

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kiefergesundheit

der Universität Würzburg

Poliklinik für Kieferorthopädie

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

**Der Erwerb prosodischer Grundbausteine im Rahmen der vorsprachlichen Entwicklung -
Schreieigenschaften Neugeborener von Müttern mit einer Tonakzentsprache (Japanisch) oder
einer tonalen Sprache (Lamnso)**

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Susanne Reich

aus Leipzig

Würzburg, Dezember 2022

Referentin: Professorin Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

Korreferent bzw. Korreferentin: Professorin Dr. med. Wafaa Shehata-Dieler

Dekan: Professor Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 05.12.2022

Die Promovendin ist Zahnärztin.

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung	6
2	Material und Methoden	7
2.1	Ethische Aspekte und methodisches Design	7
2.2	Einschlusskriterien und Beschreibungen der Sprachgruppen	8
2.2.1	Einschlusskriterien	8
2.2.2	Sprachgruppencharakterisierung	9
2.3	Datenbasis	14
2.3.1	Datenvoranalyse und finaler Datensatz	16
2.4	Melodieberechnung	19
2.4.1	Ermittlung von Melodiestrukturkategorien und Melodietypisierung	20
2.5	Melodieintervallanalyse	21
2.5.1	Intervallvermessung und strukturelle Analyse	23
2.5.2	Messgrößen der Intervallstruktur und des Melodiebogens	24
2.5.3	Intervallcodes (-x-)	25
2.5.4	Intervallkomplexitätsindex (ICI)	26
2.5.5	Berechnung der Frequenzverhältnisse (Frequenzratio)	26
2.6	Reliabilität der Intervallvermessung	29
2.7	Statistische Auswertung	30
3	Ergebnisse	32
3.1	Auftrittshäufigkeit von Melodien mit und ohne Intervall	32
3.2	Auftrittshäufigkeit von Melodien mit komplexen Intervallen und ICI	35
3.2.1	Ergebnisse der Intervallkomplexitätsindices (ICI)	36
3.3	Verteilung der Melodien auf die Melodiestrukturkategorien	38
3.4	Ergebnis der Intervallanalyse aller Intervalle	40
3.4.1	Häufigkeitsverteilung der identifizierten Intervallcodes	40
3.4.2	Richtung der identifizierten Intervalle	43
3.4.3	Häufigkeitsverteilung der Intervallgröße	44
3.5	Intervallanalyse im einfachen Bogen (1B)	46
3.5.1	Häufigkeitsverteilung der Intervallcodes im einfachen Bogen (1B)	47
3.5.2	Melodiegesamtlänge bei 1B-Strukturen	48
3.6	Ergebnisse des Einzelintervalls im einfachen Bogen (1B)	49
3.6.1	Melodiegesamtlänge und Intervalllänge von einbögigen Melodiestrukturen (1B) mit Einzelintervall	49
3.6.2	Verlaufsrichtung der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien	55
3.6.3	Intervallgröße von Einzelintervallen -1- in 1B-Melodien	56

3.6.4	Dokumentation der Verteilung der Längen aller vorderen Intervallplateaus und hinteren Plateaus in Einzelintervallen einböiger Melodiestrukturen sowie deren Übergänge	58
3.6.5	Ergebnis der Untersuchung der Intervallübergangslängen	61
3.6.6	Längen- und Frequenzverhältnisse	63
3.6.7	Übergangsgeschwindigkeit der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien ...	66
3.7	Beobachtete typische Positionen von komplexen Intervallstrukturen innerhalb der Melodien	68
3.7.1	Intervalle über Segmentierungspausen hinweg	69
3.7.2	Intervallkombination „U“-Form	70
3.7.3	Intervallkombination „Hut“-Form	71
3.7.4	Komplexe Intervallkombinationen.....	71
4	Diskussion	75
4.1	Vergleich der Auftrittshäufigkeiten von Melodien mit und ohne Intervall bei Neugeborenen unterschiedlicher Umgebungssprachen	76
4.2	Vergleich der Auftrittshäufigkeiten von Melodien mit komplexen Intervallen bei Neugeborenen unterschiedlicher Umgebungssprachen	77
4.3	Vorkommen von Melodieintervallen in den verschiedenen Melodiestrukturkategorien.....	79
4.4	Kombinationsmuster von Melodieintervallen in spontanen Säuglingsschreien	81
4.5	Intervallgrößen.....	82
4.6	Vermessung von Intervalleinzelementen.....	84
4.7	Limitationen	87
5	Zusammenfassung.....	89
	Literaturverzeichnis	90
	I Abkürzungsverzeichnis	
	II Abbildungsverzeichnis	
	III Tabellenverzeichnis	
	IV Anhang	
	V Danksagung	
	VI Lebenslauf	

1 Einleitung

Wer fremde Sprachen nicht kennt, weiß nichts von seiner eigenen.

(J. W. von Goethe)

Eine der aussagekräftigsten Messgrößen der vokalen Kontrolle in der Lautproduktion Neugeborener ist die Zeitfunktion der Grundfrequenz (d.h., die Melodie). Um die inzwischen vielfach dokumentierte melodische Variabilität im spontanen Säuglingsweinen (Birr, 2009; Lind, 2007; Risse, 2010; Wermke, 2002) zu erklären, gehen jüngste Modelle der Forschung im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES, Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg von einer frühreifen respiratorisch-laryngealen Koordinationsfähigkeit bei gesunden Neugeborenen aus (Ross, 2021; Wermke et al., 2021). Dabei sind diese melodisch-rhythmischen Eigenschaften der spontanen Säuglingsschreie - also Weinen, das nicht durch Schmerzreize ausgelöst wird - zur Einschätzung der vokalen Kontrollkapazität bei Säuglingen geeignet. Um diese Kontrollfähigkeit zu charakterisieren, wurde bisher vorrangig die Gesamtgestalt der Melodie (Melodiestrukturkategorie) verwendet (Dirauf, 2010; Myrcik, 2018). Obwohl sich die Melodiekomplexität erst im Verlauf der ersten Lebenswochen erhöht (Birr, 2009), zeigten Neugeborene, die nicht mit deutscher Umgebungssprache aufwuchsen, auch bereits in der ersten Woche komplexere Formen (Dahlem, 2008; Prochnow, 2013). Unter Komplexität ist dabei gemeint, dass die Melodien aus mehr als einfachen steigend-fallenden Bögen bestehen. So konnten Dahlem (2008) für Neugeborene mit japanischer Umgebungssprache und Prochnow (2013) für Neugeborene mit schwedischer Umgebungssprache einen wesentlichen Anteil solcher komplexer Formen im Vergleich mit deutscher Umgebungssprache finden. Diese Befunde bedeuten nicht, dass japanische und schwedische Neugeborene eine höhere vokale Kontrollfähigkeit besitzen als die Neugeborenen der Kontrollgruppe mit deutscher Umgebungssprache. Die Interpretation dieser Befunde basiert auf der Annahme, dass die Neugeborenen ihre Schreimelodien durch die intrauterin gehörten mütterlichen Sprachmelodien modifizieren können (Mampe-Keller, 2013).

Im dritten Schwangerschaftstrimester ist der Fötus in der Lage, auditiv Geräusche und speziell die Stimme der Mutter wahrzunehmen (Birnholtz und Benacerraf, 1983; Brezinka

et al., 1997; DeCasper et al., 1994). Graven und Browne (2008) beschreiben, dass der Zeitraum von der 25. Schwangerschaftswoche bis zum Alter von 5 bis 6 Monaten für die Entwicklung des neurosensorischen Teils des Gehörs von entscheidender Bedeutung ist. Zu den Stimulatoren des sich entwickelnden auditiven Systems gehören die Sprache, Musik und andere bedeutungsvolle Umweltgeräusche. In einer Studie mit schlafenden Neugeborenen konnte gezeigt werden, dass die Sensibilität für prosodische Eigenschaften der Sprache bereits ab der Geburt vorhanden ist (Sambeth et al., 2008). Grundlage für sogenannte prosodische Eigenschaften der Sprache bilden nach Kohler (1995, S.14): „Tonhöhenverlauf, Lautstärke, Betonungsabstufung, Tempo, Stimmlage, allgemeine Stimmqualität“. Akustische Messgrößen der Prosodie sind die Grundfrequenz (F0), die Melodie als Zeitfunktion der Grundfrequenz, die Intensität, die zeitliche Dauer und die spektralen Merkmale (Ladd, 2008).

Musik, die die Mutter während der Schwangerschaft hört oder selbst produziert, sowie charakteristische Umgebungsgeräusche hinterlassen ebenfalls Gedächtnisspuren im auditiven System. Die intrauterinen Erfahrungen mit der internen und externen auditorischen Umgebung prägen die spätere Hörentwicklung und vielleicht sogar musikalische Präferenzen (Ullal-Gupta et al., 2013).

Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass nicht nur die auditive Wahrnehmung frühzeitig beginnt, sondern auch die Lautproduktionsentwicklung bereits bei Föten Auffälligkeiten aufweist. In Ultraschalluntersuchungen von Föten im dritten Schwangerschaftstrimester wurden spezifische Mundbewegungen als Reaktion auf auditive Stimuli nachgewiesen (Reissland et al., 2016).

In einer Studie mit Neugeborenen wurde beim Hören der pränatal wahrgenommenen Muttersprache mittels Nahinfrarotspektroskopie eine höhere Hirnaktivität nachgewiesen als beim Hören einer unbekanntem Sprache (May et al., 2011). Es konnte ebenfalls bei Neugeborenen gezeigt werden, dass vor allem die linke Hirnhälfte, die für die Sprachprozessierung verantwortlich ist, aktiv auf die Muttersprache reagiert (Pena et al., 2003). Dies lässt den Rückschluss zu, dass die intrauterine Hörerfahrung eine neurophysiologische Verbindung zwischen Ohr und orofazialer Muskulatur hergestellt hat.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass das Erlernen melodisch-rhythmischer Sprachelemente bereits intrauterin beginnt. Wie eine vergleichende Analyse spontan geäußerter Schreilaute schwedischer und deutscher Neugeborener zeigen konnte, wirkt sich die pränatale Perzeption der prosodischen Eigenschaften der mütterlichen Sprache auf die Melodieentwicklung der Lautproduktion Neugeborener aus (Prochnow, 2013).

Schwedisch und Japanisch gehören zu den sogenannten Ton-Akzent-Sprachen, die aufgrund ihrer Tonakzente im Vergleich zum Deutschen eine stärkere Variation der Sprachmelodie aufweisen (Lindqvist, 2007) und davon ausgegangen werden kann, dass diese vom Fetus wahrgenommen wird. Diese Tonakzente werden im zeitlichen Verlauf der Grundfrequenz (F0) durch Melodiegipfel gezeigt (Prochnow, 2013). Die Tonakzente verändern die Bedeutung von Worten, das heißt, der Verlauf der Grundfrequenz verändert den Inhalt des Gesagten (Elert, 1972). Ton-Akzent-Sprachen sind durch eine kleine Anzahl kontrastierender (lexikalischer) Töne gekennzeichnet (Yip, 2002). Schwedisch und Japanisch nutzen jeweils zwei tonale Wortakzente zusätzlich zur Wortbetonung (Bruce und Engstrand, 2006; Kubozono, 2008). Während Japanisch den Akzent auf Silben ausschließlich melodisch durch Tonhöhenverläufe (pitch movements) bewältigt (vgl. Kapitel 4.1), nutzt Schwedisch zusätzlich sogenannte Druckakzente (stresses) (Ladd, 2008). Nach McCawley (1978) hat die Tonhöhe im Japanischen zwei Charakteristika: das Erste ist die lexikalische Information, das Zweite gibt die phonologischen Regeln für das Anwenden der Akzente an. Es gibt im Japanischen viele Dialekte, auch akzentfreie sind bekannt (Warner, 1997).

In tonalen Sprachen, wie Lamnso, Mandarin oder Thai, nehmen Wörter verschiedene lexikalische und grammatikalische Bedeutungen an (Do, 2011), abhängig von der Intonation, also der Sprechmelodie. Diese Sprachen haben lexikalische Töne, die über ihre Tonlage, die Tonhöhe (Register) und den Verlauf des Tones definiert werden. Die Assoziation eines verbalen Etikettes mit einem bestimmten Ton schaffen Personen mit einem absoluten Gehör auf dieselbe Weise, wenn sie beispielsweise der Note „G“ einen bestimmten Ton zuordnen.

Lamnso (übersetzt: „Sprache der Nso“) gehört zu den Sprachen der Grassfield-Bantu Group (TIKAR Group der Nord-West Provinz der Republik Kamerun) (Banboye, 1980). In der Literatur findet man weitere Schreibweisen: Lamnsok, Lamnsoq, Lam-nso Lamnso', Lam Nso und Nso, aus Gründen der Vereinfachung wird in der vorliegenden Arbeit die bereits erwähnte verwendet (Lamnso). Nach Grebe und Grebe (1975) ist es eine einsilbige Sprache mit Registertönen (vgl. Kapitel 4.2), mehrsilbige Wörter sind zusammengesetzt aus einer Kernsilbe und peripheren Silben. Für Substantive gibt es Level- sowie Gleittöne, Verben werden in verschiedene Tonklassen eingeteilt (Grebe und Grebe, 1975). Eine Besonderheit der Sprache Lamnso ist der komplette glottale Stopp gefolgt von einem explosiven Atemausstoß. Der dadurch entstehende „Klick-Laut“ gehört zu bestimmten Worten dazu und ist im Schriftbild mit einem Apostroph gekennzeichnet (Yuka, 2016). Dialektale Unterschiede sind nicht bekannt (Grebe, 1984).

Intonationssprachen bzw. nicht tonale Sprachen wie fast alle germanischen Sprachen (Deutsch), romanische und viele slawische Sprachen nutzen keine tonalen Wortakzente zusätzlich zur Intonation (Bruce und Engstrand, 2006). Die Sprechmelodie wird durch Frequenzmodulation variiert. Dabei wird durch Hervorhebung einzelner Silben oder Wörter die Bedeutung fokussiert, während Phrasierungen Äußerungen unterteilen (Grice und Baumann, 2007).

Die Forschungsarbeiten der jüngeren Zeit haben neben der vergleichsweisen „langsamen“ Frequenzmodulationen, also der Melodiebögen, zusätzlich schnellere vokale Regelleistungen untersucht. Es konnte beobachtet werden, dass die Melodiebögen durch Substrukturen modifiziert auftraten, die in gewisser Weise zu musikalischen Intervallen vergleichbar waren. Erstmals haben das Wermke und Mende 2009 bei 15 monozygoten Zwillingspaaren untersucht (Wermke und Mende, 2009). In dieser Arbeit wurden Frequenzverhältnisse analysiert, ohne dass spezifische Elemente von Intervallen in Form von Plateaus und Übergängen berücksichtigt wurden. Sie fanden Frequenzverhältnisse in Melodiebögen, die zwischen der großen Terz und der verminderten Quinte lagen. Das Postulat des Vorkommens musikalischer Elemente wurde nachfolgend von Weigl (2012) in einer unpublizierten Diplomarbeit aufgegriffen und erweitert. Sie hat erstmalig Intervalle in der Melodie von Säuglingsschreien als melodische Substrukturen definiert, die aus drei Elementen bestehen, einem vorderen Plateau, einem Übergang und einem hinteren Plateau (Intervall) (Weigl, 2012). Damit war eine neue Messgröße zur Einschätzung der Kurzzeitvariabilität der Grundfrequenz (F_0) eingeführt, um das vokale Kontrollsystem an den Grenzen seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen. Dies ergänzte frühere Kurzzeitvariabilitätsgrößen, die sich zwar als geeignet erwiesen hatten, aber deren Auswertung momentan im klinischen Alltag noch nicht durchführbar sind (Fuamenya, 2011). Fortgesetzt wurde dieser neue Forschungsansatz durch Dobnig, Stephan und Ehlert (Dobnig, 2017; Ehlert, 2019; Stephan, 2017), die Säuglingsschreie auf das Auftreten von Intervallen (ITV) untersuchten. Während Dobnig (2017) bei chinesischen und Stephan (2017) bei deutschen Neugeborenen der ersten Lebenswoche Intervalle identifizierten, hat Ehlert (2019) erstmalig auch Säuglingsschreie im Längsschnitt im Alter der ersten vier Monate untersucht. Die Ergebnisse gaben Hinweise darauf, dass die gefundenen Intervallstrukturen laryngeale Regelmechanismen widerspiegeln.

Den Beleg dafür, dass solche Intervallphänomene tatsächlich regelhaft bei gesunden Säuglingen im Alter von einem bis vier Monaten vorkommen, hat Armbrüster (2020)

gebracht (Armbrüster, 2020; Armbrüster et al., 2017; Armbrüster et al., 2020). Nach einer Verschärfung der Messkriterien für Intervalle und mithilfe verallgemeinerter Schätzgleichungen konnte gezeigt werden, dass die Auftrittswahrscheinlichkeit von Melodieintervallen in den ersten sechs Lebenswochen linear zunimmt, zwischen der 6. und 12. Lebenswoche in etwa auf einem Niveau von 80 % der Melodien bleibt, um dann bis zum Ende der 16. Lebenswoche weiter linear bis auf ca. 90 % aller in diesem Alter produzierten Melodien anzusteigen (Armbrüster et al., 2020). Armbrüster (2020) hat auch erstmalig zwischen einfachen und komplexen Melodieintervallen differenziert. Unter komplexen Intervallen sind von ihr alle Intervallkombinationen definiert, die aus mehr als zwei einzelnen Intervallen bestehen. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens komplexer Intervalle im spontanen Weinen gesunder Säuglinge betrug in der ersten Lebenswoche ca. 30 % und stieg nachfolgend linear bis zur 16. Lebenswoche auf über 50 % an (Armbrüster, 2020).

Zusammenfassend kann man festhalten, dass das Auftreten von Melodieintervallen regelhaft ist und einem Entwicklungs- und Reifungsprogramm folgt. Klinisch stellt sich die Frage, ob diese Intervallphänomene und Entwicklungscharakteristika ebenfalls durch die von Neugeborenen gehörten Umgebungssprachen beeinflusst werden. Das zu untersuchen wird helfen, das Phänomen besser zu verstehen. Dobnig (2017) hat einen ersten Ansatz zu einem Vergleich vorgenommen, in dem sie Mandarin zu Deutsch verglichen hatte. In Untersuchungen der Melodiekontur aus Schreilaute von zwei Wochen alten Neugeborenen aus tonaler Sprachumgebung (chinesisch) konnten Intervalle erneut identifiziert werden. Jedoch konnten in der Häufigkeitsverteilung der Intervalle geordnet nach ihren Frequenzverhältnissen keine Sprachumgebungsunterschiede dargestellt werden. Dafür gibt es drei mögliche Interpretationen. Eine Möglichkeit ist, es gibt keine Unterschiede, da das Auftreten von Melodieintervallen ein physiologisch universal auftretendes Phänomen während der Sprachentwicklung ist. Ein weiterer Interpretationsansatz für Dobnigs Ergebnisse könnte sein, dass die Methodik noch nicht ausgereift war. Die dritte Erklärung könnte sein, dass Mandarin eine einfache tonale Sprache mit nur vier Tönen ist. Der von Neugeborenen gehörte Kontrast im Vergleich zu Neugeborenen deutscher Umgebungssprache könnte nicht groß genug sein.

Die vorliegende Arbeit hatte daher das Ziel diesen Erklärungen nachzugehen und möglicherweise eine Entscheidung zwischen diesen Optionen zu unterstützen sowie die große methodische Varianz vorangegangener Studien zu überprüfen. Dazu war es erforderlich, Sprachen mit stärkerem Kontrast als Mandarin, also komplexe tonale

Sprachen als Umgebungssprache der Neugeborenen, zu wählen. Hierfür wurden anonymisierte Aufnahmen aus dem Archiv des ZVES gewählt, die durch eine Kooperation mit der Universität Osnabrück entstanden (Wermke et al., 2016). Dabei wurden Neugeborenenlaute von Lamnso-sprechenden Müttern in Kamerun aufgezeichnet (Kapitel 2.2.2.1). Zusätzlich wurde eine Ton-Akzent-Sprache für einen cross-lingualen Vergleich gewählt. Die Aufnahmen der japanischen Neugeborenen wurden von Dahlem (2008) selbst aufgezeichnet und liegen ebenfalls anonymisiert im Archiv des ZVES vor. Diese Daten wurden der Autorin zur Reanalyse und zum Test auf Unterschiede zur Verfügung gestellt (Kapitel 2.1).

1.1 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit hat folgende Fragestellungen untersucht:

1. Unterscheiden sich Neugeborene mit einer tonalen Sprachumgebung (Lamnso) von Neugeborenen mit Ton-Akzent-Sprachumgebung (Japanisch) in der Auftrittshäufigkeit von Intervallen im spontanen Weinen?
2. Unterscheidet sich die Komplexität der Melodieintervalle und damit die vokale Regelleistung zwischen den beiden Sprachgruppen?
3. Unterscheiden sich die beiden Sprachgruppen in Hinsicht auf temporale Eigenschaften der Intervalle und der Intervallgröße?

2 Material und Methoden

2.1 Ethische Aspekte und methodisches Design

In der Arbeit wurden Frequenzintervalle in den Melodien (Grundfrequenzverläufen) spontaner Lautäußerungen ($n = 1664$) von japanischen Neugeborenen und Neugeborenen der afrikanischen Nso ($n = 40$) der ersten Postnatalwoche untersucht. Melodieintervalle liefern Aussagen zur Reife und zum Funktionsstatus der vokalen Kontrolle bei der Stimmproduktion (vgl. Kapitel 1). Die verwendeten Lautaufnahmen lagen anonymisiert digital im Archiv des ZVES (Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen; Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg vor. Da es sich um eine retrospektive Analyse anonymisierter Daten handelt, war für die vorliegende Arbeit kein erneutes Ethikvotum erforderlich. Für die ursprünglich im Rahmen abgeschlossener Projekte erhobenen Originalaufnahmen lagen Ethikvota vor (Dahlem, 2008; Wermke et al., 2016). Die Originalstudien wurden nach den Kriterien der Deklaration von Helsinki (2013) durchgeführt. Die Lautaufnahmen der japanischen Neugeborenen ($n = 1085$) wurden von Melanie-Michiko Dahlem (2008) für ihre Dissertation in Hiroshima im städtischen Hiroshima City Hospital, am Chuden Hospital (Hospital of the Electric Power Company) sowie am privatärztlich geführten Masaoka Hospital im Zentrum der Stadt Hiroshima aufgenommen. Das Einverständnis zur Reanalyse der Aufnahmen liegt von Frau Dr. Dahlem vor. Die Lautaufnahmen der Neugeborenen der Nso ($n = 579$) wurden im Rahmen einer Kooperation mit dem Institut der Humanwissenschaften, Kultur, Lernen und Entwicklung der Universität Osnabrück (Prof. H. Keller, Prof. B. Lamm) und dem ZVES 2012 in Nordwestkamerun im Auftrag von Professorin Wermke von Johanna Teiser und Paul Joscha Kohlenberg bereits anonymisiert aufgezeichnet (Wermke et al., 2016).

Fachlich ordnet sich die Arbeit in das Forschungsgebiet der vorsprachlichen Diagnostik des ZVES ein. Sie liefert einen Beitrag zur Erarbeitung robuster Frühindikatoren für spätere Sprech- und Sprachentwicklungsstörungen im Säuglingsalter. Es handelt sich um Grundlagenforschung.

Die Fragestellungen der Arbeit (Kapitel 1.1) sind bisher nicht untersucht worden. Um in den Melodien (Grundfrequenzverläufen) der Neugeborenenlaute nach

Frequenzintervallen (Melodieintervallen) zu suchen und diese objektiv vergleichend zu analysieren, wurden zwei Sprachgruppen gebildet: Laute von Neugeborenen mit Japanisch bzw. mit Lamnso (Kamerun) als Umgebungssprache (siehe Kapitel 1).

Durch den retrospektiven Ansatz hatte die Autorin keinen Einfluss auf die ursprüngliche Datenerhebung (Fallzahlplanung, Lautaufnahmen der Neugeborenen) und analysierte, wie nachfolgend beschrieben (Kapitel 2.5), sämtliche für die Fragestellung geeignete Lautaufnahmen aus dem Archiv. Alle Analyseschritte fanden im Sprachlabor des ZVES statt.

2.2 Einschlusskriterien und Beschreibungen der Sprachgruppen

Das vorliegende Kapitel gibt eine Übersicht über die Einschlusskriterien und Charakteristika der hier untersuchten Neugeborenen bezüglich ihrer Perinataldaten und Umgebungssprache.

2.2.1 Einschlusskriterien

In beiden Ursprungsstudien wurden die inzwischen anonymisierten und archivierten Aufnahmen mehrheitlich von gesunden und termingerecht geborenen Neugeborenen monolingualer Mütter oder Mütter, die in der Schwangerschaft die jeweilige Sprache (Lamnso, Japanisch) vorrangig gesprochen hatten, gemacht. Die in beiden Studien verwendeten Einschlusskriterien (Tabelle 1) waren, soweit vergleichbar, ähnlich:

Tabelle 1: Verwendete Einschlusskriterien für die japanischen Neugeborenen laut Angaben in der Ursprungsstudie für die Datenerhebung (vgl. Dahlem 2008, S. 10)

- kontrollierte Schwangerschaft mit unauffälligem Verlauf
- Spontangeburt oder primäre Sectio caesarea (aus mütterlicher Indikation oder Fehllage)
- Gestationsalter (GA) zwischen 37 + 0 und 41 + 0 SSW
- APGAR-Werte 1' \geq 8,5' \geq 9 (Activity, Pulse, Grimace, Appearance, Respiration; Punkteschema zur klinischen Beurteilung des Neugeborenen)
- Umbilikalvenen-pH $>$ 7,2
- Bilirubinlevel $<$ 360 μ mol/l

- keine symptomatische Hypo- oder Hyperglykämie
- otoakustische Emissionen (OAE Screening) beidseits gut ableitbar (soweit durchgeführt)
- AGA-Säugling (appropriate for gestational age) bezüglich des Geburtsgewichtes (GBGW) (eutroph)
- unauffällige neurologische Erstuntersuchung
- Bereiterklärung zur Teilnahme an der Studie sowie schriftliche Einwilligungserklärung der Eltern nach ausführlichem Aufklärungsgespräch

Für die Neugeborenen der Nso lagen keine vergleichswisen ausführlichen Schwangerschaftsverlaufs- und Perinataldaten vor. Hier wurden nur das Gestationsalter, Geburtsgewicht, Geburtslänge (GBL), Kopfumfang (KU) zum Zeitpunkt der Geburt und das biologische Geschlecht erfasst. Laut Datenfileinformation handelt es sich bei 20 der insgesamt 24 Neugeborenen um gesunde Neugeborene. Nur diese wurden hier einbezogen. Nicht alle hatten monolinguale Mütter (Kapitel 2.2.2.1).

Entsprechend wurden Aufnahmen von 20 Neugeborenen aus dem ursprünglichen Kollektiv der Arbeit von Michiko Dahlem (2008) hier ausgewertet. Für ihre Arbeit hat die Autorin vorliegender Arbeit Aufnahmen Neugeborener ausgewählt, die für das Geburtsgewicht, die Geburtslänge sowie den Kopfumfang zwischen der 10. und 90. Perzentile liegen und einen Querschnitt aus allen drei Krankenhäusern, in denen die Geburt stattfand, abbilden. Ein weiteres Auswahlkriterium war das Vorliegen harmonischer Laute mit wenig phonatorischen Rauschen.

2.2.2 Sprachgruppencharakterisierung

Nachfolgend werden die beiden Sprachgruppen hinsichtlich ihrer Perinataldaten und Umgebungssprache charakterisiert.

2.2.2.1 Neugeborene der Nso (Lamnsö)

Durch eine Kooperation mit dem Institut der Humanwissenschaften, Kultur, Lernen und Entwicklung der Universität Osnabrück (Prof. H. Keller, Prof. B. Lamm) war es möglich, Neugeborenenlaute in Kamerun aufzuzeichnen. Nähere Beschreibungen dazu und bereits vorliegende vergleichende Analysen finden sich in Wermke et al. (2016).

Es handelt sich um Neugeborene des Stammes der Nso. Der Stamm der Nso (Banso) ist einer von vielen Völkerstämmen, die im Gebiet der Nordwestprovinz Kameruns auf einer Hochebene im Grasland bis nach Nigeria leben. Ungefähr 130.000 Menschen zählt der Stamm, gesprochen wird Lamnso, eine komplexe tonale Sprache (Wohlfahrt und Wohlfahrt, 2008).

Die Eltern der Neugeborenen der Nso waren mehrheitlich Bauern aus der näheren Umgebung von Kumbo (Wermke et al., 2013). Das Bildungsniveau war vergleichsweise niedrig, sie hatten ein unregelmäßiges Einkommen. Alle Neugeborenen wurden im örtlichen Gesundheitszentrum Kovifem Community Health Center in Kumbo geboren. Die Lautaufzeichnungen wurden im Gesundheitszentrum beziehungsweise bei den Familien zuhause vorgenommen (Wermke et al., 2016).

Die somatische Klassifikation (SK) anhand des Geburtsgewichtes erfolgte hier bei den Neugeborenen der Nso anhand von veröffentlichten Perzentilkurven für nigerianische Jungen und Mädchen (Casais, 2008) aufgrund der geographischen Nähe (vgl.

Tabelle 30 im Anhang IV). Für Neugeborene der Nso konnten trotz intensiver Recherche keine Perzentilwerte gefunden werden. Die 10. Perzentile gibt die untere Grenze, die 90. Perzentile zeigt die obere Grenze für eutrophe (AGA) Neugeborene an. Liegt ein Wert des Geburtsgewichtes unterhalb dieser Grenze spricht man von hypotrophen (small-for-gestational-age, SGA) Neugeborenen, oberhalb der 90. Perzentile liegen die hypertrophen (large-for-gestational-age, LGA) Neugeborenen.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Neugeborenen der Nso mit Auflistung des Gestationsalters, der zur Geburt gemessenen Körpermaße, der Einordnung des Geburtsgewichtes in Perzentile, des biologischen Geschlechtes sowie des Alters zum Zeitpunkt der Aufnahme. In Tabelle 3 ist die zugehörige deskriptive Statistik berichtet. Da einzelne Perinataldaten nicht dokumentiert wurden (vgl. Tabelle 2), bezieht sich die deskriptive Statistik für das Gestationsalter auf nur 17 (n - 3), das Geburtsgewicht und die Geburtslänge auf 19 (n - 1) Neugeborene. Das Alter sowie der Kopfumfang waren für alle Neugeborene dokumentiert (n = 20).

Tabelle 2: Perinataldaten der Neugeborenen der Nso sowie das Alter am Aufnahmetag

NG	G	Alter [d]	GA [W]	GBGW [g]	SK	GBL [cm]	KU [cm]
L1	w	7	38	3100	AGA	47	35
L2	w	6	40	3210	AGA	52	35
L3	w	2	38	2620	AGA	49	34
L4	m	5	40	3025	AGA	47	34,5
L5	m	2	40	2800	AGA	48	35
L6	w	2	42	3300	AGA	46,5	32
L7	w	6	k. A.	3500	LGA	48	34
L8	m	6	39	3040	AGA	49	35
L9	w	3	40	3100	AGA	46	35
L10	w	3	40	2600	AGA	40	33
L11	m	2	k. A.	3910		52	36
L12	w	2	40	3200	AGA	44	35
L13	w	2	39	3700	LGA	53	35
L14	m	3	40	2860	AGA	54	34,5
L15	w	4	40	3420	LGA	42	35
L16	m	3	39	3100	AGA	55	34,5
L17	m	3	38	3330	AGA	50	33
L18	w	4	37	2900	AGA	45	35
L19	m	5	38	3000	AGA	51	34
L20	m	5	k. A.	k. A.		k. A.	37,5

AGA = appropriate-for-gestational-age, d = Tage, G = biologisches Geschlecht, GA = Gestationsalter in Wochen, GBGW = Geburtsgewicht, GBL = Geburtslänge, k.A. = keine Angabe, KU = Kopfumfang, LGA = large-for-gestational-age, m = männlich, NG = Neugeborenes, Rot markiert: LGA Neugeborene, SK = somatische Klassifikation, w = weiblich

Tabelle 3: Deskriptive Statistik der Perinataldaten sowie des Alters am Aufnahmetag der Neugeborenen der Nso

Parameter	GA [W]	GBGW [g]	GBL [cm]	KU [cm]	Alter [d]
M	39	3143	48	35	3,8
Median	40	3100	48	35	3
Minimum	37	2600	40	32	2
Maximum	42	3910	55	37,5	7
SD	± 1,2	± 337,1	± 4	± 1,1	± 1,7

d = Tage, GA = Gestationsalter in Wochen, GBGW = Geburtsgewicht, GBL = Geburtslänge, KU = Kopfumfang, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

Alle Neugeborenen wurden spontan entbunden.

Die Hälfte der Mütter (n = 10) sprach monolingual Lamnso, vier Mütter gaben an, zusätzlich zu Lamnso Englisch regelmäßig im Sprachgebrauch verwendet zu haben. Drei der Mütter gaben an, neben Lamnso und Englisch eine weitere Sprache (in zwei Fällen Französisch; eine Mutter gab Mbororo an) zu nutzen. Eine Mutter verwendete neben Lamnso ebenfalls Französisch regelmäßig im Sprachgebrauch. Zwei Mütter machten keine Angaben zum Sprachgebrauch.

