert und ihre Laute im Rahmen der Forschung mit einer speziellen Computersoftware analysiert. Ziel des interdisziplinären Teams ist es, die Patientinnen und Patienten von Geburt an bis ins Erwachsenenalter ganzheitlich begleiten zu können. Vor der chirurgischen Korrektur der anatomischen Fehlbildungen ist in den meisten Fällen eine konservative kieferorthopädische Frühbehandlung mittels einer individuell angefertigten Gaumenplatte angezeigt, die überlebenswichtige Funktionen wie Atmen, Schlucken und Trinken verbessert und das Wachstum des Oberkiefers gezielt steuert (Fischer & Stellzig-Eisenhauer, 2019; Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW, 2022).

Die Beeinträchtigungen der Säuglinge mit LKGS sind vielfältig. Neben der sichtbaren anatomischen Malformation, die sich aufgrund der offenen oronasalen Verbindung direkt auf die Atmung, die Nahrungsaufnahme und das Hörvermögen des Säuglings auswirkt, sind noch weitere funktionelle Einschränkungen und Entwicklungsauffälligkeiten bekannt (Fischer & Stellzig-Eisenhauer, 2019; Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW, 2022; Schwenzer & Ehrenfeld, 2011). Dazu können unter anderem eine verzögerte motorische Entwicklung, verminderte intellektuelle Fähigkeiten und psychologische Auswirkungen, beispielsweise durch soziale Deprivation, gehören (Hocevar-Boltezar et al., 2006; Jocelyn et al., 1996; Schönweiler et al., 1999). Darüber hinaus stellen die von der angeborenen orofazialen Spaltbildung betroffenen anatomischen Strukturen wichtige und sehr empfindliche Ausführungsorgane der Sprech- und Sprachentwicklung dar. Es ist inzwischen gut belegt, dass betroffene Patientinnen und Patienten eine höhere Prävalenz für Störungen im Sprech- und Spracherwerb oder zumindest deutliche Entwicklungsverzögerungen aufweisen (Broen et al., 1998; Jocelyn et

al., 1996; Kuehn & Moller, 2000; Morris & Ozanne, 2003; Richman et al., 1988; Richman, 1997; Richman & Ryan, 2003; Scherer & D'Antonio, 1995; Schönweiler et al., 1995). Das Ausmaß, in dem schon vorsprachliche Entwicklungsschritte und Übungsphasen von jungen Säuglingen durch den anatomisch veränderten Vokaltrakt und frühe therapeutische Interventionen beeinflusst werden, ist Gegenstand intensiver Forschung (u.a. Birr, 2009; Eiband, 2018; Fuamenya, 2011; Hauschildt, 2006; Kempf, 2009; Massengill, 1969; Ostermann, 2010; Steck-Walter, 2007; Wermke et al., 2002; Wermke et al., 2011; Zeipert, 2004).

Das natürliche Weinen gesunder Säuglinge zeigt bereits ein großes Repertoire melodischer und rhythmischer Eigenschaften, die in den ersten Lebenswochen immer komplexere Muster aufweisen. Vor allem durch die Arbeiten am ZVES wurden systematische und kontinuierliche Modifikationen von Schreimelodien im ersten Lebenshalbjahr nachgewiesen. Diese Veränderungen folgen einem angeborenen vorsprachlichen Entwicklungsprogramm, das Einfluss auf erste Wortproduktionen und den späteren Sprech- und Spracherwerb der Säuglinge hat (u.a. Wermke et al., 2007; Wermke & Mende, 1994, 2009, 2011). Die Reifung der laryngo-respiratorischen Kontrolle zeigt sich nicht nur in der Komplexitätszunahme der Melodiestructur, sondern auch in der Veränderung rhythmischer Eigenschaften. Die intentionale Unterbrechung der Stimmlippenbewegung während der expiratorischen Phonationsphase segmentiert aufeinanderfolgende Melodiebögen und erzeugt so Rhythmusvariationen. Wermke und Mende (2009, 2016) sprechen hierbei von rhythmischen Übungen und Vorstufen späterer Silbenproduktionen bereits in Säuglingsschreien und ergänzen dadurch vergleichbare Untersuchungsergebnisse zu laryngealen Phonationsunterbrechungen in Komfortlauten (Buder et al., 2013; Kent & Murray, 1982; Stark et al., 1975; Stark, 1981).

Es häufen sich Befunde, die belegen, dass das „Trainieren“ bestimmter melodischer und rhythmischer Elemente in den vorsprachlichen Lauten der ersten Lebensmonate bereits sprachrelevant und ein regulärer Bestandteil des angeborenen Entwicklungsprogramms gesunder Säuglinge ist. Diese Entwicklungsvorgänge zu untersuchen, ist ebenso für Säuglinge mit LKGS von Bedeutung. Hier steht die Frage, wie das Entwicklungsprogramm durch die angeborene orofaziale Spaltbildung beeinflusst wird, im Zentrum der Forschung. Dies betrifft unter anderem mögliche Einschränkungen der präartikulatorischen Übungsphasen. Obwohl es eine Reihe von Vorarbeiten zu Melodiesegmentierungen im natürlichen Weinen am ZVES gab (u.a. Birr, 2009; Ostermann,

2010; Steck-Walter, 2007; Wermke et al., 2011), haben erst neuere Analysen zu laryngealen Konstriktionen in Lauten gesunder Säuglinge geholfen, die Bedeutung dieser rhythmischen Komponenten für die Sprachentwicklung zu verstehen (Robb et al., 2020).

Birr (2009) führte Melodiestrukturanalysen in den ersten 12 Lebenswochen durch und fand heraus, dass segmentierte Schreimelodien bei den Säuglingen mit LKGS überwogen. Im Vergleich zu gesunden Säuglingen bildeten sie jedoch häufiger Melodien mit einfachen Segmentierungen, das heißt zwei Melodiebögen, die durch eine Phonationspause getrennt sind (Birr, 2009). Der von Wermke et al. (2007) bei der Untersuchung gesunder Säuglinge beschriebene Melody-Complexity-Index (MCI) kam bei Birr (2009) ebenfalls zum Einsatz. Er gibt den Anteil komplexer Melodiestrukturen an und dient als Risikomarker zur Erkennung möglicher Defizite in der späteren Sprech- und Sprachentwicklung. Mithilfe des MCI-Frühindikators erkannte Birr (2009) bei etwa der Hälfte ihrer Probandinnen und Probanden mit LKGS eine Verzögerung der Melodieentwicklung um ungefähr 4 Wochen. Die Untersuchungen von Wermke et al. (2011) bestätigten diese Ergebnisse und diskutierten eine neurophysiologische Reifungsverzögerung (Ceponiene et al., 2000; Cheour et al., 1999), insbesondere eine abweichende zeitliche Organisation bei der Generierung melodischer Muster. Diese könnte, so wurde vermutet, für den signifikant höheren Anteil segmentierter Melodiestrukturen unter den Säuglingen mit LKGS verantwortlich sein (Wermke et al., 2011).

Untersuchungen von Ostermann (2010) richteten den Fokus danach erstmals auf eine detailliertere Strukturanalyse der Melodiesegmentierungen. Mittels eines Klassifizierungsschemas (KSKS) beurteilte er melodiesegmentierende Muster und deren Generierungshäufigkeit. Gleichzeitig differenzierte er zwischen vollständigen und unvollständigen Segmentierungen. Das Verbleiben harmonischer Strukturen in den Phonationspausen der unvollständigen Segmentierungen beschrieb Ostermann (2010) analog zu anderen Vorarbeiten noch als *phonatorisches Rauschen* (Hauschildt, 2006; Steck-Walter, 2007), das durch Nichtlinearitäten der Stimmlippenmechanik und Turbulenzen im glottischen Luftstrom (Mende et al., 1990a) entsteht. Bei Säuglingen mit LKGS, so vermuteten die genannten Autorinnen und Autoren, tritt das Phänomen durch die offene oronasale Verbindung und den dadurch erhöhten subglottischen Druck häufiger auf (Fuamenya, 2011; Hauschildt, 2006; Ostermann, 2010).

Erst nachfolgende Arbeiten haben gezeigt, dass man Rauschphänomene in Säuglingslauten nach ihrem Entstehungsmechanismus differenzieren muss, um sie korrekt im Rahmen der *Vorsprachlichen Diagnostik* zu bewerten. So ist durch neuere Untersu-

chungen inzwischen gut bekannt, dass der Erzeugungsmechanismus, der zum Entstehen von Phänomenen, die als *phonatorisches Rauschen* bezeichnet werden, ein anderer ist als derjenige, der laryngeale Konstriktionsphänomene hervorbringt. Letztere werden durch einen komplexen laryngealen Faltenapparat, insbesondere durch Schwingen der aryepiglottischen Falten, und einen laryngealen Verengungs- bzw. Schließmechanismus erzeugt (Catford & Esling, 2006; Edmondson J. A. & Esling, 2006; Esling, 1999, 2005). Es handelt sich also um zwei gänzlich verschiedene Entstehungsmechanismen, deren Unterscheidung für die Beurteilung vorsprachlicher Entwicklungswege von wesentlicher Bedeutung ist. Während das Auftreten von *phonatorischem Rauschen* in Lauten von Säuglingen mit LKGS durch die kieferorthopädische Plattentherapie beeinflusst zu werden scheint (Fuamenya, 2011; Hauschildt, 2006; Kempf, 2009; Ostermann, 2010), wird angenommen, dass laryngeale Konstriktionen eher in Verbindung mit Rhythmusregulationen präartikulatorischer Zustände (Esling, 2005, 2012; Robb et al., 2020; Yavarzadeh, 2020) stehen könnten.

Der kanadische Linguist John Esling postuliert in seinen Untersuchungen (2005), dass Säuglinge in ihren ersten Lebensmonaten eine Vielzahl laryngealer Konstriktionsphänomene äußern, die er zu präartikulatorischen Entwicklungsvorgängen zählt und die auf den komplexen Mechanismus des *Laryngealen Artikulators* zurückzuführen sind. Er ist der Auffassung, dass die wiederholte Erzeugung laryngealer Konstriktionsphänomene eine motorische Übung artikulatorischer Fähigkeiten darstellt und Voraussetzung für die Entwicklung und Kontrolle artikulatorischer Sprachelemente im oralen Vokaltrakt ist (Esling, 2005, 2012). Die artikulatorische Entwicklung beginnt nach dieser Theorie bereits im Larynx. Insbesondere für das Verständnis der vorsprachlichen artikulatorischen Entwicklung von Säuglingen mit LKGS ist Eslings Modell des *Laryngealen Artikulators* (LAM; Esling, 2005) eine wichtige grundlagentheoretische Ergänzung. Es erklärt die Befunde zu der Auftrittshäufigkeit und den Mustern von Segmentierungen, also laryngealen Konstriktionen, in den frühesten Lauten dieser Säuglinge, die in den Vorarbeiten am ZVES beobachtet wurden.

Die neuen Ansätze zur artikulatorischen Entwicklung motivierten die Autorin der vorliegenden Arbeit dazu, sich dem Thema der Segmentierungen neu zu widmen. Ziel war es, eine reproduzierbare Methode zur Graduierung, Kategorisierung und Vermessung laryngealer Konstriktionsphänomene in frühen Säuglingslauten zu entwickeln und auf einen geeigneten Datensatz anzuwenden. Dazu wurde eine retrospektive Analyse der am ZVES archivierten Lautäußerungen von Säuglingen mit LKGS der ersten 3 Le-

bensmonate (0 bis 90 Tage) aus der Perspektive des theoretischen LAM von Esling (Benner, 2009; Esling, 2005, 2012) durchgeführt.

In diesem Alter wurde mit der Plattentherapie bereits begonnen, aber eine spaltver-schließende Operation noch nicht durchgeführt. Dadurch war es möglich, die laryngealen Konstriktionen unter dem Einfluss des nahezu ursprünglichen Ausmaßes der ana-tomischen Spalten zu untersuchen und den Effekt unterschiedlicher Ausprägungsgrade der angeborenen Spaltbildungen auf die Produktion laryngealer Konstriktionen zu diffe-renzieren. Ebenso ließen sich potenzielle Auswirkungen auf die Auftrittshäufigkeit la-ryngealer Konstriktionen durch das kurzzeitige Herausnehmen und Wiedereinsetzen der Gaumenplatte in dieser frühesten Phase der konservativen Therapie am besten beobachten.

Die vorliegende systematische Untersuchung laryngealer Konstriktionsphänomene hatte das Ziel, einen weiteren Beitrag zum besseren Verständnis der frühen vorsprach-lichen Entwicklung von Säuglingen mit LKGS zu leisten. Sie liefert einen ersten Ein-blick in früheste artikulatorische Entwicklungsschritte und Übungsphasen betroffener Säuglinge und unterstützt damit die Identifizierung diagnostischer Risikomarker für Defizite im späteren Sprech- und Spracherwerb. Dies dient der Förderung und Opti-mierung individueller Therapiekonzepte.

Yavarzadeh (2020) und Robb et al. (2020) konnten, ausgehend von Eslings LAM (2005), das regelhafte Auftreten laryngealer Konstriktionen in Schreien gesunder Säug-linge nachweisen. Daran anknüpfend wurden in der vorliegenden Arbeit erstmalig la-ryngeale Konstriktionen bei Säuglingen mit LKGS in den ersten 3 Lebensmonaten (0 bis 90 Tage) explorativ analysiert. Es sollten folgende Fragen untersucht werden:

- (1) Treten laryngeale Konstriktionen regelhaft bei Säuglingen mit LKGS in den ers-ten 3 Lebensmonaten auf?
- (2) Zeigen sich altersabhängige Unterschiede der Auftrittshäufigkeit laryngealer Konstriktionen?
- (3) Gibt es Unterschiede der Auftrittshäufigkeit laryngealer Konstriktionen in Ab-hängigkeit vom Ausprägungsgrad der Spaltbildung?
- (4) Ändert sich die Auftrittswahrscheinlichkeit laryngealer Konstriktionen durch das Herausnehmen und Wiedereinsetzen der Gaumenplatte während der Lautauf-nahme?

- (5) Wie ändert sich die relative Häufigkeitsverteilung der in der vorliegenden Arbeit definierten Konstriktionslautkategorien in Abhängigkeit vom Alter und Ausprägungsgrad der Spaltbildung?
- (6) Variiert die Dauer laryngealer Konstriktionen in Abhängigkeit vom Alter und Ausprägungsgrad der Spaltbildung?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und ethische Aspekte

Für die vorliegende retrospektive Analyse klinischer Routinedaten wurden spontane Lautäußerungen von Säuglingen mit angeborenen Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten (LKGS) unterschiedlicher Ausprägung untersucht und zu diesem Zwecke anonymisiert.

Im Rahmen der Frühtherapie an der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Frau Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg (UKW) wurden die Säuglinge wenige Stunden nach ihrer Geburt mit einer Gaumenplatte versorgt. Sie verschließt die offene Verbindung zwischen Mund- und Nasenhöhle während des Tragens konservativ, erleichtert gleichzeitig das Schlucken der Säuglinge bei ihrer Nahrungsaufnahme, verhindert die Einlagerung der Zunge in die Spalte und fördert das Wachstum und die Ausformung des Oberkiefers durch individuelles Einschleifen (Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW, 2022).

Im Zeitraum von 2003 bis 2016 wurden insgesamt 99 Säuglinge mit LKGS im Rahmen der interdisziplinären Spaltsprechstunde des UKW in ihren ersten Lebensmonaten und -jahren durch eine *Vorsprachliche Diagnostik* begleitet. Ihre spontanen Lautäußerungen, das heißt keine durch Schmerzreize oder andere äußere Einflüsse ausgelösten Laute, wurden routinemäßig in regelmäßigen Abständen aufgenommen und in der Datenbank des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) der Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW pseudonymisiert archiviert. Ein Ethikvotum war daher nicht erforderlich.

Bestand für die Säuglinge die Indikation einer kieferorthopädischen Frühtherapie mit einer Gaumenplatte, wurden die Lautaufnahmen im ersten Lebensjahr bis zum operativen Gaumenverschluss, sofern möglich, sowohl mit als auch ohne Platte durchgeführt.

27 Säuglinge mit LKGS wurden, nach den in Kapitel 2.2 beschriebenen Kriterien, für die vorliegende Arbeit ausgewählt und damit eine Anzahl von mehr als 10.000 Lauten in einem Zeitraum von 0 (Tag der Geburt) bis 90 Lebenstagen untersucht. Parallel zur vorliegenden Arbeit wurde auf Basis von weiteren etwa 10.000 Lautäußerungen derselben Säuglinge eine zweite retrospektive Datenanalyse für den nachfolgenden Zeitraum der Lebenstage 91 bis 180 von der Dissertantin Pauline Hammerstädt durchgeführt (Hammerstädt, 2023 - Dissertationsschrift eingereicht). Ziel der engen Zusammenarbeit war es, erstmalig einen repräsentativen Längsschnitt zu laryngealen Kon-

striktionsphänomenen in vorsprachlichen Lauten von Säuglingen mit LKGS für die ersten 6 Lebensmonate zu erhalten, in denen die therapeutische Einflussnahme auf den malformierten Vokaltrakt gering war und noch keine operativen spaltverschließenden Eingriffe vorgenommen wurden. Laut des interdisziplinären Behandlungskonzepts des UKW ist eine Lippen-/Kieferverschlussplastik frühestens nach 6 und eine Gaumenverschlussplastik nach 12 Lebensmonaten vorgesehen (Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW, 2022).

In gemeinsamer Vorarbeit wurde durch die beiden Autorinnen sowohl die zugrunde liegende Methodik der Dissertationen erarbeitet als auch die Auswahl und Gruppierung der Säuglinge, die Selektion ihrer Lautäußerungen und die Datenaufbereitung und -auswertung nach einheitlichen Kriterien durchgeführt. Nur so war es möglich, einen verlässlichen Längsschnitt der ersten 6 Lebensmonate zu erarbeiten und die Ergebnisse beider Arbeiten gemeinsam zu publizieren.

2.2 Säuglingskollektiv und Datenbasis

Für jeden der 27 ausgewählten Säuglinge der vorliegenden Dissertation stand eine hohe Anzahl gespeicherter Laute im Archiv des ZVES zur Verfügung, die in regelmäßig stattfindenden Terminen der Spaltsprechstunde oder in häuslicher Umgebung durch die Eltern in den ersten 90 Lebenstagen aufgenommen wurden.

Folgende Einschlusskriterien wurden zur Ausformung des Kollektivs, bestehend aus 12 weiblichen und 15 männlichen Säuglingen, definiert:

- mindestens 100 Laute lagen für die ersten 180 Lebenstage je Säugling vor
- mindestens vier Aufnahmetermine fanden je Säugling in den ersten 180 Lebenstagen statt, davon fiel mindestens einer der Termine in den Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit (0 bis 90 Tage)
- Lautaufnahme erfolgte mit TASCAM Rekorder (Modell DR-100) und externem Earthwork Mikrofon (TC20)
- Säuglinge nahmen an der konservativen Frühtherapie der interdisziplinären Spaltsprechstunde des UKW teil, wobei sie bei gegebener Indikation mit einer Gaumenplatte versorgt wurden und diese laut Aktendokumentationen regelmäßig trugen
- Säuglinge waren reife Neugeborene oder Frühgeborene ohne klinisch dokumentierte kognitive und/oder motorische Entwicklungsstörungen
- Säuglinge zeigten keine oder nur geringe bis mittelgradige Hörbeeinträchtigung

Die 27 Säuglinge wurden entsprechend des anatomischen Ausprägungsgrades ihrer angeborenen orofazialen Spaltbildung sowie der Indikation einer konservativen Frühtherapie mit Gaumenplatte in vier Gruppen eingeteilt (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Übersicht der 27 Säuglinge, ihres Spalttyps, ihres biologischen Geschlechts sowie deren Zuordnung zur entsprechenden Gruppe

	Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Spalttyp ¹
IGS_oP	Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie	AC	w	S
		AA	w	hSh
		AB	w	hSh
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie	BA	m	hSh
		BI	m	hSh
		BH	w	hSh
		BG	m	hSh
		BF	w	hSh
		BB	m	HSH
		BC	w	HSH
		BD	w	HSH
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie	BE	w	HSH
		CH	w	hSHAL
		CI	m	hSHAL
		CK	w	hSHAL
		CA	m	HSHAL
		CD	m	HSHAL
		CF	m	HSHAL
		CJ	m	HSHAL
		CB	m	laHSH
		CG	m	LAHSh
		CC	w	LAHSH
CE	m	LAHSH		
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie	DB	m	laHSHAL
		DC	m	LHSHAL
		DD	m	LAHSHAL
		DA	w	LAHSHAL

m männlich
w weiblich

¹ Entsprechend der LAHSHAL-Klassifikation nach Koch et al. (2003) wird der Buchstabencode des Spalttyps wie folgt gelesen:
L (lip/Lippe), A (alveolar/Kiefer), H (hard palate/Hartgaumen), S (soft palate/Weichgaumen); durchgängige und komplette Spaltbildungen werden mit Großbuchstaben, nicht durchgängige und inkomplette Spaltbildungen mit Kleinbuchstaben gekennzeichnet; die von der Spaltung betroffenen anatomischen Strukturen und deren Lage (rechts- bzw. linksseitig) werden aus Sicht des Patienten rechts bzw. links der mittig gelegenen Weichgaumenspalte (S) angegeben

In **Tabelle 2** und **3** sind alle untersuchten vorsprachlichen Einzelsignale der 27 Säuglinge, differenziert nach Plattenkondition (PK) und Lebensmonat, aufgeführt. Als Einzelsignal wurde in der vorliegenden Arbeit die Lautproduktion eines Säuglings während der Expirationsphase eines Atemzyklus definiert (**Abbildung 1**). Die Gesamtzahl aller Einzelsignale der ersten 90 Lebenstage betrug 10.100. Sie wurden entweder bei eingesetzter Gaumenplatte (PK X: n=3.618), ohne Gaumenplatte (PK Y: n=5.112) oder bei eingesetzter neu eingeschliffener Gaumenplatte (PK Z: n=1.370) aufgenommen.

Für drei Säuglinge (AA, AB, AC) bestand aufgrund einer gering ausgeprägten isolierten Gaumenspalte keine Indikation einer konservativen Frühtherapie mit Platte. Aus diesem Grund lagen von ihnen ausschließlich Lautaufnahmen der PK Y vor. Für alle übrigen Säuglinge existierten im Datenarchiv des ZVES Aufnahmen von mindestens zwei verschiedenen PK, darunter immer Aufnahmen der PK Y (**Tabelle 2**).

Die Differenzierung der Einzelsignale nach Lebensmonaten zeigte, dass für insgesamt 17 Säuglinge Einzelsignale aus allen 3 Monaten zur Verfügung standen. Für sieben weitere Säuglinge gab es im Archiv Einzelsignale aus jeweils 2 der 3 Lebensmonate. Lediglich für drei Säuglinge lagen ausschließlich Einzelsignale des 2. Lebensmonats vor (**Tabelle 3**).

Tabelle 2: Übersicht der 27 Säuglinge, der Anzahl ihrer Einzelsignale unter der jeweiligen Plattenkondition (PK) sowie ihrer Gesamtsignanzahl mit Angabe der stattgefundenen Aufnahmezeit in Klammern

Säugling	Anzahl Einzelsignale			gesamt (Aufnahmetage)
	nach PK			
	X	Y	Z	
AC	-	45	-	45 (3)
AA	-	222	-	222 (8)
AB	-	367	-	367 (9)
BA	135	55	55	245 (4)
BI	132	386	-	518 (4)
BH	158	148	-	306 (12)
BG	148	185	10	343 (15)
BF	713	371	-	1084 (11)
BB	67	35	-	102 (2)
BC	108	69	59	236 (5)
BD	78	207	97	382 (4)
BE	31	135	70	236 (2)
CH	52	448	239	739 (8)
CI	393	501	60	954 (14)
CK	22	58	106	186 (3)
CA	253	139	17	409 (4)
CD	102	174	62	338 (8)
CF	191	76	47	314 (9)
CJ	-	39	52	91 (3)
CB	45	181	102	328 (3)
CG	77	60	80	217 (15)
CC	356	360	33	749 (16)
CE	67	256	64	387 (4)
DB	94	194	24	312 (5)
DC	-	260	113	373 (4)
DD	68	66	80	214 (12)
DA	328	75	-	403 (24)
Summen	3618	5112	1370	10100

PK X Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
 PK Y Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
 PK Z Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

Tabelle 3: Übersicht der 27 Säuglinge, der Anzahl ihrer Einzelsignale im jeweiligen Lebensmonat sowie ihrer Gesamtsignanzahl mit Angabe der stattgefundenen Aufnahmezeit in Klammern

Säugling	Anzahl Einzelsignale			
	nach Lebensmonat			gesamt (Aufnahmetage)
	1	2	3	
AC	-	45	-	45 (3)
AA	-	222	-	222 (8)
AB	-	367	-	367 (9)
BA	62	87	96	245 (4)
BI	163	355	-	518 (4)
BH	54	116	136	306 (12)
BG	63	130	150	343 (15)
BF	259	575	250	1084 (11)
BB	-	88	14	102 (2)
BC	80	-	156	236 (5)
BD	188	85	109	382 (4)
BE	-	159	77	236 (2)
CH	385	306	48	739 (8)
CI	359	226	369	954 (14)
CK	28	80	78	186 (3)
CA	51	121	237	409 (4)
CD	110	70	158	338 (8)
CF	191	76	47	314 (9)
CJ	-	39	52	91 (3)
CB	45	181	102	328 (3)
CG	77	60	80	217 (15)
CC	356	360	33	749 (16)
CE	116	94	177	387 (4)
DB	193	119	-	312 (5)
DC	330	43	-	373 (4)
DD	92	104	18	214 (12)
DA	77	142	184	403 (24)
Summen	3279	4250	2571	10100

Lebensmonat 1

0 bis 30 Lebenstage

Lebensmonat 2

31 bis 60 Lebenstage

Lebensmonat 3

61 bis 90 Lebenstage

Tabelle 4 berichtet die anthropometrischen Daten sowie Entwicklungsbesonderheiten der 27 Säuglinge zum Zeitpunkt ihrer Geburt.

Säuglinge, die vor der 37. vollendeten Schwangerschaftswoche zur Welt kamen, wurden in der vorliegenden Arbeit als Frühgeborene bezeichnet (n=8).

Die Säuglinge BB, BC und BF litten an der Pierre-Robin-Sequenz, die durch die Symptomtrias einer angeborenen mandibulären Retrognathie, Glossoptose und isolierten Gaumenspalte gekennzeichnet ist. Das Einsetzen einer speziellen Gaumenplatte mit Sporn ist ein gängiges klinisches Therapiekonzept zur Frühbehandlung der anatomischen Fehlbildungen und Teil der Notfallbehandlung zur Sicherung der Atemwege der Säuglinge direkt nach ihrer Geburt. Der Plattenfortsatz reicht bis zum Zungengrund und drängt die in den Rachen kollabierte Zunge nach vorn in ihre physiologische Position. Hierdurch werden die Atemwege befreit und die Behinderung des Unterkieferwachstums aufgehoben. (Fischer & Stellzig-Eisenhauer, 2019; Schwenger & Ehrenfeld, 2011)

Aufgrund der angeborenen Retrognathie des Unterkiefers der Säuglinge BE, BG und BH bestand zum Zeitpunkt ihrer Geburt zunächst ebenfalls der Verdacht einer Pierre-Robin-Sequenz. Dieser wurde jedoch im Verlauf weiterer Untersuchungen nicht bestätigt.

Das Van-der-Woude-Syndrom stellt ebenfalls eine Entität dar, welche mit einer angeborenen isolierten Gaumenspalte in Verbindung steht und zusätzlich durch das Auftreten von Unterlippenfisteln gekennzeichnet ist (Schwenger & Ehrenfeld, 2011). Es wurde bei Säugling DD diagnostiziert.

Da sich alle Säuglinge mit Besonderheiten (**Tabelle 4**) laut Aktendokumentationen postnatal ohne weitere Auffälligkeiten entwickelten, wurden sie bei der Auswahl in das Säuglingskollektiv der vorliegenden Arbeit aufgenommen.

Tabelle 4: Übersicht der anthropometrischen Daten und Entwicklungsbesonderheiten der 27 Säuglinge zum Zeitpunkt ihrer Geburt

Säugling	biologisches Geschlecht	Gestationsalter [vSSW]	Geburtsgewicht [g]	Geburtslänge [cm]	Besonderheiten
AC	w	34	2040	46	Frühgeborenes
AA	w	36	2600	48	Frühgeborenes
AB	w	40	3770	52	-
BA	m	40	3580	51	-
BI	m	36	3140	50	Frühgeborenes
BH	w	40	3550	53	Retrognathie
BG	m	39	3325	50	Retrognathie
BF	w	40	3150	52	Pierre-Robin-Sequenz
BB	m	27	1250	40	Frühgeborenes; Pierre-Robin-Sequenz
BC	w	36	1840	44	Frühgeborenes; Pierre-Robin-Sequenz
BD	w	37	2830	48	-
BE	w	37	2520	45	Retrognathie
CH	w	37	3085	49	-
CI	m	40	4130	57	-
CK	w	36	2540	46	Frühgeborenes
CA	m	41	3460	54	-
CD	m	38	4030	53	-
CF	m	40	3225	48	-
CJ	m	34	2315	45	Frühgeborenes
CB	m	41	3560	52	-
CG	m	34	2495	46	Frühgeborenes
CC	w	39	3030	49	-
CE	m	41	2860	52	-
DB	m	39	3000	49	-
DC	m	39	3390	50	-
DD	m	38	3190	52	Van-der-Woude Syndrom
DA	w	42	2750	52	-

cm Zentimeter
g Gramm
m männlich
vSSW vollendete Schwangerschaftswoche
w weiblich

Die durch die anatomische Spalte bedingte offene oronasale Verbindung führt bei Säuglingen mit LKGS-Spalten zu typischen funktionellen Einschränkungen. Neben der erschwerten Nahrungsaufnahme ist beispielsweise die Belüftung des Mittelohrs durch einen unzureichenden Druckausgleich zum Mundrachenraum und Sekretansammlungen erheblich eingeschränkt. Dies hat wiederholt auftretende schmerzhaftes Mittelohrentzündungen und Paukenergüsse mit einhergehenden transitorischen Schalleitungsstörungen zur Folge (Jocelyn et al., 1996; Schwenzer & Ehrenfeld, 2011; Shriberg et al., 2000). Aufgrund dessen fanden regelmäßige Untersuchungen in der Pädaudiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, plastische und ästhetische Operationen des UKW (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. Rudolf Hagen) oder bei niedergelassenen Ärzten im Rahmen der Frühbehandlung statt, die gegebenenfalls die Durchführung therapeutischer Maßnahmen indizierten. Hierzu gehörten typischerweise die Parazentese und die permanente Paukendrainage durch das Einlegen von Paukenröhrchen. Da diese Eingriffe in der Regel zusammen mit der ersten operativen Spaltverschlussplastik im Alter von ca. 6 Monaten durchgeführt wurden, fielen sie folglich nicht in den Zeitraum der vorliegenden Untersuchung.

Tabelle 5 zeigt die Hörbefunde der Säuglinge, die durch das UKW pädaudiologisch betreut wurden. Bei fünf Säuglingen wurde die Hörleistung von niedergelassenen Ärzten am Wohnort der Familien eingestuft, weshalb deren Befunde für die vorliegende Untersuchung nicht zur Verfügung standen.

Tabelle 5: Hörbefunde aus dem ersten Lebenshalbjahr der Säuglinge¹
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, plastische und ästhetische Operationen, Universitätsklinikum Würzburg (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. Rudolf Hagen))

Säugling	Einstufung der Hörleistung	Untersuchungsart
AC	1	Freifeld
AA	1	BERA
AB	2	BERA
BA	1	BERA
BI	1	Freifeld
BH	1	Freifeld
BG	2	Freifeld
BF	2	Freifeld
BB		k. A.
BC	0	BERA
BD	1	BERA
BE	1	BERA
CH	1	BERA
CI	0	BERA
CK		k. A.
CA	1	Freifeld
CD	2	BERA
CF	2	BERA
CJ	1	Freifeld
CB		k. A.
CG	1	Freifeld
CC	1	BERA
CE	1	Freifeld
DB		k. A.
DC	1	BERA
DD	1	Freifeld
DA		k. A.

Einstufung	Hörleistung	BERA [dB]	Freifeld [dB]
0	regelgerecht	0-40	0-60
1	geringgradige Hörminderung	40-60	60-80
2	mittelgradige Hörminderung	60-70	80-100

BERA Brainstream Electric Response Audiometry
dB Dezibel

¹ keine Angaben (k. A.) von niedergelassenen Ärzten am Wohnort

2.3 Datenaufbereitung

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegenden 10.100 vorsprachlichen Laute der 27 untersuchten Säuglinge mit LKGS stammen aus mehrminütigen Tonaufnahmen, die im Signalanalyselabor des ZVES in Anwesenheit der Eltern oder in häuslicher Umgebung durch die Eltern selbst durchgeführt und anschließend im Datenarchiv des ZVES gespeichert wurden. Dort lagen sie entweder in ihrer unbearbeiteten Rohform auf Kassetten vor oder wurden bereits von Vorgängern anderer Arbeiten des Instituts signalanalytisch wie folgt vorverarbeitet und im Archiv dokumentiert:

- Geschnitten und digitalisiert in zweiminütige Audiofile-Lautsequenzen
- Geschnitten in Audiofile-Einzelsignale

Für die finale Datenanalyse (Kapitel 2.4) mussten alle 10.100 Laute der 27 Säuglinge ausschließlich in Form digitaler Audiofile-Einzelsignale (wav-Dateien) vorliegen. Die Datenaufbereitung wurde hierfür folgendermaßen durchgeführt:

Die Kassettenaufnahmen wurden mithilfe des Sprachanalysesystems CSL (Computerized Speech Lab, Modell 4400, KayPENTAX, USA) eingelesen und in zweiminütige Audiofile-Lautsequenzen geschnitten. Anschließend wurde in diesen Aufnahmesequenzen mithilfe der Open-Source-Software PRAAT (Version 5.3.77, Borsma & Weenink 2014) und Skripten von Michael Eisenmann (2021) jede Lautproduktion in der Expirationsphase eines Atemzyklus mit Cursors markiert und als Audiofile-Einzelsignal extrahiert. Entsprechende Frequenzspektrogramme wurden automatisiert von allen Audiofiles erstellt, im laboreigenen CDAP-System (Cry-Data-Analysis-Program, Programmator: P. Wermke, „pw-project“) gespeichert und im Albenmodus des Programms wiedergegeben.

