



Der Einfluss des Body Mass Indexes (BMI) unter Berücksichtigung des Fettgehaltes auf Stimmqualität, Stimmleistung & Aerodynamik: eine prospektive Studie

Angabe des Studenten:	Ben Barsties 0706051
Fachrichtung:	Logopädie
Name des internen Begleiters:	Rudi Verfaillie
Name des internen Prüfers:	Rudi Verfaillie
Name des externen Prüfers:	Karl-Heinz Stier
Datum:	Juni 2011

© Dieses Werk, -einschließlich aller Teile-, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren und der Hogeschool Zuyd, Heerlen (NL) unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen in andere Sprachen, Mikroverfilmungen und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hogeschool Zuyd.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	7
Zusammenfassung/Samenvatting	8
1. Einleitung	
1.1. Problemstellung	10
1.2. Logopädische Relevanz	11
1.3. Inhalt der Studie(n)	12
1.4. Fragestellungen und Hypothesen	12
1.5. Aufbau der Thesis	13
2. Theoretischer Hintergrund	
2.1. Störungsbild - Anorexia Nervosa	14
2.1.1. Klassifikation nach ICD-10 WHO 2006	15
2.1.2. Klassifikation nach DSM-IV	16
2.1.3. Ätiologie	16
2.1.4. Körperliche Folgen	17
2.2. Störungsbild – Adipositas	18
2.2.1. Klassifikation nach ICD-10 WHO 2006	19
2.2.2. Ätiologie	20
2.2.3. Körperliche Folgen	22
2.3. Stimmqualität	22
2.3.1. RBH- Skala	23
2.3.2. Dysphonia Severity Index	25
2.3.3. Acoustic Voice Quality Index	26
2.3.4. Jitter	27
2.3.5. Shimmer	29
2.3.6. Harmonics to Noise Ratio	30
2.3.7. Cepstral Peak Prominence	31

2.4.	Stimmeleistung	33
2.4.1.	Dynamischer Stimmumfang	34
2.4.2.	Melodischer Stimmumfang	34
2.4.3.	Mittlere Sprechstimmlage	35
2.4.4.	Indifferenzlage	36
2.5.	Aerodynamik	37
2.5.1.	Phonationsquotient	37
2.5.1.1.	Maximale Phonationszeit	38
2.5.1.2.	Vitalkapazität	39
3. Methode		
3.1.	Studiendesign	40
3.2.	Gruppenaufstellung der Hauptstudie	41
3.2.1.	Probandensuche	41
3.2.2.	Einschlusskriterien	41
3.2.3.	Ausschlusskriterien	45
3.2.4.	Tagesuntersuchungskriterien	57
3.3.	Gruppenaufstellung der Teilstudie/Parallelstudie	60
3.3.1.	Probandensuche	60
3.3.2.	Einschlusskriterien	60
3.3.3.	Ausschlusskriterien	60
3.4.	Untersuchungsmaterial/Methoden	61
3.4.1.	Body Mass Index im Zusammenhang mit dem Fettgehalt in %	61
3.4.2.	Anthropometrische Fettgehaltsmessungen	62
3.4.2.1.	Umfangsmessung	63
3.4.2.2.	Hautfaltenmessung	64
3.4.4.	Spirometrie	65
3.4.5.	Software „Praat“	65
3.4.6.	Software/Hardware „Voice Profiler“®	66
3.4.7.	Software „Speech Tool“ (Ztool)	67
3.4.8.	Phonetisch ausbalancierter Text: „Der Nordwind und die Sonne“	68

3.5.	Verlaufsprotokoll	69
3.5.1.	Untersuchungsverlaufsprotokoll der Probanden in der Hauptstudie	69
3.5.2.	Verlaufsprotokoll für die Stimmbewerter der Hauptstudie	70
3.5.3.	Untersuchungsverlaufsprotokoll der Probanden in der Teilstudie/Parallelstudie	71
3.5.4.	Verlaufsprotokoll für die Stimmbewerter der Teilstudie	71
4. Auswertung		
4.1.	Statistische Auswertung der Hauptstudie	73
4.1.1.	Probandendarstellung	73
4.1.2.	Interbeurteilerzuverlässigkeit der 3 Beurteiler	76
4.1.3.	Statistische Stärke der Messparameter	78
4.1.4.	Auswertung der Stimmqualitätsparameter zu den Gewichtsgruppen	83
4.1.5.	Auswertung der Stimmleistungsparameter zu den Gewichtsgruppen	88
4.1.5.1.	Geschlechtsunabhängige Parameter	88
4.1.5.2.	Geschlechtsabhängige Parameter	90
4.1.6.	Auswertung der aerodynamischen Parameter zu den Gewichtsgruppen	93
4.1.6.1.	Geschlechtsunabhängige Parameter	94
4.1.6.2.	Geschlechtsabhängige Parameter	95
4.1.7.	Zusammenfassung der Resultaten in den Gewichtsgruppen	98
4.2.	Statistische Auswertung der Teilstudie	99
4.2.1.	Probandendarstellung	99
4.2.2.	Interbeurteilerzuverlässigkeit der 12 Beurteiler	100
4.2.3.	Statistische Validität des AVQI in deutsch	101
4.2.4.	Statistische Normierung des AVQI in deutsch	102
4.3.	Statistische Auswertung der Parallelstudie	104
4.3.1.	Probandendarstellung	104
4.3.2.	Statistische Auswertung der Erzählformen	104
5. Diskussion		
5.1.	Diskussion der Hauptstudie	106
5.1.1.	Einschränkungen der Hauptstudie	112
5.1.2.	Zukünftige Folgestudien	113

5.2. Diskussion der Teilstudie	113
5.2.1. Einschränkungen der Teilstudie	114
5.2.2. Zukünftige Folgestudien	115
5.3. Diskussion der Parallelstudie	115
5.3.1. Einschränkungen der Parallelstudie	116
5.3.2. Zukünftige Folgestudien	116
6. Fazit	
6.1. Fazit der Hauptstudie	117
6.2. Fazit der Teilstudie	117
6.3. Fazit der Parallelstudie	117
7. Literaturverweise	118
8. Appendices	
Appendix 1: Fachbegriffe-/Kürzelverzeichnis	141
Appendix 2: Abbildungsverzeichnis	143
Appendix 3: Figuren- und Tabellenverzeichnis	145
Appendix 4: Formelverzeichnis	151
Appendix 5: Symbolerklärung des Formelverzeichnisses	152
Appendix 6: Detaillierte Beschreibung des Untersuchungs- verlaufsprotokoll der Probanden in der Hauptstudie	153
Appendix 7: Detaillierte Beschreibung des Untersuchungs- verlaufsprotokoll der Probanden in der Teilstudie/Parallelstudie	164
Appendix 8: Beschreibung zur Berechnung des deutschen AVQI's	168
Appendix 9: AVQI Scripts für Praat	172
Appendix 10: Interpretation von statistischen Tabellen und Grafik der Studie(n)	178
9. Anhang	
9.1. Zur Hauptstudie	181
9.1.1. Informationsschreiben für die Probanden	181
9.1.2. Fragebogen für Männer	183
9.1.3. Fragebogen für Frauen	188
9.1.4. Tageskriterienliste für die Probanden	193

9.1.5. Einwilligung- und Datenschutzerklärung aller Altersgruppen	194
9.2. Teilstudie/Parallelstudie	196
9.2.1. Informationsschreiben für die Probanden	196
9.2.2. Einwilligung- und Datenschutzerklärung aller Altersgruppen	198
9.2.3. Bildergeschichten für F ₀ -logisch	200
9.3. Untersuchungsmaterial	202
9.3.1. VP Moduszahl	202
9.3.2. Umfangsberechnungstabelle nach McArdle et al. (2009)	203
9.3.3. Fettgehaltsumrechnungsformel nach Siri (1956), (1961)	204
9.3.4. Fettgehaltsumrechnungsformel nach Heyward et al. (2004)	204
9.4. Resultatensammlung	205
9.4.1. Sammlung zur Kalibrierung von Praat 5.135	205
9.4.2. Einzelergebnisse aller Probanden in der Hauptstudie	206
9.4.3. Einzelbeurteilung der 3 Beurteiler in der Hauptstudie	211
9.4.4. Einzelbeurteilung der 12 Beurteiler in der Teilstudie	212

Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Ohne Ihre Hilfe wäre der Umfang dieser Studien gar nicht möglich geworden.

Einen ganz besonderen Dank gilt meiner Familie und Bekannten, vor allem meinen Eltern, die mir über die ganze Zeit so tatkräftig geholfen haben. Ihre Hilfe, Ihr Zuspruch, der Glaube an mich und nicht zuletzt Ihre finanzielle Unterstützung haben diese Arbeit ermöglicht.

Darüberhinaus bedanke ich mich bei *Rudi Verfaillie*, der gutherzig und aufopfernd für die Sache und die Qualität der Arbeit mit vielen extra Stunden, meine Fragen und Anliegen mit konstruktivem und kritischem Feedback begleitet hat. Er hatte immer ein offenes Ohr für mich und ich bedanke mich ausdrücklich für die intensive und für mich erfolgreiche Zeit seiner Betreuung.

Für das individuelle Coaching und Einblicke in die biometrischen Messverfahren sowie Nutzung der Messapparaturen von Körpergewicht und Fettgehalt, bedanke ich mich für die professionelle und intensive Unterstützung bei *Ludo van Etten*, *Dennis Odekerken*, *Maarten Bouwhuis* und *Jos Gelissen*.

Ein weiterer wichtiger Ansprechpartner für mich war *Youri Maryn*, der mir mit tatkräftiger Unterstützung bei AVQI (Acoustic Voice Quality Index) und bei statistischen Fragen, Umsetzungen und Problemen, geholfen hat. Herzlichen Dank für diese Hilfe.

Nicht zuletzt gilt mein Dank allen Instituten und Einrichtungen, die mir ermöglicht haben Probanden zu werben, sowie Dank an die Probanden selbst, die teilgenommen haben und somit den Kern dieser Arbeit erst möglich machten.

Ben Barsties

Zusammenfassung:

Die Bachelorarbeit untersuchte den Zusammenhang von Körpergewichtsvariationen unter Berücksichtigung des Fettgehaltes auf selektierte Stimmparameter, für den es wissenschaftlich nahezu keine Antwort gab.

Es wurden 3 Gewichtsgruppen aufgestellt, in denen die Extreme (Untergewicht und Adipositas) und das Normalgewicht bei Frauen und Männer untersucht wurden. Die Auswahl der Probanden war sehr limitiert, da der Parameter Körpergewicht von bereits erforschten stimmbeeinflussenden Faktoren isoliert werden sollte, so dass ein eindeutiger Rückschluss von Körpergewicht auf Stimme ermöglicht werden konnte.

Es wurden signifikante Unterschiede in den 3 Gewichtsgruppen bei den aerodynamischen- und Stimmleistungsparametern festgestellt. Ein statistischer Vergleich zwischen den Geschlechtern war bedingt durch die geringe Männerteilnehmerzahl nicht möglich.

In einer Teilstudie wurde zusätzlich im Bereich der Stimmqualität der neue akustische Messwert AVQI (Acoustic Voice Quality Index) ins Deutsche übernommen, der in der Hauptstudie mit verwendet wurde.

Die Ergebnisse zeigen eine ähnlich hohe Korrelation sowie Sensitivität und Spezifität zwischen AVQI und perzeptueller Beurteilung (H-RBH).

Es wurde noch eine Parallelstudie durchgeführt, die sich auf die Abnahmeprozedur der mittleren Sprechstimmlage bezieht, in der die freie Spontansprache zur logischen Erzählweise verglichen wurde. Es war kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Verfahrensweisen festgestellt worden. Jedoch gilt die freie Spontansprache als die natürlichste und repräsentativste Form des Sprechens und ist ergo die valideste Prozedur.

Schlüsselwörter:

Body Mass Index (BMI) — Fettgehalt — Stimme — Acoustic Voice Quality Index (AVQI) — Mittlere Sprechstimmlage

Samenvatting:

De thesis onderzocht de samenhang tussen de gewichtsklasse, c.q. het vetgehalte en geselecteerde stemparameters, hetgeen tot op heden nauwelijks tot niet wetenschappelijk werd onderzocht. De proefpersonen (mannen en vrouwen) werden verdeeld in 3 gewichtsgroepen: ondergewicht, normaalgewicht en obesitas. Het aantal proefpersonen was zeer beperkt, omdat de parameter lichaamsgewicht duidelijk onderscheiden diende te worden van bewezen stembeïnvloedende factoren om een eenduidige conclusie mogelijk te maken. Er werden significante verschillen gevonden tussen de 3 gewichtsgroepen met betrekking tot de aerodynamische- en stemprestatieparameters. Wegens het kleine aantal mannelijke proefpersonen kon geen statistisch verschil tussen mannen en vrouwen berekend worden.

In een aanvullende deelstudie, als onderdeel van de hoofdstudie, werd met betrekking tot de parameter “stemkwaliteit” de nieuwe akoestische maat AVQI (Acoustic Voice Quality Index) voor Duitssprekenden gevalideerd. De resultaten laten zien dat er een hoge correlatie bestaat, alsook een hoge sensitiviteit en specificiteit, tussen AVQI en perceptuele beoordeling (H-RBH).

Tevens werd in een nog andere deelstudie de afnameprocedure ten behoeve van de bepaling van de habituele spreektoonhoogte aan de hand van spontane spraak en een logisch verhaal met elkaar vergeleken. Er werd geen significant verschil vastgesteld, maar spontane spraak bleek de meest natuurlijke en representatieve spreekwijze te zijn, c.q. de meest valide afnameprocedure.

Sleutelwoorden:

Body Mass Index (BMI) — vetgehalte — stem — Acoustic Voice Quality Index (AVQI) — habituele spreektoonhoogte

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Die verschiedenen Facetten des Stimmgebrauchs, der Stimmleistung und Stimmqualität haben mich bewogen, dieses Thema für meine Bachelorarbeit zu wählen. Ich stellte mir die Frage:

„Warum haben Sänger oder Sängerinnen mit Übergewicht eine enorm kräftige und voluminöse Stimme?“ Als nachhaltige Beispiele möchte ich hier die amerikanischen Gospelchor-Sängerinnen und den verstorbenen Tenor Pavarotti nennen.

Nach eingehender und ausgiebiger Recherche über den Einfluss des Körpergewichtes auf die Stimme, musste ich feststellen, dass es bisher in der veröffentlichten wissenschaftlichen Literatur wenig Hinweise oder Untersuchungen gibt.

Die Studie von Da Cunha et al. (2011) befasste sich mit der Fragestellung, inwieweit bestimmte stimmliche Merkmale bei Adipositas Klasse 2 und nicht-Adipositas-Erkrankten vorkommen. Verglichen wurden Merkmale der akustischen, perzeptuellen und aerodynamischen Stimmparameter. Sie fanden signifikante Unterschiede in den meisten Parametern zu Ungunsten der Adipositasgruppe im Vergleich zu nicht-Adipositas-Erkrankten.

Anders als Da Cunha et al. (2011) fokussierte sich Solomon et al. (2011) auf den Verlauf nach einer Gewichtsreduktion bei stark adipös Erkrankten (Mittelwert BMI= 44,50 SD= 5,6) im Vergleich zu nicht-adipös-Erkrankten (Mittelwert BMI= 26,21 SD= 2,8). In einem Zeitraum von 6 Monaten wurden insgesamt 4 Messungen durchgeführt, in denen sich die Probanden der Adipositasgruppe einem hauptsächlichen bariatrischen Eingriff unterzogen. Durch akustische, perzeptuelle und aerodynamische Messungen wurden insgesamt 18 verschiedene Parametern untersucht. Nach 6 Monaten veränderten sich nur innerhalb der Gewichtsgruppen 6 der Parameter signifikant, nicht aber im Vergleich zu den verschiedenen Gewichtsgruppen untereinander. Nach den Autoren hatte sich der Parameter *Phonation Threshold Pressure* (PTP) als Indikator bei Adipositas mit Stimmproblemen herausgestellt, da vor allem die PTP 30% Werte sanken, auch bei fallendem BMI (Solomon et al. 2011).

In weiteren Studien sind zum Thema Stimme und Körpergewicht nur Teilaspekte behandelt worden, z.B. der Laryngopharyngealen Reflux bei Bulimia nervosa-Erkrankten (Hoffmann 2005), Refluxhäufigkeit bei Adipositas-Erkrankten (Halum et al. 2005), spezielle Syndrome: wie das Prader Willi Syndrom (Defloor et al. 2001) oder das stimmliche Verhalten in einer Fastenperiode bei Frauen und Männern, die einem Ernährungswechsel (einer Diät) gleicht (Hamdan et al. 2007, Hamdan et al. 2011). Auch kursierende Meinungen über das Thema sind zu

finden, wie beispielsweise von Prof. Santa Vecerina Violic, MD in Zagreb. Er beschrieb einen positiven Einfluss des Körpergewichtes auf die Stimme und die entstehende Problematik für professionelle *voice user* bei stark schwankender Gewichtsveränderung auf die Stimme (Violic 2011). Die Gefahr resultierender Stimmprobleme durch abrupte Gewichtsveränderungen beschreiben auch Rubin et al. (2006). Sapienza et al. (2009) äußerten sich beim Körpergewicht kritischer. Für sie gilt, dass zusätzliches Gewicht die abdominale Atmungsunterstützung für die Stimmproduktion beeinträchtigt. In Extremfällen kann sich sogar die Resonanz durch extra Pfunde verändern, da der Durchgang des Pharynx oberhalb der Glottis signifikant kleiner wird. Um eine qualifizierte Aussage treffen zu können, habe ich mich entschlossen, den Einfluss des Körpergewichtes (BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes) auf Stimmqualität, Stimmleistung und (vokale) Aerodynamik mit Hilfe von freiwilligen deutschen Probanden zu untersuchen. Für die Wahl der Probanden wurden „unsportliche, gesunde“ Probanden gesucht. Die genauen Definitionen über die einzelnen Merkmale der gesuchten Zielgruppe werden ausgiebig im Abschnitt 3.2. S.41 ff. beschrieben.

1.2. Logopädische Relevanz

Risikofaktoren sind entscheidende Kriterien, um Stimmstörungen zu entwickeln. Für die Therapie oder Behandlung sollte ein Therapeut oder Arzt alle möglichen Faktoren, mit Einfluss auf die Stimme, kennen und die Patienten dementsprechend aufklären und behandeln. Im Bereich der Ursachenforschung sollte ein größtmögliches Spektrum für den behandelnden Phoniater/HNO Arzt und Logopäden zur Verfügung stehen, damit diese Arbeitsgruppen über alle erwiesenen Risikofaktoren/begünstigte Faktoren informiert und aufgeklärt werden. Der Wert dieser Studie lässt sich noch nicht einordnen, aber auf Grund der gestellten Studienbedingungen (siehe Abschnitt 3.2. S.41 ff.), sind bei signifikanten Unterschieden der Stimmparameter in den BMI Gruppen diese zukünftig klinisch weiter zu beobachten. Insgesamt wäre es eine Ergänzung neben bekannten Faktoren, die einen signifikanten wissenschaftlich nachgewiesenen Einfluss auf die Stimme haben, wie Alter (Nishio et al. 2008, Gorham-Rowan et al. 2006, Baken 2005, Verdonck-de Leeuw et al. 2004, Hodge et al. 2001, Ramig et al. 2001) stimmhygienisches Verhalten (Pedersen et al. 2004, Fletcher et al. 2007, Pasa et al. 2007), Geschlecht (Baken et al. 2000), Beruf (Titze et al. 1997, Vilkman 2004, Richter et al. 2010) und kognitive- emotionale und soziale Faktoren (Gassull et al. 2010, Meulenbroek et al. 2010, Kooijman et al. 2007, Gobl et al. 2003, Pahn 2003).

1.3. Inhalt der Studie(n)

In dieser umfassenden Studie werde ich verschiedenen Fragestellungen nachgehen.

Die Hauptstudie umfasst den Einfluss des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes auf Stimmqualität, Stimmleistung und Aerodynamik. Es folgt dazu noch eine Teilstudie, die den Acoustic Voice Quality Index (siehe Abschnitt 2.3.3. S.26 ff.) für den deutschen Sprachraum validiert. Er soll die Parameter der Stimmqualität in der Hauptstudie ergänzen und auf den neusten wissenschaftlichen Stand bringen.

Ebenso wird noch eine Parallelstudie zum Thema der Abnahmeform zur mittleren Sprechstimmlage durchgeführt. Hier werde ich zwei Verfahren, die für die Abnahme und Bestimmung der mittleren Sprechstimmlage von Bedeutung sein können, testen und diese miteinander vergleichen (siehe Abschnitt 2.4.3. S.35. ff.). Es gilt die Suche nach der natürlichsten und aussagekräftigsten Form.

1.4. Fragestellungen und Hypothesen

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes mit selektierten Stimmqualitäts-, Stimmleistungs- und vokalen Aerodynamikparametern?

Nullhypothese:

- a) Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der Stimmqualitätsparameter: AVQI, DSI, RBH, Jitter(local), Jitter(rap), Jitter(ppq5), Shimmer(local), Shimmer(local, dB), Shimmer(apq11), CPP und CPPs.
- b) Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der Stimmleistungsparameter: F-high, F-low, I-max, I-min, F₀ und Anzahl Semitöne (Oktaven).
- c) Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der aerodynamischen Parameter: MPT, VC, eVC und PQ.

Alternativhypothese:

- a) Es besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der Stimmqualitätsparameter: AVQI, DSI, RBH, Jitter(local), Jitter(rap), Jitter(ppq5), Shimmer(local), Shimmer(local, dB), Shimmer(apq11), HNR, CPP und CPPs.
- b) Es besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der Stimmleistungsparameter: F-high, F-low, I-max, I-min, F₀ und Anzahl Semitöne (Oktaven)
- c) Es besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang des BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der aerodynamischen Parameter: MPT, VC, eVC und PQ.

2. Gibt es Unterschiede zur bestehenden AVQI Norm (pathologische Klassifizierung), oder muss eine Anpassung im Deutschen erfolgen, da AVQI mit deutschem Text analysiert wird?

Nullhypothese:

Es besteht keine statistische Abweichung zur Normierung von der niederländischen AVQI Einteilung mit deutschem Text.

Alternativhypothese:

Es besteht eine Abweichung zur Normierung von der niederländischen AVQI Einteilung mit deutschem Text.

3. Besteht ein Unterschied zwischen den mittleren Sprechstimmlagen der freien Spontansprache (F_0 -spontan) zur logischen Erzählform (F_0 -logisch) bei Männern & Frauen?

Nullhypothese:

Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Erzählformen F_0 -logisch und F_0 -spontan bei Männern und Frauen.

Alternativhypothese:

Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Erzählformen F_0 -logisch und F_0 -spontan bei Männern und Frauen.

1.5. Aufbau der Thesis

Der Beginn des 2. Kapitels über den *theoretischen Hintergrund* behandelt die Störungsbilder: Anorexia nervosa und Adipositas. Die beiden Störungsbilder entsprechen der Spanne möglicher Gewichtsvariationen. Primär galt aber für die Studie die BMI Klassifikation mit entsprechenden wissenschaftlich untersuchten Vorgaben des dazugehörigen prozentualen Fettgehaltes und nicht per se das Störungsbild. Im Anschluss folgt die Beschreibung und Aufstellung aller Stimmparameter, die in der Studie verwendet wurden, um einen Einblick der akustischen- und aerodynamischen Stimmparameter zu gewinnen. Im 3. Kapitel *Methode* werden die drei untersuchten Gewichtsgruppen (Untergewichts-, Normalgewichts- und Adipositasgruppe), die Gruppenzusammenstellung, sowie Ein- und Ausschlusskriterien der Probanden innerhalb der Gewichtsgruppen, die Messverfahren/Messinstrumente und Untersuchungsmethoden/ Untersuchungsablauf vorgestellt. Im 4. Kapitel *Auswertung* werden alle Resultate (Hauptstudie, Teilstudie und Parallelstudie) beschrieben und statistisch ausgewertet. Im 5. Kapitel *Diskussion* wird über die Bedeutung der Resultate, sowie darauffolgende Schlussfolgerungen, Einschränkungen der Studie und zukünftige Forschung allgemein diskutiert. Im 6. Kapitel *Fazit* wird ein allgemeiner Konsens, der sich aus Sicht des Autors ergab, beschrieben. Alle Verzeichnisse und Hintergrundinformationen zum detaillierten Untersuchungsablauf der Studien und AVQI Beschreibungen werden im 8. Kapitel *Appendices* aufgelistet.

2. Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird über die Störungsbilder Anorexia nervosa und Adipositas sehr ausführlich und detailliert beschrieben, um die steigende Problematik von Körpergewichts-extremen in der Gesellschaft zu dokumentieren und somit eine mögliche Bedeutung auch für die zukünftige logopädische Forschung zu etablieren. Ebenso folgt darauf eine Beschreibung der einzelnen Stimmparameter von Stimmqualität, Stimmleistung und Aerodynamik. Insgesamt wird dadurch ein umfassendes Bild über die Einzelheiten und Zusammenhänge der jeweiligen Komponenten beschrieben, so dass die Hintergründe der Fragestellung und Methode dieser Studie besser nachzuvollziehbar wird.

2.1. Störungsbild - Anorexia nervosa

Nach der WHO (World Health Organisation) gilt ein Körpergewicht mit einem BMI von $< 18,50 \text{ kg/m}^2$ als untergewichtig (WHO 2000; WHO experts consultation 2004).

In wissenschaftlichen Studien wurde erforscht, wie es mit dem Problem der Magersucht in heutiger Zeit in Deutschland aussieht und welche zukünftigen Trends damit verbunden sind.

Eine repräsentative Bevölkerungsstudie hat ergeben, dass die Inzidenz bei 19 Frauen und 2 Männern pro 100.000 Einwohner pro Jahr an neuerkrankten Anorexia nervosa Betroffenen liegt (Herzog et al. 2006). Bei heranwachsenden weiblichen Personen im Alter von 13-19 Jahren liegt die Inzidenz sogar bei 50 pro 100.000 Einwohner pro Jahr an Neuerkrankten. Die Prävalenz der Anorexia nervosa Betroffenen bei Schulkindern liegt nach Angaben der Studie bei ca. 0,7% bei Mädchen und 0,1% bei Jungen (Herzog et al. 2006).

Bei Frauen im Risikoalter von 15-35 Jahren liegt die Prävalenz bei ca. 0,4%; bei Männern ist die Prävalenz weitaus geringer (Herpertz et al. 2008).

Jedoch lässt sich festhalten, dass die meisten Patienten, die an Anorexia nervosa leiden, zu 95% Frauen sind (Zandian et al. 2007).

In den letzten 30 Jahren hat sich die Zahl der Anorexia nervosa Patienten unter Mädchen und Jungen im Alter bis zu 10 Jahren in Deutschland sogar verachtfacht (Nano 2009).

In Australien hat eine Umfrage ergeben, dass 71% der 6-jährigen Mädchen noch dünner sein wollen, als sie momentan schon sind (Nano 2009).

Anorexia nervosa type 1

In den folgenden Abschnitten wird das Störungsbild der Anorexia nervosa weiter vertieft, um einen genaueren Einblick über diese Essstörung zu erhalten. Hierbei konzentriere ich mich nur auf den Anorexia nervosa type 1, der „engstirnige“ Typ, in Bezug auf Klassifikation der WHO, beschrieben im ICD-10 und im DSM-IV, sowie Ursachen und körperliche Folgen.

2.1.1. Klassifikation nach ICD-10 WHO 2006

Anorexia nervosa wird im ICD-10 als psychische Verhaltensstörung klassifiziert und in 9 Gruppierungen unterteilt (F50-F59).

Anorexia nervosa ist meist absichtlich von der Person herbeigeführt mit stetig steigendem Gewichtsverlust ([2]DIMDI 2005). Ebenso kann eine Anorexia nervosa auftreten, wenn das tatsächliche Körpergewicht mindestens 15% unter dem zu erwartendem, also entweder durch Gewichtsverlust oder nie erreichtes Gewicht, liegt (Herpertz et al. 2008).

Am häufigsten jedoch tritt die Störung bei heranwachsenden Mädchen und jungen Frauen auf. Junge Männer, Kinder vor der Pubertät und Frauen bis zur Menopause können ebenfalls von der Krankheit betroffen sein. Sie basiert auf einer spezifischen Psychopathologie, wobei die Angst vor einem dicken Körper und einer schlaffen Körperform als eine tiefverwurzelte Wertigkeit zu sehen ist. Die Gewichtsschwelle der Betroffenen ist sehr niedrig festgelegt, woraus sich meist eine Unterernährung in unterschiedlichen Schweregraden manifestiert hat, die sekundär zu endokrinen, metabolischen Veränderungen und zu körperlichen Funktionsstörungen führt ([2]DIMDI 2005).

Zum Anorexia nervosa type 1 kann man aus den 9 Gruppierungen im ICD-10 insgesamt drei Formen hinzuzählen. Der erste Fall (F.50.0) unterliegt den Symptomen der eingeschränkten Nahrungsauswahl, den übertriebenen körperlichen Aktivitäten und dem übermäßigen Einnehmen von Appetitzüglern und Diuretika ([2]DIMDI 2005). Der zweite Fall (F.50.1) umfasst die atypische Form der Anorexia nervosa, die nur einige Faktoren erfüllen für die Diagnose Anorexia nervosa, jedoch das gesamte klinische Bild nicht rechtfertigen. Es können beispielsweise einige markante Schlüsselsymptome auftreten, wie Angst vor dem zu Dicksein oder dem Aussetzen der Regel bei Frauen; trotz eines erheblichen Gewichtsverlustes und gewichtsreduzierendem Verhaltens. Die Diagnose ist dann bei einer bekannten körperlichen Krankheit mit Gewichtsverlust nicht zu stellen ([2]DIMDI 2005). Der dritte Fall (F.50.8) ist gekennzeichnet durch psychogenen Appetitverlust ([2]DIMDI 2005).

2.1.2. Klassifikation nach DSM-IV

Im DSM-IV spricht man von Anorexia nervosa, wenn es zu einem übermäßigen Gewichtsverlust kommt oder einem entsprechenden Gewichtsniveau, das wesentlich geringer ist, als normal.

Die Kriterien (F.50.0) für Anorexia nervosa sind im DSM-IV folgendermaßen festgelegt (Bergsma et al. 1996, Frances et al. 2005):

- A. Die Verweigerung des Körpergewichts oder des Normalgewichts, das für Alter und Größe angemessen wäre, beizubehalten.
- B. Intensive Angst vor Gewichtszunahme, obwohl man schon von Untergewicht sprechen kann.
- C. Störung in der Art und Weise, wie jemand sein/ihr Körpergewicht oder seine/ihre Körperform wahrnimmt; damit ist der unverhältnismäßig große Einfluss des Körpergewichtes oder der Körperform auf das eigene Bewusstsein und die Ignoranz des Ernstes des momentanen niedrigen Körpergewichtes gemeint.
- D. Amenorrhoe bei Frauen nach der Menarche. Dies gilt nach 3 hintereinanderfolgenden ausbleibenden Menstruationen.

2.1.3. Ätiologie

Einschlägige Hypothesen bei Essstörungen liegen vorrangig bei mentalen, chronischen und psychischen Störungen.

Die mentale Störung ist vermutlich genetischen Ursprungs, die bei einer Veränderung eines Gehirn-Transmitter-Systems den Auslöser der Essstörung darstellt (Kaye et al. 1991, Kaye et al., 2004). Diese Hypothese wurde bislang sehr intensiv getestet. Es konnten aber klinisch noch keine brauchbaren Resultate erbracht werden (Zandian et al. 2007).