2.2.2.2 Japanische Neugeborene

Die Lautaufnahmen der japanischen Neugeborenen, die anonymisiert im Archiv des ZVES vorliegen, umfassen insgesamt 47 Neugeborene und wurden im Rahmen einer Dissertation von Michiko Dahlem aufgezeichnet (Dahlem, 2008). In Tabelle 4 sind die Perinataldaten der, wie in Kapitel 2.2.1 beschrieben, von der Autorin ausgewählten 20 Neugeborenen aufgelistet. Die somatische Klassifikation für die japanischen Neugeborenen erfolgte anhand japanischer Normwerte (Dahlem, 2008). Die deskriptive Statistik aller Perinataldaten ist in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 4: Perinataldaten der japanischen Neugeborenen sowie das Alter am Aufnahme-tag

NG	G	Alter [d]	GA [W]	GBGW [g]	SK	GBL [cm]	KU [cm]
J1	m	4	40	2604	AGA	48	32
J2	w	4	39	3056	AGA	50	34
J3	w	6	39	2970	AGA	49	32,5
J4	m	6	39	2536	AGA	52	34,6
J5	m	5	38	2780	AGA	49	32
J6	m	6	39	2952	AGA	49	33
J7	m	6	39	3222	AGA	50	33
J8	w	6	41	2808	AGA	51	32
J9	w	4	39	2602	AGA	46	31,5
J10	m	4	41	2976	AGA	51	34
J11	m	4	40	3176	AGA	49	35
J12	w	4	39	3080	AGA	50	33
J13	m	6	37	2912	AGA	48	35
J14	w	4	37	2848	AGA	47	33,1
J15	w	3	39	3034	AGA	50	32,5
J16	m	4	40	3220	AGA	52	35
J17	m	4	39	2988	AGA	52	33
J18	m	6	39	3374	AGA	52	32,5
J19	w	4	38	2942	AGA	50	33
J20	m	4	40	3028	AGA	47	32,5

AGA = appropriate for gestinational age, d = Tage, G = biologisches Geschlecht, GA = Gestationsalter, GBGW = Geburtsgewicht, GBL = Geburtslänge, k.A. = keine Angabe, KU = Kopfumfang, LGA = large for gestinational age, m = männlich, NG = Neugeborenes, SK = somatische Klassifikation, w = weiblich

Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Perinataldaten sowie des Alters am Aufnahmetag der japanischen Neugeborenen

Parameter	GA [W]	GBGW [g]	GBL [cm]	KU [cm]	Alter [d]
M	39	2955	50	33,2	4,7
Median	39	2973	49,8	33	4
Minimum	37	2536	46	31,5	3
Maximum	41	3374	52	35	6
SD	± 1,1	± 216,9	± 1,8	± 1,1	± 1

d = Tage, GA = Gestationsalter in Wochen, GBGW = Geburtsgewicht, GBL = Geburtslänge, KU = Kopfumfang, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Von den 20 ausgewählten japanischen Neugeborenen sind 12 männlich und 8 weiblich. Zwei Jungen (J13, J16) wurden primär per sectionem caesaream geboren, der Rest (90 %) wurde spontan entbunden.

Die Mütter der Neugeborenen waren monolingual japanisch sprechend mit einem Hiroshima Akzent (Dahlem, 2008).

Es gab keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Gestationsalters (t-Test $p = 0,61$) und der Geburtslänge ($p = 0,24$) zu den in Kapitel 2.2.2.1 in Tabelle 2 berichteten Perinataldaten der Neugeborenen der Nso. Das Geburtsgewicht und der Kopfumfang zeigten signifikante Unterschiede im t-Test (Geburtsgewicht: $p = 0,045$; Kopfumfang: $p < 0,001$).

2.3 Datenbasis

Nach vorliegenden Angaben im Archiv erfolgten die Aufnahmen unter standardisierten Aufnahmebedingungen. So wurden nur Spontanschreie aufgrund von Hunger oder Durst im Beisein der Mütter aufgezeichnet, es wurden keine Schreie ausgelöst (Dahlem, 2008; Wermke et al., 2016). Laut Aufnahmeprotokollen wurde ein Abstand vom Mund des Neugeborenen zum Aufnahmegerät von 10 bis 15 cm eingehalten. Das Aufnahmegerät für die japanischen Neugeborenen war ein tragbarer Marantz (Professional Model PMD671) Rekorder und ein Earthworks TC20 Mikrophon, für die Neugeborenen der Nso wurde ein DAT-Rekorder (SONY TCD-D3) gekoppelt an ein handgehaltenes direktionales Mikrophon (SONY S220) benutzt. Eine Aufnahme betrug im Durchschnitt für die japanischen Neugeborenen 1 bis 2 Minuten, für die Neugeborenen der Nso 3 Minuten.

Die hier verwendeten, im Archiv des ZVES vorliegenden Lautaufnahmen (WAV-Format soundfiles) bestehen bereits aus sogenannten Einzellaute, die aus den Originalaufnahmesequenzen manuell segmentiert wurden. Ein Einzellaute ist definiert als Phonation (hier: Schreilaute), die während einer Expiration geäußert wird (egressive Phonation).

Das spontane Weinen der Neugeborenen besteht aus einer Abfolge einzelner Schreie, die während der Expiration geäußert werden. Jedem einzelnen Schrei folgt eine Inspiration. Inspirationsgeräusche (ingressive Phonation), wie von Sereschk (2019) beschrieben, wurden hier nicht analysiert.

Die Gesamtanzahl der im Archiv vorliegenden Einzellaute der ausgewählten Neugeborenen betrug 1664, von den japanischen Neugeborenen 1085 und von den Neugeborenen der Nso 579. Tabelle 6 berichtet die Datenbasis auf Gruppen- und Neugeborenenlevel der Sprachgruppen Lamnso und Japanisch. In Tabelle 7 (Kapitel 2.3.1) ist die finale Datenbasis nach Vorverarbeitung durch die Autorin vorliegender Arbeit beschrieben.

Tabelle 6: Datenbasis der Sprachgruppen Lamnso und Japanisch pro Neugeborenem

Lamnso		Japanisch	
NG	Einzellaute gesamt	NG	Einzellaute gesamt
L1	29	J1	53
L2	19	J2	59
L3	11	J3	31
L4	19	J4	57
L5	9	J5	42
L6	10	J6	34
L7	12	J7	62
L8	24	J8	42
L9	46	J9	36
L10	31	J10	25
L11	22	J11	82
L12	28	J12	135
L13	19	J13	53
L14	91	J14	33
L15	54	J15	56
L16	9	J16	35
L17	25	J17	56
L18	32	J18	59
L19	36	J19	65
L20	53	J20	70
Gesamt	579	Gesamt	1085

NG = Neugeborenes

2.3.1 Datenvoranalyse und finaler Datensatz

Die Analyse erfolgte unter Verwendung von Routineverfahren am ZVES. Sowohl die japanischen als auch die digitalen Aufnahmen der Sprachgruppe Lamnso waren bereits in das Sprachanalysesystem CSL© 4400 (Computerized-Speech-Lab; Firma Kay PENTAX/USA) eingelesen und spektral voranalysiert (Dahlem, 2008; Wermke et al., 2016). Dazu wurde für jeden Einzellaute der ursprünglich aufgezeichneten Lautsequenzen zunächst automatisch ein instationäres Frequenzspektrogramm der Komponenten bis 4 kHz mit Hilfe des CSL© 4400 errechnet und als Grafik gespeichert. Dadurch sind die Spektren aller Einzellaute einer Aufnahme visuell in einer Art Bildalbum gespeichert und konnten zusammen mit den Soundfiles im laborinternen System CDAP© (Cry-Data-Analysis-Program, Autor: P. Wermke) aufgerufen werden. Diese Darstellung wurde von der Autorin zur Vorauswahl sowie später auch zur Kontrolle der mittels der Software PRAAT erstellten Grundfrequenzverläufe verwendet (Kapitel 2.4).

Ziel der Arbeit war es, Intervallstrukturen in den Grundfrequenzverläufen (Melodie) der Einzellaute zu identifizieren und quantitativ zu charakterisieren. Dazu sind nur Melodien geeignet, die eine ungestörte Kontur aufweisen, um Artefakte zu vermeiden.

Folgende für Neugeborene typische Lautphänomene sind dafür bekannt, dass sie die Melodiebestimmung verfälschen bzw. unmöglich machen (für Details siehe Fuamenya et al., 2015):

- phonatorisches Rauschen
- Subharmonische
- Frequenzsprünge (Shift) bzw. hochfrequente Quieker.

Aufgrund dieser Phänomene wurde ein Teil der vorhandenen Laute von der Autorin anhand der Frequenzspektren in einer Voranalyse aussortiert.

Es gab noch eine weitere Voranalyse anhand der berechneten Melodien. Bei der Vermessung der Melodien bzw. Intervalle wurden zusätzliche weitere Laute ausgeschlossen, die in Teilbereichen ihrer Melodie Störungen aufwiesen, zu kurz oder rein vegetative Begleitgeräusche waren. Zu Gründen der zweiten vorbereitenden Ausschlussrunde zählten:

- Kurzlaute (Melodiegesamtlänge < 300 ms).
- starkes „Pressen“ als laryngeale Konstriktion über den gesamten Einzellaut.
- Hintergrundgeräusche/Technikfehler während der Aufnahme.
- vegetative Laute (z.B. Husten).
- ausgeprägte vibrato- oder tremoloähnliche Phänomene, die Melodieintervallvermessungen beeinträchtigten.

Melodien können einen großen Anteil eines störungsfreien Grundfrequenzverlaufes enthalten und nur an einzelnen Zeitabschnitten durch die oben genannten Phänomene gestört werden. Bei der finalen Auswertung der Intervalldaten, wie sie in vorliegender Arbeit berichtet sind, wurden Intervallmessungen in Teilbereichen der Melodie allerdings nicht berücksichtigt.

Tabelle 7: Finale Datenbasis der analysierten Laute pro Neugeborenem für jede Sprachgruppe

Lamnso		Japanisch	
NG	Analysierte Laute	NG	Analysierte Laute
L1	18	J1	47
L2	16	J2	38
L3	6	J3	29
L4	11	J4	27
L5	7	J5	26
L6	9	J6	25
L7	7	J7	52
L8	8	J8	32
L9	34	J9	34
L10	12	J10	25
L11	17	J11	77
L12	24	J12	91
L13	6	J13	31
L14	82	J14	19
L15	44	J15	41
L16	4	J16	19
L17	16	J17	43
L18	20	J18	42
L19	12	J19	60
L20	43	J20	59
Gesamt	396	Gesamt	817

NG = Neugeborenes

Tabelle 8: Datenkorpus für die Intervallidentifikation nach Voranalyse

Daten	Gesamt	Japanisch	Lamnso
Einzellaute gesamt	1664	1085	579
Final eingeschlossene Laute	1213	817	396

Wie in Tabelle 8 dargestellt, wies ein großer Teil der auf Intervalle untersuchten Einzellaute Eigenschaften auf, die zum Ausschluss führten. Die Interpretation dieses Befundes wird in der Diskussion vorgenommen (Kapitel 4.7). In Abbildung 1 sind der arithmetische Mittelwert sowie das 95 % Konfidenzintervall (CI) der final ausgewählten Laute pro Neugeborenem, Sprachgruppe und Geschlecht angegeben. Das Ergebnis

zeigt deutliche Unterschiede und die Notwendigkeit, die Anzahl der Laute als Faktor in der späteren statistischen Analyse mit einzubeziehen.

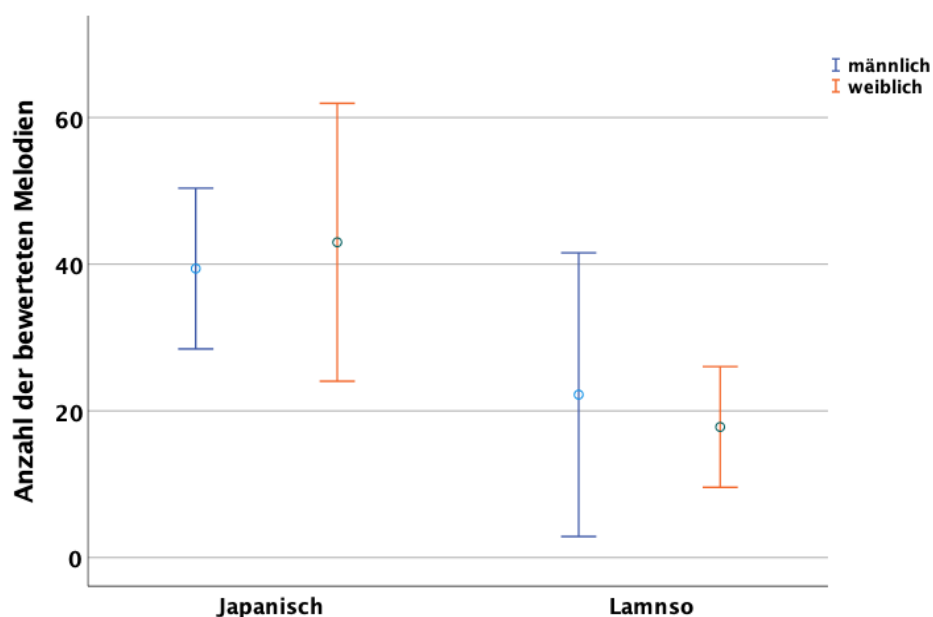


Abbildung 1: Anzahl (arithmetischer Mittelwert und 95 % CI) der bewerteten Melodien für die Sprachgruppen aufgeteilt nach Geschlecht

2.4 Melodieberechnung

Im ZVES werden alle Lautaufnahmen routinemäßig mithilfe eines speziell auf die Vorsprachliche Diagnostik abgestimmten und bewährten Standardsystems (PRAAT und CDAP) analysiert.

Die open-source Software Praat© ermittelt mit Hilfe eines Autokorrektionsverfahrens automatisch die Grundfrequenz (F0) und deren zeitlichen Verlauf (Melodie) in Einzellauten (Boersma und Weenink, 2011). Anschließend erfolgt eine Übertragung der Melodieverläufe in das laborinterne CDAP©-System. Das zur automatischen F0-Analyse verwendete PRAAT-Skript wurde von Prochnow (2013) am ZVES verfasst. Obwohl das Verfahren sehr leistungsfähig ist, hat die Autorin für jede Melodie eine nochmalige interaktive Kontrolle der automatisch von PRAAT erstellten Melodien mit Hilfe der Frequenzspektren des CSL©-Systems vorgenommen. Zur Kontrolle wurde das EFA-Modul (Energie-Frequenz-Amplitude) des CDAP©-Systems genutzt, in dem das Frequenzspektrogramm visuell mit dem ermittelten Grundfrequenzverlauf verglichen werden konnte. Signale, deren Melodieverlauf nicht mit dem der Frequenzspektren

übereinstimmte, wurden von der Autorin manuell mittels des Analyseprogramms Praat© erneut ermittelt und korrigiert und nachfolgend vom CDAP-Programmautor P. Wermke erneut in CDAP übernommen.

Der letzte Schritt der vorbereitenden Melodieanalyse erfolgte mit Hilfe des Programms CDAP©; die mit dem Praatskript ermittelten Melodien wurden durch Tiefpassfilterung (40 Hz) geglättet. Die so erstellten Melodiekonturen (Grundfrequenzverläufe) stellen das Ausgangsmaterial für die eigentliche Aufgabe, die Intervallstrukturanalyse, dar.

2.4.1 Ermittlung von Melodiestrukturkategorien und Melodietypisierung

Alle vorbereiteten Lautmelodien (Kapitel 2.3.1 und 2.4) wurden nach einer im ZVES standardisierten Vorgehensweise definierten Strukturkategorien zugeordnet. Diese Kategorisierung diente hier der späteren Untersuchung von Zusammenhängen der Gesamtgestalt der Melodien und dem Auftreten von Melodieintervallen. In der vorliegenden Arbeit wurde eine verkürzte Kategorisierungsvariante verwendet. Dazu wurde jede Melodie einer von vier Kategorien zugeordnet:

- 1B Einzelbogen
- 2B Doppelbogen
- MB nicht segmentierte Mehrbogenstrukturen
- MS rhythmisch segmentierte Mehrbogenstrukturen.

Das Kategorisierungskonzept basiert auf dem MD-Modell (melody development) von Wermke und Mende (Mende und Wermke, 1992; Wermke, 2002; Wermke und Mende, 2000), nach dem die Grundfrequenzverläufe von Säuglingslauten durch Kombinationen von Melodiebögen, die teilweise auch durch innermelodische Pausen (Segmentierungen) rhythmisch variiert werden, bestehen.

Eine Lautmelodie kann aus nur einem Bogen (1B), zwei (2B) oder mehr Bögen (MB) bestehen. Mehrböge Melodien können segmentiert sein (MS). Ausführliche Beispiele solcher Melodiestrukturen von Neugeborenenlauten finden sich in mehreren Vorarbeiten (Birrr, 2009; Denner, 2008; Wermke, 2007).

Zusätzlich wurden hier die finalen Lautmelodien zur weiteren Analyse in von der Autorin definierte Typen unterteilt. Dabei wurde das Auftreten beziehungsweise Nichtauftreten eines Intervalls innerhalb einer Lautmelodie bewertet. Lautmelodien ohne Intervall entsprachen Typ I, Lautmelodien mit identifiziertem Intervall wurden Typ II zugeordnet. Die Intervalldefinition wird in Kapitel 2.5 beschrieben.

2.5 Melodieintervallanalyse

Die zuvor in Praat und CDAP© berechneten bzw. verarbeiteten Melodien der Einzellaute (Kapitel 2.4) wurden von der Autorin mit Hilfe eines Moduls des CDAP©-Programms (Modul Intervallvermessung) vermessen. Das Programm stellt den Melodieverlauf und die Intensitätskontur der Melodie in variabler Skalierung grafisch dar, hält die Soundfiles zur auditiven Kontrolle bereit und ermöglicht eine Vermessung und Speicherung der entsprechenden Parameter. Die interaktive Vermessung der identifizierten Intervallstrukturen erfolgte durch die Autorin mit Hilfe einer Erweiterung des CDAP©-Programms, das von P. Wermke speziell für die Analyse von Intervallen in Neugeborenenlauten entwickelt wurde. Dobnig (2017) und Stephan (2017) erarbeiteten in Zusammenarbeit mit der Leiterin des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen, Frau Prof. Dr. K. Wermke, die Grundlagen für das Modul und testeten es bei der Anwendung der Methode auf Neugeborenenlaute. Armbrüster (2020) hat das Verfahren leicht modifiziert; so ist es hier angewandt worden.

Melodien in Schreilaute Neugeborener bestehen mehrheitlich aus einzelnen oder kombinierten Bögen, die in der Regel aus auf- und absteigenden Flanken bestehen. Substrukturen in Form von Intervallen sind Teil dieser Bögen. Die untersuchten Intervalle in Melodien von Neugeborenen schreien wurden in der vorliegenden Arbeit folgendermaßen identifiziert: Die Grundstruktur eines Einzelintervalls besteht aus drei Elementen, dem vorderen Plateau (P1), einem Übergang (Ü) und dem hinteren Plateau (P2), wie in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Für die beiden Plateaus ist eine annähernd konstante Frequenz über eine bestimmte Zeit (≥ 50 ms) mit geringer Frequenzmodulation ($\leq \frac{1}{4}$ Ton) definiert. Der Übergang ist als Distanz zwischen zwei Plateaus ohne weitere Merkmale definiert.

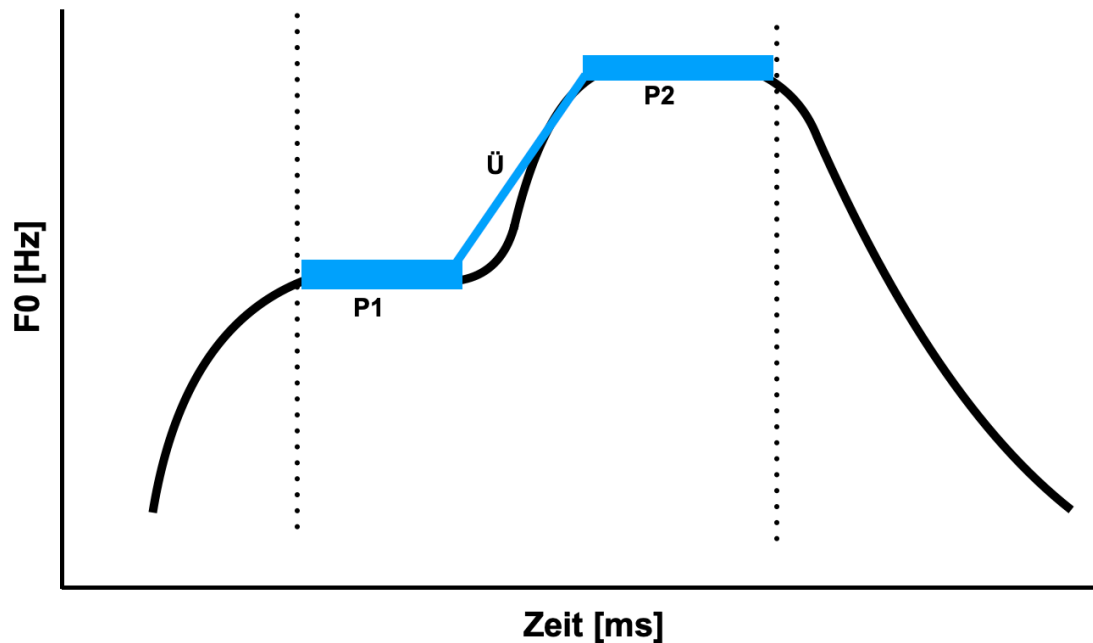


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Melodieintervalls in einer einbögigen Melodie (1B)

blau markiert = Melodieintervall; F0 [Hz] = Grundfrequenz in Hertz; gepunktete Linien = zeitliche Begrenzung des Intervalls; P1 = vorderes Plateau; P2 = hinteres Plateau; Ü = Übergang von vorderem zu hinterem Plateau als nicht weiter definierte Frequenzmodulation

Die skizzierte Melodie (Abbildung 2) weist an zwei Stellen einen plateauförmigen Verlauf (P1, P2) auf, die Plateaus sind durch den Übergang (Ü) verbunden. Es ist hier ein Einzelintervall schematisch verdeutlicht.

Es können auch komplexere Intervallstrukturen mit mehr als zwei Plateaus in einer Melodie vorkommen. Die Melodie kann dabei ein- oder mehrbölig oder auch segmentiert sein (Kapitel 2.4.1). Auf diese Weise entstehen unterschiedliche Kombinationen von Intervallen, eine Auswahl an typischen Positionen von komplexen Intervallkombinationen innerhalb einer Melodie wird in Kapitel 3.7 gezeigt.

Die Kriterien zur Identifizierung eines Intervalls innerhalb einer Melodie, die von Dobnig (2017) und Stephan (2017) angewendet wurden, wurden in vorliegender Arbeit wie bei Armbrüster (2020) modifiziert angewandt. Es mussten folgende Kriterien für die Identifizierung eines Intervalls erfüllt sein:

- Die minimale Dauer für jedes Plateau beträgt 50 ms.
- Die Frequenzvariabilität innerhalb eines Plateaus darf $\frac{1}{4}$ Ton (Musik) nicht übersteigen.

- Ein Spitzbogen mit abgeflachtem Frequenzmaximum oder ein umgekehrter Spitzbogen (Bogental) mit abgeflachten Frequenzminimum kann ebenfalls als Plateau identifiziert werden. In diesem Fall wird vom Frequenzmaximum des Spitzbogens (bei umgekehrten Spitzbögen Frequenzminimum) $\frac{1}{4}$ Ton subtrahiert (bzw. addiert). Beträgt das definierte Plateau mindestens 50ms, wird es als Plateau eines Intervalls gewertet.
- Für den Übergang zwischen Intervallplateaus gibt es keine zusätzlichen Kriterien, weder für die Frequenzmodulation noch die zeitliche Dauer.
- Intervallstrukturen in segmentierten Melodien wurden in die Analyse eingeschlossen.
- Alle messtechnisch identifizierten Intervalle sind auditiv nachvollziehbar.

2.5.1 Intervallvermessung und strukturelle Analyse

Um die zunächst visuell und auditiv identifizierten potenziellen Melodieintervalle mit Hilfe der Vermessung im CDAP zu verifizieren und charakterisieren, wurden manuell Messpunkte mittels Cursors gesetzt. Der erste Messpunkt markierte den Anfangspunkt des ersten Plateaus (P1). Der zweite Messpunkt entsprach dem Endpunkt von P1 und markierte gleichzeitig den Anfangspunkt des Übergangs zum zweiten Plateau (P2). Der dritte Messpunkt markierte den Endpunkt des Übergangs und den Anfangspunkt von P2. Der letzte Messpunkt entspricht dem Endpunkt von P2 und damit des gesamten Einzelintervalls (Abbildung 2).

Wenn innerhalb eines Melodiebogens mehr als nur ein Einzelintervall identifiziert werden konnte, wurde jedes Intervall für sich vermessen. Folgten die Intervalle unmittelbar aufeinander (z.B. „Treppe“), so entsprach P2 des ersten Intervalls (ITV1) gleichzeitig P1 des zweiten. Diese Plateaus wurden durch mehrere Übergänge miteinander verbunden (Abbildung 3).

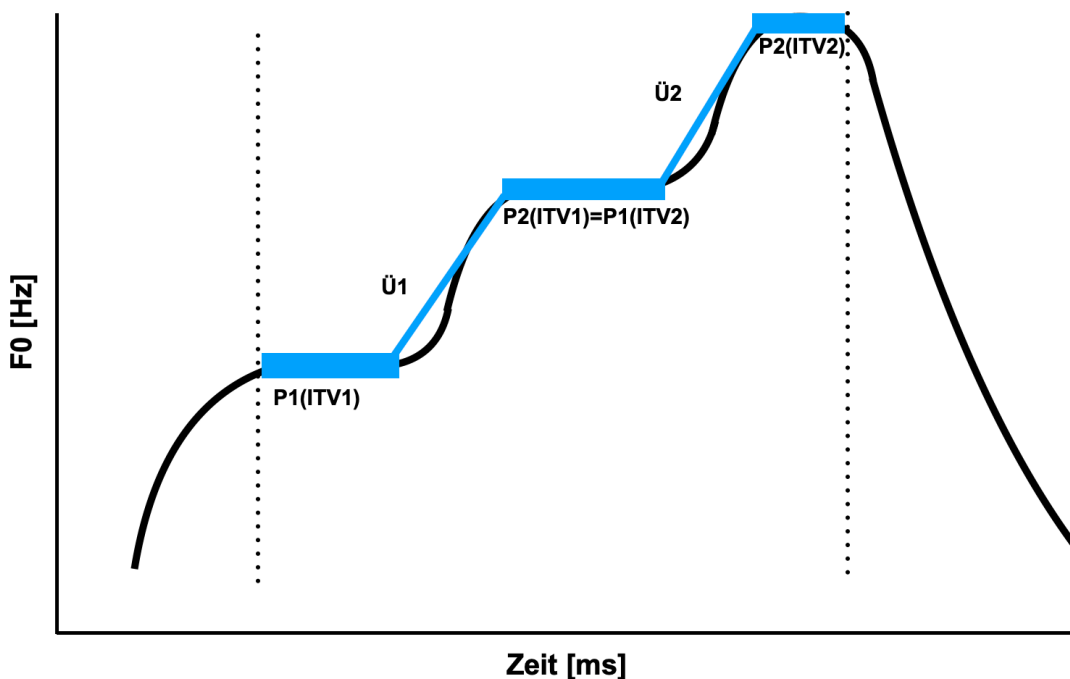


Abbildung 3: Schematische Darstellung einer Intervallkombination aus zwei zusammenhängenden Intervallen

blau markiert = Intervallkombination; gepunktete Linie = zeitliche Begrenzung der Intervallkombination; F_0 [Hz] = Grundfrequenz in Hertz; P_1 (ITV1) = vorderes Plateau des ersten Intervalls; P_2 (ITV1) = hinteres Plateau des ersten Intervalls; P_1 (ITV2) = vorderes Plateau des zweiten Intervalls; P_2 (ITV2) = hinteres Plateau des zweiten Intervalls; \ddot{U}_1 = Übergang von vorderem zu hinterem Plateau des ersten Intervalls; \ddot{U}_2 = Übergang von vorderem zu hinterem Plateau des zweiten Intervalls

Durch die Intervallvermessung im CDAP©-Programm war es möglich, die zeitliche Dauer der Plateaus und Übergänge sowie die mittlere Grundfrequenz F_0 der einzelnen Plateaus zu berechnen und automatisch in Exceltabellen zu speichern.

2.5.2 Messgrößen der Intervallstruktur und des Melodiebogens

Melodiegesamtlänge

Die Melodielänge wurde für alle einböigen Melodien mit Intervallen ermittelt. Sie wurde im CDAP©-Programm automatisch für die gesamte zeitliche Dauer des Grundfrequenzverlaufes des Melodiebogens ermittelt und ebenfalls in Exceltabellen gespeichert. Sie wurde in Sekunden [s] angegeben.

Intervallrichtung

Die Richtung der Intervalle kann steigend (s, grün) oder fallend (f, gelb) sein. Sie ergibt sich aus der Differenz der Frequenz der Intervallplateaus. Ein steigendes Intervall ist durch ein niedrigeres Frequenzniveau des vorderen Intervallplateaus im Vergleich zum hinteren Intervallplateau charakterisiert. Ist das Frequenzniveau des hinteren Intervallplateaus niedriger als das vordere, so ist das Intervall fallend. Die Richtung der Intervalle kann sich in einem komplexen Intervall ändern.

Intervalllänge

In Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigt die gepunktete Linie die Messpunkte für die zeitliche Länge des Intervalls. Sie wurde in Sekunden [s] angegeben und ergab sich aus der Summe der Intervalleinzelemente (1. Plateau + Übergang + 2. Plateau).

Plateaulänge und das Längenverhältnis der Plateaus

Das erste (P1) und zweite Plateau (P2) des Einzelintervalls in einbögigen Melodien wurden zeitlich erfasst. Die Längen wurden in Millisekunden [ms] angegeben.

Das Längenverhältnis (Ratio) der Plateaus wurde unter Berücksichtigung der Intervallrichtung errechnet. Für fallende Intervalle ergab sich das Längenverhältnis aus dem Quotienten der vorderen Plateaulängen durch die hinteren Plateaulängen der Einzelintervalle. Die steigenden Intervalle haben ein umgekehrtes Verhältnis.

Übergangslänge

Die zeitliche Länge des Übergangs (Ü) wurde in Einzelintervallen in einbögigen Melodien ermittelt. Sie wurde in Millisekunden [ms] angegeben.

Übergangsgeschwindigkeit

In der vorliegenden Arbeit wurde der Quotient aus der absoluten Hubdifferenz [Hz] zwischen 1. Intervallplateau (P1) und 2. Intervallplateau (P2) durch die Übergangslänge [ms] als „Übergangsgeschwindigkeit“ bezeichnet und in [Hz/ms] angegeben.

2.5.3 Intervallcodes (-x-)

Bei der Intervallvermessung wurden den identifizierten Intervallen automatisiert Intervallcodes gegeben. Die Codierung beschreibt die Anzahl, Komplexität und Struktur der pro Melodie aufgetretenen Intervalle. Der Code wird zusammengesetzt aus einem

Bindestrich (-), der den Anfang und das Ende eines Intervalls markiert und einer Ziffer, die die Anzahl der Intervalle pro Melodie angibt. Treten mehrere Intervalle auf, so werden sie im Code durch aufeinanderfolgende Ziffern beschrieben. Der Code „-12-“ steht für 2 zusammenhängende Intervalle, wie in Abbildung 3 dargestellt. Komplexe Intervalle werden ebenso durch Aneinanderreihung der Ziffern codiert, wobei die letzte Ziffer die Gesamtanzahl der zusammenhängenden Intervalle beschreibt, z.B. „-1234-“ codiert vier zusammenhängende Intervalle. Treten voneinander getrennte Intervalle innerhalb einer Melodie auf, so werden sie im Code durch einen Bindestrich getrennt (-1-1-) und ebenfalls zu Intervallkombinationen gezählt.

2.5.4 Intervallkomplexitätsindex (ICI)

Um das Auftreten komplexer Intervallstrukturen auch quantitativ zu erfassen, wurde analog zum Melodiekomplexitätsindex (Wermke, 2007) für jedes Neugeborene ein Intervallkomplexitätsindex (ICI) errechnet und diese über die Sprachgruppe gemittelt. Zur Errechnung des ICI wurden die Melodien mit Intervallen (Typ II Melodien, vgl. Kapitel 2.4.1) anhand ihrer Komplexität kategorisiert. So werden einfache Melodien mit nur einem identifizierten Intervall (K1) und Melodien mit mehr als einem identifizierten Intervall (K2) unterschieden. Die Anzahl der Melodien mit komplexen Intervallen (K2) dividiert durch die Summe aller Melodien mit identifizierten Intervallen (K1 + K2) ergibt den kalkulierten Ausdruck des ICI in einer Maßzahl zwischen 0 und 1 (vgl. Formel 1). Je mehr Melodien mehr als ein Intervall enthielten, je größer ist der ICI.