Es handelt sich hierbei um Schmalbandspektrogramme (0-4kHz) und zugehörige Zeitbereichsdarstellungen (Oszillogramme) (**Abbildung 1**). Auf dem Spektrogramm sind die Grundfrequenz und deren ganzzahlige Vielfache als eine Serie aus Harmonischen dargestellt. Die Energiedichte der unterschiedlichen Frequenzbänder wird durch eine Grauwertskala visualisiert. Spektrale Eigenschaften der Säuglingslaute, wie zum Beispiel schnelle Frequenzabfälle und -anstiege oder plötzliche Frequenzsprünge, sind ebenfalls erkennbar.

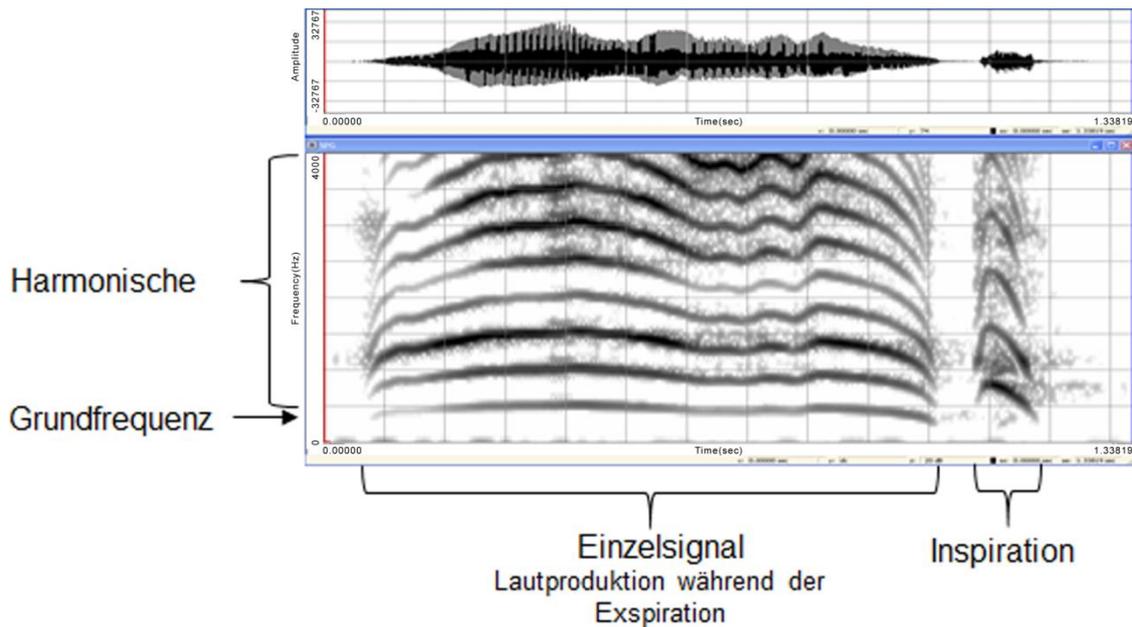


Abbildung 1: Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals aus dem CDAP-Albenmodus

Einzelsignal (Lautproduktion während der Expiration) und Inspiration sind im Spektrogramm mit schwarzen Klammern am unteren Abbildungsrand gekennzeichnet. Die Grundfrequenz der Lautproduktion (unterstes Frequenzband) und deren darüberliegende Harmonische sind am linken Bildrand markiert. Auf der x-Achse ist die Zeit in Sekunden und auf der y-Achse die Frequenz linear von 0-4000 Hertz abgebildet. Oberhalb des Spektrogramms ist die zeitliche Änderung der Signalpegelamplitude dargestellt.

2.3.1 Auswahl der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen in CDAP und PRAAT

Im Albenmodus des Analyseprogramms CDAP konnten alle Frequenzspektrogramme der 10.100 Einzelsignale der 27 Säuglinge nach dem Spalttyp, dem Alter zum Zeitpunkt der Aufnahme und der PK gruppenweise aufgerufen werden. Diese schnelle und sehr übersichtliche Darstellung ermöglichte eine erste Differenzierung von Einzelsignalen mit und ohne laryngeale Konstriktionen (laK).

Als nächstes wurde die in CDAP getroffene Vorauswahl von Einzelsignalen mit laK im Analyseprogramm PRAAT evaluiert. Mithilfe einer an die vorliegende Untersuchung angepassten Bilddarstellung wurden die Spektrogramme und Zeitbereichsdarstellungen der Einzelsignale und deren zugehörige Audiofiles ein zweites Mal anhand spezifischer Kriterien visuell und auditorisch überprüft.

Einzelnsignale mit laK wurden folgendermaßen identifiziert:

Das Einzelsignal wies mindestens eine sichtbare Phonationsunterbrechung in Form einer laK auf.

Die laK zeigten folgende *charakteristische Harmonischenmuster* im Spektrogramm:

- Sehr dicht übereinander liegende Harmonische aufgrund einer tiefen Grundfrequenz.
- Harmonische mit deutlich geringerer Energiedichte, repräsentiert durch einen helleren Grauwert.
- Durch Oszillationspausen hervorgerufene pulsartige oder länger anhaltende Unterbrechungen harmonischer Muster.

Die Phonationsunterbrechungen wurden hörbar durch laryngeale Mechanismen erzeugt.

Auf Grundlage dieser Identifikationsmerkmale wurden typische Ausprägungsformen von laK für die vorliegende Untersuchung differenziert und anhand geeigneter Spektrogrammbeispiele veranschaulicht (Kapitel 2.4.1).

Nachfolgende Laute wurden von der Auswahl an Einzelnsignalen mit laK ausgeschlossen. Das Vorhandensein von laK war entweder nicht sicher beurteilbar oder es gab keine laK in diesen Lauten. Sie wurden dem restlichen Lautrepertoire der Säuglinge zugeordnet:

Kurzlaute (< 300ms)

Laute mit schlechter Aufnahmequalität

Rein vegetative Geräusche, darunter Schlucken, Husten, Niesen, Grunzen (Buder et al., 2013)

Lachen und Quieker (Buder et al., 2013)

Schnalzlaute und *Raspberries* (Buder et al., 2013)

Growls (Buder et al., 2013)

Phonatorisches Rauschen (Mende et al., 1990a)

Schnalzlaute, Raspberries, Growls und *phonatorisches Rauschen* sehen im Frequenzspektrogramm ähnlich aus wie laK, sind jedoch keine.

Die non-phonatorischen *Schnalzlaute* werden supralaryngeal durch den Auf- und schnellen Abbau eines Unterdrucks erzeugt. *Raspberries* sind Vibrationslaute, die in der Regel im Vokaltrakt durch die Lippen und/oder Zunge geformt werden. *Growls* werden sowohl innerhalb als auch unterhalb der typischen Frequenzspanne von Säuglingen erzeugt und sind durch eine raue und geräuschvolle Phonation gekennzeichnet. (Buder et al., 2013)

Phonatorisches Rauschen entsteht durch Turbulenzen im glottischen Luftstrom während der Lautproduktion (Mende et al., 1990a). Regelmäßig in Lauten gesunder Säuglinge vorkommend, vermuten einige Autorinnen und Autoren, dass das *phonatorische Rauschen* insbesondere im natürlichen Weinen von Säuglingen mit LKGS häufiger auftreten könnte. Als möglichen Grund nannten sie nichtlineare Rückkopplungsmechanismen im Vokaltrakt und die spezifische Abstrahlung phonatorischer Energie durch die offene oronasale Verbindung, die die Stimmlippenschwingung beeinflussen könnten (Fuamenya, 2011; Hauschildt, 2006; Ostermann, 2010).

Schnalzlaute, Raspberries und *Growls* wurden in der vorliegenden Untersuchung auditorisch von laK unterschieden.

Phonatorisches Rauschen zeigte sich im Spektrogramm als markante Rauschbande (**Abbildung 2**) und konnte durch den typisch kratzenden und brüchigen Klangcharakter (Fuamenya, 2011) ebenfalls auditorisch von laK differenziert werden.

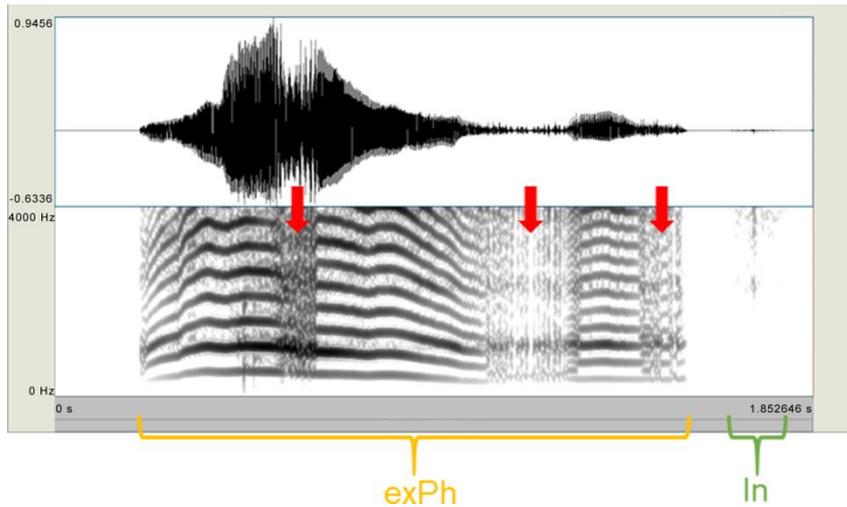


Abbildung 2: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit phonatorischen Rauschanteilen

Die roten Pfeile markieren die abrupten Rauschbänder. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

Grundlage für die nun folgende Datenanalyse der vorliegenden Arbeit bildeten schließlich 1.781 Einzelsignale mit laK und 8.319 Einzelsignale ohne laK des restlichen Lautrepertoires der 27 Säuglinge.

2.4 Datenanalyse

2.4.1 Differenzierung typischer Ausprägungsformen laryngealer Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung

Das Phänomen der laryngealen Konstriktion (laK) wird in der vorliegenden Arbeit als eine Unterbrechung der Lautphonation innerhalb der Expirationsphase eines Atemzyklus definiert. Sie wird durch einen komplexen laryngealen Faltenapparat, insbesondere durch das Schwingen der aryepiglottischen Falten erzeugt. Unterschiedliche Auftrettsformen der laK entstehen durch einen laryngealen Verengungs- bzw. Schließmechanismus (Catford & Esling, 2006; Edmondson J. A. & Esling, 2006; Esling, 1999, 2005). In der vorliegenden Arbeit werden drei typische Auftrettsformen von laK unterschieden, das **Pressen**, die **Pulse** und die **Innerlautliche Oszillationspause**.

Die **Innerlautliche Oszillationspause** beschreibt eine vollständige Phonationsunterbrechung. Über die Gesamtdauer dieser laK ist sowohl visuell im Spektrogramm als auch auditorisch keine Phonation erkenn- bzw. wahrnehmbar. Da jedoch ohne begleitende laryngoskopische Untersuchung nicht mit absoluter Gewissheit festgestellt werden konnte, ob der laryngeale Faltenapparat tatsächlich permanent verschlossen war,

grenzt man sich in der vorliegenden Arbeit mit der Bezeichnung **Innerlautliche Oszillationspause** bewusst von der des *Glottalen Stopps* anderer Autorinnen und Autoren in diesem Zusammenhang ab (Buder et al., 2013; Wagner, 2004).

Im Gegensatz zum Verschluss des laryngealen Faltenapparats erzeugt eine entsprechende Verengung die oben genannten laryngealen Phänomene **Pressen** und **Pulse**, welche sich als unvollständige Unterbrechungen der Phonation im Spektrogramm darstellen.

Beim **Pressen** zeigen sich typischerweise Muster sehr dichter Harmonischer, hervorgerufen durch eine tiefe Grundfrequenz. Auditorisch nimmt man eine Art homogenes Knarren wahr (Titze, 1994; Wagner, 2004).

Nimmt die Grundfrequenz weiter ab, schwingen die laryngealen Falten entsprechend langsamer und der laryngeale Luftfluss verringert sich, was letztlich in Bewegungsunterbrechungen des Faltenapparats resultiert. Unter einer Grundfrequenz von 70 Hertz nimmt das menschliche Gehör diese wahr und vernimmt eine schnelle Folge einzeln voneinander abgrenzbarer **Pulse**. Im Frequenzspektrogramm sind sie als kleine Schallwellenpakete erkennbar (Thurman et al., 2004; Titze, 1994; Wagner, 2004).

Da die drei laryngealen Phänomene **Pressen**, **Pulse** und **Innerlautliche Oszillationspausen** in den untersuchten Einzelsignalen nicht nur einzeln, sondern auch in verschiedenen Kombinationen auftraten, wurde für die vorliegende Arbeit in enger Zusammenarbeit mit der Dissertantin Pauline Hammerstädt eine Graduierung zur Systematisierung der typischen Auftrittformen von laK entwickelt (**Abbildung 3**). Sie beinhaltet darüber hinaus Informationen zum Grad der laryngealen Verengung bis hin zum Verschluss in fünf Abstufungen. Jede hier identifizierte laK wurde einer der fünf Ausprägungsformen zugeordnet.

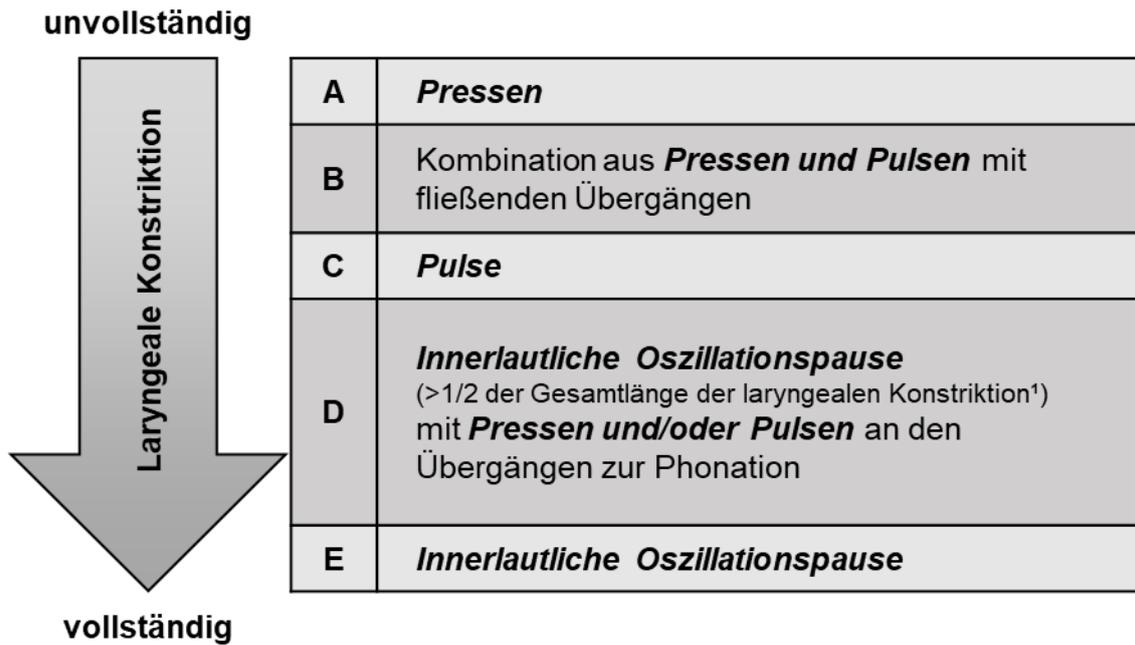


Abbildung 3: Graduierung laryngealer Konstriktionen in der vorliegenden Arbeit

Darstellung der typischen Ausprägungsformen laryngealer Konstriktionen in fünf Abstufungen. Der Pfeil demonstriert die zunehmende laryngeale Verengung bis hin zum Verschluss.

¹ Laryngeale Konstriktionen mit Oszillationspausen $<1/2$ der Gesamtlänge der laryngealen Konstriktion wurden entsprechend ihrer sonst dominierenden Erscheinungsform den Ausprägungsformen A, B oder C zugeordnet.

Die nachfolgenden Frequenzspektrogramme zeigen typische Beispiele der fünf Ausprägungsformen von laK in den untersuchten Einzelsignalen der 27 Säuglinge:

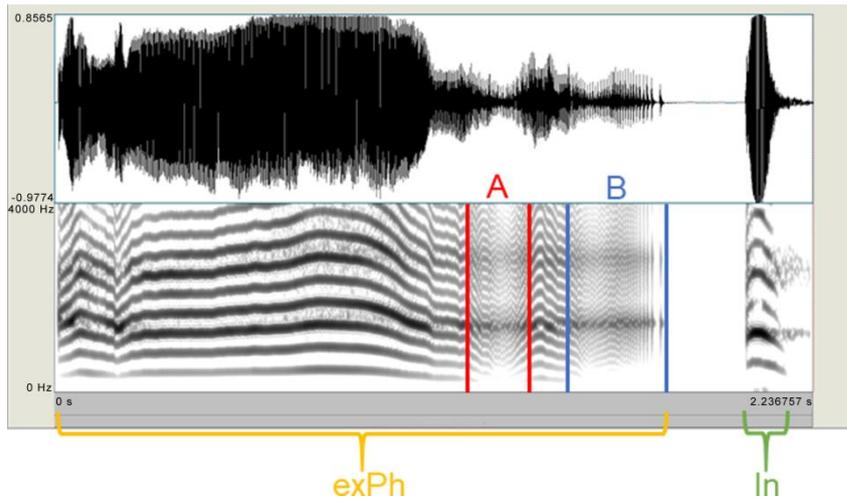


Abbildung 4: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsformen **A** und **B**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform A ist rot und die der Ausprägungsform B blau markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

- A Pressen
- B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

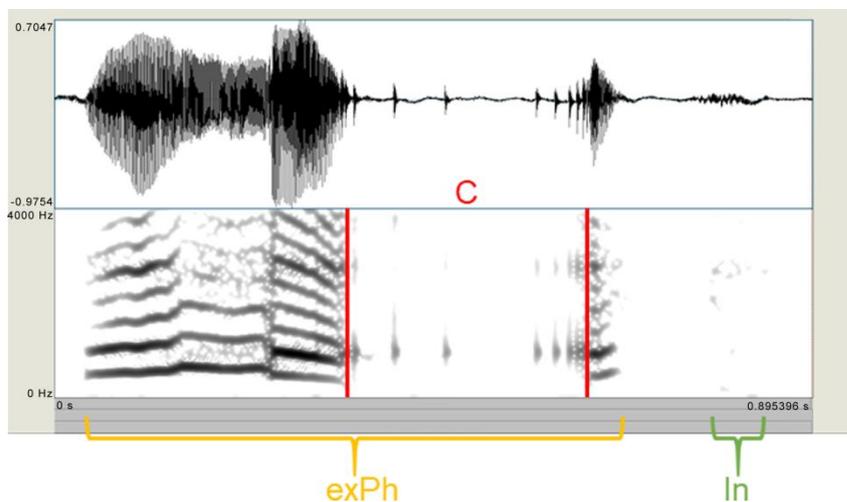


Abbildung 5: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion der Ausprägungsform **C**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform C ist rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

- C Pulse

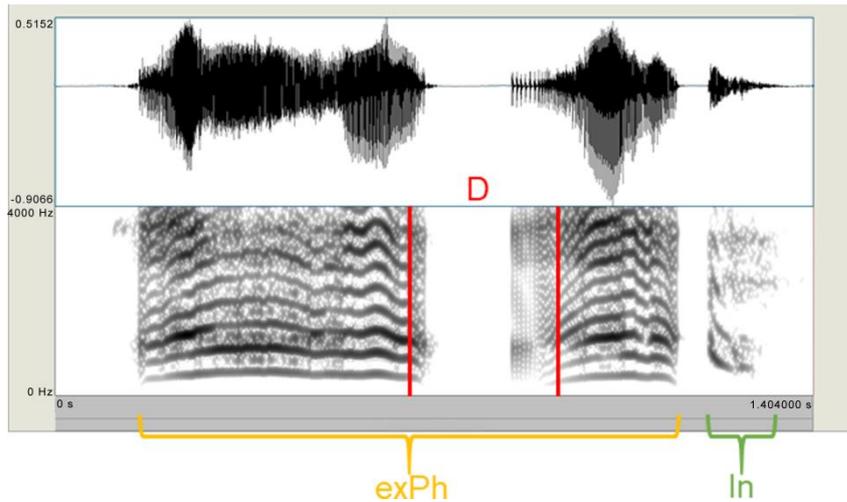


Abbildung 6: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion der Ausprägungsform **D**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform D ist rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

D Innerlautliche Oszillationspause mit Pressen und/oder Pulsen an den Übergängen zur Phonation

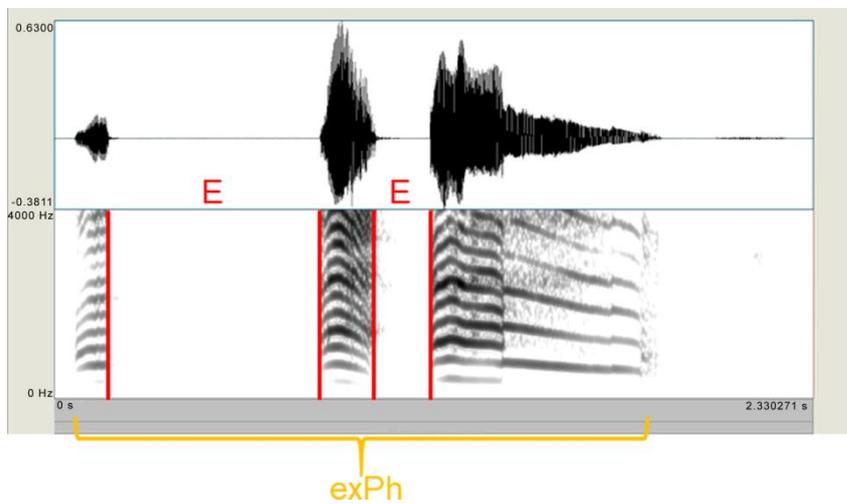


Abbildung 7: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsform **E**

Die laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsform E sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh).

E Innerlautliche Oszillationspause

2.4.2 Kategorisierung der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung

Die ausgewählten Einzelsignale mit laK wurden bezüglich des Vorkommens von laK der in Kapitel 2.4.1 definierten Ausprägungsformen in Kategorien eingeteilt (**Tabelle 6**). Folgende Kriterien wurden hierbei berücksichtigt:

Lokalisation der laK im Einzelsignal

In den untersuchten Einzelsignalen traten laK sowohl direkt am Anfang („**A**“) als auch im Verlauf des Einzelsignals („**M**“ – Mitte bzw. Ende) auf.

LaK am Anfang der Einzelsignale waren häufig von kurzer Dauer und erinnerten an eine Vorstufe oder Übung der von Wagner (2004) beschriebenen laryngealen Aktivität in den Anlauten vokalischer deutscher Wörter.

Das Auftreten der laK im Einzelsignalverlauf war heterogener, weshalb es durch nachfolgende Kriterien weiter spezifiziert wurde.

Anzahl der laK im Einzelsignal

Wurde mehr als eine laK im Verlauf des Einzelsignals (Mitte/Ende) festgestellt, wurde die Bezeichnung „**mM**“ verwendet.

Ausprägungsformen der laK im Einzelsignal

Eine laK der Ausprägungsform *A*, *B* oder *C* (Kapitel 2.4.1, **Abbildung 3**), deren Entstehung auf eine Verengung des laryngealen Faltenapparats zurückzuführen war, wurde in der Kategorisierung mit der Abkürzung „**uv**“ als unvollständige laK bezeichnet.

Unter einer vollständigen laK „**v**“ wurde hingegen eine laK der Ausprägungsform *D* oder *E* (Kapitel 2.4.1, **Abbildung 3**) verstanden, die durch einen länger anhaltenden vollständigen Verschluss des laryngealen Faltenapparats gekennzeichnet war.

Da in den untersuchten Einzelsignalen auch Kombinationen mehrerer laK beider laryngealer Entstehungsmechanismen auftraten, wurde zusätzlich die Bezeichnung „**mix**“ für die Kategorisierung eingeführt.

Tabelle 6: Kategorisierung der ausgewählten Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen

Kategorie	Bedeutung
A	Eine laK am Anfang des Einzelsignals
Muv	Einzelne unvollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
Mv	Einzelne vollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
mMuv	Mehrere unvollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
mMv	Mehrere vollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
mMmix	Kombiniertes Auftreten mindestens einer unvollständigen und mindestens einer vollständigen laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
A_Muv	Eine laK am Anfang des Einzelsignals und eine weitere unvollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
A_Mv	Eine laK am Anfang des Einzelsignals und eine weitere vollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
A_mMuv	Eine laK am Anfang des Einzelsignals und mehrere weitere unvollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
A_mMv	Eine laK am Anfang des Einzelsignals und mehrere weitere vollständige laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
A_mMmix	Eine laK am Anfang des Einzelsignals und kombiniertes Auftreten mindestens einer weiteren unvollständigen und mindestens einer weiteren vollständigen laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals

- A laK am Anfang des Einzelsignals
- laK laryngeale Konstriktion/en
- M laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
- Mix Kombination (mix) von mindestens einer unvollständigen und vollständigen laK
- mM mehrere laK im Verlauf (Mitte/Ende) des Einzelsignals
- uv unvollständige laK
- v vollständige laK

Die nachfolgenden Frequenzspektrogramme zeigen typische Einzelsignalbeispiele der 11 Kategorien:

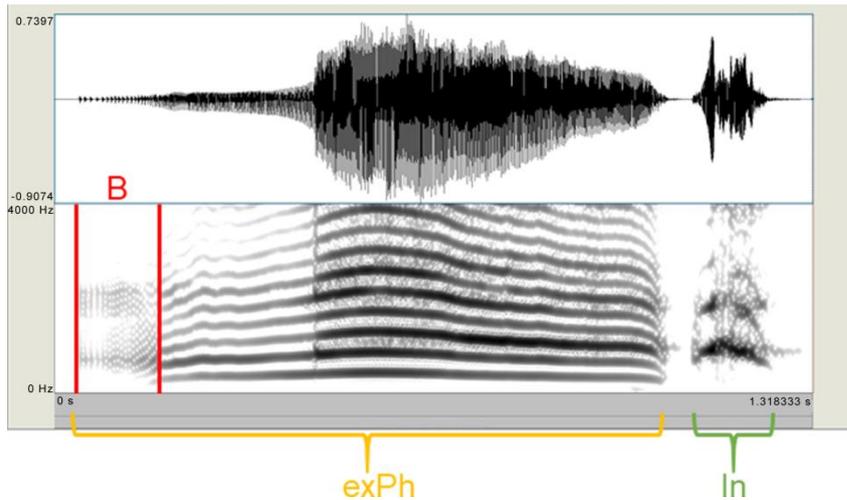


Abbildung 8: Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, ist rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

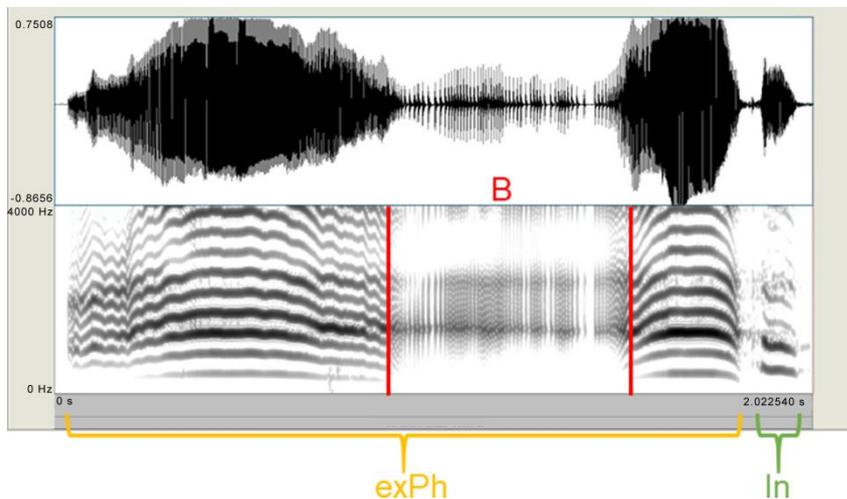


Abbildung 9: Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **Muv**

Die einzelne unvollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, ist rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

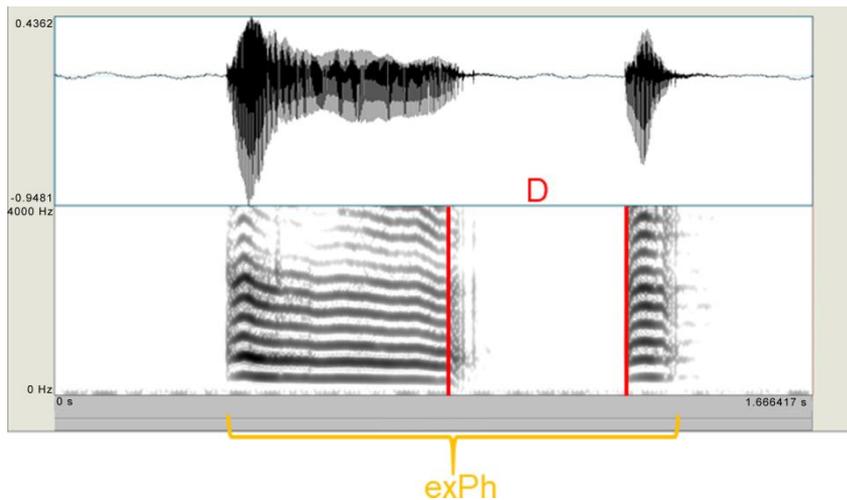


Abbildung 10: Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **Mv**

Die einzelne vollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform D, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, ist rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh).