Anorexia nervosa muss nicht aus einer obsessiven zwanghaften Störung (OCD) heraus entstehen. In einigen Untersuchungen konnte bei nur wenigen Probanden ein gleichzeitiges Auftreten der Anorexia nervosa und OCD festgestellt werden (Kaye et al. 2004).

Allgemein lässt sich sagen, dass es viele verschiedene Risikofaktoren gibt. Einer der bekanntesten Risikofaktoren ist die reduzierte Einnahme der Nahrung und eine erhöhte physische Aktivität, die zur Entwicklung der Anorexia nervosa beiträgt (Bergh et al. 1996).

2.1.4. Körperliche Folgen

Der Verlauf der Krankheit Anorexia nervosa kann unterschiedliche Ausmaße annehmen. Die Möglichkeit einer Wiederherstellung des Gewichtes liegt bei weniger als 50% in 10 Jahren, wobei 25% aller an Anorexia nervosa erkrankten Patienten erkrankt bleiben; bis zu 30% der Erkrankten einen Rückfall im ersten Jahr der stationären Behandlung erleiden und 0-25% aller Erkrankten an den Folgen der Krankheit sterben (Zandian et al. 2007, Herpertz et al. 2008).

Die Mortalitätsrate bei Anorexia nervosa liegt bei 0,5 - 1% pro Erkrankungsjahr; umgerechnet auf die Normalbevölkerung kommt es zu einer Steigerung des Faktors 10 in der standardisierten Mortalitätsrate. Todesursachen sind meistens Infektionen mit letal verlaufender Sepsis, Elektrolytentgleisungen mit konsekutivem Herz-Kreislauf-Versagen, sowie Suizid (Herpertz et al. 2008).

Körperliche Folgen, die in Verbindung mit der Anorexia nervosa stehen, sind z.B. ein zu niedriger Kalziumgehalt, ein zu niedriger Östrogenspiegel, ein zu niedriger mineralien-abhängiger Throphic Factor wie IGF-1, ein erhöhter Anteil von Serum-Cortisol (Stone et al. 2006), eine geringere Knochenmineraldichte bei heranwachsenden (Soyka et al. 2002, Audi et al. 2002) und erwachsenen Frauen (Hartman et al. 2000, Karlsson et al. 2000). In Langzeitstudien wurde nachgewiesen, dass die Knochenmineraldichte bei Wiederherstellung des Gewichtes verbessert wurde, jedoch blieb diese aber immer noch geringer als bei gesunden Frauen (Hartman et al. 2000). Daraus resultierte, dass eine signifikant erhöhte Morbidität durch Osteoporose bei Frauen entstehen kann, die unter Anorexia nervosa leiden. Ihr Risiko für eine Fraktur ist etwa 3mal so hoch, wie bei gleichaltrigen Altersgenossinnen (Lucas et al. 1999). Neben den direkten physischen Ausmaßen der Krankheit treten auch verschiedene psychische Komorbiditäten auf, wie eine mittlere lebenszeitbezogene Depression (major depression nach DSM-IV) (50-70%), Persönlichkeitsstörungen (ca. 65%), leichte Depressionen (minor depression) oder eine Dysthymie (35-40%), Neurot./Angststörungen (ca. 25%), affektive Störungen (ca. 23%), Zwangsstörungen (ca. 11%), Substanzabusus (ca. 15%), manisch-depressive Störungen (<10%), und Schizophrenie (ca. 4%) (Herpertz et al. 2008).

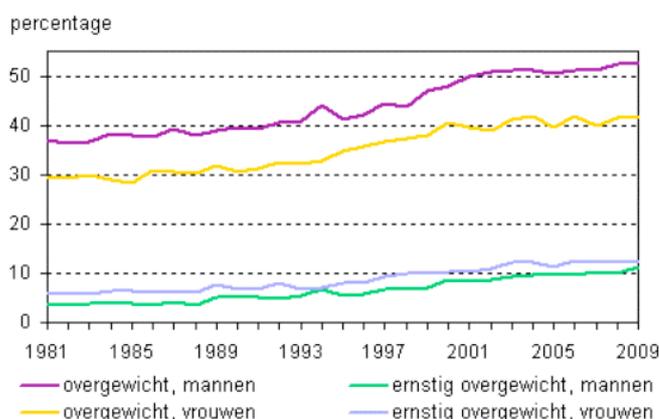
Komorbiditäten sind oftmals auch ein Indiz für den Schweregrad einer Krankheit. So konnte nachgewiesen werden, je mehr Komorbiditäten auftreten, desto höher ist auch die Schwere der Krankheit (Herpertz et al. 2008).

2.2. Störungsbild - Adipositas

Nach der WHO wird ein Körpergewicht mit einem BMI von mehr als 30 kg/m^2 als adipös, d.h. fettleibig, bezeichnet (WHO 2000; WHO experts consultation, 2004).

Das Phänomen von starkem Übergewicht tritt vermehrt vor allem bei Menschen in Industrieländern auf, d.h. nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa steigen die Zahlen kontinuierlich an. In den Beneluxstaaten sind ca. 43% der Menschen übergewichtig, wovon 23% unter Adipositas leiden (Mens en Gezondheid 2008). In den Niederlanden ist eine umfassende Studie in den 90-ziger Jahren mit Erwachsenen publiziert worden. Diese besagt, dass das Übergewicht (BMI 25,0-29,9) bei 38% der Männer und bei 26% der Frauen vorkommt. 7% der Männer und 9% der Frauen waren adipös (BMI>30) (Berns 1995). Aktuellere Studien der Niederlande unterstützen die Aussage des steigenden Problems an Übergewicht in der Gesellschaft. 2009 wurde mittels einer Umfrage vom Zentral Büro für Statistik (CBS) - die sogenannten POLS-enquête -, Werte ermittelt: 47% der niederländischen Bevölkerung der über 20-Jährigen und älter hatten nach der BMI Klassifikation ein mäßiges bis sehr starkes Übergewicht. Männer liegen bei 53% und Frauen bei 40% in der Spanne von Übergewicht bis hin zu Adipositas. Gestaffelt sind die 51% der Männer in 10% starkes Übergewicht (Adipositas) und 42% mäßiges Übergewicht. Bei den Frauen gliedern sich die 42% in 12% starkes Übergewicht (Adipositas) und 30% mäßiges Übergewicht (POLS 2009). Diese Prozentzahlen basieren auf den Angaben der Befragten, die ihr Gewicht und ihre Körpergröße angeben sollten. Auf Grund dieser Angaben ist der BMI ermittelt worden (Bakel et al. 2010). Zwischen den Jahren 1981-2009 sind die Zahlen in der POLS- Enquête stetig bei Erwachsenen mit mäßigem- bis hin zu hohem Übergewicht

Tabelle 2.1: Prozentualer Anteil der Menschen (20 und älter) mit (mäßigem und starkem) Übergewicht in der Periode von 1981-2007, standardisiert nach Alter und Geschlechtsverteilung (Bakel et al. 2010)

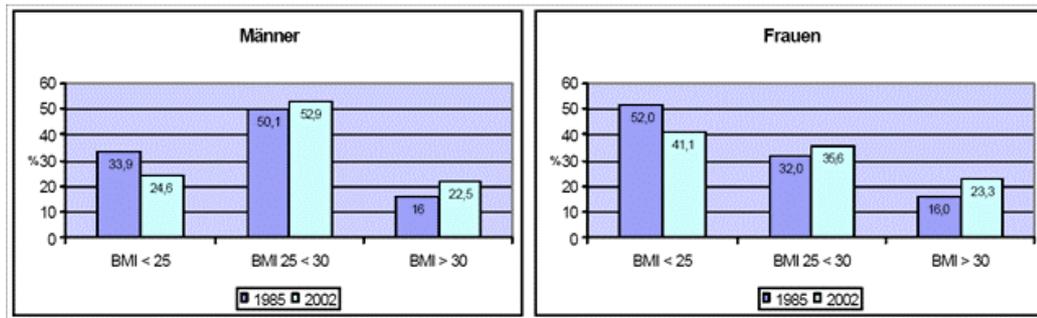


gestiegen, bei der Adipositas mehr bei Frauen und das Übergewicht mehr bei Männern anstieg (siehe Tabelle 2.1).

Man hat sogar herausgefunden, dass bei Frauen in den Niederlanden, die in der Altersgruppe von 20-39 Jahre liegen, das Übergewicht signifikant stärker ansteigt, als bei Frauen in den 40-ziger Jahren oder älter (Gast et al. 2007).

In Deutschland sind vergleichbare Trends bezüglich der Zunahme an Übergewicht und Adipositas zu verfolgen. In den folgenden Tabelle 2.2 wird der BMI zwischen 1985 und 2002 bei Männern und Frauen angegeben und verglichen:

Tabelle 2.2: Verteilung von BMI-Klassen von 1985 und 2002 bei Männern und Frauen in Deutschland (Brinckmann 2006)



Anhand der gesammelten Ergebnisse kann man vermuten, dass die Prävalenz an Übergewicht und Adipositas in den folgenden Jahrzehnten in den westlichen Industrieländern zunehmen wird (siehe Abb. 2.1).

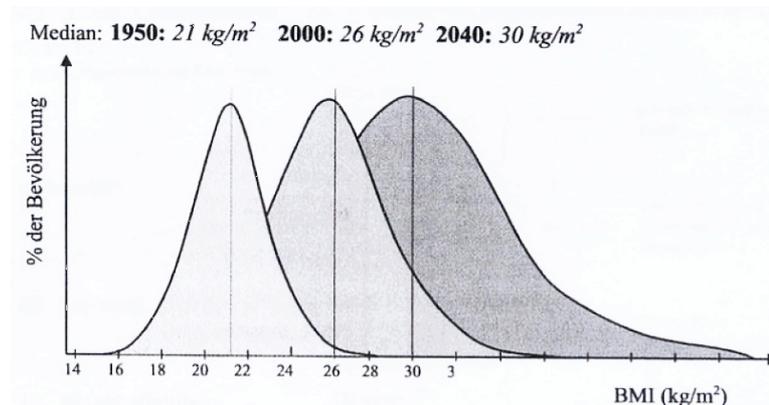


Abb. 2.1: Die BMI Verteilung der westlichen Industrienationen für die Jahre 1950, 2000 und 2040 (Müller et al. 2001)

2.2.1. Klassifikation nach ICD- 10 WHO 2006

Adipositas zählt in der ICD- 10 zu den Endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (E00-E90). Adipositas und sonstige Überernährungsformen lassen sich zunächst in 3 Hauptgruppierungen (E65-E68) und diese nochmals zu insgesamt 9 Subgruppierungen unterteilen. Es wird unterschieden in lokalisierter Adipositas (E65), Adipositas durch übermäßige Kalorienzufuhr (E66.0), Arzneimittelinduzierte Adipositas (E.66.1), übermäßige Adipositas mit alveolärer Hypoventilation [Pickwick-Syndrom], krankhafte Adipositas (E66.8), Adipositas ohne nähere Angaben (E66.9), Adipositas hervorgerufen

durch Hypervitaminose A (E67.0), Hyperkarotinämie (E67.1), Megavitamin-B6-Syndrom (Hypervitaminose B6) (E67.2) und Hypervitaminose D (E67.3). Auf Grund dieser Einteilung weist die Fettleibigkeit unterschiedliche Gründe und Ursachen ([1]DIMDI 2005).

2.2.2 Ätiologie

Anders als bei Anorexia nervosa tritt Adipositas aus vielen verschiedenen Gründen auf. Einer der hauptausschlaggebenden Faktoren ist der genetisch-biologische Aspekt.

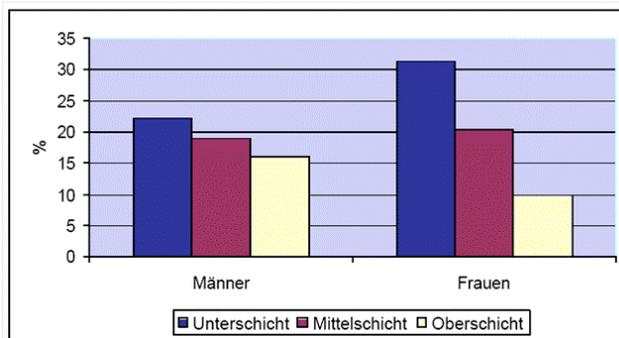
Die Anlagen eines Menschen spielen bei Adipositas eine determinante Rolle. Dies ist durch unterschiedliche Studien bereits bewiesen worden. Man hat herausgefunden, dass eine hohe Korrelation besteht beim BMI von Kindern zu ihren biologischen Eltern und bei eineiigen Zwillingen. Bei Eltern mit adoptierten Kindern ist keine Korrelation beim BMI festgestellt worden (Stunkard et al. 1990, Vogler et al. 1995).

Zum selben Fazit kommt auch ein Experiment, das mit 12 eineiigen Zwillingen durchgeführt wurde. Hierbei ging es darum, dass jeder der 24 Probanden zu jeder Mahlzeit noch 1000 kcal extra zu sich nehmen sollte, und zwar über einen Zeitraum von 100 Tagen. Nach den Berechnungen erwartete man bei jedem eine Gewichtszunahme von ca. 12kg. Es ergab jedoch eine Gewichtsspanne der Zunahme von 4 bis 14kg. Daraus resultierte: es besteht eine genetische Sensibilität der Gewichtszunahme bei Überernährung - Der eine reagiert sensibler auf Überernährung als der andere (Bouchard et al. 1990). Nachgewiesen wurde, dass die Ursache an Adipositas zu erkranken zu 60% genetischen Ursprungs ist (Schauder et al. 2006). Bei Adipositas spielt auch die genetische Energieumwandlung zwischen Energieaufnahme und Energieabgabe eine Rolle. Dementsprechend reagiert jeder Mensch unterschiedlich auf den Energieumsatz bei gleichbleibender Bewegungsleistung (Pudel 2001). Der überbleibende Rest wird bei den genetisch anfälligeren Individuen zusätzlich in Fett umgewandelt. Folglich besteht ein höheres Risiko bei reduzierter Bewegungsaktivität an Adipositas zu erleiden (Kopelman 2000).

Desweiteren konnte in Experimenten nachgewiesen werden, dass Adipöse Probleme haben, die konsumierten Nahrungsmittel realistisch einzuschätzen. In den Versuchen ging man davon aus, dass das Essverhalten der Adipösen durch natürliche Hunger-Sättigungs-Relationen weniger würde als durch gesteuerte Außenreize. Einen Auszug der Versuche:

„Wir boten unseren Versuchsprobanden eine Suppe aus einem Teller an, der unsichtbar über einem Loch im Boden wieder aufgefüllt wurde, so bald etwas entnommen wurde. Adipöse verzehrten aus diesem Teller bis zu 180% mehr Suppe bis sie diesen Füllmechanismus bemerkten.“ (Petermann et al. 2003)

Tabelle 2.3: Prävalenz der sozialen Schichten in Deutschland (Brinckmann 2006)



Das Auftreten von Adipositas ist auch in den sozialen Schichten nachgewiesen, z.B. eine niedrige Schulausbildung, ein niedriger Berufsstatus und ein niedriges Einkommen beeinflussen die Verstärkung der Adipositasprävalenz. In der folgenden Tabelle 2.3 ist ein Zusammenhang in Deutschland zwischen der Prävalenz von Adipositas zu den einzelnen

sozialen Schichten hergestellt worden. Man kann erkennen, dass Adipositas in der Unterschicht bei beiden Geschlechtern häufiger vorkommt, als in den oberen sozialen Schichten Deutschlands. Hier sind die Frauen stärker von dem Phänomen Fettsucht betroffen als die Männer. Aus dem Beispiel Deutschlands lässt sich entnehmen, dass die sozialen Komponenten mit eine Ursache für das vermehrte Auftreten von Adipositas sein können. Weitere Faktoren, die für Adipositas eine Rolle spielen und für das Auftreten der Krankheit verantwortlich sind, sind Dysregulation von Hunger- und Sättigungsgefühl; siehe auch als Beispiel der oben genannten Versuchsreihe von Petermann et al. (2003) und das affine Verhalten zu kalorienreicher Nahrung (Wirth 2008).

Nach neuesten Studienberichten und Erkenntnissen ist der Anteil von braunem Fett im Körper ebenso wichtig für das Auftreten der Adipositas, da es bei Adipositas Erkrankten in Vergleichsstudien gar nicht oder signifikant geringer vorkommt als bei schlanken Menschen (Winkler et al. 2010). Braunes Fett gilt als sehr dicht vaskularisiert und enthält sehr viele Mitochondrien, die dafür sorgen, dass das Fett schnell „verbrannt“ wird und somit viel Wärme abgibt. Weißes Fett dient der Speicherung und Mobilisierung der Energie.

Vorher ging man davon aus, dass das braune Fett nur hauptsächlich beim embryonalen und neonatalen Menschen vorkommt, nicht aber beim Erwachsenen (Fischer-Posovszky et al. 2004, Winkler et al. 2010).

2.2.3. Körperliche Folgen

Medizinische Komplikationen durch Adipositas können zu weiteren körperlichen Beeinträchtigungen führen. Es gilt als erwiesen, dass krankhaftes Übergewicht die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer Vielzahl chronischer Krankheiten signifikant erhöht. Hierzu zählen Diabetes oder zumindest ein erhöhter Blutzucker, Bluthochdruck, ein erhöhtes Schlaganfallrisiko, Herz-Kreislauf-Krankheiten, Gallenblasenerkrankungen, Atemnotsprobleme, eine niedrige Lungenkapazität als Folge einer stark abgenommenen Beweglichkeit des Respirationssystems, 30% der Fälle leiden an Schlafapnoe, Gelenksbeschwerden, Endokrine Störungen, Kardiovaskuläre Erkrankungen und das Auftreten von Gicht und Krebs (Schusdziarra 2000, Pi-Sunyer 2003, Bosch et al. 2004, Dieterle et al. 2006, Wirth 2008, Herpertz et al. 2008). Desweiteren wurde herausgefunden, dass eine hohe Korrelation besteht zwischen Adipositas und Diabetes type-2 - eine Form des Diabetes von Insulinresistenz und Insulinmangel (Bosch et al. 2004).

Ebenso können psychische Komorbiditäten: wie Angstzustände, Depressionen oder (Border-Line) Persönlichkeitsstörungen eine Rolle spielen (Prävalenz 7-40%), obwohl in der modernen Adipositasforschung diese seelischen Aspekte als weitläufige abhängige Variablen gelten. Beispielsweise ist die Verbindung von Depression und Adipositas im Erwachsenenalter nicht eindeutig nachweisbar. In der Literatur findet man Zusammenhänge, die für oder dagegen sprechen. Es sind auch gar keine Zusammenhänge festzustellen, wenngleich neuere Studien eine erhöhte Prävalenz an Depressionen zu erkranken, vor allem bei Adipositas Typ II und III, nachgewiesen wurde (Herpertz et al. 2008).

2.3. Stimmqualität

Die Stimmqualität wird definiert als Eigenschaft des auditiven Höreindruckes in Bezug auf den beurteilenden Empfänger, bei dem 2 Töne simultan ankommen und diese in Lautstärke und Tonhöhe gleich sind, sich aber trotzdem unterscheiden (ANSI 1960). [1]Titze (1994) ging noch einen Schritt weiter; neben Lautstärke und Tonhöhe zählen auch noch die phonetischen Kategorien dazu, die Stimmqualität nicht definieren.

Stimmqualität gilt als ein multidimensionales perzeptuelles Konstrukt, das nach Perkins W. (1971) aus Stimmhaftigkeit (Voicing), Art der Stimmgebung (Vocal Modus), Stimmverengung (Vocal Constriction), Stimmfokus (Vocal Focus), Atemdruck mit resultierender Stimmspannung/ Stimmdruck (Vocal Effort) und Gleichmäßigkeit der Stimmproduktion (Vocal smoothness)

bestehen. Tonhöhe, Lautstärke oder stimmhafte Phoneme werden im Gegensatz monodimensional beurteilt. Das bedeutet, man kann Stimmqualität nicht anhand von *einer* Messung oder Beurteilung quantifizieren ([2]Maryn 2010).

Die Stimmqualität in dieser Studie wurde durch 7 Parameter gemessen, die nach momentanem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse gültig und erforscht sind. Um eine umfassende und valide Aussage der Stimmqualität zu quantifizieren, werden folgende Messungen durchgeführt: ein perzeptives Beurteilungssystem für die beschreibende Stimmqualität (RBH- Skala), der AVQI als akustisch gemessener Heiserkeitsgrad der Stimme mit pathologischen Abweichungsstufen, der DSI als Qualitätswert für die Funktionalität der Stimme mit pathologischen Abweichungsabstufungen, der Jitter, der Shimmer, die Cepstralanalyse und das Verhältnis von harmonischen Anteilen zu Geräuschanteilen (HNR) der Stimme.

2.3.1. RBH- Skala

Als auditiv-perzeptives Beurteilungssystem wurde für die Stimmqualität in dieser Studie die RBH- Skala mit ordinalem System verwendet (Wendler 1986). Analoge Verfahrensweisen, wie beispielsweise CAPE-V (Zraick et al. 2011), werden hier nicht näher beschrieben.

Die Beurteilung der RBH- Skala erfolgt durch das laute Vorlesen über den phonetisch-ausbalancierten Text „Der Nordwind und die Sonne“. Nach der RBH Skalierung beurteilt man die Stimme in Heiserkeit, Rauigkeit und Behauchtheit.

Die Heiserkeit ist ein globales Symptom der Stimmstörung, die auditiv mit wahrnehmbaren Geräuschanteilen im Stimmklang verbunden ist und neben dem fehlenden und oder unvollständigen Glottisschluss zusätzlich auch noch Amplituden- oder Perioditätsschwankungen aufweist (Nawka et al. 2008, De Bodt et al. 2008, Wendler et al. 2005).

Die Rauigkeit ergibt sich aus der Unregelmäßigkeit der Stimmlippenschwingung.

Sie wird hervorgerufen durch die Irregularität in der Abfolge und der Weite der Stimmlippenschwingung. Diese kann durch hohe Anspannung der Stimmlippen, verstärktem Energieaufbau, und durch große Druckunterschiede in der Glottis führen. Dadurch treten unregelmäßige Perioden der Stimmlippen auf. Diese Unregelmäßigkeiten können sich sowohl auf die Periodendauer als auch auf die Amplitude auswirken und werden, jedoch nicht direkt als Tonhöhen- und Lautheitsschwankungen, sondern als Rauigkeit wahrgenommen (De Bodt et al. 2008, Schneider et al. 2007, Nawka et al. 2008).

Bei der Behauchtheit kommt keine vollständige Schließung der Stimmlippen zustande.

Es bleibt eine Öffnung in der Glottis, bei der ein erhöhter Luftverbrauch und Rauschanteil vorhanden ist (De Bodt et al. 2008, Nawka et al. 2008, Schneider et al. 2007).

Das Urteil der RBH- Skala wird in der Form von: $R_x B_x H_x$ eingetragen; das X kann dabei Werte von 0 bis 3 einnehmen: 0 nicht vorhanden, 1 – leicht oder geringgradig, 2 – mittelgradig, 3 – hochgradig.

Es werden nur eindeutige Einstufungen akzeptiert, d.h. man muss sich auf Grad 0, 1, 2 oder 3 festlegen. Zwischenwerte sind im Ordinalsystem nicht erlaubt. Jede Einschätzung einer Stimme als rau oder behaucht heißt, dass es sich um eine heisere Stimme handelt.

Wird also vom Beurteiler R_1 oder B_1 angegeben, kann der Heiserkeitsgrad nur H_1 , nicht aber H_0 sein. Ausnahmen gibt es nur bei hart bzw. leicht knarrenden Vokaleinsätzen, die als R_1 eingeordnet werden können, ohne dass daraus zwingend der Heiserkeitsgrad 1 (H_1) abgeleitet werden muss (Nawka et al. 1996).

Für die Aphonie oder die bewusst eingesetzte Flüsterstimme gilt als Definition, dass sie keine bewertbare Rauigkeit hat. Das akustische Produkt entsteht ausschließlich durch modulierte Turbulenzgeräusche: $R_{\#} B_3 H_3$ (Nawka et al. 1996).

Die RBH- Skala ist eine wichtige Ergänzung, wenn es sich um eine beschreibende Beurteilung der Stimmqualität handelt.

In akustischen Analysen werden meist gehaltene Vokale verwendet, die ab einer ausreichenden Dauer von ca. 2-3 Sekunden, Perioditätsanalysen erst möglich machen.

In fortlaufender Sprache sind jedoch die Vokale erheblich kürzer, nämlich zwischen 50 bis 300 Millisekunden (Ptok et al. 2005).

Untersuchungen der Sprechstimme vor und nach stimmverbessernden Operationen haben gezeigt, dass eine signifikante Verbesserung des Stimmklanges postoperativ erzielt wurde, wenn als Bewertung die auditiv-perzeptive Beurteilung zu Grunde lag. Die akustischen Analysen von Jitter und Shimmer dagegen, die auf der Grundfrequenz der Stimme beruhen, wiesen nicht die erwartete signifikante Verringerung auf. Daraus folgerte man, dass aufgrund dieser Unstimmigkeiten gegenwärtig nicht auf die auditive Beurteilung verzichtet werden kann. Sie stellt eine sehr verlässliche Methode innerhalb des diagnostischen Repertoires für Stimmbeurteilung dar, wobei man voraussetzt, dass eine Schulung absolviert wurde, um eine weitestgehende valide Aussage treffen zu können (Nawka et al. 1996).

Eine Alternative zu der RBH- Skala wäre beispielsweise der GRBAS (Isshiki et al. 1970), aus der sich die RBH- Skala entwickelt hat (Wendler et al 2005). Die GRBAS- Skala teilt

die Heiserkeit in 4 Faktoren ein (G=Grad; R=Roughness; B=Breathiness; A=Asthenia; S=Strain). Bei kritischen Untersuchungen in Folgestudien mit dem GRBAS korrespondierten die GRBAS-Faktoren von Isshiki et al. (1970) nicht mit den der Folgestudien von Takahashi et al. (1976). Sie stellten ihre subjektiven Bewertungen, die der akustischen Analysen von Grundfrequenz und Grundfrequenzanalyse gegenüber und schlussfolgerten, dass die Begriffe „rau“, „behaucht“, „asthenisch“ und „Grad der Heiserkeit“ willkürlich und irreführend gewählt seien. In Japan und dem US-amerikanischen Raum hat sich trotzdem die GRBAS-Skala durchgesetzt (Ptok et al. 2005, [2]Nawka et al. 2006).

Nach aktuelleren Studien hat sich für die auditive Beurteilung der Stimmqualität die Beschränkung auf 3 Faktoren als praktikabel erwiesen: nämlich die Rauigkeit, Behauchtheit und Heiserkeit. Ein Grund für das Wegfallen der Faktoren Strained („Angespanntheit“, „Anstrengung“) und Asthenie („Kraftlosigkeit“) war, dass sie nicht zuverlässig und eindeutig beurteilt werden konnten. In einigen Studien konnte nachgewiesen werden, dass der Faktor Strained als unzuverlässig gilt (De Bodt et al. 1997, Webb et al. 2004, Dejonckere et al. 1993, Kelchner et al. 2010, Zraick et al. 2011).

Der Faktor Asthenie korreliert in einem hohen Maße mit der Behauchtheit und kann daher nicht als autonome Beurteilungsdimension angesehen werden (Ptok et al. 2005, Dejonckere et al. 1993).

2.3.2. Dysphonia Severity Index

Der Dysphonia Severity Index - oder im deutschen Dysphonia Schweregrad Index - (DSI) ist ein objektives Maß, das grundsätzlich für die objektive Stimmbewertung geeignet ist (Nawka et al. 2008).

Er wurde an der Fakultät der NKO der Universität Antwerpen in Kooperation mit der belgischen Study Group on Voice Disorders entwickelt (Wuyts et al. 2000).

Der DSI ist ein Stimmqualitätsindex, der 3 Funktionalitätskomponenten, nämlich MPT, F-high und I-min, von insgesamt 4 Parametern miteinander verrechnet. Die einzige Qualitätskomponente ist beim DSI der Jitter% (Wuyts et al. 2000):

$$\text{Formel 2.1: DSI} = 0,13 * \text{MPT} + 0,0053 * \text{F-high} - 0,26 * \text{I-min} - 1,18 * \text{Jitter\%} + 12,4$$

Im Allgemeinen variiert der DSI zwischen +5 (gute Stimmen) und -5 (schlechte Stimmen) und selbst diese Werte können noch über- oder unterschritten werden und gelten dann als

exzellente oder extrem schlechte Stimmen (De Bodt et al. 2008, Wendler et al. 2005). Männer und Frauen ohne stimmliche Begabung und ohne Stimmstörung erreichen den Wert von $\geq 1,6$ und gelten noch als normal ([1]Nawka et al. 2006, De Bodt et al. 2008).

Der DSI Wert $< 1,6$ galt auch für diese Studie als abweichend. Messfehler bei der Berechnung des DSI liegen bei $\pm 0,6$ (De Bodt et al. 2008).

Die Werte vom DSI können vom Alter - aber nicht vom Geschlecht - beeinflusst werden (Hakkesteege et al. 2006). Ebenso ist in einer neueren Studie der Effekt auf geografische und ethnische Variationen im DSI denkbar. Der Beweis für einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der europäischen und der indischen Bevölkerung ist erbracht worden (Jayakumar et al. 2010).

2.3.3. Acoustic Voice Quality Index

Der Acoustic Voice Quality Index (AVQI) ist der erste Messwert, der fortlaufende Sprache mit einem gehaltenen Vokal kombiniert. Hierbei wird der Durchschnitt für die fortlaufende Sprache zusammen mit dem gehaltenen Vokal ermittelt, der sich statistisch als stärkstes Beurteilungskriterium zwischen fortlaufender Sprache und gehaltenem Vokal bewährt hat ([2]Maryn et al. 2009).

Objektiv wird bei AVQI die allgemeine Stimmqualität nach einem akustischen Messverfahren beurteilt ([4]Maryn et al. 2010). Die Messergebnisse von AVQI zu G des GRBAS oder dem H der RBH- Skala sind annähernd gleich. Die Korrelation liegt hoch, nämlich bei $r_s = 0,78$ als zum Vergleich der DSI mit dem G vom GRBAS:

$r = 0,628$ [N=126] (Aboras et al. 2010);

$r_s = 0,996$ [N=387] (Wuyts et al. 2000);

$r_s = -0,683$ [N=204] ([3]Maryn 2010)

Der AVQI setzt sich aus 6 verschiedenen Komponenten zusammen, die aus der Literatur am stärksten statistisch mit der subjektiven Einschätzung zur Heiserkeitsbestimmung übereinstimmen ([4]Maryn et al. 2010; [1]Maryn et al. 2009). Die Formel ist so konzipiert worden, dass man auf einem Zahlenstrang von 0 bis 10 den Schweregrad, sowie die Anwesenheit einer Dysphonie ablesen kann ([2]Maryn et al. 2010):

$$\text{Formel 2.2: AVQI} = (3.295 - 0.111 * \text{CPPs} - 0.073 * \text{HNR} - 0.213 * \text{shimmer local} + 2.789 * \text{shimmer local, dB} - 0.032 * \text{slope} + 0.077 * \text{tilt}) * 2.571$$

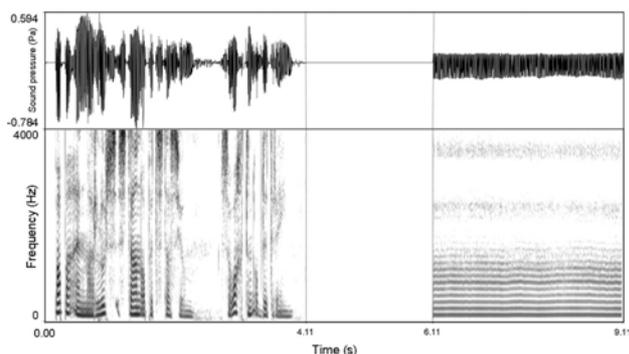
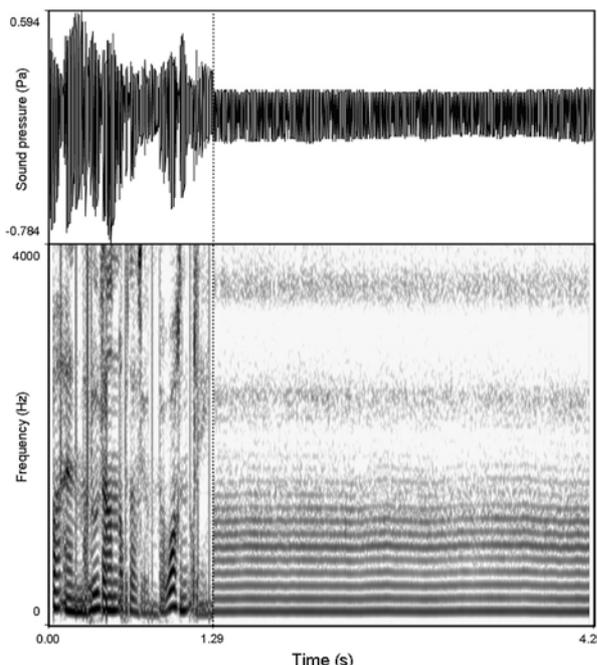


Abb. 2.2 & 2.3: Oszillogramm mit darunterliegendem Schmalband-Spektrogramm (Fensterlänge 0,03 Sek.) ([4]Maryn et al. 2010)

Abb. 2.2: (links) zeigt die ersten 12 Wörter von „Papa en Marloes“ – 2 Sek. Pause – ein gehaltenes /a/ für 3 Sek.