Formel 1: Berechnung des Intervallkomplexitätsindex (ICI)

$$[1] \text{ICI} = K2 / (K1 + K2)$$

2.5.5 Berechnung der Frequenzverhältnisse (Frequenzratio)

Die Plateaus der Intervalle kann man als Töne interpretieren, ihr Verhältnis beschreibt die Größe der Intervalle. Die Tonhöhen der Intervallplateaus wurden hier durch die jeweiligen geometrischen F0-Mittelwerte (gMWF0) errechnet. Die Frequenzratios ergaben sich aus dem Verhältnis dieser F0-Mittelwerte. Die gemessenen Intervalle wurden nach ihrer Richtung (steigend oder fallend) unterschieden. Die Frequenzratio steigender Intervalle ergab sich aus dem Quotienten (q_s) des geometrischen Mittelwertes des hinteren Plateaus (gMWF0H) und des vorderen Plateaus (gMWF0V) (vgl. Formel 2). Die Frequenzverhältnisse der fallenden Intervalle wurden aus dem

Quotienten der geometrischen Mittelwerte der Frequenz des vorderen Plateaus und der des hinteren Plateaus gebildet. Tabelle 9 gibt eine Definitionsübersicht der verwendeten Messgrößen.

Tabelle 9: Definition der Messgrößen

Variable	Definition
f	fallende Intervallrichtung
gMWF0	geometrischer F0-Mittelwert
gMWF0H	geometrischer F0-Mittelwert des hinteren Plateaus
gMWF0V	geometrischer F0-Mittelwert des vorderen Plateaus
n_{HT}	Anzahl der Halbtöne
s	steigende Intervallrichtung
q	Intervallgröße (Frequenzverhältnis)

Formel 2: Berechnung des Frequenzverhältnisses „q“ für „gerichtete Intervalle“

$$[2] \quad q_s = gMWF0H/gMWF0V \quad q_f = gMWF0V/gMWF0H$$

Formel 2 gibt die Berechnung für „gerichtete“ Intervalle an, die in aufsteigenden bzw. absteigenden Melodien analysiert wurden.

Wie ursprünglich von Weigl (2012) eingeführt, erfolgte die Kategorisierung in musikalische Intervalle (Prime bis Oktave) der gleichmäßig temperierten Stimmung. Die Oktave wurde anhand folgender Formel in zwölf gleich große Halbtönschritte geteilt:

Formel 3: Berechnung von Frequenzverhältnissen (q) in Halbtönschritten

$$[3] \quad q = (12\sqrt[12]{2})^n, \quad \text{für } n_{HT} = 0, \dots, 12$$

Das Frequenzverhältnis eines Halbtöns errechnet sich aus der zwölften Wurzel von zwei ($\approx 1,0595$) (Formel 3). Der Skalierungsabstand in CDAP© entspricht dem logarithmierten Wert dieser Formel ($\approx 0,025$). Dies erleichtert die eindeutige Bestimmung (Cursorsetzung) der Frequenzgrenzen von Intervallplateaus.

Zur Vereinfachung der statistischen Analyse wurden die Frequenzverhältnisse auch in Cent umgerechnet (Latein: Centum = „hundert“). Eine Untereinheit der Oktave ist ein Halbton, der 100 Cent in der gleichstufigen musikalischen Stimmung entspricht. Eine

Oktave ist definiert als 1200 Cent (Helmholtz, 1913). Die Umrechnung erfolgte auf der Basis folgender Formel:

Formel 4: Berechnung der Intervallgröße in Cent

$$[4] \text{ [Cent]} = 1200 * \log_2(q_x), \quad \text{für } x = s, f$$

Der Logarithmus der Frequenzverhältnisse der Intervalle zur Basis zwei multipliziert mit 1200 ergibt den Cent-Wert der Intervalle (Formel 4). Der Wert eines Halbtons entspricht 100 Cent, der eines Ganztons 200 Cent usw.

Um die Intervallgrößen der identifizierten Intervalle nach musikalischen Intervallen zu kategorisieren, wurden die Grenzen in der Hälfte der Halbtonschritte (Viertelton = 50 Cent) festgelegt. Dies ergibt für die 13 Tonverhältnisse jeweils eine obere und untere Grenze und erlaubt sowohl Intervalle der reinen als auch der temperierten Stimmung zu erfassen (Weigl, 2012). Eine Übersicht über die Kategorisierung gibt die folgende Tabelle 10.

Tabelle 10: Übersicht über Frequenzverhältnisse und Kategoriengrenzen der musikalischen Intervalle

Musikalisches Intervall	Halbtonanzahl (n _{HT})	Frequenzverhältnis (q _x)	Kategoriengrenze [Cent]
Prime	0	1	0 - 50
Kleine Sekunde	1	1,0595	51 - 150
Große Sekunde	2	1,1225	151 - 250
Kleine Terz	3	1,1892	251 - 350
Große Terz	4	1,2599	351 - 450
Quarte	5	1,3348	451 - 550
Verminderte Quinte	6	1,4142	551 - 650
Quinte	7	1,4983	651 - 750
Kleine Sexte	8	1,5874	751 - 850
Große Sexte	9	1,6818	851 - 950
Kleine Septime	10	1,7818	951 - 1050
Große Septime	11	1,8877	1051 - 1150
Oktave	12	2	1151 - 1250

Die in Cent umgerechneten Frequenzverhältnisse der Intervalle wurden den in Tabelle 10 gezeigten Kategoriengrenzen den musikalischen Intervallen zugeordnet. Cent-Werte zwischen 51 und 150 entsprechen beispielsweise der kleinen Sekunde.

2.6 Reliabilität der Intervallvermessung

Zur Kontrolle der Reproduzierbarkeit und Messgenauigkeit der Intervallvermessung wurde von der Autorin nach sechs Monaten eine erneute verblindete Intervallvermessung, wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben, mit 20 (10 Japanisch, 10 Lamnso; 1,2 % der Gesamtlaute) zufällig ausgewählten Melodien durchgeführt. Geprüft wurde das Auftreten bzw. Nicht-Auftreten mindestens eines Intervalls in einer Melodie. Das

Ergebnis der Intrarater-Reliabilität zeigt einen Cohens Kappa Wert von 0,833 ($p < 0,001$). Die Reproduzierbarkeit kann als sehr gut bzw. fast perfekt interpretiert werden (Altman, 1991; Landis und Koch, 1977).

Hinsichtlich der Intervallcodes, also der Bestimmung der Anzahl und Anordnung der Intervalle innerhalb der Lautmelodie wurde dasselbe Ergebnis erzielt (Cohens Kappa = 0,833; $p < 0,001$).

2.7 Statistische Auswertung

Die unter Verwendung der Module des CDAP©-Programms (Modul Melodiestrukturkategorisierung, Modul Bogenvermessung, Modul Intervallvermessung) ermittelten Messgrößen wurden automatisch in Excel©-Tabellen gespeichert. Die statistische Auswertung erfolgte durch die Autorin anhand des Statistikprogramms IBM® SPSS® Statistics 25 und 26 in Form von Tabellen und Grafiken.

Bedingt durch die Komplexität der erhobenen Daten vorliegender Arbeit wurden zunächst Verteilungseigenschaften deskriptiv analysiert und dargestellt. Die Grafiken wurden mittels IBM® SPSS® Statistics 25 und 26 sowie den Sprachanalyse Programmen CDAP und PRAAT erzeugt. Die Darstellung ausgewählter Verteilungseigenschaften unterschiedlicher Messgrößen erfolgte in Form von Histogrammen, Säulendiagrammen, Fehlerbalken, Streudiagrammen sowie Boxplots. Letztere sind in vorliegender Arbeit wie folgt zu interpretieren: die Box beinhaltet die Hälfte der analysierten Daten und markiert den Interquartilsabstand. Der untere Rand entspricht der 25. Perzentile, der obere Rand entspricht der 75. Perzentile. Die 50. Perzentile ist der Median und teilt die Box. Die sogenannten Whisker kennzeichnen das Minimum bzw. das Maximum, sofern es keine Ausreißer (Extremwerte) gibt, die als Kreis (wenn sie innerhalb einer Entfernung vom 1,5 - 3fachen der Boxlänge liegen) oder Stern (wenn sie weiter als 3 Boxlängen entfernt liegen) angezeigt werden.

Die Streudiagramme verdeutlichen grafisch die Abhängigkeit der Intervalllängen von den Melodielängen. Da es sich um Signalleveledaten handelt, wurde eine angepasste Loess-Kurve gezeichnet (f -Wert = 0,8).

In den Tabellen der zugehörigen deskriptiven Statistik der analysierten Messgrößen wurden der arithmetische Mittelwert (M), der Median, die Standardabweichung (SD), das

95 % - Konfidenzintervall, das Minimum sowie das Maximum berechnet. Relative Häufigkeiten wurden in Tabellen mit Klammern als Prozentangaben (%) aufgeführt.

Die statistische Analyse beginnt mit Häufigkeitsuntersuchungen der Melodiestrukturkategorien und Intervallcodes. In einem zweiten Schritt wurden die Frequenzverhältnisse analysiert. Der Datenkorpus wurde dabei nach Intervallrichtung aufgeteilt und farblich markiert. In den Grafiken wurden steigende Intervalle grün dargestellt und fallende Intervalle gelb. Die Ergebnisse der Sprachgruppe Japanisch wurden blau, die der Sprachgruppe Lamnso rot dargestellt.

Die statistische Auswertung erfolgte auf Basis unterschiedlicher Anzahl von Lauten und Intervallen je Neugeborenem. Daher wurde sie auf Melodie- bzw. Intervallbasis sowie teilweise auf Neugeborenenbasis durchgeführt.

Gruppenunterschiede auf Neugeborenenbasis (Kindlevel) bezüglich des ICI sowie der Melodielängen von einböigen Melodiestrukturen mit Intervallen wurden mittels t-Test bei unabhängigen Stichproben untersucht, wenn beide Sprachgruppen normalverteilt waren (Shapiro Wilk) und die Varianzhomogenität erfüllt war (Levene-Test).

Der statistische Vergleich der Häufigkeiten auf Melodie- bzw. Intervallbasis erfolgte mit einem verallgemeinerten linearen gemischten Modell. Diese Modelle wurden nach statistischer Beratung im SPSS-Spezialkurs von Prof. Dr. Dr. Götz Gelbrich (Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg) sowie von Frau Daniela Keller im Rahmen einer Mitgliedschaft der Autorin in der Statistik-Akademie von der Autorin angewandt. Die Normalverteilung wurde mit Q-Q-Plots geprüft. Teilweise wurden logarithmische Transformationen notwendig, diese sind in der Arbeit gekennzeichnet. Bootstrap Analyse wurde mit 1000 Ziehungen teilweise durchgeführt, um robustere Schätzer zu finden.

3 Ergebnisse

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden insgesamt 1664 Aufnahmen analysiert und davon 1213 Einzellaute (Schreilaute) von 20 Neugeborenen der Nso und 20 japanischen Neugeborenen quantitativ vergleichend ausgewertet. Ziel war es, in den Grundfrequenzkonturen (Melodien) der Laute musikalische Intervalle zu identifizieren und zu vermessen (Kapitel 2.5.1).

3.1 Auftrittshäufigkeit von Melodien mit und ohne Intervall

In Tabelle 11 - Tabelle 12 sind die Ergebnisse der individuellen Häufigkeitsanalysen der Melodien mit und ohne Intervall für die zwei Sprachgruppen berichtet. Ebenfalls aufgeführt sind das Alter in Tagen, das biologische Geschlecht, sowie die absolute Häufigkeit der Melodien mit komplexen Intervallen (K2) (vgl. Kapitel 2.5.4). Analysiert wurden hierfür alle Laute, die nach der doppelten Voranalyse (Kapitel 2.3.1) als geeignet für die Intervallanalyse befunden wurden.

Zur Testung auf Sprachgruppenunterschiede wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell mit zufälliger Konstanten und zufälliger Steigung (Kovarianzmatrix unstrukturiert) auf Signalleve gerechnet. Dieses erreicht ein Akaike-Informationskriterium (AIC) von 5367,77.

Es zeigte sich eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,802; $p = 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte hatte weder das Alter zum Zeitpunkt der Aufnahme ($b = -0,57$; $p = 0,62$; 95 % - CI [-0,29; 0,18]), noch die Gruppe ($b = -0,136$; $p = 0,66$; 95 % - CI [-0,77; 0,49]) einen signifikanten Einfluss auf die Auftrittshäufigkeit von Intervallen in Neugeborenenerschreilaute.

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der analysierten Melodien ohne (Typ I) und mit Intervall (Typ II) sowie mit komplexen Intervallen (K2) der Sprachgruppe Lamnso

NG	G	Alter [d]	Typ I [n] (%)	Typ II [n] (%)	K2 [n]	Gesamtlaute [n = 100 %]
L1	w	7	10 (55,6)	8 (44,4)	5	18
L2	w	6	8 (50)	8 (50)	5	16
L3	w	2	1 (16,7)	5 (83,3)	4	6
L4	m	5	3 (27,3)	8 (72,7)	7	11
L5	m	2	3 (42,9)	4 (57,1)	4	7
L6	w	2	1 (11,1)	8 (88,9)	5	9
L7	w	6	1 (14,3)	6 (85,7)	6	7
L8	m	6	1 (12,5)	7 (87,5)	5	8
L9	w	3	5 (14,7)	29 (85,3)	21	34
L10	w	3	6 (50)	6 (50)	3	12
L11	m	2	2 (11,8)	15 (88,2)	12	17
L12	w	2	13 (54,2)	11 (45,8)	1	24
L13	w	2	5 (83,3)	1 (16,7)	1	6
L14	m	3	31 (37,8)	51 (62,2)	24	82
L15	w	4	30 (68,2)	14 (31,8)	9	44
L16	m	3	2 (50)	2 (50)	1	4
L17	m	3	3 (18,8)	13 (81,2)	9	16
L18	w	4	9 (45)	11 (55)	10	20
L19	m	5	8 (66,7)	4 (33,3)	1	12
L20	m	5	22 (51,2)	21 (48,8)	17	43
M		3,8	8,2 (39,1)	11,6 (60,9)	7,5	19,8
SD		1,6	8,9 (21,4)	11,1 (21,4)	6,6	18,3
Gesamt			164 (41,4)	232 (58,6)	150	396

d = Tage, G = biologisches Geschlecht, M = arithmetischer Mittelwert, m = männlich, NG = Neugeborenes, SD = Standardabweichung, w = weiblich

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der analysierten Melodien ohne (Typ I) und mit Intervall (Typ II) sowie mit komplexen Intervallen der Sprachgruppe Japanisch

NG	G	Alter [d]	Typ I [n] (%)	Typ II [n] (%)	K2 [n]	Gesamtlaute [n = 100 %]
J1	m	4	10 (21,3)	37 (78,7)	21	47
J2	w	4	27 (71,1)	11 (28,9)	4	38
J3	w	6	5 (17,2)	24 (82,8)	18	29
J4	m	6	8 (29,6)	19 (70,4)	4	27
J5	m	5	10 (38,5)	16 (61,5)	5	26
J6	m	6	13 (52)	12 (48)	9	25
J7	m	6	8 (15,4)	44 (84,6)	13	52
J8	w	6	28 (87,5)	4 (12,5)	0	32
J9	w	4	10 (29,49)	24 (70,6)	21	34
J10	m	4	4 (16)	21 (84)	13	25
J11	m	4	31 (40,3)	46 (59,7)	18	77
J12	w	4	63 (69,2)	28 (30,7)	4	91
J13	m	6	18 (58,1)	13 (41,9)	7	31
J14	w	4	10 (52,6)	9 (47,4)	6	19
J15	w	3	17 (41,5)	24 (58,5)	15	41
J16	m	4	3 (15,8)	16 (84,2)	15	19
J17	m	4	33 (76,7)	10 (23,3)	3	43
J18	m	6	19 (45,2)	23 (54,8)	10	42
J19	w	4	11 (18,3)	49 (81,7)	26	60
J20	m	4	38 (64,4)	21 (35,6)	5	59
M		4,7	18,3 (43)	22,5 (56,9)	10,9	40,9
SD		1	14,4 (22,2)	12,4 (22,2)	7,3	18,6
Gesamt			366 (44,8)	451 (55,2)	217	817

d = Tage, G = biologisches Geschlecht, M = arithmetischer Mittelwert, m = männlich, NG = Neugeborenes, SD = Standardabweichung, w = weiblich

In Abbildung 4 sind die arithmetischen Mittelwerte und 95 % - CI für die relative Auftrittshäufigkeit von Melodien mit Intervallen (Typ II) im Sprachgruppenvergleich (Neugeborenenlevel) dargestellt.

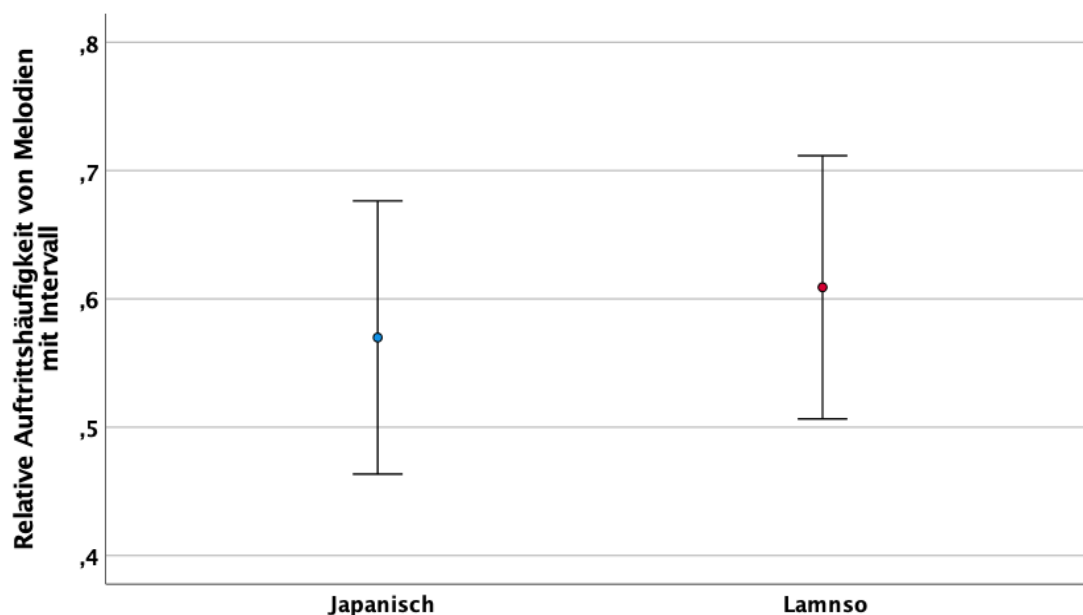


Abbildung 4: Relative Auftrittshäufigkeit (arithmetischer Mittelwert und 95 % CI) von Melodien mit Intervall (Typ II) im Gruppenvergleich

3.2 Auftrittshäufigkeit von Melodien mit komplexen Intervallen und ICI

In Abbildung 5 sind die Ergebnisse der Häufigkeitsanalysen der Melodien mit einfachen (K1) und komplexen Intervallen (K2) für die zwei Sprachgruppen auf Melodiebasis dargestellt (vgl. Kapitel 2.5.4). Die Sprachgruppe Lamnso weist zu 65 % Melodien mit komplexen Intervallen auf, während in der Sprachgruppe Japanisch die Melodien mit einfachen Intervallen (52 %) leicht überwiegen.

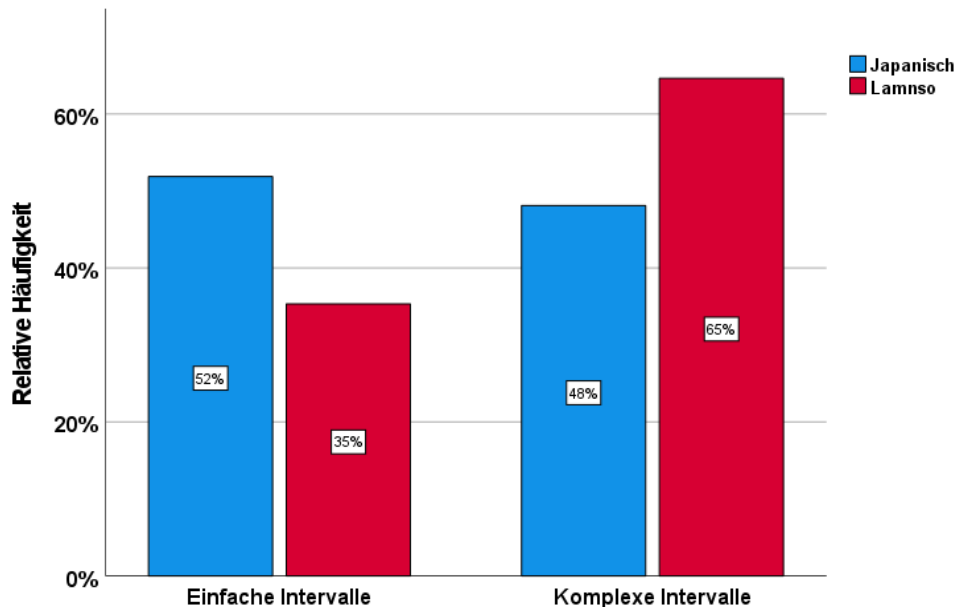


Abbildung 5: Säulendiagramm zur relativen Häufigkeit von einfachen und komplexen Intervallen in Schreilauten der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich des Auftretens von Melodien mit einfachen und komplexen Intervallen in Typ II Melodien (Melodien mit Intervallen) wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 3005,49.

Es zeigte sich eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,780; $p = 0,006$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es einen signifikanten Gruppenunterschied für das Auftreten von Melodien mit komplexen Intervallen ($b = -0,82$; $p = 0,021$; 95 % - CI [-1,50; -0,14]).

3.2.1 Ergebnisse der Intervallkomplexitätsindices (ICI)

Neben der Analyse auf Signallevel im gemischten Modell sind hier die Ergebnisse auf Neugeborenenlevel für das Verhältnis des Auftretens von Melodien mit einfachen und komplexen Intervallen dargestellt (vgl. Kapitel 2.5.4). In Abbildung 6 sind die Werte der Variablen „ICI“ (Intervallkomplexitätsindex) im Sprachgruppenvergleich (Neugeborenenlevel) als Boxplots dargestellt. Eine etwas breitere Streuung der Daten ist für die Gruppe Japanisch erkennbar im Vergleich zur Sprachgruppe Lamnso, die

Mediane unterscheiden sich ebenfalls. Die dazugehörige deskriptive Statistik ist in Tabelle 13 berichtet.

Zur Testung der Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallkomplexitätsindices (ICI) wurde ein t-Test durchgeführt, da beide Gruppen normalverteilt waren (Shapiro Wilk für Japanisch $p = 0,970$; für Lamnso $p = 0,211$). Der Levene-Test zeigte homogene Varianzen ($p = 0,549$), der t-Test ergab signifikante Gruppenunterschiede (einseitiges $p = 0,006$). Die Effektstärke ($d = 0,835$) wurde als groß eingestuft (Cohen, 1988).

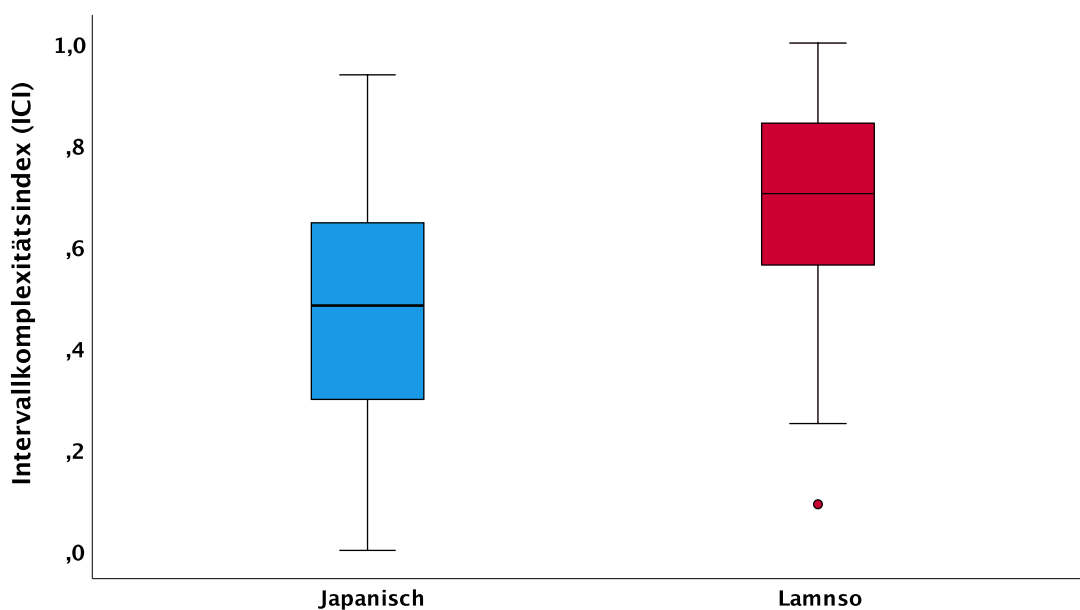


Abbildung 6: Boxplots der Intervallkomplexitätsindices (ICI) für die Sprachgruppen

Tabelle 13: Deskriptive Statistik zur Variablen ICI im Vergleich der Sprachgruppen

Parameter	Japanisch N = 20	Lamnso N = 20
M	0,48	0,68
Median	0,48	0,70
95 % Untergrenze	0,36	0,57
CI Obergrenze	0,59	0,80
Minimum	0,00	0,09
Maximum	0,94	1,00
SD	0,25	0,24

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.3 Verteilung der Melodien auf die Melodiestrukturkategorien

Die Ergebnisse der Untersuchung der Frage, ob sich das Vorkommen von Typ I und II bei den untersuchten Melodien zwischen den Strukturkategorien (Kapitel 2.4.1) unterscheidet, sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 auf Signallevel dargestellt, zunächst ohne Sprachgruppendifferenzierung. Die Ergebnisse der Häufigkeitsanalyse sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

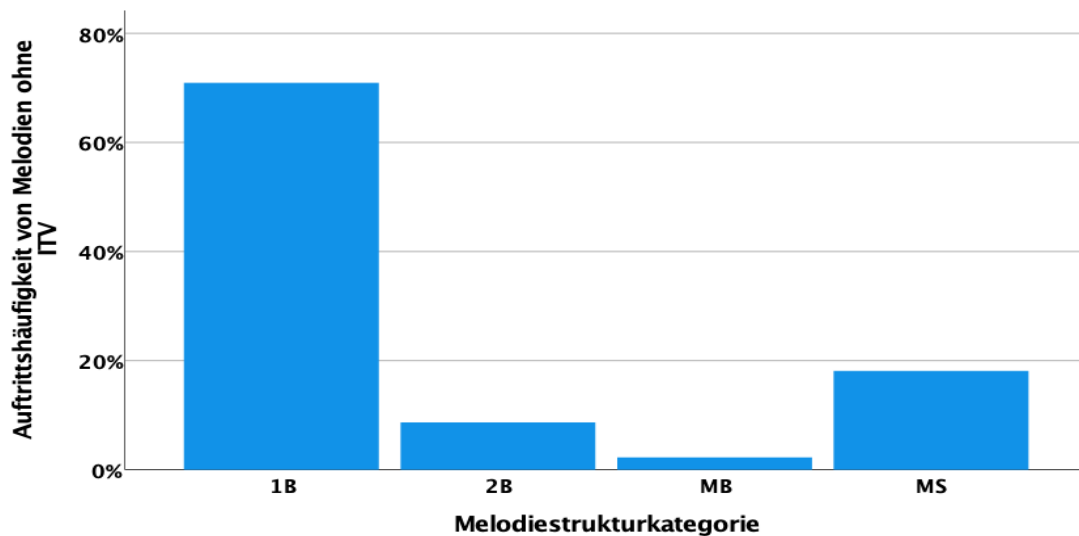


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Melodien des Typ I (ohne Melodieintervall) der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

Es wurden die folgenden Kategorien unterschieden: Einzelbogen (1B), Doppelbogen (2B), unsegmentierter Mehrfachbogen (MB) und segmentierter Mehrfachbogen (MS) – zur Definition siehe Kapitel 2.4.1.

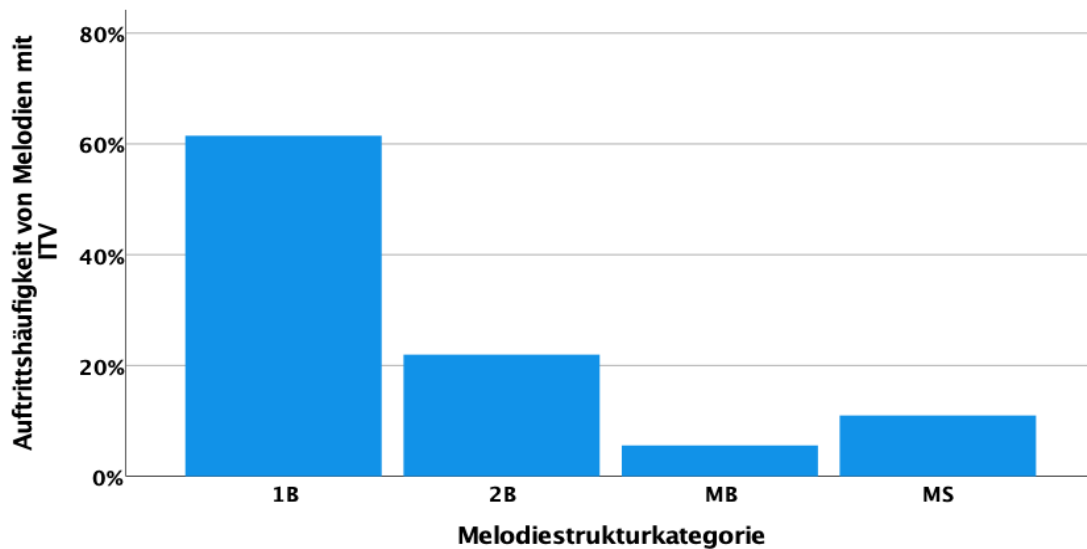


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung des Typ II (mit Melodieintervall) der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

Es wurden die folgenden Kategorien unterschieden: Einzelbogen (1B), Doppelbogen (2B), unsegmentierter Mehrfachbogen (MB) und segmentierter Mehrfachbogen (MS) – zur Definition siehe Kapitel 2.4.1.

Melodien ohne Intervalle (Abbildung 7) wurden am häufigsten in einbögigen Strukturen (1B) sowie segmentierten Mehrbogenstrukturen beobachtet. Wie in Abbildung 8 zu erkennen ist, treten Melodien mit Intervallen anders verteilt über die Strukturkategorien auf. Am häufigsten wurden zwar hier auch Intervalle in Melodien der Strukturkategorie 1B identifiziert, die zweithäufigste Kategorie war hier aber die doppelböigige Melodiestruktur (2B).

In Tabelle 14 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten nach Sprachgruppendifferenzierung berichtet.

Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung des Typ I und II bei Schreilauten von japanischen Neugeborenen und Neugeborenen der Nso (Signallevel)

MK	Japanisch		Lamnso	
	Typ I N = 366 (100)	Typ II N = 451 (100)	Typ I N = 164 (100)	Typ II N = 232 (100)
1B	279 (76,2)	313 (69,4)	97 (59,1)	107 (46,1)
2B	28 (7,7)	77 (17,1)	18 (11)	73 (31,5)
MB	5 (1,4)	15 (3,3)	7 (4,3)	23 (9,9)
MS	54 (14,8)	46 (10,2)	42 (25,6)	29 (12,5)

1B = Einzelbogen, 2B = Doppelbogen, MB = unsegmentierter Mehrfachbogen, MK = Melodiestrukturkategorie, MS = segmentierter Mehrfachbogen

Mit Hilfe eines verallgemeinerten linearen gemischten Modells wurde getestet, ob Typ II Melodien (mit Intervallen) auf den Melodiestrukturkategorien anders verteilt sind zwischen den beiden Sprachgruppen.

Das Modell mit zufälliger Konstanten und zufälliger Steigung (Kovarianzmatrix unstrukturiert) erreicht ein AIC von 7065,78.

Es zeigte sich eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 1,223; $p = 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte konnte ein signifikanter Gruppenunterschied für die Verteilung der Melodien mit Intervallen über die Strukturkategorien gefunden werden ($b = 1,076$; $p = 0,009$; 95 % - CI [0,29; 1,86]).

3.4 Ergebnis der Intervallanalyse aller Intervalle

In diesem Kapitel werden zunächst die identifizierten Intervallcodes, die Richtung aller Intervalle und ihre Größe in Cent analysiert. In Kapitel 3.5 werden die am häufigsten aufgetretenen Intervalle, Einzelintervalle (-1-) der 1B-Melodiestrukturkategorie, final noch einmal detaillierter untersucht.

3.4.1 Häufigkeitsverteilung der identifizierten Intervallcodes

Im gesamten Melodiekorpus konnten einfache Intervalle (Code „-1-“, Kapitel 2.5.3), d.h. Einzelintervalle, und komplexe Intervallstrukturen mit bis zu acht zusammenhängenden

Einzelintervallen identifiziert werden. Tabelle 15 bietet eine Übersicht der absoluten und relativen Häufigkeiten der aufgetretenen Intervallcodes in allen analysierten Melodien der beiden Sprachgruppen, also unabhängig von der Melodiestrukturkategorie.