D Innerlautliche Oszillationspause mit Pressen und/oder Pulsen an den Übergängen zur Phonation

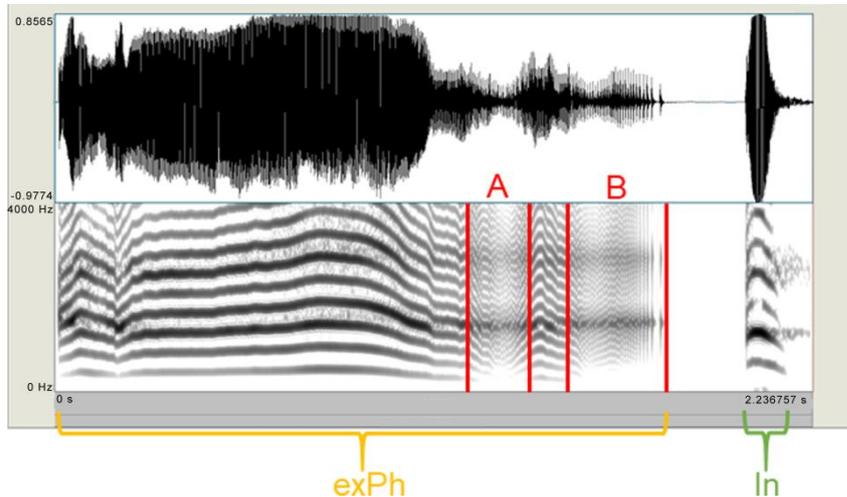


Abbildung 11: Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **mMuv**

Mehrere unvollständige laryngeale Konstriktionen der Ausprägungsformen A und B, in der Mitte und am Ende des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

A Pressen
 B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

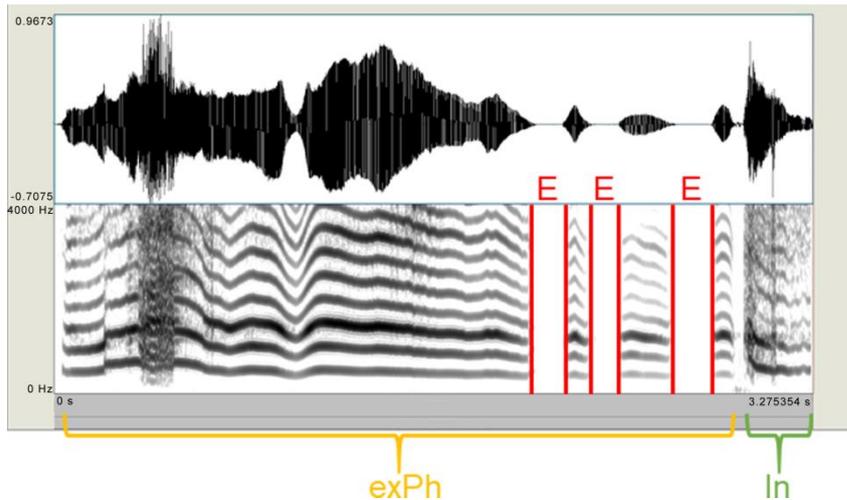


Abbildung 12: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **mMv**

Mehrere vollständige laryngeale Konstriktionen der Ausprägungsform E, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

E Innerlautliche Oszillationspause

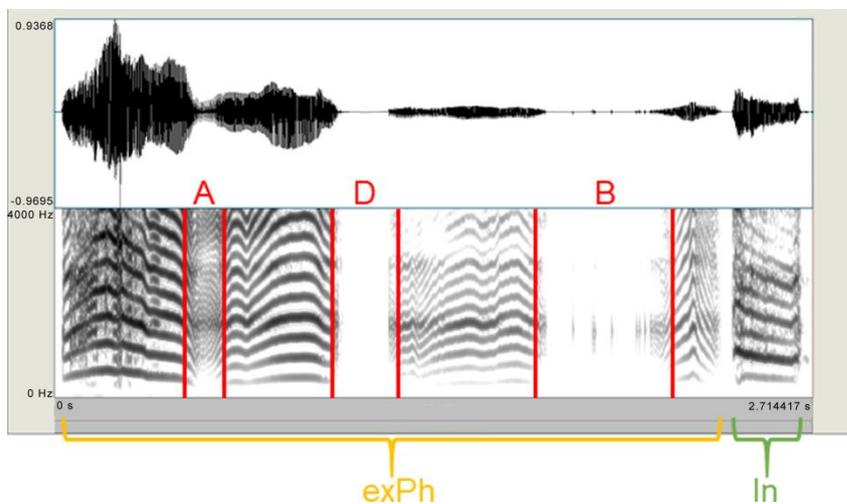


Abbildung 13: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **mMmix**

Kombiniertes Auftreten mehrerer laryngealer Konstriktionen – unvollständig und vollständig (mix). Die beiden unvollständigen laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsformen A und B und die vollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform D, alle in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

A Pressen
 B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen
 D Innerlautliche Oszillationspause mit Pressen und/oder Pulsen an den Übergängen zur Phonation

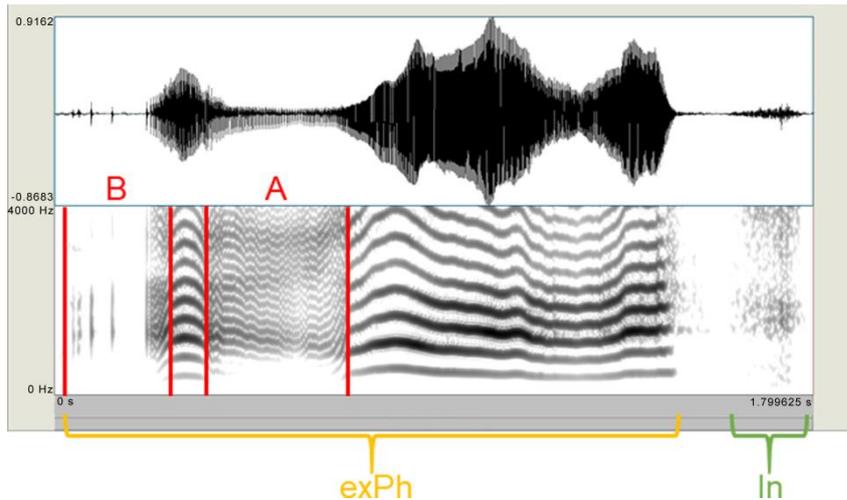


Abbildung 14: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A_Muv**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, und die weitere unvollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform A, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

- A Pressen
- B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

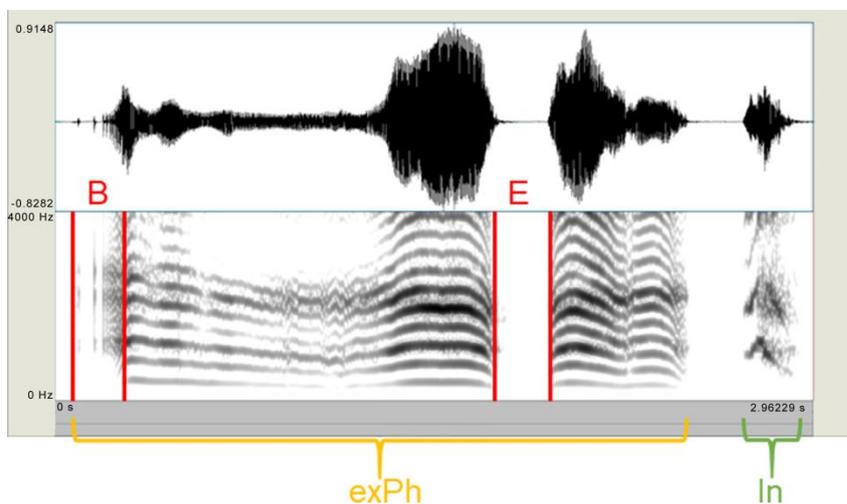


Abbildung 15: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A_Mv**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, und die weitere vollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform E, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

- B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen
- E Innerlautliche Oszillationspause

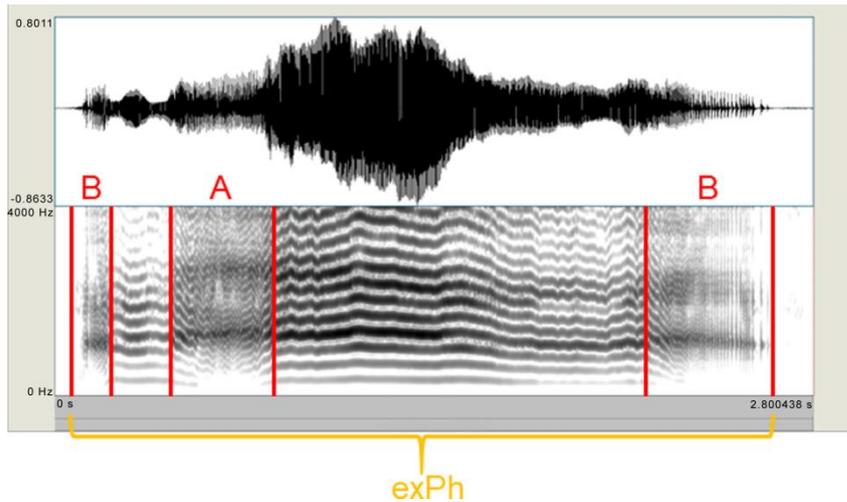


Abbildung 16: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A_mMuv**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, und mehrere weitere unvollständige laryngeale Konstriktionen der Ausprägungsformen A und B, in der Mitte und am Ende des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die exspiratorische Phonationsphase (exPh).

- A Pressen
- B Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen

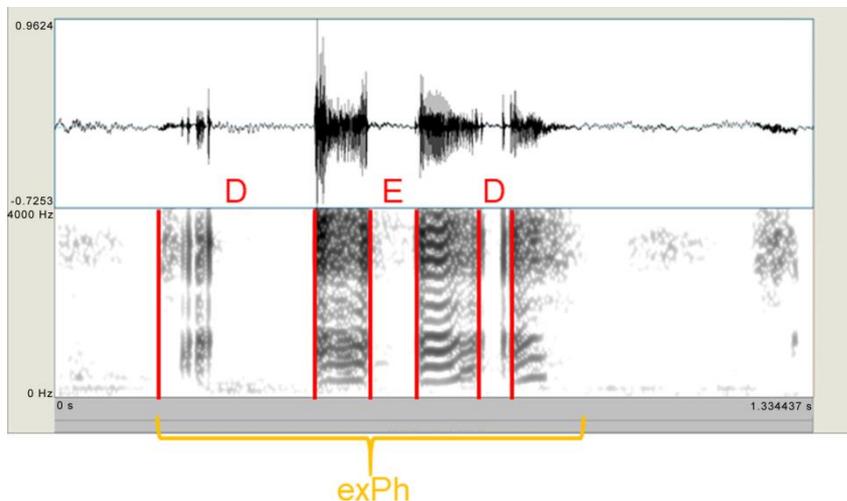


Abbildung 17: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A_mMv**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform D, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, und mehrere weitere vollständige laryngeale Konstriktionen der Ausprägungsformen D und E, in der Mitte des Einzelsignals lokalisiert, sind rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die exspiratorische Phonationsphase (exPh).

- D Innerlautliche Oszillationspause mit Pressen und/oder Pulsen an den Übergängen zur Phonation
- E Innerlautliche Oszillationspause

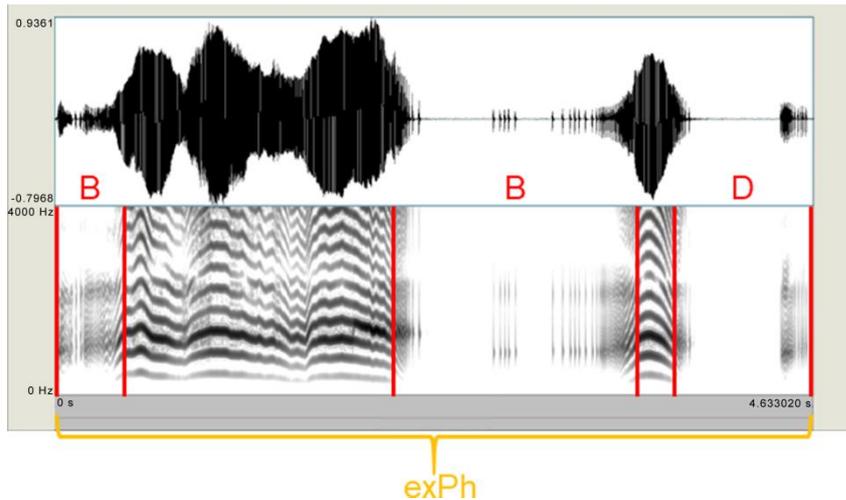


Abbildung 18: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **A_mMmix**

Die laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B, am Anfang des Einzelsignals lokalisiert, ist rot markiert. In der Mitte und am Ende des Einzelsignals kombiniertes Auftreten mehrerer weiterer laryngealer Konstriktionen – unvollständig und vollständig (mix). Die unvollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform B und die vollständige laryngeale Konstriktion der Ausprägungsform D sind ebenfalls rot markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh).

- | | |
|---|--|
| B | Kombination aus Pressen und Pulsen mit fließenden Übergängen |
| D | Innerlautliche Oszillationspause mit Pressen und/oder Pulsen an den Übergängen zur Phonation |

Eine Limitation bei der Einordnung der Einzelsignale mit laK in die 11 Kategorien war dann gegeben, wenn nicht alle Phonationsunterbrechungen eindeutig als laK identifiziert werden konnten. Darunter fielen Einzelsignale, die abschnittsweise Unschärfebereiche im Spektrogramm zeigten, beispielsweise durch zeitweise schlechte Aufnahmequalität oder Überlagerung mit *phonatorischem Rauschen*. Um diese Einzelsignale mit mindestens einer eindeutig identifizierten laK trotz Unschärfebereiche zu erfassen, wurde für sie die Kategorie „**Fuzzy**“ ergänzt. Ein Beispiel eines solchen Einzelsignals zeigt **Abbildung 19**.

Wenige Einzelfälle von Einzelsignalen mit laK ließen sich ebenfalls nicht in die beschriebenen Kategorien einordnen und wurden unter **Sonderformen (SF)** zusammengefasst. Hierzu zählten zum einen Einzelsignale mit rhythmisch schnell aufeinander folgenden kurzen Phonationsunterbrechungen, die akustisch der musikalischen Artikulationsform *Staccato* ähnelten (**Abbildung 20**). Zum anderen wurden wenige Einzelsignale, die ausschließlich durch laryngeale Konstriktionsmechanismen erzeugt wurden, den **SF** zugeordnet. Bei ihnen erstreckte sich im Spektrogramm die laK über die gesamte Einzelsignallänge, kurze Abschnitte harmonischer Muster waren nur vereinzelt zu erkennen oder fehlten komplett (**Abbildung 21 und 22**).

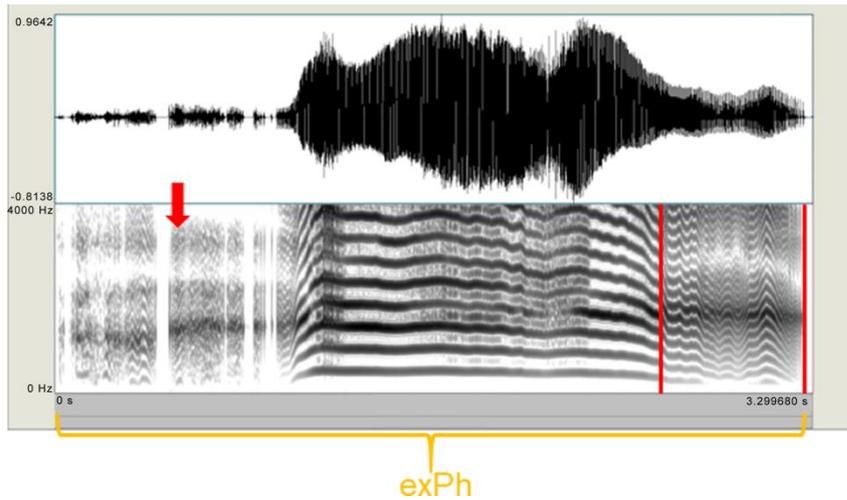


Abbildung 19: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie „Fuzzy“

Die roten Linien begrenzen die eindeutig identifizierte laryngeale Konstriktion. Der rote Pfeil markiert den unscharfen Abschnitt ohne Harmonischenmuster am Anfang des Einzelsignals, der die Phonation unterbricht, jedoch nach den beschriebenen Kriterien keine laryngeale Konstriktion darstellt. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh).

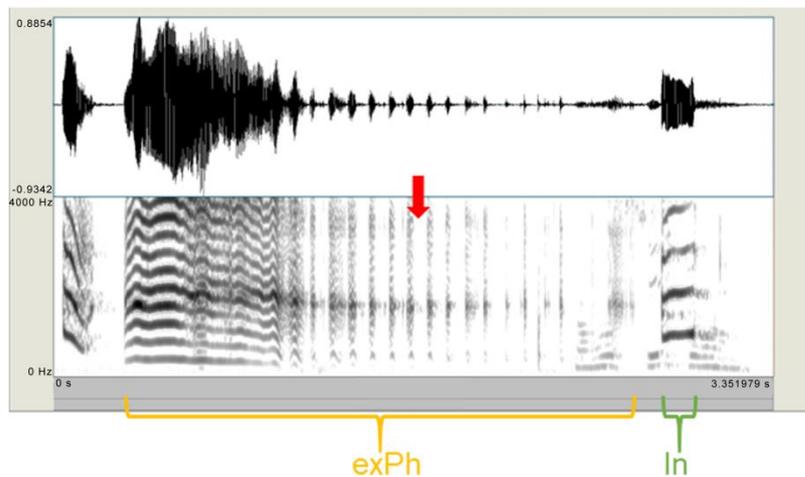


Abbildung 20: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **Sonderform (SF)**

Die schnelle rhythmische Abfolge der Phonationsunterbrechungen erinnert an die musikalische Artikulationsform Staccato und ist durch den roten Pfeil markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

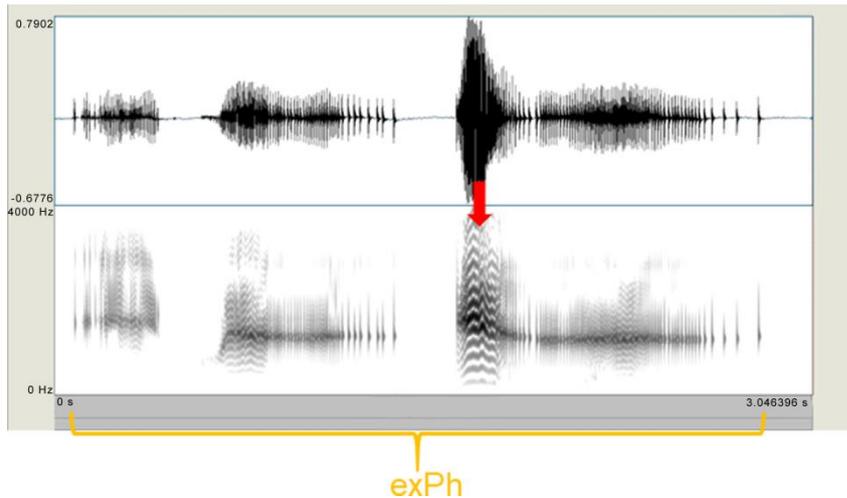


Abbildung 21: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **Sonderform (SF)**

Die laryngeale Konstriktion erzeugt eine Kombination aus Pressen und Pulsen und erstreckt sich über die gesamte Einzelsignallänge. Ein kurzer Abschnitt harmonischen Musters ist durch den roten Pfeil markiert. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh).

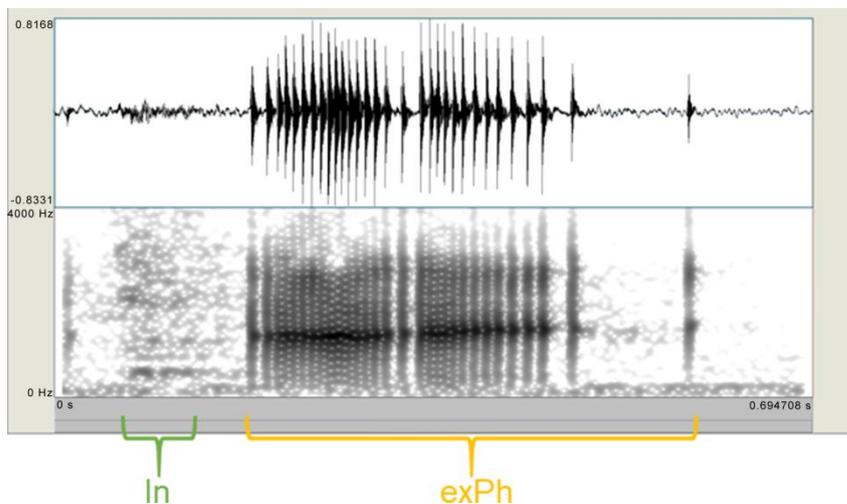


Abbildung 22: Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie **Sonderform (SF)**

Die laryngeale Konstriktion erzeugt Pulse und erstreckt sich über die gesamte Einzelsignallänge. Abschnitte harmonischer Muster fehlen komplett. Die gelbe Klammer kennzeichnet die expiratorische Phonationsphase (exPh), die grüne Klammer das Inspirationsgeräusch (In).

2.4.4 Vermessung der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen für die vorliegende Untersuchung

Für jedes Einzelsignal mit laK wurde dessen Gesamtlänge sowie die Längen der im Einzelsignal vorkommenden laK bestimmt. Verwendet wurden hierfür am ZVES implementierte PRAAT-Skripte von Michael Eisenmann (2021), die für die vorliegende Untersuchung weiter angepasst wurden.

In den PRAAT-Textgrid-Dateien der Einzelsignale wurden zunächst jeweils Beginn und Ende der gesamten expiratorischen Phonation wie auch der einzelnen laK mit Cursor markiert. Anschließend konnten die entsprechenden Zeitintervalle mithilfe des PRAAT-Timetable-Skripts automatisch bestimmt werden.

Um eine standardisierte temporale Vermessung der ausgewählten Einzelsignale zu gewährleisten, wurden in PRAAT zuvor Grundeinstellungen bezüglich der Spektrogramme und Zeitbereichsdarstellungen vorgenommen, die während des gesamten Arbeitsprozesses nicht mehr verändert wurden.

2.4.4.1 *Bestimmung der Cursorpositionen in der Zeitbereichsdarstellung (Oszillogramm)*

Da die Zeitbereichsdarstellung den Verlauf der Signalpegelamplitude in Abhängigkeit von der Zeit abbildet, wurden dort, mit Ausnahme des in Kapitel 2.4.4.2 beschriebenen Phänomens, die Cursor zur Bestimmung der Zeitintervalle gesetzt. Eisenmann (2021) verweist auf die Notwendigkeit, dafür nicht die Spektrogrammdarstellung zu verwenden, da diese ungenauer ist.

In **Abbildung 23** ist die Markierung von Beginn und Ende eines Einzelsignals bzw. der im Einzelsignal vorhandenen laK schematisch dargestellt.

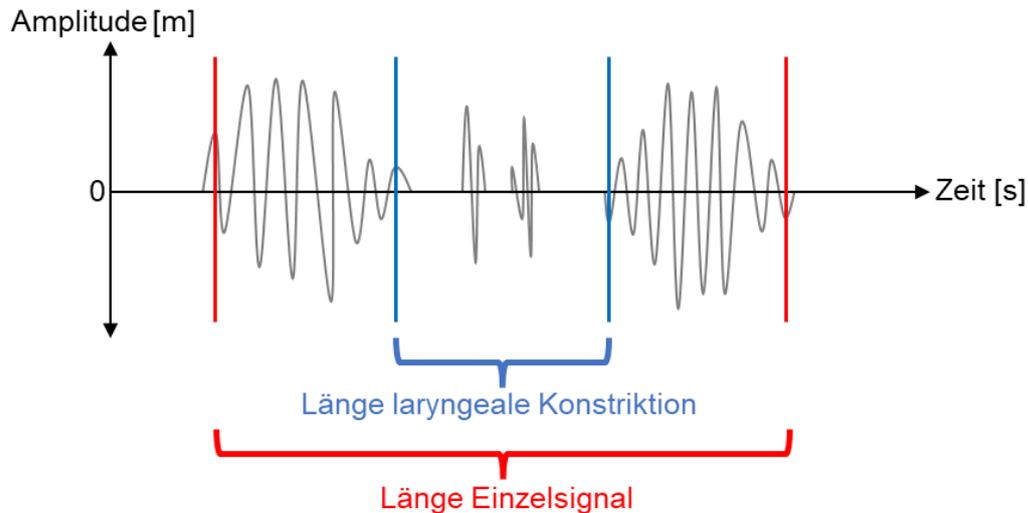


Abbildung 23: Schematische Darstellung der Cursorpositionen in der Zeitbereichsdarstellung (Pegel) für die temporale Vermessung eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion

Die roten Linien entsprechen den Cursorpositionen am Beginn und Ende des Einzelsignals. Die blauen Linien stellen die Cursorpositionen am Beginn und Ende der Oszillationsunterbrechungen durch die laryngeale Konstriktion dar. Die rote und blaue Klammer markieren die entsprechenden Längen.

m Meter
s Sekunde

2.4.4.2 Bestimmung der Cursorpositionen im Frequenzspektrogramm

In einigen Fällen war der Übergang von der Phonation zur laK durch einen kontinuierlichen Frequenzabfall und eine kontinuierliche Abnahme des laryngealen Luftstroms durch zunehmende laryngeale Verengung gekennzeichnet. Im Spektrogramm stellte sich dies durch immer dichtere Harmonische dar, in der Zeitbereichsdarstellung fehlte eine eindeutige Unterbrechung der oszillatorischen Ausschläge, da sich der laryngeale Luftstrom zwar stark verlangsamte, die Faltenschwingung jedoch nicht vollständig unterbrochen wurde. Eine reproduzierbare Bestimmung der Cursorpositionen zur zeitlichen Begrenzung der laK war unter diesen Umständen in der Zeitbereichsdarstellung nicht möglich. Stattdessen wurden in diesen Fällen typische visuelle Merkmale im Frequenzspektrogramm für die Cursorsetzung herangezogen. Die fließenden Übergänge von der Phonation zur laK ähnelten der spektralen Darstellung von Registerwechseln der erwachsenen Stimme und waren gleichermaßen durch einen abrupten und steilen Frequenzabfall gekennzeichnet, der sich im Spektrogramm als Zacke zeigte (Svec et al., 1999). Diese Zacke diente folglich als visueller und reproduzierbarer Marker für die Cursorpositionen (**Abbildung 24**).

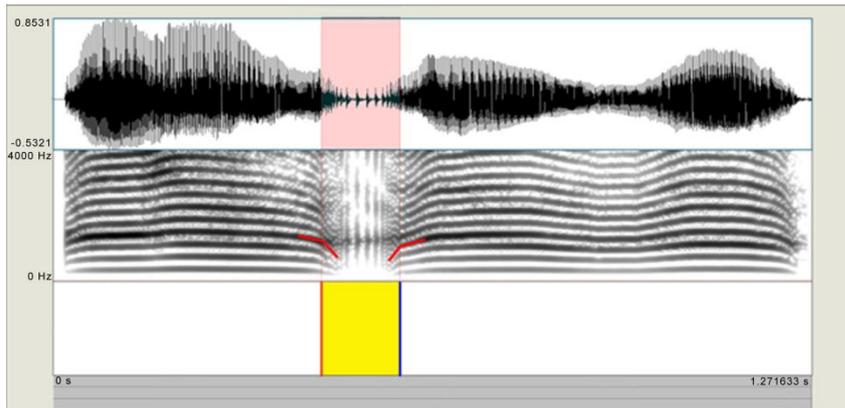


Abbildung 24: Cursorpositionen im Frequenzspektrum (0-4000 Hertz) für die temporale Vermessung einer laryngealen Konstriktion im Falle eines kontinuierlichen Übergangs ohne Oszillationsunterbrechung in der Zeitbereichsdarstellung (Pegel)

Die Cursorpositionen entsprechen der roten und blauen Linie und sind durch die rot hervorgehobenen Zacken im Frequenzspektrum festgelegt. Die laryngeale Konstriktion ist durch den gelben Bereich hervorgehoben.

2.5 Statistische Datenauswertung

Für die weiterführende Datenverarbeitung wurden für jedes Einzelsignal alle bereits bekannten (Kapitel 2.2) und in CDAP und PRAAT ermittelten (Kapitel 2.4) nominalen und metrischen Variablen in Exceltabellen zusammengefasst und für die statistische Auswertung in die Software IBM SPSS Statistics (Version 27) übertragen.

Aufgrund der komplexen Datenstrukturen der vorliegenden Arbeit wurden für eine explorative Datenauswertung in SPSS zunächst deskriptive Analysen zu den absoluten und relativen Auftretshäufigkeiten von Einzelsignalen mit und ohne laK durchgeführt. Ausgehend von dem einzelsignalbasierten Ausgangsdatensatz wurden hierfür in einem ersten Schritt arithmetische Mittelungen je Säugling und Aufnahme-tag vorgenommen. Diese Werte flossen dann in die Berechnung der Säuglings-, Gruppen- und Monatsmittel ein.

Die berechneten absoluten und relativen Auftretshäufigkeiten wurden säuglingsbasiert in Tabellen präsentiert. Die Verteilungseigenschaften der relativen Auftretshäufigkeiten für die relevanten Variablen *Gruppe* und *Monat* wurden graphisch anhand von Boxplots abgebildet und die entsprechenden Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane, Minima und Maxima tabellarisch aufgeführt. (Kapitel 3.1 und 3.2)

Die Boxplotdiagramme der vorliegenden Arbeit sind wie folgt definiert: Die jeweilige Box ist nach oben durch die 75. Perzentile und nach unten durch die 25. Perzentile

begrenzt. Sie umfasst 50% der Werte und entspricht dem Interquartilbereich. Der Medianwert ist gleichzusetzen mit der 50. Perzentile und ist innerhalb der Box durch eine horizontale Linie abgebildet. Die Antennen außerhalb der Box sind die sogenannten Whisker, deren Längen Auskunft über die Streuung der Werte geben. Sofern keine Ausreißer vorhanden sind, markieren die Enden der Whisker nach unten den minimalen bzw. nach oben den maximalen Wert. Liegen dagegen Ausreißer vor, sind diese entweder durch einen Kreis (Extremwert liegt zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom Interquartilbereich entfernt) oder durch eine Raute (Extremwert liegt mehr als 3 Boxlängen vom Interquartilbereich entfernt) im Diagramm gekennzeichnet.

Auf der Grundlage eines zweiten einzelsignalbasierten Datensatzes, der ausschließlich die Daten der Einzelsignale mit laK beinhaltet, wurden in SPSS weitere deskriptive Analysen zu den beschriebenen Kategorien der Einzelsignale mit laK (Kapitel 2.4.2) durchgeführt. Unter Einbeziehung der relevanten Variablen *Gruppe* und *Monat* wurden gleichermaßen absolute und relative Auftretshäufigkeiten für die Kategorien der Einzelsignale mit laK berechnet und in Tabellenübersichten zusammengefasst. Für graphische Darstellungen wurden gestapelte Säulen- und Flächendiagramme genutzt. (Kapitel 3.3)

Die temporalen Eigenschaften der Einzelsignale mit laK wurden in der vorliegenden Arbeit erstmalig systematisch ausgewertet, Vergleichsdaten aus der Fachliteratur gibt es bislang nicht.

Deskriptive Analysen wurden zu den Gesamtlängen der Einzelsignale mit laK und den durchschnittlichen laK-Längen je Einzelsignal durchgeführt. Die Verteilungseigenschaften der Längen wurden *gruppen-* und *altersabhängig* ermittelt. Darüber hinaus wurden die durchschnittlichen laK-Längen je Einzelsignal noch *kategorienspezifisch* deskriptiv ausgewertet. Die entsprechenden statistischen Größen (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) wurden in Tabellen präsentiert. (Kapitel 3.4)

Neben deskriptiven Auswertungen bestand ein großer Teil der statistischen Datenanalyse darin, den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Einzelsignalen mit laK und den Plattenkonditionen (PK X, PK Y, PK Z) zu untersuchen. Hierfür wurde mit Unterstützung von Herrn Prof. Dr. Dr. Götz Gelbrich (Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg) das Modell der *Verallgemeinerten Schätzungsgleichungen (Generalized Estimating Equations - GEE)* angewandt. Das GEE-Modell bot, als eine Art Weiterentwicklung der klassischen Regressi-

onsmodelle, die Möglichkeit, die vorliegende komplexe, hierarchische Datenstruktur unter Berücksichtigung der statistischen Abhängigkeit der Messwiederholungen am gleichen Individuum angemessen zu verarbeiten. Das Signifikanzniveau bei allen durchgeführten Tests betrug $p=0,05$. Mithilfe der GEE-Modelle wurden die Effekte der Plattenkonditionsänderungen auf die Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit laK berechnet. (Kapitel 3.5)

Zuletzt wurden die Einzelsignale der Gruppe IGS_oP in einer separaten Analyse deskriptiv untersucht. Die drei Säuglinge hatten nur sehr kleine isolierte Gaumenspalten und benötigten keine konservative Frühtherapie mit Platte. Bei ihnen fanden in der Folge deutlich weniger Lautaufnahmen statt. Sie waren gesunden Säuglingen am ähnlichsten, weshalb die Untersuchung ihrer Einzelsignale als Ergänzung zu den Hauptanalysen der vorliegenden Arbeit interessant war.

Für die Gruppe IGS_oP wurden deskriptive Analysen zu den Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit und ohne laK und den Kategorien der Einzelsignale mit laK durchgeführt. Ebenso wurden die temporalen Größen der Einzelsignale mit laK deskriptiv untersucht. Die Ergebnisse wurden in Tabellen präsentiert. (Kapitel 3.6)

3 Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in verschiedene Abschnitte.

Zuerst werden in Kapitel 3.1 die Ergebnisse zu den Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit bzw. ohne laryngeale Konstriktionen (laK) der Säuglinge mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten (LKGS) in den ersten 3 Lebensmonaten berichtet.

In Kapitel 3.2 ist das Auftreten von einzelnen laryngealen Konstriktionen (e.laK) bzw. mehreren laryngealen Konstriktionen (m.laK) in den Einzelsignalen der Säuglinge deskriptiv beschrieben.

Kapitel 3.3 präsentiert die deskriptive Auswertung der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK (Kapitel 2.4.2).

Die Ergebnisse der temporalen Analyse der Einzelsignale mit laK werden in Kapitel 3.4 berichtet.

Der Ergebnisbericht der *Verallgemeinerten Schätzungsgleichungen (GEE)* zur statistischen Untersuchung eines möglichen Einflusses der Gaumenplatte auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK schließt sich in Kapitel 3.5 an.

Zuletzt sind in Kapitel 3.6 die Ergebnisse der separaten deskriptiven Analyse der Einzelsignale der drei Säuglinge der Gruppe IGS_oP aufgeführt.

3.1 Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit und ohne laryngeale Konstriktionen

Auf Grundlage der 9.466 Einzelsignale der 24 Säuglinge der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP (Kapitel 2.2; **Tabelle 1**) wurden die säuglingsbasierten Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit und ohne laK verglichen (**Tabelle 7**).

Aus der Übersicht in **Tabelle 7** wird deutlich, dass die Auftrittshäufigkeiten interindividuell sehr variierten, der relative Anteil an Einzelsignalen ohne laK jedoch bei allen Säuglingen dominierte.

Tabelle 7: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit bzw. ohne laK je Säugling, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale	
			<u>mit</u> laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)
IGS_mP	BA	m	91 (37,1)	154 (62,9)
	BB	m	43 (42,2)	59 (57,8)
	BC	w	35 (14,8)	201 (85,2)
	BD	w	72 (18,8)	310 (81,2)
	BE	w	65 (27,5)	171 (72,5)
	BF	w	96 (8,9)	988 (91,1)
	BG	m	47 (13,7)	296 (86,3)
	BH	w	77 (25,2)	229 (74,8)
	BI	m	75 (14,5)	443 (85,5)
eLKGS_mP	CA	m	47 (11,5)	362 (88,5)
	CB	m	60 (18,3)	268 (81,7)
	CC	w	130 (17,4)	619 (82,6)
	CD	m	97 (28,7)	241 (71,3)
	CE	m	109 (28,2)	278 (71,8)
	CF	m	53 (16,9)	261 (83,1)
	CG	m	43 (19,8)	174 (80,2)
	CH	w	102 (13,8)	637 (86,2)
	CI	m	59 (6,2)	895 (93,8)
	CJ	m	11 (12,1)	80 (87,9)
	CK	w	34 (18,3)	152 (81,7)
bLKGS_mP	DA	w	152 (37,7)	251 (62,3)
	DB	m	43 (13,8)	269 (86,2)
	DC	m	114 (30,6)	259 (69,4)
	DD	m	84 (39,3)	130 (60,7)

bLKGS_mP Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK laryngeale Konstriktion/en
m männlich
w weiblich

Tabelle 8 zeigt eine ausführlichere Darstellung der Auftrittshäufigkeiten, differenziert nach Lebensmonaten. Bei 21 der 24 Säuglinge ließ sich in allen 3 untersuchten Lebensmonaten ein höherer relativer Anteil an Einzelsignalen ohne laK feststellen. Säugling CJ äußerte im 3. Monat sogar ausschließlich Einzelsignale ohne laK. Bei den übrigen drei Säuglingen (CF, DA, DD) überwog in Monat 1 bzw. 3 die prozentuale Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK.

