

soziieren. Zudem wurden umfangreiche akustische Analysen der Kinderstimmen durchgeführt und es wurde untersucht, wie sich diese Parameter auf die Geschlechtsperzeption auswirken.

Die Arbeit ist in einen theoretischen und einen empirischen Teil untergliedert. Den theoretischen Rahmen bilden dabei das zweite bis fünfte Kapitel. In Kapitel 2 werden akustische Unterschiede zwischen erwachsenen Männern und Frauen sowie zwischen präpubertären Jungen und Mädchen unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes dargelegt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf geschlechtsspezifischen Differenzen in der Grundfrequenz, den Formantfrequenzen, der Stimmqualität, der Sprechgeschwindigkeit und den Sibilantenspektren. Kapitel 3 gibt einen Überblick über die biologische Entwicklung des Geschlechts und legt dabei besonderen Fokus auf die stimmlichen Veränderungen im Verlauf der Pubertät. Kapitel 4 konzentriert sich auf Geschlechterrollen und Geschlechtskonformität. Hierbei soll der vielschichtige Begriff „Geschlecht“ für diese Arbeit definiert werden. Weiterhin werden verschiedene Geschlechtsstereotype und die Entwicklung von Geschlechterrollen betrachtet. Zudem wird erläutert, inwiefern diese mit Stimme und Sprechverhalten zusammenhängen. In Kapitel 5 werden Ergebnisse aus verschiedenen Geschlechtsidentifikationsexperimenten zusammengefasst, um perzeptuelle Korrelate von Geschlecht in Kinderstimmen zu beleuchten.

Im empirischen Teil werden in Kapitel 6 zunächst die Ziele dieser Arbeit festgelegt. Kapitel 7 erläutert ausführlich alle Methoden, die für diese Arbeit verwendet wurden.

Insgesamt konnten etwa 60 Kinder aus zwei benachbarten Thüringer Grundschulen aufgenommen werden. Das selbstzugeschriebene Geschlechterrollenbild der Kinder wurde mithilfe eines altersgerechten Fragebogens erfasst und gibt die Geschlechtskonformität (feminin oder maskulin) wieder. Der Fragebogen wurde über die Aufnahmezeitpunkte hinweg entsprechend an das Alter der Kinder angepasst. In der akustischen Analyse wurden Grundfrequenz, Formantfrequenzen, Stimmqualität, Sprechgeschwindigkeit und Sibilantenspektren in verschiedenen Stimuli untersucht. Hierbei sollte vor allem herausgefunden werden, wie sich die Stimmen der Jungen und Mädchen generell unterscheiden und ob es andere Dif-

ferenzen bei Kindern gibt, die besonders feminin und maskulin wirken. Zudem wurde die Entwicklung der Stimmen über die Zeitpunkte hinweg analysiert.

Um die Perzeption der Kinderstimmen zu untersuchen, wurden drei verschiedene Hörexperimente konzipiert. Das erste Hörexperiment wurde nach allen drei Aufnahmezeitpunkten durchgeführt. Hierbei sollten die Proband\*innen auf einer Sieben-Punkte-Skala entscheiden, wie feminin oder maskulin die Kinderstimmen auf sie wirken. Im zweiten Experiment sollten die Hörer\*innen einige der besonders femininen und maskulinen Stimmen anhand verschiedener Attributpaare bewerten. Zudem wurde analysiert, welche Beziehungen zwischen wahrgenommenen Attributen und korrespondierenden akustischen Parametern existieren. Im dritten Hörexperiment wurden verschiedene besonders feminine und maskuline Stimmen miteinander gemorpht. Hierbei sollte untersucht werden, wie sich Grundfrequenz und Sibilantenspektrum isoliert auf die Perzeption des Geschlechts auswirken, während andere akustische Parameter konstant gehalten wurden.

Mithilfe verschiedener statistischer Verfahren wie linearen gemischten Modellen oder Cluster-Analysen wurden die Ergebnisse der akustischen Analyse, der Geschlechtskonformität und der Geschlechtsperzeption miteinander in Beziehung gesetzt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit werden in Kapitel 8 dargelegt. Insgesamt können nur wenige akustische Merkmale gefunden werden, in denen Jungen und Mädchen signifikant voneinander abweichen. Dahingegen weisen die besonders feminin und maskulin klingenden Stimmen in vielen Punkten deutliche Unterschiede auf. Wie erwartet, können im Verlauf der Zeit Veränderungen in allen untersuchten akustischen Parametern festgestellt werden. In den Fragebögen zur Geschlechtskonformität gibt es ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen, vor allem hinsichtlich ihrer Vorlieben für Farben, Spielzeuge und Spielpartner\*innen.