Insgesamt wurden Intervallcodes in 683 Melodien erfasst. Davon stammen 451 von den japanischen Neugeborenen und 232 aus der Sprachgruppe Lamnso. Am häufigsten traten einfache (-1-) (in der Sprachgruppe Japanisch 51,9 %), zwei (-12-) und drei (-123) unmittelbar aufeinanderfolgende, also zusammenhängende Intervalle auf.

Tabelle 16 und Tabelle 17 zeigen die Verteilung der Intervallcodes der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso auf die Melodiestrukturkategorien, also die Gesamtgestalt der Melodien (vgl. Kapitel 2.4.1). Am häufigsten kamen in beiden Gruppen die Intervallform „-1-“ und „-12-“ in 1B-Melodien vor.

Tabelle 15: Absolute und relative Häufigkeit aller beobachteten Intervallcodes

Intervallcodes	Gesamt N = 683 (100)	Japanisch N = 451 (100)	Lamnso N = 232 (100)
-1-	316 (46,3)	234 (51,9)	82 (35,3)
-1-1-	3 (0,4)	2 (0,4)	1 (0,4)
-1-1-1-	1 (0,1)	1 (0,2)	0
-1-12-	2 (0,2)	0	2 (0,9)
-1-123-	2 (0,2)	0	2 (0,9)
-12-	199 (29,1)	132 (29,3)	67 (28,9)
-12-12-	2 (0,2)	1 (0,2)	1 (0,4)
-123-	95 (13,9)	55 (12,2)	40 (17,2)
-123-1-	1 (0,1)	1 (0,2)	0
-1234-	36 (5,3)	16 (3,5)	20 (8,6)
-12345-	15 (2,2)	5 (1,1)	10 (4,3)
-123456-	7 (1)	4 (0,9)	3 (1,3)
-1234567-	3 (0,4)	0	3 (1,3)
-12345678-	1 (0,1)	0	1 (0,4)

Tabelle 16: Absolute Häufigkeiten der Intervallcodes pro Melodistrukturkategorie in der Sprachgruppe Japanisch

Intervallcode	Melodistrukturkategorie				Gesamt
	1B	2B	MB	MS	
-1-	203	16	0	15	234
-1-1-	1	0	1	0	2
-1-1-1-	0	0	0	1	1
-12-	76	36	4	16	132
-12-12-	0	0	1	0	1
-123-	22	21	5	7	55
-123-1-	0	0	0	1	1
-1234-	7	2	2	5	16
-12345-	2	2	0	1	5
-123456-	2	0	2	0	4
Gesamt	313	77	15	46	451

1B = Einzelbogen, 2B = Doppelbogen, MB = unsegmentierter Mehrfachbogen, MS = segmentierter Mehrfachbogen

Tabelle 17: Absolute Häufigkeiten der Intervallcodes pro Melodistrukturkategorie in der Sprachgruppe Lamnso

Intervallcode	Melodistrukturkategorie				Gesamt
	1B	2B	MB	MS	
-1-	54	15	1	12	82
-1-1-	0	1	0	0	1
-1-12-	1	0	0	1	2
-1-123-	0	1	0	1	2
-12-	31	19	8	9	67
-12-12-	0	0	1	0	1
-123-	14	17	4	5	40
-1234-	4	10	5	1	20
-12345-	3	5	2	0	10
-123456-	0	3	0	0	3
-1234567-	0	1	2	0	3
-12345678-	0	1	0	0	1
Gesamt	107	73	23	29	232

1B = Einzelbogen, 2B = Doppelbogen, MB = unsegmentierter Mehrfachbogen, MS = segmentierter Mehrfachbogen

3.4.2 Richtung der identifizierten Intervalle

Abbildung 9 zeigt die absoluten Häufigkeiten der aufgetretenen Intervallrichtungen (Kapitel 2.5.2) für beide Sprachgruppen (Japanisch und Lamnso). Zugrunde liegen alle identifizierten Intervalle (N = 1343), unabhängig davon, ob sie als Einzelintervalle oder kombiniert auftraten, und unabhängig von der Melodiestructur der Schreilaute. Die Intervalle der japanischen Neugeborenenlaute hatten zu 50,9 % eine steigende Richtung (N = 403). Der Anteil der fallenden Intervalle betrug entsprechend in dieser Sprachgruppe 49,1 % (N = 388). Etwas anders verhält es sich bei den Neugeborenenlauten der Nso, bei denen die fallenden Intervalle mit 55,3 % mehrheitlich auftraten (N = 305). Die steigenden Intervalle hingegen kamen zu 44,7 % vor (N = 247). Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallrichtung in allen Typ II Melodien (Melodien mit Intervallen) wurde unabhängig der Melodiestructurkategorie und der Intervallkomplexität ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 5755,49. Es zeigte sich eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,299; $p = 0,012$). Hinsichtlich der festen Effekte gab es keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervallrichtung in allen Melodien mit Intervallen ($b = -0,23$; $p = 0,295$; 95 % - CI [-0,66; 0,21]).

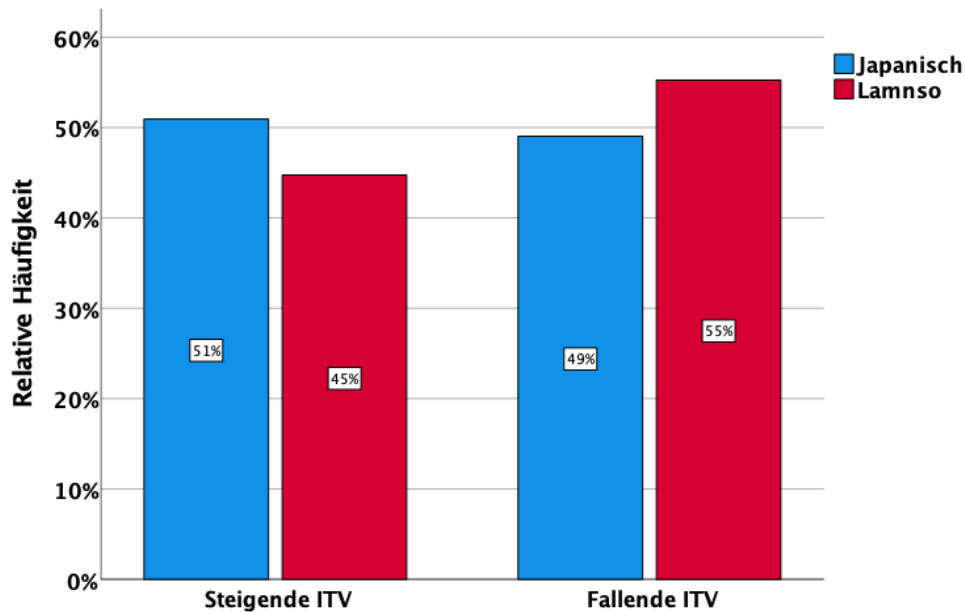


Abbildung 9: Relative Häufigkeiten der aufgetretenen Intervallrichtungen aller Intervalle (ITV) in allen Melodiestructuren für die Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

3.4.3 Häufigkeitsverteilung der Intervallgröße

Die ermittelten Intervallgrößen [Cent] (vgl. Kapitel 2.5.5) aller identifizierten Intervalle sind in Abbildung 10 für die Sprachgruppe Japanisch und in Abbildung 11 für die Sprachgruppe Lamnso dargestellt. Tabelle 18 zeigt die dazugehörige deskriptive Statistik.

In Abbildung 10 liegt der Modalbin bei 100 - 125 Cent, die erste eingezeichnete Orientierungslinie wurde in die Mitte des Modalbins gesetzt an Position 112,5 Cent. Eine Bevorzugung des Halbtons (100 Cent) der gleichstufigen Stimmung (vgl. Tabelle 10 in Kapitel 2.5.5) ist somit gezeigt. Der zweite Peak, der sich heraushebt, liegt bei 175 - 200 Cent, die zweite Orientierungslinie ist an 187,5 Cent positioniert und entspricht somit der Größe eines Ganztons (200 Cent). In Abbildung 11 sind die ermittelten Intervallgrößen [Cent] aller identifizierten Intervalle für die Sprachgruppe Lamnso dargestellt. Der Modalbin liegt bei 75 - 100 Cent, die eingezeichnete Orientierungslinie liegt bei 87,5 Cent. Eine Bevorzugung des Halbtons (100 Cent) der gleichstufigen Stimmung liegt auch in dieser Sprachgruppe vor. Ein weiterer Peak liegt bei 350 - 375 Cent.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallgröße in allen Typ II Melodien (Melodien mit Intervallen), unabhängig von der Melodiestructurkategorie und der Intervallkomplexität, wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell

berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 2673,21.

Es zeigte sich eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,089; $p < 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervallgröße in allen Melodien mit Intervallen ($b = 0,03$; $p = 0,490$; 95 % - CI [-0,06; 0,11]).

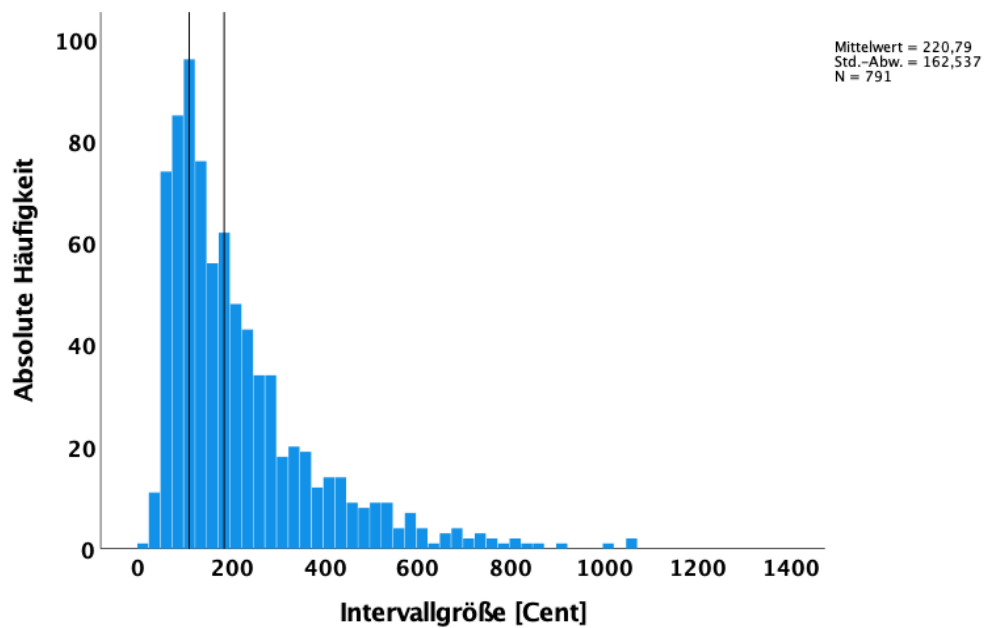


Abbildung 10: Histogramm der Intervallgröße [Cent] der Intervalle der Sprachgruppe Japanisch

Bin-Breite 25 Cent; Modalbin 100 - 125 Cent

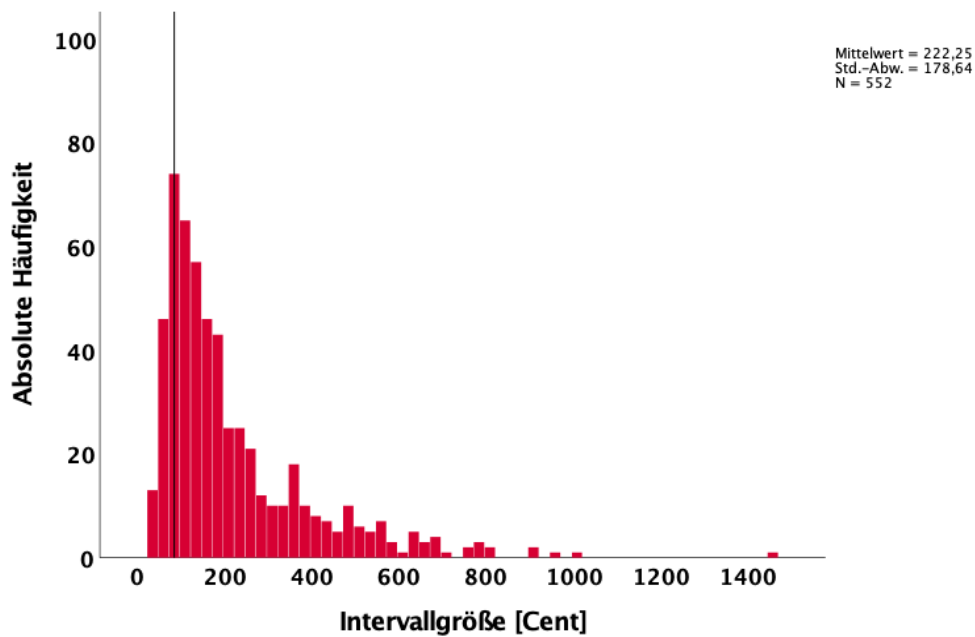


Abbildung 11: Histogramm der Intervallgröße [Cent] der Intervalle der Sprachgruppe Lamnso

Bin-Breite 25 Cent; Modalbin 75 - 100 Cent

Tabelle 18: Deskriptive Statistik der Intervallgröße [Cent] (N = 1343)

Parameter	Einheit	Japanisch N = 791	Lamnso N = 552
M	[Cent]	220,79	222,25
Median	[Cent]	173,57	161,25
95 % CI	Untergrenze	209,45	207,32
	Obergrenze	232,13	237,19
Minimum	[Cent]	21,42	29,38
Maximum	[Cent]	1069,29	1471,28
SD	[Cent]	162,54	178,64

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.5 Intervallanalyse im einfachen Bogen (1B)

Zunächst werden in diesem Kapitel die absoluten und relativen Häufigkeiten der Intervallcodes im einfachen Bogen, danach die Melodielängen der 1B-Melodien, in denen ein Intervall auftrat, untersucht. Daraufgehend werden Zeit- und

Frequenzeigenschaften des häufigsten Intervallcodes „-1-“ in einfachen Bogenstrukturen (1B) für beide Sprachgruppen (Japanisch und Lamnso) analysiert.

3.5.1 Häufigkeitsverteilung der Intervallcodes im einfachen Bogen (1B)

In 420 Melodien der 1B-Struktur wurden Intervalle identifiziert. Tabelle 19 zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten der identifizierten Intervallcodes in 1B-Melodien. Wie aus Tabelle 19 hervorgeht, traten in Melodien der 1B-Struktur in beiden Sprachgruppen mehrheitlich Einzelintervalle (-1-) auf (Japanisch: 64,9 %; Lamnso: 50,5 %). Zwei aneinander gereihte Einzelintervalle (-12-) kamen in der japanischen Sprachgruppe zu 24,3 %, in der Sprachgruppe Lamnso zu 29 % vor. Mit zunehmender Anzahl aufeinanderfolgender Intervalle, nahm die Häufigkeit des Auftretens ab. Sehr selten (N = 4) zu beobachten waren voneinander getrennte sowie sechs aufeinanderfolgende Intervalle (-1-1-; -1-12-; -123456-).

Tabelle 19: Absolute und relative Häufigkeiten der Intervallcodes im einfachen Bogen (1B) in den Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

Intervallcodes	Gesamt	Japanisch	Lamnso
-1-	257 (61,2)	203 (64,9)	54 (50,5)
-1-1-	1 (0,002)	1 (0,3)	0
-1-12-	1 (0,002)	0	1 (0,9)
-12-	107 (25,5)	76 (24,3)	31 (29)
-123-	36 (8,6)	22 (7)	14 (13,1)
-1234-	11 (2,6)	7 (2,2)	4 (3,7)
-12345-	5 (1,2)	2 (0,6)	3 (2,8)
-123456-	2 (0,005)	2 (0,6)	0
Gesamt	420 (100)	313 (74,5)	107 (25,5)

3.5.2 Melodiegesamtlänge bei 1B-Strukturen

Die Analyse der Melodiegesamtlänge (vgl. Kapitel 2.5.2) in einbögigen Strukturen erfolgte auf Neugeborenenlevel.

Die Melodielänge der einfachen Bogenstrukturen mit Intervallen lagen für die japanische Sprachgruppe im Mittel bei 0,93 s (Tabelle 20). Die Längen der 1B-Melodien der Sprachgruppe Lamnso lagen im Mittel bei 1,47 s. Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Melodielängen als Boxplots. Aufgrund der Vorauswahl wurden Melodien, die kürzer als 300 ms waren, methodisch bedingt ausgeschlossen (vgl. Kapitel 2.3.1). Die Sprachgruppen waren nach Shapiro Wilk Test normalverteilt (Japanisch $p = 0,063$; Lamnso $p = 0,596$), daher wurde der t-Test durchgeführt. Dieser ergab signifikante Unterschiede der Melodielängen in einbögigen Melodiestructuren mit Intervallen auf Neugeborenenlevel zwischen den Sprachgruppen Japanisch und Lamnso ($p = 0,003$).

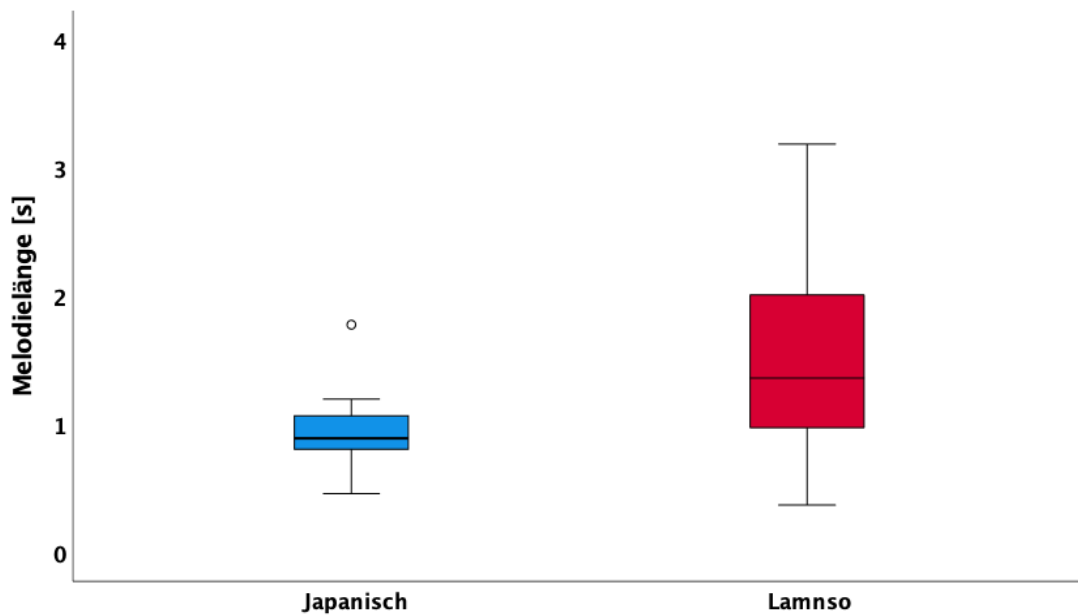


Abbildung 12: Boxplotdiagramm der Melodielängen der Neugeborenen der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso in einbögigen Melodien (1B)

Tabelle 20: Deskriptive Statistik für Melodielänge [s] in 1B-Strukturen (einböigige Melodien)

Parameter	Einheit	Japanisch N = 20	Lamnso N = 20
M	[s]	0,93	1,47
Median	[s]	0,89	1,36
95 % CI	Untergrenze	0,79	1,15
	Obergrenze	1,06	1,79
Minimum	[s]	0,46	0,37
Maximum	[s]	1,78	3,18
SD	[s]	0,28	0,68

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6 Ergebnisse des Einzelintervalls im einfachen Bogen (1B)

Nachfolgend werden Zeit- und Frequenzeigenschaften des Einzelintervalls (-1-) in einfachen Bogenstrukturen (1B) für beide Sprachgruppen (Japanisch und Lamnso) analysiert.

3.6.1 Melodiegesamtlänge und Intervalllänge von einböigen Melodiestructuren (1B) mit Einzelintervall

Abbildung 13 – Abbildung 16 zeigen Histogramme der beiden Sprachgruppen für die Melodielängen und die Intervalllängen von Einzelintervallen (-1-) in 1B-Melodien auf Intervalllevel. Die dazugehörige deskriptive Statistik ist in Tabelle 21 dargestellt.

3.6.1.1 Melodiegesamtlänge

Der Hauptbereich der Melodielängen der japanischen Sprachgruppe liegt in der Verteilung bei 0,5 - 1,1 s, methodenbedingt ist das Minimum 0,3 s (vgl. Kapitel 2.3.1)

In Abbildung 14 wird deutlich, dass in der Verteilung die häufigsten Melodielängen der Sprachgruppe Lamnso ebenfalls 0,5 - 1,1 s betragen. Es fällt auf, dass in der Sprachgruppe Lamnso ab 1,8 s einzelne deutlich längere Werte auftreten. Bei Japanisch hört es bei 1,8 s auf (vgl. Abbildung 13).

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Melodielänge einbögiger Melodiestrukturen mit einem Einzelintervall wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 162,47. Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,109; $p < 0,001$). Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap einen signifikanten Gruppenunterschied für die Melodielänge in einbögigen Melodien mit Einzelintervallen ($b = -0,24$; $p = 0,004$; 95 % - CI [-0,43; -0,73]).

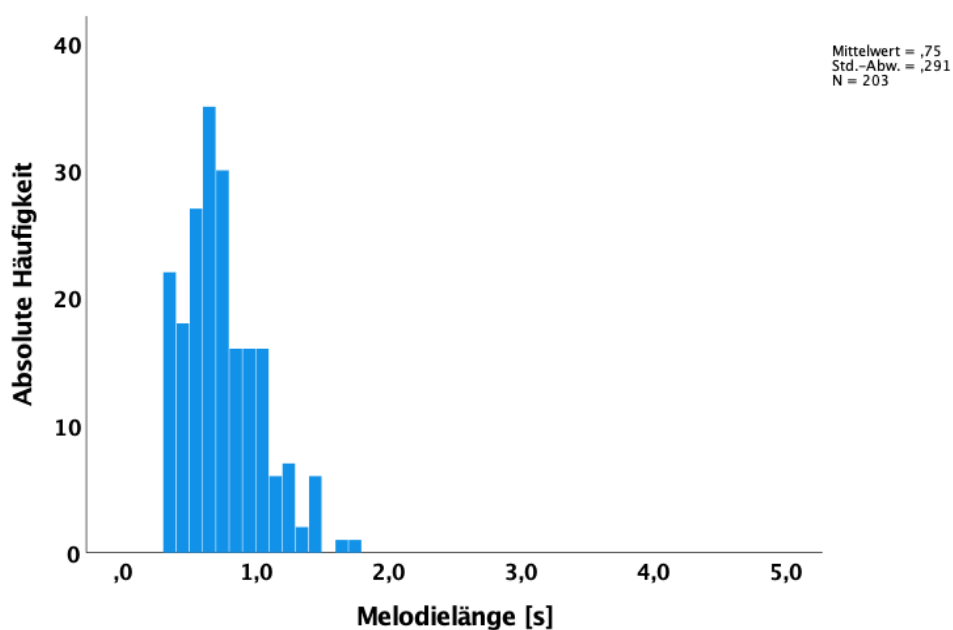


Abbildung 13: Histogramm der Melodielängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen der Sprachgruppe Japanisch

Binbreite 0,1 s; Modalbin 0,6 - 0,7 s

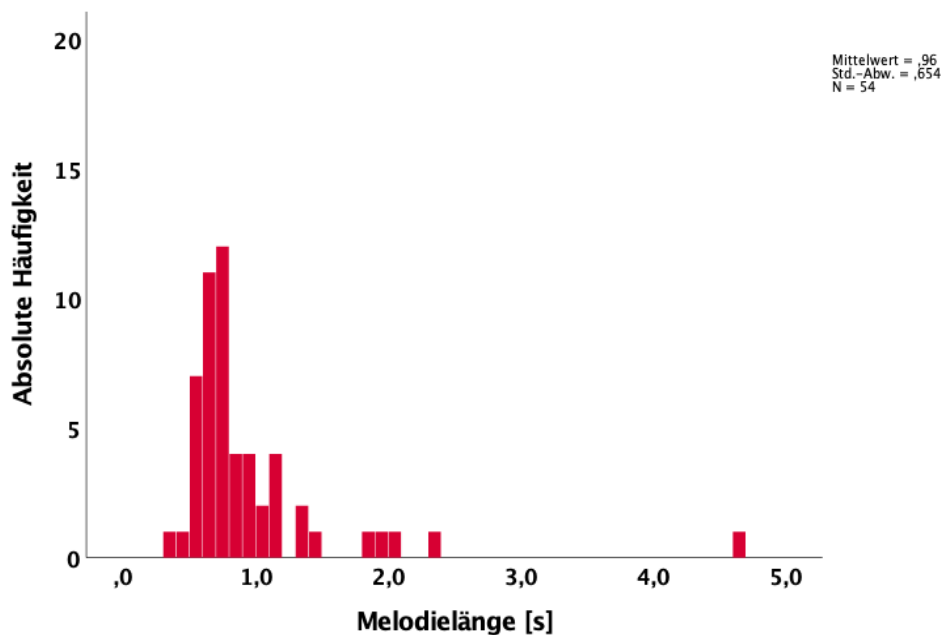


Abbildung 14: Histogramm der Melodielängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Lamnso

Binbreite 0,1 s; Modalbin 0,7 - 0,8 s

3.6.1.2 Länge der Einzelintervalle -1- im einfachen Bogen (1B)

In der Verteilung der Intervalllängen (vgl. Kapitel 2.5.2) der japanischen Neugeborenen ist der häufigste Bereich zwischen 0,2 s und 0,4 s (Abbildung 15). Dies unterscheidet sich nicht von der Verteilung der Intervalllängen der Sprachgruppe Lamnso, deren häufigsten Bereiche zwischen 0,25 s und 0,4 s liegen (Abbildung 16).

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervalllänge von Einzelintervallen in einböigen Melodiestructuren wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 164,34.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,067; $p < 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervalllängen der Einzelintervalle in einböigen Melodiestructuren ($b = -0,06$; $p = 0,384$; 95 % - CI [-0,21; 0,09]).

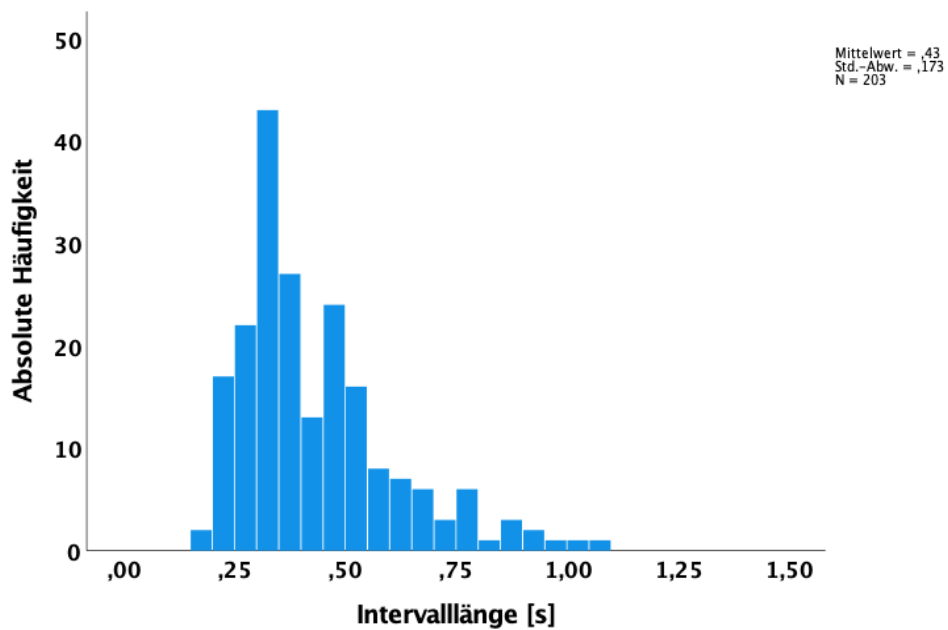


Abbildung 15: Histogramm der Intervalllängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Japanisch

Binbreite 0,05 s; Modalbin 0,3 - 0,35 s

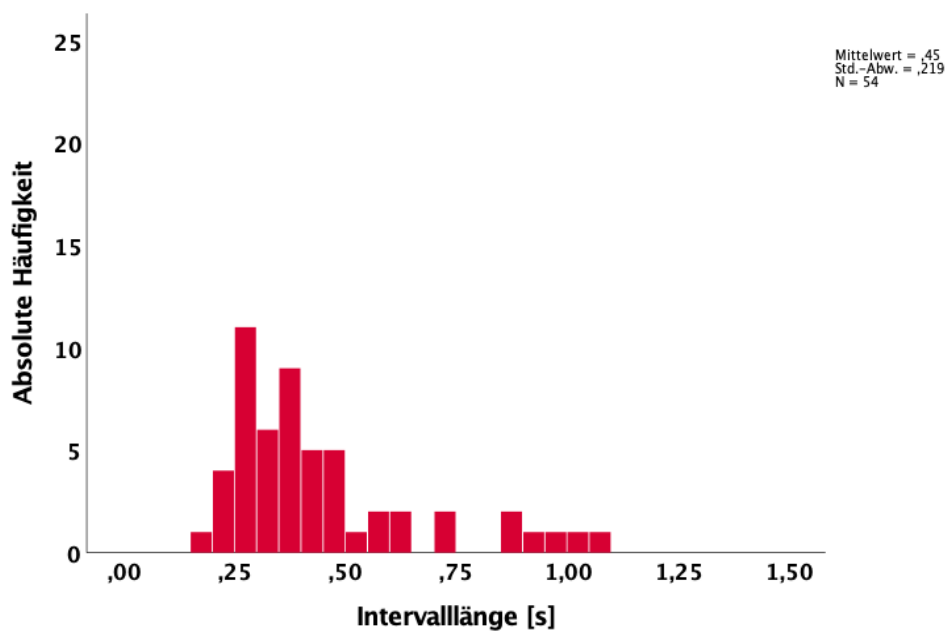


Abbildung 16: Histogramm der Intervalllängen in 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Lamnso

Binbreite 0,05 s; Modalbin 0,25 - 0,3 s

Tabelle 21: Deskriptive Statistik der Melodielänge und Länge von Einzelintervallen (-1-) im einfachen Bogen (1B)

Parameter	Ein- heit	Japanisch		Lamnso		
		N = 203		N = 54		
		Melodie- länge	Intervall- länge	Melodie- länge	Intervall- länge	
M	[s]	0,75	0,43	0,96	0,45	
Median	[s]	0,7	0,37	0,75	0,38	
95 % CI	Unter- grenze	[s]	0,71	0,41	0,78	0,39
	Ober- grenze	[s]	0,79	0,46	1,14	0,51
Minimum	[s]	0,32	0,18	0,37	0,19	
Maximum	[s]	1,79	1,08	4,65	1,08	
SD	[s]	0,29	0,17	0,65	0,22	

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.1.3 Zusammenhang zwischen Intervalllänge und Melodielänge

In Abbildung 17 und Abbildung 18 sind die Intervalllängen der Einzelsignale über den Logarithmus der Melodielänge dargestellt. Man erkennt in beiden Abbildungen einen positiven Zusammenhang beider temporaler Messgrößen. Die Richtung der Intervalle ist farblich gekennzeichnet (gelb = fallend, grün = steigend). Da es sich um eine Signalleveledarstellung handelt, ist zur Visualisierung hier die Loesskurve (80 %) eingezeichnet. Das Verhältnis der Intervalllängen zu den Melodielängen war nach visueller Inspektion der Matrixdiagramme mit LOESS-Glättung etwa linear. In der Sprachgruppe Lamnso erkennt man einen steileren Verlauf der Kurve bei Melodielängen ab ca. 1 s, in dieser Region sind jedoch auch weniger Werte vorhanden.