Tabelle 8: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit bzw. ohne laK je Säugling und Lebensmonat, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale	
				<u>mit</u> laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)
IGS_mP	BA	m	1	19 (30,6)	43 (69,4)
			2	28 (32,2)	59 (67,8)
			3	44 (45,8)	52 (54,2)
	BB	m	1	0 -	0 -
			2	37 (42,0)	51 (58,0)
			3	6 (42,9)	8 (57,1)
	BC	w	1	13 (16,3)	67 (83,7)
			2	0 -	0 -
			3	22 (14,1)	134 (85,9)
	BD	w	1	41 (21,8)	147 (78,2)
			2	17 (20,0)	68 (80,0)
			3	14 (12,8)	95 (87,2)
	BE	w	1	0 -	0 -
			2	45 (28,3)	114 (71,7)
			3	20 (26,0)	57 (74,0)
	BF	w	1	32 (12,4)	227 (87,6)
			2	44 (7,7)	531 (92,3)
			3	20 (8,0)	230 (92,0)
BG	m	1	6 (9,5)	57 (90,5)	
		2	14 (10,8)	116 (89,2)	
		3	27 (18,0)	123 (82,0)	
BH	w	1	17 (31,5)	37 (68,5)	
		2	20 (17,2)	96 (82,8)	
		3	40 (29,4)	96 (70,6)	
BI	m	1	2 (1,2)	161 (98,8)	
		2	73 (20,6)	282 (79,4)	
		3	0 -	0 -	
eLKGS_mP	CA	m	1	15 (29,4)	36 (70,6)
			2	7 (5,8)	114 (94,2)
			3	25 (10,5)	212 (89,5)
	CB	m	1	9 (9,8)	83 (90,2)
			2	27 (29,7)	64 (70,3)
			3	24 (16,6)	121 (83,4)
	CC	w	1	97 (22,2)	339 (77,8)
			2	3 (14,3)	18 (85,7)
			3	30 (10,3)	262 (89,7)
	CD	m	1	46 (41,8)	64 (58,2)
			2	8 (11,4)	62 (88,6)
			3	43 (27,2)	115 (72,8)
	CE	m	1	39 (33,6)	77 (66,4)
			2	25 (26,6)	69 (73,4)
			3	45 (25,4)	132 (74,6)
CF	m	1	26 (20,8)	99 (79,2)	
		2	19 (10,9)	155 (89,1)	
		3	8 (53,3)	7 (46,7)	

Fortsetzung Tabelle 8:

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale	
				mit laK Anzahl (%)	ohne laK Anzahl (%)
eLKGS_mP	CG	m	1	12 (20,0)	48 (80,0)
			2	14 (21,2)	52 (78,8)
			3	17 (18,7)	74 (81,3)
	CH	w	1	74 (19,2)	311 (80,8)
			2	26 (8,5)	280 (91,5)
			3	2 (4,2)	46 (95,8)
	CI	m	1	24 (6,7)	335 (93,3)
			2	20 (8,8)	206 (91,2)
			3	15 (4,1)	354 (95,9)
	CJ	m	1	0 -	0 -
			2	11 (12,9)	74 (87,1)
			3	0 -	6 (100,0)
CK	w	1	2 (7,1)	26 (92,9)	
		2	9 (11,3)	71 (88,7)	
		3	23 (29,5)	55 (70,5)	
bLKGS_mP	DA	w	1	40 (51,9)	37 (48,1)
			2	63 (44,4)	79 (55,6)
			3	49 (26,6)	135 (73,4)
	DB	m	1	30 (15,5)	163 (84,5)
			2	13 (10,9)	106 (89,1)
			3	0 -	0 -
	DC	m	1	94 (28,5)	236 (71,5)
			2	20 (46,5)	23 (53,5)
			3	0 -	0 -
	DD	m	1	31 (33,7)	61 (66,3)
			2	40 (38,5)	64 (61,5)
			3	13 (72,2)	5 (27,8)

bLKGS_mP Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK laryngeale Konstriktion/en
m männlich
w weiblich

3.1.1 Deskriptive Analyse differenziert nach Gruppen

Mit der Differenzierung entsprechend der Gruppen IGS_mP (9 Säuglinge), eLKGS_mP (11 Säuglinge) und bLKGS_mP (4 Säuglinge) wurde untersucht, ob sich Unterschiede der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK bezüglich des Ausprägungsgrades der anatomischen Spalte der Säuglinge zeigten.

Tabelle 9 führt die deskriptive Statistik der prozentual aufgetretenen Einzelsignale mit laK in den einzelnen Gruppen und für alle 24 Säuglinge auf.

Die beiden Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP zeigten ähnliche mittlere relative Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK in den ersten 3 Lebensmonaten. Die Säug-

linge der Gruppe bLKGS_mP produzierten im Gegensatz dazu prozentual im Mittel etwa doppelt so viele Einzelsignale mit laK (**Tabelle 9**).

Tabelle 9: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP, bLKGS_mP und aller 24 Säuglinge

Gruppe	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
	Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
IGS_mP	9	53	18,8 (\pm 12,9)	15,8	1,3	50,0
eLKGS_mP	11	75	18,6 (\pm 12,7)	15,6	1,2	59,6
bLKGS_mP	4	45	37,9 (\pm 22,2)	33,3	3,1	100,0
gesamt	24	173	23,7 (\pm 17,8)	20,0	1,2	100,0

bLKGS_mP Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
 eLKGS_mP Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
 IGS_mP Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 SD Standardabweichung

In **Abbildung 25** ist zu erkennen, dass sich die relativen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK der Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP ähnlich verteilten. Die Gruppe bLKGS_mP wies hingegen eine breitere Streuung der Auftrittshäufigkeiten zwischen einem minimalen Wert von 3% und einem maximalen Wert von 100% auf (**Tabelle 9**).

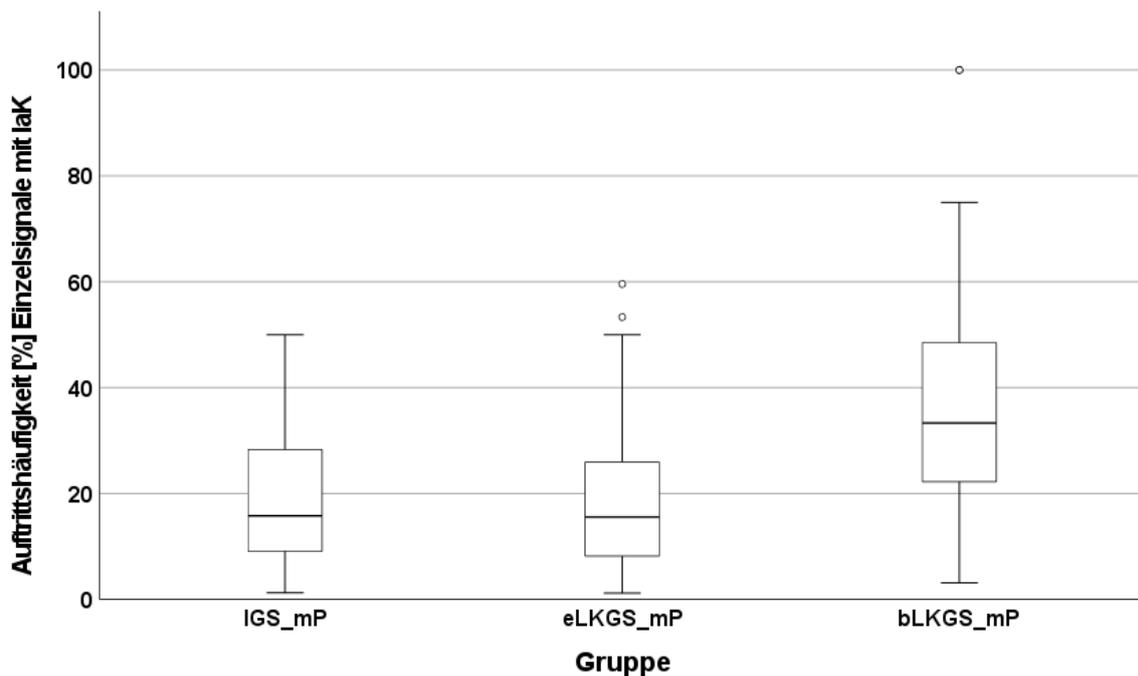


Abbildung 25: Boxplotdiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

bLKGS_mP Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
 eLKGS_mP Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
 IGS_mP Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en

3.1.2 Deskriptive Analyse differenziert nach Lebensmonaten

Die mittlere relative Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK nahm innerhalb der ersten 3 Lebensmonate der Säuglinge leicht ab, und zwar im Median um ca. 5 Prozentpunkte (**Tabelle 10**).

Tabelle 10: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3

Monat	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
	Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
1	21	64	25,2 (\pm 19,7)	22,3	1,3	100,0
2	23	52	24,1 (\pm 17,9)	20,5	1,2	75,0
3	20	57	21,6 (\pm 15,5)	16,7	1,9	72,2

laK laryngeale Konstriktion/en
 SD Standardabweichung

Abbildung 26 veranschaulicht diese Entwicklung in Form von Boxplots.

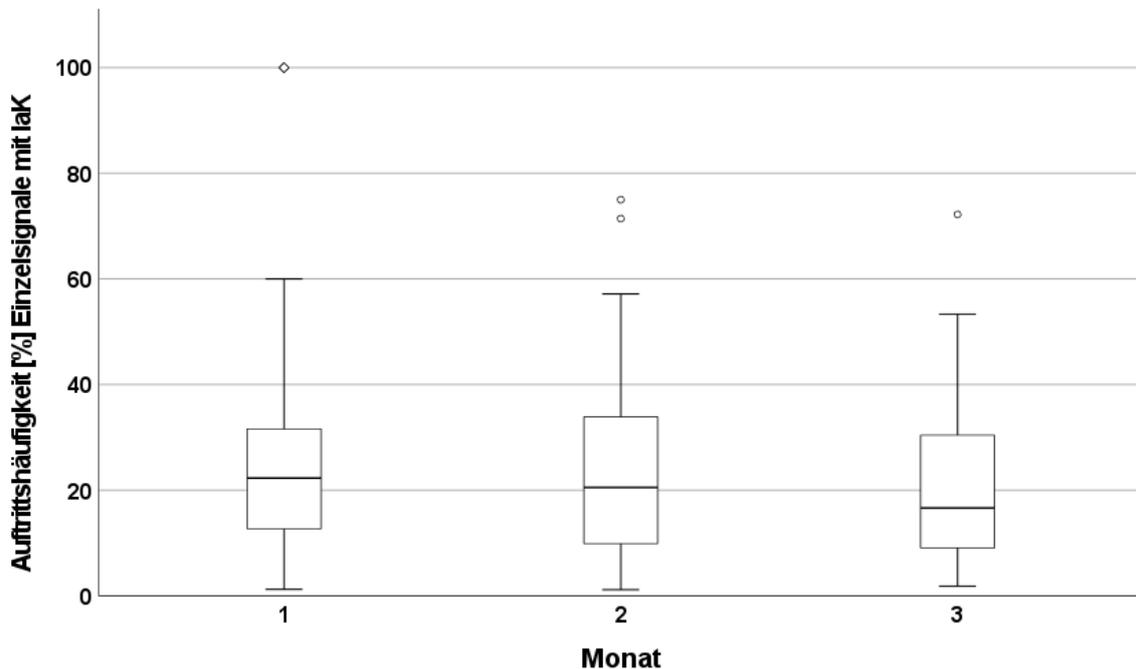


Abbildung 26: Boxplotdiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3

laK laryngeale Konstriktion/en

Tabelle 11 berichtet die deskriptive Statistik der prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK je Lebensmonat in den einzelnen Gruppen. **Abbildung 27** zeigt die entsprechende graphische Darstellung.

Im Gruppenvergleich fällt auf, dass sich die Auftrittshäufigkeiten ganz unterschiedlich entwickelten. In der Gruppe IGS_mP war der prozentuale Anteil an Einzelsignalen mit laK im Mittel (Median) in allen 3 Lebensmonaten fast konstant. Die maximale Differenz der Mediane betrug ca. 3 Prozentpunkte. Die Gruppe eLKGS_mP verzeichnete nur zwischen dem 1. und 2. Lebensmonat eine Abnahme der mittleren Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK um ca. 7 Prozentpunkte (Mediane), danach blieb sie bei etwa 14% unverändert. Die Gruppe bLKGS_mP zeigte eine bogenförmige Altersentwicklung der mittleren Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK (Mediane) mit dem höchsten Wert im 2. Lebensmonat. Zudem äußerten im Gruppenvergleich die Säuglinge mit anatomischen Spalten des größten Ausprägungsgrades (bLKGS_mP) in jedem Monat im Mittel prozentual am meisten Einzelsignale mit laK (**Tabelle 11** und **Abbildung 27**).

Tabelle 11: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftretshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe

Monat	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
	Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
IGS_mP						
1	7	14	15,5 (\pm 11,7)	13,3	1,3	43,8
2	8	17	18,2 (\pm 12,8)	17,4	3,1	42,1
3	8	22	21,4 (\pm 13,6)	16,3	2,3	50,0
eLKGS_mP						
1	10	30	21,2 (\pm 12,4)	21,2	2,2	59,6
2	11	20	16,1 (\pm 11,3)	13,6	1,2	41,2
3	10	25	17,5 (\pm 14,1)	14,3	1,9	53,3
bLKGS_mP						
1	4	20	38,0 (\pm 26,3)	29,3	3,1	100,0
2	4	15	41,5 (\pm 18,7)	41,4	10,9	75,0
3	2	10	32,6 (\pm 18,6)	31,3	7,4	72,2

bLKGS_mP Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
 eLKGS_mP Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
 IGS_mP Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 SD Standardabweichung

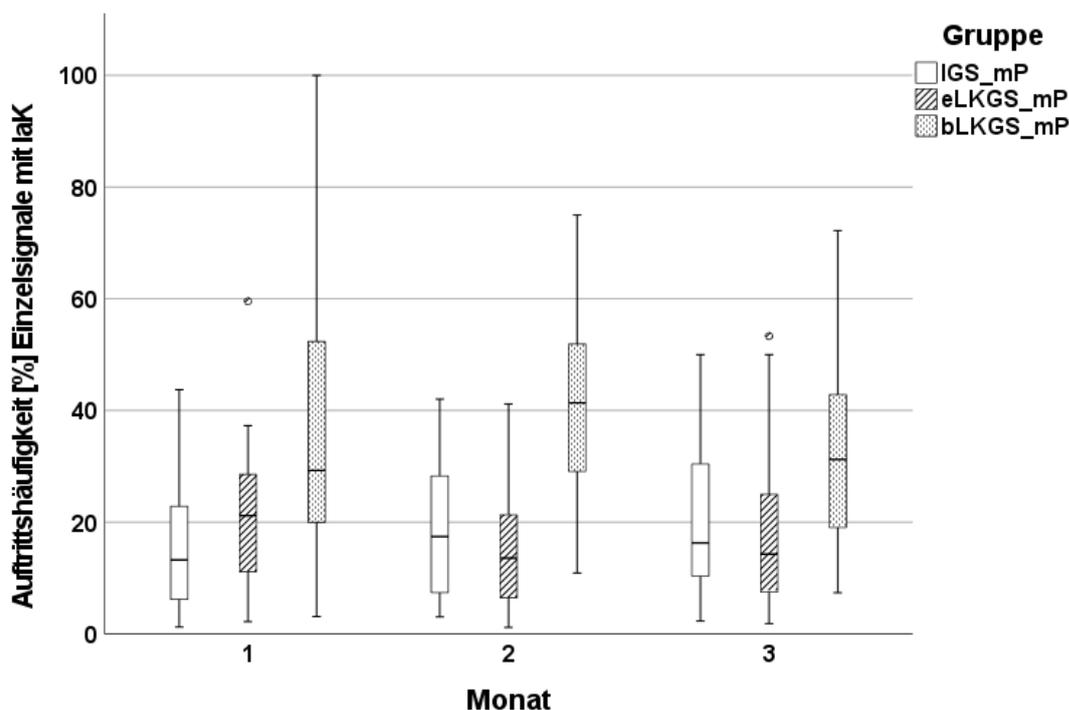


Abbildung 27: Boxplotdiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en

3.2 Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit einzelnen und mehreren laryngealen Konstriktionen

Im vorliegenden Abschnitt des Ergebnisberichts wurden auf derselben Datengrundlage (9.466 Einzelsignale, 24 Säuglinge, vgl. Kapitel 3.1) die Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK verglichen.

Der Anteil der Einzelsignale der Kategorien *Sonderform* und „Fuzzy“ (Kapitel 2.4.2), für die keine genaue Anzahl der laK bestimmt werden konnte, wurde in den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen nicht dargestellt. Eine deskriptive Analyse aller 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK (einschließlich *Sonderform* und „Fuzzy“) findet sich jedoch in Kapitel 3.3.

Tabelle 12 zeigt, dass alle 24 Säuglinge mehr Einzelsignale mit nur e.laK als solche mit m.laK erzeugten. Die Auftrittshäufigkeiten variierten jedoch interindividuell sehr stark. Der Anteil der Einzelsignale ohne laK war für alle Säuglinge am höchsten und wurde zur Vervollständigung nochmals mit aufgeführt (vgl. Kapitel 3.1).

Tabelle 12: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit e.laK, m.laK bzw. ohne laK je Säugling, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
			<u>mit</u> e.laK Anzahl (%)	<u>mit</u> m.laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)
IGS_mP	BA	m	68 (27,8)	21 (8,6)	154 (62,9)
	BB	m	24 (23,5)	16 (15,7)	59 (57,8)
	BC	w	17 (7,2)	14 (5,9)	201 (85,2)
	BD	w	39 (10,2)	18 (4,7)	310 (81,2)
	BE	w	46 (19,5)	17 (7,2)	171 (72,5)
	BF	w	64 (5,9)	28 (2,6)	988 (91,1)
	BG	m	39 (11,4)	5 (1,5)	296 (86,3)
	BH	w	48 (15,7)	21 (6,9)	229 (74,8)
	BI	m	58 (11,2)	12 (2,3)	443 (85,5)
eLKGS_mP	CA	m	32 (7,8)	12 (2,9)	362 (88,5)
	CB	m	32 (9,8)	18 (5,5)	268 (81,7)
	CC	w	87 (11,6)	33 (4,4)	619 (82,6)
	CD	m	58 (17,2)	28 (8,3)	241 (71,3)
	CE	m	77 (19,9)	30 (7,8)	278 (71,8)
	CF	m	32 (10,2)	17 (5,4)	261 (83,1)
	CG	m	29 (13,4)	11 (5,1)	174 (80,2)
	CH	w	81 (11,0)	17 (2,3)	637 (86,2)
	CI	m	47 (4,9)	8 (0,8)	895 (93,8)
	CJ	m	10 (11,0)	1 (1,1)	80 (87,9)
	CK	w	24 (12,9)	10 (5,4)	152 (81,7)
bLKGS_mP	DA	w	125 (31,0)	22 (5,5)	251 (62,3)
	DB	m	26 (8,3)	12 (3,9)	269 (86,2)
	DC	m	60 (16,1)	32 (8,6)	259 (69,4)
	DD	m	60 (28,0)	24 (11,2)	130 (60,7)

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m	männlich
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
w	weiblich

Tabelle 13 berichtet die Auftrittshäufigkeiten je Säugling für die einzelnen Lebensmonate. Nur bei drei der 24 Säuglinge (BC, CA, DC) traten im 1. bzw. 2. Lebensmonat prozentual mehr Einzelsignale mit m.laK als solche mit e.laK auf. Weitere drei Säuglinge (BI, BG, CH) äußerten im 1., 2. bzw. 3. Monat gar keine Einzelsignale mit m.laK (**Tabelle 13**).

Tabelle 13: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit e.laK, m.laK bzw. ohne laK je Säugling und Lebensmonat, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
				<u>mit</u> e.laK Anzahl (%)	<u>mit</u> m.laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)
IGS_mP	BA	m	1	11 (17,7)	8 (12,9)	43 (69,4)
			2	25 (28,7)	3 (3,5)	59 (67,8)
			3	32 (33,3)	10 (10,4)	52 (54,2)
	BB	m	1	0 -	0 -	0 -
			2	19 (21,6)	15 (17,0)	51 (58,0)
			3	5 (35,7)	1 (7,1)	8 (57,1)
	BC	w	1	5 (6,3)	7 (8,8)	67 (83,8)
			2	0 -	0 -	0 -
			3	12 (7,7)	7 (4,5)	134 (85,9)
	BD	w	1	20 (10,6)	8 (4,3)	147 (78,2)
			2	10 (11,8)	6 (7,1)	68 (80,0)
			3	9 (8,3)	4 (3,7)	95 (87,2)
	BE	w	1	0 -	0 -	0 -
			2	32 (20,8)	12 (7,6)	114 (71,7)
			3	14 (18,2)	5 (6,5)	57 (74,0)
	BF	w	1	18 (6,9)	12 (4,6)	227 (87,6)
			2	30 (5,2)	12 (2,1)	531 (92,3)
			3	16 (6,4)	4 (1,6)	230 (92,0)
	BG	m	1	5 (7,9)	1 (1,6)	57 (90,5)
			2	13 (10,0)	0 -	116 (89,2)
			3	21 (14,0)	4 (2,7)	123 (82,0)
	BH	w	1	11 (20,4)	5 (9,3)	37 (68,5)
			2	14 (12,1)	4 (3,5)	96 (82,8)
			3	23 (16,9)	12 (8,8)	96 (70,6)
	BI	m	1	2 (1,2)	0 -	161 (98,8)
			2	56 (15,8)	12 (3,4)	282 (79,4)
			3	0 -	0 -	0 -
eLKGS_mP	CA	m	1	14 (27,5)	1 (2,0)	36 (70,6)
			2	2 (1,7)	4 (3,3)	114 (94,2)
			3	16 (6,8)	7 (3,0)	212 (89,5)
	CB	m	1	5 (5,4)	3 (3,3)	83 (90,2)
			2	15 (16,5)	7 (7,7)	64 (70,3)
			3	12 (8,3)	8 (5,5)	121 (83,4)
	CC	w	1	67 (15,4)	21 (4,8)	339 (77,8)
			2	2 (9,5)	1 (4,8)	18 (85,7)
			3	18 (6,2)	11 (3,8)	262 (89,7)
	CD	m	1	27 (24,6)	15 (13,6)	64 (58,2)
			2	5 (7,1)	3 (4,3)	62 (88,6)
			3	26 (16,5)	10 (6,3)	115 (72,8)
	CE	m	1	27 (23,3)	11 (9,5)	77 (66,4)
			2	18 (19,2)	6 (6,4)	69 (73,4)
			3	32 (18,1)	13 (7,3)	132 (74,6)
	CF	m	1	14 (11,2)	8 (6,4)	99 (79,2)
			2	13 (7,5)	6 (3,5)	155 (89,1)
			3	5 (33,3)	3 (20,0)	7 (46,7)

Fortsetzung Tabelle 13:

Gruppe	Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
				mit e.laK Anzahl (%)	mit m.laK Anzahl (%)	ohne laK Anzahl (%)
eLKGS_mP	CG	m	1	11 (18,3)	1 (1,7)	48 (80,0)
			2	8 (12,1)	5 (7,6)	52 (78,8)
			3	10 (11,0)	5 (5,5)	74 (81,3)
	CH	w	1	61 (15,8)	10 (2,6)	311 (80,8)
			2	18 (5,9)	7 (2,3)	280 (91,5)
			3	2 (4,2)	0 -	46 (95,8)
	CI	m	1	17 (4,7)	6 (1,7)	335 (93,3)
			2	17 (7,5)	1 (0,4)	206 (91,2)
			3	13 (3,5)	1 (0,3)	354 (95,9)
	CJ	m	1	0 -	0 -	0 -
			2	10 (11,8)	1 (1,2)	74 (87,1)
			3	0 -	0 -	6 (100,0)
	CK	w	1	1 (3,6)	1 (3,6)	26 (92,9)
			2	8 (10,0)	1 (1,3)	71 (88,8)
			3	15 (19,2)	8 (10,3)	55 (70,5)
bLKGS_mP	DA	w	1	22 (28,6)	15 (19,5)	37 (48,1)
			2	57 (40,1)	4 (2,8)	79 (55,6)
			3	46 (25,0)	3 (1,6)	135 (73,4)
	DB	m	1	19 (9,8)	9 (4,7)	163 (84,5)
			2	7 (5,9)	3 (2,5)	106 (89,1)
			3	0 -	0 -	0 -
	DC	m	1	53 (16,1)	20 (6,1)	236 (71,5)
			2	7 (16,3)	12 (27,9)	23 (53,5)
			3	0 -	0 -	0 -
	DD	m	1	24 (26,1)	7 (7,6)	61 (66,3)
			2	27 (26,0)	13 (12,5)	64 (61,5)
			3	9 (50,0)	4 (22,2)	5 (27,8)

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m	männlich
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
w	weiblich

3.2.1 Deskriptive Analyse differenziert nach Gruppen

Im Gruppenvergleich zeigten die Säuglinge mit dem größten Ausprägungsgrad der anatomischen Spalte (bLKGS_mP) die höchste mittlere prozentuale Auftrittshäufigkeit sowohl von Einzelsignalen mit e.laK als auch mit m.laK. Die Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP wiesen im Mittel ähnliche prozentuale Anteile auf (**Tabelle 14**).

Das Verhältnis von Einzelsignalen mit e.laK zu denen mit m.laK war in den Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP im Mittel (Median) etwa 2 zu 1. In der Gruppe bLKGS_mP veränderte sich das Verhältnis zugunsten der Einzelsignale mit e.laK (**Tabelle 14**).

Tabelle 14: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

Gruppe	laK	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
		Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
IGS_mP	e.	9	51	13,4 (\pm 8,9)	11,4	1,3	35,7
	m.		35	7,0 (\pm 4,2)	5,9	1,5	17,1
eLKGS_mP	e.	11	75	12,8 (\pm 8,4)	10,6	0,9	40,4
	m.		52	6,6 (\pm 5,0)	5,0	0,6	20,0
bLKGS_mP	e.	4	44	27,2 (\pm 14,3)	25,8	3,1	64,3
	m.		28	15,9 (\pm 20,3)	10,6	1,0	100,0
gesamt	e.	24	170	16,7 (\pm 12,0)	13,3	0,9	64,3
	m.		115	9,0 (\pm 11,4)	6,0	0,6	100,0

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.	einzelne
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m.	mehrere
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
SD	Standardabweichung

In **Abbildung 28** ist zu erkennen, dass die prozentualen Auftrittshäufigkeiten in den Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP ähnlich verteilt waren.

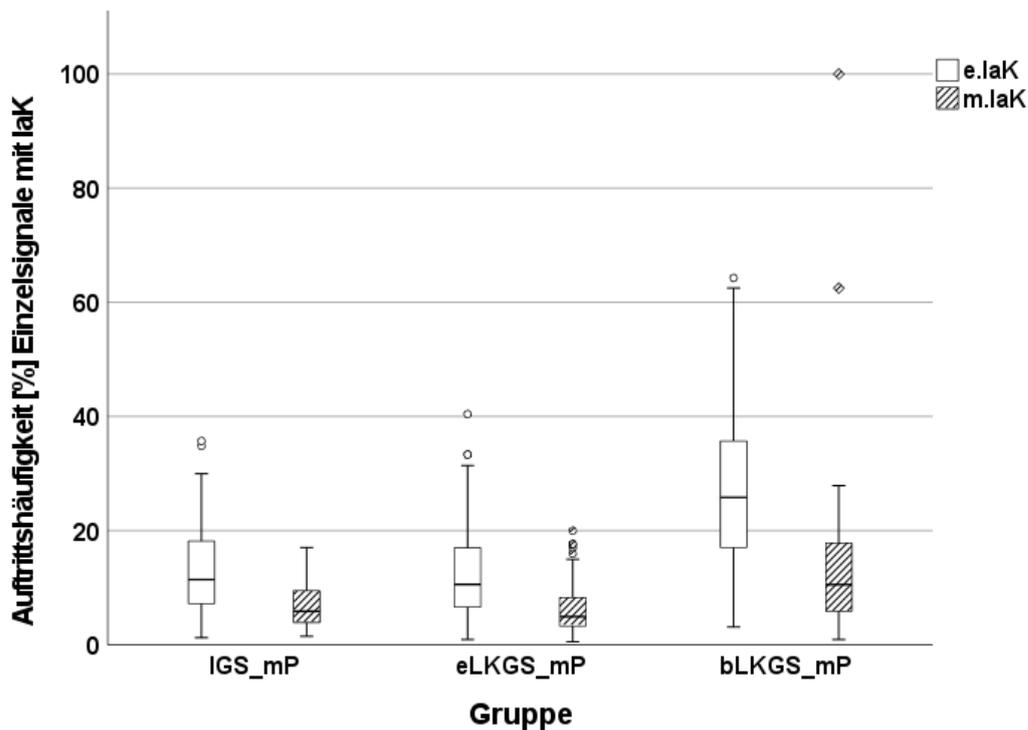


Abbildung 28: Boxplotdiagramm zu den prozentualen Auftretshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen

3.2.2 Deskriptive Analyse differenziert nach Lebensmonaten

Als nächstes wurde untersucht, ob sich das Verhältnis von Einzelsignalen mit e.laK zu Einzelsignalen mit m.laK mit dem Alter der Säuglinge verändert. Wie die mittleren prozentualen Auftretshäufigkeiten (Mediane) in **Tabelle 15** und die Boxplots in **Abbildung 29** zeigen, war dies nicht der Fall.

Tabelle 15: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3

Monat	laK	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale mit laK			
		Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
1	e.	21	62	16,3 (\pm 10,3)	13,3	1,3	41,7
	m.		46	10,8 (\pm 16,4)	5,9	0,6	100,0
2	e.	23	52	18,0 (\pm 14,5)	14,3	1,2	64,3
	m.		33	8,0 (\pm 6,4)	6,4	1,1	27,9
3	e.	20	56	15,9 (\pm 11,4)	12,8	0,9	50,0
	m.		36	7,6 (\pm 5,3)	5,7	1,5	22,2

e. einzelne
e.laK einzelne laryngeale Konstriktion
laK laryngeale Konstriktion/en
m. mehrere
m.laK mehrere laryngeale Konstriktionen
SD Standardabweichung

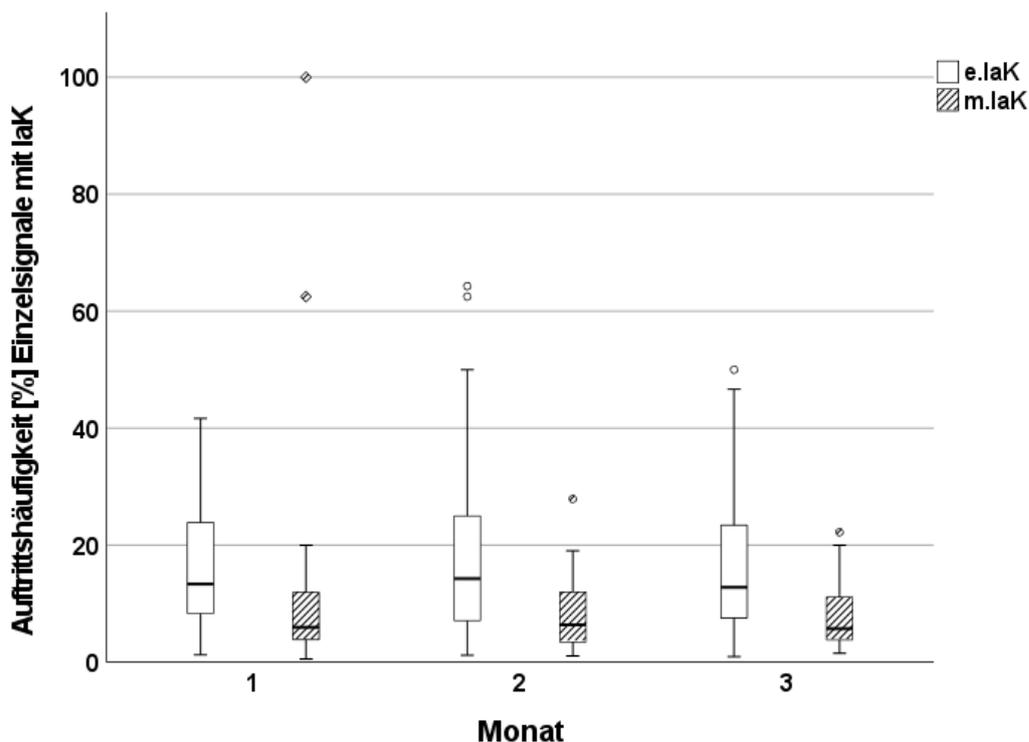


Abbildung 29: Boxplotdiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3

e.laK einzelne laryngeale Konstriktion
laK laryngeale Konstriktion/en
m.laK mehrere laryngeale Konstriktionen

Beim Vergleich der Gruppen ließ sich keine einheitliche Altersentwicklung bezüglich der mittleren relativen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK feststellen (**Tabelle 16** und **Abbildung 30**).

In der Gruppe IGS_mP waren die prozentualen Anteile von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK im Mittel (Median) über die 3 Lebensmonate sehr ähnlich (**Tabelle 16**).

In der Gruppe eLKGS_mP änderte sich das Verhältnis von Einzelsignalen mit e.laK zu Einzelsignalen mit m.laK im Mittel (Median) zugunsten der Einzelsignale mit m.laK (**Tabelle 16**).

Am deutlichsten veränderten sich die Auftrittshäufigkeiten in der Gruppe bLKGS_mP im Altersverlauf. Im 1. Monat betrug das Verhältnis von Einzelsignalen mit e.laK zu Einzelsignalen mit m.laK noch 2:1, im 3. Monat dann 4:1 (**Tabelle 16**).