Abb. 2.3: (rechts) zeigt die ersten 12 Wörter von „Papa en Marloes“ in extrahierter Form, mit darauffolgendem /a/ von 3 Sek.



Validiert ist AVQI für den niederländischen Sprachraum mit dem phonetisch ausbalancierten Text „Papa en Marloes“, der ersten 12 Wörter des Textes. Der Text wird in der Software Praat automatisch extrahiert, so dass lediglich die stimmhaften Elemente übrig bleiben. Anschließend folgt ein gehaltenes /a/ von 3 Sek. (siehe Abb. 2.2 & 2.3).

Die Grenze ab wann man von einer Dysphonie spricht, beginnt bei einem AVQI von $> 2,95$. Je höher dann die Werte werden, desto schwerer auch die Dysphonie ([2]Maryn et al. 2010). In der Teilstudie kann man verfolgen, inwieweit die Normwerte für den deutschen Sprachraum anzupassen sind (siehe Abschnitt 4.2. S.99 ff.).

Die Grenze ab wann man von einer Dysphonie spricht, beginnt bei einem AVQI von $> 2,95$.

Je höher dann die Werte werden, desto schwerer auch die Dysphonie ([2]Maryn et al. 2010).

In der Teilstudie kann man verfolgen, inwieweit die Normwerte für den deutschen Sprachraum anzupassen sind (siehe Abschnitt 4.2. S.99 ff.).

2.3.4. Jitter

Der Jitter ist eine akustische Periodizitätsanalyse der Grundfrequenz einer Stimme.

Er beschreibt die Schwankungen der Stimmlippen von Periode zu Periode.

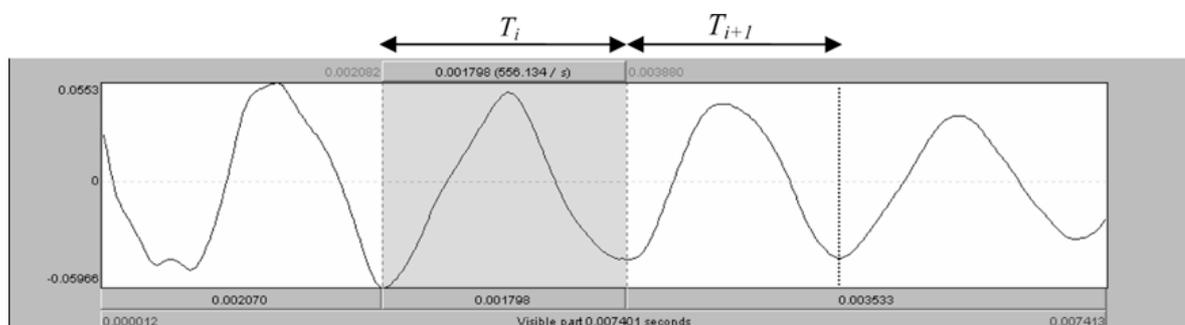


Abb. 2.4: Jitter Berechnung für $n = 4 F_0$ Perioden (Farrús et al. 2009)

Es gibt keine einheitliche Jitter Formel, sondern es gibt verschiedene Formeln mit unterschiedlichen Logarithmen. In dieser Studie wurde mit dem Jitter (lokal) in%, dem Jitter (rap) in% und dem Jitter (ppq5) in% gearbeitet. Alle diese Jitter Logarithmen werden mit *Praat* analysiert und werden folgendermaßen berechnet. Der Jitter (lokal) beschreibt den Durchschnitt absoluter Abweichungen zwischen aufeinanderfolgenden Perioden, dividiert durch die Durchschnittsperiode (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.3: Jitter(lokal)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |T_i - T_{i+1}|$$

Alles über 1% bei beiden Geschlechtern beim Jitter (lokal) gilt als pathologisch (Schneider et al. 2007).

Der Jitter (rap) definiert sich durch die relative Durchschnittsperturbation; dem Durchschnitt absoluter Abweichung zwischen einer Periode und dem Durchschnitt von dieser und seinen 2 Nachbarn, dividiert durch die Durchschnittsperiode (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.4: Jitter(rap)} = \frac{(1/N - 2) \sum_{i=2}^{N-1} |T_i - ((T_i + T_{i-1} + T_{i+1})/3)|}{1/N \sum_{i=1}^N T_i}$$

Alles über 0,680% bei beiden Geschlechtern gilt für den Jitter (rap) als pathologisch (Stier et al. 2005).

Der Jitter (ppq5) ist ein 5-Punkte Perioden Perturbationsquotient, errechnet durch den Durchschnitt absoluter Abweichung zwischen einer Periode und dem Durchschnitt dieser und seiner 4 nächsten Nachbarn, dividiert durch die Durchschnittsperiode (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.5: Jitter(ppq5)} = \frac{(1/N - 4) \sum_{i=3}^{N-2} |T_i - ((T_i + T_{i-2} + T_{i-1} + T_{i+1} + T_{i+2})/5)|}{1/N \sum_{i=1}^N T_i}$$

Alles über 0,840% bei beiden Geschlechtern gilt für den Jitter (ppq5) als pathologisch (Stier et al. 2005).

Generell gilt für jede Berechnung von Jitter Logarithmen, dass das Stimmsignal eine Länge von bis zu 2 Sekunden mindestens haben muss, um die Berechnungen zuverlässig durchführen zu können (Schneider et al. 2007, Nawka et al. 2008). Perioditätsanalysen sind nicht bei fortlaufender Sprache, sondern nur für anhaltende Vokale zu verwenden. Zum einen spielt die zu lange Dauer der Vokale eine Rolle (siehe Abschnitt 2.3.1. S.24), die so nicht in dem normalen Sprachverlauf vorkommt, zum anderen dürfen keine Ein- und

Ausschwingungsvorgänge des Stimmsignals für die Berechnung mit eingebunden werden, die so den Wertebereich verfälschen (Schneider et al. 2007).

Der Jitter entspricht auf Grundlage von Studien der Rauigkeit (Lieberman 1963, Wendahl 1966, Heiberger et al. 1982, Dejonckere et al. 1998).

2.3.5. Shimmer

Als Shimmer bezeichnet man die Variationen der Schwingungsweite (Amplitude) der einzelnen Perioden und als physiologisch gelten geringe Abweichungen der Amplitudenschwankung. Diese nehmen bei steigendem Heiserkeitsgrad zu.

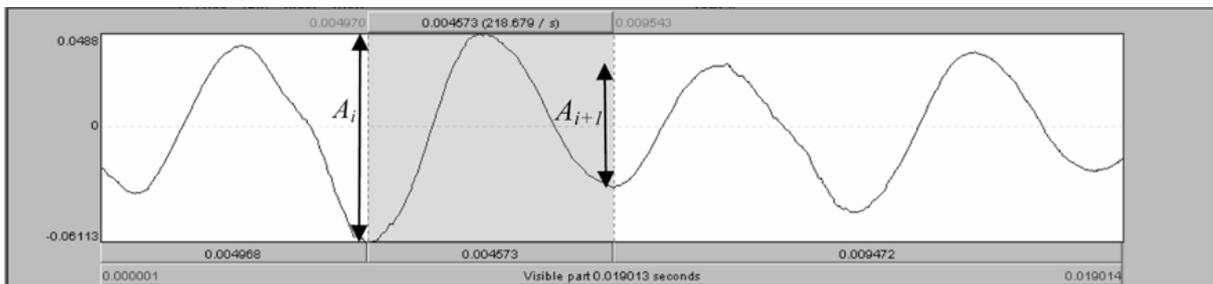


Abb.2.5: Shimmer Berechnung für $n = 4 F_0$ Perioden (Farrús et al. 2009)

Wie auch beim Jitter wird auch für die Shimmer Berechnung eine ausreichend anhaltende Phonation verlangt, die dann in dB oder Prozent angegeben wird. In dieser Studie wurde mit dem von Praat angegebenen Werten: Shimmer (local) in%, Shimmer (local, dB) in dB und dem Shimmer (apq11) in% gearbeitet. Alle diese Logarithmen werden in *Praat* analysiert und werden folgendermaßen berechnet.

Der Shimmer (local) ist der Durchschnitt absoluter Abweichung zwischen den Amplituden der aufeinanderfolgenden Perioden dividiert durch die Durchschnittsamplitude (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.6: Shimmer(local)} = \frac{(1/N - 1) \sum_{i=1}^{N-1} |A_i - A_{i+1}|}{1/N \sum_{i=1}^N A_i}$$

Für Männer liegt der Normalwert des Shimmers bei 2,53% und 2,0% bei Frauen. Alles was über 4% bei beiden Geschlechtern liegt, ist pathologisch (Schneider et al. 2007).

Der Shimmer (local, dB) ist die Varianz der peak-zu-peak Amplitude ausgedrückt in dB. Berechnet wird dieser Wert als Durchschnitt des absoluten Basis-10 Logarithmus von der Abweichung zwischen der Amplitude der aufeinanderfolgenden Perioden, multipliziert mit 20 (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.7: Shimmer(local,dB)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |20 \log(A_{i+1}/A_i)|$$

Alles über 0,350dB bei beiden Geschlechtern gilt für den Shimmer (local,dB) als pathologisch (Stier et al. 2005).

Der Shimmer (apq11) ist ein 11-Punkte Amplituden Perturbationsquotient. Er wird errechnet als Durchschnitt absoluter Abweichungen zwischen der Amplitude von einer Periode und dem Durchschnitt der Amplituden, von dieser und den 10 nächsten Nachbarn, dividiert durch die Durchschnittsamplitude (Farrús et al. 2009):

$$\text{Formel 2.8: Shimmer(apq11)} = \frac{(1/N - 10) \sum_{i=6}^{N-5} |A_i - (\sum_{k=i-5}^{i+5} A_k / 11)|}{1/N \sum_{i=1}^N A_i}$$

Alles über 3,070% bei beiden Geschlechtern gilt für den Shimmer (apq11) als pathologisch (Stier et al. 2005).

Der Shimmer entspricht nach Studien der Rauigkeit (Heiberger et al. 1982; Kitajima et al. 1976; Wendahl 1966) und der Behauchtheit (Wolfe et al. 1997; Dejonckere et al. 1998).

2.3.6. Harmonics to Noise Ratio

Der Harmonics to Noise Ratio (HNR) gibt das Verhältnis von harmonischen zu nicht-harmonischen Stimmsignalanteilen wieder. Es wird das spektrale Klang-Geräusch-Muster bei gehaltenen Vokalen analysiert. Entwickelt wurde der HNR als quantitative Beurteilung für die Heiserkeit (Yumoto et al. 1982).

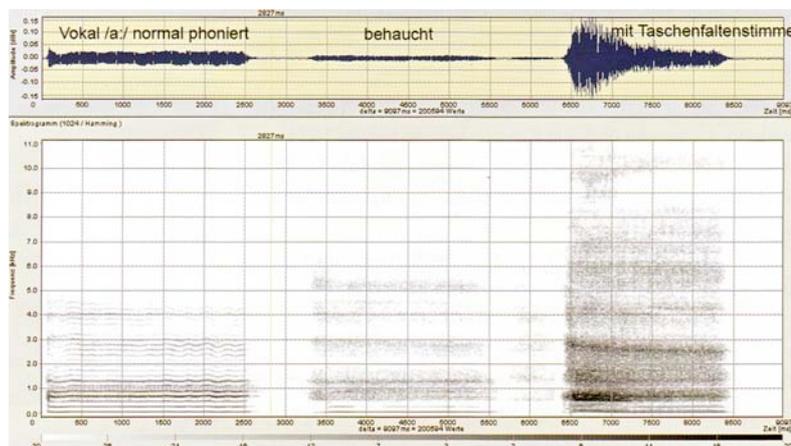


Abb. 2.6: Spektrale Darstellung des Vokal /a/: (1) euphon mit harmonischer Struktur (links), (2) behaucht (Mitte), (3) rau durch Taschenfalteneinsatz (rechts) (Schneider et al. 2007; S.144)

Auch beim HNR gibt es keine einheitliche Formel. In dieser Studie wurde mit der Software Praat gearbeitet und der *Praat HNR Algorithmus* führt hier eine akustische Perioditätserkennung durch, auf Basis einer exakten Autokorrelationsmethode. Weitere Details zum HNR Algorithmus in *Praat* werden näher in Boersma (1993) beschrieben.

Ein harmonisches Signal ist in *Praat* der Grad der akustischen Periodität, der als HNR beschrieben wird. Dieser wird ausgedrückt in dB. Wenn 99% des Energieanteiles eines Signals periodisch ist und 1% des gesamten Signals der Geräuschanteil, ergibt sich aus der Formel ein HNR von 20dB. Ein HNR von 0dB besagt einen gleichen Anteil von Geräuschen und Harmonität (Boersma et al. 2010). Als pathologisch gilt ein HNR unter 20dB und entspricht einer behauchten Stimme (Stier et al. 2005).

2.3.7. Cepstral Peak Prominence

Das Cepstral Peak Prominence (CPP) ist ein robuster Stimmanalysealgorithmus, das den Grad der harmonischen Struktur innerhalb eines Stimmsignals misst (Heman-Ackah 2004) und die Trennung erlaubt zwischen glottischer Anregungs- und Filterfunktion des Vokaltraktes (Schneider et al. 2007). Ein Cepstrum ist eine Fourier Transformation eines Spektrums. Um ein Cepstrum zu produzieren, also eine Fourier Transformation eines akustischen Signals, wird zuerst ein Spektrum kreiert, das das Stimmsignal der Zeitdomäne in eine Frequenzdomäne umwandelt. Die Intensität - in dB dargestellt - wird von jeder Frequenz eines Signals im Spektrum erfasst. Für die periodischen Signale zeigt das erste Leistungsspektrum harmonisch verwandte Frequenzen auf. Das zweite Spektrum, d.h. das Spektrum des Spektrums, weist starke Komponenten entsprechend der Regularität der harmonischen Peaks auf (Hillenbrand et al, 1996). Um Verwirrungen bei den Terminologien zu vermeiden, wurde der Begriff Frequenz in „Quefrequency“ im Cepstrum umbenannt. Quefrequency ist die Frequenz der auftretenden Frequenz im Power Spektrum, die als Maßeinheit in Sekunden ausgedrückt wird (Heman-Ackah et al. 2003). Die Zeit (Quefrequency) an dem cepstralen Peak korrespondiert mit der fundamentalen Periode eines Signals.

Ein Signal, deren Spektrum eine gut definierte harmonische Struktur hat, weist einen sehr markanten (prominence) cepstralen Peak auf. Eine lineare Regressionslinie ist auf die Quefrequency der cepstralen Größenordnung zugeschnitten (Hillenbrand et al, 1996). Das CPP ist der Unterschied zwischen der Amplitude, dem Cepstralen Peak und dem entsprechenden Wert auf der Regressionsgeraden, der sich direkt unter dem Peak befindet (Hillenbrand et al. 1994)

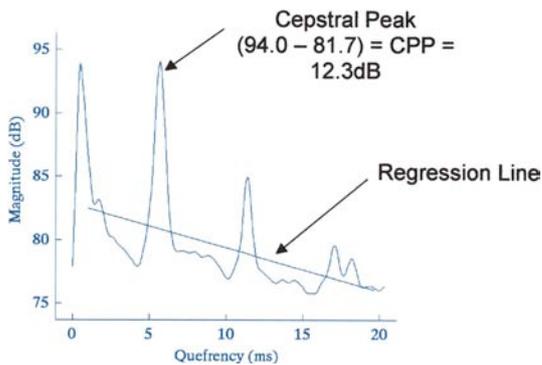


Fig. 2.1: CPP Berechnungsdarstellung (Heman-Ackah et al. 2004)

(siehe Figur 2.1). Eine normale Stimme (hohes periodisches Signal), die eine wohldefinierte harmonische Struktur hat, soll einen starken Cepstralen Peak aufweisen, als ein weniger periodisches Signal. Als Beispiel ist das gesamte Cepstrum eines behauchten Stimmsignals relativ flach und dementsprechend der CPP Wert niedrig.

Grundsätzlich gilt, dass Signale, die einen Mangel in den genau definierten Strukturen aufweisen,

ebenfalls einen kleineren CPP Wert haben (Hillenbrand et al. 1994):

Fig. 2.2: normales akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)

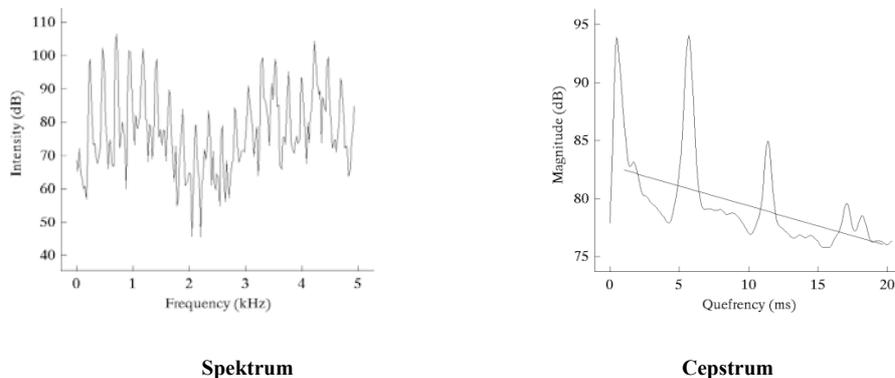


Fig. 2.3: mäßig dysphonisches akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)

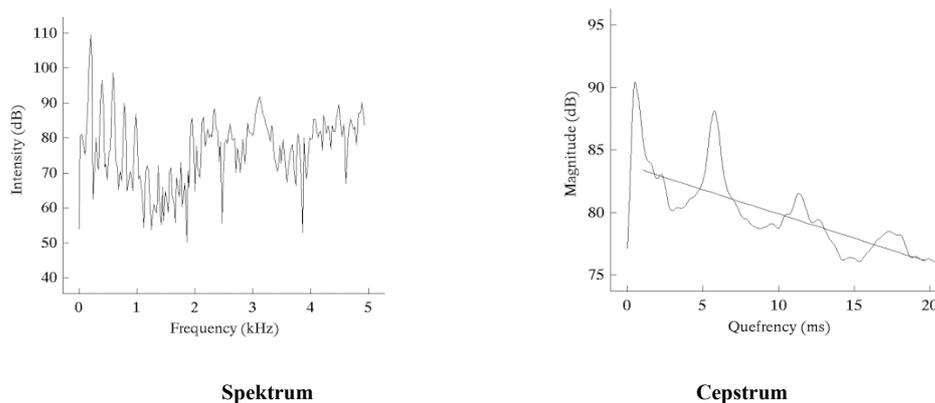
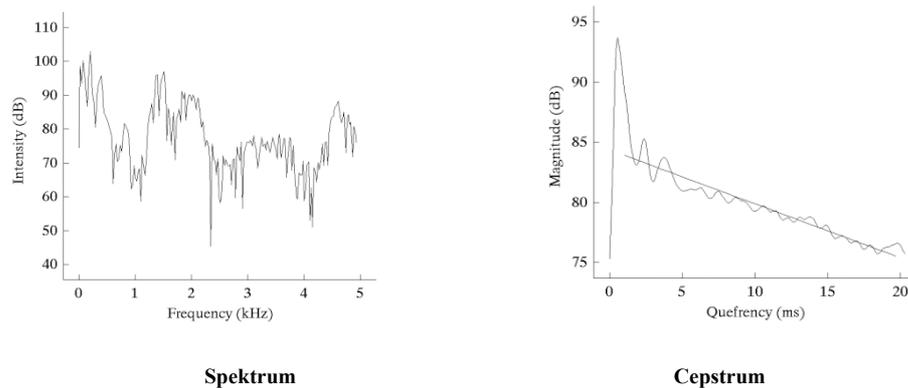


Fig. 2.4: schwer dysphonisches akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)



In verschiedenen Studien wurde nachgewiesen, dass CPP oder CPPs (Cepstral Peak Prominence smooth) bei der allgemeinen Stimmqualität sehr zuverlässige und valide Aussagen treffen; für einen gehaltenen Vokal oder in fortlaufender Sprache (Heman-Ackah et al. 2003, Awan et al. 2006, Eadie et al. 2006, Ferrer et al. 2007, [1]Maryn et al. 2009, [3]Maryn et al. 2009, [1]Awan et al. 2009, Lowell et al. 2010, Balasubramanium et al. 2010, [2]Awan et al. 2010, Balasubramanium et al. 2011, [2]Awan et al. 2011).

Die Aussagen von CPP oder CPPs, bezogen auf die Qualität der Stimme, sind genauer und zuverlässiger als die anderen akustischen Messverfahren (Heman-Ackah et al. 2002; Heman-Ackah et al. 2003, Awan et al. 2006, [2]Maryn 2010), bei denen die CPPs Werte bedingt durch ihre höheren Korrelationen etwas genauer sind als im Vergleich die CPP Werte ([1]Maryn et al. 2009, [3]Maryn 2010).

Ein Grund für die hohe Aussagekraft ist, dass CPP oder CPPs nicht auf der fundamentalen Frequenz (F_0) basieren. Kleine Fehler in der Bestimmung von F_0 können signifikante Fehler bei den Ergebnissen der Periodizitätsmessungen und beim HNR aufweisen (Hillenbrand 1987).

Als Referenzwerte von CPP und CPPs für die allgemeine Stimmqualität gelten die Ergebnisse von Caelenberghe et al. (2009), die Normwerte für CPP und CPPs aufgestellt haben (Speech Tool von Hillenbrand [Hillenbrand 2008]). Als pathologisch gelten folgende Werte für beide Geschlechter beim gehaltenen Vokal /a/; CPP < 17,33dB & für CPPs < 8,44dB.

2.4. Stimmleistung

Die Stimmleistung wird in Tonhöhen- und Lautstärkenumfang ausgedrückt, nach dem Prinzip der Phonetogramdarstellung. Für die Studienresultate wurden die Parameter I-min, I-max, F-high und F-low & F_0 mit statistischer Indifferenzlage verwendet.

2.4.1. Dynamischer Stimmumfang

Der dynamische Stimmumfang, also der Lautstärkenumfang, ist der Schalldruckpegelabstand zwischen dem lautesten und dem leisesten Stimmtone. Der physiologische Lautstärkenumfang beträgt 50-55dB. Der Minimalpegel liegt bei ca. 40dB, wo noch eine Tonproduktion möglich ist. Der Maximalpegel liegt bei 126dB (Nawka et al. 2008). Pathologisch sind die Grenzen von einem Minimalpegel von ≥ 55 dB und einem Maximalpegel < 90 dB (Schneider et al. 2007).

Die Stimmlautstärke ist abhängig von verschiedenen anatomischen und physiologischen Eigenschaften, wie der Einstellung/Größe des Ansatzrohres (Resonanzverstärkung), der Stimmlippenspannung, dem expiratorischen Kraftaufwand und vor allem der Schwingungsamplitude der Stimmfalten. Die Schwingungsamplitude wiederum hängt vom Druck und der Geschwindigkeit des Luftstroms ab. Die Stimmlautstärke und der subglottische Druck verlaufen linear. Die Glottis selber reguliert den Widerstand mit Hilfe der laryngealen Muskelaktivitäten (Nawka et al. 2008).

2.4.2. Melodischer Stimmumfang

Der melodische Stimmumfang ist der Abstand zwischen dem tiefsten und dem höchsten Ton, der produziert werden kann. Er wird in der Regel in Semitönen ausgedrückt. Die Tonhöhe an sich beschreibt die Anzahl der Stimmlippenschwingungen pro Sekunde, die in Hz ausgedrückt werden. Nach dem Body-Cover-Modell ist die Stimmlippenschwingung abhängig von: der Stimmlippenlänge (membranöser Teil), der Spannung des m. thyroarytaenoideus, der passiven Spannung des vibrierenden Gewebes, der Gewebedichte und der Anteil der schwingenden Masse des m. thyroarytaenoideus (Nawka et al. 2008).

Die physischen Grenzen der menschlichen Stimme, die erreicht werden können, liegen bei C^1 (32,7Hz) bis e^4 (2637Hz). Soprane können musikalisch die Note f^3 (1397Hz), Bassisten die Note C (65,4Hz) verwerten (Nawka et al. 2008).

Die Tonhöhe selbst hängt von der Glottisstellung ab, die auch in beschränktem Umfang durch Variationen des expiratorischen Luftstroms verändert werden kann (Nawka et al. 2008). Insgesamt beeinflussen die Tonhöhe der Stimme, die Änderung der Stimmfaltenmasse, die Spannung wie Länge der Stimmlippen und der subglottische Druck. Eine Frau sollte demnach eine maximale Tonhöhe (F-high) von 839Hz (=Normalverteilung; über den Durchschnitt mit einer SD) und eine tiefe Tonhöhe (F-low) von 145Hz (=Normalverteilung; über den Durchschnitt mit einer SD) erreichen (Heylen 1997). Männer sollten ein F-high von 556Hz (=Normalverteilung; über den Durchschnitt mit einer SD) und ein F-low von 88Hz (=Normalverteilung;

über den Durchschnitt mit einer SD) haben (Heylen 1997). Der physiologische Stimmumfang beträgt im Durchschnitt 2 bis 4 Oktaven, der musikalische Stimmumfang jedoch etwa 2 Oktaven. Ein physiologischer, absoluter Stimmumfang $\leq 1,5$ Oktaven ist pathologisch (Nawka et al. 2008). Für die Studie war der absolute Stimmumfang von Bedeutung, da bei Probanden mit Störungen in der Sprechstimme, die maximale Variationsbreite der phonatorischen Glottisstellung relevanter ist als der musikalische Stimmumfang. Beim absoluten Stimmumfang wird der tiefste Brumnton ohne Knarren (engl. Vocal Fry) bis zum höchsten erreichbaren Fiselton, der nicht im Pfeifregister ist, überprüft (Nawka et al. 2008).

2.4.3. Mittlere Sprechstimmlage

Die modale Frequenz hat viele Bezeichnungen und Synonyme im Laufe der Jahre erhalten, wie: habituelle-, mittlere oder modale- Sprechstimmlage, *Speaking Fundamental Frequency* (SFF/SF₀), oder Fundamentale Frequenz (F₀) (Coleman et al. 1991). Im deutschen Sprachraum hat sich der Begriff „mittlere Sprechstimmlage“ durchgesetzt.

Sie wird ermittelt durch den am häufigsten auftretenden Grundton in der Sprachmelodie (Nawka et al. 2008).

Die Abnahmeweise der mittleren Sprechstimmlage ist in der Literatur durch verschiedene Sprechaufgaben beschrieben: wie das Lesen eines Textes, Spontansprache oder Reihensprechen (Krook 1988, Murray et al. 1995, Baken et al. 2000, Zraick et al. 2000).

In der akustischen Diagnostik gilt als Abnahmestandard das Reihensprechen ([2]Titze 1994, Nawka et al. 2008). Jedoch wirft diese Methode Zweifel über die Repräsentativität auf. Es werden lediglich 10 Sek. für die Analyse verwendet und eine monotone Sprechweise abgefragt. Bewiesen wurde, dass die Zeit bei der Abnahme einen erheblichen Einfluss auf die Berechnung der mittleren Sprechstimmlage hat. Sie sollte mindestens 60 Sek. dauern ([1]Zraick et al. 2005). Das Aufzählen beim Reihensprechen ist bezugslos und monoton. Es ist für den Sprecher keine repräsentative oder natürliche Erzählform im Alltag.

Neben der Spontansprache wird häufig auch die Abnahme mit Hilfe des Lesens eines Textes verwendet. Der Vorteil dieser Abnahmeform ist, dass max. 2 Semitöne (Baken et al. 2000, Zraick et al. 2000, [1]Guimarães et al. 2005) von der mittleren Sprechstimmlage zur Spontansprache abweichen. Auch hat das Lesen im Vergleich zum Reihensprechen eine längere Abnahmedauer [meist zwischen 40-60 Sek.]. Durch die gleichbleibende Abnahmeprozedur und den phonetisch ausbalancierten Texten wird ein großes Spektrum aller

Phoneme berücksichtigt. Jedoch gibt es bei den Lesetexten keinen allgemeinen Standardtext (Baken et al. 2000); bei schnellen Lesern kann die gewünschte Erzählzeit von 60 Sek. unterschritten werden und die Abnahmeform des Lesens ist auch nicht gleichzusetzen mit der natürlichen freien Erzählform. Ebenso schließt das Lesen einige Populationsgruppen aus, wie beispielsweise Blinde, Menschen mit starken Sehbeeinträchtigungen, Analphabeten oder Kinder, die des Lesens noch nicht mächtig sind.

Eine standardisierte Abnahmeprozedur sollte jedoch für jeden zugänglich und gleich sein.

Die mittlere Sprechstimmlage definiert sich wie oben beschrieben durch einen Frequenzbereich und kommt in der Erzählweise am häufigsten vor. Emotionen können den Frequenzbereich verschieben, jedoch befindet sich bei neutraler Sprechweise die Tonhöhe im mittleren Bereich im Vergleich zu emotionalen Kontexten (Breitenstein et al. 2001).

Es gilt daher bei der Abnahmeform einen neutralen Bezug für den Sprecher darzustellen.

Für die Analyse der mittleren Sprechstimmlage ist daher auch der Sprechkontext entscheidend, der die mittlere Sprechstimmlage beeinflusst (Mathieson 2001, Zraick et al. 2006).

Unterschiede in den Werten der mittleren Sprechstimmlage ergeben sich neben der Abnahmeprozedur auch durch Geschlecht, Alter, Stimmungslage, Umgebungslärm und ggf. Körperbau, sozialen Status und andere Faktoren (Baken et al. 2000, Mathieson 2001, Nawka et al. 2008).

Auf Grundlage der gesammelten Erkenntnisse gilt es nun in einer Parallelstudie herauszufinden, ob es einen signifikanten Unterschied im freien Sprechen gibt, wenn man eine logische Geschichte (F_0 -logisch) oder spontan über ein neutrales Thema (F_0 -spontan) erzählt (siehe Abschnitt 4.3. S.104 ff.).