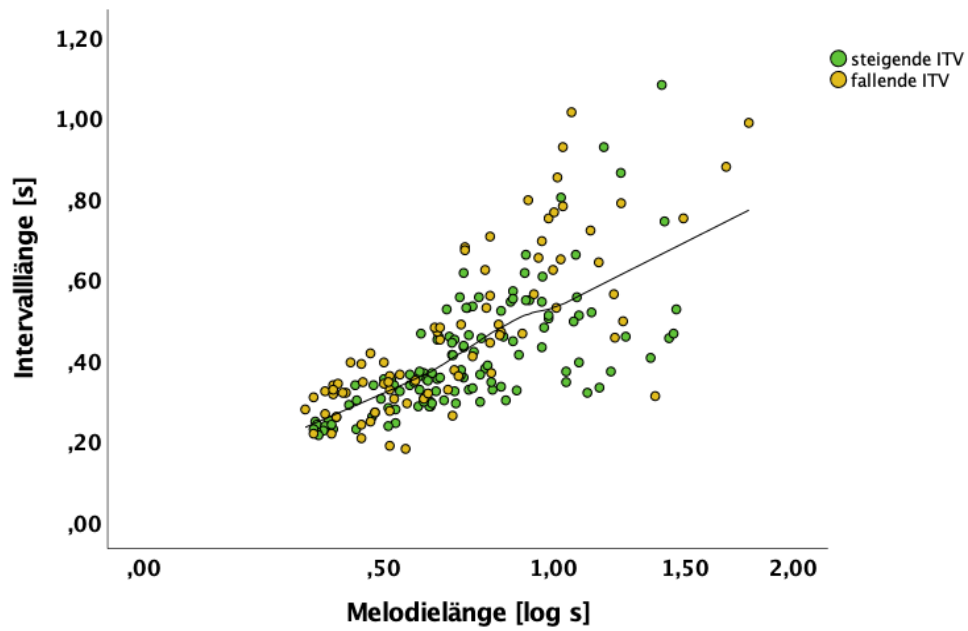


Abbildung 17: Streudiagramm: Relation der Intervalllänge zur Melodielänge der japanischen Neugeborenen (-1- in 1B)

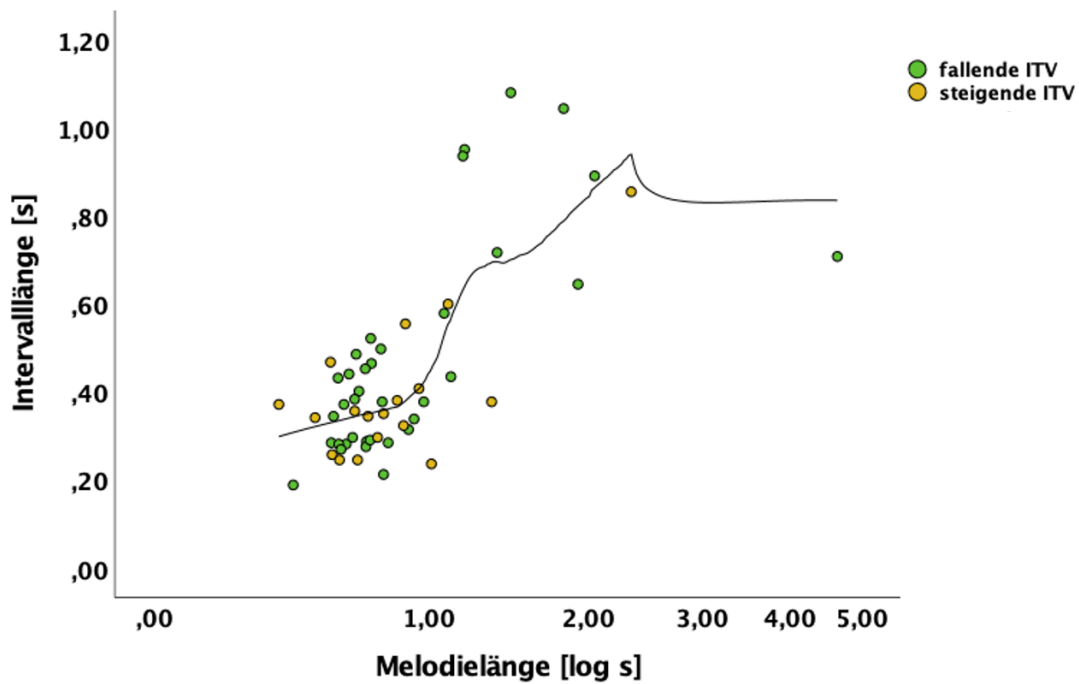


Abbildung 18: Streudiagramm: Relation der Intervalllänge zur Melodielänge der Neugeborenen der Nso (-1- in 1B)

3.6.2 Verlaufsrichtung der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien

Die Richtung der Einzelintervalle (-1-) in Melodien einfacher Bogenstrukturen (1B) kann fallend oder steigend sein. Eine Übersicht über die absoluten Häufigkeiten der Verlaufsrichtungen ist in Abbildung 19 für die Sprachgruppen Japanisch und Lamnso ersichtlich. Tabelle 22 gibt die dazugehörigen relativen und absoluten Häufigkeiten an. In beiden Gruppen ist die steigende Richtung der Einzelintervalle (-1-) in den 1B-Melodien mehrheitlich vertreten (Japanisch 60,1 %; Lamnso 66,7 %).

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallrichtung in einbögigen Melodien mit einem Intervall (-1-), wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 1142,92.

Es zeigte sich knapp keine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 1,371; $p = 0,055$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervallrichtung in einbögigen Melodien mit Einzelintervallen ($b = 0,296$; $p = 0,633$; 95 % - CI [-0,96; 1,56]).

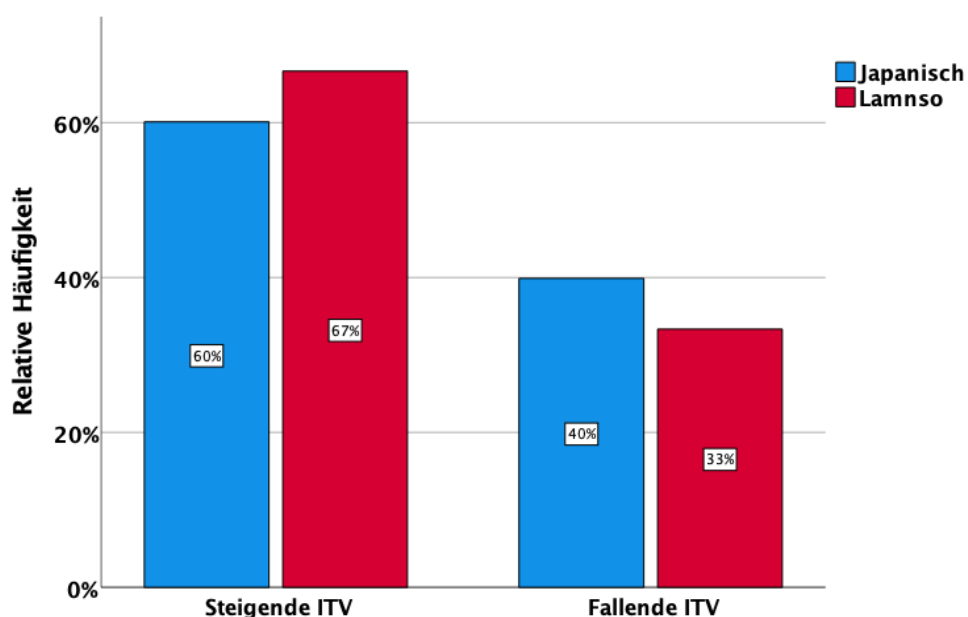


Abbildung 19: Absolute Häufigkeit der Verlaufsrichtung von Einzelintervallen (-1-) in 1B-Melodien

Tabelle 22: Absolute und relative Häufigkeiten der Verlaufsrichtung von Einzelintervallen (-1-) in 1B-Melodien

Intervallrichtung	Japanisch N = 203	Lamnso N = 54
Fallend	81 (39,9 %)	18 (33,3 %)
Steigend	122 (60,1 %)	36 (66,7 %)

3.6.3 Intervallgröße von Einzelintervallen -1- in 1B-Melodien

Die Intervallgröße der Intervallcodes (-1-) werden getrennt nach ihrer Verlaufsrichtung (fallend und steigend) untersucht. Die Frequenzverhältnisse (Intervallgröße) der beiden Plateaus der Einzelintervalle werden in Cent angegeben. In Abbildung 20 werden die Boxplots der Intervallgrößen der fallenden und steigenden Einzelintervalle für die Sprachgruppen Japanisch und Lamnso gezeigt. Die eingezeichneten Orientierungslinien kennzeichnen die Cent-Werte der angegebenen musikalischen Intervalle als Referenzwerte. Die meisten Einzelintervalle in 1B-Melodien entsprechen in beiden Sprachgruppen der Größe zwischen einer kleinen und großen Sekunde. Tabelle 23 beschreibt die jeweiligen deskriptiven Statistiken.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallgröße von Einzelintervallen in einbögigen Melodiestrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 428,32.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,196; $p < 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap einen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervallgröße von Einzelintervallen in einbögigen Melodiestrukturen ($b = -0,25$; $p = 0,016$; 95 % - CI [-0,47; -0,01]).

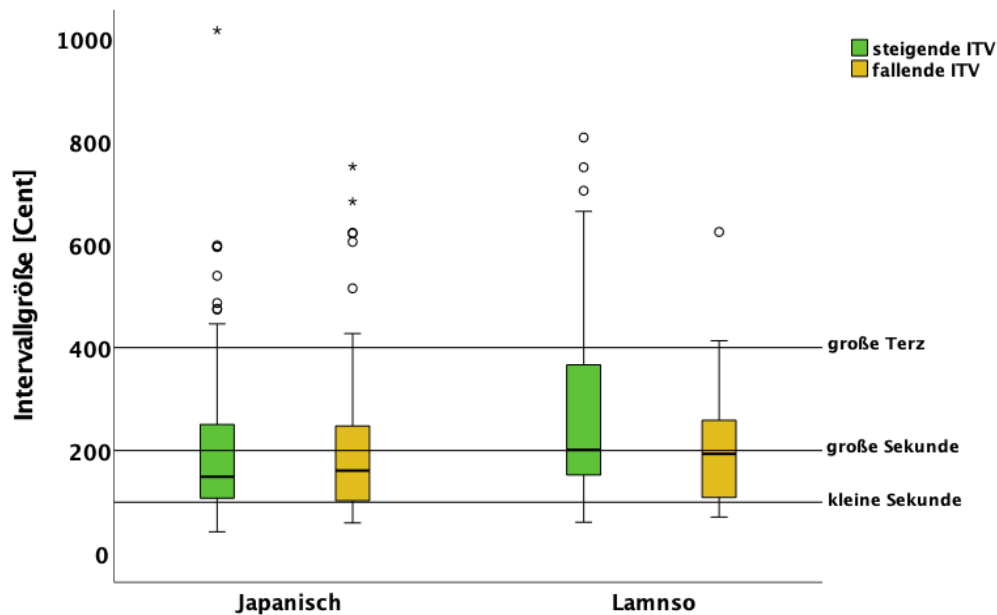


Abbildung 20: Boxplots der Intervallgrößen [Cent] der Einzelintervalle (-1-) in einböigen Melodistrukturen (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen

Tabelle 23: Deskriptive Statistik der Intervallgrößen in fallenden und steigenden Einzelintervallen in 1B-Melodien in beiden Sprachgruppen

Parameter	Einheit	Japanisch		Lamnso	
		Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	[Cent]	205,11	202,79	223,4	287,19
Median	[Cent]	161,05	149,23	193,57	201,44
95 % CI	Untergrenze [Cent]	171,77	176,51	153,32	217,08
	Obergrenze [Cent]	238,47	229,07	293,49	357,32
Minimum	[Cent]	59,64	42,59	70,82	60,97
Maximum	[Cent]	751,43	1015,71	624,53	807,81
SD	[Cent]	150,82	146,62	140,93	207,23

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.4 Dokumentation der Verteilung der Längen aller vorderen Intervallplateaus und hinteren Plateaus in Einzelintervallen einböiger Melodiestrukturen sowie deren Übergänge

Die Plateaulängen der Intervalle (vgl. Kapitel 2.5.2) in 1B-Melodien wurden analysiert, um Indizien auf modulare Kombinationen von Einzelintervallen feststellen zu können.

Wie in Abbildung 21 zu erkennen, haben mindestens 75 % aller vorderen Intervallplateaus (1. Plateau) in beiden Gruppen eine Länge unter 185 ms (Position der Orientierungslinie). Man erkennt außerdem, dass die Längen der vorderen Plateaus der fallenden Intervalle beider Sprachgruppen in ihrer Verteilung breiter variieren. Der Median unterscheidet sich bei den Neugeborenen der Nso, jedoch nicht bei den japanischen Neugeborenen. In Tabelle 24 ist die deskriptive Statistik aufgeführt. Methodisch bedingt beträgt das Minimum 50 ms (Kapitel 2.5).

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der vorderen Plateaulängen von Einzelintervallen in einböigen Melodiestrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 419,21.

Es zeigte sich im Bootstrap keine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,043; $p = 0,271$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap keinen signifikanten Gruppenunterschied für die vorderen Plateaulängen von Einzelintervallen in einböigen Melodiestrukturen ($b = 0,01$; $p = 0,926$; 95 % - CI [-0,21; 0,22]).

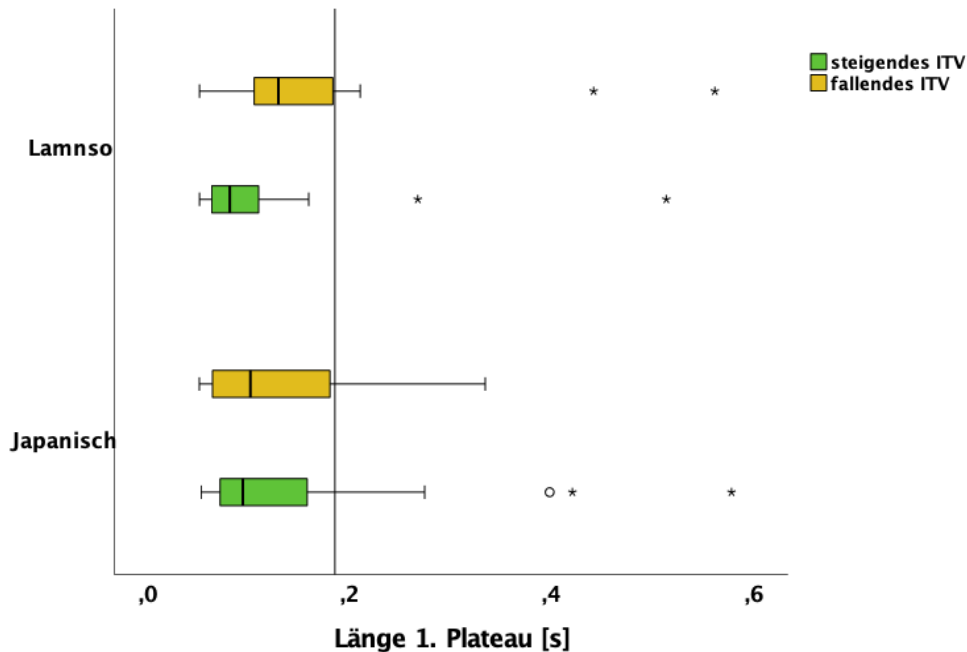


Abbildung 21: Boxplots der Plateaulängen der vorderen Plateaus von Einzelintervallen (-1-) in einböigen Melodiestructuren (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen

Tabelle 24: Längen der 1. Plateaus der Einzelintervalle in 1B-Strukturen Sprachgruppe Japanisch und Lamnso

Parameter	Einheit	Japanisch		Lamnso	
		Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	[s]	0,13	0,12	0,17	0,1
Median	[s]	0,1	0,09	0,13	0,08
95 % Untergrenze	[s]	0,11	0,11	0,11	0,7
CI Obergrenze	[s]	0,14	0,14	0,24	0,13
Minimum	[s]	0,05	0,05	0,05	0,05
Maximum	[s]	0,33	0,58	0,56	0,51
SD	[s]	0,08	0,07	0,13	0,08

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

Bei den hinteren Intervallplateaus (2. Plateau) in Abbildung 22 ist die Orientierungslinie bei 200 ms eingezeichnet. Man erkennt, dass die Mehrheit der Längen der hinteren Plateaus unter diesem Wert liegen. Die deskriptive Analyse findet sich in Tabelle 25.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der hinteren Plateaulängen von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 374,05.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,091; $p = 0,003$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap keinen signifikanten Gruppenunterschied für die hinteren Plateaulängen von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen ($b = 0,04$; $p = 0,687$; 95 % - CI [-0,19; 0,22]).

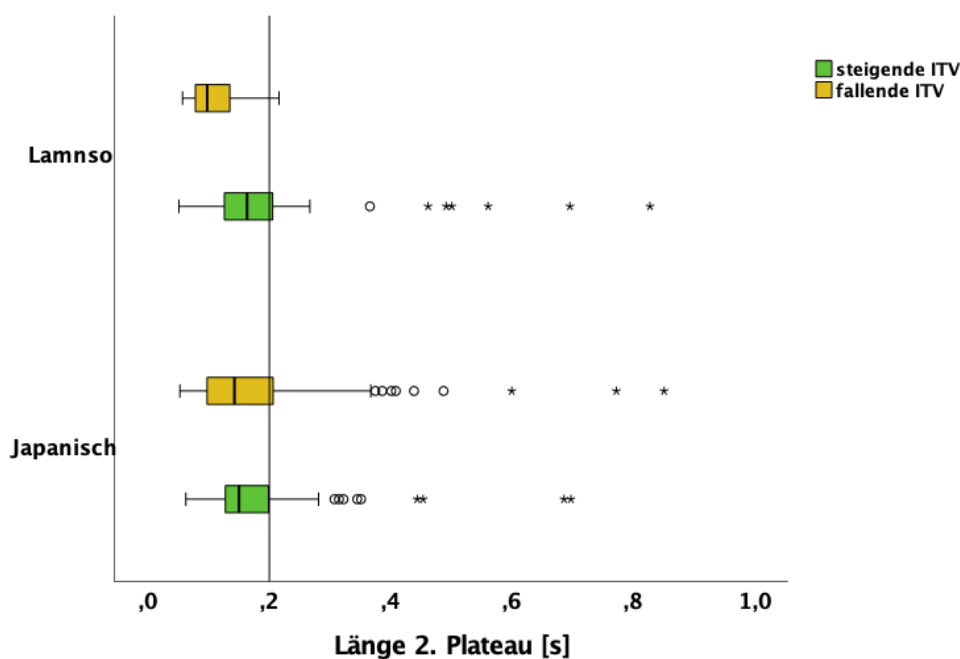


Abbildung 22: Boxplots der Plateaulängen der hinteren Plateaus von Einzelintervallen (-1-) in einbögigen Melodistrukturen (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen

Tabelle 25: Längen der 2. Plateaus der Einzelintervalle in 1B-Strukturen Sprachgruppe Japanisch und Lamnso

Parameter	Einheit	Japanisch		Lamnso	
		Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	[s]	0,19	0,18	0,1	0,23
Median	[s]	0,14	0,15	0,09	0,16
95 % CI	Unter- grenze	0,15	0,16	0,09	0,17
	Ober- grenze	0,21	0,19	0,12	0,29
Minimum	[s]	0,05	0,06	0,06	0,05
Maximum	[s]	0,85	0,7	0,22	0,83
SD	[s]	0,15	0,09	0,04	0,18

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.5 Ergebnis der Untersuchung der Intervallübergangslängen

Die Übergangslängen der Intervalle, also der Übergang vom ersten Intervallplateau auf ein zweites Frequenzplateau (vgl. Kapitel 2.5.2), sind in Abbildung 23 dargestellt. Die Mediane der beiden Gruppen positionieren sich um 100 ms (Position der Orientierungslinie). Am weitesten entfernt davon sind die Übergangslängen der fallenden Intervalle der japanischen Neugeborenen. Die entsprechende deskriptive Statistik ist in Tabelle 26 angegeben.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallübergangslängen von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Dabei wurde die Intervallrichtung nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 509,17.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,148; $p = 0,003$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Intervallübergangslängen von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen ($b = 0,14$; $p = 0,154$; 95 % - CI [-0,38; 0,08]).

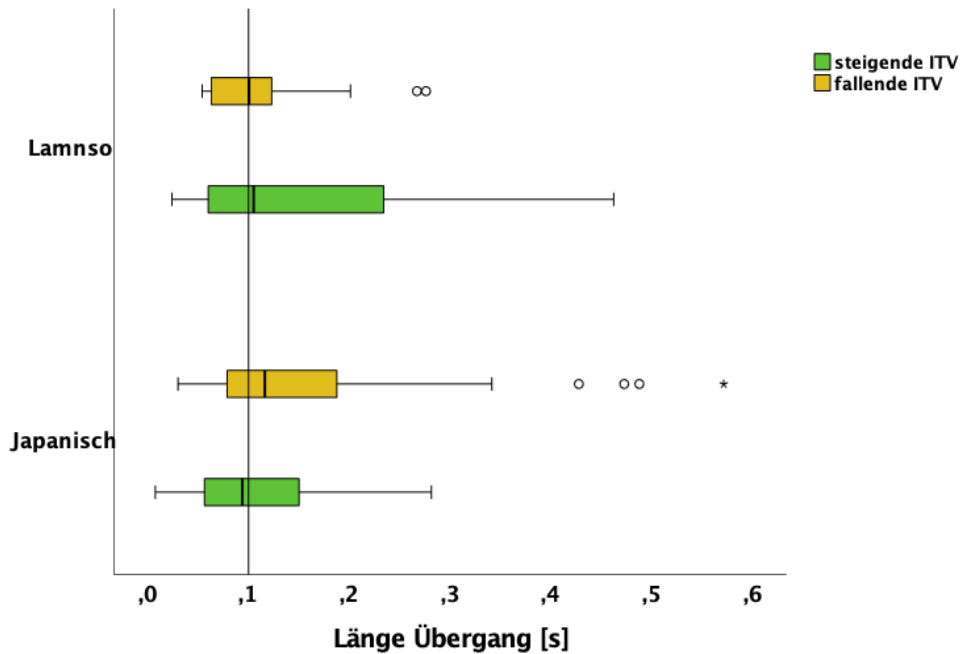


Abbildung 23: Boxplot der Übergangslängen der Einzelintervalle der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso in beide Intervallrichtungen in 1B-Melodien

Tabelle 26: Übergangslängen der Einzelintervalle der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso

Parameter	Einheit	Japanisch		Lamnso	
		Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	[s]	0,15	0,11	0,11	0,15
Median	[s]	0,11	0,09	0,1	0,11
Untergrenz	[s]	0,13	0,09	0,08	0,11
95 % e					
CI Obergrenz	[s]	0,19	0,12	0,15	0,18
e					
Minimum	[s]	0,03	0,01	0,05	0,02
Maximum	[s]	0,57	0,28	0,28	0,46
SD	[s]	0,11	0,07	0,07	0,08

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.6 Längen- und Frequenzverhältnisse

Während in Kapitel 3.6.4 allgemein die Längen der Intervallplateaus und Übergänge dargestellt wurden, werden hier die Einzelintervalle bezüglich der Längen- und Frequenzverhältnisses betrachtet.

3.6.6.1 Längenverhältnis der Intervallplateaus

Das Längenverhältnis (Ratio) der Plateaus der fallenden Intervalle ergibt sich aus dem Quotienten der vorderen Plateaulängen durch die hinteren Plateaulängen der Einzelintervalle (vgl. Kapitel 2.5.2). Die steigenden Intervalle haben ein umgekehrtes Verhältnis. Bei den fallenden Intervallen der Sprachgruppe Japanisch zeigt sich, dass die hinteren Plateaus häufiger länger sind als die vorderen (vgl. Abbildung 24). In der Sprachgruppe Lamnso verhält es sich umgekehrt. Unterschiede gibt es auch bei den steigenden Intervallen (siehe deskriptive Statistik in Tabelle 27). Abbildung 25 zeigt, dass in beiden Sprachgruppen die hinteren Plateaus der steigenden Intervalle länger sind als die vorderen, z. T. doppelt so lang.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Längenverhältnisse der Plateaulängen von Einzelintervallen in einböigen Melodiestructuren wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde dabei nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 606,89.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,132; $p = 0,003$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap einen signifikanten Gruppenunterschied für die Längenverhältnisse der Plateaulängen von Einzelintervallen in einböigen Melodiestructuren ($b = -0,49$; $p < 0,001$; 95 % - CI [-0,75; -0,21]).

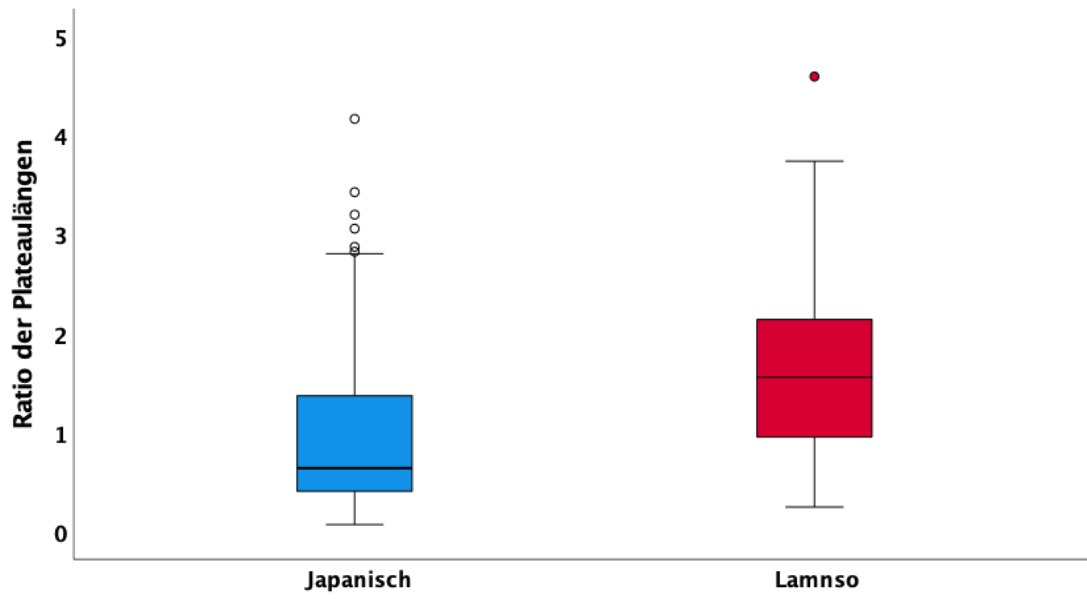


Abbildung 24: Ratio der Plateaulängen fallender Intervalle

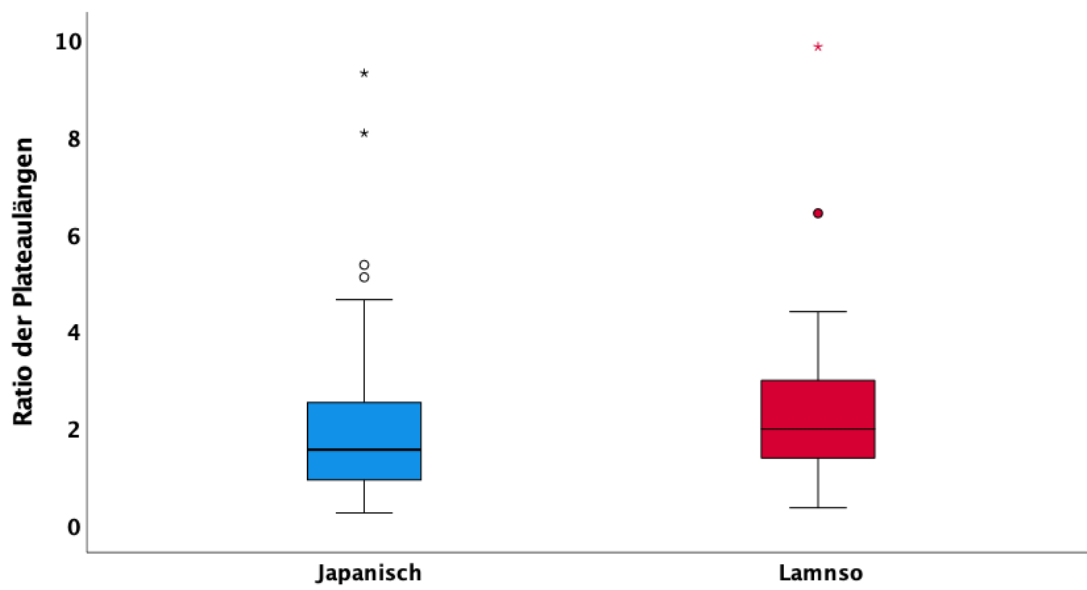


Abbildung 25: Ratio der Plateaulängen steigender Intervalle

Tabelle 27: Deskriptive Statistik der Längenverhältnisse der Intervallplateaus

Parameter	Japanisch		Lamnso		
	Fallend	Steigend	Fallend	Steigend	
	N = 81	N = 122	N = 18	N = 36	
M	1,01	1,88	1,79	2,49	
Median	0,64	1,56	1,56	1,98	
95 % CI	Untergrenze	0,81	1,64	1,2	1,9
	Obergrenze	1,21	2,13	2,38	3,09
Minimum	0,07	0,26	0,25	0,36	
Maximum	4,17	9,3	4,59	9,84	
SD	0,89	1,37	1,18	1,76	

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.6.2 Frequenzverhältnisse der Einzelintervalle

Die Frequenzverhältnisse (Intervallgrößen) der fallenden Einzelintervalle ergeben sich aus dem Quotienten der Frequenzen der vorderen Plateaus durch die Frequenzen der hinteren Plateaus, in steigender Richtung ist das Frequenzverhältnis umgekehrt (vgl. Kapitel 2.5.2). Betrachtet man Abbildung 26 erkennt man die höheren Frequenzverhältnisse der Lamnso-Intervalle. Sie liegen mehrheitlich unterhalb der großen Terz ($\approx 1,259$) und haben nur wenige Ausreißer. In der japanischen Sprachgruppe finden sich größere Intervalle und mehr Ausreißer, wobei ein Ausreißer das Frequenzverhältnis der Septime ($\approx 1,8$) der gleichstufigen Stimmung erreichte. Die deskriptiven Werte sind in Tabelle 28 angegeben.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Frequenzverhältnisse der Plateaus von Einzelintervallen in einböigen Melodistrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde dabei nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von -566,20.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,005; $p = 0,004$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap einen signifikanten Gruppenunterschied für die Frequenzverhältnisse der Plateaus von Einzelintervallen in einböigen Melodistrukturen ($b = -0,04$; $p = 0,017$; 95 % - CI [-0,07; -0,01]).

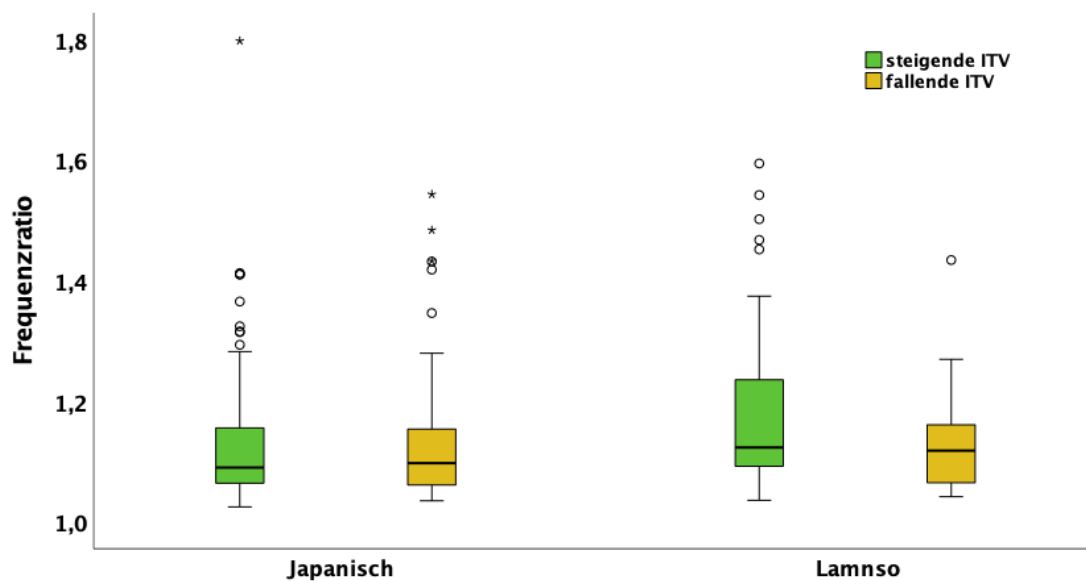


Abbildung 26: Frequenzratio der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien

Tabelle 28: Deskriptive Statistik der Frequenzverhältnisse der Einzelintervalle in 1B-Melodien für beide Sprachgruppen

Parameter	Japanisch		Lamnso	
	Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	1,13	1,13	1,14	1,19
Median	1,09	1,09	1,12	1,12
95 % Untergrenze	1,11	1,11	1,09	1,14
CI Obergrenze	1,15	1,15	1,19	1,24
Minimum	1,04	1,02	1,04	1,04
Maximum	1,54	1,8	1,43	1,59
SD	0,11	0,11	0,11	0,15

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.6.7 Übergangsgeschwindigkeit der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien

Der Quotient aus der absoluten Hubdifferenz [Hz] zwischen 1. Intervallplateau und 2. Intervallplateau durch die Zeit [ms] wird als Übergangsgeschwindigkeit bezeichnet (vgl. Kapitel 2.5.2). Die Boxplots der Einzelintervalle ist in Abbildung 27 nach Intervallrichtung und Sprachgruppe aufgeteilt ersichtlich. Tabelle 29 zeigt die deskriptive Statistik.

Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Übergangsgeschwindigkeit der Plateauwechsel von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen wurden zunächst die Daten logarithmisch transformiert und dann ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell berechnet. Die Intervallrichtung wurde dabei nicht berücksichtigt. Dieses Modell mit unstrukturierter Kovarianzmatrix erreichte ein AIC von 413,07.

Es zeigte sich im Bootstrap eine signifikante Varianz der Konstanten über die Neugeborenen (Schätzer = 0,155; $p < 0,001$).

Hinsichtlich der festen Effekte gab es im Bootstrap keinen signifikanten Gruppenunterschied für die Übergangsgeschwindigkeit der Plateauwechsel von Einzelintervallen in einbögigen Melodistrukturen ($b = -0,06$; $p = 0,496$; 95 % - CI [-0,26; 0,14]).