Tabelle 16: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftretshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe

Monat	laK	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale mit laK			
		Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
IGS_mP							
1	e.	7	13	10,0 (\pm 6,9)	11,4	1,3	25,0
	m.		9	7,8 (\pm 4,4)	6,6	3,5	15,6
2	e.	8	17	13,2 (\pm 8,9)	10,6	3,1	28,7
	m.		10	6,5 (\pm 4,8)	5,3	1,5	17,1
3	e.	8	21	15,6 (\pm 9,6)	13,3	2,3	35,7
	m.		16	6,8 (\pm 4,0)	5,6	1,5	15,4
eLKGS_mP							
1	e.	10	30	15,3 (\pm 9,5)	12,8	2,2	40,4
	m.		23	6,0 (\pm 4,0)	4,5	0,6	17,0
2	e.	11	20	11,1 (\pm 6,8)	9,8	1,2	24,0
	m.		13	6,4 (\pm 5,4)	4,8	1,1	17,7
3	e.	10	25	11,1 (\pm 7,9)	8,3	0,9	33,3
	m.		16	7,8 (\pm 5,9)	5,5	2,2	20,0
bLKGS_mP							
1	e.	4	19	22,1 (\pm 11,0)	20,0	3,1	41,7
	m.		14	20,7 (\pm 27,3)	11,8	1,0	100,0
2	e.	4	15	32,6 (\pm 16,9)	28,6	5,9	64,3
	m.		10	11,5 (\pm 7,9)	9,8	2,5	27,9
3	e.	2	10	28,6 (\pm 13,4)	28,9	7,4	50,0
	m.		4	10,0 (\pm 8,2)	6,5	4,8	22,2

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.	einzelne
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m.	mehrere
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
SD	Standardabweichung

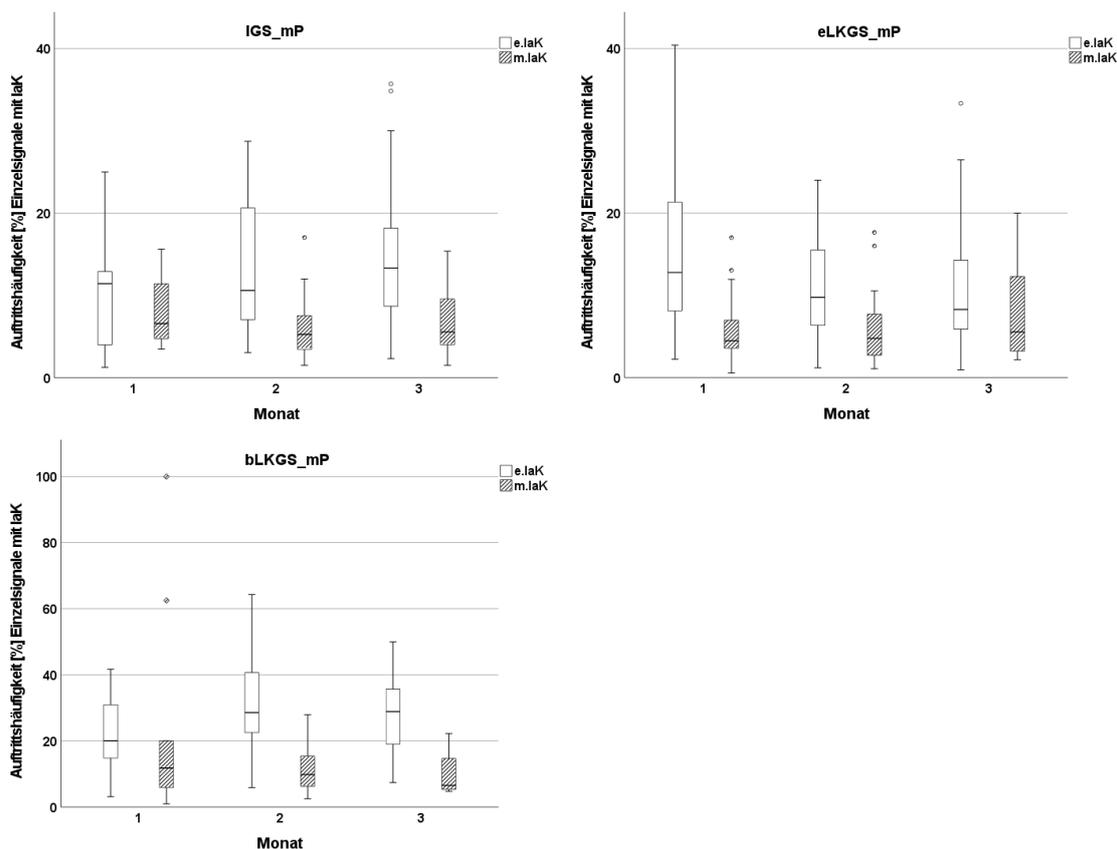


Abbildung 30: Boxplotdiagramme zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe – IGS_mP (links oben), eLKGS_mP (rechts oben), bLKGS_mP (links unten)

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen

3.3 Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten der Kategorien der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen

Unter Einbeziehung aller 1.739 Einzelsignale mit laK der Säuglinge aus den Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP werden im Folgenden gruppen- und altersspezifische Unterschiede der Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien (Kapitel 2.4.2) präsentiert.

In **Tabelle 17** sind die Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien für jede Gruppe aufgeführt. Der größte prozentuale Anteil belief sich in allen Gruppen auf Einzelsignale mit e.laK in der Mitte oder am Ende (**Muv**, **Mv**). Betrachtet man die Kategorien der Einzel-

signale mit laK sowohl am Anfang als auch im Verlauf des Einzelsignals, kam in jeder Gruppe die Kategorie **A_Muv** prozentual am häufigsten vor (**Tabelle 17**).

Tabelle 17: Absolute und prozentuale Auftretshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK je Gruppe, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Säuglinge (n)

Auftrittshäufigkeit Einzelsignale <u>mit</u> laK													
	A	Muv	Mv	mMuv	mMv	mMmix	A_Muv	A_Mv	A_mMuv	A_mMv	A_mMmix	SF	Fuzzy
IGS_mP (n=9)													
Anzahl	59	196	148	36	27	43	26	10	6	0	4	17	29
(%)	(9,8)	(32,6)	(24,6)	(6,0)	(4,5)	(7,2)	(4,3)	(1,7)	(1,0)	-	(0,7)	(2,8)	(4,8)
eLKGS_mP (n=11)													
Anzahl	86	180	243	31	56	55	20	12	4	3	4	6	45
(%)	(11,5)	(24,2)	(32,6)	(4,2)	(7,5)	(7,4)	(2,7)	(1,6)	(0,5)	(0,4)	(0,5)	(0,8)	(6,0)
bLKGS_mP (n=4)													
Anzahl	10	195	66	33	7	36	11	1	0	0	2	18	14
(%)	(2,5)	(49,6)	(16,8)	(8,4)	(1,8)	(9,2)	(2,8)	(0,3)	-	-	(0,5)	(4,6)	(3,6)

A	laryngeale Konstriktion am <u>Anfang</u> des Einzelsignals
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
Fuzzy	nicht kategorisierbare Einzelsignale mit Unschärfbereichen, jedoch mind. einer identifizierten laryngealen Konstriktion
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>Mitte/Ende</u>) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>mehrere</u> laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>Mitte/Ende</u>) des Einzelsignals
SF	Sonderformen der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen
uv	<u>unvollständige</u> laryngeale Konstriktion
v	<u>vollständige</u> laryngeale Konstriktion

Um das prozentuale Verteilungsmuster der Kategorien in den Gruppen besser zu veranschaulichen, zeigt **Abbildung 31** ein gestapeltes Säulendiagramm mit einer Farbkodierung. Es fällt auf, dass der prozentuale Anteil der Kategorien **A**, **Muv** und **Mv** in der Summe in allen Gruppen etwa gleich groß war und ca. 70% ausmachte.

Die Kategorien mit unvollständigen laK traten in der Gruppe IGS_mP prozentual häufiger auf als Kategorien mit vollständigen laK (**Muv>Mv**, **mMuv>mMv**, **A_Muv>A_Mv**, **A_mMuv>A_mMv**). Die gestapelte Säule der Gruppe eLKGS_mP demonstrierte ein umgekehrtes Bild (**Mv>Muv**, **mMv>mMuv**) (**Abbildung 31**).

In der Gruppe bLKGS_mP zeigte sich ein anderes prozentuales Verteilungsmuster der Kategorien. Ein Anteil von fast 50% belief sich allein auf Einzelsignale der Kategorie **Muv** und Einzelsignale der Kategorie **A** traten im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen prozentual deutlich weniger häufig auf (**Abbildung 31**).

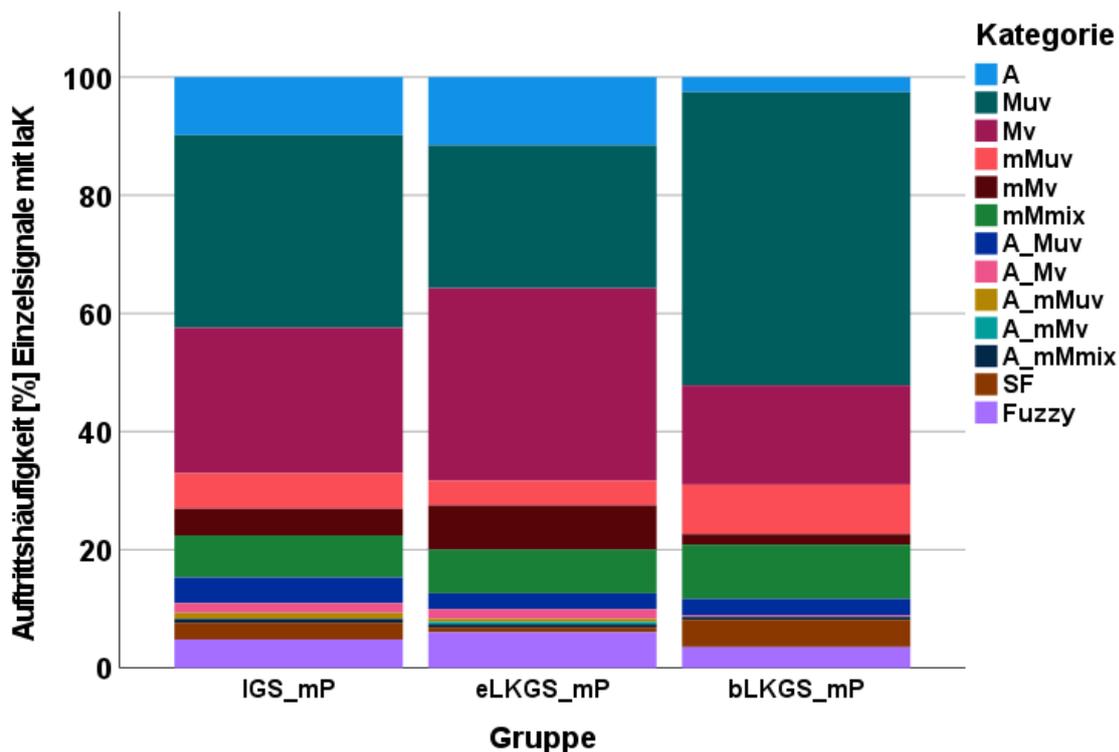


Abbildung 31: Gestapeltes Säulendiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK je Gruppe

A	laryngeale Konstriktion am <u>A</u> nfang des Einzelsignals
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
Fuzzy	nicht kategorisierbare Einzelsignale mit Unschärfbereichen, jedoch mind. einer identifizierten laryngealen Konstriktion
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>m</u> ehrere laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
SF	Sonderformen der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen
uv	<u>u</u> nvollständige laryngeale Konstriktion
v	<u>v</u> ollständige laryngeale Konstriktion

Tabelle 18 zeigt eine Übersicht der Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien je Lebensmonat, einmal für alle Säuglinge sowie für die drei Gruppen einzeln.

In jedem Lebensmonat wurden von allen Säuglingen prozentual am häufigsten Einzelsignale der Kategorie **Muv** geäußert. Der zweitgrößte prozentuale Anteil belief sich je Monat auf Einzelsignale der Kategorie **Mv**. Grundsätzlich unterlagen im gesamten Säuglingskollektiv alle Kategorien unterschiedlich großen prozentualen Schwankungen im Altersverlauf (**Tabelle 18**).

Tabelle 18: Absolute und prozentuale Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK je Lebensmonat im gesamten Säuglingskollektiv und in den einzelnen Gruppen, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Säuglinge (n)

Monat (n)	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale <u>mit</u> laK													
	A	Muv	Mv	mMuv	mMv	mMmix	A_Muv	A_Mv	A_mMuv	A_mMv	A_mMmix	SF	Fuzzy	
gesamtes Säuglingskollektiv (n=24)														
1 (21)	Anzahl	76	182	176	34	41	51	26	7	3	2	5	33	33
	(%)	(11,4)	(27,2)	(26,3)	(5,1)	(6,1)	(7,6)	(3,9)	(1,1)	(0,5)	(0,3)	(0,8)	(4,9)	(4,9)
2 (23)	Anzahl	42	231	140	41	19	49	17	5	5	0	2	4	28
	(%)	(7,2)	(39,6)	(24,0)	(7,0)	(3,3)	(8,4)	(2,9)	(0,9)	(0,9)	-	(0,3)	(0,7)	(4,8)
3 (20)	Anzahl	37	158	141	25	30	34	14	11	2	1	3	4	27
	(%)	(7,6)	(32,4)	(29,0)	(5,1)	(6,2)	(7,0)	(2,9)	(2,3)	(0,4)	(0,2)	(0,6)	(0,8)	(5,5)
IGS_mP (n=9)														
1 (7)	Anzahl	15	29	28	3	14	11	5	5	1	0	2	12	5
	(%)	(11,5)	(22,3)	(21,5)	(2,3)	(10,8)	(8,5)	(3,9)	(3,9)	(0,8)	-	(1,5)	(9,2)	(3,9)
2 (8)	Anzahl	29	101	69	20	7	18	11	3	4	0	1	3	12
	(%)	(10,4)	(36,3)	(24,8)	(7,2)	(2,5)	(6,5)	(4,0)	(1,1)	(1,4)	-	(0,4)	(1,1)	(4,3)
3 (8)	Anzahl	15	66	51	13	6	14	10	2	1	0	1	2	12
	(%)	(7,8)	(34,2)	(26,4)	(6,7)	(3,1)	(7,3)	(5,2)	(1,0)	(0,5)	-	(0,5)	(1,0)	(6,2)
eLKGS_mP (n=11)														
1 (10)	Anzahl	54	87	103	17	21	19	13	2	2	2	1	4	19
	(%)	(15,7)	(25,3)	(29,9)	(4,9)	(6,1)	(5,5)	(3,8)	(0,6)	(0,6)	(0,6)	(0,3)	(1,2)	(5,5)
2 (11)	Anzahl	11	50	55	7	11	18	3	1	1	0	1	0	11
	(%)	(6,5)	(29,6)	(32,5)	(4,1)	(6,5)	(10,7)	(1,8)	(0,6)	(0,6)	-	(0,6)	-	(6,5)
3 (10)	Anzahl	21	43	85	7	24	18	4	9	1	1	2	2	15
	(%)	(9,1)	(18,5)	(36,6)	(3,0)	(10,3)	(7,8)	(1,7)	(3,9)	(0,4)	(0,4)	(0,9)	(0,9)	(6,5)
bLKGS_mP (n=4)														
1 (4)	Anzahl	7	66	45	14	6	21	8	0	0	0	2	17	9
	(%)	(3,6)	(33,9)	(23,1)	(7,2)	(3,1)	(10,8)	(4,1)	-	-	-	(1,0)	(8,7)	(4,6)
2 (4)	Anzahl	2	80	16	14	1	13	3	1	0	0	0	1	5
	(%)	(1,5)	(58,8)	(11,8)	(10,3)	(0,7)	(9,6)	(2,2)	(0,7)	-	-	-	(0,7)	(3,7)
3 (2)	Anzahl	1	49	5	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	(%)	(1,6)	(79,0)	(8,1)	(8,1)	-	(3,2)	-	-	-	-	-	-	-

A	laryngeale Konstriktion am <u>A</u> nfang des Einzelsignals
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
Fuzzy	nicht kategorisierbare Einzelsignale mit Unschärfebereichen, jedoch mind. einer identifizierten laryngealen Konstriktion
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>m</u> ehrere laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
SF	Sonderformen der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen
uv	<u>u</u> nvollständige laryngeale Konstriktion
v	<u>v</u> ollständige laryngeale Konstriktion

Zur besseren Veranschaulichung sind die altersspezifischen Änderungen des prozentualen Verteilungsmusters der Kategorien in **Abbildung 32** farbkodiert als gestapelte Flächendiagramme dargestellt. Während das gesamte Säuglingskollektiv geringe prozentuale Schwankungen der Auftrittshäufigkeiten verzeichnete, zeigten sich gruppenspezifisch im Altersverlauf deutlichere Änderungen der prozentualen Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien (**Abbildung 32**).

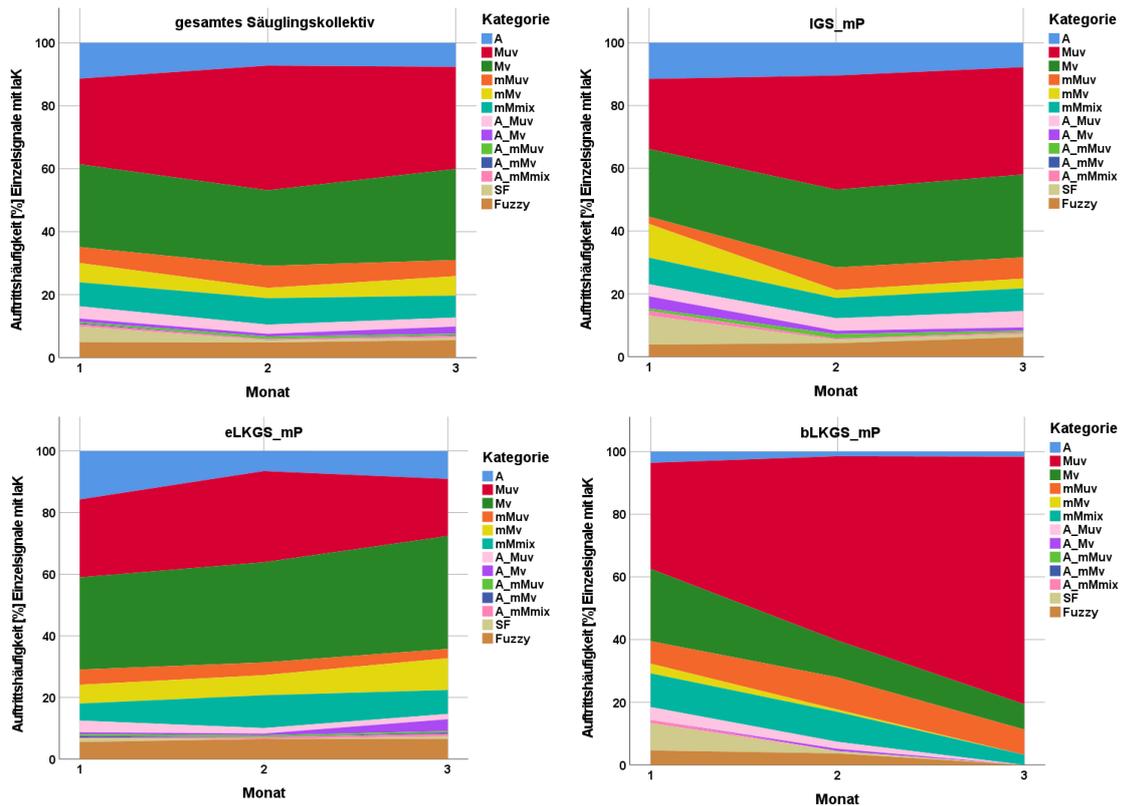


Abbildung 32: Gestapelte Flächendiagramme zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK je Lebensmonat im gesamten Säuglingskollektiv (links oben) und in den einzelnen Gruppen – IGS_mP (rechts oben), eLKGS_mP (links unten), bLKGS_mP (rechts unten)

A	laryngeale Konstriktion am <u>A</u> nfang des Einzelsignals
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
Fuzzy	nicht kategorisierbare Einzelsignale mit Unschärfebereichen, jedoch mind. einer identifizierten laryngealen Konstriktion
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>M</u> itte/Ende) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>m</u> ehrere laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>M</u> itte/Ende) des Einzelsignals
SF	Sonderformen der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen
uv	<u>u</u> nvollständige laryngeale Konstriktion
v	<u>v</u> ollständige laryngeale Konstriktion

In der Gruppe IGS_mP verschob sich das prozentuale Verhältnis mit dem Alter zugunsten der Einzelsignalkategorien mit unvollständigen laK (**Muv, mMuv, A_Muv**). In der Gruppe eLKGS_mP nahmen hingegen die prozentualen Anteile der Kategorien mit vollständigen laK im Altersverlauf zu (**Mv, mMv, A_Mv**). Am deutlichsten fiel in der Gruppe bLKGS_mP die Zunahme der prozentualen Auftrittshäufigkeit der Einzelsignale

der Kategorie **Muv** auf. Sie erhöhte sich innerhalb der ersten 3 Lebensmonate um ca. 45 Prozentpunkte (**Abbildung 32**).

3.4 Deskriptive Analyse der temporalen Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen

Der vorliegende Abschnitt berichtet die Ergebnisse der deskriptiven Analyse der Einzelsignallängen und durchschnittlichen laK-Längen je Einzelsignal. Untersucht wurde, ob und wie die Längen in Abhängigkeit von der Einzelsignalkategorie, dem Alter der Säuglinge und dem Ausprägungsgrad der Spalte variierten. Grundlage bildeten 1.610 Einzelsignale mit laK (ohne Einzelsignale der Kategorien *Sonderform* und „Fuzzy“) der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP.

Da bislang keine vergleichbaren Daten in der Literatur vorhanden sind, werden als Grundlage für nachfolgende Arbeiten die säuglingsbasierten Tabellen zu den Einzelsignal- und laK-Längen im Anhang berichtet.

Tabelle 19 zeigt die deskriptive Statistik der durchschnittlichen laK-Länge je Einzelsignal für die 13 Kategorien. Im gesamten Säuglingskollektiv bewegte sich die durchschnittliche laK-Länge im Mittel (Median) zwischen 0,14s (**A_mMv**) und 0,42s (**Mv**). Einzelsignale der Kategorien mit vollständigen laK wiesen im Mittel (Median) längere durchschnittliche laK-Längen auf als die der Kategorien mit unvollständigen laK (**Mv>Muv**, **mMv>mMuv**). Eine Abnahme der durchschnittlichen laK-Länge mit zunehmender laK-Anzahl im Einzelsignal konnte nicht festgestellt werden (**Tabelle 19**).

Im Gruppenvergleich zeigte die Gruppe bLKGS_mP im Mittel (Median) die größte Variabilität der durchschnittlichen laK-Länge für die verschiedenen Einzelsignalkategorien (**Tabelle 19**).

In Abhängigkeit vom Säuglingsalter wies der 1. Monat im Mittel (Median) die kleinste Variabilität der durchschnittlichen laK-Länge beim Vergleich der Kategorien auf (**Tabelle 19**).

Die durchschnittliche laK-Länge betrug für die Einzelsignale der Kategorie **A** im Mittel (Median) immer weniger als 0,2s. Im Gruppenvergleich variierte sie nur um maximal 0,05s, im Altersvergleich sogar nur um maximal 0,02s (**Tabelle 19**).

Tabelle 19: Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen der Einzelsignale mit laK je Kategorie sowohl für alle Säuglinge als auch für die einzelnen Gruppen und Lebensmonate, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Einzelsignale und Säuglinge (n)

	Durchschnittliche laK-Länge [s] je Einzelsignal											
	A	Muv	Mv	mMuv	mMv	mMmix	A_Muv	A_Mv	A_mMuv	A_mMv	A_mMmix	
gesamtes Säuglingskollektiv (n=24)												
Anzahl Einzelsignale	155	571	457	100	90	134	57	23	10	3	10	
Mittelwert (±SD)	0,27 (±0,28)	0,39 (±0,41)	0,53 (±0,44)	0,35 (±0,25)	0,39 (±0,25)	0,39 (±0,21)	0,28 (±0,18)	0,34 (±0,19)	0,32 (±0,18)	0,19 (±0,10)	0,39 (±0,24)	
Median	0,17	0,26	0,42	0,28	0,33	0,34	0,22	0,28	0,31	0,14	0,27	
Minimum	0,10	0,05	0,03	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,11	0,13	0,16	
Maximum	1,95	4,97	2,88	1,38	1,53	1,19	1,07	0,79	0,65	0,31	0,85	
IGS_mP (n=9)												
Anzahl Einzelsignale	59	196	148	36	27	43	26	10	6	0	4	
Mittelwert (±SD)	0,29 (±0,29)	0,46 (±0,54)	0,61 (±0,46)	0,35 (±0,26)	0,35 (±0,19)	0,40 (±0,22)	0,27 (±0,16)	0,30 (±0,22)	0,29 (±0,18)	-	0,31 (±0,19)	
Median	0,17	0,29	0,51	0,30	0,30	0,35	0,20	0,27	0,27	-	0,23	
Minimum	0,10	0,06	0,07	0,10	0,08	0,11	0,11	0,09	0,11	-	0,16	
Maximum	1,49	4,97	2,23	1,38	0,73	1,19	0,71	0,79	0,58	-	0,59	
eLKGS_mP (n=11)												
Anzahl Einzelsignale	86	180	243	31	56	55	20	12	4	3	4	
Mittelwert (±SD)	0,27 (±0,28)	0,40 (±0,35)	0,51 (±0,45)	0,37 (±0,29)	0,42 (±0,29)	0,37 (±0,20)	0,32 (±0,22)	0,38 (±0,15)	0,36 (±0,21)	0,19 (±0,10)	0,37 (±0,24)	
Median	0,18	0,29	0,37	0,26	0,39	0,31	0,28	0,39	0,34	0,14	0,26	
Minimum	0,10	0,05	0,03	0,09	0,09	0,10	0,09	0,17	0,13	0,13	0,23	
Maximum	1,95	2,63	2,88	1,12	1,53	0,84	1,07	0,61	0,65	0,31	0,72	
bLKGS_mP (n=4)												
Anzahl Einzelsignale	10	195	66	33	7	36	11	1	0	0	2	
Mittelwert (±SD)	0,15 (±0,03)	0,32 (±0,27)	0,48 (±0,30)	0,32 (±0,19)	0,31 (±0,09)	0,40 (±0,21)	0,25 (±0,13)	0,13	-	-	0,62 (±0,32)	
Median	0,13	0,21	0,42	0,28	0,29	0,35	0,19	0,13	-	-	0,62	
Minimum	0,11	0,05	0,04	0,10	0,21	0,13	0,09	0,13	-	-	0,40	
Maximum	0,20	1,75	1,35	0,89	0,46	1,05	0,47	0,13	-	-	0,85	
Monat 1 (n=21)												
Anzahl Einzelsignale	76	182	176	34	41	51	26	7	3	2	5	
Mittelwert (±SD)	0,26 (±0,25)	0,35 (±0,31)	0,50 (±0,46)	0,36 (±0,28)	0,40 (±0,31)	0,36 (±0,20)	0,27 (±0,14)	0,39 (±0,24)	0,19 (±0,13)	0,14 (±0,005)	0,37 (±0,28)	
Median	0,17	0,25	0,35	0,27	0,30	0,32	0,21	0,28	0,13	0,14	0,23	
Minimum	0,10	0,05	0,03	0,09	0,08	0,10	0,09	0,14	0,11	0,13	0,16	
Maximum	1,49	1,75	2,88	1,12	1,53	0,84	0,65	0,79	0,34	0,14	0,85	
Monat 2 (n=23)												
Anzahl Einzelsignale	42	231	140	41	19	49	17	5	5	0	2	
Mittelwert (±SD)	0,29 (±0,36)	0,44 (±0,42)	0,54 (±0,41)	0,31 (±0,18)	0,40 (±0,23)	0,39 (±0,20)	0,34 (±0,25)	0,18 (±0,08)	0,37 (±0,13)	-	0,41 (±0,26)	
Median	0,16	0,29	0,43	0,28	0,38	0,34	0,27	0,14	0,34	-	0,41	
Minimum	0,10	0,06	0,07	0,10	0,09	0,12	0,14	0,13	0,27	-	0,23	
Maximum	1,95	2,66	2,22	0,89	0,88	1,05	1,07	0,31	0,58	-	0,59	
Monat 3 (n=20)												
Anzahl Einzelsignale	37	158	141	25	30	34	14	11	2	1	3	
Mittelwert (±SD)	0,26 (±0,23)	0,36 (±0,47)	0,58 (±0,42)	0,38 (±0,29)	0,38 (±0,18)	0,43 (±0,23)	0,24 (±0,14)	0,37 (±0,16)	0,38 (±0,38)	0,31	0,42 (±0,26)	
Median	0,18	0,23	0,48	0,33	0,41	0,38	0,18	0,37	0,38	0,31	0,29	
Minimum	0,10	0,10	0,06	0,11	0,13	0,10	0,11	0,09	0,12	0,31	0,25	
Maximum	1,14	4,97	2,23	1,38	1,03	1,19	0,64	0,61	0,65	0,31	0,72	

A	laryngeale Konstriktion am <u>Anfang</u> des Einzelsignals
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
laK-Länge	Länge einer laryngealen Konstriktion
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>Mitte/Ende</u>) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>m</u> ehrere laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>Mitte/Ende</u>) des Einzelsignals
s	Sekunde
SD	Standardabweichung
uv	<u>u</u> nvollständige laryngeale Konstriktion
v	<u>v</u> ollständige laryngeale Konstriktion

Tabelle 20 führt die deskriptive Statistik der Einzelsignallänge und durchschnittlichen laK-Länge unabhängig von den Kategorien für die einzelnen Gruppen und Lebensmonate auf. Die durchschnittliche laK-Länge änderte sich kaum und betrug in allen Grup-

pen und Lebensmonaten im Mittel (Median) etwa 0,3s. Die größte mittlere Einzelsignallänge (Median) wies im Gruppenvergleich die Gruppe bLKGS_mP auf. Im Altersvergleich wurde die kleinste mittlere Einzelsignallänge (Median) im 1. Monat festgestellt (**Tabelle 20**).

Tabelle 20: Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen und Gesamtlängen der Einzelsignale mit laK je Gruppe und Lebensmonat, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Einzelsignale und Säuglinge (n)

Gruppe	IGS_mP (n=9) eLKGS_mP (n=11) bLKGS_mP (n=4)			
	Anzahl Einzelsignale	555	694	361
Durchschnittliche laK-Länge [s] je Einzelsignal	Mittelwert (±SD)	0,45 (±0,44)	0,41 (±0,37)	0,35 (±0,26)
	Median	0,32	0,31	0,27
	Minimum	0,06	0,03	0,04
	Maximum	4,97	2,88	1,75
Länge [s] Einzelsignal	Mittelwert (±SD)	1,69 (±0,92)	1,70 (±0,88)	1,97 (±0,88)
	Median	1,54	1,53	1,88
	Minimum	0,39	0,37	0,41
	Maximum	8,95	6,97	7,45
Monat	1 (n=21) 2 (n=23) 3 (n=20)			
	Anzahl Einzelsignale	603	551	456
Durchschnittliche laK-Länge [s] je Einzelsignal	Mittelwert (±SD)	0,38 (±0,35)	0,43 (±0,38)	0,43 (±0,40)
	Median	0,27	0,32	0,32
	Minimum	0,03	0,06	0,06
	Maximum	2,88	2,66	4,97
Länge [s] Einzelsignal	Mittelwert (±SD)	1,63 (±0,86)	1,82 (±0,89)	1,85 (±0,95)
	Median	1,43	1,71	1,73
	Minimum	0,41	0,37	0,39
	Maximum	7,45	5,55	8,95

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
laK-Länge	Länge einer laryngealen Konstriktion
s	Sekunde
SD	Standardabweichung

Abbildung 33 veranschaulicht den prozentualen Anteil der Summe aller laK-Längen eines Einzelsignals an der Einzelsignalesamtlänge in Form von Boxplots. Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass der mittlere prozentuale Anteil (Median) der laK-Längen an der Einzelsignalesamtlänge in der Gruppe IGS_mP am größten und in der Gruppe bLKGS_mP am kleinsten war. Altersabhängige Veränderungen konnten nicht festgestellt werden (**Abbildung 33**).

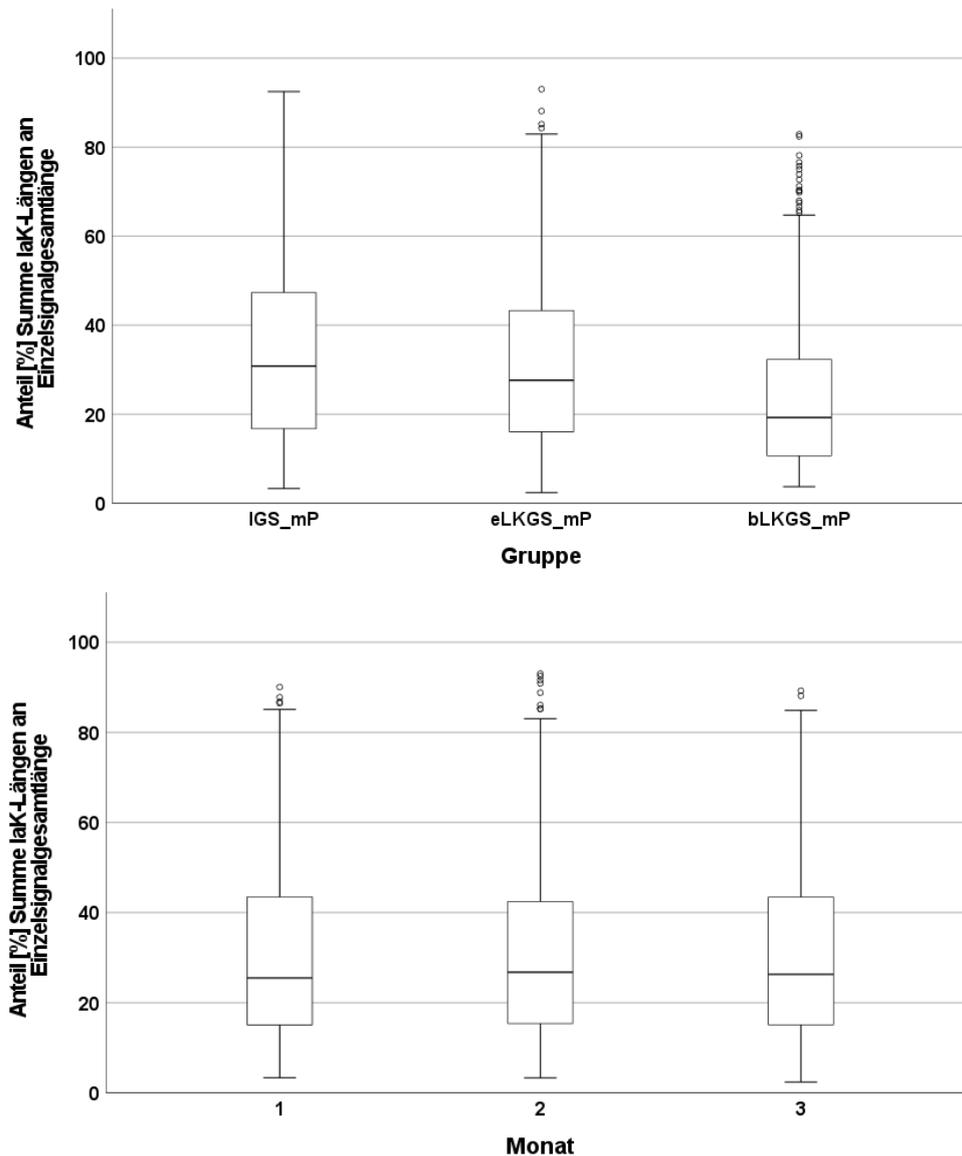


Abbildung 33: Boxplotdiagramme zu den prozentualen Anteilen der Summe der laK-Längen eines Einzelsignal an der Einzelsignalgesamtlänge je Gruppe (oben) und Lebensmonat (unten)

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK-Länge	Länge einer laryngealen Konstriktion

3.5 Statistische Analyse der Auftretswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen unter Berücksichtigung der Plattenkondition

Bei den Plattenkonditionen (PK) X, Y und Z handelte es sich um verschiedene Aufnahmesituationen, zwischen denen während der Aufzeichnung der Säuglingslaute gewechselt wurde (Kapitel 2.2):

- Plattenkondition X (PK X): Lautaufzeichnung mit Gaumenplatte
Plattenkondition Y (PK Y): Lautaufzeichnung ohne Gaumenplatte
Plattenkondition Z (PK Z): Lautaufzeichnung mit neu eingeschliffener und wieder eingesetzter Gaumenplatte

Da die untersuchten Säuglinge die Gaumenplatte im Rahmen der Frühtherapie dauerhaft trugen, wurde die Lautaufnahme in der Regel mit eingesetzter Platte (PK X) begonnen. Die direkte Auswirkung der kurzfristigen Änderung der PK während der Aufzeichnung auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK wurde statistisch mit Hilfe *Verallgemeinerter Schätzungsgleichungen (GEE)* untersucht. Hierzu wurden die Einzelsignale vorab folgendermaßen gruppiert:

- PK X/Y gepaart: Einzelsignale der PK X und Y, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden. Die Gaumenplatte war demzufolge zu Beginn der Aufnahme eingesetzt (PK X) und wurde im Verlauf herausgenommen (PK Y).
- PK Y/Z gepaart: Einzelsignale der PK Y und Z, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden. Die Gaumenplatte war demzufolge im Verlauf der Aufnahme nicht eingesetzt (PK Y) und wurde nach Einschleifmaßnahmen wieder getragen (PK Z).