Im Allgemeinen liegt die mittlere Sprechstimmlage im unteren Drittel des individuellen Stimmumfangs, d.h. 3-7 oder 4-8 Semitöne über dem tiefsten Ton (relative Sprechstimmlage).

Im spontanen Sprechen bewegt sich die Sprechtonhöhe mit einer Schwankung von $\frac{1}{2}$ bis 1 Oktave um einen mittleren Tonhöhenwert (Nawka et al. 2008).

2.4.4. Indifferenzlage

Die Indifferenzlage wird bestimmt durch den statistisch definierten Normbereich, in welchem man am ökonomischsten spricht, d.h. man spricht anhaltend und mühelos mit dem geringsten Kraftaufwand (Nawka et al. 2008). Je mehr man von der Indifferenzlage abweicht, desto größer ist das Risiko vermehrt unter Stimmbelastung und stimmschädigender Auswirkung zu leiden (Nawka et al. 2008).

Die Bereiche der Indifferenzlage zwischen Kindern, Männern und Frauen und die Einteilung auf Grund vom Gesangsregister zur jeweiligen Indifferenzlage werden in den folgenden Tabellen 2.4 und 2.5 dargestellt:

Tabelle 2.4: Indifferenzlage bei Kinder, Männer und Frauen (Nawka et al. 2008)

Geschlecht	Frequenz in Tönen	Frequenz in hz
Männer	F/G – c	87/98 – 131
Frauen	f/g – c ¹	175/196 – 262
Knaben	c ¹	262
Mädchen	d ¹	294

Tabelle 2.5: Klassifikation der Indifferenzlage am Gesangsregister (Nawka et al. 2008)

Gesangsregister	Frequenz in Tönen	Frequenz in hz
Bass	G/GIS – A	98/104 – 110
Bariton	A/B – c	110/117 – 131
Tenor	A – c	110 – 131
Alt	unterhalb von gis	208
Mezzosopran	unterhalb von gis	208
Sopran	h – c ¹	247 – 262

2.5. Aerodynamik

Die (vokale) Aerodynamik ist für die stimmbildende Funktion ein sehr wichtiger Parameter, wenn es um die Beurteilung von Stimmen geht. Mit Hilfe dieser Parameter erhält man eine Aussage über die Effizienz der Glottisfunktion, sowie das Zusammenspiel zwischen Glottis und Atemapparat (Schultz-Coulon 1980). Für diese Studie werden folgende aerodynamische Parameter verwendet: die maximale Phonationszeit, die Vitalkapazität und der Phonationsquotient, der sich aus den beiden vorherigen Parametern zusammensetzt. Hierbei halte ich mich an die quantitativen Beurteilungsrichtlinien für volumetrische Untersuchungen der Glottisfunktion, die im ELS-Protokoll (2001) zusammengefasst sind (Schneider et al. 2007).

2.5.1. Phonationsquotient

Als Maß für den Luftverbrauch bei der Phonation ist der Phonationsquotient (PQ), erstmals durch Hirano et al. (1968) benannt worden. Untersuchungen fanden heraus, dass eine hohe

Korrelation zwischen dem Phonationsquotienten und der Strömungsrate (Mean Flow Rate: MFR) besteht. Das bedeutet, dass je höher der Luftverbrauch ist, desto verkürzter ist die MPT. Dies führt zum Ansteigen des Phonationsquotienten (Hirano et al. 1968, Iwata et al. 1970, Sawashima et al. 1977). Der Phonationsquotient setzt sich aus der maximalen Phonationszeit und der Vitalkapazität (VC) zusammen:

$$\text{Formel 2.9: } PQ = VC/MPT$$

Der Wert sagt aus, wieviel Luft man pro Sekunde für die Phonation verbraucht. Ein Wert über 190ml/Sek bei beiden Geschlechtern ist pathologisch (Hirano 1981, Schneider et al. 2007).

2.5.1.1. Maximale Phonationszeit

Die maximale Tonhaldedauer (MPT) der Phonation ist ein Maß für Leistungsfähigkeit des Stimmapparats. Sie bietet einen Anhaltspunkt, in welchem Maße das vorhandene Luftvolumen phonatorisch genutzt werden kann (Schultz-Coulon 1980). Sie ist abhängig vom verfügbaren Luftvolumen (VC) und seine dosierte Freigabe (ökonomische Stimmgebung und Phonationsweise), seinem expiratorischen Kraftaufwand (Subglottischer Druck), Stimmlippenschluss (Glottiswiderstand), seiner Lautstärke, Tonhöhe, Art des Sprachlautes (Phonationsweise), seinem emotionalen Zustand und Alter und Geschlecht (Schultz-Coulon 1980, Nawka et al. 2008).

Die MPT wird nach maximaler Inspiration - so nah wie möglich - auf der mittleren Sprechstimmlage bei mittlerer Lautstärke durchgeführt. Der gehaltene Ton sollte für den Untersuchten „bequem“ und „angenehm“ sein (Schultz-Coulon 1980). Für den Bereich der Tonhöhe kann es logischerweise nur die mittlere Sprechstimmlage sein (Böhme 2003), da diese am meisten beim individuellen Sprechen vorkommt. Die mittlere Sprechstimmlage muss hierzu vorher bestimmt werden. Bei der MPT Messung wird dieser individuelle Ton vorgegeben, die der mittleren Sprechstimmlage gleicht, und der Untersuchte imitiert diesen. Gegebenenfalls muss dieser Ton so geübt werden, dass diese Tonhöhe bewusst gehalten werden kann. Grund für die Vorgabe ist, dass bei Untersuchungen nachgewiesen wurden, dass die Untersuchten den gehaltenen Ton signifikant höher produzieren als auf ihrer individuellen mittleren Sprechstimmlage (Murray et al. 1995, [1]Guimarães et al. 2005, Zraick et al. 2006).

Dieses Verhalten kann nicht nur die Tonlänge beeinflussen, die dann nicht mehr repräsentativ und gültig für die MPT Auswertung ist, sondern auch akustische Messverfahren negativ beeinträchtigen (Orlikoff et al. 1990, Klingholz 1991, Verstraete et al. 1993).

Die akustischen Messverfahren am gehaltenen Ton werden in dieser Studie über die MPT

Aufnahme ermittelt, da die Abnahmebedingung für MPT und die akustische Analyse beim gehaltenen Ton gleich sind.

Eine Tonhaldedauer <15 Sek. bei beiden Geschlechtern ist pathologisch (Hirano et al. 1968, Schneider et al. 2007). Eine verkürzte MPT ist meistens ein Zeichen von erhöhtem Luftverbrauch infolge einer phonatorischen Glottisinsuffizienz. Bei leichten/mittelgradigen funktionellen Stimmstörungen kann hier oft post-therapeutisch eine Verlängerung der Phonationszeit gemessen werden, die man als Hinweis auf eine ökonomischere Phonationseinstellung von Glottiswiderstand und subglottischem Druck interpretieren darf (Schultz-Coulon 1980).

2.3.2.2. Vitalkapazität

Der 2. Parameter, der für den Phonationsquotienten bestimmt werden muss, ist die Vitalkapazität. Die Vitalkapazität ist die Luftmenge, die beim Lebenden durch die Lunge bei maximaler Ein- und Ausatmung bewegt werden kann (Nawka et al. 2008). Je größer die Vitalkapazität ist, desto mehr Luft steht für die Stimmgebung zur Verfügung und desto länger ist das Tonhaltevermögen (Schultz-Coulon 1980). Jedoch ist für die Tonhaldedauer, neben der zur Verfügung stehenden Luft, auch entscheidend, wie ökonomisch die expiratorische Luft in Schallenergie umgesetzt werden kann (Schultz-Coulon 1980, Nawka et al. 2008). Für einen gesunden erwachsenen Mann gilt eine zu erwartende VC von (Baldwin et al. 1948):

$$\text{Formel 2.10: } eVC = [27,63 - (0,112 \times \text{Alter})] * \text{Größe (cm)}$$

und für eine gesunde erwachsene Frau gilt eine zu erwartende VC von (Baldwin et al. 1948):

$$\text{Formel 2.11: } eVC = [21,78 - (0,101 \times \text{Alter})] * \text{Größe (cm)}$$

Diese Formel wird in recenten wissenschaftlichen Studien immer noch verwendet und behält ihre Aussagekraft (Takizawa et al. 1999, Ishibe et al. 2002, Terasaki et al. 2005, Takemura et al. 2005, Bach et al. 2008, Wu et al. 2010). Die Messung der Vitalkapazität wird im Stehen und bei gerader aufrechter Körperhaltung mit einem Spirometer durchgeführt. Nach einer deutlichen Demonstration vom Untersucher atmet der Untersuchte - nach maximaler Einatmung - so lange und ausreichend kräftig aus - wie er nur kann. Diese Übung wird 3x wiederholt. Die Wiederholungen sind wichtig, um mögliche Abweichungen - die während der Untersuchung passieren - auszugleichen. Am Ende wird der höchste Wert für weitere Analysen und Interpretationen verwertet (De Bodt et al. 2008).

3. Method

3.1 Studiendesign

Das Bachelorthesis umfasste eine „Cross-Sectionelle prospektive Studie“, mit der EBP Rangordnung Level 3, in der mehr als 25 Probanden für diesen Zweck neu gesucht und untersucht wurden. Dies galt für alle 3 Studien.

Die Hauptstudie war nach Goodwin (2009) ein „single factor design“ mit „nonequivalent groups - 1-factor design“. Zusammenfassend hieß es, dass 3 ungleiche BMI Gruppen separiert wurden, d.h. die Gruppen definieren sich nach den BMI-Einteilungen mit dazugehörigem Fettgehalt (siehe Abschnitt 3.4.1. S.61 ff.) und darüber hinaus durch Inklusions- und Exklusionskriterien, die zur Selektion der Probanden führten.

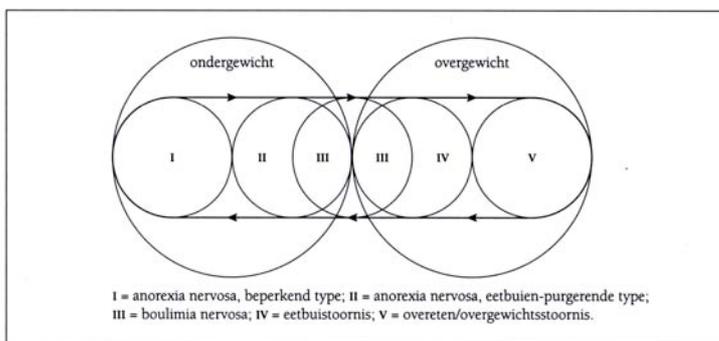


Abb. 3.1: Störungsdiagramm von Untergewicht zu Übergewicht (Bosch et al. 2004; S.11)

Um ein großes BMI Klassen-spektrum unter Berücksichtigung des Fettgehaltes zu erhalten, hatte ich mich entschlossen die Rand- und Mittelklassen zu wählen (siehe Abb. 3.1), d.h. eine Adipositasgruppe (BMI ≥ 30 ; Typ 5 vom Störungs-Diagramm Abb.3.1), eine Normal-gewichtsgruppe (BMI 18,5-24,9) und

eine Untergewichtsgruppe (BMI $< 18,5$; Typ 1 vom Störungsdiagramm Abb.3.1). Diese Gruppen unterlagen streng einzuhaltender Inklusions- und Exklusionskriterien, die eine möglichst hohe Gleichverteilung zwischen Männer/Frauen, sowie so wenig wie möglich beeinträchtigende Faktoren, die das Stimmverhalten und Stimmleistung beeinflussen könnten, aufwiesen (siehe Abschnitte 3.2.2. bis 3.2.4. S.41 ff.).

Für mich war es wichtig, mit objektiven Messmethoden zu arbeiten, die ein hohes Maß an Zuverlässigkeit enthalten, um eine glaubwürdige, gültige und repräsentative Aussage über die Verhältniszusammenhänge zwischen dem BMI unter Berücksichtigung des Fettgehaltes und der Stimmqualität, Stimmleistung und Aerodynamik zu treffen. Desweiteren versuchte ich die Studie -soweit es ging- kostengünstig zu führen, jedoch keinesfalls Gefahr zu laufen, dass der Inhalt der Studie darunter litt. Mit jedem Probanden aus den einzelnen Gruppe wurde einmalig eine Untersuchung von maximal 2 Stunden durchgeführt, in der ich eine Gewichts- und Stimmanalyse vornahm.

3.2. Gruppenaufstellung der Hauptstudie

3.2.1. Probandensuche

Die Probandensuche nach Männern und Frauen erfolgte über verschiedene Institute und Einrichtungen in Deutschland. Für die Adipositas- und Untergewichtsgruppe wurden Gespräche mit fachkundigem Personal geführt, die mit Patienten arbeiten. Es wurde u.a. Besprechungen mit Dr. Alexander Koch, Oberarzt der Med. III der Universitätsklinik RWTH in Aachen, Gudrun Kratzborn, Selbsthilfe-gruppenleiterin für Adipositas Erkrankte, die in Kooperation mit der Universitätsklinik RWTH steht und Barbara Redelstein, Diätassistentin und Ernährungsberaterin des DGE durchgeführt. Die Gespräche auf Seiten der Untergewichtsgruppe verliefen u.a. mit Dr. Peyman Satrapi, Oberarzt der Psychiatrischen Tagesklinik der Universitätsklinik RWTH in Aachen, Dr. Carmen Blaschke Klinik der Psychosomatik am St. Agatha-Krankenhaus in Köln und Doris Schindel von der Diakonie der Suchthilfe im Kreis Aachen. Für alle anderen wurden Gespräche im Fitness Studio in Herzogenrath, der FH-Aachen, Gymnasien in Herzogenrath und Grevenbroich, das private Umfeld und deutsche Studenten der Hogeschool Zuyd in Heerlen mit den Fachrichtungen Ergotherapie und Physiotherapie geführt.

Wenn Probanden sich bereit erklärt hatten an der Studie teilzunehmen, mussten diese durch sich oder einem gesetzlichen Vormund mir eine unterschriebene Datenschutz- und Einwilligungserklärung unterzeichnen (siehe 9.1.5. S.194 ff.).

3.2.2. Einschlusskriterien

1. Die Probanden waren im Alter von 17 bis 35 Jahren

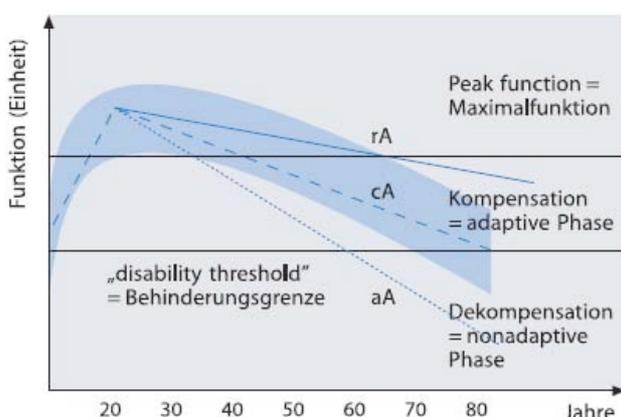


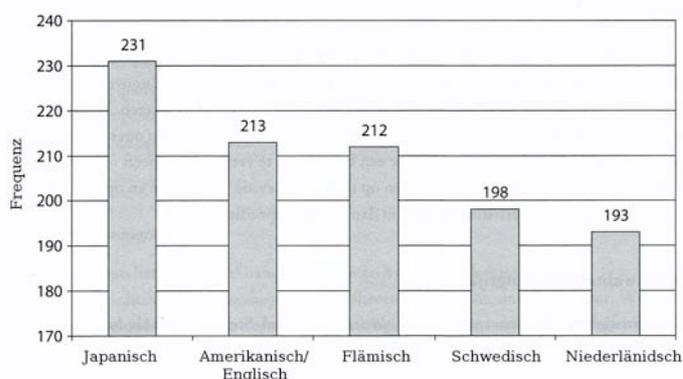
Abb. 3.2: Alterungsprozesse der physischen Vitalität (Böhm et al. 2004; S.377)

Der menschliche Organismus unterliegt dem natürlich biologischen Alterungsprozess. Dementsprechend war es von großer Bedeutung Probanden zu selektieren, die aus biologischer Sicht auf ihrer „physischen“ Vitalität befinden. Der Schwellenwert der Maximalfunktionskategorie liegt im Alter von 16 - 35 Jahren (Böhm et al. 2004). So wie man aus der Abb. 3.2 erkennen kann, ist die absolute

maximale Körperfunktion (peak function) ab dem 16.-25. Lebensjahr erreicht. Danach bauen sich die Körperfunktionen stetig ab, die bei jedem jedoch anders schnell verlaufen können. Dieser Prozess ist abhängig von verschiedenen Faktoren, die den Alterungsprozess beschleunigen (aA Kurve = akzeleriertes Altern) oder bremsen (rA Kurve = retardiertes Altern). Es ist sehr schwierig festzustellen, in welcher Prozesskurve man sich befindet. Dementsprechend komplex und umfangreich sind aufwendige Tests, die die gesamte physische Vitalität eindeutig bestimmen, wie: Anthropomorphie des Körpers, Körperkomposition, Kreislaufparameter, Nierenfunktion, Knochenmasse, Hauttrophik, Lungenfunktion, Muskelfunktion, Gehirnfunktion, endokrine Veränderungen, Risikoparameter der Stoffwechselfaktoren, Oxidationsstatus und immunologische Parameter (Böhm et al. 2004). Aus diesem Grund beschränkte ich mich bei der Wahl der Altersgruppe für die Probanden auf die Trennlinie des Schwellwertes der Maximalfunktionskategorie (siehe Abb.3.2). Es galt mögliche Confounders auszuschließen, wie z.B. eine niedrige Leistung der physischen Vitalität, in der sich befindenden Kompensations- oder Dekompensationsphase, wurden diese Altersgruppen von der Studie ausgeschlossen. Aufgrund der Fettanalysemessungen wurden Probanden erst ab dem 17. Lebensjahr aufgenommen, um noch valide Aussagen über den Fettgehalt zu treffen.

2. Die Probanden waren der deutschen Sprache in Wort und Schrift mächtig

In der Studie musste unter anderem ein deutscher Text vorgelesen werden, (siehe Appendix 6: S.153 ff.) sowie alle Instruktionen wurden auf deutsch getätigt. Desweiteren war es wichtig, dass die Probanden ausschließlich „native speaker“, oder von Geburt an ggf. zweisprachig aufgewachsen sind. Der Grund hierfür ist, dass in vielen unterschiedlichen Studien nachgewiesen wurde, dass die Sprachen unterschiedliche Sprechtonlagen haben (De Bodt et al. 2008). Abb.3.3



zeigt 5 verschiedene Nationen bei untersuchten Frauen mit ihrer mittleren Sprechstimmlage in hz (siehe). Die unterschiedlichen mittleren Sprechstimmlagen in den Sprachen sind somit später mit den Probanden untereinander nicht mehr zu vergleichen, wenn diese keine einheitliche Gruppe von „native speakers“ sind.

Abb. 3.3: Nationen und ihre mittlere Sprechstimmlage (in hz) bei Frauen; ins Deutsche übersetzt (De Bodt et al. 2008; S.326)

3. Die Probanden hatten keinen oder einen minimalen Alkoholkonsum

Alkohol und Tabakkonsum sind die Hauptrisiken für Larynxkarzinome. Vor allem bei supraglottischen Karzinomen besteht eine hohe Korrelation des Alkoholkonsums (Ramroth et al. 2006). Generell führt Alkohol zur Dehydration der Schleimhäute (Dane 1998) mit allgemeiner diuretischer Wirkung auf den menschlichen Organismus (Verdolini-Marston et al. 1994, Hobson et al. 2010). Ein vermehrte Alkoholkonsum erhöht auch das Risiko, Schaden an den Stimmbändern zu verursachen (Fletcher et al. 2005). Probanden mit einem Ethanolkonsum von bis zu 25g pro Tag wurden für die Teilnahme an der Studie zugelassen, da hier der nachgewiesene Einfluss von Alkohol gleich null ist (Ramroth et al. 2006). 25g Ethanol pro Tag sind umgerechnet 700ml Bier mit 5% Alkohol oder 60ml Schnaps mit 40% Alkohol für Männer und bei Frauen 20% weniger.

4. Die Probanden konnten bis zu 2-3x pro Woche Sport treiben

Sport ist schwierig zu definieren. Für diese Studie galten sportliche Aktivitäten, bei denen systematisch und regelmäßig körperliche Betätigung zur Gesunderhaltung getrieben wurden mit allgemeiner Fitnessverbesserung sowie exzessives Krafttraining zum erhöhten Muskelaufbau führen (Oertel et al. 2009). Sport im allgemeinen hat eine positive Wirkung auf den gesamten Organismus und die Gesundheit des Menschen. Er hilft als Prävention bei unterschiedliche Krankheiten. Hierbei spielt es keine Rolle, ob es Athleten oder Hobbysportler mit regelmäßiger körperlicher Ertüchtigung sind (Oertel et al. 2009). Auf Grund des positiven Einflusses von Sport auf den physischen Organismus galt es diesen für die Studie einzugrenzen, denn er ist eine homogene Einheit, in denen alle Organe miteinander arbeiten, funktionieren und voneinander abhängig sind. In unterschiedlichen Studien bestätigte sich auch ein nachgewiesener, signifikanter Effekt zur Stimmgebung, durch das Betreiben körperlicher Ertüchtigung (Mueller et al. 1996, Xue et al. 1997, Assunção et al. 2009).

Durch kontinuierliches Training von mehr als 2-3x pro Woche fördert man den Trainingszyklus, der die Ausdauer und den Muskelaufbau erhöht (Murphy 2005). Ein Trainingsprogramm über 3x pro Woche, konstant über mindestens 6 Monate, entspricht dann einem zu hohen Fitnessgrad, den es für die Studie auszuschließen galt. Diese Fitness kann sich ggf. auch auf die Leistungen und die allgemeine Verfassung der Kehlkopf-funktionen auswirken.

5. Die Probanden konnten eine Hypothyreose haben

Bei der Hypothyreose handelt es sich um eine Unterfunktion der Schilddrüse. Die Ursachen sind kongenital oder erworben infolge einer radikalen Schilddrüsenoperation oder partieller/totaler Hypophysenvorderlappeninsuffizienz (Nawka et al. 2008). Im Kindesalter kann die Hypothyreose dauerhafte Entwicklungsstörungen des Skelett- und Nervensystems mit typischen Hautveränderungen hervorrufen und es können sich auch stimmliche Veränderungen oder Stimmstörungen manifestieren, wie: eine tiefe Stimme, verkürzte MPT, geringer Tonhöhenumfang, raue Stimme mit oftmals insuffizientem Glottisschluss. Jedoch treten in Deutschland die Folgen und die daraus resultierenden Problematiken heute durch die frühen Vorsorgeuntersuchungen (TSH Screening) und schnellen Hormonsubstitutionen, praktisch nicht mehr auf (Nawka et al. 2008, Wendler et al. 2008). Bei älteren Erwachsenen - vor allem Frauen - kann oftmals eine noch nicht diagnostizierte Hypothyreose zu unklaren Stimmveränderungen führen (Verdolini et al. 2006, Wendler et al. 2008). Die mögliche Gefahr der Verfälschung der Parameter in dieser Studie durch Hypothyreose ist gleich null. Zum einen da ältere Probanden nicht untersucht wurden, bei denen eine Hypothyreose nachträglich entstehen könnte. Zum anderen durch die frühen Erkennungsmechanismen in Deutschland leiden die heutigen jungen Erwachsenen praktisch nicht mehr unter den Folgen der Hypothyreose, vor allem was stimmliche Veränderungen betrifft.

6. Die Probanden konnten eine milde bis mäßige allergische Reaktion der oberen Atemwege haben

Bei einer allergischen Reaktion, die sich als Folge auf die oberen Atemwege niederschlägt sind stimmliche Veränderungen wie Heiserkeit oder Hyponasalität zu erwarten (Verdolini K. et al. 2006). Letztendlich sind es Entzündungen, die wie in Abschnitt 3.2.4. S.57 ff. eine Stimmstörung hervorrufen. Wichtig für die Teilnahme an der Studie war einmal das Ausmaß der Reaktion, nämlich wie stark die Stimmveränderungen durch eine allergische Reaktion aufgetreten sind und diese dann durch medikamentöse Behandlung in den Griff zu bekommen war. Hierbei galt auch, dass die Medikamente keine Wirkstoffe oder Präparate sind, die dann auch zu Stimmveränderungen oder Stimmstörungen führen können (siehe Abschnitt 3.2.3. S.55). Außerdem spielte noch das medizinische Schweregradskriterium eine Rolle. Hierbei durften maximal eine saisonale Allergie bei den Probanden vorkommen, bei der sich die Stimmveränderungen wieder normalisieren. Der Proband durfte aber keine

dauerhafte allergische Reaktion mit nicht erreichbarer Normalisierung der Stimmsymptome aufweisen, siehe Schweregradskriterium bei Verdolini et al. (2006). Bei der saisonalen Allergie galten keine Messungen, solange die Reaktion in diesem Zeitraum anhielt.

3.2.3. Ausschlusskriterien

1. Die Probanden wiesen ein aktives Rauchverhalten auf

Der negative Einfluss des Rauchens aller möglichen Sorten von Tabak und THC ist sehr groß.

Es gibt kaum ein menschliches Organ, das nicht durch das Rauchen befallen wird, da die giftigen Inhaltsstoffe des Tabaks und THC durch den Blutkreislauf in den gesamten Körper gelangen (Carmona 2004).

Das Hauptrisiko an Larynxkarzinomen zu erkranken steigt mit der Dauer und der Häufigkeit des Tabakkonsums. Sie treten vermehrt bei supraglottischen Tumoren auf, weniger bei glottischen/subglottischen Tumoren (Ramroth et al. 2006). Studien konnten belegen, dass, je früher das Rauchereinstiegsalter ist, auch das Risiko an Kehlkopfkrebs zu erkranken größer wird.

Das Risiko der Erkrankung verringert sich bei Exrauchern (IARC 2005).

Larynxkarzinome sind weltweit die am zweithäufigst auftretende Tumorart des Atemtraktes und wird mit einer (welt-) alterstandardisierten Inzidenz von 7,2/100.000 bei Männern und 0,8/100.000 bei Frauen in Westeuropa für das Jahr 2002 geschätzt (Ramroth et al. 2006).

Verursacht durch den Tabakkonsum sind nach wissenschaftlichen Untersuchungen folgende Krankheiten oder Störungen nachgewiesen: Lungenkrebs, Kehlkopfkrebs, Störungen der Atemwege, Blutkrebserkrankungen, Magenkrebs, Nierenkrebs und Bauchspeicheldrüsenkrebs, in Verdacht stehen auch Augenerkrankungen bis zur Erblindung, ein Zusammenhang zwischen Rauchen und dem Auftreten von Hüftgelenksbrüchen, Komplikationen im Verlauf von Diabetiserkrankungen sowie erhöhte Wundinfektionen nach Operationen (Carmona 2004).

Das Rauchen steht auch in Verbindung mit laryngealen pathologischen Veränderungen. Es wurde ein erhöhter Zusammenhang zwischen Ödemen, Erythemen, abnormaler laryngealer Farbe, laryngealer Struktur und erhöhten Vorkommnissen der Abnormalität der Phasensymmetrie an Stimmlippen und gehäuftes Auftreten eines insuffizienten Glottisschlusses festgestellt (Awan et al. 2007, Rees et al. 2006).

Es folgen bei Rauchern zusätzlich signifikante Ergebnisse, in denen charakteristische Veränderungen der Grundtonfrequenz (F_0) aufgetreten sind. Demnach haben Raucher eine niedrigere mittlere Sprechstimmlage, sowie F_0 bei gehaltenen Vokalen, einen Zuwachs an

Unbeständigkeit der F_0 , eine Einschränkung des gesamten melodischen Stimmumfangs, einen höheren I-min und einen niedrigeren DSI sowie ein erhöhtes Auftreten von Irregularitäten der Stimmfalten (Murphy et al. 1987, Dworkin et al. 1997, Awan et al. 2002, Gonzalez et al. 2004, [2]Guimarães et al. 2005, Chai et al. 2011, [1]Awan 2011). Der Konsum von Marihuana ist 20mal verheerender für die Stimme als Zigarettenrauch (Nawka et al. 2008).

Auf Grund dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse war es von großer Bedeutung, dass das aktive Rauchverhalten ausgeschlossen wurde. Exraucher, die vor einem Jahr aufgehört hatten, konnten an der Studie teilnehmen, auf Grund der Wiederherstellung der organischen Strukturen, soweit keine organischen Veränderungen bereits stattgefunden hatten (Verfaillie 2011).

2. Die Probanden waren schon einmal in einer stimmtherapeutischen Maßnahme der Logopädie oder Phoniatrie

Bei Probanden, die schon auffällig und anfällig für Stimmstörungen waren, ist es nicht auszuschließen, dass diese in irgendeiner Form wieder auftreten können oder in einer abgeschwächten Form noch vorhanden sind. Andernfalls haben sie durch therapeutische und ärztliche Maßnahmen Wege gefunden, ihre stimmlichen Eigenschaften zu verbessern (Nawka 2008) und könnten somit Leistungen erbringen, die keine eindeutige Repräsentativität oder keinen Vergleich zum *normalen/gesunden* Durchschnitt darstellen. Dies ist Grund genug, dass dieses Merkmal von der Studie ausgeschlossen wurde.

3. Die Probanden wiesen einen chronischen Reflux auf, insbesondere LPR

Reflux wird in 2 Arten definiert. Der erste ist der gastroesophageale Reflux (GER), bei der die Magensäure nur bis in die Speiseröhre gelangt, aber nicht am Ösophagus sphinkter austritt. Der zweite ist der laryngopharyngeale Reflux (LPR), bei der die Magensäure aus der Speiseröhre läuft und die Säure neben der Speiseröhre auch die umliegenden Strukturen des Pharynx und Larynx angreift (Keller 2008). Der LPR Terminus beinhaltet nicht die Flussrichtung wie beim GER, sondern bezeichnet den Ort, den die pathologische Säurewirkung sichtbar macht (Nawka et al. 2008). Diese Art von Reflux verursacht eine Refluxlaryngitis bis hin zu chronischer Heiserkeit mit unterschiedlichen organischen Pathologien. Organische pathologische Veränderungen durch LPR sind beispielsweise Infraglottische-Ödeme, Ventrikuläre-Obliteration, Erythemen, Stimmfaltenödeme, Diffuse-Laryngeale-Ödeme, Hypertrophy, Granulom und starker endolaryngealer Schleim ([2]Belfasky et al. 2002).

LPR tritt bei mehr als 50% aller Stimmstörungsfälle auf ([1]Belfasky et al. 2002) und ist Ursache bei 78% aller Fälle mit chronischer Heiserkeit (Williams et al. 2004). Patienten, die unter LPR vermutlich leiden, weisen auch weitere Symptome auf: Hypertonie der Skelett-muskulatur, harte Glottiseinschläge, insuffizienten Glottisschluss, Odynophagie, Odynophonie, Husten, Globusgefühl und haben auch einen begrenzten melodischen Stimmumfang (Selby et al. 2003, Verdolini et al. 2006).