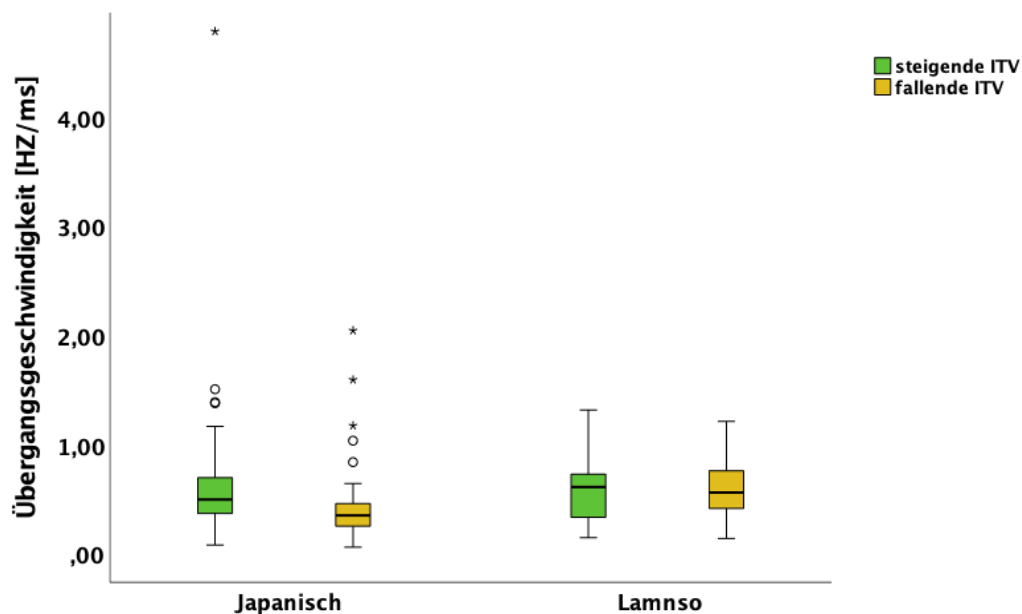


Abbildung 27: Boxplot der Übergangsgeschwindigkeiten Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso

Tabelle 29: Deskriptive Statistik der Übergangsgeschwindigkeiten der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso

Parameter	Einheit	Japanisch		Lamnso	
		Fallend N = 81	Steigend N = 122	Fallend N = 18	Steigend N = 36
M	[Hz/ms]	0,4	0,58	0,59	0,58
Median	[Hz/ms]	0,35	0,5	0,56	0,61
95 % Untergrenze	[Hz/ms]	0,34	0,5	0,44	0,48
CI Obergrenze	[Hz/ms]	0,47	0,66	0,74	0,68
Minimum	[Hz/ms]	0,06	0,08	0,14	0,15
Maximum	[Hz/ms]	2,05	4,79	1,21	1,32
SD	[Hz/ms]	0,29	0,47	0,3	0,29

CI = Konfidenzintervall, M = arithmetischer Mittelwert, SD = Standardabweichung

3.7 Beobachtete typische Positionen von komplexen Intervallstrukturen innerhalb der Melodien

Neben der Analyse des Vorkommens von Melodieintervallen bezogen auf die Gesamtgestalt (Melodiestruktur) wurde hier auch die spezifische Position der Intervalle im Melodieverlauf dokumentiert. Dabei zeigten sich typische Positionen, die im vorliegenden Kapitel beschrieben sind.

3.7.1 Intervalle über Segmentierungspausen hinweg

Hierbei handelt es sich um die Intervalle, die in segmentierten Melodien auftraten, also in Melodien mit innerlautlichen Pausen (Kapitel 2.4.1). Unabhängig von Intervallen, die ohnehin in der Melodie beobachtet wurden, ist hier das Typische, dass sich mindestens ein deutlich hörbares Intervall über die Segmentierungspause zieht, wie in Abbildung 28 gezeigt.

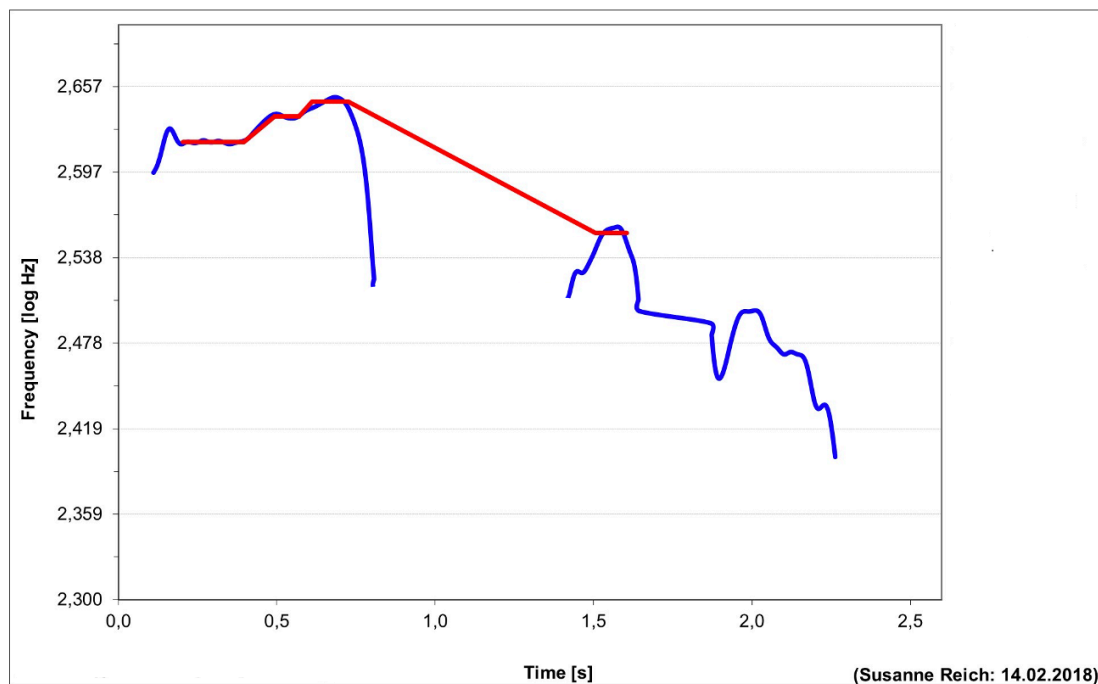


Abbildung 28: Melodieintervall, das durch eine Segmentierungspause definiert wird

3.7.2 Intervallkombination „U“-Form

Diese Intervalle bilden eine Kombination aus einem absteigenden und einem aufsteigenden Intervall. Eine Intervallstruktur bestehend aus drei Plateaus bildet eine „U-Form“, wie in Abbildung 29 dargestellt. Das erste und dritte Plateau liegen mindestens einen Halbtonschritt über dem zweiten Plateau. Der erste Übergang ist absteigend, der zweite aufsteigend.

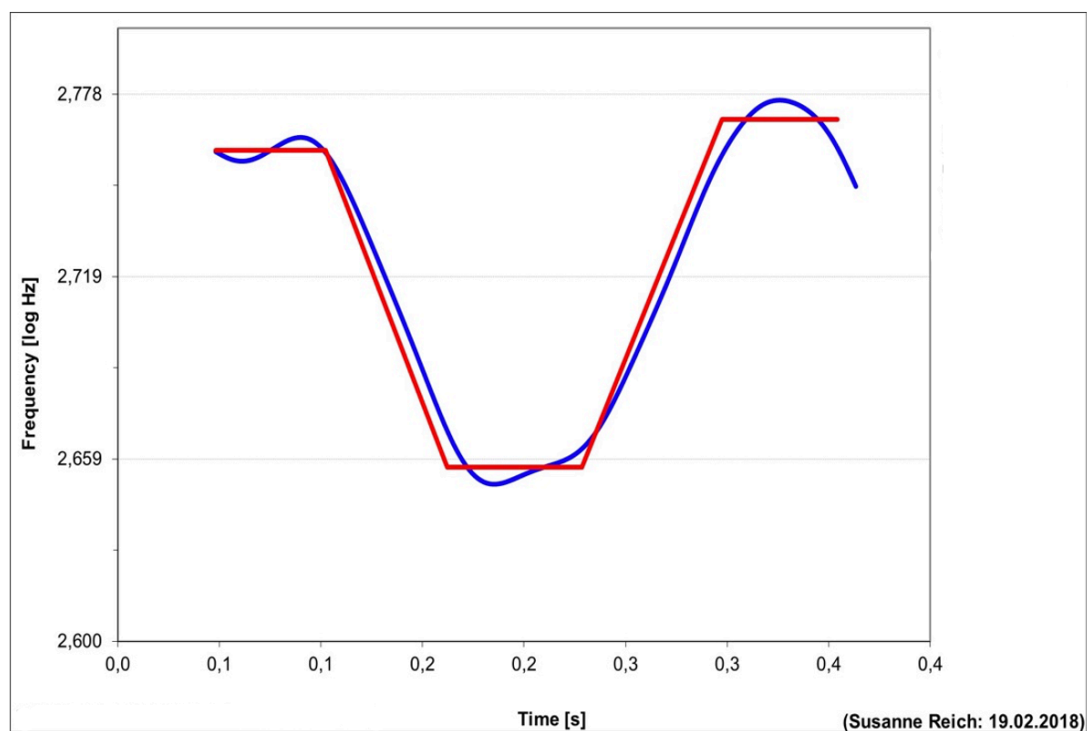


Abbildung 29: Intervallkombination „U“-Form

3.7.3 Intervallkombination „Hut“-Form

Eine Kombination eines aufsteigenden und eines absteigenden Intervalls zählt hierunter. Die drei Plateaus bilden eine „Hut-Form“ (siehe Abbildung 30). Das bedeutet, das erste und dritte Plateau liegen mindestens einen Halbtonschritt unter dem zweiten Plateau. Der erste Übergang ist aufsteigend, der zweite absteigend.

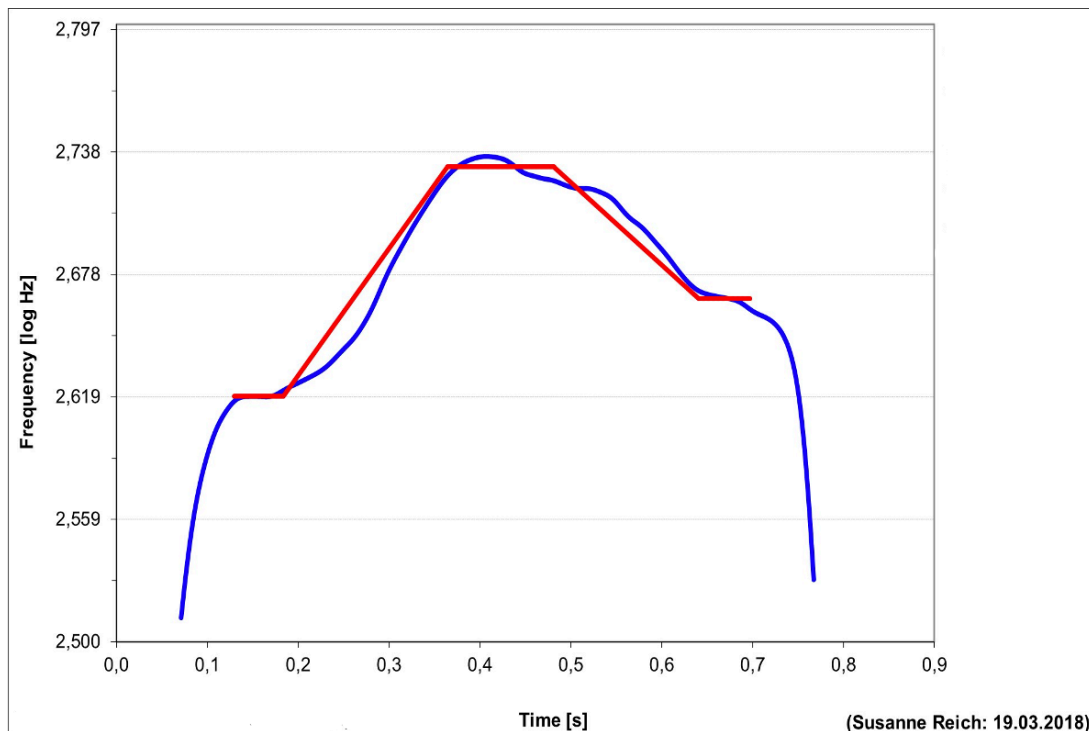


Abbildung 30: Intervallstruktur „Hut“

3.7.4 Komplexe Intervallkombinationen

Hier werden alle komplexeren Kombinationen von Intervallstrukturen eingeschlossen. Dies inkludiert Kombinationen aus mehr als je einem auf- und absteigenden Intervall. Im Folgenden sind ausgewählte Intervallabbildungen aus den Sprachgruppen Japanisch (Abbildung 33 und Abbildung 34) und Lamnso (Abbildung 35 und Abbildung 36) aufgeführt. In Abbildung 31 und Abbildung 32 sind komplexe gerichtete Intervallkombinationen dargestellt.

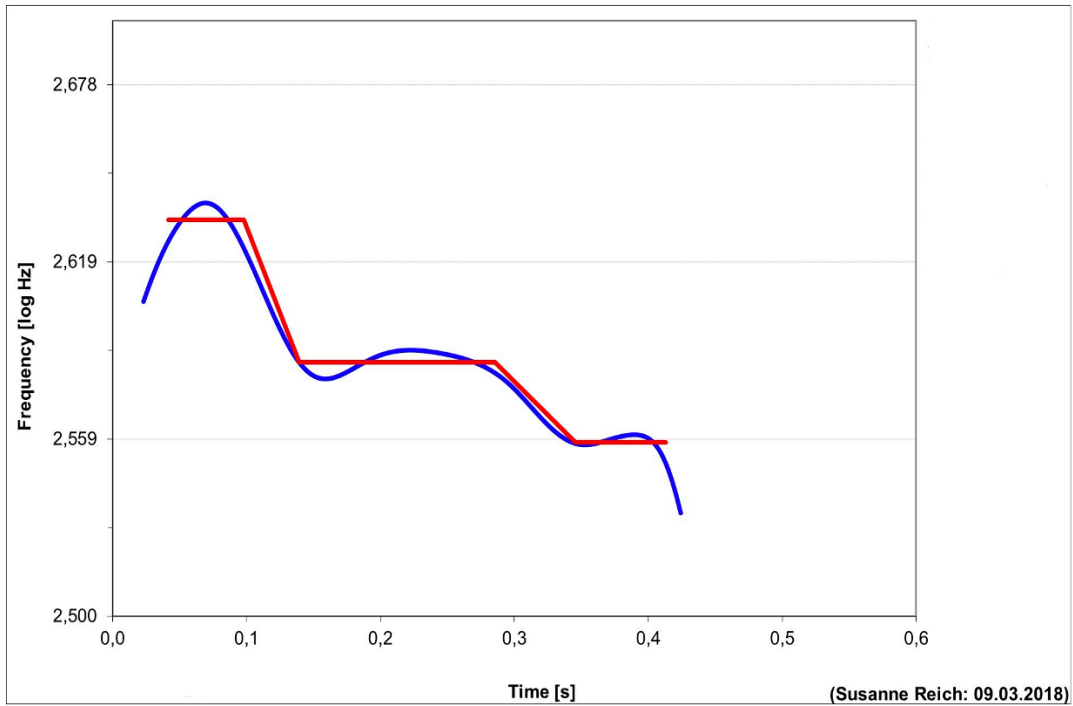


Abbildung 31: Komplexe Intervallkombination mehrfach abfallender Intervalle

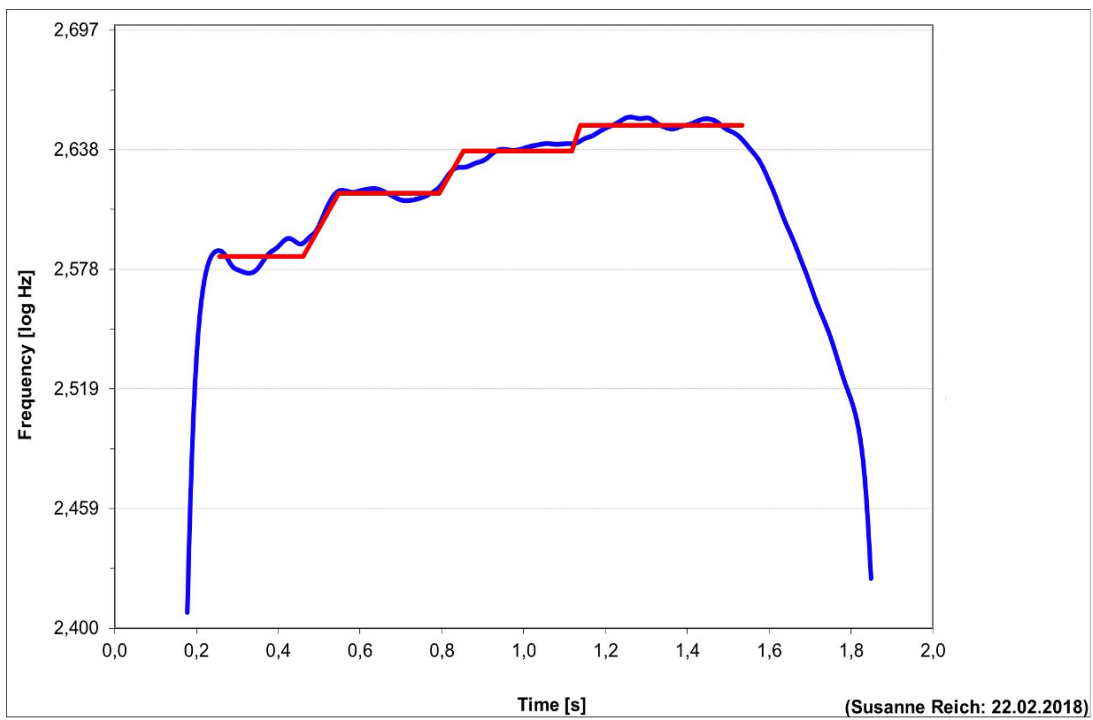


Abbildung 32: Komplexe Intervallkombination mehrfach aufsteigender Intervalle

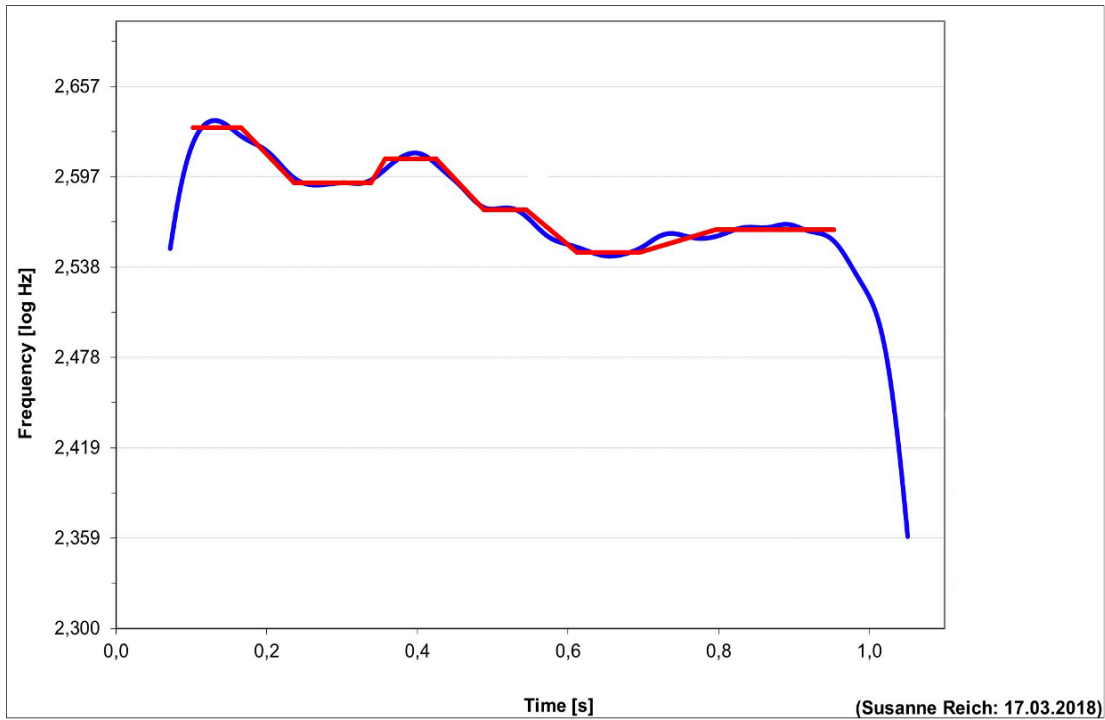


Abbildung 33: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Japanisch

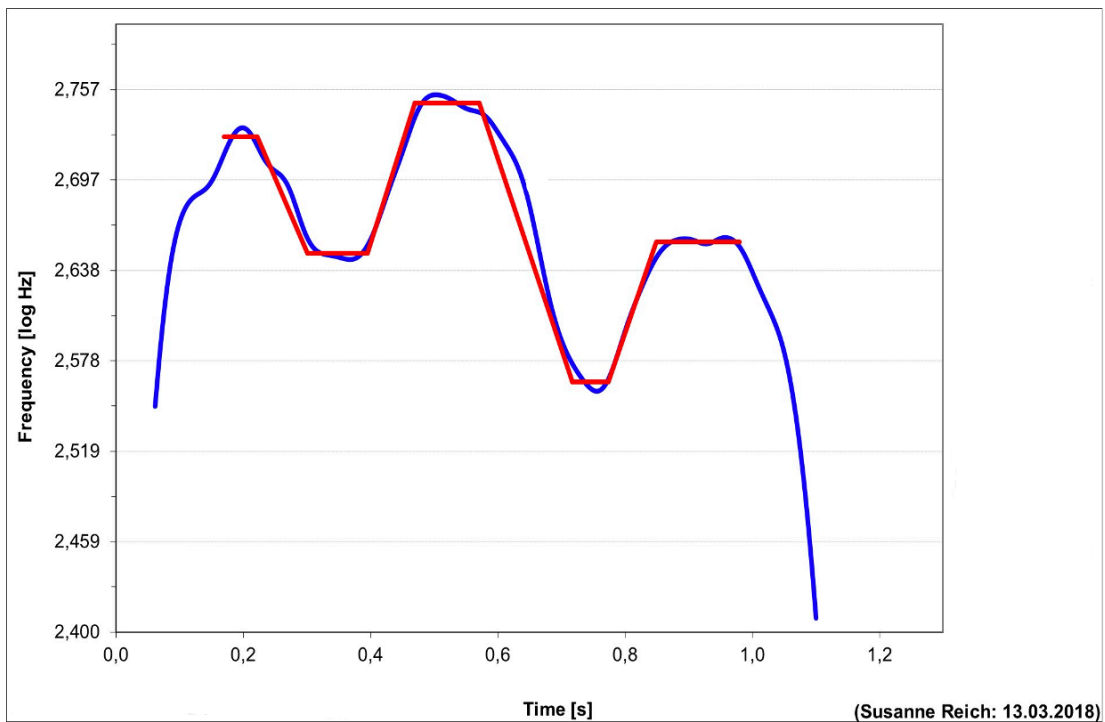


Abbildung 34: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Japanisch

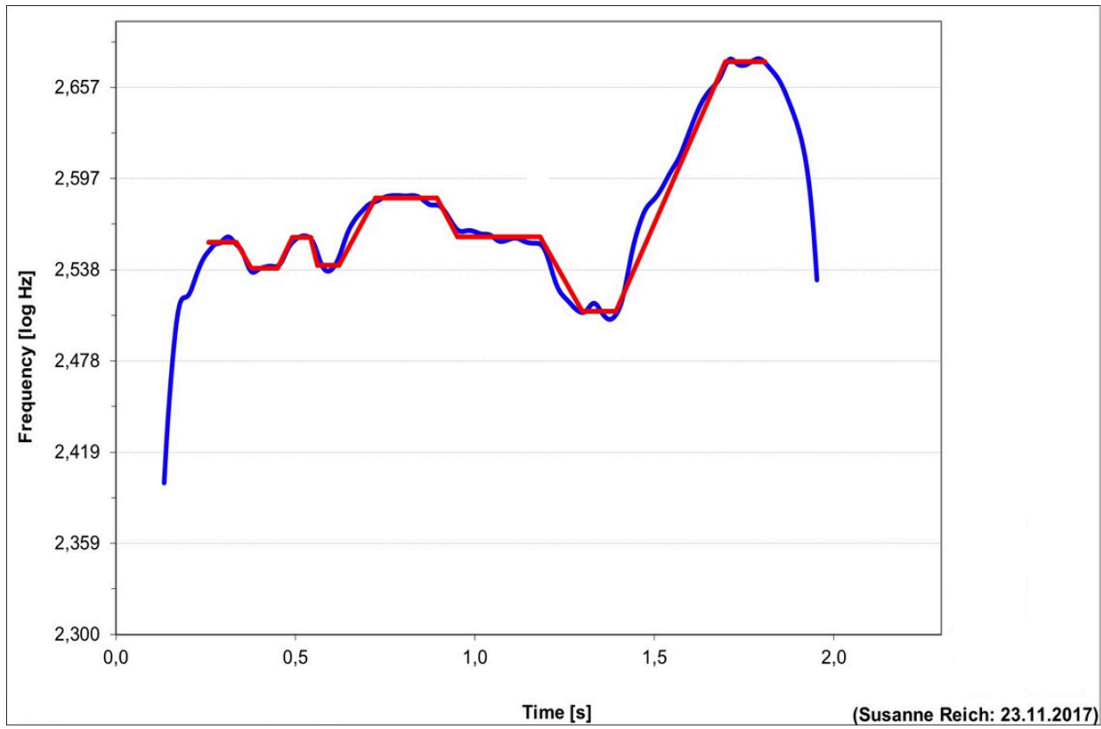


Abbildung 35: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Lamnso

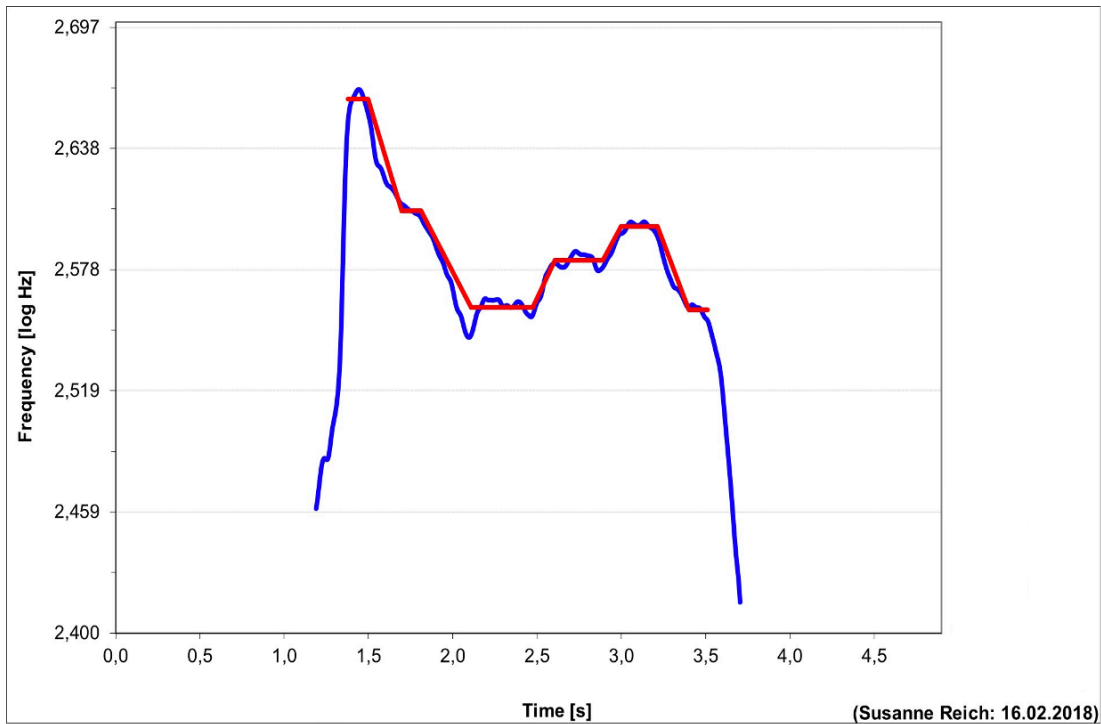


Abbildung 36: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Lamnso

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, eine ganz spezifische Fragestellung im Zusammenhang mit der vokalen Kontrollfähigkeit Neugeborener bei der Produktion von spontanem Weinen, nämlich die Erzeugung von Melodieintervallen, zu untersuchen (Kapitel 1.1). Im Zentrum der Arbeit stand die Untersuchung, ob und wenn ja, in welchem Maße die von den Neugeborenen gehörte Umgebungssprache sich auf das Vorkommen und die Struktur der Melodieintervalle auswirkt. Diese Untersuchung hat neben ihrem Grundlagencharakter auch eine Bedeutung im Rahmen der Erarbeitung geeigneter Messgrößen zur Evaluation der vokalen Kontrolle im klinischen Kontext der vorsprachlichen Diagnostik.

Die Einschätzung der vokalen Kontrollfähigkeiten im spontanen Weinen ist möglicherweise geeignet, um Aussagen über die weitere vorsprachliche Entwicklung insbesondere bei Risikokindern für Sprech- und Spracherwerb treffen zu können. Es wäre von großem Vorteil, solche Prognosen mithilfe „natürlicher“ und damit nicht invasiver Methodik stellen zu können. Dass es in einem so frühen Alter möglich sein könnte, Entwicklungsaussagen zu treffen, hängt mit der frühen Reife des auditiv-vokalen Systems zusammen (vgl. Kapitel 1). Außerdem sind im spontanen Weinen, anders als in durch eine Schmerzempfindung ausgelöstem Schreien, nicht nur Hirnstammregionen an der Regulation beteiligt, sondern auch kortikale Bereiche (Newman, 2007; Robb et al., 2011). Damit können auch höhere Strukturen und Funktionen des zentralen Nervensystems, die später für die kognitive Leistung verantwortlich sind, hier schon rudimentär beurteilt werden. Die vorsprachliche Analyse spontaner Säuglingsschreie ist eine innovative Methode, neuropädiatrische und entwicklungsdiagnostische Diagnosen zu ergänzen. Diese Ansätze sind inzwischen über das Universitätsklinikum Würzburg hinaus auch in anderen Ländern (Neuseeland, USA) im Aufbau begriffen.

Der Ansatz, Melodieintervalle für die Frühdiagnostik anhand der Lautaufnahmen von Säuglingen zu verwenden, ist hingegen ein neuer Ansatz des ZVES, der erst seit wenigen Jahren entwickelt und getestet wurde (Dobnig, 2017). Dementsprechend gibt es nur Vorarbeiten, die am ZVES selbst erstellt wurden. Es gibt keine anderen Autoren, die hier in der Diskussion besprochen werden könnten. Damit sind die im weiteren Verlauf der Diskussion vorgenommenen Ausführungen beschränkt auf die Ergebnisse vorhergehender Arbeiten am ZVES. Es wird dennoch versucht, an verschiedenen Stellen Brücken zu verwandten Forschungsergebnissen zu schlagen und die neuartige

Methode der Melodieintervallvermessung in den gesamten Themenbereich der vorsprachlichen Diagnostik einzuordnen. Die vorliegende Dissertation wurde parallel zu einer thematisch ähnlichen Dissertation erarbeitet, die mit identischer Methodik gleichaltrige und ältere deutsche Säuglingslaute (nicht tonale Sprachumgebung) untersucht hat (Armbrüster 2020). Dadurch ist ein direkter Vergleich im Ergebnis beider Arbeiten möglich.

4.1 Vergleich der Auftrittshäufigkeiten von Melodien mit und ohne Intervall bei Neugeborenen unterschiedlicher Umgebungssprachen

Bei beiden Sprachgruppen hat sich mehrheitlich ($n = 26$) eine höhere oder gleiche Anzahl an Melodien gefunden, die mindestens ein Melodieintervall aufwiesen, als Melodien ohne Intervalle. Der höchste Anteil fand sich bei den Neugeborenen der Sprachgruppe Lamnso. Im Gruppenmittel zeigten die Neugeborenen der Nso einen Anteil von 60,9 % an Melodien mit Intervallen, die japanischen Neugeborenen zeigten einen ähnlich hohen Anteil an Typ II Melodien (56,9 %). In beiden Sprachgruppen fanden sich bei 9 der 20 untersuchten Neugeborenen mehr als 70 % der analysierten Melodien Intervalle. Ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell bestätigt diesen Befund: es konnte kein signifikanter Unterschied auf Melodielevel gefunden werden (Kapitel 3.1).

Es wird daher von keinem universellen Effekt der Umgebungssprache auf die generelle Auftrittshäufigkeit der Melodien mit Intervallen ausgegangen. Melodieintervalle an sich wären danach zunächst eine rein physiologische Eigenschaft, die die hohe laryngeale Kontrollfähigkeit reflektiert. Dobnig (2017) konnte in der Analyse chinesischer Neugeborenenlaute ebenfalls keine sprachspezifischen Auftrittshäufigkeiten von Intervallen feststellen. Die ausgesprochen hohe respiratorisch-laryngeale Kontrollfähigkeit im spontanen Weinen hatte auch Dahlem (2008) im Ergebnis ihrer Arbeit gefunden. Sie postulierte ebenfalls weder einen Einfluss der Muttersprache noch der musikalischen Aktivität der Mutter auf die Melodiestructur. Intervalle wurden von ihr nicht untersucht.