Um beantworten zu können, ob die Änderung der PK während der Lautaufnahme einen signifikanten Effekt auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK hatte, wurde für jede Gruppe gepaarter Einzelsignale ein GEE-Modell berechnet. Potenzielle Einflüsse der Gruppenzugehörigkeit und des Lebensalters der Säuglinge wurden ebenso in den Modellen statistisch untersucht.

3.5.1 GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mindestens einer laryngealen Konstriktion

In die Berechnung der folgenden GEE-Modelle flossen binär codierte Daten ein, die zwischen Einzelsignalen ohne bzw. mit mindestens einer laK unterschieden (**Tabelle 21**).

Tabelle 21: Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale mit bzw. ohne laK) der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mindestens einer laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)

Gruppe (n)	PK (n)	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
		<u>mit</u> laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)	Gesamtzahl
Einzelsignale PK X/Y gepaart				
IGS_mP (8)	X (8)	232 (17,4)	1098 (82,6)	1330
	Y (8)	167 (18,2)	749 (81,8)	916
eLKGS_mP (10)	X (10)	120 (13,5)	769 (86,5)	889
	Y (10)	189 (17,1)	916 (82,9)	1105
bLKGS_mP (3)	X (3)	54 (23,6)	175 (76,4)	229
	Y (3)	29 (23,2)	96 (76,8)	125
Einzelsignale PK Y/Z gepaart				
IGS_mP (5)	Y (5)	60 (21,7)	216 (78,3)	276
	Z (5)	63 (21,6)	228 (78,4)	291
eLKGS_mP (10)	Y (10)	201 (18,0)	916 (82,0)	1117
	Z (10)	154 (21,6)	558 (78,4)	712
bLKGS_mP (3)	Y (3)	116 (30,0)	271 (70,0)	387
	Z (3)	76 (35,0)	141 (65,0)	217

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

Tabelle 22 präsentiert die Ergebnisse der beiden GEE-Modelle zu den gepaarten Einzelsignalen der PK X/Y und Y/Z. In beiden Modellen konnten bei einer ersten Berechnung signifikante Interaktionen zwischen PK und Gruppe bzw. PK und Säuglingsalter (in Monaten) ausgeschlossen werden, sodass in den dargestellten Modellen (**Tabelle 22**) ausschließlich Haupteffekte untersucht wurden.

Tabelle 22 ist zu entnehmen, dass das Herausnehmen der Platte während der Lautaufnahme (PK X/Y gepaart) keinen signifikanten Einfluss auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit mindestens einer laK hatte ($p=0,298$). Jedoch war nach Wiedereinsetzen der neu eingeschliffenen Platte (PK Y/Z gepaart) die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Einzelsignalen mit mindestens einer laK signifikant höher ($p=0,043$) (**Tabelle 22**).

Beide GEE-Modelle ergaben außerdem einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen IGS_mP und bLKGS_mP. Sowohl bei den gepaarten Einzelsignalen der PK X/Y ($p=0,029$) als auch Y/Z ($p=0,024$) wies die Gruppe bLKGS_mP im Vergleich zur Gruppe IGS_mP eine signifikant höhere Auftrittswahrscheinlichkeit für Einzelsignale mit mindestens einer laK auf (**Tabelle 22**).

Tabelle 22: Ergebnisse der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mindestens einer laK für die gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale, sowie Angaben zur jeweiligen Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale

Ergebnis	Variablen		Einzelsignale PK X/Y gepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> mind. einer laK	Anzahl	Säuglinge	21	
		Einzelsignale	4594	
			Odds Ratio	p-Wert
			(95% CI)	
	Alter [Monate]		0,95 (0,75-1,19)	0,635
Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	1,70 (1,06-2,74)	0,029	
	eLKGS_mP vs. IGS_mP	0,86 (0,57-1,29)	0,453	
PK	Y vs. X	1,11 (0,91-1,36)	0,298	
Ergebnis	Variablen		Einzelsignale PK Y/Z gepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> mind. einer laK	Anzahl	Säuglinge	18	
		Einzelsignale	3000	
			Odds Ratio	p-Wert
			(95% CI)	
	Alter [Monate]		1,07 (0,80-1,44)	0,656
Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	2,11 (1,10-4,04)	0,024	
	eLKGS_mP vs. IGS_mP	1,14 (0,65-2,00)	0,649	
PK	Z vs. Y	1,23 (1,01-1,51)	0,043	

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CI	Konfidenzintervall
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

3.5.1.1 Weiterführende statistische Analyse der Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Lebensalter“

Da bei der Analyse der gepaarten PK X/Y Einzelsignale in Kapitel 3.5.1 kein signifikanter Effekt der PK vorlag (**Tabelle 22**), wurden in ein weiteres GEE-Modell alle Einzelsignale der PK X und Y der 24 Säuglinge unabhängig vom Aufnahmetag eingeschlossen. Hierdurch wurde ein potenzieller Gruppen- bzw. Altersunterschied bezüglich der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit mindestens einer laK statistisch genauer analysiert, da in die Berechnung deutlich mehr Einzelsignale (n=8.096) einfließen (**Tabelle 23**).

Die Ergebnisse des GEE-Modells sind in **Tabelle 24** berichtet. Es bestätigte sich, dass die Gruppe bLKGS_mP eine signifikant höhere Auftrittswahrscheinlichkeit für Einzelsignale mit mindestens einer laK gegenüber der Gruppe IGS_mP zeigte (**p<0,001**). Ein signifikanter Altersunterschied konnte dagegen nicht festgestellt werden (**Tabelle 24**).

Tabelle 23: Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale mit bzw. ohne laK) des GEE-Modells zur statistischen Analyse der ungepaarten PK X/Y Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit mindestens einer laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)

Gruppe (n)	PK (n)	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		Gesamtzahl
		<u>mit</u> laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)	
Einzelsignale PK X/Y ungepaart				
IGS_mP (9)	X (9)	260 (16,6)	1310 (83,4)	1570
	Y (9)	278 (17,5)	1313 (82,5)	1591
eLKGS_mP (11)	X (10)	213 (13,7)	1345 (86,3)	1558
	Y (11)	345 (15,1)	1947 (84,9)	2292
bLKGS_mP (4)	X (3)	171 (34,9)	319 (65,1)	490
	Y (4)	146 (24,5)	449 (75,5)	595

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y ungepaart	Alle Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, unabhängig von Säugling und Aufnahmetag
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen

Tabelle 24: Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit mindestens einer laK für die ungepaarten PK X/Y Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale

Ergebnis	Variablen		Einzelsignale PK X/Y ungepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> mind. einer laK	Anzahl	Säuglinge	24	
		Einzelsignale	8096	
			Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
	Alter [Monate]		0,98 (0,84-1,15)	0,789
	Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	2,61 (1,81-3,75)	<0,001
		eLKGS_mP vs. IGS_mP	0,86 (0,62-1,19)	0,355
	PK	Y vs. X	1,05 (0,87-1,26)	0,646

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CI	Konfidenzintervall
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y ungepaart	Alle Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, unabhängig von Säugling und Aufnahmetag
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen

3.5.2 GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit mehreren laryngealen Konstriktionen

In die Berechnung der folgenden GEE-Modelle flossen binär codierte Daten ein, die zwischen Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK unterschieden (**Tabelle 25**).

Tabelle 25: Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale mit e.laK bzw. m.laK) der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen mit m.laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)

Gruppe (n)	PK (n)	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
		<u>mit</u> e.laK Anzahl (%)	<u>mit</u> m.laK Anzahl (%)	Gesamtzahl
Einzelsignale PK X/Y gepaart				
IGS_mP (8)	X (8)	144 (67,0)	71 (33,0)	215
	Y (8)	117 (78,5)	32 (21,5)	149
eLKGS_mP (10)	X (10)	75 (72,8)	28 (27,2)	103
	Y (9)	132 (75,4)	43 (24,6)	175
bLKGS_mP (3)	X (3)	44 (86,3)	7 (13,7)	51
	Y (2)	22 (75,9)	7 (24,1)	29
Einzelsignale PK Y/Z gepaart				
IGS_mP (5)	Y (5)	39 (68,4)	18 (31,6)	57
	Z (4)	44 (72,1)	17 (27,9)	61
eLKGS_mP (10)	Y (9)	150 (79,8)	38 (20,2)	188
	Z (10)	99 (67,3)	48 (32,7)	147
bLKGS_mP (3)	Y (3)	72 (66,7)	36 (33,3)	108
	Z (3)	41 (67,2)	20 (32,8)	61

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

Tabelle 26 berichtet die Ergebnisse des GEE-Modells zu den gepaarten Einzelsignalen der PK X/Y.

In einer ersten Berechnung wurde eine signifikante Interaktion zwischen PK und Säuglingsalter (in Monaten) ausgeschlossen. Im dargestellten GEE-Modell wurde demnach nur die signifikante Interaktion zwischen PK und Gruppe berücksichtigt (**Tabelle 26**). Aufgrund der Interaktion war der Gruppeneffekt für die verschiedenen PK unterschiedlich und umgekehrt. Die Haupteffekte sind in **Tabelle 26** deshalb für die jeweilige Referenz-PK bzw. -Gruppe präsentiert.

Tabelle 26: Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK für die gepaarten PK X/Y Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale

Ergebnis	Variablen		Einzelsignale PK X/Y gepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> m.laK	Anzahl	Säuglinge	21	
		Einzelsignale	722	
			Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
	Alter [Monate]		0,91 (0,73-1,14)	0,423
	Interaktion	PK * Gruppe	-	0,015
			<i>für Referenz PK X</i>	
	Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	0,34 (0,15-0,78)	0,011
		eLKGS_mP vs. IGS_mP	0,73 (0,43-1,25)	0,252
			<i>für Referenz PK Y</i>	
	Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	1,26 (0,48-3,31)	0,645
eLKGS_mP vs. IGS_mP		1,22 (0,70-2,11)	0,486	
		<i>für Referenz Gruppe IGS_mP</i>		
PK	Y vs. X	0,55 (0,32-0,94)	0,029	
		<i>für Referenz Gruppe eLKGS_mP</i>		
PK	Y vs. X	0,91 (0,57-1,46)	0,699	
		<i>für Referenz Gruppe bLKGS_mP</i>		
PK	Y vs. X	2,03 (1,00-4,10)	0,049	

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CI	Konfidenzintervall
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK X/Y gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen X und Y, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen

In den Gruppen IGS_mP und bLKGS_mP zeigten sich unterschiedliche signifikante Effekte auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK durch das Herausnehmen der Platte (PK X/Y gepaart). Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Einzelsignalen mit m.laK war ohne Platte (PK Y) in der Gruppe IGS_mP signifikant geringer (**p=0,029**), in der Gruppe bLKGS_mP dagegen signifikant höher (**p=0,049**) (**Tabelle 26**).

Ein signifikanter Gruppenunterschied wurde bei eingesetzter Platte (PK X) festgestellt. Die Gruppe bLKGS_mP wies gegenüber der Gruppe IGS_mP eine signifikant geringere Auftrittswahrscheinlichkeit für Einzelsignale mit m.laK auf (**p=0,011**) (**Tabelle 26**).

Tabelle 27 zeigt die Ergebnisse des GEE-Modells für die gepaarten Einzelsignale der PK Y/Z. Signifikante Interaktionen zwischen PK und Gruppe bzw. PK und Säuglingsal-

ter (in Monaten) wurden im Vorfeld ausgeschlossen und die Modellberechnung ausschließlich mit den dargestellten Haupteffekten durchgeführt (**Tabelle 27**).

Das Wiedereinsetzen der eingeschliffenen Platte (PK Y/Z gepaart) hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Auftrittswahrscheinlichkeit für Einzelsignale mit m.laK (**Tabelle 27**).

Jedoch wurde in diesem GEE-Modell ein signifikanter Altersunterschied festgestellt ($p=0,048$). Mit zunehmendem Säuglingsalter nahm die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Einzelsignalen mit m.laK signifikant zu (**Tabelle 27**).

Tabelle 27: Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK für die gepaarten PK Y/Z Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale

Ergebnis	Variablen	Einzelsignale PK Y/Z gepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> m.laK	Anzahl	Säuglinge	18
		Einzelsignale	622
		Odds Ratio	p-Wert
		(95% CI)	
	Alter [Monate]	1,27 (1,00-1,62)	0,048
	Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	1,54 (0,83-2,85)
		eLKGS_mP vs. IGS_mP	0,97 (0,63-1,47)
	PK	Z vs. Y	1,28 (0,85-1,92)

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CI	Konfidenzintervall
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
PK	Plattenkondition
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z gepaart	Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, die beim gleichen Säugling am gleichen Aufnahmetag aufgezeichnet wurden
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

3.5.2.1 Weiterführende statistische Analyse der Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Lebensalter“

Analog zu Kapitel 3.5.1.1 wurden ein potenzieller Gruppen- bzw. Altersunterschied bezüglich der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK mithilfe eines weiteren GEE-Modells statistisch genauer untersucht. Hierfür wurden in die Berechnung alle Einzelsignale der PK Y und Z der 24 Säuglinge unabhängig vom Aufnahmetag einbezogen ($n=1.017$) (**Tabelle 28**). Dies war möglich, da in Kapitel 3.5.2 bei den gepaarten PK Y/Z Einzelsignalen ein signifikanter Einfluss der Platte auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK ausgeschlossen wurde (**Tabelle 27**).

Tabelle 29 berichtet die Ergebnisse des GEE-Modells. Es zeigten sich keine signifikanten Gruppen- bzw. Altersunterschiede bezüglich der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK.

Tabelle 28: Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale mit e.laK bzw. m.laK) des GEE-Modells zur statistischen Analyse der ungepaarten PK Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)

Gruppe (n)	PK (n)	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
		<u>mit</u> e.laK Anzahl (%)	<u>mit</u> m.laK Anzahl (%)	Gesamtzahl
Einzelsignale PK Y/Z ungepaart				
IGS_mP (9)	Y (9)	197 (77,6)	57 (22,4)	254
	Z (4)	44 (72,1)	17 (27,9)	61
eLKGS_mP (11)	Y (10)	243 (75,0)	81 (25,0)	324
	Z (11)	122 (67,8)	58 (32,2)	180
bLKGS_mP (4)	Y (4)	96 (70,1)	41 (29,9)	137
	Z (3)	41 (67,2)	20 (32,8)	61

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
PK	Plattenkondition
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z ungepaart	Alle Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, unabhängig von Säugling und Aufnahmetag
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

Tabelle 29: Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK für die ungepaarten PK Y/Z Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale

Ergebnis	Variablen	Einzelsignale PK Y/Z ungepaart	
Einzelsignal <u>mit</u> m.laK	Anzahl	Säuglinge	24
		Einzelsignale	1017
		Odds Ratio	p-Wert
		(95% CI)	
	Alter [Monate]	1,09 (0,91-1,32)	0,351
	Gruppe	bLKGS_mP vs. IGS_mP	1,47 (0,88-2,46) 0,142
		eLKGS_mP vs. IGS_mP	1,23 (0,87-1,75) 0,242
	PK	Z vs. Y	1,32 (0,95-1,84) 0,104

bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CI	Konfidenzintervall
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
PK	Plattenkondition
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Y/Z ungepaart	Alle Einzelsignale der Plattenkonditionen Y und Z, unabhängig von Säugling und Aufnahmezeitpunkt
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen

3.6 Deskriptive Analyse der Einzelsignale der Säuglinge mit isolierten Gaumenspalten ohne Plattentherapie (IGS_oP)

Als Ergänzung zu den Hauptanalysen in den Kapiteln 3.1 bis 3.5 werden im vorliegenden Abschnitt die Ergebnisse der separaten deskriptiven Analyse der Einzelsignale der drei Säuglinge mit isolierten Gaumenspalten berichtet, für die keine Indikation einer konservativen Frühtherapie mit Platte bestand (vgl. Kapitel 2.5).

3.6.1 Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen

In die Analyse wurden alle 634 Einzelsignale der Gruppe IGS_oP eingeschlossen.

Tabelle 30 führt die säuglingsbasierten Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit bzw. ohne laK auf. Grundsätzlich überwog bei jedem Säugling in den einzelnen Lebensmonaten sowie im Gesamtzeitraum der prozentuale Anteil der Einzelsignale ohne laK. Im 1. bzw. 3. Monat äußerten die drei Säuglinge sogar ausschließlich Einzelsignale ohne laK.

Tabelle 30: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit bzw. ohne laK je Säugling der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten und im Gesamtzeitraum, sowie Angabe zum biologischen Geschlecht

Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale	
			mit laK Anzahl (%)	ohne laK Anzahl (%)
AA	w	1	0 -	12 (100,0)
		2	3 (33,3)	6 (66,7)
		3	28 (13,9)	173 (86,1)
		1-3	31 (14,0)	191 (86,0)
AB	w	1	3 (2,6)	111 (97,4)
		2	3 (1,6)	181 (98,4)
		3	0 -	69 (100,0)
		1-3	6 (1,6)	361 (98,4)
AC	w	1	0 -	15 (100,0)
		2	5 (16,7)	25 (83,3)
		3	0 -	0 -
		1-3	5 (11,1)	40 (88,9)

IGS_oP Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 w weiblich

Die mittlere prozentuale Auftrittshäufigkeit (Median) der Einzelsignale mit laK betrug in der Gruppe IGS_oP etwa 13%. Differenziert nach Lebensmonaten nahm der prozentuale Anteil der Einzelsignale mit laK im Mittel (Median) mit dem Alter zu (**Tabelle 31**).

Tabelle 31: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten sowie im Gesamtzeitraum

Monat	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
	Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
1	1	1	5,9	5,9	5,9	5,9
2	3	5	14,6 (\pm 12,7)	13,3	2,1	33,3
3	1	5	19,5 (\pm 15,2)	16,7	2,2	43,3
gesamt	3	11	16,0 (\pm 13,2)	13,3	2,1	43,3

IGS_oP Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 SD Standardabweichung

Betrachtet man die Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit e.laK bzw. m.laK in **Tabelle 32**, fällt auf, dass zwei der drei Säuglinge (AB, AC) gar keine Einzelsignale mit m.laK äußerten.

Der mittlere prozentuale Anteil (Median) der Einzelsignale mit e.laK betrug für die Säuglinge der Gruppe IGS_oP etwa 11%, der der Einzelsignale mit m.laK bezog sich somit nur auf Säugling AA und belief sich auf etwa 8% (**Tabelle 33**).

Im 1. Monat verzeichnete ausschließlich Säugling AB Einzelsignale mit e.laK (**Tabelle 32**). Vom 2. zum 3. Lebensmonat änderte sich das Verhältnis von Einzelsignalen mit e.laK zu Einzelsignalen mit m.laK zugunsten derer mit e.laK (**Tabelle 33**).

Der Anteil der Einzelsignale der Kategorien *Sonderform* und „Fuzzy“ ist in **Tabelle 32** nicht aufgeführt.

Tabelle 32: Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale mit e.laK, m.laK bzw. ohne laK je Säugling der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten und im Gesamtzeitraum, sowie Angabe zum biologischen Geschlecht

Säugling	biologisches Geschlecht	Monat	Auftrittshäufigkeit Einzelsignale		
			<u>mit</u> e.laK Anzahl (%)	<u>mit</u> m.laK Anzahl (%)	<u>ohne</u> laK Anzahl (%)
AA	w	1	0 -	0 -	12 (100,0)
		2	2 (22,2)	1 (11,1)	6 (66,7)
		3	18 (9,0)	6 (3,0)	173 (86,1)
		1-3	20 (9,0)	7 (3,2)	191 (86,0)
AB	w	1	3 (2,6)	0 -	111 (97,4)
		2	2 (1,1)	0 -	181 (98,4)
		3	0 -	0 -	69 (100,0)
		1-3	5 (1,4)	0 -	361 (98,4)
AC	w	1	0 -	0 -	15 (100,0)
		2	5 (16,7)	0 -	25 (83,3)
		3	0 -	0 -	0 -
		1-3	5 (11,1)	0 -	40 (88,9)

e.laK einzelne laryngeale Konstriktion
 IGS_oP Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 m.laK mehrere laryngeale Konstriktionen
 w weiblich

Tabelle 33: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten sowie im Gesamtzeitraum

Monat	laK	Anzahl		Auftrittshäufigkeit [%] Einzelsignale <u>mit</u> laK			
		Säuglinge	Aufnahmetage	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
1	e.	1	1	5,9	5,9	5,9	5,9
	m.		0	-	-	-	-
2	e.	3	5	11,9 (\pm 9,6)	13,3	2,0	22,2
	m.		1	11,1	11,1	11,1	11,1
3	e.	1	5	12,4 (\pm 8,5)	11,1	2,2	21,9
	m.		3	7,4 (\pm 2,3)	6,7	5,6	10,0
gesamt	e.	3	11	11,6 (\pm 8,3)	11,1	2,0	22,2
	m.		4	8,3 (\pm 2,6)	8,3	5,6	11,1

e.	einzelne
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
IGS_oP	Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
m.	mehrere
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
SD	Standardabweichung

3.6.2 Deskriptive Analyse zu den Auftrittshäufigkeiten der Kategorien und temporalen Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen

In **Tabelle 34** sind die Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien auf Basis der 42 Einzelsignale mit laK der Gruppe IGS_oP berichtet. Es zeigt sich, dass die drei Säuglinge prozentual am meisten Einzelsignale der Kategorien **Muv** und **Mv** äußerten. Unter den Einzelsignalen mit m.laK des Säuglings AA traten ausschließlich die Kategorien **mMv**, **mMmix** und **A_Mv** auf (**Tabelle 34**).

Die deskriptive Statistik der durchschnittlichen laK-Länge je Einzelsignal ist ebenfalls in **Tabelle 34** aufgeführt. Für die Kategorien *Sonderform* und „Fuzzy“ konnte sie nicht durchgeführt werden. In der Gruppe IGS_oP variierte die durchschnittliche laK-Länge für die verschiedenen Kategorien im Mittel (Median) um maximal 0,72s. Die Kategorien mit vollständigen laK wiesen im Mittel (Median) längere durchschnittliche laK-Längen auf als die mit unvollständigen laK (**mMv**>**Mv**>**Muv**) (**Tabelle 34**).

Tabelle 35 zeigt die deskriptive Statistik der Einzelsignallänge und der durchschnittlichen laK-Länge unabhängig von den Kategorien sowie des prozentualen Anteils der Summe aller laK-Längen eines Einzelsignals an der Einzelsignallängesumme.

Tabelle 34: Absolute und prozentuale Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale mit laK sowie deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen der Einzelsignale mit laK je Kategorie für die Gruppe IGS_oP

Kategorie	Auftrittshäufigkeit	Durchschnittliche laK-Länge [s] je Einzelsignal				
	Einzelsignale	Anzahl (%)	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
A		3 (7,1)	0,23 (\pm 0,12)	0,24	0,10	0,35
Muv		15 (35,7)	0,17 (\pm 0,06)	0,15	0,10	0,32
Mv		12 (28,6)	0,82 (\pm 0,73)	0,63	0,09	2,26
mMuv		0 -	-	-	-	-
mMv		4 (9,5)	0,85 (\pm 0,34)	0,87	0,49	1,17
mMmix		2 (4,8)	0,30 (\pm 0,27)	0,30	0,11	0,49
A_Muv		0 -	-	-	-	-
A_Mv		1 (2,4)	0,42	0,42	0,42	0,42
A_mMuv		0 -	-	-	-	-
A_mMv		0 -	-	-	-	-
A_mMmix		0 -	-	-	-	-
SF		1 (2,4)	-	-	-	-
Fuzzy		4 (9,5)	-	-	-	-

A	laryngeale Konstriktion am <u>A</u> nfang des Einzelsignals
Fuzzy	nicht kategorisierbare Einzelsignale mit Unschärfebereichen, jedoch mind. einer identifizierten laryngealen Konstriktion
IGS_oP	Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
laK-Länge	Länge einer laryngealen Konstriktion
M	laryngeale Konstriktion im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
mix	Kombination (<u>mix</u>) von mind. einer unvollständigen und vollständigen laryngealen Konstriktion
mM	<u>m</u> ehrere laryngeale Konstriktionen im Verlauf (<u>M</u> itte/ <u>E</u> nde) des Einzelsignals
s	Sekunde
SD	Standardabweichung
SF	Sonderformen der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen
uv	<u>u</u> nvollständige laryngeale Konstriktion
v	<u>v</u> ollständige laryngeale Konstriktion

Tabelle 35: Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen und Gesamtlängen der Einzelsignale mit laK der Gruppe IGS_oP, sowie Angabe zur Anzahl der Einzelsignale

Anzahl Einzelsignale	37	
Durchschnittliche laK-Länge [s] je Einzelsignal	Mittelwert (\pm SD)	0,47 (\pm 0,52)
	Median	0,24
	Minimum	0,09
	Maximum	2,26
Länge [s] Einzelsignal	Mittelwert (\pm SD)	1,39 (\pm 0,85)
	Median	1,15
	Minimum	0,46
	Maximum	4,09
Anteil [%] Summe laK-Längen an Einzelsignalgesamtlänge	Mittelwert (\pm SD)	40,0 (\pm 27,6)
	Median	37,6
	Minimum	5,0
	Maximum	86,5

IGS_oP Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
 laK laryngeale Konstriktion/en
 laK-Länge Länge einer laryngealen Konstriktion
 s Sekunde
 SD Standardabweichung

4 Diskussion

Die vorliegende retrospektive Untersuchung widmete sich erstmalig einer Analyse von laryngealen Konstriktionen (laK) in den Lautäußerungen von Säuglingen mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten (LKGS) in den ersten 3 Lebensmonaten. Sie knüpft damit an wenige andere Arbeiten an, die laK in Komfort- und Schreilauten gesunder Säuglinge systematisch untersuchten (Benner, 2009; Benner & Grenon, 2011; Esling, 2005, 2012, 2019; Robb et al., 2020; Yavarzadeh, 2020).

Melodiesegmentierungen werden schon länger als Teil eines angeborenen universellen Programms der vorsprachlichen Entwicklung angesehen. Es wird angenommen, dass sie, neben anderen Melodiemodifikationen, Reifungsprozesse der laryngo-respiratorischen Kontrolle widerspiegeln und von jungen Säuglingen für rhythmische und präartikulatorische Übungen genutzt werden (Buder et al., 2013; Wermke, 2002; Wermke et al., 2007; Wermke & Mende, 2009, 2016). Die genaue Funktion von laK in der vorsprachlichen Entwicklung und deren potenzielle diagnostische Relevanz für den späteren Sprech- und Spracherwerb der Säuglinge ist jedoch bisher nicht geklärt. Es fehlten bislang differenzierte Klassifizierungen und systematische Untersuchungen dieses Phänomens. Die wenigen vorliegenden Studien verwendeten zudem uneinheitliche Definitionen für laK (Buder et al., 2013; Ostermann, 2010; Yavarzadeh, 2020).

Mit der Zielsetzung, bei der Lautanalyse von Säuglingen mit LKGS Entwicklungsbesonderheiten in der Produktion von laK erkennen und beurteilen zu können, wurde Eslings Modell des *Laryngealen Artikulators* (LAM; Esling, 2005) als theoretische Grundlage für die detaillierte Graduierung und Kategorisierung der laK in der vorliegenden Untersuchung genutzt. Der Fokus der Arbeit lag auf der deskriptiven und interferenzstatistischen Analyse der Auftrittshäufigkeiten ausgewählter Einzelsignale mit laK. In Abhängigkeit von den Ausprägungsgraden der anatomischen Spalten und dem Lebensalter der Säuglinge sowie der Änderung der Plattenkondition (PK) in den Lautaufnahmen wurden Unterschiede in der Auftrittshäufigkeit herausgearbeitet. Zusätzlich wurden temporale Eigenschaften der Einzelsignale mit laK erstmalig ermittelt und explorativ analysiert. Im Sinne einer Längsschnittuntersuchung wurden unter Anwendung derselben Methode in einer parallel laufenden Arbeit die Einzelsignale der gleichen Säuglinge in den Lebensmonaten 4 bis 6 analysiert (Hammerstädt, 2023 - Dissertationsschrift eingereicht).

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung ausführlich diskutiert. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass es sich um eine kleine

Stichprobe handelt, die anhand spezifischer Kriterien aus dem sehr heterogenen Kollektiv von Säuglingen mit LKGS ausgewählt wurde. Folglich beziehen sich die Ergebnisse und deren Interpretationen auf die untersuchte Stichprobe und haben zunächst nur Hypothesencharakter. Eine Testung dieser Hypothesen für nachfolgende Arbeiten wäre nur durch die Untersuchung größerer Kohorten unter Einbeziehung von gleichaltrigen Säuglingen ohne LKGS mittels derselben Methode möglich.

4.1 Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

Alle 24 Säuglinge mit LKGS der vorliegenden Untersuchung, die eine konservative Frühtherapie mit einer Gaumenplatte erfuhren, äußerten in den ersten 3 Lebensmonaten Einzelsignale mit laK. Jüngste Untersuchungen von Yavarzadeh (2020), der laK systematisch in Lauten gesunder Säuglinge in den ersten 7 Lebensmonaten analysierte, konnten ebenfalls regelhaft bei allen Säuglingen und allen Vokalisationstypen (Schreilaut, Übergangslaut, Babbellaut) laK nachweisen. Für die Schreilaute (C) ermittelte er in den ersten 3 Lebensmonaten eine mittlere Auftrittshäufigkeit (Median) für Laute mit laK von 3% bis 12%, für die Übergangslaute (UC) betrug sie im Mittel (Median) 11% bis 29% (Yavarzadeh, 2020). Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich Säuglingsschreie und Übergangslaute der ersten 3 Lebensmonate analysiert wurden, waren diese Werte von Yavarzadeh (2020) am besten für einen Vergleich von gesunden Säuglingen und Säuglingen mit LKGS geeignet. Die mittlere Auftrittshäufigkeit (Median) an Einzelsignalen mit laK betrug im Verlauf der ersten 3 Lebensmonate für die Säuglinge mit LKGS der vorliegenden Arbeit 17% bis 22%. Dieser Befund lässt vermuten, dass auch Säuglinge mit LKGS, sogar die Frühgeborenen, in ihren frühen Lautäußerungen laK regelhaft erzeugen. Dazu passen Erkenntnisse von Wermke (2002), die besagen, dass das Entwicklungsprogramm bei Frühgeborenen ab der 32. Schwangerschaftswoche ebenso abläuft wie bei reif geborenen Säuglingen. Die erste der zu Beginn der Arbeit gestellten Fragen (Kapitel 1) kann anhand der vorliegenden Ergebnisse demnach mit „ja“ beantwortet werden. Insbesondere im ersten Lebensmonat zeigten die Säuglinge mit LKGS gegenüber den gesunden Säuglingen von Yavarzadeh (2020) sogar eine deutlich höhere Auftrittshäufigkeit für Einzelsignale mit laK. Ob diese Differenzen auf die verschiedene methodische Analyse zurückzuführen sind, kann nur durch eine Nachanalyse der Säuglingslaute von Yavarzadeh (2020) unter Anwendung der vorliegenden Methode geprüft werden. Yavarzadeh (2020) verwendete eine vereinfachte Analyseverfahren für laK.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit und der Vergleich mit gesunden Säuglingen (Yavarzadeh, 2020) bestätigten die Erwartung der Autorin, dass die angeborenen Spalten kaum einen Einfluss auf die Generierungsfähigkeit von Einzelsignalen mit laK haben. Dieser Annahme liegen zum einen diesbezügliche Befunde älterer Untersuchungen zugrunde, in denen laK bereits unter dem Begriff *Melodiesegmentierungen* von verschiedenen Autorinnen und Autoren in Schreilauten sowohl von gesunden Säuglingen als auch von Säuglingen mit LKGS beschrieben wurden (Ostermann, 2010; Wermke et al., 2011; Wermke & Mende, 2009, 2016). Zum anderen ist der Erzeugungsmechanismus von laK (Esling, 2005) zumindest nicht direkt von der anatomischen Malformation des Vokaltrakts betroffen.