Die Ergebnisse der Hörexperimente zeigen, dass etwa ein Drittel bis ein Viertel der aufgenommenen Kinder eindeutige Geschlechtszuordnungen aufweist. Die feminin klingenden Kinder wurden als deutlich höher, melodischer, weniger heiser und präziser wahrgenommen. Sowohl die Grundfrequenz als auch die Sibi-

lantenspektren haben im isolierten Zustand einen signifikanten Einfluss auf die Geschlechtsperzeption.

Während die Geschlechtskonformität keinen Effekt auf die Geschlechtsperzeption hat, lassen sich Zusammenhänge mit den Sibilantenspektren finden, insbesondere in der Jungengruppe. Vor allem die Grundfrequenz hat einen nachweislichen Einfluss auf die Perzeption von Femininität und Maskulinität.

Alle Ergebnisse sowie die verwendete Methode werden in Kapitel 9 ausführlich diskutiert, bevor in Kapitel 10 ein Fazit dieser Arbeit gezogen und ein Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten des Themenkomplexes gegeben wird.

Diese Dissertation wurde im Rahmen des DFG-Forschungsprojektes „Die akustischen und perzeptuellen Korrelate von Geschlecht in Kinderstimmen“ (DFG 440882807) geschrieben. Innerhalb dieses Projektes wurden bereits folgende Teile der Dissertation veröffentlicht:

- Der Artikel Funk et al. (2024) stellt im *Journal of Voice* ausführlich dar, welchen Einfluss die Grundfrequenz auf die Geschlechtsperzeption bei Kinderstimmen hat. Dabei werden Teile aller drei Hörexperimente beschrieben. Zudem wird die *LoKiS*-Datenbank vorgestellt, die im Rahmen des Projektes angefertigt wurde.
- Der Artikel Funk & Simpson (2023) schlüsselt im *Journal of Speech, Language and Hearing Research* alle Ergebnisse bezüglich akustischer Analyse, Geschlechtsperzeption und Geschlechtskonformität der Kinder aus der ersten Klasse auf.
- Das Abstract Funk et al. (2023a) der Tagung *Phonetics and Phonology in Europe (5<sup>th</sup> PaPE)* erläutert den Einfluss der Grundfrequenz auf die Geschlechtsperzeption der Kinder von der ersten bis zur dritten Klasse.
- Das Paper Funk et al. (2023b) der Tagung *International Congress of Phonetic Science (20<sup>th</sup> ICPHS)* gibt akustische Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen sowie Ergebnisse der Hörexperimente 1 und 2 der Kinder aus der ersten und zweiten Klasse wider.
- Das Abstract Funk et al. (2023c) der Tagung *Phonetik und Phonologie im deutschsprachigen Raum (P&P 19)* stellt den Einfluss der Sprechgeschwin-

digkeit auf die Geschlechtsperzeption der Kinder von der ersten bis zur dritten Klasse dar.

- Das Abstract Funk & Simpson (2022) der Tagung *Phonetik und Phonologie im deutschsprachigen Raum (P&P 18)* stellt Konzeption, Methode und Fragestellungen des Projektes vor.



---

## THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND STAND DER FORSCHUNG

### 2 Akustische und perzeptuelle Korrelate von Geschlecht in der Stimme

Zwischen erwachsenen Männern und Frauen treten anatomische und physiologische Unterschiede in Larynx und Vokaltrakt auf, die zu verschiedenen akustischen und perzeptuellen Korrelaten von Geschlecht führen. Präpubertäre Kinder weisen diese anatomischen und physiologischen geschlechtsspezifischen Differenzen nicht oder nur im geringen Maße auf. Dennoch lassen sich bereits im Kindesalter akustische und perzeptuelle Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen finden. Diese sollen mithilfe verschiedener Studien in den folgenden Teilkapiteln systematisch dargestellt und anschließend zusammengefasst werden. Zudem wird ein Überblick über geschlechtsspezifische Unterschiede erwachsener Stimmen gegeben, um erwartbare Entwicklungen der Kinderstimmen aufzuzeigen.

Für den empirischen Teil der Arbeit sind die Resultate der dargestellten Studien von Bedeutung, da sie die Grundlage des Vergleichs mit den Ergebnissen aus den Sprachaufnahmen der Grundschulkinder bilden.