Dass Neugeborene bereits ab der Geburt musikalisch relevante Größen verarbeiten können, wurde in der Vergangenheit mehrfach belegt (Háden et al., 2015; Perani et al., 2010; Trehub, 2001). So konnte in einer Studie mit 1 bis 3 Tage alten Neugeborenen durch funktionelle Magnetresonanztomographie eine rechtshemisphärische Dominanz beim Vorspielen von Ausschnitten westlicher tonaler Musik und ihren Modifikationen durch Dissonanz oder Halbtonshifts festgestellt werden (Perani et al., 2010). Stefanics

et al. (2009) postulierten, dass bereits ab der Geburt grundlegende und übergeordnete auditorische Verarbeitungsmechanismen vergleichbar mit denen Erwachsener sind. Dadurch ist es Neugeborenen möglich, Musik und sprachliche Prosodie zu erlernen sowie verschiedene wichtige auditorische Hinweise, basierend auf spektralen akustischen Merkmalen, zu verarbeiten. Besonders interessant an der Studie ist die Methodik, die durch eventkorrelierte Potenziale Hirnaktivitäten schlafender Neugeborener gemessen hat. Die vorgespielten Tonintervalle hatten eine Frequenzplateaulänge von 50 ms und einen Frequenzunterschied von 2 Halbtönen. Dies war eines der Argumente von Armbrüster (2020) für die Bestimmung strengerer Messkriterien im Vergleich zu Dobnig (2017), Ehlert (2019) und Stephan (2017). Armbrüster (2020) stellte eine signifikante Zunahme des Intervallauftritts bei Probanden mit deutscher Umgebungssprache im Alter von 0 bis 4 Monaten fest. In der vorliegenden Arbeit konnte ebenfalls eine hohe Auftrittshäufigkeit von Intervallen gefunden werden und unterstützt die These, dass das Auftreten von Intervallen in Lautmelodien ein regelhaftes Phänomen ist, das zum Erlernen einer Sprache bereits von Neugeborenen genutzt wird.

4.2 Vergleich der Auftrittshäufigkeiten von Melodien mit komplexen Intervallen bei Neugeborenen unterschiedlicher Umgebungssprachen

In der Sprachgruppe Lamnso hat sich mit wenigen Ausnahmen ($n = 3$) eine höhere Anzahl an Melodien mit komplexen Intervallen (vgl. Kapitel 2.5.4) als an Melodien mit einfachen Intervallen gefunden. Bei 3 der 20 untersuchten kamerunischen Neugeborenen enthielten alle Melodien mit Intervallen ausschließlich komplexe Intervalle. Die japanischen Neugeborenen hatten im Gruppenmittel 48 % Melodien mit komplexen Intervallen, die Neugeborenen der Nso hatten im Gruppenmittel 65 % komplexe Melodieintervalle. Dieser Unterschied ist auch mithilfe eines verallgemeinerten linearen gemischten Modells bestätigt worden: Neugeborene der Nso zeigten also signifikant mehr komplexe Intervalle als japanische Neugeborene (Kapitel 3.2).

Tonale Sprachen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie viele lexikalische Töne nutzen, die die Bedeutung der Wörter festlegen (Kapitel 1). Es sind sehr „musikalische“ Sprachen, die durch ein häufiges Ab- und Auf der Tonhöhen beim Sprechen charakterisiert sind. Föten und Neugeborene sind besonders aufnahmefähig für Melodiekonturen (DeCasper et al., 1994; Prochnow, 2013; Woodward und Guidozi, 1992) und orientieren sich beim Erlernen der Sprache an ihr, da segmentale

Eigenschaften der Sprache noch nicht verarbeitet werden (Friederici et al., 2007; Sansavini et al., 1997; Trehub et al., 1984). Es ist daher anzunehmen, dass auch die Melodien im Weinen Neugeborener mit tonaler Sprachumgebung viele Intervalle zeigen könnten. Lamnso ist eine komplexe tonale Sprache, eine einsilbige Sprache mit Registertönen. Diese sind durch eine bestimmte Tonhöhe (Register) und seinen Verlauf in der Melodie definiert (Grebe und Grebe, 1975). Für Substantive gibt es acht Töne, die in drei Leveltöne (hoch, mittel, tief) und fünf Gleittöne (Konturtöne) (mittel-hoch, hoch-mittel, mittel-tief, hoch-tief, mittel-tief-hoch) eingeteilt werden. Diese liegen auf dem Vokal der Silbe. Für Verben gibt es drei Tonklassen (Grebe und Grebe, 1975):

- I. hoher Anfangston
- II. hoch-tiefer Anfangston
- III. ein langer hoher Anfangston.

Einige Töne werden auf einer bestimmten Frequenz geringer Variation gehalten, einem sogenannten Frequenzplateau. Ändern die Töne ihren Verlauf innerhalb der Melodie, wird die Frequenz in kürzester Zeit moduliert, um auf einem nachfolgenden Frequenzplateau geringer Varianz einen neuen Ton zu halten. Diese Tonhöhenverläufe und Frequenzmodulationen werden als Intervalle wahrgenommen. Das gilt insbesondere für Gleittöne. Der Einfluss der Gleittöne und der Tonklassen der Verben könnte sich in der Tatsache zeigen, dass in der Sprachgruppe Lamnso absolut mehr fallende Intervalle auftraten. Da bei drei der fünf Gleittöne bereits eine fallende Kontur der Melodie vorgegeben ist, wäre daher ein fallendes Intervall zu erwarten. Die Tonklassen der Verben beginnen alle mit einem hohen Anfangston, worauf ein fallendes Intervall folgen könnte. Dies müsste in weiteren Studien mit mehr Neugeborenen monolingualer Mütter geprüft werden.

Japanisch ist eine Ton-Akzent-Sprache (vgl. Kapitel 1), die durch Tonhöhenverläufe, also einer Modulation der Grundfrequenz in kürzester Zeit, unterschiedliche Bedeutungen von Wörtern realisiert. Einzelne Silben in Wörtern sind prominenter als andere und durch eine bestimmte Tonkontur gekennzeichnet. In Signalanalysen wird dies deutlich durch eine große Varianz des Grundfrequenzverlaufes (F0) in kurzer Zeit, gefolgt von oder folgend auf Bereiche geringer F0-Varianz, einem Halten des Tones. Im Unterschied zu Schwedisch, ebenfalls eine Tonakzentsprache, bewerkstelligt Japanisch den Akzent auf Silben nicht dynamisch durch sogenannte Druckakzente (stresses), sondern ausschließlich melodisch durch Tonhöhenverläufe (pitch movements) (Ladd, 2008). Die Betonung der Wörter startet immer tief und ändert ihren Verlauf zu einem hohen Ton, der gehalten wird, außer die initiale Silbe ist hoch (Abe, 1998).

Der Einfluss der Umgebungssprache könnte sich als Häufung spezifischer Intervalle manifestieren. Eine Beobachtung Dahlems (2008) in den Lautaufnahmen der japanischen Neugeborenen unterstützt diese These:

„Erstaunlicherweise entspricht die bei den japanischen Neugeborenen vokalisationen gefundene Melodiestructur „Haifisch“ einem prosodischen Charakteristikum des in Hiroshima vorkommenden *Hiroshimaben- Dialekts* (persönliche Mitteilung von Dr. Yamada-Bochynek 2008)“ (Dahlem, 2008, S.107). Für den Hiroshima Dialekt ist typisch, dass Sätze mit interrogativen Wortformen am Ende mit einem fallenden Ton ausgesprochen werden, während Sätze ohne interrogative Wortformen mit einem final steigenden Ton gesprochen werden (Kibe et al., 2018).

Ein umgebungssprachlicher Einfluss zeigte sich in der vorliegenden Arbeit durch eine höhere Anzahl komplexer Intervalle in der Sprachgruppe Lamnso. Dieser bestätigte sich auch dadurch, dass der Intervallkomplexitätsindex (ICI) in dieser Gruppe signifikant höher war als in der Sprachgruppe Japanisch (vgl. Kapitel 3.2).

4.3 Vorkommen von Melodieintervallen in den verschiedenen Melodiestructurkategorien

Das Auftreten von Melodien mit beziehungsweise ohne Intervalle wurde in Abhängigkeit von der Gesamtgestalt der Melodien (Strukturkategorien, vgl. Kapitel 2.4.1) betrachtet. Melodien ohne Intervall, im hier definierten Sinne (Kapitel 2.5), zeigten sich vorrangig in einbögigen Melodien und in segmentierten Mehrfachbogenstrukturen (Strukturkategorie 1B und MS). Im Gegensatz dazu traten die Melodien mit Intervallen vorrangig in 1B- und 2B-Strukturen auf. Vergleicht man die Melodiestructurkategorien der japanischen und kamerunischen Neugeborenen, dann zeigten beide Gruppen vor allem in den nicht-segmentierten komplexen Melodien Intervalle. Der Anteil bei den Neugeborenen der Nso war dabei noch deutlich höher als der der japanischen Neugeborenen. Das betraf vor allem 2B- und MB-Strukturen. Ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell bestätigte signifikante Unterschiede in der Verteilung von Melodien mit Intervallen in den Melodiestructurkategorien zwischen beiden Sprachgruppen (Kapitel 3.3). Dieser Befund zeigt die offenbar intentionale Kombination der Produktion komplexer also mehrböiger Melodien einerseits und dem Einbau von Melodieintervallen andererseits.

Der Effekt der Umgebungssprache zeigte sich einerseits durch den höheren Anteil mehrböiger Melodien bei den Neugeborenen der Nso und andererseits darin, dass Melodieintervalle offenbar auch häufiger in 2B- und MB-Strukturen zu finden waren.

Neugeborene mit deutscher Umgebungssprache zeigen nach aktuellsten statistischen Modellen einen Anteil an Mehrfachbögen (einschließlich segmentierten Melodien) von ca. 30 % (Wermke et al., 2021). Der Anteil der hier in die Analyse eingegangenen Melodien ist bei den Neugeborenen der Nso deutlich erhöht (48,5 %), während die japanischen Neugeborenen den deutschen Neugeborenen ähneln (27,5 %). Dahlem (2008) errechnete zur Darstellung des Anteils komplexer Melodien einen Melodiekomplexitätskomplex (MCI). Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis komplexer Melodiestrukturen zur Gesamtheit aller Melodiestrukturen, also einfacher sowie komplexer Melodien. Dahlem stellte einen MCI von 41 % bei den japanischen Neugeborenen fest, in der Kontrollgruppe ihrer Arbeit (deutsche Neugeborene) fand sie einen MCI von 31 %. Der Unterschied in den Ergebnissen der japanischen Neugeborenen könnte sich einerseits damit erklären lassen, dass Dahlem (2008) eine deutlich höhere Anzahl an Probanden ($n = 47$) in die Analyse einschloss. Andererseits wurden in vorliegender Arbeit Melodien mit subharmonischen Strukturen und Rauschbanden bereits im Vorfeld ausselektiert (vgl. Kapitel 2.3.1), während diese Melodien bei Dahlem lediglich gekennzeichnet und in die Analyse einbezogen wurden. Die Ergebnisse Dahlems sowie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen vorherige Befunde zum Einfluss der mütterlichen Sprache auf den Anteil komplexer Melodien (Prochnow, 2013).

Als markanter Befund in der vorliegenden Analyse ist der Effekt einzuschätzen, dass die Neugeborenen mit Lamnso als Umgebungssprache mehr komplexe Melodieintervalle in ihre mehrböigen Melodien einbauen als die japanischen Neugeborenen. Das heißt, dass sich der Einfluss der Umgebungssprache hier verstärkt und sowohl in Melodiekomplexen als auch in der Intention zum Einbau von Intervallen zeigt. Der Unterschied zeigte sich bereits in der einfachsten Komplexitätsform, den doppelböigen Melodien. Während die Neugeborenen der Nso 31,5 % der doppelböigen Melodien mit Intervall erzeugten, betrug der Wert bei den japanischen Neugeborenen nur 17 %. Der Effekt des tonalen Sprachhintergrundes scheint bei den Neugeborenen der Nso komplementär zu sein. Dies zeigt sich sehr deutlich in den mehrböigen Strukturen, in denen noch ca. 10 % Melodien mit Intervallen beobachtet wurden, während die japanischen Neugeborenen nur in 3,3 % der mehrböigen Melodien Intervalle produzierten.

Diese Befunde zeigen zu welcher frühreifen Leistung die Neugeborenen fähig sind, wenn entsprechende auditive Stimulation vorhanden ist. Wie erstaunlich schnell diese Regelprozesse (Intervalle) sind, hat sich auch in der Übergangsgeschwindigkeit gezeigt,

bei denen der über ein Intervall erreichte Frequenzhub (Hub absolut in Hz) über die Zeit gerechnet wurde, in der dieser Hub bewerkstelligt wurde (siehe Kapitel 3.6.7). Im Mittel ergaben sich „Geschwindigkeiten“ von 0,5 - 0,6 Hz/ms bei den fallenden und 0,59 - 0,62 Hz/ms bei den steigenden Intervallen. Die im Mittel etwas schnelleren Übergänge bei gleichem Hub wurden bei steigenden und fallenden Einzelintervallen von Neugeborenen der Sprachgruppe Lamnso erreicht. Der Gruppenunterschied war im verallgemeinerten linearen gemischten Modell nicht signifikant. Dies ist sicher eine gute Eigenschaft für die zu erlernende tonale Sprache. Da in der Sprachgruppe Lamnso nur 10 monolinguale Mütter teilnahmen, könnte der Effekt vielleicht noch größer sein, wenn alle Neugeborenen einen monolingualen Sprachhintergrund hätten. Die zusätzlichen nicht-tonalen Sprachen der Mütter könnten den stark prägenden Einfluss des Lamnso gebremst haben.

4.4 Kombinationsmuster von Melodieintervallen in spontanen Neugeboreneneschreien

Wie bereits von Armbrüster (2020) beobachtet, wurden auch in der vorliegenden Arbeit verschiedene Kombinationsmuster von Intervallen gefunden. Die höchste Anzahl aufeinanderfolgender Intervalle in einem Laut betrug 8 und kam bei einem Neugeborenen der Nso vor. Zwischen 4 und 7 aufeinanderfolgende Intervalle kamen im Mittel beider Sprachgruppen zu 9 % in allen Melodien mit Intervallen vor. Den höchsten Anteil zeigten auch hier wieder die Neugeborenen der Sprachgruppe Lamnso (15,5 %). Bei den japanischen Neugeborenen kamen diese Kombinationsmuster zu 5,5 % vor. Sie unterscheiden sich von der Sprachgruppe Lamnso dahingehend, dass sie weniger treppenartige beziehungsweise komplexere Intervallkombinationen hatten. Das könnte man möglicherweise mit der Ton-Akzent-Sprache erklären, da Ton-Akzent-Sprachen durch Akzente ein Intervall erzeugen. Viele Akzente sind jedoch wenig komplex (fallend, steigend). So sind auch im Japanischen nur zwei Akzente vorhanden (Kubozono, 2008), die durch einen Tonhöhenverlauf bewerkstelligt werden. Diese Tonhöhenverläufe sind im Vergleich zu tonalen Sprachen kürzer, da sie nur auf wenige Silben angewendet werden, während in tonalen Sprachen jede Silbe anders melodisch betont wird.

Beide Sprachgruppen zeigten vorrangig Einzelintervalle (-1-) oder Doppelintervalle (-12-). Dieses Ergebnis bestätigt die Befunde vorangegangener Arbeiten (Armbrüster, 2020; Ehlert, 2019), die eine große Vielfalt der Intervallcodes berichteten mit der größten Auftrittshäufigkeit von einfachen und Doppelintervallen. Die in der vorliegenden Arbeit

gefundenen und beschriebenen Melodieintervalleigenschaften dienen als Ergänzung für das von Armbrüster (2020) erstellte Referenzrepertoire von Intervallphänomenen in Neugeborenen Schreilaute und stehen nachfolgenden Studien als Ausgangspunkt zur Verfügung. Die beobachtete hohe Variabilität in der Auftrittshäufigkeit und die Vielfalt der gefundenen Intervallcodes steht mit der bekannten interindividuellen Variabilität in der Sprachentwicklung in Einklang (Vihman, 1996). Eine Abhängigkeit von der Melodiestructur sollte dabei mit geprüft werden. Klinisch relevanter könnte jedoch die genauere Untersuchung der am häufigsten aufgetretenen Intervallcodes sein. Aus diesem Grund wurde von der Autorin das Einzelintervall (-1-) im einfachen Bogen auch quantitativ analysiert und die Ergebnisse ausführlich in Tabellen berichtet. Diese wurden nachfolgend mit den Ergebnissen Armbrüsters (2020) verglichen und sollen nachfolgenden Arbeiten ebenfalls als erste als Referenzwerte dienen.

4.5 Intervallgrößen

Die hier untersuchten Intervallphänomene (Frequenzverhältnisse) verweisen gemeinsam mit dem Bogenmodell auf einen sehr frühen „musikalischen Ursprung“ der Sprache (Wermke und Mende, 2009). Dass die Sprache evolutionsbiologisch gemeinsam mit der Musik (Singen und Tanzen) entstand, wird als wahrscheinlich angesehen (Mithen, 2009). Dies wäre eine Erklärung für das Auftreten musikalischer Elemente im Spracherwerb, der Ontogenese. Musik und Sprache sind beides charakteristische Formen der menschlichen Kommunikation, beide obliegen einer hierarchischen Struktur und nutzen komplexe Lautsysteme (Zatorre und Baum, 2012). Akustische Frequenzmodulationen werden als Tonvariationen wahrgenommen und sind Teil des Kommunikationsrepertoires. Beide, Musik und Sprache, beruhen auf der Kontrollfähigkeit der Stimmbänderkontraktion. In Kombination mit dem transglottalen Luftdruck entsteht die vokale Grundfrequenz. Zur Tonperzeption wird dasselbe Transduktionssystem genutzt (Cochlea). Zatorre und Baum (2012) postulieren verschiedene Verarbeitungsströme als allgegenwärtige Eigenschaft der neurokognitiven Architektur. Sie diskutieren die Möglichkeit, dass es zwei tonbezogene Verarbeitungssysteme gibt, eines für eine grobe Tonanalyse, das zur Verarbeitung sprachlicher Prozesse ausreicht; und eines zur akkuraten Repräsentation von musikalischen Tönen. Dies begründen sie mit den bedeutenden Unterschieden zwischen Musik und Sprache (Zatorre und Baum, 2012). So ist es in der Musik schwer vorstellbar, mit nur einem Ton auszukommen. Die Musik besitzt nur eine limitierte

Tonreihe, meist 5 bis 7 Töne innerhalb einer Oktave, mit einer Skala spezifischer Intervallwerte (Ross et al., 2007), die hierarchisch organisiert sind und verschiedene Funktionen in den meisten musikalischen Systemen übernehmen, was zu einem weiten Feld von Perzeptionsphänomenen führt (Schlüsselstrukturen, harmonische Beziehungen, etc.) und als Tonalität zusammengefasst werden kann (Krumhansl, 2001). Tonvariationen erfolgen in der Musik diskret, während Töne der Sprache kontinuierlich verlaufen. Bereits kleinste Abweichungen der musikalischen Töne werden von Hörern als falsch wahrgenommen (Warrier und Zatorre, 2002). Die Botschaft des Gesagten hingegen bleibt zum Teil selbst in tonalen Sprachen erhalten, wenn alle Grundfrequenzmodulationen entfernt werden (Patel et al., 2010).

Die arithmetischen Mittelwerte der in der vorliegenden Arbeit gemessenen Intervallgrößen der Einzelintervalle in 1B-Melodien liegen in beiden Richtungen für beide Gruppen nah beieinander: die Intervalle der japanischen Neugeborenen ergeben im Mittel in der fallenden Richtung eine Größe von 205,11 Cent und bei den steigenden 202,79 Cent. Diese Werte liegen im Bereich der großen Sekunde (Ganzton) der musikalischen Intervalle. Die arithmetischen Mittelwerte der Intervallgrößen der Sprachgruppe Lamnso liegen mit 223,4 Cent für die fallenden ebenfalls im Bereich der großen Sekunde und mit 287,19 Cent für die steigenden Intervalle im Bereich der kleinen Terz. Der Modalbin lag in beiden Sprachgruppen zwischen 75 und 125 Cent und konzentriert sich damit um die kleine Sekunde (Halbton). Das größte Intervall wurde mit 1015,71 Cent bei den steigenden Intervallen der japanischen Neugeborenen gemessen, also einem musikalischen Intervall von einer kleinen Septime. Die arithmetischen Mittelwerte der Intervallgrößen aller vermessenen Intervalle unabhängig ihrer Komplexität und der Melodiestrukturkategorie liegen in beiden Sprachgruppen auf der linken Seite der Histogramme: in der Sprachgruppe Japanisch liegt das Gruppenmittel bei 220,79 Cent und der Modalbin bei 100 - 125 Cent. Eine Bevorzugung des Halbtons (100 Cent) der gleichstufigen Stimmung (vgl. Kapitel 2.5.5) ist somit gezeigt. Der zweite Peak liegt bei 175 - 200 Cent, das entspricht somit der Größe eines Ganztons (200 Cent). In der Sprachgruppe Lamnso liegt das Gruppenmittel bei 222,25 Cent und der Modalbin bei 75 - 100 Cent, eine Bevorzugung des Halbtons (100 Cent) der gleichstufigen Stimmung liegt auch hier vor. Ein weiterer Peak liegt bei 350 - 375 Cent, dies entspricht dem Musikintervall einer großen Terz und könnte ein Sprachspezifikum sein. Zur Testung auf Gruppenunterschiede bezüglich der Intervallgröße in allen Typ II Melodien (Melodien mit Intervallen) unabhängig der Melodiestrukturkategorie und der

Intervallkomplexität zeigte ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell keine Signifikanz.

Eine Präferenz des Halbtons konnte Armbrüster ebenfalls feststellen (Armbrüster, 2020; Armbrüster et al., 2020). Auch weitere Vorgängerarbeiten berichteten die Zentrierung um den Halbton und den Ganzton (Dobnig, 2017; Ehlert, 2019; Stephan, 2017). Weigl (2012) zeigte im Zuge ihrer unpublizierten Diplomarbeit in Psychologie ähnliche Befunde. Sie analysierte Schreilaute von zwei Wochen alten Neugeborenen von deutschsprachigen Eltern auditiv und zeigte erste quantitative Untersuchungen. Die graphische Darstellung der Intervalle gemäß ihrer Frequenzverhältnisse zeigte eine zunehmende Häufigkeitsverteilung bei zunehmender Intervallgröße von der Prime bis zu einem $\frac{3}{4}$ -Tonhöhenunterschied, mit weiterer Zunahme der Intervallgröße nahm die Häufigkeit des Auftretens ab. Ausgenommen wurden Frequenzverhältnisse mit Halbtonabstand, diese wurden am häufigsten identifiziert. Diese Befunde konnten auch in den Ergebnissen der Intervallgrößen in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. In westlichen Sprachen treten vorrangig Tonhöhenunterschiede zwischen 100 und 200 Cent auf, ebenso sind dies die häufigsten Intervalle der westlichen Musik (Han et al., 2011). Ein Einfluss westlicher Musik auf die untersuchten Neugeborenen vorliegender Arbeit ist allerdings fraglich. Zarate et al. (2012) postulierten, dass der Halbton das kleinste wahrnehmbare Intervall für Musiker sein könnte und essenziell für die Unterscheidung der Stimmung Dur und Moll in der westlichen Musik ist. Sie stellten die These auf, der Halbton sei womöglich die Intervallschwelle akustischer Verarbeitung, wobei die Wahrnehmungsgrenze für eine Änderung der Frequenz niedriger ist (Hall und Hess, 1984). Andere Studien geben Hinweise auf eine pränatale musikalische Prägung des Neugeborenen (Ullal-Gupta et al., 2013). Eine Untersuchung des Einflusses von prä- und postnataler musikalischer Hörerfahrung auf die Präferenz bestimmter Intervalle während der Lautproduktion von Neugeborenen könnte Hinweise auf einen Zusammenhang geben.

4.6 Vermessung von Intervalleinzelementen

In der vorliegenden Arbeit wie auch in Vorarbeiten (Armbrüster, 2020; Dahlem, 2008; Dobnig, 2017; Ehlert, 2019; Stephan, 2017) wurde das häufigste singular in Melodien auftretende Muster, das Einzelintervall in einböigen Melodiestructuren, beobachtet. Dies war zu erwarten, da es sich hier um die einfachste Intervall- und Melodiestructur handelt. Daher wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit umfangreiche

Vermessungen und Eigenschaften dieser Einzelintervalle vorgenommen. Es wurden sowohl Längen der Plateaus und des Überganges vermessen als auch die Frequenzverhältnisse zwischen beiden Plateaus. Diese Größen können nur mit der Vorgängerarbeit von Armbrüster (2020) verglichen werden, da sie dort erstmalig ermittelt wurden und keine weiteren Vergleichswerte aus der Fachliteratur vorliegen. Dabei muss beachtet werden, dass die Ergebnisse Armbrüsters einen Querschnitt aus den Daten der ersten 4 Lebensmonate darstellen und hier mit Ergebnissen der Analyse von Neugeborenschreilauten der ersten Lebenswoche verglichen werden. Prinzipiell ähnelten sich die Ergebnisse Armbrüsters bezüglich des Auftretens von Melodieintervallen und deren Eigenschaften den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Zusätzlich wurden aber Spezifika in der Sprachgruppe Lamnso beobachtet.

Die einbögigen Melodien waren in der Sprachgruppe Lamnso signifikant länger als die Melodien der Sprachgruppe Japanisch. Der arithmetische Mittelwert der einbögigen Melodielängen, in denen Einzelintervalle vorkamen, unterschied sich: arithmetischer Mittelwert der Sprachgruppe Japanisch $0,75 \pm 0,29$ s und Lamnso $0,96 \pm 0,65$ s (Kapitel 3.6.1.1), Sprachgruppe Deutsch gemittelt über die ersten 4 Monate $0,74 \pm 0,28$ s (Armbrüster, 2020, Kapitel 3.4.2.1). Auch die einbögigen Melodielängen mit allen Intervallen waren in der Sprachgruppe Lamnso signifikant länger als die Melodien der Sprachgruppe Japanisch. Dies bestätigt den Befund von Wermke et. al (2016), die eine signifikant längere Melodielänge in Schreilauten der Neugeborenen der Nso im Vergleich zu Neugeborenen mit deutscher Umgebungssprache feststellten.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit lassen sich also sprachliche Einflüsse vermuten, wie auch aus Vorläuferarbeiten bekannt. So wurden zum Beispiel kulturelle Unterschiede auf die Schreidauer von Schreien Neugeborener beobachtet: Neugeborene in natürlicher Umgebung weinen weniger als Neugeborene in industrialisierten Ländern (Keller, 2011). Auch St. James-Roberts et. al (1994) stellten fest, dass die Neugeborenen von Müttern in Manali ein Fünftel bis ein Zehntel der Auftrittshäufigkeit von Schreien hatten, als Neugeborene Londoner Mütter. Dabei gaben sie an, dass die Mütter in Manali sofort auf die Schreie ihrer Neugeborenen reagierten, sie öfter stillten und öfter ins eigene Bett nahmen. Die Londoner Mütter reagierten innerhalb von 5 bis 30 Minuten, stillten seltener und nahmen sie seltener ins eigene Bett. Tonaufzeichnungen der einzelnen Schreidauern zeigten jedoch auch, dass die einzelnen Schreie der Neugeborenen in Manali länger waren (St. James-Roberts et al., 1994). Dies lässt vermuten, dass Neugeborene aus nicht westeuropäischen Umwelten,

wie die Neugeborenen aus Manali, seltener schreien, dafür u. U. längere Einzelschreie äußern. Eine genauere Untersuchung wäre auch dahingehend interessant, sprachliche von kulturellen Einflüssen zu differenzieren.

Um zu testen, ob es eine Abhängigkeit der Intervalllängen von der Melodielänge gibt, wurden diese in einem Streudiagramm unter Differenzierung der Intervallrichtung dargestellt. Es zeigte sich visuell anhand der eingezeichneten Loesskurve auf Signallevel eine Zunahme der Intervalllängen mit Zunahme der Melodielänge in Einzelschreien. Auch dieser Befund unterstreicht den in Kapitel 4.3 aufgezeigten Zusammenhang zwischen langsamen (Melodiestructur) und schnellen Frequenzmodulationen (Intervalle). Es wäre für weiterführende Analysen interessant, die Korrelation beider Faktoren statistisch zu untersuchen.

Ein Vergleich der vorderen Plateaus in steigenden und fallenden Einzelintervallen zeigte kaum Unterschiede zwischen den beiden hier untersuchten Sprachgruppen und der von Armbrüster (2020) in den ersten 4 Monaten untersuchten deutschen Neugeborenen. Ähnlich verhielt es sich bei den hinteren Plateaus der Einzelintervalle (Armbrüster, 2020). Auch hier zeigte sich prinzipiell eine große Ähnlichkeit der Verteilungseigenschaften der hinteren Plateaulängen. Es zeigte sich lediglich eine Tendenz zur Verlängerung der hinteren Plateaus in steigenden Einzelintervallen bei den Neugeborenen der Nso. Dieser Unterschied war zwischen den Sprachgruppen Lamnso und Japanisch nicht signifikant.

Das gleiche gilt für die Übergangslängen. Die Übergangslängen bei den steigenden Einzelintervallen der Lamnso-Melodien waren deutlich variabler als bei den fallenden Einzelintervallen. Bei der Sprachgruppe Japanisch verhält es sich umgekehrt. Diese Unterschiede waren im verallgemeinerten gemischten linearen Modell nicht signifikant. Die arithmetischen Mittelwerte entsprachen denen der Sprachgruppe Deutsch (Armbrüster, 2020).

Die Längenverhältnisse der vorderen Plateaulängen zu den hinteren Plateaulängen zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Sprachgruppen Japanisch und Lamnso. In fallender Intervallrichtung der Sprachgruppe Japanisch waren die vorderen Plateaulängen im Verhältnis zu den hinteren Plateaulängen derselben Intervalle im Median kürzer. Bei den Lamnso-Intervallen verhielt es sich in beiden Intervallrichtungen umgekehrt, wobei die vorderen Plateaus der steigenden Intervalle im Median fast doppelt so lang waren wie die hinteren Intervallplateaus (arithmetischer Mittelwert $2,49 \pm 1,8$). Auch die japanischen Intervallplateaus der steigenden Richtung waren vorn

länger als hinten. Weitere Untersuchungen in Zusammenarbeit mit Linguisten könnten prüfen, ob es sich bei diesen Beobachtungen bereits um sprachspezifische Merkmale oder deren Vorstufen handeln könnte.

Die Gruppenunterschiede zwischen den Sprachgruppen Lamnso und Japanisch waren für die Frequenzratios signifikant, die arithmetischen Mittelwerte betragen 1,13 (steigende und fallende Intervalle der japanischen Neugeborenen) und 1,19 (steigende Intervalle der Sprachgruppe Lamnso). Die Ergebnisse stimmen überein mit denen von Armbrüster für die Frequenzverhältnisse (Ratio) der Sprachgruppe Deutsch: fallende Intervalle hatten eine Ratio von 1,14 (Armbrüster, 2020, Kapitel 3.6.1.4) steigende Intervalle hatten eine Ratio von 1,16 (Armbrüster, 2020, Kapitel 3.6.2.4). Damit zeigte sich, dass Säuglinge mit unterschiedlichen Spracheinflüssen Melodieintervalle zwischen der großen Sekunde und der kleinen Terz erzeugen. Das musikalische Intervall der kleinen Terz ist bekannt dafür, das Gefühl von Trauer zu vermitteln (Curtis und Bharucha, 2010). In einem Experiment konnten Curtis und Bharucha (2010) zeigen, dass das Intervall der großen Sekunde in Sprachaufnahmen den Hörern die Emotion Wut vermittelte.

Wenn man ein umfassendes Bild der Kontrollkapazität bei der Phonation haben will, muss man sowohl die Komplexität der Melodie als auch das Auftreten von Intervallen in Melodien berücksichtigen. Bei allen Interpretationen handelt es sich um Hypothesen, die einer weiteren Untersuchung bedürfen. Zumindest stützen diese Ergebnisse den modernen Ansatz, dass die Sprachentwicklung ab dem Zeitpunkt der Geburt beginnt und melodische Eigenschaften ein geeigneter Kandidat für die Einschätzung der respiratorisch-laryngealen Reife des Neugeborenen sind und somit ein Instrument für eine nicht-invasive Schreilautanalyse darstellt. Risikoprofile für Sprachentwicklungsstörungen sollten möglichst frühzeitig erstellt werden, da die Plastizität des Gehirns da noch besonders hoch ist.

4.7 Limitationen

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einem cross-lingualen Vergleich Neugeborener. Die Probandenzahl war auf 20 pro Sprachgruppe limitiert, da aus der Sprachgruppe Lamnso Lautaufnahmen von lediglich 24 Neugeborenen im Archiv des ZVES vorlagen und 4 Neugeborene keine geeigneten Lautaufnahmen hatten. Die Ergebnisse sind damit

auf die Stichprobe bezogen und ihre Verallgemeinerung bedarf Wiederholung der Analysen mit einer größeren Stichprobe.

Die Autorin ist in der Auswertung nicht auf die somatische Klassifikation eingegangen, da die Mehrzahl der Neugeborenen als AGA eingestuft wurden. Sereschk (2019) konnte einen Zusammenhang zwischen LGA- bzw. SGA-Neugeborenen und längeren Melodien beobachten, daher sollte die somatische Klassifikation bei weiterführenden Arbeiten in die Analyse einbezogen werden.