Da invasive Messmethoden mir nicht zur Verfügung standen, wie der *Reflux Finding Score* (RFS) gemessen durch die Larynxscopie, oder der *Reflux Area Index* (RAI) gemessen durch die 24-h-2-Kanal-ph-Metrie, arbeitete ich nur mit dem *Reflux Symptom Index* (RSI), der als einzige nicht invasive Messmethode anwendbar ist (Keller 2008). Hierzu galt es einen Fragebogen

Wie sehr waren Sie in den letzten Monaten durch folgende Beschwerden beeinträchtigt? <i>Bitte geben Sie anhand der Punkteskala eine Einschätzung.</i>	0 = Kein Problem 5 = Massive Probleme.					
1. Heiserkeit oder Stimmprobleme	0	1	2	3	4	5
2. Räusperzwang	0	1	2	3	4	5
3. Schleim im Hals oder postnasale Sekretion	0	1	2	3	4	5
4. Probleme beim Schlucken von Nahrung, Flüssigkeit oder Tabletten	0	1	2	3	4	5
5. Hustenattacken nach dem Essen oder im Liegen	0	1	2	3	4	5
6. Atemprobleme oder Hustenattacken	0	1	2	3	4	5
7. Chronischer Hustenreiz	0	1	2	3	4	5
8. Fremdkörpergefühl im Hals	0	1	2	3	4	5
9. Sodbrennen, Brustschmerzen, saures Aufstossen	0	1	2	3	4	5

Abb. 3.4: Reflux Symptom Index in deutsch (Keller 2008)

auszufüllen, um den RSI zu bestimmen (siehe Abb. 3.4).

Der Proband beurteilte auf einer Skala von 0 (keine Probleme) bis 5 (massive Probleme) inwieweit sich die Beschwerden zeigten. Alle Werte wurden zu einem Rohwert zusammengezählt. Wenn dieser Wert über 13 liegt, so gilt ein LPR als sehr wahrscheinlich.

Der RSI hat neben dem

Aufspüren von Reflux den Vorteil, dass er stark mit der funktionellen Subskala des Voice Handicap Index (VHI) korreliert ([1]Belfasky et al. 2002). Ebenso ergab sich zwischen den subjektiven Einschätzungen vom RFS durch den Phoniater und dem RSI durch den Betroffenen eine sehr hohe signifikante Korrelation von $r = 0,86$ (Mesallam et al. 2007). Letztendlich bleibt die Diagnose des RSI zum Vergleich mit dem RAI oder RFS etwas zweifelhaft, da die Bewertung von der Anwesenheit von Reflux eine subjektive Einschätzung des Betroffenen ist.

In der Studie sollte erreicht werden, dass der LPR weitestgehend ausgeschlossen wurde, da dieser direkten Einfluss auf die Larynxstrukturen nimmt, im Gegensatz zum GER.

Dieser Umstand konnte noch optimiert werden, indem entscheidende Symptome, die im RSI abgefragt wurden, nicht mit dem höchsten Wert 5 angegeben werden durften. Zu den LPR

Symptomen gehören chronische Heiserkeit, Räusperzwang, postnasale Sekretion und chronischer Hustenreiz (Overall 2006). Diese Symptome fanden sich in den Fragen 1,2,3 und 7 des RSI wieder.

4. Die Probandinnen waren schwanger

Das Stimmverhalten während der Schwangerschaft verhält sich akustisch wie laryngoskopisch ähnlich wie in der Menstruationsphase der Frau (Wendler et al. 2005). Betroffen können anfangs die Nasenschleimhäute sein, die eine mögliche Resonanzveränderung zur Folge hat. Später ab dem 5. Monat treten bei 20-30% der Frauen auch Veränderungen der Larynxschleimhaut auf, die vor allem bei Störungen wie Präeklampsie und Eklampsie deutlicher vorkommen (Imhofer 1912). Seltener treten hierbei aufgelockerte, leicht gerötete oder livide bis sukkulente Stimmlippen auf, sowie Trockenheits- und Fremdkörpergefühl (Wendler et al. 2005). Die Stimme ist aber im Allgemeinen oft wenig verändert, kann aber während der Schwangerschaft tiefer, belegt, rau oder sogar aphonisch werden (Wendler et al. 2005, Nawka et al. 2008). In einer weiteren Studie konnten bei Schwangeren Auffälligkeiten statistisch signifikant festgestellt werden, wie: verkürzte MPT, niedrigerer Voice Turbulence Index (VTI) und eine niedrigere F_0 (Hamdan et al. 2009). Diese Veränderungen, die bei der Frau auftreten, bilden sich nach der Geburt wieder zurück (Wendler et al. 2005) und somit galt kein Ausschluss für die Studie für Mütter nach der Stillzeit.

Neben den stimmlichen Aspekten ist die Schwangerschaft nicht repräsentativ in Bezug auf Gewichts- und Fettgehaltsverhältnis. In dieser Phase verändern sich diese Werte erheblich und haben somit keine Aussagekraft über den allgemeinen Zustand der Frau. Damit wurden diese aus dem Untersuchungsverfahren ausgeschlossen (Ward et al. 2007, Lukaski et al. 2003).

5. Die Probanden hatten chronischen Krankheiten wie HIV, Malignome/Karzinome, Hyperthyreose oder leicht bis schweres Asthma

Asthma:

Asthma ist eine entzündliche chronische Erkrankung der Atemwege (Urbano 2008) und kann durch verschiedene Gründe ausgelöst werden, wie z.B. psychologisch, durch Tier- und Pollenallergien, körperliche Betätigung, Infektionen und Luftverschmutzung oder Luftreizstoffe. Konkrete Asthma-Auslöser sind: Erkältung, Grippe, Zigarettenrauch, Sport (laufen, Fahrrad fahren, Fitnesstraining), Emotionen (Wut, Einsamkeit, Stress im Privatleben, depressive Stimmungen, Nervosität, starke Sorgen und unglücklich sein), Pollenflug, Auspuffgase, Gerüche (Hosen, Parfüme und jegliche Arten intensiver Gerüche), Angespanntheit, Treppensteigen, Diskussionen, Tierhaare oder Federn, Überanstrengung, körperliche Schwäche, Hausstaub und Sprays (Ritz et al. 2006).

Ebenso gibt es noch zahlreiche Formen und Nebengruppierung von Asthma, wie beispielsweise COPD, die aber hier nicht weiter erläutert werden. Ich konzentrierte mich hauptsächlich auf die Beeinflussung von Asthma, da in diesem Zusammenhang Untersuchungen auf stimmliche-, aerodynamische- und Gewichtparameter stattgefunden haben. Hierbei sind einige Zusammenhänge mit Asthma entdeckt worden. Im Bereich der akustischen und aerodynamischen Messungen gab es einen signifikanten Unterschied zwischen „Gesunden“ und leichter bis mäßiger Asthmaerkrankung bei folgenden Parametern: GRB (der GRBAS- Skala), Jitter, Shimmer, HNR, MPT und Phonationsquotient. Keine signifikanten Abweichungen wurden bei der VC und s/z Ratio gefunden (Dogan et al. 2007).

Ebenfalls spielen Medikamente gegen Asthma eine zentrale Rolle. Diese verursachen Stimmstörungen, wie: Stimmerschöpfung, Dysphonie, Heiserkeit, Räuspern, Globusgefühl, Aphonität, Steroidinhalierer-Laryngitis, Stroboscopediagnostik-Abnormalitäten und stellenweise Halsschmerzen (Ihre et al. 2004, Verdolini et al. 2006, Gallivan et al. 2007, Bhalla et al. 2009).

Keine Zusammenhänge lassen sich zwischen dem z.B. steigendem BMI und leichter bis mäßiger Asthmaerkrankung nachweisen. Das bedeutet, dass Asthma zwar vorwiegend häufiger bei stark Übergewichtigen vorkommt, sei es bei Kindern (Chinn 2006; Ford 2005) oder Erwachsenen (Ford 2005), aber nicht gleichzeitig einhergeht mit dem Schweregrad von Asthma bei steigendem BMI (Sutherland et al. 2009, Lavoie et al. 2006).

Es resultiert daraus, dass das Auftretenden der oben beschriebenen Begleiterscheinungen von Asthma und dem Schweregrad eine entscheidene Rolle spielt. Für die Studie waren zwei

Verfahren von Bedeutung, die mir bei bereits gestellten Asthmadiagnosen in der Vergangenheit eine allgemeine Einschätzung ermöglichten. Bei der Angabe der Probanden, dass Asthma bereits diagnostiziert worden ist, ergab sich die Möglichkeit, die Diagnose Asthma neu zu verifizieren und so die Teilnahme an der Studie doch noch zu gewährleisten. Hierbei musste die Diagnose mindestens 5 Jahre zurück liegen und Asthmapräparate gar nicht mehr oder nur noch in Ausnahmefällen verwendet wurden. Ich verwendete einerseits die GINA (Global Initiative for Asthma) Klassifikation zur Bestimmung des Schweregrades von Asthma, sowie einen Asthma Screening Fragebogen (ASQ), der die Wahrscheinlichkeit von Asthma überprüft. GINA ist eine Verbindungsinitiative der National Heart, Lung and Blood Institute und der WHO. Die folgende Tabelle 3.1 beschreibt die GINA Klassifikation vom Asthma Schweregrad:

Tabelle 3.1: Klassifikation von Asthma Schweregrad nach GINA (Yawn 2008)

	Symptome/Tag	Symptome/Nacht
Kategorie 1 Zwischenzeitlich	< 1x die Woche	≤ 2x im Monat
Kategorie 2 Leicht Konsequent	> 1x die Woche	> 2x im Monat
Kategorie 3 Mäßig Konsequent	Täglich – Attacken beeinträchtigen die Aktivität	> 1x die Woche
Kategorie 4 Schwer Konsequent	Dauerhaft – Beschränkung körperliche Aktivitäten	Häufig

Hierbei war entscheidend, dass sich die Probanden höchstens in der 1. Kategorie befinden mussten. Alle weiteren Kategorien beinhalteten den Teilnahmeausschluss an der Studie.

Das 2. Kriterium war der *Asthma Screening Questionair* (ASQ), der einfach und effektiv vorhersagt, wer an Asthma erkrankt ist und wer nicht (Shin et al. 2010). Der Fragebogen besteht aus 6 Fragen und beinhaltet wissenschaftlich fundierte und abgefragte Symptomerscheinungen, die mit Asthma einhergehen. Der Fragebogen unterliegt einem Punktesystem, das von 0-20 reicht (Shin et al. 2010).

Die ersten 2 Fragen sind lediglich mit „Ja“ und „Nein“ zu beantworten. Bei den anderen 4 Fragen wird angegeben, inwieweit welche Symptome in welcher Situation verstärkt vorkommen. Der Proband bekam lediglich Frage und Antwort zu sehen; das Punktesystem blieb ihm verwehrt. Die Fragen wurden frei ins Deutsche übersetzt (siehe Abb. 3.5).

Frage	Antwort	Score
1. Husten Sie mehr als die allgemein normale Durchschnittsperson?	Ja Nein	2 0
2. Kommt Ihr Husten hauptsächlich von Ihrer Brust und nicht vom Hals aus?	Ja Nein	2 0
3. Verschlechtern sich bei Ihnen folgende Symptome, wenn Sie sich schlafen legen?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Husten ▪ Engegefühl in der Brust ▪ Keuchen ▪ Kurzatmigkeit 	1 1 1 1
4. Verschlechtern sich bei Ihnen folgende Symptome nach körperlicher Anstrengung oder Betätigung?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Husten ▪ Engegefühl in der Brust ▪ Keuchen ▪ Kurzatmigkeit 	1 1 1 1
5. Verschlechtern sich bei Ihnen folgende Symptome nach Lachen oder Weinen?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Husten ▪ Engegefühl in der Brust ▪ Keuchen ▪ Kurzatmigkeit 	1 1 1 1
6. Verschlechtern sich bei Ihnen folgende Symptome nach Telefonaten?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Husten ▪ Engegefühl in der Brust ▪ Keuchen ▪ Kurzatmigkeit 	1 1 1 1

Abb. 3.5: Asthma Screening Questionair (Shin et al. 2010); frei ins Deutsche übersetzt

Nach Beantwortung des Screeningfragebogens gilt eine Asthmaerkrankung nach einem Score ≥ 4 als sehr wahrscheinlich (Shin et al. 2010). Dieser Score durfte, um an der Studie teilzunehmen, ebenfalls nicht erreicht werden.

Hyperthyreose (Schilddrüsenüberfunktion):

Bei der Überfunktion der Schilddrüsen kommt es zu Symptomen wie heiser, rau, tremolierend, Einschränkung des Stimmumfangs und kraftlose/eingeschränkte Ruf- und Singstimme (Verdolini et al. 2006, Nawka et al. 2008).

Mit erhöhter allgemeiner Erregbarkeit kann es auch zu einer stark überhöhten mittleren Sprechstimmlage kommen und dann die Stimme klangarmer, behauchter und schneller ermüdbar werden lassen (Wendler et al. 2005).

Da bei der Untersuchungssituation Stress, Unbehagen oder Aufregung nicht ausgeschlossen werden konnte, galt es Probanden, mit einer bereits diagnostizierten Hyperthyreose, von der Studie auszuschließen.

HIV, Malignome/Karzinome:

Probanden mit anderen schweren chronischen Krankheiten, wie HIV oder Malignome/ Karzinome, wurden ebenfalls von der Studie ausgeschlossen, da die Krankheiten in den verschiedenen Stadien Anfälligkeiten aufweisen, wie beispielsweise in der akuten HIV-Erkrankungsphase (die Periode von der initialen Infektion bis zur vollständigen Serokonversion: Dauer 6-12 Wochen) werden 50-90% folgende Symptome geschätzt, die Einfluss auf die untersuchten Stimm- und Gewichtparameter haben könnten: Fieber (87%), Abgeschlagenheit (72-55%), Myalgien (60%), Halsschmerzen (42%), Arthralgien (27%), Lymphadenopathie (37%), Orale Ulzera (7%) und Soor (5%) (Paumgartner et al. 2005). Im späteren Stadiumsverlauf kann zusätzlich der Einfluss bei anderen opportunistischen Infektionen wie Pneumonien, Tuberkulose, Kryptosporidiose, Soorophagitis, Candidose von Bronchien, Trachea oder Lungen (Michels et al. 2010), besonders die Stimmparameter verfälschen (Verdolini et al. 2006). Durch das Vorkommen von HIV Viren befindet sich der Körper in keinem repräsentativen gesunden Zustand mehr.

Ebenso bleiben Nebenwirkungen durch medikamentöse Behandlung von HIV nicht aus; wie beispielsweise die HAART Therapie, die den Körper sehr schwächt und auch negativ durch die Nebenwirkungen beeinflusst (Paumgartner et al. 2005).

Probanden, die durch Medikamente oder Therapien bei Karzinomen behandelt werden, weisen ähnliche negative Einflüsse durch Nebenwirkungen auf (Bonelli 2003, Keilholz et al. 2007) und können auch die Gewichtparameter verfälschen (Thomson et al. 2007, Lukaski et al. 2003).

6. Die Probanden hatten trainierte Stimmen

Trainierte Stimmen weisen signifikant verbesserte Merkmale bezüglich der Stimmqualität auf, als nicht trainierte Stimmen (Mendes et al. 2004, Nawka et al. 2008, [1]Awan et al. 2010). Ebenso sind bei trainierten Stimmen signifikante Unterschiede bei den Parametern der Stimmleistung und der Aerodynamik nachgewiesen worden (Siupsinskiene et al. 2010, Mendes et al. 2006, Mendes et al. 2003, Sulter et al. 1995) und waren somit ein absolutes Ausschlusskriterium. Trainierte Stimmen würden die Ergebnisse der Studie stark beeinflussen (siehe auch hierfür Abb. 3.6). Gezieltes physisches Stimmtraining wird hervorgerufen bei Sängern & Schauspielern im semi- und professionellen Bereich, mit regelmäßigem Training und bei Stimm- und Sprechtherapeuten/trainern sowie Logopäden. Alle diese Gruppen wurden von der Studie ausgeschlossen.

Merkmal	Gesunde, ungeschulte Stimme	Gute, professionell geschulte Stimme
Heiserkeit	keine Heiserkeit	
Rauigkeit	keine Rauigkeit, d.h. Stimme klar	
Behauchtheit	keine Behauchtheit, d.h. Stimme dicht	
Weitere pathologische Merkmale	kein Knarren, kein Kippen, Verwendung des Modalregisters beim Sprechen, keine Instabilität, keine Diplophonie, keine aphonischen Einschübe	
Glottisschlageinsätze	meist normal; sehr selten gepresste oder geknarnte Einsätze	immer normal, nie Abweichungen
Absätze	meist normal; sehr selten knarrende Stimme in Lösungstiefe („Terminalschlüsse“, Tiefschluss am Satzende)	immer normal, nie Abweichungen
Gespanntheit	seltene Abweichungen vom Eutonus möglich	keine Abweichungen vom Eutonus: stets leistungsangepasste Phonationsspannung
Klangfülle	normal, nicht klangarm	klangvoll, resonanzreich
Steigerungsfähigkeit	mindestens mittelgradig steigerungsfähig	stark steigerungsfähig
Durchdringungsfähigkeit	normal	groß
Modulationsfähigkeit	normal; variable Klangformung, nicht monoton	besonders gut; Bildung differenzierter Ausdrucksnuancen möglich
Leistungsanforderungen	Stimme genügt normalen (nicht herabgesetzten) Anforderungen	Stimme genügt großen Anforderungen
Bewusstheit der Klangbildung	gering; Klangbildung ungeplant, Sprechen inhaltsorientiert (nicht formorientiert) vollzogen	groß; geplanter, bewusster Einsatz der Klangbildung im Dienste der Ausdrucksgestaltung, Sprechen inhalts- und formorientiert vollzogen
Ästhetische Ansprüche an die Stimmgebung beim Sprechen	nicht vorhanden	vorhanden

Abb. 3.6: Unterschiede bei stimmmerkmalen zwischen ungeschulten und geschulten Stimmen (Nawka et al. 2008; S.77)

umliegende Kehlkopfgewebe und die entsprechende Muskulatur, die für die Stimmgebung verantwortlich sind, erholt sich schneller (Nawka et al. 2008).

Wenn jedoch einmal die Stimme in irgendeiner Form geschult worden ist, musste dies mind. 2 Jahre lang zurück liegen, um an der Studie doch noch teilnehmen zu können.

Ausgeschlossen wurden definitiv professionelle Sänger oder Schauspieler sowie andere Sprechberufe (siehe folgenden Punkt 7), die jetzt einen anderen Beruf ausüben. Ebenso galt dies auch für Personen, die mehr als 2x die Woche ein langes oder ausdauerndes (begleitendes) Stimmtraining absolviert und nun aufgehört hatten. Die 2 Jahresfrist galt nur für die Probanden, die z.B. im Chor gesungen, in einer Hobbyband oder im Freizeittheater gespielt hatten.

Es bedeutet, dass bei physischem Training die Muskeln des Atemsystems, des Kehlkopfes, des Ansatzrohres und der Stimm lippen ausgebildet werden und dadurch eine hörbare Verbesserung der Stimmqualität nachweisbar ist. Vereinzelt heißt das, dass erstens die Kehlkopfmuskulatur sich nicht primär zusammenziehen muss, um einen kompletten Glottisschluss zu erzielen. Zweitens ein verbessertes Zusammenspiel der Kehlkopf- und Atemmuskulatur fördert eine Erweiterung im oberen Stimmbereich. Drittens die Ausbildung der Muskeln sorgt für eine schnellere, präzisere, weichere und differenziertere Stimmgebung.

Viertens die Ausdauer der Stimme wächst. Fünftens das

7. Die Probanden übten einen Sprechberuf aus, der eine hohe stimmliche Belastung hat
Hohe Stimmbelastungen sorgen für eine Überforderung der Stimme, was zu Stimmstörungen führen kann. Für diese Studie wurden alle Berufe ausgeschlossen, die unter einer hohen Stimmbelastung leiden, da diese einer zu hohen Stimmbelastung ausgesetzt sind und dadurch grundlegend einzelne Stimm- und aerodynamische Parameter negativ beeinflussen (Vintturi et al. 2001, Welham et al. 2003).

Die Klassifikation verschiedener Sprechberufe anhand der Kriterien *Qualität der Stimme*, die im Beruf die stimmliche Qualität in der Kommunikation oder Aufgabe fordert und die *Stimmbelastung*, die im Beruf vorkommt, werden in der folgende Tabelle 3.2 wiedergegeben.

Es wurden die Berufe ausgeschlossen, die unter einer hohen Stimmbelastung leiden (fett markiert).

Tabelle 3.2: Klassifizierung der Berufe nach Stimmqualität und Stimmbelastung (Vilkman 2000)

<i>Qualität</i>	<i>Belastung</i>	<i>Beruf</i>
Hoch	Hoch	Schauspieler, Sänger (0,3%)
Hoch	Mittel	Radio- und TV Journalisten (0,2%)
Mittel	Hoch	Lehrer und Erzieher (16%), Telefonisten (0,9%), Militär (1,4%), Priester (0,3%)
Mittel	Mittel	Bankangestellte, Versicherungs- und Vertriebspersonal (50%), Ärzte, Anwälte, Pflegepersonal
Gering	Hoch	Arbeiter

In Klammern steht der prozentuale Anteil der Gesamtzahl, der in Sprechberufen tätigen.

8. Die Probanden nahmen Medikamente zu sich, die als Nebenwirkung Heiserkeit oder organische Pathologien der Larynxstruktur hervorrufen

Die folgende Medikamentenliste mit entsprechenden Wirkstoffen kann als Nebenwirkung Virilisierung der Stimme (androgenbedingte männliche Prägung bei Frauen), Heiserkeit oder Laryngitisformen bis hin zu Ödemen oder polypösen Stimmlippenhyperplasien hervorrufen. Die folgende Tabelle 3.3 gibt Aufschluss darüber, bei welcher Medikamentengruppe, welche Präparate oder Wirkstoffe, die eingenommen werden, definitiv ausgeschlossen wurden. Einige Präparate mit entsprechenden Wirkstoffen unterlagen nicht überschreitender Dosen. Falls der Gebrauch darunter lag, war eine Teilnahme nicht ausgeschlossen.

Tabelle 3.3: Zusammenfassung von stimmbeeinflussenden Medikamenten
(Nawka et al. 2008, Wendler et al. 2005)

Medikamentengruppe	Präparat	Wirkstoff	Nicht überschreitende Dosis
Antidepressiva		<i>Citalopram, Amitriptylin und Prozac</i>	
Blutdrucksenkende Mittel (hypotensiv)		ACE –Hemmer, β -Blocker	
Männliche Sexualhormone	Nolvadex, Deca-Durabolin, Primobolan	<i>Tamoxifen, Testosteron und Anabolika</i>	100-150 mg pro Tagesdosis
Weibliche Sexualhormone	EVE 20, Conceplan M, Nor-ratiopharm, Sinovula micro, Ovysmen 1/35, Non-Ovlon, Sequostat, TriNovum, Synphasec	<i>Östrogen und Norethisteron sowie Östrogen-Nortestosteron-Kombinationspräperaten</i>	$\geq 0,05$ mg Östrogen pro Tagesdosis > 3mg Gestagen pro Tagesdosis
Glukokortikoide		<i>Entzündungshemmer oder antiallergische Wirkungen; Abkömmlinge: Beclomethason, Triamcinolon</i>	
Kortikosteroide	<i>Inhacort (Dosieraerosol), Pulmicort und Sanasthmax</i>		
Diuretika	wie <i>Furosemid, Thiazide, Triamteren & Aldosteronantagonisten</i> [z.B. Aldactone oder Spironolacton]		

9. Die Probanden spielten ein Blasinstrument oder hatten vor mindestens 2 Jahren aufgehört zu spielen

Der Einfluss der Blasinstrumente kann zu Beeinträchtigung des normalen Durchschnittes an Lungenvolumen führen. Hierüber gibt es noch keine einheitliche Meinung, inwieweit das Spielen eines Blasinstrumentes Einfluss auf die VC im Vergleich mit anderen Gruppen hat. Es gibt Studien, die sich für eine Steigerung oder eine Verringerung der VC bei Blasinstrumentenspielern aussprechen (Bouhuys 1964, Deniz et al. 2006, Stauffer 1968).

In Gegenstudien gab es keinen statistischen Beweis, dass die VC bei Blasinstrumenten höher ist, als bei anderen Gruppen (Schorr-Lesnick et al. 1985).

In Verdacht stehen, dass auch Blasinstrumentenspieler an Stimmstörungen leiden oder einen positiven Einfluss der Stimmfunktionen genießen (Ocker et al. 1990). In einer Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Sprechstimme - nicht aber die Singstimme - durch das Spielen des Blasinstrumentes negativ beeinflusst werden kann und dieses sich bei bestehenden Stimmproblemen noch stärker ausprägt. Trotz Betonung des Autors, Ocker et al. (1990), über einen positiven Effekt der Stimmfunktionen durch Blasinstrumentenspielen, konnten sie keinen statistisch signifikanten Nachweis erbringen.

In einigen Studien konnte man mit der Laryngoskopie auch nachweisen, dass generell beim Blasinstrumentenspielen die laryngealen Muskeln beansprucht und angespannt werden (Rydell et al. 1996, Weikert et al. 1999), sowie die laryngeale Struktur der Endolarynx leicht verändert wird (Kahane et al. 2006). Vor allem das Trompetenspielen hat die höchste Glottisbewegung, bei der die Stimmlippen und die Arytenoiden angespannt werden (Rydell et al. 1996).

Da die Möglichkeit einer Beeinflussung der VC, der Stimmfunktion und der Sprechstimme durch das Spielen von Blasinstrumenten besteht, war es Grund genug, diese von der Studie auszuschließen.

Ebenso wichtig war, dass zusätzlich noch ein Zeitraum definiert wurde für Ex-Blasinstrumentenspieler, nämlich: das vor mindestens 2 Jahren kein Blasinstrument mehr gespielt wurde und dies dann nicht mehr als 2x pro Woche regelmäßig gespielt worden ist. Ich gehe davon aus, dass die erworbenen Leistungen im aerodynamischen Bereich nach 2 Jahren sich wieder normalisiert haben, wenn nicht öfters als 2x die Woche gespielt worden ist; somit wäre eine Teilnahme an der Studie möglich.

10. Die Probanden waren von Beruf oder Hobby Glasbläser

Der Beruf des Glasbläfers kann zum Teil begünstigende Vorteile im Bereich der aerodynamischen Messungen haben, indem unter anderem die VC höher ausfällt als bei anderen Gruppen (Munn et al. 1990, Zuskin et al. 1993).

Es wurde auch in Untersuchungen festgestellt, dass Glasbläser einem hohen Risiko ausgesetzt sind, an (organischen) Stimmstörungen zu leiden (Baletic et al. 2005) und somit ein hohes Risiko besteht, dass Glasbläser schlechtere Ergebnisse erbringen als andere Probanden und somit waren sie von der Studie auszuschließen.

11. Bei den Probanden kamen Stimmstörungen in der direkten Familie vor

Aus einer umfassenden amerikanischen epidemiologischen Studie zu Stimmstörungen wurde unter anderem das Auftreten von Stimmstörungen in der Familie als Ursache für Dysphonien mit als Risikofaktor bestätigt (Cohen 2010). Es ist daher anzunehmen, dass eine reelle Chance besteht, dass Kinder vorheriger Generationen gegenüber Stimmstörungen anfälliger sind als andere. Dies war Grund genug Probanden mit Stimmstörungen in der Familie auszuschließen. Ausnahmen waren nur Familienmitglieder mit Stimmstörungen nach Schlaganfällen oder Unfällen, wie beispielsweise Dysarthrophonien.

3.2.4. Tagesuntersuchungskriterien

Die folgenden Tageskriterien mussten vor Untersuchungsbeginn eingehalten werden.

1. Die Probanden durften keine Erkältung oder Erkältungserscheinungen aufweisen

Die Probanden durften keine Erkältungserscheinungen wie Schnupfen, Husten, Halsschmerzen oder Infekte der oberen Atemwege und vor allem keine ausgeprägte Erkältung oder Grippe haben. Dies beeinflusst die stimmlichen sowie ggf. die aerodynamischen Messungen erheblich, da stimmbeeinträchtigende Erscheinungen wie Heiserkeit, Stimmermüdung, niedrigere mittlere Sprechstimmlage und Einschränkungen in Stimmfunktionen und Stimmumfang bei Infektionen auftreten können (Verdolini et al. 2006, Bové et al. 2008). Hierbei handelt es sich meistens dann um eine akute Laryngitis. Sie kennzeichnet sich durch entzündliche Schwellungen der Stimmlippen, Amplitudeneinschränkungen, irreguläre Phonation, Heiserkeit, Senkung der mittleren Sprechstimmlage, Einschränkung des Stimmumfangs, Aphonie und verkürzter MPT (Wendler et al. 2005, Verdolini et al. 2006, Nawka et al. 2008, De Bodt et al. 2008). Der Körper spiegelt damit den sonstigen, üblichen Allgemeinzustand nicht wieder.

2. Die Probanden mussten 2 Std. vorher aufgestanden sein

In Studien wurde im Verlauf des Tages signifikante Unterschiede in akustischen Parametern festgestellt (Cooper et al. 1971, Garrett et al. 1987). Vor allem morgens sind die Unterschiede am deutlichsten, deswegen können morgens früh (vor 9.00Uhr) oder unmittelbar nach direktem Aufstehen stimmliche Veränderungen, wie z.B. eine tiefere mittlere Sprechstimmlage nicht ausgeschlossen werden. Dies galt es zu vermeiden.

3. Die Probanden durften 4 Std. vorher keine koffeinhaltigen Getränke, bestimmte Teesorten, Minzöle oder mentholhaltige Flüssigkeiten mehr zu sich nehmen

Diese Stoffgruppen entwickeln einen austrocknenden Charakter auf die Schleimhäute und sollten vor Untersuchungsbeginn 4 Std. vorher (Shafer et al. 2009) nicht mehr konsumiert werden.

Zu den koffeinhaltigen Getränken zählen unter anderem Cola Getränke jeglicher Art, Eistee, Energiedrinks, Kaffee, Espresso, Latte Macchiato, Cappuccino, Schwarzer Tee und Grüner Tee. Weitere Teesorten wie Kamillen- oder Pfefferminztee, sowie Minzöl haben ebenso wie das Koffein einen austrocknenden Effekt auf die Schleimhäute und waren für die Studie nicht zulässig (Verdolini-Marston et al. 1994, Akhtar et al. 1999, Schönweiler et al. 2007, Leydon et al. 2009). Bei Austrocknung sind stärkere Abweichungen der Periodizitäten und ein Ansteigen von der Irregularität basierend auf F_0 , sowie eine allgemein schlechtere Stimmqualität festzustellen (Dane 1998, Akhtar et al. 1999, [2]Chan et al. 2002).

4. Die Probanden durften 24 Std. vorher keinen Alkohol zu sich nehmen

Wie in Abschnitt 3.2.2. S.45 beschrieben, hat Alkohol einen austrocknenden Effekt auf die Schleimhäute und eine allgemeine diuretische Wirkung auf den menschlichen Organismus.

Für den Kehlkopf und die Funktion der Stimmbänder bedeutet Austrocknung der Schleimhäute Irritationen, dies führt zur Beeinflussung der Stimmparameter (siehe hierzu vorherigen Punkt 3). Auch wurde nach Konsumierung von Alkohol ein Einfluss auf die mittlere Sprechstimmlage nachgewiesen. Demnach kann sich die mittlere Sprechstimmlage erhöhen oder vertiefen, in Abhängigkeit des Grades von Intoxication (McClelland 1994, Chin et al. 1997). Die Tendenz der meisten Studien wiesen jedoch eine Erhöhung der mittleren Sprechstimmlage nach Konsumierung von Alkohol auf (Chin et al. 1997). Es war daher wichtig vor Untersuchungsbeginn - 24 Stunden vorher (Thomson et al. 2007, Shafer et al. 2009) - keinen Alkohol mehr zu sich genommen zu haben, um die Gewichts- und Stimmanalyse nicht zu verfälschen.