Bei Ostermann (2010) lag der Anteil segmentierter Melodien bei den Säuglingen mit LKGS im 2. und 3. Lebensmonat bei etwa 28%, bei der gesunden Kontrollgruppe bei 19%. Birr (2009) stellte bei den Säuglingen mit LKGS in den ersten 3 Lebensmonaten 32% segmentierte Laute fest, bei der gesunden Kontrollgruppe waren es 25%. Diese Werte liegen deutlich oberhalb der hier berechneten (17-22%). Dies hat vor allem methodische Gründe, darunter die strengeren Ausschlusskriterien für die einbezogenen Einzelsignale in der vorliegenden Untersuchung (Kapitel 2.3.1).

Ein höherer Anteil segmentierter Melodien bei den Säuglingen mit LKGS wurde in der Fachliteratur von verschiedenen Autorinnen und Autoren häufiger beschrieben (Birr, 2009; Ostermann, 2010; Wermke et al., 2011). Diese Beobachtungen ließen vermuten, dass auch die hier untersuchten Säuglinge mit LKGS prozentual mehr Einzelsignale mit laK erzeugen als gesunde Säuglinge. Als mögliche Ursache wurden in der Vergangenheit oft eine allgemeine Entwicklungsverzögerung, insbesondere eine neurophysiologische Reifungsverzögerung diskutiert (Birr, 2009; Ceponiene et al., 2000; Cheour et al., 1999; Ostermann, 2010; Wermke et al., 2011).

Der Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung und der von Yavarzadeh (2020) spricht jedoch gegen die Annahme, dass Säuglinge mit LKGS prinzipiell eine höhere Generierungshäufigkeit von laK zeigen. Vielmehr lassen die in beiden Arbeiten beobachtete Zunahme bzw. Konstanz der Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK in den ersten 3 Lebensmonaten vermuten, dass die Erzeugung von laK ein regelhafter Bestandteil vorsprachlicher und präartikulatorischer Entwicklungsvorgänge von gesunden Säuglingen und Säuglingen mit LKGS sein könnte (Benner, 2009; Esling, 2005, 2012; Robb et al., 2020; Schenk, 2022; Yavarzadeh, 2020). Diese Annahme wird durch Eslings LAM (2005) bestätigt, wonach die artikulatorische Entwicklung schon in den ersten Lebensmonaten im Larynx beginnt und die wiederholte

Erzeugung von laK eine frühe motorische Übung präartikulatorischer und rhythmischer Elemente für die spätere Sprache darstellt.

Im Hinblick auf bekannte artikulatorische Beeinträchtigungen von Kindern mit LKGS beim Sprech- und Spracherwerb (Chapman & Hardin, 1992; Peterson-Falzone et al., 2010) scheint der Befund, dass Säuglinge mit LKGS mindestens genauso viel wie gesunde Säuglinge präartikulatorisch üben, zunächst ein Widerspruch zu sein. Bei den späteren Artikulationsauffälligkeiten handelt es sich allerdings vor allem um rein supralaryngeale Prozessstörungen, wie beispielsweise Artikulationsschwächen oder kompensatorische Artikulationsmuster (Peterson-Falzone et al., 2010). Ob es eine kontinuierliche Entwicklung von präartikulatorischen Leistungen zu bestimmten späteren Artikulationsleistungen gibt, ist bisher nicht untersucht.

4.1.1 Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit vom Spalttyp

Eine Differenzierung verschiedener Ausprägungsgrade der angeborenen Spaltbildungen, wie sie in der vorliegenden Arbeit durch die Bildung der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP vorgenommen wurde (Kapitel 2.2; **Tabelle 1**), könnte Aufschluss darüber geben, ob die Vokaltraktanatomie in irgendeiner Weise doch Einfluss auf die Produktion von Einzelsignalen mit laK hat.

Im Gruppenvergleich zeigte sich bei der deskriptiven Analyse, dass die Säuglinge mit den bilateralen Spaltbildungen (bLKGS_mP) prozentual im Mittel etwa doppelt so viele Einzelsignale mit laK bildeten als die der Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP. Aufgrund der komplexen, hierarchischen Datenstruktur wurde unter Berücksichtigung der statistischen Abhängigkeit der Messwiederholungen am gleichen Säugling ein geeignetes Analyseverfahren gewählt, um diesen Gruppenunterschied statistisch zu prüfen. Das Modell der *Verallgemeinerten Schätzungsgleichungen (GEE)* bestätigte, dass die Säuglinge mit den größten anatomischen Spalten (bLKGS_mP) eine signifikant höhere Auftrittswahrscheinlichkeit für Einzelsignale mit laK aufwiesen als die Säuglinge mit isolierten Gaumenspalten (IGS_mP), also den kleinsten anatomischen Spalten ($p < 0,001$). Es könnte also vermutet werden, dass sich der Ausprägungsgrad der angeborenen Spalte auf die Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK im Alter von 1 bis 3 Monaten auswirkt. In der Gesamtschau der Längsschnittanalyse von 1 bis 6 Monaten könnten sich möglicherweise Besonderheiten der präartikulatorischen Entwicklung in Abhängigkeit vom Spalttyp zeigen. Sollte sich dies in nachfolgenden Studien bestäti-

gen, wäre die Auftrittshäufigkeit von laK ein potenzieller Frühindikator für Abweichungen in der frühen artikulatorischen Entwicklung.

Ein möglicher Erklärungsansatz für den Befund, dass Säuglinge mit ausgeprägten Spaltbildungen vermehrt Einzelsignale mit laK bilden, könnten propriozeptive Mechanismen sein – laK könnten die Säuglinge besonders gut spüren. So könnten die Vibrationen, die durch die Schwingungen des laryngealen Faltenapparats entstehen, von den Säuglingen sehr gut kinästhetisch wahrgenommen werden. Schultz-Coulon (1976) beschreibt in seiner Arbeit, dass neben der auditiven Rückkopplung vor allem die kinästhetische Empfindung eine wichtige Rolle bei der Steuerung und Kontrolle des Phonationsvorgangs spielt. Man könnte vermuten, dass Säuglinge mit ausgeprägten Spaltbildungen möglicherweise mehr und intentionaler auf kinästhetische Empfindungen laryngealer Laute zurückgreifen, da supralaryngeale Artikulationsmechanismen durch die Malformation gestört sind. Die Produktion von laK könnte eine Art frühen Substitutionsmechanismus darstellen, wie er auch bei der späteren Konsonantenbildung bei Säuglingen mit LKGS vorkommt (Harding & Grunwell, 1996; O'Gara & Logemann, 1988). Interindividuelle Unterschiede bezüglich der Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK, wie sie sich im vorliegenden Säuglingskollektiv zeigten, könnten auf die von Schultz-Coulon (1976) beschriebene individuelle Leistungsfähigkeit des kinästhetisch-reflektorischen Kontrollmechanismus zurückgeführt werden.

Derartige Anpassungsphänomene bei Limitationen der normalen vokalen Entwicklung beschreibt Gräfin von Spiegel zum Diesenberg-Hanxleden (2009) bei der Analyse von Lauten hochgradig hörgeschädigter Säuglinge. Sie beobachtete vor der Anpassung von Cochlea-Implantaten vermehrt Lautphänomene mit vorwiegend taktil-kinästhetischem Charakter, die sie „propriozeptive Laute“ (Gräfin von Spiegel zum Diesenberg-Hanxleden, 2009, S. 33) nennt. Die beeinträchtigten auditiven Rückkopplungsmechanismen der hörgeschädigten Säuglinge, so vermutet Gräfin von Spiegel zum Diesenberg-Hanxleden (2009), könnten bei der Wahrnehmung und Produktion von Lauten, die eine starke propriozeptive Wahrnehmung erzeugen, sekundär sein.

Übertragen auf die hier untersuchten Säuglinge mit bilateralen Spaltbildungen (bLKGS_mP) kann man die Ursache für die erhöhte Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK nicht auf eine eingeschränkte auditive Rückkopplung zurückführen. Die diagnostizierten Hörminderungen des vorliegenden Säuglingskollektivs basierten auf Schallleitungsstörungen, welche bei Säuglingen mit LKGS wegen wiederkehrender Tubenergüsse und Mittelohrentzündungen gehäuft auftreten (Jocelyn et al., 1996; Peterson-Falzone et al., 2010; Shriberg et al., 2000). Sie schränken die auditive Rück-

kopplung in der Regel nicht ein, sondern verstärken diese sogar. Die Befunde von Schenk (2022), die keinen Unterschied in der Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK bei normalhörenden und hörbeeinträchtigten Säuglingen fand, belegen, dass die Erzeugung von laK weniger einer auditorischen als einer propriozeptiven Rückkopplung bedarf. Die propriozeptive Empfindung scheint also als Rückkopplungsmechanismus bei der Erzeugung von laK auszureichen oder sogar wesentlich für das frühe präartikulatorische Üben mit laryngealen Lautphänomenen zu sein.

Für die signifikant höhere Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK in der Gruppe bLKGS_mP der vorliegenden Arbeit müssen jedoch noch weitere Rückkopplungsphänomene verantwortlich sein, die mit der Vokaltraktmalformation zusammenhängen. Lautproduktionen gehen mit stetigen Veränderungen an der Lautquelle und dem Vokaltrakt einher. Da das supralaryngeale und laryngeale Gewebe miteinander verbunden ist, können sich Form- und Schwingungsänderungen gegenseitig beeinflussen (Titze et al., 2008). Diese Wechselwirkungen zwischen Stimmlippenschwingung und dem Vokaltrakt, der als eine Art Filter fungiert, sind von verschiedenen Autorinnen und Autoren beschrieben worden (Hatzikirou et al., 2006; Jiang & Tao, 2007; Mergell & Herzel, 1997; Miller & Schutte, 2005; Neumann et al., 2005; Svec et al., 1999; Zaňartu et al., 2007; Zhang et al., 2006b, 2006a). Titze (2008) erklärt in seiner Theorie zur nichtlinearen Quelle-Filter-Kopplung, dass die Vokaltraktimpedanz über nichtlineare Rückkopplungsmechanismen Einfluss auf die Quelle (Larynx) nimmt und sich das Gesamtenergieniveau der Quelle dadurch verändert. Als Folge entstehen neue Schwingungsfrequenzen und ebenso laryngeale Instabilitäten, die sich zum Beispiel durch Subharmonische und plötzliche Grundfrequenzsprünge zeigen (Titze, 2008; Titze et al., 2008).

Effekte nichtlinearer Rückkopplungsmechanismen, beispielsweise abrupte steile Frequenzänderungen, die sich spektral als Zacken darstellten, wurden auch bei der Analyse der Einzelsignale mit laK der vorliegenden Arbeit gefunden. Sie dienten als Begrenzungspunkte bestimmter laK im Spektrogramm (Kapitel 2.4.4.2). Es kann also vermutet werden, dass nichtlineare Rückkopplungsmechanismen auch bei der Erzeugung von laK mitwirken. Für die signifikant höhere Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK der Gruppe bLKGS_mP könnte Titzes Theorie (2008) ein weiterer zusätzlicher Erklärungsansatz sein.

Eine Verallgemeinerung der zuvor beschriebenen Befunde und deren Interpretation ist durch die kleine Stichprobe der vorliegenden Arbeit limitiert. Insbesondere die Gruppe

bLKGS_mP, für die ein signifikanter Gruppenunterschied gefunden wurde, umfasste nur vier Säuglinge mit beidseitigen Lippen-(Kiefer)spalten. Die unterschiedliche Gruppenzusammensetzung war der Heterogenität des Säuglingskollektivs und der zugrundeliegenden Datenbasis geschuldet. Die diskutierten Ergebnisse haben demnach Hypothesencharakter und beziehen sich ausschließlich auf die hier untersuchten Säuglinge. Eine Prüfung und Evaluation der Befunde müssen zukünftig mittels größerer Stichproben erfolgen.

4.1.2 Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit vom Lebensalter

Durch die konservative Frühtherapie mittels Gaumenplatte wird das Wachstum der Spaltsegmente gezielt gesteuert und eine Verkleinerung der Spaltbreite schon vor dem operativen Spaltverschluss angestrebt (Fischer & Stellzig-Eisenhauer, 2019; Keiichi et al., 2005; McNeil, 1956; Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW, 2022). Durch den Befund der vorliegenden Untersuchung, dass Säuglinge mit kleineren Spaltbildungen eine geringere Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK zeigten (Kapitel 3.5.1.1), könnte man annehmen, dass deren Auftrittshäufigkeit durch die Verminderung der Spaltgröße im Altersverlauf abnimmt.

Innerhalb der ersten 3 Lebensmonate konnten in der vorliegenden Untersuchung allerdings keine signifikanten Altersunterschiede im GEE-Modell (Kapitel 3.5.1.1) bezüglich des Auftretens von Einzelsignalen mit laK festgestellt werden. Die deskriptive Analyse ergab ebenfalls nur eine geringe Abnahme der mittleren Auftrittshäufigkeit (Median) von Einzelsignalen mit laK um insgesamt etwa 5 Prozentpunkte. Im gesamten Längsschnitt von 1 bis 6 Monaten zeigte sich eine signifikante Abnahme der Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK (Publikation in Vorbereitung).

Im Gruppenvergleich entwickelten sich die Auftrittshäufigkeiten im Altersverlauf der Monate 1 bis 3 allerdings unterschiedlich. Die Gruppe bLKGS_mP verzeichnete sogar eine deutliche Zunahme der mittleren Auftrittshäufigkeit (Median) von Einzelsignalen mit laK vom ersten zum zweiten Lebensmonat um etwa 12 Prozentpunkte. Dies zeigt wiederum die multifaktoriellen Einflüsse auf die Produktion von laK (vgl. Kapitel 4.1.1).

In diesem Alter wurde gerade erst mit der Plattentherapie begonnen und der Fortschritt der Spaltverkleinerung ist vermutlich noch relativ gering. Wahrscheinlich spielen bei der kleinen Stichprobe eher individuelle Faktoren eine größere Rolle bei den unterschiedlichen Befunden im Gruppenvergleich. Hierzu zählen beispielsweise die individuelle Gewöhnungszeit an die Frühtherapie, das familiäre Lautvorbild oder auch gene-

tische Unterschiede. Zukünftig bedarf es also Untersuchungen größerer Stichproben im Längsschnittdesign, um die altersspezifische Entwicklung der Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK besser zu verstehen. Eine zusätzliche engmaschige Dokumentation des Fortschritts der Spaltverkleinerung könnte zudem eine genauere Interpretation des Zusammenhangs zwischen dem Ausprägungsgrad der Spalte und der Generierungshäufigkeit von Einzelsignalen mit laK ermöglichen. Hier könnte die Vermessung kieferorthopädischer Modelle helfen, die Spaltausprägung quantitativ zu erfassen.

4.1.3 Auftrittshäufigkeit von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen in Abhängigkeit von Plattenkonditionsänderungen

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit stand nicht die Frage, ob die Plattentherapie die vorsprachliche Entwicklung von Säuglingen mit LKGS generell positiv beeinflusst, sondern ob sie sich auf die Erzeugung von laK auswirkt. Hierbei wurde der Fokus auf den Prozess des Herausnehmens und Wiedereinsetzens der Platte während einer Lautaufnahme gelegt, um die Flexibilität der Lauterzeugungsmechanismen zu untersuchen.

In der statistischen Analyse (GEE-Modell) zeigte sich, dass das Herausnehmen der Platte während einer Lautaufnahme keinen signifikanten Einfluss auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK hatte ($p=0,298$). Nachdem durch Einschleifmaßnahmen individuelle Anpassungen vorgenommen und die Platte wieder eingesetzt wurde, nahm die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Einzelsignalen mit laK jedoch tendenziell signifikant zu ($p=0,043$).

Da die hier untersuchten Säuglinge mit LKGS, entsprechend dem Konzept der konservativen Frühtherapie am Universitätsklinikum Würzburg (UKW), direkt nach der Geburt mit der Gaumenplatte versorgt wurden, waren sie an das dauerhafte Tragen der Platte gewöhnt. Es kann also angenommen werden, dass die Lautproduktionsmechanismen an das Tragen der Platte angepasst waren. Folglich ist es nicht verwunderlich, dass ein kurzzeitiges Herausnehmen der Platte keinen signifikanten Effekt auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit laK hatte. Vielmehr lässt sich vermuten, dass die erlernten Adaptationsmechanismen weitestgehend robust sind. Auch aufgrund der zuvor beschriebenen Annahme, dass die Erzeugung von laK vorwiegend auf der propriozeptiven Empfindung der Säuglinge basieren zu scheint (Kapitel 4.1.1), sollte man keine Veränderung durch Herausnehmen der Platte erwarten. Als separates Kontrollsystem des Phonationsvorgangs (Schultz-Coulon, 1976) funktionieren diese propriozepti-

ven Rückkopplungsmechanismen vermutlich weitestgehend unabhängig von Änderungen im Bereich des oralen Vokaltrakts.

Dennoch kann durch nichtlineare Rückkopplungsmechanismen (Kapitel 4.1.1) bei der Erzeugung von laK ein marginaler Platteneffekt beobachtbar sein. Die schwach signifikante Zunahme der Auftrittswahrscheinlichkeit nach Wiedereinsetzen der Platte ($p=0,043$) könnte darauf hinweisen.

Die beobachteten, plattenunabhängigen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit laK im Alter von 1 bis 3 Monaten bekräftigen die Annahme eines robusten angeborenen vorsprachlichen Entwicklungsprogramms (Wermke & Mende, 2011). Unter der Voraussetzung, dass die betroffenen Säuglinge engmaschig interdisziplinär betreut werden und keine anderen gesundheitlichen Einschränkungen, beispielsweise durch Syndromerkrankungen, vorliegen, kann aus der vorliegenden Untersuchung geschlossen werden, dass Säuglinge mit LKGS durchaus eine relativ normale präartikulatorische Entwicklung durchlaufen. Die Frage, ob die konservative Frühtherapie mit Platte in diesem Zusammenhang einen positiven Einfluss haben könnte, kann nur in Kooperation mit einem klinischen Spaltzentrum beantwortet werden, das auf eine Plattentherapie in diesem Alter verzichtet.

4.2 Auftrittshäufigkeiten verschiedener Auftrittsformen von Einzelsignalen mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die laK spezifischer zu analysieren. Es sollten Informationen zur Anzahl und zu den Ausprägungsformen der laK, sowie zur Lokalisation der laK im Einzelsignal erlangt werden. Dies gelang über die für die vorliegende Untersuchung entwickelte Graduierung von laK (Kapitel 2.4.1) und die Kategorisierung der Einzelsignale mit laK (Kapitel 2.4.2).

Durch eine erste Differenzierung zwischen Einzelsignalen mit einzelnen laK (e.laK) und mehreren laK (m.laK) wurden sowohl deskriptiv als auch statistisch mittels GEE-Modellen Gruppen- und Altersunterschiede untersucht. Es zeigte sich, dass alle 24 Säuglinge grundsätzlich sowohl Einzelsignale mit e.laK als auch mit m.laK bildeten. Dies bestätigt die Annahme (Kapitel 4.1), dass Säuglinge mit LKGS in ihren ersten 3 Lebensmonaten Einzelsignale mit laK regelhaft erzeugen. Darüber hinaus wurden bei allen hier untersuchten Säuglingen verschiedene Auftrittsformen von Einzelsignalen mit

laK nachgewiesen. Dieses Ergebnis bekräftigt die Vermutung, dass präartikulatorische Muster in ihren frühesten Lautäußerungen spielerisch „geübt“ werden.

Bei der vergleichenden deskriptiven Analyse der einzelnen Gruppen und Lebensmonate wurde deutlich, dass der prozentuale Anteil von Einzelsignalen mit e.laK im Mittel (Median) stets überwog. Am häufigsten handelte es sich hierbei, unabhängig von Gruppe und Lebensalter, um Einzelsignale der Kategorien Muv und Mv, also um eine e.laK in der Mitte oder am Ende des Einzelsignals. Die Kategorie A betreffend, ergab sich hingegen ein Gruppenunterschied aus der deskriptiven Häufigkeitsanalyse der Kategorien. Eine e.laK zu Beginn (A) des Einzelsignals äußerten die Gruppen IGS_mP und eLKGS_mP mit 10% bis 12% jeweils am dritthäufigsten. In der Gruppe bLKGS_mP belief sich der Anteil im Gegensatz dazu nur auf etwa 3%. Im Altersverlauf nahm der prozentuale Anteil der Kategorie A insgesamt in allen drei Gruppen leicht ab. Diesen Ergebnissen nach zu urteilen, schien es allen hier untersuchten Säuglingen einfacher zu gelingen, laK in der Mitte oder am Ende eines Einzelsignals zu erzeugen. Insbesondere den Säuglingen der Gruppe bLKGS_mP schien es vergleichsweise schwerer zu fallen, Einzelsignale mit einer laK zu beginnen.

Aus phonologischer Sicht weisen alle vokalischen deutschen Wörter in ihrem Anlaut laryngeale Aktivität in Form eines Glottisverschlusslautes auf (Wagner, 2004). Da es sich hierbei um ein laryngeales Phänomen mit artikulatorischer Funktion handelt (Wagner, 2004), wurde in der vorliegenden Arbeit zunächst vermutet, dass laK zu Beginn der hier untersuchten Einzelsignale häufiger auftreten könnten. Dies war nicht der Fall. Ein direkter Vergleich mit den Befunden von Wagner (2004) ist jedoch nicht möglich, da es sich in der vorliegenden Analyse um früheste vorsprachliche Lautäußerungen der Säuglinge und nicht um vergleichbare vokalische deutsche Wortlaute handelte. Aus methodischer Perspektive ist eine Gegenüberstellung ebenso limitiert, da die hier untersuchten laK zu Beginn der Einzelsignale erst ab einer Mindestdauer von 100ms eindeutig erfasst wurden. Für die Detektion kürzerer laryngealer Aktivität am Einzelsignalanfang fehlten in der vorliegenden Analyse sichere Identifizierungsmerkmale. Die Entwicklung der Auftrittshäufigkeit der Kategorie A scheint ein interessanter Gegenstand einer Längsschnittuntersuchung bis hin zur ersten Wortbildung der Säuglinge zu sein.

Die Ergebnisse des deskriptiven Gruppenvergleichs ergaben weiterhin eine unterschiedliche Variation verschiedener Auftrittsformen von Einzelsignalen mit laK (Kapitel

3.2.1 und 3.3). Interferenzstatistisch wurden deskriptiv beobachtete Gruppenunterschiede jedoch nicht bestätigt (Kapitel 3.5.2.1). Ebenso zeigte sich im statistischen GEE-Modell kein signifikanter Altersunterschied bezüglich der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK (Kapitel 3.5.2.1). Auch hier steht der spielerische Charakter der beobachteten Phänomene offenbar im Vordergrund.

Das Herausnehmen und Wiedereinsetzen der Platte hatte auf die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK formal einen nachweisbaren Einfluss. Im GEE-Modell zeigte sich, dass die Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen mit m.laK nach dem Herausnehmen der Platte in der Gruppe IGS_mP signifikant geringer ($p=0,029$) und in der Gruppe bLKGS_mP signifikant höher ($p=0,049$) wurde. Auf eine Interpretation dieser Ergebnisse wird verzichtet, da in die statistische Modellberechnung nur sehr wenige Einzelsignale (IGS_mP: 364; bLKGS_mP: 80) einbezogen werden konnten.

Zusammenfassend ergab sich in dem vorliegenden Beobachtungszeitraum der Lebensmonate 1 bis 3 kein bestimmtes Entwicklungsmuster bezüglich der Anzahl, Lokalisation und Graduierung der laK in den untersuchten Einzelsignalen. Geringfügige Unterschiede zwischen den Gruppen und Lebensmonaten wurden nur auf deskriptiver Ebene festgestellt und scheinen eher Ausdruck zufälligen spielerischen Experimentierens mit laK zu sein. Um beobachtete spezifische Unterschiede zu belegen, wären jedoch Untersuchungen mit größeren Stichproben notwendig.

4.3 Temporale Eigenschaften der Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Einzelsignale mit laK wurden auch hinsichtlich ihrer temporalen Eigenschaften analysiert. Es wurden die Gesamtlängen der Einzelsignale, die Längen der einzelnen laK und der prozentuale Anteil der laK-Längen an der Einzelsignalgesamtlänge erfasst und mittels deskriptiver Statistik ausgewertet. Da derartige Messungen erstmalig durchgeführt wurden, fehlen in der Fachliteratur bislang entsprechende Referenzwerte, die für einen direkten Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen herangezogen werden können. Dennoch bildeten die 1.610 Einzelsignale mit laK eine solide Basis für eine explorative Analyse temporaler Eigenschaften, deren Ergebnisse zumindest in den Kontext der existenten Fachliteratur eingeordnet werden können und zukünftig nachfolgenden Arbeiten als erste Referenzwerte zur Verfügung stehen.

Studien, in denen die Gesamtlänge der Laute gesunder Säuglinge untersucht wurde, geben mittlere Lautlängen zwischen 1,2-1,7s an (Borschberg & Ruppert, 1998; Fuamenya, 2011; Kempf, 2009; Lind, 1999; Mühler, 1996; Schenk, 2022). Untersuchungen zu Säuglingen mit LKGS nennen mittlere Lautlängen von 1,2-2,7s (Fuamenya, 2011; Kempf, 2009; Massengill, 1969; Mühler, 1996; Zeipert, 2004). Für den Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit gilt es zu beachten, dass die genannten Längen aus der Fachliteratur alle innerhalb der ersten 6 Lebensmonate der Säuglinge ermittelt wurden. Es gab keine Angabe zu einer separaten Untersuchung der Monate 1 bis 3. Des Weiteren analysierte nur eine Arbeit (Schenk, 2022) Einzelsignale mit laK, allerdings in Komfortlauten.

Differenziert nach Gruppen und Lebensmonaten bewegten sich die mittleren Längen (Mediane) der hier untersuchten Einzelsignale mit laK der Säuglinge mit LKGS zwischen 1,43s und 1,88s. Dies stimmt mit gemessenen Lautlängen aus der Fachliteratur überein. Verlängerte mittlere Lautlängen von Säuglingen mit LKGS im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe, wie sie Mühler (1996) bis zur 4. Lebenswoche feststellte, konnten dagegen bei einem Vergleich mit Daten zu gesunden Säuglingen aus der Fachliteratur nicht festgestellt werden. In der vorliegenden Arbeit wurden auch keine von gesunden Säuglingen abweichenden Einzelsignallängen angenommen, da für die Länge vor allem die respiratorische Kapazität der Säuglinge verantwortlich ist (Chiswick M. L. & Milner R. D., 1976; Ginet et al., 1969). Atemprobleme, die sich unter Umständen auf die Lautlänge hätten auswirken können, wurden bei den hier untersuchten Säuglingen mit LKGS nicht diagnostiziert. Auch Kempf (2009) konnte keine signifikanten Unterschiede bei ihrer vergleichenden Untersuchung von Lautlängen gesunder Säuglinge und Säuglinge mit LKGS in der 9. bis 16. Lebenswoche erkennen.

Außer bei Schenk (2022) gibt es zu den Längen der laK in der Fachliteratur bisher keine Aussage. Da laK mittlerweile von mehreren Autorinnen und Autoren als Entwicklungsvorstufe der späteren rhythmischen Silbenbildung angesehen werden (Benner, 2009; Esling, 2005, 2012; Robb et al., 2020; Schenk, 2022; Yavarzadeh, 2020), lag es nahe, die hier ermittelten Längen der laK mit den Silbenlängen aus der Fachliteratur zu vergleichen.

Schenk (2022) ermittelte unter allen Säuglingen vom 3. bis 5. Lebensmonat eine mittlere laK-Länge (Median) von 0,296s (gesunde Säuglinge: 0,291s; hörbeeinträchtigte Säuglinge: 0,304s). Silbenlängen in Cooing- bzw. Babbellauten lagen zwischen 300ms bis 500ms (Lynch et al., 1995; Oller, 2000), also im selben Bereich. Die Ergebnisse der vorliegenden Analyse finden ebenfalls laK-Längen in diesem Wertebereich. Differen-

ziert nach Gruppen bzw. Lebensmonaten bewegte sich die durchschnittliche laK-Länge in den Einzelsignalen der hier untersuchten Säuglinge mit LKGS im Mittel (Median) zwischen 0,27s und 0,32s, unterschied sich also maximal um 50ms.

Die deskriptive Auswertung der durchschnittlichen laK-Längen je Einzelsignalkategorie zeigte eine etwas größere Variabilität der Längen im Mittel (Median) in einem Bereich zwischen 0,14s und 0,42s. Im Gruppen- bzw. Altersvergleich ließen sich zwischen den Einzelsignalkategorien jedoch kaum systematische Unterschiede der mittleren durchschnittlichen laK-Längen (Mediane) feststellen. Lediglich bei vier Kategorien deutete sich an, dass Einzelsignale mit vollständigen laK im Mittel (Median) längere durchschnittliche laK-Längen aufwiesen als entsprechende Einzelsignale mit unvollständigen laK ($M_v > M_{uv}$, $mM_v > mM_{uv}$; **Tabelle 19**). Außerdem fiel auf, dass die durchschnittliche laK-Länge für Einzelsignale der Kategorie A im Mittel (Median) immer weniger als 0,2s betrug (**Tabelle 19**). Da eine statistische Bestätigung dieser deskriptiven Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit fehlt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich hierbei wieder um spielerische Mustervarianten handelt. Dies zeigte sich auch im Anteil der laK-Längen relativ zur Gesamtlänge der Laute. So wies die Gruppe bLKGS_mP den kleinsten mittleren prozentualen Anteil (Median) der laK-Längen an der Einzelsignalgamtlänge auf. Das könnte bedeuten, dass sich die Säuglinge mit den größten anatomischen Spalten (bLKGS_mP) womöglich auf eine kleinere Variation von Einzelsignalen mit vorwiegend e.laK fokussieren (Kapitel 4.2), also „etwas anders spielen“.

4.4 Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen der drei Säuglinge der Gruppe IGS_oP

Zur Vervollständigung der Ergebnisdiskussion und Hypothesengenerierung in der vorliegenden Arbeit war die separate deskriptive Analyse der Einzelsignale der Gruppe IGS_oP insofern interessant, da die drei Säuglinge nur sehr kleine angeborene Spalten aufwiesen und wie gesunde Säuglinge keine konservative Frühtherapie mit Platte benötigten.

Unter Einschluss von insgesamt 634 Einzelsignalen wurde eine mittlere prozentuale Auftrittshäufigkeit (Median) von Einzelsignalen mit laK von etwa 13% berechnet. Für Einzelsignale mit e.laK betrug sie im Mittel (Median) ca. 11%, für Einzelsignale mit m.laK etwa 8%. Je Säugling und Lebensmonat variierten die Auftrittshäufigkeiten interindividuell sehr stark (**Tabelle 30** und **Tabelle 32**). Dennoch zeigten sich Übereinstimmungen mit den therapiebedürftigen Säuglingen der übrigen Gruppen. So überwog

stets der prozentuale Anteil der Einzelsignale ohne laK. Sofern Einzelsignale mit laK von einem bestimmten Säugling in einem bestimmten Lebensmonat erzeugt wurden, war der Anteil der Einzelsignale mit e.laK größer als der der Einzelsignale mit m.laK. Differenziert nach Lebensmonaten bewegte sich die Auftrittshäufigkeit für Einzelsignale mit laK in der Gruppe IGS_oP im Mittel (Median) zwischen etwa 6% und 17% und ist somit vergleichbar mit den Ergebnissen von Yavarzadeh (2020) zu gesunden Säuglingen in den ersten 3 Lebensmonaten (C: 3-12%; UC: 11-29%).

Unter Einschluss von insgesamt 42 Einzelsignalen mit laK der Gruppe IGS_oP wurden ebenso deskriptive Analysen zu den verschiedenen Auftrittsformen und temporalen Eigenschaften durchgeführt. Einzelsignale der Kategorien Muv und Mv wurden, analog zu den übrigen Gruppen, von den Säuglingen mit den kleinsten anatomischen Spalten (IGS_oP) am häufigsten erzeugt. Die Gesamtlänge der Einzelsignale mit laK betrug für die Gruppe IGS_oP im Mittel (Median) etwa 1,2s und entsprach somit ebenfalls vergleichbaren Angaben zu Lautlängen aus der Fachliteratur (Borschberg & Ruppert, 1998; Fuamenya, 2011; Kempf, 2009; Lind, 1999; Massengill, 1969; Mühler, 1996; Schenk, 2022; Zeipert, 2004). Mit etwa 0,24s war die durchschnittliche laK-Länge für die drei Säuglinge der Gruppe IGS_oP im Mittel (Median) etwas kürzer als für die Säuglinge der übrigen Gruppen.

Entsprechend lässt sich zusammenfassen, dass die Analyse zur Gruppe IGS_oP die bisher diskutierten Annahmen unterstützt. Eine tiefgreifendere Diskussion der Ergebnisse erlaubt die geringe Anzahl an Einzelsignalen und Säuglingen der Gruppe IGS_oP jedoch nicht.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden erstmalig laryngeale Konstriktionen (laK) quantitativ und qualitativ in den frühesten Lautäußerungen von Säuglingen mit angeborenen Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten (LKGS) in den ersten 3 Lebensmonaten im Längsschnitt untersucht. Als theoretische Grundlage diente das Modell des *Laryngealen Artikulators* (LAM; Esling, 2005, 2012), wonach artikulatorische Entwicklungsvorgänge bereits in den ersten Lebensmonaten der Säuglinge mit der Erzeugung einer Vielzahl laryngealer Lautphänomene beginnen. Potenzielle Einflüsse auf diese präartikulatorischen Vorgänge durch den Ausprägungsgrad der Spaltbildung, das Lebensalter und die kieferorthopädische Frühbehandlung mit Gaumenplatte wurden mittels deskriptiver und interferenzstatistischer Verfahren analysiert.

Von einer sorgfältig ausgewählten Stichprobe, bestehend aus 27 Säuglingen mit LKGS, wurden mehr als 10.000, im Rahmen der interdisziplinären Spaltsprechstunde routinemäßig aufgezeichneten Einzelsignale, retrospektiv untersucht, mithilfe eines eigens entwickelten Graduierungs- und Kategorisierungssystems analysiert und temporal vermessen.

Bei allen Säuglingen mit LKGS der vorliegenden Stichprobe konnten verschiedene Aufttrittsformen von Einzelsignalen mit laK in den Lebensmonaten 1 bis 3 nachgewiesen werden. Das regelhafte Auftreten von laK bestätigt, dass präartikulatorische Übungen primitiver Artikulationsmuster bei Säuglingen mit LKGS in gleicher Weise erfolgen wie bei Säuglingen ohne LKGS.