Die hier analysierten Melodien repräsentieren einen stark vorselektierten Anteil (ca. 50 %) des gesamten im Archiv vorliegenden Lautrepertoires der Neugeborenen. Diese Vorselektion war erforderlich, um die Intervallphänomene nicht mit Artefakten reifungsbedingter Instabilität bei Stimmerzeugung zu verwechseln (Fuamenya et al., 2015). Die aussortierten Phänomene treten häufig bei Neugeborenen auf, geben jedoch allein keinen Hinweis auf laryngeale Fehlstörungen (Mende et al., 1990). Daher wird die Vorselektion keinen klinisch relevanten Bias erzeugt haben. Andererseits ist nicht auszuschließen, dass die Autorin bei der Vorselektion einen Fehler gemacht hat, der sich zumindest auf die Auftrittshäufigkeit der Melodien mit und ohne Intervall ausgewirkt haben könnte. Vor einer Publikation der Ergebnisse, in der gleichzeitig eine weitere Stichprobe einbezogen wird, soll dies unter Verblindung der Sprachgruppenzugehörigkeit noch einmal nachanalysiert werden.

Der Fakt, dass die Autorin die Sprachgruppenzugehörigkeit der einzelnen Neugeborenen beziehungsweise Neugeborenenlaute kannte, ist ebenfalls als Limitation anzusehen.

5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, intervallartige Strukturen in Melodien von Neugeborenenlauten der ersten Lebenswoche in unterschiedlichen Umgebungssprachen zu identifizieren und quantitativ zu untersuchen. Es wurden Neugeborene von Müttern mit einer Tonakzentsprache (Japanisch) und einer tonalen Sprache (Lamso) untersucht und die Befunde miteinander verglichen. Die Frage nach einem sprachlichen Einfluss auf die Auftrittshäufigkeit und die Eigenschaften von Melodieintervallen im Weinen standen im Fokus der Arbeit. Dabei sollte auch die Komplexität der Melodieintervalle bezüglich eines sprachlichen Einflusses untersucht werden. Neben diesen Häufigkeitsanalysen wurden auch temporale Eigenschaften der gefundenen Intervalle sowie die Intervallgrößen ermittelt. Nach einer strengen Vorselektion des Gesamtdatenkorpus von 1664 Einzellauten von 40 Probanden (20 Neugeborene der Nso, 20 japanische Neugeborene) wurden 1213 geeignete Melodien auf Intervalle untersucht und die Ergebnisse verglichen. Langfristig sollen so potenzielle Risikomarker zur nicht-invasiven vorsprachlichen Diagnostik von Sprech- und Sprachentwicklungsstörungen gefunden werden. In der Auftrittshäufigkeit von Melodieintervallen zeigten sich keine signifikanten Sprachgruppenunterschiede zwischen japanischen Neugeborenen und den Neugeborenen der Nso. Dies wurde mit einer physiologischen Eigenschaft als Ausdruck der Reife des laryngealen Regelsystems in diesem frühen Alter interpretiert. Der Einfluss der tonalen Sprache zeigte sich aber in der Auftrittshäufigkeit komplexer Intervalle in der Sprachgruppe Lamso, die in Anwendung eines verallgemeinerten linearen gemischten Modells signifikant größer war als bei den japanischen Neugeborenen. Die Komplexität der Intervalle, die durch den Intervallkomplexitätsindex (ICI) ausgedrückt wurde, zeigte auf Neugeborenenlevel einen signifikanten Unterschied, in der Sprachgruppe Lamso wurden mehr komplexe Melodieintervalle gefunden. Die temporalen Eigenschaften zeigten teilweise signifikante Unterschiede. Diese betrafen die Längenverhältnisse der Plateaulängen und die Frequenzverhältnisse der Plateaus. Die Frequenzverhältnisse (Intervallgröße) ergaben sehr ähnliche Befunde. Das vorherrschende Melodieintervall im spontanen Weinen der Neugeborenen beider Sprachgruppen war das Einzelintervall der Größe eines Halbtons. Zusammenfassend kann man sagen, dass Melodieintervalle bei gesunden Neugeborenen bereits in der ersten Lebenswoche regelhaft auftreten. Sprachliche Besonderheiten der vokalen Regelleistung scheinen sich in der Komplexität der Melodieintervalle zu zeigen.

Literaturverzeichnis

- Abe, I. (1998). Intonation in Japanese. In: Hirst, D. und Di Cristo, A. (eds.)
Intonation Systems: A Survey of twenty languages. Cambridge:
Cambridge University Press, 360-375.
- Altman, D. G. (1991). Practical statistics for medical research (1st ed.). London:
Chapman and Hall.
- Armbrüster, L. (2020). Melodieintervalle als Kenngröße der laryngealen
Regelleistung bei der Lautproduktion von Säuglingen ohne
orofaziale Spaltbildung in den ersten vier Lebensmonaten.
Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität,
Würzburg.
- Armbrüster, L., Mende, W., Ehlert, H., Wermke, G. und Wermke, K. (2017).
Musical Intervals in Baby Sounds. Beitrag präsentiert bei: 10th
International Conference of Students of Systematic Musicology
(London: https://sysmus17.qmul.ac.uk/wpcontent/uploads/2017/08/armbruster_intervals_baby_sounds.pdf [Stand: 21.05.20])
- Armbrüster, L., Mende, W., Gelbrich, G., Wermke, P., Gotz, R. und Wermke, K.
(2020). Musical Intervals in Infants' Spontaneous Crying over the
First 4 Months of Life. *Folia Phoniatr Logop*, 1-12. DOI:
10.1159/000510622
- Banboye, W. (1980). A guide to Lam Nso' Orthography. Yaounde, Cameroon:
Secrétariat Permanent de l'Enseignement Catholique.
- Birnholz, J. C. und Benacerraf, B. R. (1983). The development of human fetal
hearing. *Science*, 222(4623), 516-518.

- Birr, M. (2009). Melodiekomplexität – ein geeigneter Frühindikator potentieller Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten? Melodiestructuranalysen in Lautäußerungen der ersten zwölf Lebenswochen. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Boersma, P. und Weenink, D. (2011). Praat: Doing phonetic works by computer (Version 6.0.37). URL: <http://www.praat.org/> [Stand: 12.12.2021]
- Brezinka, C., Lechner, T. und Stephan, K. (1997). Der Fetus und der Lärm. *Gynakol Geburtshilfliche Rundsch*, 37(3), 119-129.
- Bruce, G. und Engstrand, O. (2006). The phonetic profile of Swedish. In: *Sprachtypologie und Universalienforschung (STUF)*, Berlin, 59(1), 12-35.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Curtis, M. E. und Bharucha, J. J. (2010). The minor third communicates sadness in speech, mirroring its use in music. *Emotion*, 10(3), 335-348.
- Dahlem, M.-M. (2008). Untersuchung akustischer Eigenschaften spontaner Lautäußerungen japanischer Neugeborener - ein Beitrag zur Erarbeitung sprachuniverseller Frühindikatoren für Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- DeCasper, A. J., Lecanuet, J.-P., Busnel, M.-C., Granier-Deferre, C. und Maugeais, R. (1994). Fetal reactions to recurrent maternal speech. *Infant behavior and development*, 17(2), 159-164.

- Denner, M. B. (2008). Untersuchung spektraler und melodischer Eigenschaften vorsprachlicher Laute von Säuglingen mit einer familiären Disposition für eine spezifische Spracherwerbsstörung, Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Dirauf, S. (2010). Strukturmerkmale der Melodie und des Rhythmus in vorsprachlichen Lautäußerungen - Eine Untersuchung von Säuglingslauten orofazialer Spaltträger der 13. bis zur 25. Lebenswoche. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Do, T. A. (2011). Typologie der tonalen Systeme in den Sprachen des südostasiatischen Festlandes (16. Aufl.). LIT Verlag Münster.
- Dobnig, D. (2017). Quantitative Analyse von F0-Intervallstrukturen in Lautäußerungen von Neugeborenen mit tonaler Sprachumgebung – Ein Beitrag zur Identifikation potenzieller Risikomarker für Sprachentwicklungsstörungen. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg
- Casais, E. (2008). areppim. URL: <https://stats.areppim.com> [Stand: 17.11.2020]
- Ehlert, H. (2019). Eigenschaften von Tonintervallen in Melodien von Babylauten als Referenzgrößen für vokale Regelleistungen in der Vorsprachlichen Diagnostik. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Elert, C.-C. (1972). Tonality in Swedish: Rules and a List of Minimal Pairs. In E. S. Firchow, K. Grimstad, N. Hasselmo und W. A. O'Neil (Eds.), Studies for Einar Haugen. The Hague: Mouton de Gruyter, 151-173.

- Friederici, A. D., Friedrich, M. und Christophe, A. (2007). Brain Responses in 4-Month-Old Infants Are Already Language Specific. *Curr. Biol.* 17(14), 1208-1211.
- Fuamenya, N. A. (2011). Quantitative Analyse von subharmonischen und Geräuschphänomenen in Vokalisationen junger Säuglinge: Vergleich von Säuglingen mit und ohne orofaziale Spaltbildungen. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Fuamenya, N. A., Robb, M. P. und Wermke, K. (2015). Noisy but effective: crying across the first 3 months of life. *J Voice*, 29(3), 281-286.
- Graven, S. N. und Browne, J. V. (2008). Auditory Development in the Fetus and Infant. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 8(4), 187-193.
- Grebe, K. und Grebe, W. (1975). Verb tone patterns in Lamnsok. *Linguistics*, 149, 5-23.
- Grebe, K. H. (1984). The domain of noun tone rules in Lam Nso. Master Thesis, Linguistics, University of Calgary, Alberta, Kanada.
- Grice, M. und Baumann, S. (2007). An Introduction to Intonation – Functions and Models. In Trouvain, J und Gut, U. (Eds.), *Non-Native Prosody. Phonetic Description and Teaching Practice*. Berlin/New York: De Gruyter, 25-51
- Háden, G. P., Honing, H., Török, M. und Winkler, I. (2015). Detecting the temporal structure of sound sequences in newborn infants. *Int. J. Psychophysiol.*, 96(1), 23-28.
- Hall, D. E. und Hess, J. T. (1984). Perception of musical interval tuning. *Music Perception*, 2(2), 166-195.

- Han, S., Sundararajan, J., Bowling, D. L., Lake, J. und Purves, D. (2011). Co-variation of tonality in the music and speech of different cultures. *PLoS ONE*, 6(5), e20160. DOI: 10.1371/journal.pone.0020160.
- Helmholtz, H. (1913). *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. (6. Aufl.), Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Keller, H. (2011). *Kinderalltag: Kulturen der Kindheit und ihre Bedeutung für Bindung, Bildung und Erziehung*. Heidelberg: Springer.
- Kibe, N., Otsuki, T. und Sato, K. (2018). Intonational variations at the end of interrogative sentences in Japanese dialects: From the “Corpus of Japanese Dialects”. *Proceedings of the LREC 2018 Special Speech Sessions*, 21-28.
- Kohler, K. J. (1995). *Einführung in die Phonetik des Deutschen* (2., neu bearbeitete Auflage). Berlin: E. Schmidt Verlag.
- Krumhansl, C. L. (2001). *Cognitive foundations of musical pitch*. Oxford: Oxford University Press.
- Kubozono, H. (2008). Japanese accent. In S. Miyagawa & M. Saito (Eds.), *The Oxford handbook of Japanese linguistics*. Oxford: Oxford University Press, 165–191.
- Ladd, D. R. (2008). *Intonational phonology*. (2nd ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- Landis, J. R. und Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.

- Lind, K. (2007). Untersuchung spektraler und melodischer Eigenschaften von Säuglingsschreien. Eine Longitudinalstudie über die ersten 16 Lebenswochen im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie. Dissertation, Medizinische Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- Lindqvist, C. (2007). Schwedische Phonetik für Deutschsprachige. Hamburg: Helmut Buske Verlag.
- Mampe-Keller, B. (2013). Auswirkungen der pränatalen Sprachumgebung auf die Schreimelodie – Ein Vergleich zwischen Neugeborenen mono- und bilingualer Mütter. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- May, L., Byers-Heinlein, K., Gervain, J. und Werker, J. F. (2011). Language and the newborn brain: does prenatal language experience shape the neonate neural response to speech?. *Front Psychol*, 2, 222.
- McCawley, J. D. (1978). What Is a Tone Language? In V. A. Fromkin (Ed.), *Tone: A Linguistic Survey*. New York: Academic Press, 113-131.
- Mende, W., Herzel, H. und Wermke, K. (1990). Bifurcations and chaos in newborn infant cries. *Physics Letters A*, 145, 418-424.
- Mende, W. und Wermke, K. (1992). Über die Strategie der Komposition komplexer Laute aus einfachen Schreien und Nichtschreilaute während der frühen Sprachontogenese. *Wiss. Zeitschrift HUB, R. Medizin*, 41(2), 31-39.
- Mithen, S. (2009). The music instinct: the evolutionary basis of musicality. *Ann N Y Acad Sci*, 1169(1), 3-12.

- Myrcik, K. A. (2018). Untersuchung der Melodiestructur in spracherwerbsrelevanten Vokalisationen von Säuglingen mit und ohne familiäre Disposition für eine spezifische Spracherwerbsstörung. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Newman, J. (2007). Neural Circuits Underlying Crying and Cry Responding in Mammals. *Behavioural brain research*, 182(2), 155-165.
- Patel, A. D., Xu, Y. und Wang, B. (2010). The role of F0 variation in the intelligibility of Mandarin sentences. Paper präsentiert bei: Speech Prosody 2010-Fifth International Conference.
- Pena, M., Maki, A., Kovacic, D., Dehaene-Lambertz, G., Koizumi, H., Bouquet, F. und Mehler, J. (2003). Sounds and silence: an optical topography study of language recognition at birth. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 100(20), 11702-11705.
- Perani, D., Saccuman, M. C., Scifo, P., Spada, D., Andreolli, G., Rovelli, R., Baldoli, C. und Koelsch, S. (2010). Functional specializations for music processing in the human newborn brain. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 107(10), 4758-4763.
- Prochnow, A. (2013). Der Erwerb melodisch-rhythmischer Grundbausteine im Rahmen der vorsprachlichen Entwicklung – eine vergleichende Analyse der Schreie von schwedischen und deutschen Neugeborenen. Dissertation, Fakultät für Humanwissenschaften, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Reissland, N., Francis, B., Buttanshaw, L., Austen, J. M. und Reid, V. (2016). Do fetuses move their lips to the sound that they hear? An observational feasibility study on auditory stimulation in the womb. *Pilot Feasibility Stud*, 2, 14.

- Risse, K. (2010). Schreieigenschaften SGA-Neugeborener in den ersten beiden Lebenswochen. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Robb, M. P., Sinton-White, H. und Kaipa, R. (2011). Acoustic estimates of respiration in the pain cries of newborns. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75(10), 1265-1270.
- Ross, D., Choi, J. und Purves, D. (2007). Musical intervals in speech. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 104(23), 9852-9857.
- Ross, V. (2021). Unterscheiden sich gesunde Neugeborene mit auffälligem bzw. unauffälligem Hörscreeningbefund in Eigenschaften der Grundfrequenzkontur ihrer spontanen Weinaute? Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Sambeth, A., Ruohio, K., Alku, P., Fellman, V. und Huotilainen, M. (2008). Sleeping newborns extract prosody from continuous speech. *Clinical Neurophysiology*, 119(2), 332-341.
- Sansavini, A., Bertocini, J., & Giovanelli, G. (1997). Newborns discriminate the rhythm of multisyllabic stressed words. *Dev. Psychol.*, 33(1), 3-11
- Sereschk, N. (2019). Temporale Eigenschaften ingressiver und egressiver Phonationsleistungen gesunder Neugeborener. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- St. James-Roberts, I., Bowyer, J., Varghese, S. und Sawdon, J. (1994). Infant crying patterns in Manali and London. *Child Care Health Dev.*, 20(5), 323-337.

- Stefanics, G., Háden, G. P., Sziller, I., Balázs, L., Beke, A. und Winkler, I. (2009). Newborn infants process pitch intervals. *Clin. Neurophysiol.*, 120(2), 304.
- Stephan, S. (2017). Quantitative Analyse von F0-Intervallstrukturen in den Lautäußerungen von gesunden, normalhörenden Säuglingen. Dissertation, Medizinische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Trehub, S. E. (2001). Musical predispositions in infancy. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 930(1), 1-16.
- Trehub, S. E., Bull, D. und Thorpe, L. A. (1984). Infants' perception of melodies: the role of melodic contour. *Child Dev*, 55, 821-830.
- Ullal-Gupta, S., Vanden Bosch der Nederlanden, C. M., Tichko, P., Lahav, A. und Hannon, E. E. (2013). Linking prenatal experience to the emerging musical mind. *Front Syst Neurosci*, 7, 48.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development: The origins of language in the child*. Cambridge MA: Blackwell Publishers.
- Warner, N. (1997). Recognition of accent patterns across dialects in Japanese. Paper präsentiert bei: Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society, 23(1), 364-375.
- Warrier, C. M. und Zatorre, R. J. (2002). Influence of tonal context and timbral variation on perception of pitch. *Perception & psychophysics*, 64(2), 198-207.

- Weigl, R. (2012). Lärm oder Lied? Analyse musikalischer Intervalle in den Lautäußerungen von Säuglingen als komplexe vorsprachliche Fähigkeit. Diplomarbeit (Psychologie), Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Wermke, K. (2002). Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten. Habilitationsschrift, Humboldt-Universität, Berlin.
- Wermke, K. (2007). Von einfachen zu komplexen Melodien: Über die frühesten Entwicklungsschritte auf dem Weg zur Sprache. In Fuchs, M. (Hrsg.), Singen und Lernen. Berlin: Logos, 9-20.
- Wermke, K. und Mende, W. (2000). Developmental changes of infant cries during the first months of life: the evolution of complex vocalizations. Paper präsentiert bei: Workshop "Development and Interaction of Linguistic and Non-Linguistic Cognition in Infants". Berlin
- Wermke, K. und Mende, W. (2009). Musical elements in human infants' cries: In the beginning is the melody. *Music. Sci.*, 13, 151-175.
- Wermke, K., Pachtner, S., Lamm, B., Voit, V., Hain, J., Kärtner, J. und Keller, H. (2013). Acoustic properties of comfort sounds of 3-month-old Cameroonian (Nso) and German infants. *Speech, Language and Hearing*, 16(3), 149-162.
- Wermke, K., Robb, M. P. und Schluter, P. J. (2021). Melody complexity of infants' cry and non-cry vocalisations increases across the first six months. *Sci Rep*, 11(1), 4137.

- Wermke, K., Sereschk, N., May, V., Salinger, V., Sanchez, M. R., Shehata-Dieler, W. und Wirbelauer, J. (2021). The Vocalist in the Crib: the Flexibility of Respiratory Behaviour During Crying in Healthy Neonates. *J Voice*, 35(1), 94-103.
- Wermke, K., Teiser, J., Yovsi, E., Kohlenberg, P. J., Wermke, P., Robb, M. P., Keller, H. und Lamm, B. (2016). Fundamental frequency variation within neonatal crying: Does ambient language matter? *Speech, Language and Hearing*, 19(4), 211-217.
- Wohlfahrt, M. und Wohlfahrt, D. (2008). Shisasay. URL: <http://www.shisasay.org/Shisasay-Kamerun-Tradition-germ.html> [Stand: 16.11.2020].
- Woodward, S. C. und Guidozzi, F. (1992). Intrauterine rhythm and blues? *Br J Obstet Gynaecol*, 99(10), 787-789.
- Yip, M. (2002). *Tone*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yuka, C. (2016). The structure of Lamnso' proverbs. URL: https://www.researchgate.net/profile/Constantine-Yuka/publication/311751441_The_Structure_of_the_Lamnso'_Proverb/links/58593e0e08ae64cb3d49366e/The-Structure-of-the-Lamnso-Proverb.pdf [Stand: 12.12.2021]
- Zarate, J. M., Ritson, C. R. und Poeppel, D. (2012). Pitch-interval discrimination and musical expertise: Is the semitone a perceptual boundary? *J Acoust Soc Am*, 132(2), 984-993.
- Zatorre, R. J. und Baum, S. R. (2012). Musical melody and speech intonation: Singing a different tune? *PLOS Biol*, e1001372.

I Abkürzungsverzeichnis

AGA	appropriate for gestinational age
AIC	Akaike-Informationskriterium
CDAP©	Cry-Data-Analysis-Program der Firma „pw-project“, Autor: P. Wermke
CI	Konfidenzintervall
CSL	Computerized Speech Lab der Firma Kay PENTAX/USA
F	Bogenflanke
F0	Grundfrequenz
GA	Gestationsalter
GBGW	Geburtsgewicht
GBL	Geburtslänge
ICI	Intervallkomplexitätsindex
ITV	Intervall
KU	Kopfumfang
LGA	large for gestinational age
M	Männlich
MB	Mehrfachbogen
MS	segmentierter Mehrfachbogen
N	Anzahl
NG	Neugeborenes
P	Plateau
S	Steigend
SD	Standardabweichung
SGA	small for gestinational age
SK	Somatische Klassifikation
SSW	Schwangerschaftswoche
W	Weiblich
ZVES	Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen; (Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg
Ü	Übergang
1B	Einzelbogen
2B	Doppelbogen

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl (arithmetischer Mittelwert und 95% CI) der bewerteten Melodien für die Sprachgruppen aufgeteilt nach Geschlecht.....	19
Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Melodieintervalls in einer einbögigen Melodie (1B).....	22
Abbildung 3: Schematische Darstellung einer Intervallkombination aus zwei zusammenhängenden Intervallen	24
Abbildung 4: Relative Auftrittshäufigkeit (arithmetischer Mittelwert und 95% CI) von Melodien mit Intervall (Typ II) im Gruppenvergleich	35
Abbildung 5: Säulendiagramm zur relativen Häufigkeit von einfachen und komplexen Intervallen in Schreilauten der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso.....	36
Abbildung 6: Boxplots der Intervallkomplexitätsindices (ICI) für die Sprachgruppen.....	37
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Melodien des Typ I (ohne Melodieintervall) der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso.....	38
Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung des Typ II (mit Melodieintervall) der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso.....	39
Abbildung 9: Relative Häufigkeiten der aufgetretenen Intervallrichtungen aller Intervalle (ITV) in allen Melodiestructuren für die Sprachgruppen Japanisch und Lamnso	44
Abbildung 10: Histogramm der Intervallgröße [Cent] der Intervalle der Sprachgruppe Japanisch.....	45
Abbildung 11: Histogramm der Intervallgröße [Cent] der Intervalle der Sprachgruppe Lamnso.....	46
Abbildung 12: Boxplotdiagramm der Melodielängen der Neugeborenen der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso in einbögigen Melodien (1B)..	48
Abbildung 13: Histogramm der Melodielängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen der Sprachgruppe Japanisch.....	50
Abbildung 14: Histogramm der Melodielängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Lamnso.....	51
Abbildung 15: Histogramm der Intervalllängen von 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Japanisch.....	52

Abbildung 16: Histogramm der Intervalllängen in 1B-Melodien mit Einzelintervallen (-1-) der Sprachgruppe Lamnso.....	52
Abbildung 17: Streudiagramm: Relation der Intervalllänge zur Melodielänge der japanischen Neugeborenen (-1- in 1B).....	54
Abbildung 18: Streudiagramm: Relation der Intervalllänge zur Melodielänge der Neugeborenen der Nso (-1- in 1B).....	54
Abbildung 19: Absolute Häufigkeit der Verlaufsrichtung von Einzelintervallen (-1-) in 1B-Melodien.....	55
Abbildung 20: Boxplots der Intervallgrößen [Cent] der Einzelintervalle (-1-) in einbögigen Melodiestructuren (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen.....	57
Abbildung 21: Boxplots der Plateaulängen der vorderen Plateaus von Einzelintervallen (-1-) in einbögigen Melodiestructuren (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen.....	59
Abbildung 22: Boxplots der Plateaulängen der hinteren Plateaus von Einzelintervallen (-1-) in einbögigen Melodiestructuren (1B) beider Sprachgruppen für beide Intervallrichtungen.....	60
Abbildung 23: Boxplot der Übergangslängen der Einzelintervalle der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso in beide Intervallrichtungen in 1B-Melodien.....	62
Abbildung 24: Ratio der Plateaulängen fallender Intervalle.....	64
Abbildung 25: Ratio der Plateaulängen steigender Intervalle.....	64
Abbildung 26: Frequenzratio der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien.....	66
Abbildung 27: Boxplot der Übergangsgeschwindigkeiten Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso.....	67
Abbildung 28: Melodieintervall, das durch eine Segmentierungspause definiert wird.....	69
Abbildung 29: Intervallkombination „U“-Form.....	70
Abbildung 30: Intervallstruktur „Hut“.....	71
Abbildung 31: Komplexe Intervallkombination mehrfach abfallender Intervalle.....	72
Abbildung 32: Komplexe Intervallkombination mehrfach aufsteigender Intervalle.....	72
Abbildung 33: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Japanisch.....	73
Abbildung 34: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Japanisch.....	73
Abbildung 35: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Lamnso.....	74

Abbildung 36: Komplexe Intervallkombination der Sprachgruppe Lamnso.....74

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Einschlusskriterien für die japanischen Neugeborenen laut Angaben in der Ursprungsstudie für die Datenerhebung (vgl. Dahlem 2008, S. 10).....	8
Tabelle 2: Perinataldaten der Neugeborenen der Nso sowie das Alter am Aufnahmetag.....	11
Tabelle 3: Deskriptive Statistik der Perinataldaten sowie des Alters am Aufnahmetag der Neugeborenen der Nso.....	12
Tabelle 4: Perinataldaten der japanischen Neugeborenen sowie das Alter am Aufnahmetag.....	13
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Perinataldaten sowie des Alters am Aufnahmetag der japanischen Neugeborenen.....	14
Tabelle 6: Datenbasis der Sprachgruppen Lamnso und Japanisch pro Neugeborenem.....	16
Tabelle 7: Finale Datenbasis der analysierten Laute pro Neugeborenem für jede Sprachgruppe.....	18
Tabelle 8: Datenkorpus für die Intervallidentifikation nach Voranalyse.....	18
Tabelle 9: Definition der Messgrößen.....	27
Tabelle 10: Übersicht über Frequenzverhältnisse und Kategoriengrenzen der musikalischen Intervalle.....	29
Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der analysierten Melodien ohne (Typ I) und mit Intervall (Typ II) sowie mit komplexen Intervallen (K2) der Sprachgruppe Lamnso.....	33
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der analysierten Melodien ohne (Typ I) und mit Intervall (Typ II) sowie mit komplexen Intervallen der Sprachgruppe Japanisch.....	34
Tabelle 13: Deskriptive Statistik zur Variablen ICI im Vergleich der Sprachgruppen...37	37
Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung des Typ I und II bei Schreilaute von japanischen Neugeborenen und Neugeborenen der Nso (Signallevel).....	40
Tabelle 15: Absolute und relative Häufigkeit aller beobachteten Intervallcodes.....	41
Tabelle 16: Absolute Häufigkeiten der Intervallcodes pro Melodiestrukturkategorie in der Sprachgruppe Japanisch.....	42
Tabelle 17: Absolute Häufigkeiten der Intervallcodes pro Melodiestrukturkategorie in der Sprachgruppe Lamnso.....	42

Tabelle 18: Deskriptive Statistik der Intervallgröße [Cent] (N=1343).....	46
Tabelle 19: Absolute und relative Häufigkeiten der Intervallcodes im einfachen Bogen (1B) in den Sprachgruppen Japanisch und Lamnso.....	47
Tabelle 20: Deskriptive Statistik für Melodielänge [s] in 1B-Strukturen (einböjige Melodien).....	49
Tabelle 21: Deskriptive Statistik der Melodielänge und Länge von Einzelintervallen (-1-) im einfachen Bogen (1B).....	53
Tabelle 22: Absolute und relative Häufigkeiten der Verlaufsrichtung von Einzelintervallen (-1-) in 1B-Melodien.....	56
Tabelle 23: Deskriptive Statistik der Intervallgrößen in fallenden und steigenden Einzelintervallen in 1B-Melodien in beiden Sprachgruppen.....	57
Tabelle 24: Längen der 1. Plateaus der Einzelintervalle in 1B-Strukturen Sprachgruppe Japanisch und Lamnso.....	59
Tabelle 25: Längen der 2. Plateaus der Einzelintervalle in 1B-Strukturen Sprachgruppe Japanisch und Lamnso.....	61
Tabelle 26: Übergangslängen der Einzelintervalle der Sprachgruppe Japanisch und Lamnso.....	62
Tabelle 27: Deskriptive Statistik der Längenverhältnisse der Intervallplateaus.....	65
Tabelle 28: Deskriptive Statistik der Frequenzverhältnisse der Einzelintervalle in 1B-Melodien für beide Sprachgruppen.....	66
Tabelle 29: Deskriptive Statistik der Übergangsgeschwindigkeiten der Einzelintervalle (-1-) in 1B-Melodien der Sprachgruppen Japanisch und Lamnso.....	68
Tabelle 30: Somatische Klassifikation des Geburtsgewichtes nigerianischer Neugeborener.....	107

IV Anhang

Anlage I

Tabelle 30: Somatische Klassifikation des Geburtsgewichtes nigerianischer Neugeborener (Casais, 2008)

Biolog. Geschlecht	10. Perzentile	50. Perzentile	90. Perzentile
Männlich	2,4 kg	2,9 kg	3,4 kg
Weiblich	2,4 kg	2,8 kg	3,4 kg

V Danksagung

Zunächst möchte ich mich recht herzlich bei Frau Professorin Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer, der Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und Frau Professorin Dr. Kathleen Wermke, Leiterin des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) an der Poliklinik bedanken, dass sie mir die Möglichkeit zur Promotion gegeben haben.

Mein herzlicher Dank gilt insbesondere Frau Professorin Dr. Kathleen Wermke für die Überlassung des Dissertationsthemas und das Heranführen an wissenschaftliches Arbeiten im Doktorandenseminar. Für die besonders persönliche Betreuung, ihr großes zeitliches Engagement, die professionelle und leidenschaftliche Unterstützung bin ich ihr sehr dankbar. Geprägt haben mich auch die vielen fachlichen sowie persönlichen Gespräche und Kontakte, die ich während der Durchführung meiner Promotion führen und kennenlernen durfte.

Herrn Peter Wermke, Rechenzentrum der Universität, möchte ich vielmals danken für die fachliche und geduldige Unterstützung im EDV-Bereich, besonders für die anspruchsvolle und zeitintensive Hilfestellung beim Erstellen der Datentabellen. Dank Herrn Wermke konnte ich die von ihm entwickelte Analysesoftware CDAP am ZVES nutzen. Aufgrund seiner Modifikationen der Software war es u.a. auch möglich, Abbildungen der Einzellautintervalle in diese Arbeit einzufügen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. Götz Gelbrich, Professor für Biometrie und stellvertretender Leiter des Lehrstuhls für Klinische Epidemiologie und Biometrie an der Universität Würzburg, für den SPSS Kurs für Studenten des ZVES und seine statistische Beratung.

Für die Überlassung der zum Vergleich herangezogenen ausgewerteten Einzellaute deutscher Neugeborener in Vorbereitung der Arbeit, den freundschaftlichen Austausch während der gemeinsamen Mittagspausen und im Labor des ZVES danke ich Frau Dr. Lotte Armbrüster herzlichst.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Frau Dr. Michiko Dahlem für die Erlaubnis zur Re-Analyse der von ihr erstellten Einzellaute japanischer Neugeborener.

Die Zeit im Labor des ZVES behalte ich in angenehmer Erinnerung, auch dank der vielen freundlichen Mitarbeiter und dem kollegialen Umgang untereinander.

Großer Dank gilt meiner ganzen Familie und meinen Freunden, die mich nachsichtig die ganze Zeit über begleitet und motiviert haben.

Bei meinen Eltern bedanke ich mich von ganzem Herzen, da sie mir nicht nur technisch, sondern auch mit viel Geduld immer unterstützend zur Seite standen und mir diesen Weg ermöglichten.

VI Lebenslauf

Arbeit

- 01/19 – 09/19 Vorbereitungsassistentin bei Dr. Merten in Ochsenfurt
10/19 – 02/20 Vorbereitungsassistentin bei Dr. Schütz und Dr. Tawassoli in
Würzburg
03/20 – heute leitende Zahnärztin bei Dres. Wostratzky in Leipzig

Hochschulstudium

- 10/2013 – 11/18 Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
(Abschluss: Staatsexamen) mit Aufstiegsstipendium für beruflich
Begabte der SBB

Nebentätigkeit

- 04/2015 – 04/2018 Sitzwache in der UKW Service Gesellschaft

Ausbildung/Beruf

- 09/2008 – 08/2011 Ausbildung zur Anästhesietechnischen Assistentin
08/2011– 09/2013 Anästhesietechnischen Assistentin im Zentral-OP Klinikum
Chemnitz

Schulausbildung

- 1993 – 1996 Charles-Darwin-Grundschule Chemnitz
1996 – 1997 Grundschule Adorf
1997 – 2005 Werner-Heißenberg-Gymnasium
2006 – 2007 Gymnasium Einsiedel
(Abschluss: Abitur)

Auslandsaufenthalt

- 2005 – 2006 Austauschjahr in Brasilien

Praktikum, Ehrenamt

- 09/2007 – 08/2008 Freiwilliges Soziales Jahr im Klinikum Chemnitz, Ambulantes OP-
Zentrum und Umbettzone Zentral-OP