5. Die Probanden durften 1-2 Std. vorher nichts mehr Trinken und Essen

Um das Körpergewicht nicht weiter zu beeinflussen, sowie den Magen-Darm-Trakt nicht weiter zu stimulieren mit ggf. verbundenen Toilettengang, sollte 1-2 Std. vorher (Thomson et al. 2007, Shafer et al. 2009) die letzte Mahlzeit eingenommen worden sein. Bei der anschließenden Stimmanalyse durften die Probanden nach Bedarf Wasser zu sich nehmen, um eine allgemeine sowie orale/laryngeale Dehydration entgegen zu wirken oder auszugleichen.

6. Die Probanden durften 12 Std. vorher keinen Sport ausüben

Um eine zuverlässige Aussage über das Gewicht und den Fettgehalt zu treffen, war es wichtig, dass sportliche Aktivitäten eingeschränkt wurden, denn Sport führt zur Gewichtsreduzierung und verändert durch den hohen Energieverbrauch im Körper die Inhaltsstoffe (Murphy 2005, Varady et al. 2007).

7. Die Probanden mussten einen vorherigen Toilettengang ausführen(Urin/Stuhl)

Der Toilettengang war wichtig, um ggf. vorhandene Ballaststoffe, die das Körpergewicht erschweren, abzugeben und auch um „Ruhe“ für die Untersuchung zu haben.

8. Die weiblichen Probanden durften erst ab dem 6. - 10. Tag ihres Menstruationszykluses teilnehmen.

Der Menstruationszyklus der Frau kann stimmliche Veränderungen hervorrufen. Die Sprechstimme selbst wird kaum während der Zeit der Ovulation beeinflusst (Nawka et al. 2008, Raj et al. 2010). Jedoch können während der menstruellen Phase Variationen in den Frequenzperturbationen, gesangliche Einschränkungen und eine Virilisierung der mittleren Sprechstimmlage auftreten (Higgins et al. 1989, Nawka et al. 2008, Meurer et al. 2009).

Mehr als 75% der Sängerinnen geben weitere Beschwerden in dieser Zyklusphase an, wie: Trockenheit, Schwellungs- und Druckgefühl (Nawka et al. 2008). Diese Faktoren könnten auch für diese Untersuchung bei den weiblichen Probandinnen zu Einschränkung der stimmlichen Leistung führen. Ebenso steigt zu Beginn der Menstruation das Gewicht und die Umfänge durch das Aufschwämmen von Blutansammlung im Körper. Es würden somit die BMI Werte und die Umfangsmessung zur Bestimmung des Fettgehaltes verfälscht. Daher durften die Probandinnen erst ab dem 6. – 10. Ovulationstag teilnehmen (Shafer et al. 2009).

3.3. Gruppenaufstellung der Teilstudie/Parallelstudie

3.3.1. Probandensuche

Die Probandensuche nach Männern, Frauen und Kindern erfolgte über verschiedene logopädische Einrichtungen und im privaten Umfeld in Deutschland. Es wurden mit insgesamt 6 verschiedenen logopädischen Einrichtungen im Kreis Aachen, Köln und Düsseldorf zusammengearbeitet, um eine Vielzahl von unterschiedlichen Stimmstörungenarten und Heiserkeitsgraden zu erfassen. Dies konnte durch das private Umfeld aufgestockt werden, hierbei wurden auch *normale/gesunde* Stimmen einbezogen.

Prinzipiell wurden alle Probanden der Teilstudie auch für die Parallelstudie verwendet, jedoch nicht alle Probanden, bedingt aus zeitlichen und organisatorischen Gründen.

Wenn Probanden sich bereit erklärt hatten an der Studie teilzunehmen, mussten diese selbst oder durch einen gesetzlichen Vormund eine unterschriebene Datenschutz- und Einwilligungserklärung unterzeichnen (siehe 9.2.2. S.198 ff.).

3.3.2. Einschlusskriterien

1. Die Probanden für die Teilstudie waren älter als 5 Jahre

Die Beurteilung von Heiserkeit ist geschlechts- und altersunabhängig. Aus diesem Grund können jegliche Probanden untersucht werden, die Lesen oder eine Merkspanne von max. 6 Wörtern haben und nachsprechen können.

2. Die Probanden beherrschten die deutsche Sprache

Es war wichtig, dass die Probanden ausschließlich „native speaker“ oder von Geburt an ggf. zweisprachig aufgewachsen sind, da AVQI für den deutschen Sprachraum validiert und normiert werden sollte.

3.3.2. Ausschlusskriterien

Für die Probanden der Teilstudie gab es keine Ausschlusskriterien. Für die Parallelstudie schon:

1. Die Probanden waren unter 18 Jahre

Kinder oder Jugendliche können durch eine körperliche und/oder kognitive Unreife große Schwierigkeiten bei der Beschreibung einer Bildergeschichte oder einer Wegbeschreibung haben, wie es bei Erwachsenen nicht die Regel ist.

3.4. Untersuchungsmaterial/Methoden

3.4.1. Body Mass Index im Zusammenhang mit dem Fettgehalt in %

Der Body Mass Index (BMI) ist eine einfache Darstellung zwischen Körpergröße und Körpergewicht, der im Allgemeinen für die Klassifizierung von den unterschiedlichsten Körpergewichten bei Erwachsenen angewendet wird. Er ist definiert in Körpergewicht (kg) durch Körpergröße (Meter) zum Quadrat (kg/m^2). Die jeweiligen Einteilungen sind in der folgenden Tabelle 3.4 aufgelistet:

Tabelle 3.4: BMI Klassifikation nach der WHO (WHO 1995)
(WHO 2000) (WHO experts consultation 2004)

Klassifikation	BMI (kg/m^2)
Untergewicht	< 18,50
leicht dünn	18,49 – 17,00
mäßig dünn	16,99 – 16,00
schwer dünn	< 16,00
Normalgewicht	18,50 – 24,99
Prä – Adipositas (Übergewicht)	25,00 – 29,99
Adipositas	$\geq 30,00$
Adipositas Klasse 1	30,00 – 34,99
Adipositas Klasse 2	35,00 – 39,99
Adipositas Klasse 3	$\geq 40,00$

Der BMI ist aber nicht geeignet bei hohem Muskelgewicht oder Ödemen. Ebenso ist der BMI auch kein Maß für die Körperfettverteilung, die die eigentliche Problematik vor allem bei den Übergewichtigen und Adipösen (=Fettleibigkeit) ausmacht.

Um eine genauere Differenzierung zu gewährleisten, welcher Gewichtsstatus vorhanden ist, müssen das Alter, das Geschlecht und der Fettanteil in % mit berücksichtigt werden.

Untersuchungen haben ergeben, dass der BMI sich mit dem Fettgehalt kurvenförmig verhält (Meeuwse et al. 2010, Frankenfield et al. 2001). Auch das zunehmende Alter beeinflusst einen steigenden Fettgehalt unabhängig vom BMI (St-Onge et al. 2010). Diese Werte liegen bei 1,1% - 1,4% pro Dekade (Meeuwse et al. 2010). Die folgende Einteilung beschreibt die Gruppeneinteilungen der Studie unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren nach Meeuwse et al (2010). Diese recente Einteilung wird von verschiedenen unabhängigen Quellen und Studien größtenteils unterstützt (Gallagher et al. 2000, Voedingsraad 1990).

Tabelle 3.5: BMI Klassifikation mit dazugehörigen Fettgehaltswerten der Männer von 25 Jahren
(Meeuwsen et al. 2010)

Männer von 25 Jahren	untergewichtig	normal	adipös
BMI (kg/m ²)	< 18,5	18,5 – 24,99	≥ 30
Fettgehalt in %	< 10	10 – 19	≥ 24

Tabelle 3.6: BMI Klassifikation mit dazugehörigen Fettgehaltswerten der Frauen von 25 Jahren
(Meeuwsen et al. 2010)

Frauen von 25 Jahren	untergewichtig	normal	adipös
BMI (kg/m ²)	< 18,5	18,5 – 24,99	≥ 30
Fettgehalt in %	< 21	21 – 30	≥ 36

Die Altersdekade spielt für das Altersspektrum der Studie keine Rolle, da die Abweichung maximal unter 1% liegen würde, auf Grundlage der Fettgehaltsvariation von 1,1%-1,4% pro Dekade (Meeuwsen et al. 2010). Der Mittelwert von 25 Jahren, der in der Tabelle wiedergegeben ist, umfasst die aufgenommene Altersklassen von 17 bis 35 Jahren.

3.4.2. Anthropometrische Fettgehaltsmessungen

Definiert sind anthropometrische Messungen als Messung der Veränderungen der physikalischen Maße und die grobe Zusammensetzung des menschlichen Körpers in verschiedenen Altersstufen und der Grad der Ernährung (Jelliffe 1966).

Anthropometrische Fettgehaltsmessungen haben viele verschiedene Vorteile im Vergleich zu anderen Messverfahren. Sie sind kostengünstig, flexibel, sowie beinhalten sie eine kurze Messdauer für Proband und Untersucher im Vergleich zu den Referenzmethoden: wie Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), Hydrodensitometrie (HD), Three-Dimensional Photonic Bodyline Scanner, Sulfur Hexafluoride Verdünnungsmethode, Air Displacement Plethysmography (ADP, BOD, POD[®]) (Becker 2002). Im klinischen Alltag und in der ernährungsmedizinischen Routine haben sich anthropometrische Messungen, wie die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) und die DEXA etabliert (Müller et al. 2007).

Weiterhin sprechen für die anthropometrischen Fettgehaltsmessungen verschiedene unabhängige Untersuchungen, die eine hohe Zuverlässigkeit und Validität im Vergleich zu verschiedenen

Referenzmethoden nachweisen haben (Ziegler 2008, Williams et al. 1998, Dykes et al. 1976, Lukaski et al. 1986).

In dieser Studie legte ich mich auf 2 Verfahren fest: 1. die Hautfaltenmessung für die Körperdichte nach der Formel von Jackson et al, (1985) mit der Umrechnungsgleichung für den Fettgehalt von Siri (1956), (1961) (siehe Anhang 9.3.3. S.204), die zusätzlich unter Berücksichtigung bei diagnostizierter Anorexia nervosa bei Frauen angepasst wurde [nach Heyward et al. (2004)] (siehe Anhang 9.3.4. S.204). Das 2. Messverfahren ist die Umfangsmessung nach McArdle et al. 2009. Beide Messverfahren haben untereinander bei der Fettgehaltsbestimmung auch gute Korrelationskoeffizienten von $r=0,90$ und $r=0,95$ erreicht (Hegde et al. 1996).

Die Durchschnittswerte beider Verfahren wurden für die Fettgehaltsbestimmung in der Studie verwertet. Dadurch sollte nochmals eine höhere Genauigkeit erreicht und mögliche Messfehler ausgeglichen werden.

3.4.2.1. Körperumfangsmessung

Bei diesem Messverfahren wird der relative Fettgehalt des menschlichen Körpers bestimmt.

Es werden die Umfänge an jeweils 3 verschiedenen Körperregionen gemessen. Diese sind abhängig vom Alter und Geschlecht (McArdle et al. 2009).

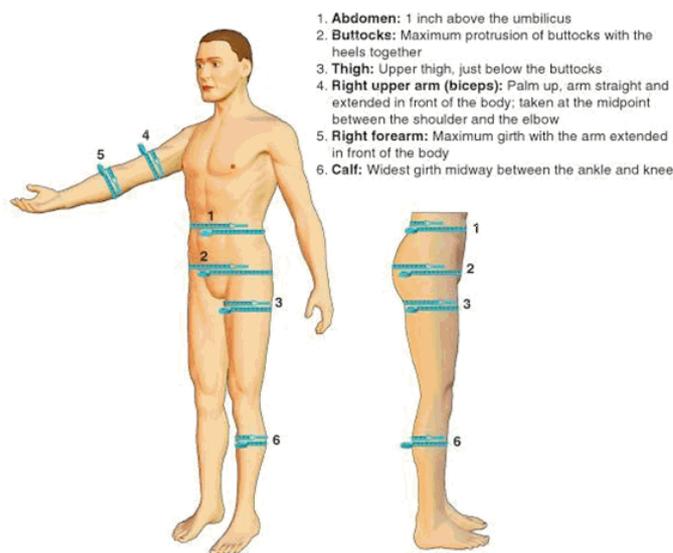


Abb. 3.7: Messpunkte für die Körperumfangsmessung (McArdle et al. 2009; S.748)

Die Messkriterien (Abb. 3.7) gelten für Frauen < 27 Jahren die Messpunkte 1, 3 & 5 und für Frauen ≥ 27 Jahren die Messpunkte 1, 3 & 6. Bei Männern < 27 Jahren gelten die Punkte 4, 1 & 5 und für Männer ≥ 27 Jahren 2, 1 & 5.

Alle weiteren wichtigen Abnahmekriterien siehe Appendix 6: S.156.

Die Abweichung über die Vorhersage des individuellen Körperfettanteils liegt bei generell +/- 2,5 bis 4%, gegenüber aufwändigen und lang andauernden

Referenzmethoden. Diese relativ niedrige Abweichung zeichnet das Messverfahren als sehr wirksam aus, ohne aufwändige labortechnische Anlagen zu verwenden (McArdle et al. 2009).

3.4.2.2. Hautfaltenmessung

Bei der Umrechnung vom Fettgehalt bestehen dutzende Umrechnungsformeln zur Bestimmung des Fettgehaltes. Ich habe mich für die Messformel von Jackson und Pollock nach dem 3-Sites Modell entschlossen:

Formel 3.1: Körperdichte der Frauen (Jackson et al. 1985)

$$\text{Körperdichte} = 1.089733 - 0.0009245(X3) + 0.0000025(X3)^2 - 0.0000979(X2)$$

X2 = Alter in Jahre X3 = Summe von Triceps, Suprailiacal und Abdomen

Formel 3.2: Körperdichte der Männer (Jackson et al. 1985)

$$\text{Körperdichte} = 1.1125025 - 0.0013125(X3) + 0.0000055(X3)^2 - 0.0002440(X2)$$

X2 = Alter in Jahre X3 = Summe von Brust, Triceps, en Subscapular

Dieses Modell ist das 2. neben einem weiteren 3-Sites Modell von Jackson und Pollock, die insgesamt rund 7 Messformeln zur Bestimmung der Körperdichte etabliert haben (Jackson et al. 1985, Ballor et al. 1989, Ball et al. 2004).

Der Gebrauch dieser Formel ermöglicht einen sehr geringen Aufwand und bringt die geringste Intimitätsberührung mit sich. Diese Messformel wurde in einigen Untersuchungen getestet und für valide befunden (Ball et al. 2004, Paijmans et al. 1992). Die Genauigkeit dieser Formel liegt im Vergleich mit Referenzmethoden bei einem Messfehler von 3,8% mit HD (Howley et al. 1997) und 3,2% mit DEXA (Ball et al. 2004).

Die Messung der Hautfaldendicke wurde am aufrechtstehenden Probanden an drei Referenzstellen durchgeführt, immer auf der rechten Seite des Körpers. Die Referenzstellen änderten sich je nach Geschlecht.



Abb. 3.8: Happender Skinfold Caliper (RH15 9LB) (Quelle unbekannt)

Die Erfassungen erfolgten mit einem *Happender Skinfold Caliper (RH15 9LB)* von der Firma Baty International, mit millimetergenauer Skalierung von 0 – 80mm. Dieses Messinstrument unterliegt der medizinischen Prüfung 93/42/EEC.

Die Messungen erfolgten unter Ausübung eines konstanten Drucks von 10 g/mm², der sich über eine Fläche von 20 bis 40 mm² ausbreitet. Mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand wurde die Hautfalte gefasst und 1 cm daneben mit dem *Caliper*, der sich in der rechten Hand befand, gemessen. Die Dicke der Hautfalte wurde von der 2mm Skalierung abgelesen und notiert. Jede Hautfalte wurde dreimal gemessen und daraus wurde dann der Durchschnittswert ermittelt.

3.3.3. Spirometrie



Abb. 3.9: Spirometer
(Quelle unbekannt)

Die Spirometrie ist eine Standarduntersuchung zur Prüfung der atemmechanischen Komponente der Lungenfunktion. Für die Überprüfung der Vitalkapazität wurde der Spirotest von Riester verwendet. Es ist ein medizinisches Produkt, das nach den Richtlinien 93/42/EWG hergestellt wurde und nach Angaben des Herstellers unter ständiger Qualitätskontrolle steht und der Überprüfung unterliegt (Riester 2010).

Der analoge Messbereich geht von 1000 bis 7000cm³.

Es gibt eine manuelle Handhabung. Beide passenden

Mundstückarten von Riester wurden verwendet. Für exakte Resultate sollte der Untersuchte ohne Unterbrechung innerhalb von 4-5 Sek. die max. eingeatmete Luft vollständig ausatmen.

Der Vorgang wurde 3x wiederholt, um mögliche Messfehler auszugleichen (Riester 2010).

Die jeweils ermittelten Werte wurden mit der zu erwartenden VC Formel für das jeweilige Geschlecht, Alter und der Körpergröße verglichen (siehe Abschnitt 2.3.2.2. S.39 ff.)

3.4.4. Software Praat

Die Software Praat ist konzipiert, um akustische Messungen und Analysen auf dem Gebiet der Stimme und Sprache vorzunehmen und ist für alle gängigen Betriebssysteme kostenlos zu erwerben. *Praat* arbeitet nach der Standardeinstellung nach der „waveform matching“ Analysemethode, anders als beispielsweise „Multi-Dimensional Voice Program (MDVP)“ von Kay Elemetrics®, das nach der „peak picking“ Methode arbeitet (Boersma 2009).

Dieses Programm wird mehr und mehr in wissenschaftlichen Projekten eingesetzt und zitiert ([1]Deliyski et al. 2005, [2]Deliyski et al. 2005, Kilic 2006).

Praat wurde am Institut für phonetische Wissenschaften der Universität Amsterdam entwickelt. Diese Software ermöglicht viele unterschiedliche Parameter, um Stimm- und Sprachanalysen auszuwerten. Es ist im Bereich der Stimmklinik ein brauchbares und starkes diagnostisches Mittel (De Bodt et al. 2008). Die Messungen mit *Praat* gelten auf vielen Gebieten als sehr zuverlässig und weniger anfällig bei zugefügtem Rauschen, als beispielsweise die Messungen mit *MDVP*. Diese Genauigkeit bei den Messungen von Jitter- und Shimmeranalysen ermöglicht *Praat* diese korrekt an spezifische Unregelmäßigkeiten in der Stimme zu verbinden (Boersma 2004).

Für diese Studie wurde *Praat* als Messinstrument für akustische Stimmqualitätsanalysen

verwendet, in denen die Parameter für AVQI [außer CPP(s)], DSI und die einzelnen Parameter mean F_0 , Jitter (local), Shimmer (local) und HNR benötigt wurden.

Praat selber wurde in einigen Untersuchungen einer Vergleichsprüfung unterzogen, die auch für diese Studie verwendeten Parameter wie F_0 , Jitter und Shimmer getestet wurden, und sie gelten als valide und zuverlässig (Maryn Y. et al. 2006, Amir et al. 2009, Boersma 2009).

Neben AVQI und der allgemeinen Tonanalyse auf /a/ wurde der RBH anhand der Tonaufnahme mit *Praat* bestimmt, sowie der DSI, der die Messparameter MPT und Jitter von der Auswertung durch *Praat* bekam.

3.4.5. Software Voice Profiler®

Der Voice Profiler® 4.2, der Firma Alphontron in Zusammenarbeit mit Peter Parbon, der Freien Universität Amsterdam, zählt zu den objektiven, geeichten Messapparaturen, die die Stimme



Abb. 3.10: Hardware Paket des VP®
(Quelle unbekannt)

sehr zuverlässig und valide verbildlichen kann. Es ist ein Komplettpaket, bestehend aus einer Hardware- und Softwarekomponente ab ca. 3900€. Als Hardware wird ein selbstkalibrierender Verstärker, ein Doppel-Headsetmikrofon, eine externe Soundkarte, ein Akkuaufwader für Blockbatterien, ein Batterietester und dazugehörige Kabel mitgeliefert. Die Software dient dazu, die akustischen Signale in eine graphische Sichtweise umzuwandeln, mit dem Ziel ausschließlich, die menschliche Stimme einzufangen und zu analysieren.

Hierfür hat der Voice Profiler® unterschiedliche Standards integriert, die sich von anderen Systemen unterscheiden. Ab der Version 4.0 werden 2 Mikrophone mitgegeben, die immer einen gleichbleibenden Abstand von der Geräuschquelle Mensch haben, da diese am Kopf mit Hilfe einer Bügelvorrichtung befestigt sind. Die Mikrophone haben verschiedene Abstände. Das Mikrofon, das näher am Mund ist (Abstand 3-5cm), sorgt für ein direktes und dichtes Auffangen der Stimmsignale, ohne viel Umgebungsgeräusche mit aufzunehmen. Das 2. Mikrofon (Abstand 30cm) sorgt für eine Stabilisierung der aufgenommenen Signale und vermeidet den Proximity Effekt.



Abb. 3.11: Mikrofonsystem VP®
(Quelle unbekannt)

Beim Proximity Effekt werden die tieferen Frequenzen lauter, je dichter das Mikrophon am Mund ist (Pabon 2007).

Desweiteren verfügt der Voice Profiler® über eine eigene Hardwarekomponente, die bei den meisten anderen Stimmanalysepaketen nicht mitgeliefert wurde. Die Hardware ist so abgestimmt, dass das System zwischen Software und Hardware sich automatisch selbst kalibriert, um so die Grundvoraussetzungen der Validität, der zu analysierenden Signale zu gewährleisten und die einzelnen Komponenten aufeinander einzustellen (Pabon 2007). Darauf folgt die manuelle Kalibrierung, die durch einen gehaltenen Laut der untersuchten Person erfolgen muss, um die 2 Mikrophone aufeinander optimal abzustimmen und nochmals das Untersuchungssystem zwischen Mundeinstellungen der Mikrophone am Untersuchten und der einzelnen Hardwarekomponenten zu überprüfen (Pabon 2007). Der Voice Profiler® wurde entwickelt, um ein Sprech-, Ruf- oder Singstimmfeld in Form eines Phonetogramms darzustellen. Ebenso sind Zusatzfunktionen möglich, wie die spektrographische Darstellung, die Jitter- & Shimmer Analyse und die Registerübergänge mit Hilfe des Crest-Faktors (Pabon 2007).

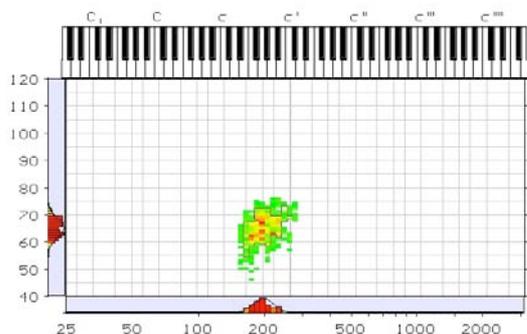


Abb. 3.12: Sprechstimmfeld im Voice Profiler®

Die allgemeine Darstellung wird in ein Koordinatensystem übertragen, in denen die Lautstärke (in dB auf der y-Achse) und die Frequenz (in Hz auf der x-Achse) in Form von Artefakten graphisch dargestellt werden (siehe Abb.3.12). Je nach Funktion, die der Voice Profiler anbietet, hat die Färbung eine unterschiedliche Bedeutung (Pabon 2007). Der Voice

Profiler sorgte in der Studie für die Kalibrierung von *Praat*, um die Intensitätseinstellung zu validieren und diente zur Überprüfung des absoluten Stimmumfangs der Dynamik, Melodik und der Ermittlung der mittleren Sprechstimmlage. Übrige Funktionen im Voice Profiler®, wie Jitter, Shimmer, Crestfactor oder spektrographische Analysen, wurden in dieser Studie nicht verwendet.

3.4.6. Software Speech Tool (Ztool)

Die Software Speech Tool oder auch Ztool von Hillenbrand et al. (1994) und Hillenbrand et al. (1996) ist für Windows Betriebssysteme auf der Homepage von James Hillenbrand (Hillenbrand 2008) kostenlos zu erwerben. Die neueste Version 1.65 ist von 2008 und wurde auch für diese Studie verwendet.

Das Programm dient dazu CPP und CPPs Werte von einem gehaltenen Vokal oder fortlaufender Sprache zu berechnen wie bei AVQI. Neben der Berechnung von CPP oder CPPs ist das Programm auch flexibel erweiterbar, ähnlich aber weitaus limitierter als die Software Praat. Weitere Funktion zur Berechnung der akustischen Stimmeelemente sind mit dem Programm möglich (Hillenbrand 1994), aber diese werden in dieser Studie nicht näher beschrieben.

3.4.7. Phonetisch ausbalancierter Text „Der Nordwind und die Sonne“

Der phonetisch ausbalancierte Text ermöglicht eine angemessene und reproduzierbare Heiserkeitserkennung, in dem der Heiserkeitseindruck angemessen wiedergegeben wird.

Um die Heiserkeit zu verifizieren, sind die wichtigsten hörbaren Indikatoren die Vokale, jedoch keine Konsonanten.

Der Heiserkeitseindruck kann dadurch auch variieren, wie häufig solche Laute vertreten sind. Bei phonetisch ausbalancierten Texten wird eine repräsentative und gut abgesicherte Aussage zur typischen Lautverteilung im Deutschen wiedergegeben und es wird auch ein ausgewogener Heiserkeitseindruck ermöglicht ([2]Nawka et al. 2006).

Der phonetisch ausbalancierte Text „Der Nordwind und die Sonne“ besteht aus 113 Wörtern und erfordert eine Lesezeit von ca. 45-60 Sekunden ([2]Nawka et al. 2006).

Für die Beurteilung der Stimme sind 3 klangtypische Merkmale mit ihren Lautklassen relevant: die Vokale, die Nasale und die Frikative.

Bei den Vokalen sind es hauptsächlich solche mit flacher Zungenlage: wie das lange, dunklere /a/ und kurze, hellere /a/, oder mit Hebung der Zungenlage im Vorderzungenbereich ohne Lippenrundung: wie beim langen, geschlossenen /e/ und /i/, beim kurzen offenen /e/ und /i/, sowie beim langen offenen /ä/. Bei diesen Vokalen ist die Heiserkeit besonders gut wahrzunehmen ([2]Nawka et al. 2006).

Die nasalen Laute sind für die akustischen sprechtypischen Klangmerkmale verantwortlich, da sich die Form der Nasenräume kaum ändert.

Die frikativen Laute wie /ch1/, /ch2/, /f/, /sch/, /s/, /r/ und /h/ sind entscheidend für den Geräuscheinindruck beim Hören eines Textes ([2]Nawka et al. 2006).

Tabelle 3.7: Häufigkeiten von Lautgruppen und erwartete Häufigkeiten (in Klammern) in verschiedenen deutschen Texten, die zur Stimmbeurteilung herangezogen werden ([2]Nawka et al. 2006; S.12)

	relevante Vokale	Nasale	Frikative
Krönungstag	80 (75,6)	53 (55,7)	29 (30,8)
Nordwind und Sonne	106 (105,9)	84 (78,0)	37 (43,1)
Hänsel und Gretel	105 (108,7)	75 (80,1)	53 (44,2)
Unser Garten	112 (112,9)	85 (83,2)	45 (45,9)
“Deutscher Text”	107 (102,8)	57 (71,3)	54 (43,9)

3.5. Verlaufsprotokoll

3.5.1. Untersuchungsverlaufsprotokoll der Probanden in der Hauptstudie

Bevor die Messungen am Probanden erfolgten, mussten einige Punkte berücksichtigt werden, die eine zuverlässige und valide Überprüfung gewährleisten:

- A) Die Raumlautstärke darf nicht $\geq 45\text{dB(C)}$ sein. Gemessen wird diese mit einem dB Messer von Monacor® SM-2 (siehe Abb. 3.13), da ansonsten die Kalibrierungseinstellung der Software Praat nicht zuverlässig ist.
- B) Bevor mit den Messungen begonnen wurde, musste nachgefragt werden, ob die 7 Tagesuntersuchungskriterien (siehe Abschnitt 3.2.4. S.57 ff.) eingehalten worden sind. Die Messungen fanden nur in einem Zeitraum von 9 Uhr bis 16 Uhr statt.
- C) Es wurde darum gebeten, alle elektronischen Geräte z.B. Handy während des gesamten Untersuchungszeitraumes auszuschalten, damit die Strahlung des Handys den Verstärker des Mikrophons nicht beeinträchtigte und somit die Auswertungsdaten veränderte.
- D) Alle Stimmessungen wurden im Stehen durchgeführt.
- E) Alle Stimmaufnahmen wurden mit dem Voice Profiler® Version 4.2., der Software Praat 5.135 und dem dazugehörigen Zubehör durchgeführt.



Abb. 3.13:
Monacor® SM-2
(Quelle unbekannt)

Der Ablauf erfolgte immer in der gleichen Reihenfolge. Zuerst wurden die biometrischen Parameter (Körpergewicht, Fettgehalt und Körpergröße) bestimmt, dann die Vitalkapazität mit dem Spirometer, die mittlere Sprechstimmlage mit dem Voice Profiler®, die maximale

Phonationszeit mit *Praat*, der AVQI Satz mit *Praat*, die Aufnahme des phonetisch ausbalancierten Textes „Der Nordwind und die Sonne“ in *Praat* und der melodische und dynamische Stimmumfang mit dem Voice Profiler®.

Weitere Details über den Abnahmeverlauf am Probanden mit wichtigen Hinweisen und Berücksichtigungen siehe Appendix 6: S.153 ff.

3.5.2. Verlaufsprotokoll für die Stimmbewerter der Hauptstudie

In der Hauptstudie wurde auch mit dem RBH- Skala gearbeitet. Um eine valide und breitere Aussage über die perzeptuelle Beschaffenheit der beschreibenden Stimmqualität in der Spontansprache zu erhalten, bewerteten 3 erfahrene männliche Logopäden den gesprochenen Text der Probanden „Der Nordwind und die Sonne“.

Alle 3 Bewerter haben langjährige klinische Erfahrungen im Bereich Stimmdiagnostik (Mittelwert= 18,2 Jahre Median= 20,0 Jahre; Umfang= 9 bis 25,5 Jahre) mit Kenntnis über die Nutzung der ordinalen RBH- Skala.

Alle Bewerter bewerteten die Sprachaufzeichnungen einzeln in Räumen aus, die leiser als 40dB(A) waren; gemessen mit dem dB-Messer von Monacor® SM-2.

Die zu bewertenden Stimmen wurden über eine externe Soundkarte von Creative Soundblaster x-fi 5.1. USB mit Lautsprecherboxen von Speedlink Bravo Stereo Sound System SL-8143-SSV abgespielt. Die Stimmbeispiele wurden den Bewertern randomisiert angeboten.

Bevor die eigentliche Bewertung erfolgte, wurde allen 3 Bewertern zu Beginn 16 Ankerstimmen vorgespielt. Diese Ankerstimmen bestanden aus 8 unterschiedlichen Frauen- und 8 unterschiedlichen Männerstimmen mit steigendem ordinalen Heiserkeitsgrad von 0-3. Bei beiden Geschlechtern wurde auch nochmal zwischen den Komponenten „rau“ und „behaucht“ unterschieden. Jede Ankerstimme bestand aus einem Satzteil und einem /a/ von 3 Sek.

Die Festlegung der Ankerstimmen erfolgte durch das Bewerterpanel aus der Studie von [4]Maryn et al. (2010). Jeder dieser Bewerter aus dem Panel musste denselben Schweregrad feststellen, um dann diese Stimme als Ankerstimme für diese Studie zu benutzen.

Die Bedeutung und Wichtigkeit durch den Einsatz von Ankerstimmen basiert auf mehreren Studien. Man kommt zum Schluss, dass der Einsatz von Ankerstimmen eine höhere Zuverlässigkeit der einzelnen Bewerter untereinander schafft und die allgemeine Zuverlässigkeit für die Bewertung erhöht ([1]Chan et al. 2002, [2]Awan et al. 2009, Eadie et al. 2011).