Die Bedeutung der propriozeptiven Rückkopplung für die Erzeugung von laK wurde herausgearbeitet und potenzielle marginale Einflüsse der Vokaltraktmalformation diskutiert. Es wird ein früher artikulatorischer Substitutionsmechanismus für die präartikulatorische Entwicklung der Säuglinge mit ausgeprägten Spaltbildungen postuliert.

Individuelle Unterschiede in der Leistungsfähigkeit des propriozeptiven Kontrollmechanismus bei der Erzeugung von laK und im spielerischen Explorieren scheinen die Variationen in den Messgrößen teilweise zu erklären.

Die temporalen Eigenschaften der laK wurden in Zusammenhang mit der späteren Silbenlänge gebracht. Ein Vergleich mit der Fachliteratur bestätigte in diesem Zusammenhang die Annahme, dass laK möglicherweise ein konstantes Element zur Rhythmisierung von Lauten im Sinne der artikulatorischen Silbenentwicklung sein könnten.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit konnten zeigen, wie bedeutend die Untersuchungen präartikulatorischer Übungsvorgänge in frühesten Lautäußerungen für das ganzheitliche Verständnis der artikulatorischen Entwicklung der Säuglinge mit LKGS sind. Die Analysen primitiver Artikulationsmuster, durch laryngeale Konstriktionsphänomene erzeugt, können dabei helfen, frühdiagnostische Risikomarker für etwaige spätere Störungen der artikulatorischen Entwicklung der Säuglinge mit LKGS zu prognostizieren. Von besonderer Relevanz für weiterführende Studien könnten in diesem Zusammenhang die vorliegenden Befunde zu möglichen präartikulatorischen Substitutionsphänomenen der Säuglinge mit bilateralen Spaltbildungen (Gruppe bLKGS_mP) sein, die allerdings aufgrund der kleinen Stichprobengröße nur Hypothesencharakter haben.

6 Literaturverzeichnis

- Benner, A. (2009). *Production and perception of laryngeal constriction in the early vocalizations of Bai and English infants* [Dissertation]. University of Victoria, Victoria.
- Benner, A. & Grenon, I. (2011). The Relationship between Laryngeal Constriction and Vowel Quality in Infants Learning English and Bai. *17th International Congress of Phonetic Sciences*, 308–311.
- Birr, M. (2009). *Melodiekomplexität – ein geeigneter Frühindikator potentieller Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten? Melodiestructuranalysen in Lautäußerungen der ersten zwölf Lebenswochen* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Borschberg, H. & Ruppert, R. (1998). *Vergleich stimmlicher Eigenschaften und anthropometrischer Merkmale bei mono- und dizygoten Zwillingen im ersten Lebensjahr* [Dissertation]. Humboldt-Universität, Berlin.
- Broen, P. A., Devers, M. C., Doyle, S. S., Prouty, J. M. & Moller, K. T. (1998). Acquisition of linguistic and cognitive skills by children with cleft palate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41(3), 676–687.
- Buder, E. H., Warlaumont, A. S. & Oller D. K. (2013). An acoustic phonetic catalog of prespeech vocalisations 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). Nova Science Publishers.
- Catford, J. C. & Esling, J. H. (2006). Articulatory Phonetics. In K. Brown (Hrsg.), *Encyclopedia of Language and Linguistics* (2. Aufl., Bd. 9, S. 425–442). Elsevier.
- Ceponiene, R., Hukki, J., Cheour, M., Haapanen, M. L., Koskinen M., Alho, K. & Näätänen, R. (2000). Dysfunction of the auditory cortex persists in infants with certain cleft types. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42, 258–265.
- Chapman, K. L. & Hardin, M. A. (1992). Phonetic and Phonologic Skills of Two-Year-Olds with Cleft Palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 29(5), 435–443.
- Cheour, M., Ceponiene, R., Hukki, J., Haapanen, M. L., Näätänen, R. & Alho, K. (1999). Brain dysfunction in neonates with cleft palate revealed by the mismatch negativity. *Clinical Neurophysiology*, 110(2), 324–328.
- Chiswick M. L. & Milner R. D. (1976). Crying vital capacity. Measurement of neonatal lung function. *Archives of Disease in Childhood*, 51(1), 22–27.
- Edmondson J. A. & Esling, J. H. (2006). The valves of the throat and their functioning in tone, vocal register and stress: laryngoscopic case studies. *Phonology*, 23(2), 157–191.
- Eiband, D. (2018). *Charakterisierung vorsprachlicher Komfortvokalisationen von Kindern mit orofazialen Spaltbildungen vor und nach operativem Gaumenschluss* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.

- Eisenmann, M. S. (2021). *Entwicklung, Testung und Anwendung von PRAAT Skripten zur semi-automatischen Vokalisationsanalyse im Rahmen der Vorsprachlichen Diagnostik am ZVES* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Esling, J. H. (1999). The IPA Categories „Pharyngeal“ and „Epiglottal“: Laryngoscopic Observations of Pharyngeal Articulations and Larynx Height. *Language and speech*, 42(4), 349–372.
- Esling, J. H. (2005). There Are No Back Vowels: The Laryngeal Articulator Model. *Journal of Linguistics*, 50(1), 13–44.
- Esling, J. H. (2012). The Articulatory Function of the Larynx and the Origins of Speech. *Proceedings of the Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society*, 38, 121–149.
- Esling, J. H. (2019). Voice and Voice Quality. In J. H. Esling, S. R. Moisik, A. Benner & L. Crevier-Buchman (Hrsg.), *Cambridge studies in linguistics: Bd. 162. Voice Quality: The Laryngeal Articulator Model* (S. 1–36). Cambridge University Press.
- Fischer, L. & Stellzig-Eisenhauer, A. (2019). Gutes Timing ist alles! Der richtige Zeitpunkt für eine kieferorthopädische Behandlung. *Bayerisches Zahnärzteblatt*, 56(6), 62–70.
- Fuamenya, N. A. (2011). *Quantitative analysis of subharmonic and noise phenomena in vocalizations of young infants: Comparing infants with and without orofacial clefts* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Ginet, J., Levilain, J. C., Grislain, J. R., Mainard, R., Berranger, P. & Brelet, G. (1969). Expressions des valeurs normales du volume courant, du volume du cri. *Anesthesia & Analgesia*, 26(6), 799–808.
- Gräfin von Spiegel zum Diesenberg-Hanxleden. (2009). *Spektrographische Analyse der Vokalisierungen hochgradig hörgeschädigter Kinder im Zeitraum vor, während und nach Cochlea-Implantation* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Hammerstädt, P. (2023). *Quantitative und qualitative Analyse laryngealer Konstriktionsphänomene in vorsprachlichen Vokalisationen der Lebensmonate 4 bis 6 von Säuglingen mit angeborenen orofazialen Spalten* [Dissertation - Schrift eingereicht]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Harding, A. & Grunwell, P. (1996). Characteristics of cleft palate speech. *European journal of disorders of communication : the journal of the College of Speech and Language Therapists, London*, 31(4), 331–357.
- Hatzikirou, H., Fitch, W. T. & Herzel, H. (2006). Voice Instabilities due to Source-Tract Interactions. *Acta Acustica*, 92(3), 468–475.

- Hauschildt, S. (2006). *Akustische Eigenschaften von Säuglingslauten bei eingesetzter versus nicht eingesetzter Oberkieferplatte - ein Beitrag zur Untersuchung des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die vorsprachliche Entwicklung von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Hocevar-Boltezar, I., Jarc, A. & Kozelj, V. (2006). Ear, nose and voice problems in children with orofacial clefts. *The Journal of laryngology and otology*, 120(4), 276–281.
- Jiang, J. & Tao, C. (2007). The minimum glottal airflow to initiate vocal fold oscillation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121(5), 2873–2881.
- Jocelyn, L. J., Penko, M. A. & Rode, H. L. (1996). Cognition, communication, and hearing in young children with cleft lip and palate and in control children: a longitudinal study. *Pediatrics*, 97(4), 529–534.
- Keiichi, A., Hajime, S., Akira, A., Toshimoto, T., Rika, K., Taku, I., Joji, N., Tsutomu, H., Toshiyuki, N., Gosei, U., Yoshihiko, N. & Takako, M. (2005). Clinical Effects of Hotz Palatal Plate on the Patients with Cleft Lip and Palate. *Ryukyu Medical Journal*, 24(3/4), 137–147.
- Kempf, A. (2009). *Untersuchung des Beginns artikulatorischer Vorgänge in den Lautproduktionen von Säuglingen mit orofazialen Spalten* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Kent, R. D. & Murray, A. D. (1982). Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6, and 9 months. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 72(2), 353–365.
- Koch, J., Koch, H., Grzonka, M. & Gundlach, K. K. H. (2003). Die LKGS(N)-Spalten und ihre Kodierung mit der LAHS-Nomenklatur. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 7(6), 339–344.
- Kuehn, D. P. & Moller, K. T. (2000). Speech and Language Issues in the Cleft Palate Population: The State of the Art. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 37(4), 348.1–348.35.
- Lind, K. (1999). *Ontogenetische Entwicklung vorsprachlicher Lautäußerungen in den ersten 3 Lebensmonaten* [Diplomarbeit]. Humboldt-Universität, Berlin.
- Lynch, M. P., Oller, D. K., Steffens, M. L. & Buder, E. H. (1995). Phrasing in prelinguistic vocalizations. *Developmental psychobiology*, 28(1), 3–25.
- Massengill, R. (1969). Cry characteristics in cleft-palate neonates. *Journal of the Acoustical Society of America*, 45(3), 782–784.
- McNeil, C. K. (1956). Congenital oral deformities. *British Dental Journal*, 101, 191–198.
- Mende, W., Herzel, H. & Wermke, K. (1990a). Bifurcations and chaos in newborn infant cries. *Physics Letters A*, 145(8-9), 418–424.

- Mergell, P. & Herzel, H. (1997). Modelling biphonation — The role of the vocal tract. *Speech Communication*, 22(2-3), 141–154.
- Miller, D. G. & Schutte, H. K. (2005). ‚Mixing‘ the registers: glottal source or vocal tract? *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 57(5-6), 278–291.
- Morris, H. & Ozanne, A. (2003). Phonetic, Phonological, and Language Skills of Children With a Cleft Palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 40(5), 460–470.
- Mühler, G. (1996). Die Schreiperiode von Säuglingen mit Gaumen- und Segelspalten. *Stimme Sprache Gehör*, 20, 66–71.
- Neumann, K., Schunda, P., Hoth, S. & Euler, H. A. (2005). The Interplay between Glottis and Vocal Tract during the Male Passaggio. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 57, 308–327.
- O’Gara, M. M. & Logemann, J. A. (1988). Phonetic analyses of the speech development of babies with cleft palate. *The Cleft palate journal*, 25(2), 122–134.
- Oller, D. K. (2000). *The Emergence of the Speech Capacity* (1. Aufl.). Psychology Press.
- Ostermann, T. (2010). *Die Analyse segmentierter vorsprachlicher Melodiestrukturen von Säuglingen mit orofazialen Spalten im Alter von 2 - 3 Monaten* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Peterson-Falzone, S. J., Karnell, M. P. & Hardin-Jones, M. A. (2010). *Cleft Palate Speech* (4. Aufl.). Elsevier Mosby.
- Poliklinik für Kieferorthopädie des UKW. (2022). *Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten*. <https://www.ukw.de/kieferorthopaedie/schwerpunkte/spezifische-krankheitsbilder/lippen-kiefer-gaumen-segelspalten/> (zitiert am 19.02.2023).
- Richman, L. C. (1997). Facial and speech relationships to behavior of children with clefts across three age levels. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 34(5), 390–395.
- Richman, L. C., Eliason, M. J. & Lindgren, S. D. (1988). Reading disability in children with clefts. *The Cleft palate journal*, 25(1), 21–25.
- Richman, L. C. & Ryan, S. M. (2003). Do the Reading Disabilities of Children With Cleft Fit into Current Models of Developmental Dyslexia? *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 40(2), 154–157.
- Robb, M. P., Yavarzadeh, F., Schluter, P. J., Voit, V., Shehata-Dieler, W. & Wermke, K. (2020). Laryngeal Constriction Phenomena in Infant Vocalizations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63, 49–58.
- Schenk, J. (2022). *Vergleich laryngealer Konstriktionsphänomene in Komfortvokalisationen normalhörender und hochgradig hörbeeinträchtigter Säuglinge im 3.-5. Lebensmonat* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.

- Scherer, N. J. & D'Antonio, L. L. (1995). Parent questionnaire for screening early language development in children with cleft palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 32(1), 7–13.
- Schönweiler, R., Lisson, J. A., Schönweiler, B., Eckardt, A., Ptok, M., Tränkmann, J. & Hausamen, J. (1999). A retrospective study of hearing, speech and language function in children with clefts following palatoplasty and veloplasty procedures at 18–24 months of age. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 50(3), 205–217.
- Schönweiler, R., Schönweiler, B., Schmelzeisen, R. & Ptok, M. (1995). Sprach- und Sprechleistungen bei 417 Kindern mit Spaltbildungen. *Fortschritte der Kieferorthopädie*, 56(1), 1–6.
- Schultz-Coulon, H.-J. (1976). Zur Bedeutung der kinästhetisch-reflektorischen Phonationskontrolle für die Genauigkeit der Stimme. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 28(6), 335–348.
- Schwenzer, N. & Ehrenfeld, M. (Hrsg.). (2011). *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde: Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie* (4. Aufl.). Thieme, Stuttgart, Deutschland.
- Shriberg, L. D., Flipsen, P., Thielke, H., Kwiatkowski, J., Kertoy, M. K., Katcher, M. L., Nellis, R. A. & Block, M. G. (2000). Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusion: two retrospective studies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(1), 79–99.
- Stark, R. E. (1981). Infant Vocalization: A Comprehensive View. *Infant Mental Health Journal*, 2(2), 118–128.
- Stark, R. E., Rose, S. N. & McLagen, M. (1975). Features of infant sounds: the first eight weeks of life. *Journal of Child Language*, 2(2), 205–221.
- Steck-Walter, S. M. (2007). *Quantitative Strukturanalyse vorsprachlicher Vokalisationen von Säuglingen mit orofazialen Spalten im zweiten Lebenshalbjahr bei kieferorthopädischer Frühbehandlung* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Svec, J. G., Schutte, H. K. & Miller, D. G. (1999). On pitch jumps between chest and falsetto registers in voice: Data from living and excised human larynges. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(3), 1523–1531.
- Thurman, L., Welch, G., Theimer, A. & Klitzke, C. (Oktober 2004). *Addressing Vocal Register Discrepancies: An Alternative, Science-Based Theory Of Register Phenomena*. National Center for Voice and Speech. Second International Conference, The Physiology and Acoustics of Singing, Denver, Colorado, USA.
- Titze, I. R. (April 1994). *Voice Quality*. National Center for Voice and Speech. 8th Vocal Fold Physiology Conference, Kurume-shi, Japan.
- Titze, I. R. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(5), 2733–2749.

- Titze, I. R., Riede, T. & Popolo, P. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Vocal exercises. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(4), 1902–1915.
- Wagner, K. H. (2004, 5. Februar). *Einführung in die Phonetik und Phonologie: Der Phonationsprozess*. Universität Bremen. Phonetik und Phonologie, Bremen, Deutschland.
- Wermke, K. (2002). *Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten* [Habilitation]. Humboldt-Universität, Berlin.
- Wermke, K., Birr, M., Voelter, C., Shehata-Dieler, W., Jurkutat, A., Wermke, P. & Stellzig-Eisenhauer, A. (2011). Cry Melody in 2-Month-Old Infants With and Without Clefts. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 48(3), 321–330.
- Wermke, K., Hauser, C., Komposch, G. & Stellzig-Eisenhauer, A. (2002). Spectral Analysis of Prespeech Sounds (Spontaneous Cries) in Infants With Unilateral Cleft Lip and Palate (UCLP): A Pilot Study. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 39(3), 285–294.
- 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. (1994). Ontogenetic development of infant cry- and noncry vocalizations as early stages of speech abilities. In R. Aulanko & A. M. Korpijaakko-Huuhka (Hrsg.), *Third Congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association* (181–189). Department of Phonetics, University of Helsinki, Finland.
- Wermke, K. & Mende, W. (2009). Musical elements in human infants' cries: In the beginning is the melody. *Musicae Scientiae, Special Issue on Music and Evolution*, 13, 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). Oxford University Press.
- Wermke, K. & Mende, W. (2016). From Melodious Cries to Articulated Sounds: Melody at the Root of Language Acquisition. In M. C. Fonseca Mora & M. Gant (Hrsg.), *Melodies, rhythm and cognition in foreign language learning* (S. 24–47). Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne, England.
- Yavarzadeh, F. (2020). *Auftreten laryngealer Konstriktionsphänomene in verschiedenen Vokalisationstypen der ersten 7 Lebensmonate bei Säuglingen ohne Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten* [Dissertation]. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Zañartu, M., Mongeau, L. & Wodicka, G. R. (2007). Influence of acoustic loading on an effective single mass model of the vocal folds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(2), 1119–1129.

- Zeipert, B. (2004). *Vorsprachliche Lautäußerungen (Säuglingsschreie) von Kindern mit Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten im ersten Lebenshalbjahr - eine Längsschnittstudie* [Dissertation]. Humboldt-Universität, Berlin.
- Zhang, Z., Neubauer, J. & Berry, D. A. (2006b). Aerodynamically and acoustically driven modes of vibration in a physical model of the vocal folds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 120(5), 2841–2849.
- Zhang, Z., Neubauer, J. & Berry, D. A. (2006a). The influence of subglottal acoustics on laboratory models of phonation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(3), 1558–1569.

Appendix

I Abkürzungsverzeichnis

BERA	Brainstream Electric Response Audiometry
bLKGS_mP	Gaumenspalte und beidseitige Lippen-(Kiefer)spalte mit Plattentherapie
CDAP	Cry-Data-Analysis-Program
CI	Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
CSL	Computerized Speech Lab
dB	Dezibel
eLKGS_mP	Gaumenspalte und einseitige Lippen-Kieferspalte mit Plattentherapie
e.	einzelne
e.laK	einzelne laryngeale Konstriktion
g	Gramm
GEE	Generalized Estimating Equations (Verallgemeinerte Schätzungsgleichungen)
Hz	Hertz
IGS_mP	Isolierte Gaumenspalte mit Plattentherapie
IGS_oP	Isolierte Gaumenspalte ohne Plattentherapie
laK	laryngeale Konstriktion/en
LAM	Modell des laryngealen Artikulators (John Esling)
LKGS	Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten
m	männlich
m	Meter
m.	mehrere
m.laK	mehrere laryngeale Konstriktionen
n	Anzahl der Fälle
PK	Plattenkondition
PK X	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme getragen
PK Y	Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme nicht getragen
PK Z	Neu eingeschliffene Gaumenplatte wurde bei Lautaufnahme Getragen
s	Sekunde
SD	Standardabweichung

SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UKW	Universitätsklinikum Würzburg
vSSW	vollendete Schwangerschaftswoche
w	weiblich
ZVES	Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals aus dem CDAP-Albenmodus	18
Abbildung 2:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit phonatorischen Rauschanteilen.....	21
Abbildung 3:	Graduierung laryngealer Konstriktionen in der vorliegenden Arbeit.....	23
Abbildung 4:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsformen A und B	24
Abbildung 5:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion der Ausprägungsform C	24
Abbildung 6:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion der Ausprägungsform D	25
Abbildung 7:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals mit laryngealen Konstriktionen der Ausprägungsform E	25
Abbildung 8:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A	28
Abbildung 9:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie Muv	28
Abbildung 10:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie Mv	29
Abbildung 11:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie mMuv	29
Abbildung 12:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie mMv	30
Abbildung 13:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie mMmix	30
Abbildung 14:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A_Muv	31

Abbildung 15:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A_Mv	31
Abbildung 16:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A_mMuv	32
Abbildung 17:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A_mMv	32
Abbildung 18:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie A_mMmix	33
Abbildung 19:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie „ Fuzzy “	34
Abbildung 20:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie Sonderform (SF)	34
Abbildung 21:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie Sonderform (SF)	35
Abbildung 22:	Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) und Zeitbereichsdarstellung (Pegel) eines Einzelsignals der Kategorie Sonderform (SF)	35
Abbildung 23:	Schematische Darstellung der Cursorpositionen in der Zeitbereichsdarstellung (Pegel) für die temporale Vermessung eines Einzelsignals mit laryngealer Konstriktion	37
Abbildung 24:	Cursorpositionen im Frequenzspektrogramm (0-4000 Hertz) für die temporale Vermessung einer laryngealen Konstriktion im Falle eines kontinuierlichen Übergangs ohne Oszillationsunterbrechung in der Zeitbereichsdarstellung (Pegel)....	38
Abbildung 25:	Boxplotdiagramm zu den prozentualen Aufttrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP	46
Abbildung 26:	Boxplotdiagramm zu den prozentualen Aufttrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3	47
Abbildung 27:	Boxplotdiagramm zu den prozentualen Aufttrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe	49
Abbildung 28:	Boxplotdiagramm zu den prozentualen Aufttrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP	54
Abbildung 29:	Boxplotdiagramm zu den prozentualen Aufttrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3	55

Abbildung 30:	Boxplotdiagramme zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe – IGS_mP (links oben), eLKGS_mP (rechts oben), bLKGS_mP (links unten)	58
Abbildung 31:	Gestapeltes Säulendiagramm zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Gruppe	60
Abbildung 32:	Gestapelte Flächendiagramme zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Lebensmonat im gesamten Säuglingskollektiv (links oben) und in den einzelnen Gruppen – IGS_mP (rechts oben), eLKGS_mP (links unten), bLKGS_mP (rechts unten)	62
Abbildung 33:	Boxplotdiagramme zu den prozentualen Anteilen der Summe der laK-Längen eines Einzelsignal an der Einzelsignalgesamtlänge je Gruppe (oben) und Lebensmonat (unten)	66

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der 27 Säuglinge, ihres Spalttyps, ihres biologischen Geschlechts sowie deren Zuordnung zur entsprechenden Gruppe	9
Tabelle 2:	Übersicht der 27 Säuglinge, der Anzahl ihrer Einzelsignale unter der jeweiligen Plattenkondition (PK) sowie ihrer Gesamtsignanzahl mit Angabe der stattgefundenen Aufnahmetage in Klammern	11
Tabelle 3:	Übersicht der 27 Säuglinge, der Anzahl ihrer Einzelsignale im jeweiligen Lebensmonat sowie ihrer Gesamtsignanzahl mit Angabe der stattgefundenen Aufnahmetage in Klammern.....	12
Tabelle 4:	Übersicht der anthropometrischen Daten und Entwicklungsbesonderheiten der 27 Säuglinge zum Zeitpunkt ihrer Geburt	14
Tabelle 5:	Hörbefunde aus dem ersten Lebenshalbjahr der Säuglinge ¹	16
Tabelle 6:	Kategorisierung der ausgewählten Einzelsignale mit laryngealen Konstriktionen.....	27
Tabelle 7:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht	42
Tabelle 8:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling und Lebensmonat, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht	43
Tabelle 9:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP, bLKGS_mP und aller 24 Säuglinge	45
Tabelle 10:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3	46
Tabelle 11:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe	48
Tabelle 12:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> e.laK, m.laK bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht	50
Tabelle 13:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> e.laK, m.laK bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling und Lebensmonat, sowie Angaben zu Gruppe und biologischem Geschlecht	51
Tabelle 14:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK der Gruppen IGS_mP, eLKGS_mP und bLKGS_mP	53

Tabelle 15:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen mit e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3	55
Tabelle 16:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK in den Lebensmonaten 1, 2 und 3 je Gruppe.....	57
Tabelle 17:	Absolute und prozentuale Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Gruppe, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Säuglinge (n)	59
Tabelle 18:	Absolute und prozentuale Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Lebensmonat im gesamten Säuglingskollektiv und in den einzelnen Gruppen, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Säuglinge (n).....	61
Tabelle 19:	Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Kategorie sowohl für alle Säuglinge als auch für die einzelnen Gruppen und Lebensmonate, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Einzelsignale und Säuglinge (n).....	64
Tabelle 20:	Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen und Gesamtlängen der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Gruppe und Lebensmonat, sowie Angabe zur jeweiligen Anzahl der Einzelsignale und Säuglinge (n)	65
Tabelle 21:	Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> laK) der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> mindestens einer laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n).....	68
Tabelle 22:	Ergebnisse der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> mindestens einer laK für die gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale, sowie Angaben zur jeweiligen Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale	69
Tabelle 23:	Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> laK) des GEE-Modells zur statistischen Analyse der ungepaarten PK X/Y Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> mindestens einer laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n).....	70
Tabelle 24:	Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> mindestens einer laK für die ungepaarten PK X/Y Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale	71
Tabelle 25:	Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK) der GEE-Modelle zur statistischen Analyse der gepaarten PK X/Y und Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> m.laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)	72

Tabelle 26:	Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> m.laK für die gepaarten PK X/Y Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale	73
Tabelle 27:	Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> m.laK für die gepaarten PK Y/Z Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale	74
Tabelle 28:	Binär codierte Datengrundlage (Einzelsignale <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK) des GEE-Modells zur statistischen Analyse der ungepaarten PK Y/Z Einzelsignale bzgl. der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> m.laK, sowie Angaben zu Gruppe und jeweiliger Anzahl der Säuglinge (n)	75
Tabelle 29:	Ergebnisse des GEE-Modells zur statistischen Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit von Einzelsignalen <u>mit</u> m.laK für die ungepaarten PK Y/Z Einzelsignale, sowie Angabe zur Anzahl der eingeschlossenen Säuglinge und Einzelsignale	76
Tabelle 30:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten und im Gesamtzeitraum, sowie Angabe zum biologischen Geschlecht	77
Tabelle 31:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> laK der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten sowie im Gesamtzeitraum	77
Tabelle 32:	Übersicht der absoluten und prozentualen Auftrittshäufigkeiten der Einzelsignale <u>mit</u> e.laK, m.laK bzw. <u>ohne</u> laK je Säugling der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten und im Gesamtzeitraum, sowie Angabe zum biologischen Geschlecht	78
Tabelle 33:	Deskriptive Statistik zu den prozentualen Auftrittshäufigkeiten von Einzelsignalen <u>mit</u> e.laK bzw. m.laK der Gruppe IGS_oP in den einzelnen Lebensmonaten sowie im Gesamtzeitraum	79
Tabelle 34:	Absolute und prozentuale Auftrittshäufigkeiten der 13 Kategorien der Einzelsignale <u>mit</u> laK sowie deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen der Einzelsignale <u>mit</u> laK je Kategorie für die Gruppe IGS_oP	80
Tabelle 35:	Deskriptive Statistik zu den durchschnittlichen laK-Längen und Gesamtlängen der Einzelsignale <u>mit</u> laK der Gruppe IGS_oP, sowie Angabe zur Anzahl der Einzelsignale	81
Tabelle 36:	Deskriptive Statistik der laK-Längen je Säugling sowie Angabe zur Anzahl der laK je Säugling	
Tabelle 37:	Deskriptive Statistik der Einzelsignallängen je Säugling sowie Angabe zur Anzahl der Einzelsignale je Säugling	

IV Danksagung

Zunächst einmal möchte ich mich herzlich bei Frau Professorin Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer, Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg, und bei Frau Professorin Dr. Kathleen Wermke, Leiterin des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES), bedanken. Beide haben mir dieses Promotionsprojekt erst ermöglicht.

Frau Professorin Dr. Kathleen Wermke danke ich besonders für Ihr außerordentliches Engagement und ihre tatkräftige Unterstützung bei der Verwirklichung meines Promotionsvorhabens. Hervorzuheben sind an dieser Stelle der regelmäßige fachliche und persönliche Austausch während meiner gesamten Promotionszeit, der mich immer wieder bestärkt und vorangebracht hat.

Herrn Peter Wermke danke ich für seine zuverlässige und kompetente Unterstützung bei der Datenverwaltung und -aufbereitung. Insbesondere seine Kurse zur Anwendung von Microsoft Word und Excel und seine Hilfsbereitschaft bei der Lösung von EDV-Problemen ermöglichten einen reibungslosen Arbeitsablauf.

Mein weiterer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZVES für das gegenseitige Vertrauen und die gute Zusammenarbeit. Im Besonderen möchte ich mich bei meiner Freundin und Projektmitstreiterin Pauline Hammerstädt bedanken. Uns verbindet rückblickend eine schöne Zeit am ZVES, in der wir uns immer tatkräftig zur Seite standen und uns gemeinsam weiterentwickelt haben.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinem Freund Flo bedanken, auf den ich mich bedingungslos verlassen kann und der, trotz aller Höhen und Tiefen, immer an mich glaubt und mich liebevoll unterstützt.

Zuletzt gehört ein großes Dankeschön meinen Eltern und meiner Schwester, die mir in jeder Lebenslage eine große Stütze sind und mir diesen Weg überhaupt ermöglicht haben.

V Eigene Veröffentlichung

Eine Publikation mit Ergebnissen der vorliegenden Arbeit sowie Teilergebnissen der Arbeit von Pauline Hammerstädt, um den gesamten Längsschnitt der Lebensmonate 1 bis 6 darzustellen, befindet sich unter dem Titel „Laryngeal constriction phenomena in vocalizations of infants with orofacial clefts“ für das *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* derzeit in Vorbereitung.

VI Ergänzende Anlage

Anlage 1 Ergänzende Tabellen zum Kapitel 3.4

Tabelle 36: Deskriptive Statistik der laK-Längen je Säugling sowie Angabe zur Anzahl der laK je Säugling

Säugling	Anzahl laK	laK-Länge [s]			
		Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
AA	36	0,59 (\pm 0,60)	0,31	0,10	2,29
AB	6	0,43 (\pm 0,35)	0,36	0,09	1,05
AC	5	0,14 (\pm 0,03)	0,14	0,10	0,17
BA	120	0,52 (\pm 0,48)	0,34	0,07	1,96
BB	61	0,62 (\pm 0,79)	0,39	0,08	4,97
BC	53	0,38 (\pm 0,37)	0,26	0,05	1,59
BD	94	0,41 (\pm 0,35)	0,29	0,05	2,08
BE	83	0,45 (\pm 0,33)	0,37	0,10	1,53
BF	138	0,36 (\pm 0,23)	0,30	0,06	1,20
BG	49	0,40 (\pm 0,41)	0,26	0,11	2,26
BH	94	0,25 (\pm 0,21)	0,17	0,04	1,10
BI	87	0,49 (\pm 0,39)	0,44	0,05	2,26
CA	62	0,39 (\pm 0,31)	0,30	0,07	1,61
CB	78	0,41 (\pm 0,31)	0,34	0,08	1,56
CC	163	0,48 (\pm 0,47)	0,33	0,04	2,88
CD	123	0,39 (\pm 0,39)	0,24	0,03	2,00
CE	148	0,36 (\pm 0,26)	0,30	0,04	1,26
CF	74	0,53 (\pm 0,50)	0,39	0,05	2,63
CG	53	0,22 (\pm 0,20)	0,14	0,07	1,02
CH	117	0,42 (\pm 0,40)	0,26	0,03	2,07
CI	64	0,36 (\pm 0,32)	0,23	0,05	1,57
CJ	12	0,33 (\pm 0,19)	0,31	0,10	0,76
CK	46	0,40 (\pm 0,32)	0,26	0,07	1,32
DA	177	0,33 (\pm 0,27)	0,23	0,05	1,65
DB	51	0,25 (\pm 0,18)	0,20	0,04	0,81
DC	137	0,47 (\pm 0,32)	0,44	0,04	1,75
DD	119	0,30 (\pm 0,22)	0,20	0,05	1,18

laK laryngeale Konstriktion/en
 laK-Länge Länge einer laryngealen Konstriktion
 s Sekunde
 SD Standardabweichung

Tabelle 37: Deskriptive Statistik der Einzelsignallängen je Säugling sowie Angabe zur Anzahl der Einzelsignale je Säugling

Säugling	Anzahl		Einzelsignallänge [s]		
	Einzelsignale	Mittelwert (\pm SD)	Median	Minimum	Maximum
AA	31	1,58 (\pm 1,06)	1,15	0,46	4,09
AB	6	1,04 (\pm 0,55)	0,81	0,53	1,81
AC	5	1,48 (\pm 0,37)	1,52	1,08	1,84
BA	91	1,66 (\pm 0,82)	1,55	0,39	4,01
BB	43	2,10 (\pm 1,35)	1,86	0,49	8,95
BC	35	1,87 (\pm 1,46)	1,35	0,51	8,35
BD	72	1,35 (\pm 0,90)	1,06	0,41	4,49
BE	65	1,73 (\pm 1,04)	1,45	0,52	5,55
BF	96	1,36 (\pm 0,63)	1,24	0,42	3,16
BG	47	2,32 (\pm 0,61)	2,26	1,07	3,76
BH	77	1,97 (\pm 0,69)	1,79	0,72	4,34
BI	75	1,47 (\pm 0,66)	1,34	0,51	3,11
CA	47	1,59 (\pm 0,80)	1,43	0,36	3,82
CB	60	2,43 (\pm 1,32)	2,31	0,53	7,31
CC	130	1,47 (\pm 0,83)	1,21	0,44	4,13
CD	97	1,73 (\pm 0,91)	1,46	0,31	4,64
CE	109	1,95 (\pm 0,77)	1,83	0,56	4,15
CF	53	1,76 (\pm 0,92)	1,56	0,54	4,14
CG	43	2,02 (\pm 0,85)	1,96	0,80	4,45
CH	102	1,72 (\pm 0,91)	1,53	0,44	5,14
CI	59	1,45 (\pm 1,00)	1,14	0,32	6,97
CJ	11	1,27 (\pm 0,83)	1,17	0,37	2,63
CK	34	1,57 (\pm 0,69)	1,75	0,41	2,71
DA	152	2,14 (\pm 0,80)	1,92	1,09	7,45
DB	43	1,46 (\pm 0,83)	1,35	0,41	3,43
DC	114	2,14 (\pm 1,14)	2,00	0,41	5,68
DD	84	2,05 (\pm 0,85)	2,02	0,74	4,99

s
SD

Sekunde
Standardabweichung