#### 2.1 Grundfrequenz und Halbtonumfang

##### Erwachsene Männer und Frauen

Erwachsene Männer und Frauen unterscheiden sich in ihrer Larynxgröße und der Größe und Beschaffenheit ihrer Stimmlippen. In der Auswertung verschiedener Messdaten zeigt Titze (1989, 1699), dass der Larynx in vertikaler Ausrichtung bei Männern etwa 20 % größer ist als bei Frauen. Die Stimmlippen von Männern sind etwa 60 % länger und 20 bis 30 % dicker, wobei die tatsächliche Länge variiert. Weibliche Stimmlippen messen etwa 1,3 cm bis 2,0 cm, männliche hingegen 1,7 cm bis 2,4 cm (Kiese-Himmel, 2016, 12). Der Winkel des aus zwei Platten bestehenden Thyroid-Knorpels beträgt bei Männern circa 90°, bei Frauen ist der Winkel mit 120° weniger steil ausgeprägt (Pompino-Marschall, 2009, 32). Einen übersichtlichen geschlechtsspezifischen Vergleich zeigt Titze (1989) mithilfe von experimentellen Messdaten von Kahane (1978) (siehe Abbildung 1).

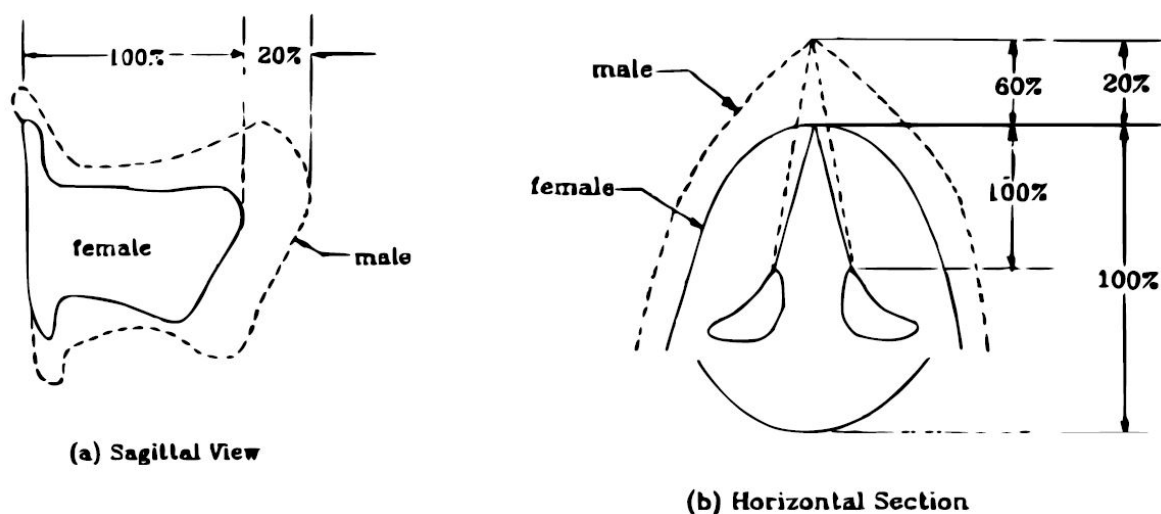


Abbildung 1: Larynxunterschiede zwischen Männern und Frauen (Titze, 1989, 1699), nach Daten von Kahane (1978).

Diese anatomischen Differenzen führen zu einer signifikant verschiedenen Grundfrequenz ( $f_0$ ) von Männern und Frauen. Die dünneren und kürzeren Stimmlippen von Frauen verursachen eine etwa doppelt so hohe Schwingungsfrequenz wie die längeren und dickeren Stimmlippen von Männern. Untersuchungen zeigen dies in verschiedenen Sprachen, wobei auch der sprachliche Kontext einen Einfluss auf die Werte hat. Simpson (2009, 622) gibt im Allgemeinen eine durchschnittliche Grundfrequenz bei Frauen von etwa 200 Hz bis 220 Hz an, Männer liegen bei etwa 100 Hz bis 120 Hz. Verschiedene Studien zeigen, dass sich deutsche (Herbst, 1964) und englische Muttersprachler\*innen (Keating & Kuo, 2012; Pépiot, 2014; Sussman & Sapienza, 1994) experimentell in eben diesem Grundfrequenzbereich befinden. Französische Muttersprachler\*innen sprechen hingegen etwas höher (Pépiot, 2014), ebenso wie Sprecher\*innen des Mandarin (Keating & Kuo, 2012). Wenn die Anatomie des Larynx trotz verschiedener sprachlicher Hintergründe ähnlich ist, liegt der Schluss nahe, dass gefundene Differenzen der Grundfrequenz kulturell und sozial bedingt sind.