3.5.3. Untersuchungsverlaufsprotokoll der Probanden der Teilstudie/Parallelstudie

Bevor die Messungen am Probanden erfolgten, mussten einige Punkte berücksichtigt werden, die eine zuverlässige und valide Überprüfung gewährleisten. Diese Punkte, waren dieselben wie unter 3.4.1., bis auf den Punkt B.

Der Ablauf erfolgte immer in der selben Reihenfolge für die Probanden in der Teilstudie, die auch dann für die Parallelstudie aufgenommen wurden. Zuerst wurden die mittlere Sprechstimmlage über die Erzählform der logischen Geschichte (Bildergeschichte) überprüft und direkt im Anschluss die mittlere Sprechstimmlage über die freie Spontansprache (Wegbeschreibung, Rezept). Beide Verfahrensweisen wurden mit dem Voice Profiler® aufgenommen. Zuletzt wurden die 2 Elemente für die AVQI Analyse aufgenommen mit *Praat*. Weitere Details über den Abnahmeverlauf am Probanden mit wichtigen Hinweisen und Berücksichtigungen siehe Appendix 7: S.164 ff.

3.5.4. Verlaufsprotokoll für die Stimmbewerter der Teilstudie

Für die Normierung und die Überprüfung der Validität des AVQI's ins Deutsche bestanden die zu analysierenden Stimmsignale jeweils aus den ersten 14 Wörtern des Textes vom „Nordwind und die Sonne“ und ein darauffolgendes gehaltenes /a/ von 3 Sek. (siehe Appendix 8: S.168 ff.).

Die Stimmsignale beurteilten 9 erfahrene Logopädinnen und 3 erfahrene Logopäden, die spezialisiert im Bereich der perzeptuellen Stimmdiagnostik sind (Mittelwert= 16,0 Jahre Median= 12,0 Jahre; Umfang= 1,5 – 35,0 Jahre).

Die Beurteilung der Stimmsignale fand in Räumen mit einer Lautstärke < 40dB(A) statt, gemessen mit dem dB-Messer von Monacor® SM-2. Die zu beurteilenden Stimmen wurden über eine externe Soundkarte von Creative Soundblaster x-fi 5.1. USB mit Lautsprecherboxen von Speedlink Bravo Stereo Sound System SL-8143-SSV abgespielt.

Sie bewerteten die Stimmen nach der ordinalen RBH-Skala, in der nur das H von RBH ausgewertet wurde. Die Stimmbeispiele wurden den Beurteilern randomisiert angeboten. Bevor jedoch die Beurteilung erfolgte, unterzog sich jeder Beurteiler 16 Ankerstimmen, die am Anfang und nach jedem 20. Stimmsignal vorgespielt wurden. Die Ankerstimmen bestanden aus 8 unterschiedlichen Frauen- und 8 unterschiedlichen Männerstimmen, jeweils vom Schweregrad 0-3 nach der ordinalen Einteilung.

Bei beiden Geschlechtern wurde auch nochmal zwischen den Komponenten „rau“ und „behaucht“ unterschieden. Jede Ankerstimme bestand aus einem Satzteil und einem gehaltenem /a/ von 3 Sek. Die 12 Beurteiler hatten somit optimale Bedingungen, die Ankerstimmen auf die deutschen Stimmsignale zu übertragen.

Die Festlegung der Ankerstimmen erfolgte durch das Beurteilerpanel aus der Studie von [4]Maryn et al. (2010). Jeder dieser Beurteiler aus dem Panel musste denselben Schweregrad feststellen, um dann diese Stimme als Ankerstimme für diese Studie zu benutzen.

Die Bedeutung und Wichtigkeit durch den Einsatz der Ankerstimmen basiert auf mehreren Studien. Man kommt zum Schluss, dass der Einsatz von Ankerstimmen eine höhere Zuverlässigkeit der einzelnen Beurteiler untereinander schafft und die allgemeine Zuverlässigkeit für die Beurteilung erhöht ([1]Chan et al. 2002, [2]Awan et al. 2009, Eadie et al. 2011).

4. Auswertung

Die gesamten statistischen Auswertungen und Grafiken der deskriptiven Statistik, Korrelations-, Hypothesentests und ROC-Bestimmung erfolgte mit der Software PASW Version 18. Zur Hilfe gab es auch noch unter Appendix 10 S. eine Erklärung zur Interpretation aller möglichen Arten von Tabellen und Grafik, die in der Studie vorkamen.

4.1. Statistische Auswertung der Hauptstudie

4.1.1. Probandendarstellung

Für die Studie erklärten sich insgesamt 129 Probanden bereit teilzunehmen. Mit Hilfe eines Fragebogens (siehe Abschnitt 9.1.2. & 9.1.3. S.183 ff.) wurden Gewohnheiten, Krankheiten, Medikamenteneinnahme und das Auftreten von Reflux erfragt. Es erfolgte somit ein erstes Ausselektieren nach den Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Abschnitt 3.2.2. und 3.2.3. S.41 ff.). Dadurch wurden 77 Probanden von der Studie ausgeschlossen. Auf Grund der Gewichtsmessungen vom BMI und Fettgehalt sind 3 weitere Probanden ausgeschlossen worden, die der Einteilung nach Meeuwse et al. (2010) nicht entsprachen (siehe Abschnitt 3.4.1. S.62). 10 Probanden sind nicht zum Untersuchungstermin erschienen und haben ihre Teilnahme an der Studie nicht einlösen können. Um eine deutlichere Abgrenzung zwischen den einzelnen Gruppen zu haben, beschloss ich, die Probanden auszuschließen, die einen BMI mit entsprechendem Fettgehalt von 18,50 bis 19,50 hatten. Der Grund hierfür war, dass nur 1 Proband mit einer diagnostizierten Anorexia nervosa mit mäßigem Untergewicht - nach den Studienaufgaben - in die Untergewichtsgruppe aufgenommen worden ist. Die

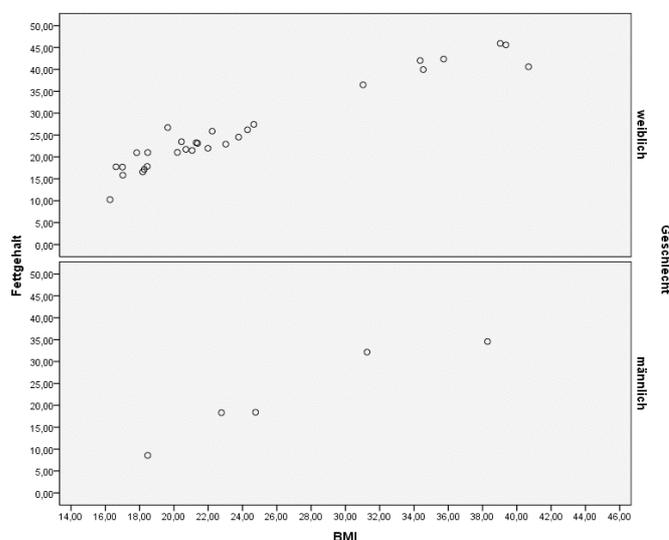


Fig. 4.1: Geschlechtliche Probandenverteilung nach dem BMI und Fettgehalt, N=34

restlichen Probanden hatten in dieser Gruppe größtenteils nur ein leichtes Untergewicht (nach der WHO Einteilung). Die statistische Verteilung zwischen der Normal- und der Untergewichtsgruppe würde somit zu dicht beieinander liegen, wenn die Probanden der Normalgewichtsgruppe mit einem BMI ab 18,50 aufgenommen würden. Auf Grundlage dieser Ein-

schränkung wurden somit 5 weitere Probanden ausgeschlossen. Zwischen der Normal- und Adipositas-gruppe war diese Art der Anpassung nicht nötig, da die Übergewichtigen (BMI 25,00-29,99) nicht untersucht worden sind und somit eine größere Distanz von Normalgewichts- und Adipositasgruppe bestand. Letztendlich wurden 34 Probanden untersucht (siehe Fig. 4.1), davon waren es 29 Frauen und 5 Männer. Diese verteilten sich auf 10 Probanden in der Untergewichts-, 15 Probanden in der Normalgewichts- und 9 Probanden in der Adipositasgruppe.

Tabelle 4.1: Gruppenverteilung der Frauen nach Alter

♀ Alter (Jahre)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	9	18,9	18,0	2,0	17	22
Normalgewicht	13	21,4	21,0	4,1	17	28
Adipositas	7	24,6	22,0	4,7	20	31

Tabelle 4.2: Gruppenverteilung der Männer nach Alter

♂ Alter (Jahre)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	18,0	18,0	-	-	-
Normalgewicht	2	20,5	20,5	3,5	18	23
Adipositas	2	26,0	26,0	4,2	23	29

Tabelle 4.3: Körpergrößenverteilung in Meter in den Gewichtsgruppen der Frauen

♀ Körpergröße (m)					95% Konfidenzintervall			
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze	Min.	Max.
Untergewicht	9	1,677	1,650	0,059	1,632	1,722	1,590	1,760
Normalgewicht	13	1,648	1,655	0,056	1,614	1,682	1,544	1,723
Adipositas	7	1,674	1,648	0,082	1,597	1,751	1,564	1,768

Tabelle 4.4: Körpergewichtsverteilung in Kilogramm in den Gewichtsgruppen der Frauen

♀ Körpergewicht (kg)					95% Konfidenzintervall			
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze	Min.	Max.
Untergewicht	9	49,57	46,40	4,94	45,77	53,36	44,30	57,20
Normalgewicht	13	59,50	58,90	5,62	56,10	62,90	52,10	69,60
Adipositas	7	102,16	103,90	13,74	89,45	114,86	81,00	122,80

Tabelle 4.5: BMI Verteilung in Kilogramm pro Quadratmeter in den Gewichtsgruppen der Frauen

♀ BMI (kg/m ²)					95% Konfidenzintervall			
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze	Min.	Max.
Untergewicht	9	17,57	17,83	0,85	16,92	18,22	16,27	18,47
Normalgewicht	13	21,90	21,38	1,60	20,92	22,87	19,64	24,66
Adipositas	7	36,39	35,73	3,44	33,21	39,57	31,03	40,68

Tabelle 4.6: Fettgehaltsverteilung in Prozent in den Gewichtsgruppen der Frauen

♀ Fettgehalt% (Total)					95% Konfidenzintervall			
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze	Min.	Max.
Untergewicht	9	17,22	17,67	3,16	14,79	19,65	10,24	20,99
Normalgewicht	13	23,82	23,25	2,13	22,53	25,11	21,02	27,43
Adipositas	7	44,84	42,01	3,29	38,79	44,89	36,46	45,92

Tabelle 4.7: Körpergrößenverteilung in Meter in den Gewichtsgruppen der Männer

♂ Körpergröße (m)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	1,778	1,778	-	-	-
Normalgewicht	2	1,768	1,768	0,011	1,760	1,775
Adipositas	2	1,741	1,741	0,006	1,736	1,745

Tabelle 4.8: Körpergewichtsverteilung in Kilogramm in den Gewichtsgruppen der Männer

♂ Körpergewicht (kg)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	58,40	58,40	-	-	-
Normalgewicht	2	73,65	73,65	6,15	69,30	78,00
Adipositas	2	105,40	105,40	15,84	94,20	116,60

Tabelle 4.9: BMI Verteilung in Kilogramm pro Quadratmeter in den Gewichtsgruppen der Männer

♂ BMI (kg/m ²)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	18,47	18,47	-	-	-
Normalgewicht	2	23,77	23,77	1,41	22,77	24,76
Adipositas	2	34,78	34,78	4,97	31,26	38,29

Tabelle 4.10: Fettgehaltsverteilung in Prozent in den Gewichtsgruppen der Männer

♂ Fettgehalt% (Total)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	8,56	8,56	-	-	-
Normalgewicht	2	18,37	18,37	0,06	18,32	18,41
Adipositas	2	33,36	33,36	1,70	32,15	34,56

Im Bereich der zulässigen Parameter, die die Probanden für die Teilnahme haben durften (siehe Abschnitt 3.2.2. und 3.2.3. S.41 ff.) wie das Extrauchen, die RSI-Werte für die Refluxwahrscheinlichkeit, die Sportaktivitäten, der Alkoholkonsum, Einfluss zulässiger chronischer Krankheiten mit möglichem Einfluss auf die Stimme, das Spielen eines Blasinstrumentes oder gesungen zu haben, der Zeitraum des Untersuchungsbeginns (9.00 bis 16.00Uhr) und für Frauen der Gebrauch der Pille, wurden nach signifikanten Unterschieden (Kruskal-Wallis-Test) zwischen den Gewichtsgruppen verglichen.

Die Auswertung zeigte, dass es lediglich einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gewichtsgruppen bei den RSI Werten gab (siehe Tabelle 4.12). Mit Hilfe des Man-Witney-U-Tests unterschieden sich nur die Untergewichtsgruppe mit der Adipositasgruppe in den RSI-Werten signifikant voneinander ($Z = -3,193$; $p = ,001$).

Alle anderen Parameter wiesen keinen statistisch signifikanten Unterschied auf (siehe Tabelle 4.11 und Tabelle 4.12).

Tabelle 4.11: Probandenanzahl nach den Gewichtsgruppen und Parametern

Parameter	Untergewicht	Normalgewicht	Adipositas	p-Wert
Exraucher	- N=10	2 (13%) N=15	1 (11%) N=9	,080
Chronische Krankheiten mit möglichem Einfluss auf die Stimme	2 (20%) N=10	1 (6%) N=15	4 (44%) N=9	,092
Chronische Krankheiten, mit möglichem Einfluss auf die Stimme - am Untersuchungstag vertreten - unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien	1 (10%) N=10	- N=15	1 (11%) N=9	,441
Blasinstrument gespielt	1 (10%) N=10	2 (13%) N=15	1 (11%) N=9	,967
Gesungen	- N=10	4 N=15	2 N=9	,221
Gebrauch der Pille	6 (66%) N=9	8 (62%) N=13	1 (14%) N=7	,296

Tabelle 4.12: Probandeninformation der einzelnen Gewichtsgruppen nach Parametern

Parameter	Untergewicht (N=10)	Normalgewicht (N=15)	Adipositas (N=9)	p-Wert
Alkoholkonsum in g/L pro Woche	14,98 (22,5)	22,56 (24,8)	5,91 (6,7)	,379
RSI-Werte für die Refluxwahrscheinlichkeit	1,5 (1,1)	3,4 (2,7)	5,6 (3,7)	,010*
Sporteinheit pro Woche	1,8 (0,8)	1,4 (0,9)	1,6 (1,0)	,740
Untersuchungsbeginn (24Std.)	12:34 (1:39)	13:16 (2:06)	13:53 (1:52)	,274

Die Angaben der Parameter sind Mittelwerte und in Klammern die SD

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

4.1.2. Interbeurteilerzuverlässigkeit der 3 Beurteiler

Für die Interbeurteilerzuverlässigkeit wurden die statistischen Tests *Kappa* und *Intraclaas Correlation Coefficient* (ICC) verwendet. Die 3 Skalen des RBH- Systems wurden jeweils einzeln von den Beurteilern miteinander verglichen. Insgesamt war die Beurteilungszuverlässigkeit nach Kappa unter den 3 Beurteilern im Schnitt dürftig bis moderat [(K= 0,05 bis 0,553) siehe De Bodt M. et al. (1997)], vor allem im Bereich der Rauigkeit gab es die schlechteste und bei der Behauchtheit die beste Übereinstimmung (siehe Tabelle 4.13). Beim ICC zeichnete sich eine ähnlich mäßige Zuverlässigkeit (ICC < 0,75) unter den Beurteilern ab (siehe Tabelle 4.14). Die Tabellen geben Aufschluss wie die Beurteiler (Rater) jeweils zueinander abgeschnitten

haben sowie am Ende eine Durchschnittliche wie gesamte (beim ICC) Beurteilungszuverlässigkeit eines jeden Beurteilers.

Tabelle 4.13: Interbeurteilerzuverlässigkeit nach Kappa für die RBH-Skala

Heiserkeit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,424	0,354
Rater 2	0,424	-	0,296
Rater 3	0,354	0,296	-
Mittelwert	0,389	0,36	0,325
Rauigkeit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,251	0,015
Rater 2	0,251	-	0,084
Rater 3	0,015	0,084	-
Mittelwert	0,133	0,168	0,05
Behauchtheit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,248	0,653
Rater 2	0,248	-	0,452
Rater 3	0,653	0,452	-
Mittelwert	0,451	0,350	0,553

Tabelle 4.14: Interbeurteilerzuverlässigkeit nach ICC für die RBH-Skala

Heiserkeit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,472	0,357
Rater 2	0,472	-	0,346
Rater 3	0,357	0,346	-
ICC gesamt = 0,401			
Rauigkeit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,262	0,023
Rater 2	0,262	-	0,163
Rater 3	0,023	0,163	-
ICC gesamt = 0,169			
Behauchtheit	Rater 1	Rater 2	Rater 3
Rater 1	-	0,279	0,660
Rater 2	0,279	-	0,483
Rater 3	0,660	0,483	-
ICC gesamt = 0,438			

4.1.3. Statistische Stärke der Messparameter

Bei den biometrischen Messparametern wiesen alle Parameter eine sehr hohe Korrelation mit einem sehr hohen Signifikanzniveau ($p < 0,01$) auf, lediglich die Körpergröße [Größe (m)] hatte geringfügige Korrelationen auf keinem Signifikanzniveau innerhalb aller biometrischer Parameter (siehe Tabelle 4.15). Dies erklärt sich auf Grund der Einteilung und der Suche nach extremen Gewichtsvariationen, bei der die Körpergröße nahezu konstant war in allen Gewichtgruppen beiderlei Geschlechts, somit spielte diese auch keine Rolle.

Wie auch in dieser Studie gab es eine sehr starke Korrelation von $r = 0,936$ zwischen den 2 Fettgehaltmessungen (Umfangs- und Hautfaltenmessung), die wie bei Hegde SS. et al. (1996) auch gefunden wurde ($r = 0,90$ bis $r = 0,95$).

Tabelle 4.15: Korrelation aller biometrischen Messparameter nach Pearson

Biometrische Messparameter		Gewicht (kg)	Größe (m)	BMI (kg/m ²)	Fettgehalt % total	Fettgehalt % Umfangsmessung	Fettgehalt % (Hautfalten)
Gewicht (kg)	Korrelation n. Pearson	1	,322	,962**	,883**	,890**	,843**
	Signifikanz (2-seitig)		,055	,000	,000	,000	,000
	N	34	34	34	34	34	34
Größe (m)	Korrelation n. Pearson		1	,075	,011	,030	-,011
	Signifikanz (2-seitig)			,674	,949	,867	,951
	N		34	34	34	34	34
BMI (kg/m ²)	Korrelation n. Pearson			1	,928**	,928**	,896**
	Signifikanz (2-seitig)				,000	,000	,000
	N			34	34	34	34
Fettgehalt % total	Korrelation n. Pearson				1	,986**	,981**
	Signifikanz (2-seitig)					,000	,000
	N				34	34	34
Fettgehalt % Umfangsmessung	Korrelation n. Pearson					1	,936**
	Signifikanz (2-seitig)						,000
	N					34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

Die akustischen Stimmqualitätsparameter wiesen untereinander fast alle signifikante Zusammenhänge auf (Tabelle 4.16). Lediglich der DSI hatte nur mit dem Parameter CPP einen signifikanten Zusammenhang. Selbst der enthaltene Parameter Jitter (local) im DSI gab es nur eine geringe Korrelation ($r = -0,219$). Der DSI hatte auch insgesamt die niedrigste Korrelation mit allen anderen Parametern von $r = -0,011$ bis $r = 0,370$.

Beim AVQI waren die enthaltenen Parameter (shimmer local; shimmer local, dB; HNR und CPPs) alle auf Signifikanzniveau, wobei der wichtigste Parameter in AVQI, CPPs, auch die höchste Korrelation erreichte.

Der HNR war der einzige, der durchgehend mit den akustischen Messparametern bedeutsame Korrelationen von $r > 0,60$ erreichte (Tabelle 4.16).

Die Korrelation der einzelnen Jitter- und Shimmer Parameter zeigten untereinander fast perfekte Korrelationen, jedoch korrelierten alle einzelnen Jitter und Shimmer Parameter oftmals nur leicht miteinander ($r > 0,30$) (Tabelle 4.16).

Als stärkster Messparameter bei den Stimmqualitätsparametern korrelierte der HNR im Vergleich zu allen anderen akustischen Parametern am höchsten (Tabelle 4.16).

Die perzeptuellen und akustischen Parameter hatten schwache Korrelation zueinander ($r = -0,002$ bis $r = 0,230$). Selbst die perzeptuellen Parameter untereinander hatten leichte Korrelationen, jedoch auf Signifikanzniveau. Lediglich die Behauchtheit korrelierte hoch mit der Heiserkeit $r = 0,789$ (Tabelle 4.16).

Tabelle 4.16: Korrelation zu den akustischen Stimmqualitätsparametern nach Pearson

Stimmqualitäts- messparameter I		Jitter (local)	Jitter (rap)	Jitter (ppq5)	Shimmer (local)	Shimmer (local, dB)	Shimmer (apq11)	HNR (dB)	CPP (dB)	CPPs (dB)
AVQI	Korrelation n. Pearson	,355*	,365*	,389*	,380*	,382*	,302	-,622**	-,671**	-,734**
	Signifikanz (2-seitig)	,039	,034	,023	,027	,026	,083	,000	,000	,000
	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Jitter (local)	Korrelation n. Pearson	1	-,994**	,974**	,542**	,545**	,500**	-,662**	-,379*	-,550**
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,000	,001	,001	,003	,000	,027	,001
	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Jitter (rap)	Korrelation n. Pearson		1	,952**	,519**	,522**	,457**	-,631**	-,386*	-,574**
	Signifikanz (2-seitig)			,000	,002	,002	,007	,000	,024	,000
	N		34	34	34	34	34	34	34	34
Jitter (ppq5)	Korrelation n. Pearson			1	,608**	,610**	,581**	-,720**	-,403*	-,551**
	Signifikanz (2-seitig)				,000	,000	,000	,000	,018	,001
	N			34	34	34	34	34	34	34
Shimmer (local)	Korrelation n. Pearson				1	1,000**	,956**	-,636**	-,363*	-,406*
	Signifikanz (2-seitig)					,000	,000	,000	,035	,017
	N				34	34	34	34	34	34

Shimmer (local, dB)	Korrelation n. Pearson					1	,956**	-,640**	-,366*	-,409*
	Signifikanz (2-seitig)						,000	,000	,033	,016
	N					34	34	34	34	34
Shimmer (apq11)	Korrelation n. Pearson						1	-,615**	-,336	-,290
	Signifikanz (2-seitig)							,000	,052	,096
	N					34	34	34	34	34
HNR (dB)	Korrelation n. Pearson							1	,596**	,563**
	Signifikanz (2-seitig)								,000	,001
	N							34	34	34
CPP (dB)	Korrelation n. Pearson								1	,712**
	Signifikanz (2-seitig)									,000
	N								34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

Tabelle 4.17: Korrelation zu den perceptuellen Stimmqualitätsparametern nach Spearman

Stimmqualitätsmessparameter II		H von RBH	R von RBH	B von RBH	DSI
AVQI	Korrelation n. Spearman	,173	-,037	,242	-,011
	Signifikanz (2-seitig)	,327	,836	,168	,951
	N	34	34	34	34
Jitter (local)	Korrelation n. Spearman	-,038	-,162	-,002	-,283
	Signifikanz (2-seitig)	,832	,360	,991	,175
	N	34	34	34	34
Jitter (rap)	Korrelation n. Spearman	-,066	-,147	-,015	-,215
	Signifikanz (2-seitig)	,713	,408	,934	,233
	N	34	34	34	34
Jitter (ppq5)	Korrelation n. Spearman	-,034	-,166	-,008	-,301
	Signifikanz (2-seitig)	,851	,348	,963	,084
	N	34	34	34	34
Shimmer (local)	Korrelation n. Spearman	,236	-,075	,194	-,064
	Signifikanz (2-seitig)	,179	,673	,272	,718
	N	34	34	34	34
Shimmer (local, dB)	Korrelation n. Spearman	,230	-,079	,186	-,059
	Signifikanz (2-seitig)	,191	,658	,291	,742
	N	34	34	34	34

Shimmer (apq11)	Korrelation n. Spearman	,251	-,096	,173	-,103
	Signifikanz (2-seitig)	,152	,591	,329	,562
	N	34	34	34	34
HNR (dB)	Korrelation n. Spearman	-,230	,165	-,131	,294
	Signifikanz (2-seitig)	,191	,352	,459	,092
	N	34	34	34	34
CPP (dB)	Korrelation n. Spearman	-,173	,024	-,134	,370*
	Signifikanz (2-seitig)	,327	,892	,451	,031
	N	34	34	34	34
CPPs (dB)	Korrelation n. Spearman	,021	,066	-,134	,024
	Signifikanz (2-seitig)	,907	,712	,451	,892
	N	34	34	34	34
H von RBH	Korrelation n. Spearman	1	,434*	,789**	,093
	Signifikanz (2-seitig)		,010	,000	,599
	N	34	34	34	34
R von RBH	Korrelation n. Spearman		1	,399*	,097
	Signifikanz (2-seitig)			,020	,584
	N		34	34	34
B von RBH	Korrelation n. Spearman			1	,146
	Signifikanz (2-seitig)				,411
	N			34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

Bei den Stimmleistungsmessparametern ergaben sich nur Korrelationen mit signifikantem Zusammenhang bei den Frequenzparametern. Die mittlere Sprechstimmlage [F_0 (hz)] und der Tonhöhenumfang in Semitönen/Oktaven [Semitöne (total), Oktaven (total)] hatten beide signifikante Zusammenhänge mit dem höchsten [F-high (hz)] und tiefsten [F-low (hz)] Ton.

F_0 hatte mit F-low die höchste Korrelation ($r= 0,729$) in der Zusammenstellung von allen Stimmleistungsparametern. Hierbei wurde die Korrelation von Semitönen (total) und Oktaven (total) ausgeklammert, da es die selben Werte beinhaltet und nur eine andere Darstellungsform war (siehe Tabelle 4.18).

Bei den Intensitätsparametern I-max und I-min ergaben sich untereinander und zwischen allen Frequenzparametern schwache Korrelationen ($r= -0,05$ bis $r= -0,248$) sowie kein Signifikanzniveau (siehe Tabelle 4.18).

Tabelle 4.18: Korrelation zu den Stimmleistungsparametern nach Pearson

Stimmleistungsmessparameter		F ₀ (hz)	Semitöne total	Oktaven total	I-max (dB)	I-min (dB)	F-high (hz)	F-low (hz)
F ₀ (hz)	Korrelation n. Pearson	1	-,220	-,219	-,248	,013	,501**	,729**
	Signifikanz (2-seitig)		,211	,213	,158	,940	,003	,000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Semitöne total	Korrelation n. Pearson		1	1,000**	,085	-,006	,600**	-,508**
	Signifikanz (2-seitig)			,000	,634	,973	,000	,002
	N		34	34	34	34	34	34
Oktaven total	Korrelation n. Pearson			1	,085	-,007	,601**	-,507**
	Signifikanz (2-seitig)				,632	,971	,000	,002
	N			34	34	34	34	34
I-max (dB)	Korrelation n. Pearson				1	,153	-,036	-,024
	Signifikanz (2-seitig)					,386	,838	,892
	N				34	34	34	34
I-min (dB)	Korrelation n. Pearson					1	-,067	-,005
	Signifikanz (2-seitig)						,705	,979
	N					34	34	34
F-high (hz)	Korrelation n. Pearson						1	,311
	Signifikanz (2-seitig)							,074
	N						34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

Bei den aerodynamischen Messungen zeigte sich eine durchschnittlich schwache bis mässige Korrelation bei denen nur der Phonationsquotient (PQ) mit der MPT und VC bedeutsame Korrelationen aufwies. Jedoch lagen alle Korrelationen auf sehr hohem Signifikanzniveau. Der Grund der Korrelationshäufigkeit von PQ war, dass er sich aus den Parametern VC und MPT zusammensetzt. Der MPT korrelierte mit keinem der anderen Parameter und hatte auch kein statistisches Signifikanzniveau zwischen den anderen Parametern (siehe Tabelle 4.19).

Tabelle 4.19: Korrelation aller aerodynamischen Messparameter nach Pearson

Aerodynamische Messparameter		VC (ml)	eVC (ml)	MPT (Sek.)	PQ
VC (ml)	Korrelation n. Pearson	1	,659**	,119	,596**
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,502	,000
	N	34	34	34	34
eVC (ml)	Korrelation n. Pearson		1	,036	,433*
	Signifikanz (2-seitig)			,839	,011
	N		34	34	34
MPT (Sek.)	Korrelation n. Pearson			1	-,680**
	Signifikanz (2-seitig)				,000
	N			34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

4.1.4. Auswertung der Stimmqualitätsparameter zu den Gewichtsgruppen

Für die statistische Auswertung der einzelnen Stimmqualitätsparameter wurde der unabhängige Paartest „Man-Witney-U-Test“ angewendet (siehe Tabelle 4.17 Tabelle 4.18). Hierbei sollte die Signifikanz der Gewichtsgruppen untereinander ermittelt werden. Dieser nicht-parametrische Test ergab sich aus der geringen Probandenzahl innerhalb der Gruppen ($N < 30$) und somit entfiel der Normalverteilungstest aufgrund der statistischen Stärke (Portney et al. 2000).

Alle gemessenen Stimmqualitätsparameter waren geschlechtsunabhängig, da die Grenzwerte - wie im theoretischen Teil beschrieben - für beide Geschlechter gültig sind.

Die Resultate der Stimmqualitätsparameter zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gewichtsgruppen untereinander. Lediglich die Shimmer Werte lagen am Rande eines Signifikanzniveaus ($p = ,053$ bis $p = ,063$) bei den Probanden des Normalgewichtes- zur Adipositasgruppe (siehe Tabelle 4.17). Die Ergebnisse der Stimmqualitätsparameter im Man-Witney-U-Test waren auch in den Korrelationstests nach Pearson und Spearman zu verzeichnen. In den Korrelationstests wurden die jeweiligen Stimmqualitätsparameter mit den BMI und dem Fettgehalt in % überprüft. Die Korrelationen reichten von $r = 0,024$ bis $r = -0,246$ alles ohne Signifikanzniveau (siehe Tabelle 4.33 bis 4.35). Auf Grundlage der deskriptiven Statistik mit dem 95%-Konfidenzintervall wurden die pathologischen Grenzen nur beim

AVQI [nur 95% Konfidenzintervall $> 2,7$ (siehe Abschnitt 4.2.4. S.102 ff.)] (siehe Tabelle 4.23),

CPP [nur 95% Konfidenzintervall $< 17,33$ (siehe Abschnitt 2.3.7. S.31 ff.)] (siehe Tabelle 4.31),

CPPs [$< 8,44$ (siehe Abschnitt 2.3.7. S.31 ff.)] (siehe Tabelle 4.29)

und R-RBH [nur 95%-Konfidenzintervall bei Rundung (siehe Abschnitt 2.3.1. S.23 ff.)] (siehe Tabelle 4.34) leicht überschritten, teilweise von allen Gewichtsgruppen. Im Allgemeinen prästierte die Adipositasgruppe am besten im Vergleich zwischen den beiden anderen Gewichtsgruppen bei 11 von 14 Stimmqualitätsparametern. Die Untergewichts- und Normalgewichtsgruppe prästierten am schlechtesten, bei 6 von 14 Stimmqualitätsparametern (siehe Tabellen 4.22 bis 4.35). Bei den Schlüsselstimmqualitätsparametern wie AVQI, H-RBH und CPPs hatte die Untergewichtsgruppe die schlechtesten Werte im Vergleich zwischen den beiden anderen Gewichtsgruppen. Bei den objektiven Parametern hatte die Adipositasgruppe bis auf den DSI und CPP Wert überall die besten Resultate. Bei den perzeptuellen Stimmqualitätsparametern hatte die Adipositasgruppe keine Heiserkeit in Form von Behauchtheit und prästierte in diesem Stimmqualitätswert auch am besten (siehe Tabelle 4.35). In puncto Rauigkeit schnitt die Untergewichts- am besten und die Normalgewichtsgruppe am schlechtesten ab (siehe Tabelle 4.34).