Der Unterschied der Grundfrequenz zwischen Männern und Frauen variiert ebenfalls je nach Sprache. Da die Angabe des Stimmumfangs in der Einheit Hertz problematisch ist, weil die Änderung der Tonhöhe im Vergleich zur Frequenz nicht linear, sondern logarithmisch erfolgt (Pompino-Marschall, 2009, 156), findet der Vergleich an dieser Stelle in Halbtönen statt. In einer Studie von Herbst

(1964) liegen deutschsprachige Männer und Frauen mit 11,6 Halbtönen sehr weit auseinander. In den Ergebnissen von Keating & Kuo (2012), Pépiot (2014) und Sussman & Sapienza (1994) zeigt sich bei den Amerikaner\*innen ein Unterschied von etwa elf Halbtönen. Noch geringer ist der Unterschied zwischen den Sprecher\*innen des Mandarin mit zehn Halbtönen (Keating & Kuo, 2012), auch die französischen Muttersprachler\*innen liegen mit 9,8 Halbtönen näher beieinander (Pépiot, 2014). Eine Studie von Weirich et al. (2019), in der deutsche und schwedische Sprecher\*innen miteinander verglichen werden, zeigt eine größere Differenz zwischen den deutschsprachigen Männern und Frauen als zwischen den schwedischen. Dabei liegt die mittlere  $f_0$  bei den schwedischen Frauen tiefer als bei den deutschen, bei den Männern zeigt sich hingegen kein Unterschied. In Gesprächen wird Frauen eine stärkere Variation der Grundfrequenz und damit ein melodiöseres Sprechen zugeschrieben. Sendlmeier (2012) schreibt hierzu (ohne explizite Nennung empirischer Belege):

Frauen zeichnen sich in ihrer Sprechweise durch mehr Tonhöhenvariation und mehr Dynamik aus – sie sprechen also melodiöser als Männer, was von Hörern als emotional expressiver wahrgenommen wird. Frauen werden als verspielter, abwechslungsreicher und emotionaler, Männer als ernster, eintöniger und rationaler wahrgenommen (Sendlmeier, 2012, 102).

Misst man den in Gesprächen verwendeten Stimmumfang in Halbtönen, belegen viele Studien jedoch nur geringe geschlechtsspezifische Unterschiede. Henton (1989) zeigt bei einem Vergleich verschiedener Studien der Jahre 1940 bis 1983 keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen. Entgegen gängiger Stereotype besitzen in der Regel Männer einen etwas höheren Stimmumfang als Frauen. Auch in einer eigenen Untersuchung von Henton (1989) mit zehn englischsprachigen Proband\*innen lässt sich kein signifikanter Unterschied nachweisen. Ähnliche Ergebnisse findet Herbst (1964, 152) bei den deutschsprachigen Versuchspersonen. In Gesprächen beträgt der Stimmumfang bei den aufgenommenen Männern sieben Halbtöne, bei den Frauen fünf Halbtöne. In der Studie von Pépiot (2014) liegen die englischen Sprecher\*innen mit 5,87 Halbtönen (Frauen) und 5,95 Halbtönen (Männer) sehr nah aneinander, wobei der Halbtونumfang



der Männer geringfügig höher ist. In eine andere Richtung weisen die Ergebnisse von Weirich et al. (2019): Hierbei zeigen sowohl die deutschen als auch schwedischen Frauen eine größere Variation (Standardabweichung) in der  $f_0$  als die Männer. Pépiot (2014) kann im Französischen einen höheren Halbtonumfang der Frauen (6,80 Halbtöne) im Vergleich zu den Männern (5,35 Halbtöne) nachweisen, der Unterschied ist anders als bei den englischsprachigen Proband\*innen signifikant.

Möglicherweise wird Frauen ein melodioseres und emotionaleres Sprechen zugeschrieben als Männern, da sie beim Sprechen andere Intonationsmuster verwenden. In einer Analyse von Frage- und Aussageaufnahmen im Niederländischen zeigen vor allem Frauen in geschlossenen und deklarativen Fragen steigende Melodieverläufe (Haan & Heuven, 1999). Bei einem Vergleich der Intonationsmuster einer Bildbeschreibung zwischen Männern, Frauen, Transmännern und Transfrauen können Hancock et al. (2014) keine Unterschiede zwischen den Geschlechtergruppen feststellen. Allerdings wurden die Äußerungen umso femininer wahrgenommen, je größer der Prozentsatz steigender Melodieverläufe und je größer der verwendete Halbtonumfang war.

### **Präpubertäre Jungen und Mädchen**

Im Gegensatz zum Erwachsenenalter unterscheiden sich Jungen und Mädchen vor der Pubertät nicht wesentlich hinsichtlich der Larynxgröße und der Länge ihrer Stimmlippen. Kahane (1978, 13) zeigt dies bei Larynxmessungen von jeweils zehn präpubertären Jungen und Mädchen (siehe Abbildung 2, Bild C und E). In Bild A und B wird deutlich, dass das Wachstum des Larynx während der Pubertät vor allem bei Jungen bzw. Männern auftritt, bei Mädchen bzw. Frauen unterscheidet sich die Größe vor und nach der Pubertät nicht wesentlich. Ebenso verhält es sich bei der Größe der Stimmlippen vor und nach der Pubertät. Im Erwachsenenalter beträgt der Unterschied zwischen Männern und Frauen etwa 0,5 cm, im Kindesalter lediglich 0,004 cm (Kahane, 1978, 17).

Durch die anatomische Ähnlichkeit müsste  $f_0$  bei präpubertären Jungen und Mädchen nahezu gleich sein. Die Ergebnisse experimenteller Messungen sind jedoch sehr inkonsistent.

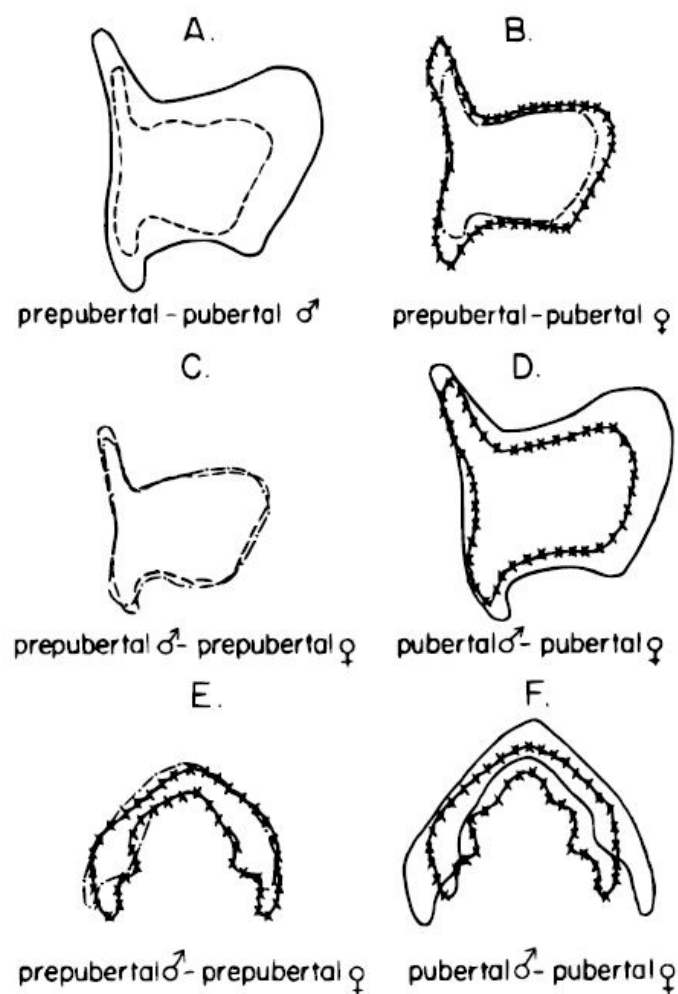


Abbildung 2: Larynxunterschiede zwischen präpubertären Jungen und Mädchen und Larynxentwicklung in der Pubertät (Kahane, 1978, 12).

Viele Studien finden zwischen Jungen und Mädchen keine signifikanten Grundfrequenzunterschiede. Jungen sprechen in der Regel geringfügig höher als Mädchen. Robb & Simmons (1990) zeigen dies bei 26 englischsprachigen Kindern im Alter zwischen vier und sechs Jahren. In allen drei gemessenen Vokalen /a/, /i/ und /u/ liegen die Jungen über den Mädchen, die größte Differenz lässt sich mit 13 Hz (umgerechnet 0,8 Halbtöne) im Vokal /i/ finden und ist nicht signifikant. Auch in einer niederländischen Untersuchung von Linders et al. (1995) sprechen die Jungen im Mittel höher. Ausgewertet wurden 92 Kinder im Alter von sieben bis 15 Jahren. Im Median aller Altersgruppen ergibt sich für Jungen eine um 6 Hz (0,4 Halbtöne) höhere Grundfrequenz. Während sich kein signifikanter