Tabelle 4.20: Man-Witney-U-Test der Stimmqualitätsparameter I zu den einzelnen Gewichtgruppen

		DSI	AVQI	H von RBH	R von RBH	B von RBH
Normal- zu Untergewicht	Z	,000	- ,333	- ,704	- 496	- ,594
	p	1,000	,739	,481	,620	,552
	N	25	25	25	25	25
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-1,283	-1,252	- ,708	- ,095	-1,401
	p	,200	,210	,479	,924	,161
	N	24	24	24	24	24
Adipositas zu Untergewicht	Z	- ,981	-1,062	- ,050	- ,430	-1,737
	p	,327	,288	,960	,667	,082
	N	19	19	19	19	19

Tabelle 4.21: Man-Witney-U-Test der Stimmqualitätsparameter II zu den einzelnen Gewichtgruppen

		Jitter (local)	Jitter (rap)	Jitter (ppq5)	Shimmer (local)	Shimmer (local dB)	Shimmer (apq11)	HNR (dB)	CPP (dB)	CPPs (dB)
Normal- zu Untergewicht	Z	- ,194	- ,055	- ,277	- ,444	- ,444	- ,888	- ,055	- ,222	,000
	p	,846	,956	,781	,657	,657	,375	,956	,824	1,000
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-1,163	-1,282	-1,253	-1,983	-1,983	-1,819	- ,626	- ,776	-1,342
	p	,245	,200	,210	,053	,053	,069	,531	,438	,180
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Adipositas zu Untergewicht	Z	-1,429	-1,471	-1,021	- ,735	- ,735	- 653	- ,490	- ,245	- 653
	p	,153	,141	,307	,462	,462	,514	,624	,806	,514
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19

Tabelle 4.22: Stimmqualitätsparameter DSI im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

DSI					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	8,85	8,60	2,11	7,34	10,36
Normalgewicht	15	8,95	8,90	2,82	7,38	10,51
Adipositas	9	7,88	7,40	1,33	6,86	8,90

Tabelle 4.23: Stimmqualitätsparameter AVQI im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

AVQI					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	2,50	2,44	,55	2,10	2,89
Normalgewicht	15	2,44	2,53	,81	1,98	2,89
Adipositas	9	2,25	2,19	,45	1,91	2,59

Tabelle 4.24: Stimmqualitätsparameter Jitter (local) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Jitter (local)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,445	0,388	0,217	0,290	0,601
Normalgewicht	15	0,436	0,415	0,209	0,320	0,552
Adipositas	9	0,348	0,348	0,142	0,239	0,457

Tabelle 4.25: Stimmqualitätsparameter Jitter (rap) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Jitter (rap)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,271	0,226	0,149	0,164	0,377
Normalgewicht	15	0,254	0,244	0,129	0,183	0,326
Adipositas	9	0,203	0,207	0,091	0,133	0,274

Tabelle 4.26: Stimmqualitätsparameter Jitter (ppq5) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Jitter (ppq5)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,242	0,234	0,091	0,176	0,307
Normalgewicht	15	0,255	0,242	0,119	0,189	0,321
Adipositas	9	0,198	0,208	0,071	0,143	0,253

Tabelle 4.27: Stimmqualitätsparameter Shimmer (local) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Shimmer (local)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	2,067	2,126	0,769	1,516	2,617
Normalgewicht	15	2,394	2,117	1,088	1,791	2,996
Adipositas	9	1,870	1,744	0,901	1,178	2,562

Tabelle 4.28: Stimmqualitätsparameter Shimmer (local, dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Shimmer (local, dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,181	0,185	0,068	0,132	0,229
Normalgewicht	15	0,209	0,185	0,905	0,156	0,261
Adipositas	9	0,163	0,152	0,078	0,103	0,223

Tabelle 4.29: Stimmqualitätsparameter Shimmer (apq11) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

Shimmer (apq11)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	1,471	1,549	0,476	1,132	1,812
Normalgewicht	15	1,773	1,562	0,669	1,403	2,144
Adipositas	9	1,379	1,323	0,572	0,940	1,819

Tabelle 4.30: Stimmqualitätsparameter HNR (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

HNR (dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	24,595	24,786	4,148	21,628	27,562
Normalgewicht	15	24,483	23,501	3,373	22,615	26,351
Adipositas	9	25,378	24,822	3,327	22,820	27,935

Tabelle 4.31: Stimmqualitätsparameter CPP (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

CPP (dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	18,60	19,08	3,50	16,10	21,10
Normalgewicht	15	18,28	18,16	2,23	17,04	19,52
Adipositas	9	17,77	17,41	2,59	15,79	19,76

Tabelle 4.32: Stimmqualitätsparameter CPPs (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

CPPs (dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	8,30	7,91	1,92	6,93	9,67
Normalgewicht	15	8,30	8,02	1,22	7,62	9,00
Adipositas	9	8,62	8,45	0,78	8,02	9,22

Tabelle 4.33: Stimmqualitätsparameter H-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

H von RBH					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,20	0,00	0,36	0,0	0,46
Normalgewicht	15	0,09	0,00	0,20	0,0	0,20
Adipositas	9	0,15	0,00	0,24	0,0	0,33

Tabelle 4.34: Stimmqualitätsparameter R-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

R von RBH					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,33	0,33	0,35	0,08	0,58
Normalgewicht	15	0,38	0,33	0,28	0,22	0,53
Adipositas	9	0,37	0,33	0,26	0,17	0,57

Tabelle 4.35: Stimmqualitätsparameter B-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

B von RBH					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	0,17	0,00	0,32	0,0	0,40
Normalgewicht	15	0,09	0,00	0,20	0,0	0,20
Adipositas	9	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00

Tabelle 4.36: Korrelation der Stimmqualitätsparameter I mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson

Stimmqualitätsparameter I		AVQI	HNR (dB)	CPP (dB)	CPPs (dB)
BMI	Korrelation n. Pearson	-,121	,113	-,178	,124
	Signifikanz (2-seitig)	,494	,523	,315	,484
	N	34	34	34	34
Fettgehalt% Total	Korrelation n. Pearson	-,056	,201	-,164	,037
	Signifikanz (2-seitig)	,755	,254	,353	,837
	N	34	34	34	34

Tabelle 4.37: Korrelation der Stimmqualitätsparameter II mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson

Stimmqualitätsparameter II		Jitter (local)	Jitter (rap)	Jitter (ppq5)	Shimmer (local)	Shimmer (local ,dB)	Shimmer (apq11)
BMI	Korrelation n. Pearson	-,245	-,246	-,244	-,143	-,144	-,129
	Signifikanz (2-seitig)	,162	,160	,165	,421	,418	,468
	N	34	34	34	34	34	34
Fettgehalt% total	Korrelation n. Pearson	-,232	-,225	-,226	-,250	-,251	-,278
	Signifikanz (2-seitig)	,188	,201	,198	,154	,153	,111
	N	34	34	34	34	34	34

Tabelle 4.38: Korrelation der Stimmqualitätsparameter III mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Spearman

Stimmqualitätsparameter III		H von RBH	R von RBH	B von RBH	DSI
BMI	Korrelation n. Spearman	,024	,043	- ,190	- ,204
	Signifikanz (2-seitig)	,892	,810	,282	,247
	N	34	34	34	34
Fettgehalt% total	Korrelation n. Spearman	,037	,163	- ,170	- ,170
	Signifikanz (2-seitig)	,834	,356	,335	,336
	N	34	34	34	34

4.1.5. Auswertung der Stimmleistungsparameter zu den Gewichtsgruppen

Für die statistische Auswertung der einzelnen Stimmleistungsparameter wurde der unabhängige Paartest „Man-Witney-U-Test“ angewendet (siehe Tabelle 4.39). Hierbei sollte die Signifikanz der Gewichtsgruppen untereinander ermittelt werden. Dieser nicht-parametrische Test ergab sich aus der geringen Probandenzahl innerhalb der Gruppen ($N < 30$) und somit entfiel der Normalverteilungstest aufgrund der statistischen Stärke (Portney et al. 2000). Wegen der zu geringen Probandenzahl der Männer konnte dieser Test nur bei den Frauen durchgeführt werden.

4.1.5.1. Geschlechtsunabhängige Parameter

Zu den geschlechtsunabhängigen Stimmleistungsparametern zählten die Werte des Tonhöhenumfangs in Semitönen und Oktaven sowie die dynamischen Stimmumfangsparameter der Lautstärke I-max und I-min. Durch die beschriebenen Richtlinien im Abschnitt 2.4. S.33 ff. gelten hierbei keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Aus dem nicht-parametrischen Signifikanztest unter den Gewichtsgruppen zeigte sich nur ein signifikanter Unterschied zwischen den Parametern I-max und I-min. Hier grenzte sich vor allem die Adipositasgruppe zwischen den beiden anderen Gewichtsgruppen ab, da nur hier eine Signifikanz festzustellen war (siehe Tabelle 4.39). Es zeigte sich, dass die Adipositasgruppe die lauteste Stimme hatte. Bei der geringsten Intensität hingegen prästierte sie im Vergleich zwischen den beiden anderen Gruppen am schlechtesten. Die Untergewichts- und Normalgewichtsgruppe zeigten bei I-max und I-min beide untereinander nahezu die gleichen Werte ($< +/-1,5\text{dB}$) (siehe Tabelle 4.42 und Tabelle 4.43). Bei I-max prästierte die Normalgewichtsgruppe am niedrigsten und bei I-min am besten im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtsgruppen.

Jedoch im Tonhöhenumfang - ausgedrückt in Semitönen und Oktaven - prästierte die Adipositasgruppe mit dem größten Umfang und am niedrigsten die Normalgewichtsgruppe (siehe Tabelle 4.37 und Tabelle 4.38). Allgemein aus der deskriptiven Statistik mit 95% Konfidenzintervall lagen alle Werte im Normbereich (siehe Abschnitt 2.4. S.33 ff.).

Im Korrelationstest nach Pearson erwiesen sich die signifikanten Unterschiede I-max und I-min zwischen dem BMI und Fettgehalt% (total) als leicht korrelierbar ($r > 0,30$), jedoch gab es einen sehr hohen signifikanten Zusammenhang. Die Parameter Semitöne & Oktaven lagen bei $r = 0,102$ bis $r = 0,239$ auf keinem signifikanten Niveau (siehe Tabelle 4.41).

Tabelle 4.39: Man-Witney-U-Test der geschlechtsunabhängigen Stimmleistungsparameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen

		Semitöne total	Oktaven total	I-max (dB)	I-min (dB)
Normal- zu Untergewicht	Z	-,055	-,056	-,611	-,945
	p	,956	,956	,541	,345
	N	25	25	25	25
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-1,641	-1,731	-2,547	-2,924
	p	,101	,083	,011*	,003**
	N	24	24	24	24
Adipositas zu Untergewicht	Z	-1,471	-1,472	-2,451	-2,416
	p	,141	,141	,014*	,016*
	N	19	19	19	19

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

Tabelle 4.40: Stimmleistungsparameter Semitöne (total) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

Semitöne (total)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	37,29	37,10	5,52	33,34	41,24
Normalgewicht	15	36,75	36,40	6,80	32,99	40,52
Adipositas	9	40,31	40,10	4,04	37,21	43,41

Tabelle 4.41: Stimmleistungsparameter Oktaven (total) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

Oktaven (total)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	3,11	3,10	0,46	2,78	3,44
Normalgewicht	15	3,06	3,03	0,57	2,75	3,38
Adipositas	9	3,36	3,34	0,34	3,10	3,62

Tabelle 4.42: Stimmleistungsparameter I-max (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

I-max (dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	106,21	107,34	3,06	104,02	108,40
Normalgewicht	15	105,92	106,00	3,62	103,91	107,92
Adipositas	9	110,29	110,89	3,02	107,97	112,61

Tabelle 4.43: Stimmleistungsparameter I-min (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

I-min (dB)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	47,21	48,49	3,36	44,81	49,61
Normalgewicht	15	46,51	45,52	3,38	44,64	48,38
Adipositas	9	51,41	50,61	3,55	48,68	54,14

Tabelle 4.44: Korrelation der geschlechtsunabhängigen Stimmleistungsparameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson

Stimmleistung		Semitöne total	Oktaven total	I-max (dB)	I-min (dB)
BMI	Korrelation n. Pearson	,239	,239	,552**	,439**
	Signifikanz (2-seitig)	,173	,173	,001	,009
	N	34	34	34	34
Fettgehalt% total	Korrelation n. Pearson	,102	,102	,559**	,470**
	Signifikanz (2-seitig)	,568	,567	,001	,005
	N	34	34	34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

4.1.5.2. Geschlechtsabhängige Parameter

Aufgrund der geringen Probandenzahl der Männer war der Man-Witney-U-Test und die Korrelation nach Pearson nur bei den Frauen möglich. Die folgenden Stimmleistungsparameter der mittleren Sprechstimmlage (F_0), der höchste Ton (F-high) und der niedrigste Ton (F-low) aus den melodischen Umfängen wurden unter den Geschlechtern einzeln in den Gewichtgruppen analysiert.

Frauen

Im Signifikanztest ergab sich ein signifikanter Unterschied bei den Frauen beim Parameter F-low zwischen den Gewichtgruppen Normal- und Untergewicht (siehe Tabelle 4.45). Es zeigte sich, dass die Untergewichtsgruppe nicht so tief phonieren konnte wie die beiden anderen Gruppen,

die nur rund 0,2 Semitöne untereinander abwichen. Es wurde aber nur bei der Normalgewichts- und Untergewichtsgruppe ein signifikanter Unterschied statistisch nachgewiesen. Die Frauen in der Untergewichtsgruppe wichen bis gut 2 Semitöne im Vergleich zwischen den beiden anderen Gewichtsgruppen ab (siehe Tabelle 4.48). Ansonsten waren keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen.

Auf Grundlage der deskriptiven Statistik mit 95% Konfidenzintervall lagen alle Werte im Normbereich bis auf die Untergewichtsgruppe beim Parameter F-low. Sie lagen deutlich über dem Normwert von 145hz (siehe Abschnitt 2.4.2. S.34 ff.). Auf der anderen Seite prästierte die Untergewichtsgruppe am höchsten bei F-high als im Vergleich zwischen den beiden anderen Gewichtsgruppen, bei der aber die Adipositasgruppe nur minimal gegenüber der Untergewichtsgruppe darunter lag (siehe Tabelle 4.47). Bei F_0 sah man fast 1 Semiton Abweichung zwischen der Untergewichtsgruppe und den beiden anderen Gewichtsgruppen, bei denen die Adipositas- und Normalgewichtsgruppe dicht beieinander lagen. Auf Grundlage dieser Statistik zeichnete sich ein höherer F_0 bei der Untergewichtsgruppe ab (siehe Tabelle 4.46).

Im Korrelationstest nach Pearson korrelierte der signifikante Unterschied im Hypothesentest bei F-low zwischen dem BMI und Fettgehalt% (total) leicht bis mäßig und hatte auch kein signifikantes Niveau. Die beiden anderen Parameter F_0 und F-high lagen mit dem BMI und Fettgehalt% (total) bei $r = 0,001$ bis $r = -0,245$ ($p = 0,200$ bis $p = 0,996$) (siehe Tabelle 4.49).

Tabelle 4.45: Man-Witney-U-Test der geschlechtsabhängigen Stimmleistungsparameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen bei den Frauen

		F_0	F-high	F-low
Normal- zu Untergewicht	Z	-1,444	- 635	-2,109
	p	,149	,525	,035*
	N	22	22	22
Normalgewicht zu Adipositas	Z	- ,080	- ,832	- ,040
	p	,936	,405	,968
	N	20	20	20
Adipositas zu Untergewicht	Z	-1,331	- ,159	-1,218
	p	,183	,874	,223
	N	16	16	16

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05

Tabelle 4.46: Stimmleistungsparameter ♀ F₀ (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♀ F ₀ (hz)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	9	218,78	219,50	17,51	205,32	232,23
Normalgewicht	13	205,61	206,50	24,38	190,88	220,35
Adipositas	7	207,86	206,50	21,54	187,94	227,78

Tabelle 4.47: Stimmleistungsparameter ♀ F-high (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♀ F-high (hz)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	9	1330,81	1322,53	237,22	1148,47	1513,15
Normalgewicht	13	1237,46	1115,50	415,43	986,41	1488,50
Adipositas	7	1323,91	1275,15	145,74	1189,13	1458,70

Tabelle 4.48: Stimmleistungsparameter ♀ F-low (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♀ F-low (hz)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	9	163,41	156,51	25,42	143,87	182,95
Normalgewicht	13	143,60	147,46	20,16	131,42	155,79
Adipositas	7	141,79	128,84	21,75	121,69	161,90

Tabelle 4.49: Korrelation der geschlechtsabhängigen Stimmleistungsparameter der Frauen mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson

Stimmeleistung		♀ F ₀	♀ F-high	♀ F-low
BMI	Korrelation n. Pearson	-,229	,001	-,332
	Signifikanz (2-seitig)	,233	,996	,078
	N	29	29	29
Fettgehalt% total	Korrelation n. Pearson	-,245	-,020	-,266
	Signifikanz (2-seitig)	,200	,916	,164
	N	29	29	29

Männer

Bei den Männern zeigte sich auf Grundlage der deskriptiven Statistik mit 95%-Konfidenzintervall ein ähnliches Bild wie bei den Frauen, nur mit deutlich weniger Probanden in den einzelnen Gruppen. Lediglich der Parameter F-low war im Vergleich zu den Frauen unterschiedlich, da zum einen die Untergewichtsgruppe gleiche Werte wie die Normalgewichtsguppe prästierte und die Adipositasgruppe bis 2,6 Semitöne tiefer phonieren konnten als die beiden anderen Gewichtsgruppen (siehe Tabelle 4.52).

Bei F₀ und F-high wurden die gleichen Unterschiede festgestellt wie bei den Frauen.

Bei F₀ und F-high prästierte die Untergewichtsgruppe am höchsten im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtgruppen (siehe Tabelle 4.50 und Tabelle 4.51).

Tabelle 4.50: Stimmleistungsparameter ♂ F₀ (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

♂ F ₀ (hz)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	130	130	-	-	-
Normalgewicht	2	109,75	109,75	8,84	103,50	116,00
Adipositas	2	112,75	112,75	4,60	109,50	116,00

Tabelle 4.51: Stimmleistungsparameter ♂ F-high (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

♂ F-high (hz)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	1236,97	1236,97	-	-	-
Normalgewicht	2	829,00	829,00	248,90	653,00	1005,00
Adipositas	2	1010,44	1010,44	98,38	940,87	1080,00

Tabelle 4.52: Stimmleistungsparameter ♂ F-low (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtgruppen

♂ F-low (hz)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	83,91	83,91	-	-	-
Normalgewicht	2	83,31	83,10	15,81	72,13	94,49
Adipositas	2	72,10	72,10	8,04	66,41	77,78

4.1.6. Auswertung der aerodynamischen Parameter zu den Gewichtgruppen

Für die statistische Auswertung der einzelnen aerodynamischen Parameter wurde der unabhängige Paartest „Man-Witney-U-Test“ angewendet (siehe Tabelle 4.53). Hierbei sollte die Signifikanz der Gewichtgruppen untereinander ermittelt werden. Dieser nicht-parametrische Test ergab sich aus der geringen Probandenzahl innerhalb der Gruppen (N < 30), somit entfiel der Normalverteilungstest aufgrund der statistischen Stärke (Portney et al. 2000). Wegen der zu geringen Probandenzahl der Männer konnte dieser Test nur bei den Frauen durchgeführt werden.

4.1.6.1. Geschlechtsunabhängige Parameter

Zu den geschlechtsunabhängigen aerodynamischen Parametern zählten die Werte der Abweichung zwischen der erwartenden VC zu der absoluten VC, die geleistet worden ist (Abw. eVC zu VC) und der PQ. Durch die beschriebenen Richtlinien im Abschnitt 2.5. S. 37 ff. gelten hierbei keine geschlechtlichen Unterschiede.

Aus dem nicht-parametrischen Signifikanztest zwischen den Gewichtsgruppen, zeigte sich nur ein signifikanter Unterschied beim Parameter Abw. eVC zu VC. Dieser signifikante Unterschied ergab sich nur in der Untergewichtsgruppe zu den beiden anderen Gewichtsgruppen (siehe Tabelle 4.53).

Es stellte sich heraus, dass die Untergewichtsgruppe rund 650ml Luft weniger als erwartet zur Verfügung hatte. Die beiden anderen Gruppen lagen jeweils im Normbereich, in der die Adipositasgruppe am höchsten prästierte mit rund 300ml mehr als erwartet (siehe Tabelle 4.54).

Beim PQ prästierte die Normalgewichtsgruppe am besten und die Adipositasgruppe am schlechtesten (siehe Tabelle 4.55).

Insgesamt zeigte die deskriptive Statistik mit 95%- Konfidenzintervall, das die Werte im PQ bei der Adipositas- & Untergewichtsgruppe (nur im 95%- Konfidenzintervall) über dem Normbereich lagen. Die Untergewichtsgruppe lag nur beim Parameter Abw. eVC zu VC über dem Normbereich (siehe Abschnitt 2.5. S.37 ff.).

Im Korrelationstest nach Pearson erwies sich der signifikante Unterschiede Abw. eVC zu VC zwischen dem BMI und Fettgehalt% (total) als leicht bis bedeutsam korrelierbar, jedoch insgesamt immer mit sehr hoher Signifikants. Der Parameter PQ lag bei $r = 0,207$ und $r = 0,273$ auf keinem signifikanten Niveau (siehe Tabelle 4.53).

Tabelle 4.53: Man-Witney-U-Test der geschlechtsunabhängigen aerodynamischen Parameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen

		Abw. eVC zu VC	PQ
Normal- zu Untergewicht	Z	-3,883	-,305
	p	,000**	,760
	N	25	25
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-,924	-1,432
	p	,355	,152
	N	24	24
Adipositas zu Untergewicht	Z	-3,511	-,816
	p	,000**	,414
	N	19	19

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

Tabelle 4.54: Aerodynamischer Parameter Abw. eVC zu VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

Abw. eVC zu VC(ml)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	-652,00	-662,50	231,42	-817,55	-486,46
Normalgewicht	15	72,07	148,00	283,80	-85,09	229,23
Adipositas	9	339,33	302,00	560,40	-91,43	770,09

Tabelle 4.55: Aerodynamischer Parameter PQ (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

PQ (ml/sec)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	10	178,40	167,00	58,58	136,49	220,31
Normalgewicht	15	165,73	170,00	36,98	145,26	186,21
Adipositas	9	205,22	198,00	59,26	159,67	250,77

Tabelle 4.56: Korrelation der geschlechtsunabhängigen aerodynamischen Parameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson

Aerodynamik		Abw. eVC zu VC	PQ
BMI	Korrelation n. Pearson	,545**	,273
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,119
	N	34	34
Fettgehalt% total	Korrelation n. Pearson	,604**	,217
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,218
	N	34	34

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

4.1.6.2. Geschlechtsabhängige Parameter

Aufgrund der geringen Probandenzahl der Männer war der Man-Witney-U-Test und die Korrelation nach Pearson nur bei den Frauen möglich. Die folgenden aerodynamischen Parameter VC und der MPT wurden unter den Geschlechtern einzeln in den Gewichtsgruppen analysiert.

Frauen

Anhand des Signifikanztests ergaben sich bei beiden Parametern VC und MPT signifikante Unterschiede zwischen den Gewichtsgruppen. Wie auch beim Parameter Abw. eVC zu VC verzeichnete die Untergewichtsgruppe beim Parameter VC jeweils zwischen der Normalgewichts- und Adipositasgruppe signifikante Unterschiede (siehe Tabelle 4.57). Im Vergleich waren die Werte beim VC der Untergewichtsgruppe zur Adipositasgruppe ca. 1000ml Luft geringer.

Zwischen der Normalgewichts- und Untergewichtsgruppe lag die Differenz bei ca. 600ml Luft zu Ungunsten der Untergewichtsgruppe (siehe Tabelle 4.58). Beim Parameter MPT ergab sich nur ein signifikanter Unterschied zwischen der Normalgewichts- und Untergewichtsgruppe; die Normalgewichts- zur Adipositasgruppe lag am Rande eines beginnenden Signifikanzniveaus ($p= 0,52$) (siehe Tabelle 4.57). Der MPT-Wert der Normalgewichtsgruppe prästierte am höchsten und grenzte sich deutlich zu den beiden anderen Gruppen ab. Die Adipositasgruppe hatte nur minimal höhere Werte als die Untergewichtsgruppe (siehe Tabelle 4.59). In Folge des 95%- Konfidenzintervalls erreichten die Adipositas- & Untergewichtsgruppe nicht mehr die Norm (siehe Abschnitt 2.5.1.1. S.38 ff.).

Die im Signifikanztest gefundenen Unterschiede fanden sich im Korrelationstest zwischen BMI und Fettgehalt% (total) bedingt wieder. Der Parameter VC korrelierte leicht mit dem BMI und dem Fettgehalt% (total) ($r > 0,30$) und hatte ein sehr hohes Signifikanzniveau. Die MPT erreichte nur Werte von $r = -0,096$ und $r = -0,108$ auf keinem Signifikanzniveau (siehe Tabelle 4.60).

Tabelle 4.57: Man-Witney-U-Test der geschlechtsabhängigen aerodynamischen Parameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen

		♀ VC (ml)	♀ MPT (Sek.)
Normal- zu Untergewicht	Z	-2,973	-2,237
	p	,003**	,025*
	N	22	22
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-,873	-1,941
	p	,383	,052
	N	20	20
Adipositas zu Untergewicht	Z	-2,805	-,370
	p	,005**	,711
	N	16	16

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05

Tabelle 4.58: Aerodynamischer Parameter ♀ VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♀ VC (ml)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	9	2695,56	2750,00	295,36	2468,52	2922,59
Normalgewicht	13	3296,92	3300,00	376,02	3069,69	3524,15
Adipositas	7	3572,14	3700,00	613,92	3004,36	4139,92

Tabelle 4.59: Aerodynamischer Parameter ♀ MPT (Sek.) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♀ MPT (Sek.)					95% Konfidenzintervall	
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze
Untergewicht	9	17,16	16,22	4,01	14,08	20,24
Normalgewicht	13	21,61	20,52	4,92	18,63	24,58
Adipositas	7	17,83	16,58	3,22	14,84	20,81

Tabelle 4.60: Korrelation der geschlechtsabhängigen aerodynamischen Parameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) der Frauen nach Pearson

Aerodynamik		♀ VC (ml)	♀ MPT (Sek.)
BMI	Korrelation n. Pearson	,516**	- ,096
	Signifikanz (2-seitig)	,004	,621
	N	29	29
Fettgehalt% Total	Korrelation n. Pearson	,587**	- ,108
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,578
	N	29	29

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01

Männer

Bei den Männern zeigte sich auf Grundlage der deskriptiven Statistik mit 95% Konfidenzintervall ein ähnliches Bild wie bei den Frauen, nur mit deutlich weniger Probanden in den einzelnen Gruppen. Bei der VC ergab sich auch eine Differenz von rund 880ml zwischen der Untergewichtsgruppe und den beiden anderen Gewichtsgruppen. Der Unterschied zwischen der Normalgewichtsgruppe und Adipositasgruppe war von den Werten etwa gleich, jedoch zeigte sich, dass die Männer der Adipositasgruppe am meisten Luft hatten (siehe Tabelle 4.61). Beim MPT waren die Werte der Untergewichtsgruppe auch niedriger als bei den beiden anderen Gruppen; der Proband der Untergewichtsgruppe war auch der Einzige, der die gestellte Norm (siehe Abschnitt 2.5.1.1. S.38 ff.) nicht erreichte; anders als bei den Frauen prästierte jedoch hier die Adipositasgruppe höher als die Normalgewichtsgruppe (siehe Tabelle 4.62).

Tabelle 4.61: Aerodynamischer Parameter ♂ VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♂ VC (ml)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	3700	3700	-	-	-
Normalgewicht	2	4545,00	4545,00	205,06	4400,00	4690,00
Adipositas	2	4612,00	4612,00	1149,05	3800,00	5425,00

Tabelle 4.62: Aerodynamischer Parameter ♂ MPT (Sek.) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

♂ MPT (Sek.)						
	N	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Untergewicht	1	12,88	12,88	-	-	-
Normalgewicht	2	21,22	21,22	2,19	19,67	22,77
Adipositas	2	24,39	24,39	3,56	21,86	26,92

4.1.7. Zusammenfassung der Resultate in den Gewichtsgruppen

Zusammenfassend kamen folgende *signifikante* Resultate zum Vorschein:

Die Untergewichtsgruppe:

- hatte die höchste Abweichung von der eVC zur VC mit rund -650ml, d.h. sie lag mit rund 650ml unter der Erwartung von der tatsächlichen erreichten Luftmenge ($Z = -3,883$; $p = 0,000$ und $Z = -3,511$; $p = 0,000$).
- (Frauen) hatten die geringste VC mit rund 740ml weniger als die beiden anderen Gruppen, d.h. rund 740ml Luft stand den Untergewichtigen weniger zur Verfügung ($Z = -2,973$; $p = 0,003$ und $Z = -2,805$; $p = 0,005$).
- (Frauen) hatten die höchsten F-low Werte von 163hz im Vergleich zwischen den beiden anderen Gruppen von rund 143hz, wobei nur ein signifikanter Unterschied zu der Normalgewichtsgruppe bestand ($Z = -2,109$; $p = 0,035$), d.h. sie phonierten nicht so tief wie vor allem diese Normalgewichtsgruppe .

Die Normalgewichtsgruppe:

- (Frauen) hatten die höchsten MPT Werte mit rund 21 Sek. gegenüber den beiden anderen Gruppen mit rund 17,5 Sek., d.h. die Normalgewichtigen konnten am längsten phonieren, wobei nur ein signifikanter Unterschied zwischen der Untergewichtsgruppe bestand ($Z = -2,237$; $p = 0,025$).

Die Adipositasgruppe:

- hatte die höchsten I-max Werte mit rund 110dB gegenüber den beiden anderen Gewichtsgruppen die bei rund 106dB lagen, d.h. die Adipösen prästierten am lautesten ($Z = -2,547$; $p = 0,011$ und $Z = -2,451$; $p = 0,014$).
- hatte die höchsten I-min Werte mit rund 51dB gegenüber den beiden anderen Gruppen mit jeweils ca. 47dB, d.h. die Adipösen konnten nicht so leise phonieren wie die beiden anderen Gruppen ($Z = -2,924$; $p = 0,003$ und $Z = -2,416$; $p = 0,016$).

Zusammenfassend kamen folgende *deskriptive* Tendenzen zum Vorschein:

Die Untergewichtsgruppe:

- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am schlechtesten* bei: AVQI, Jitter (local), Jitter (rap), CPPs, H-RBH und B-RBH.
- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am besten* bei: R-RBH.

- (Frauen/Männer) prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am höchsten* bei: F₀, F-high und F-low.
- prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am schlechtesten* bei: Abw. eVC zu VC.
- (Frauen/Männer) prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am schlechtesten* bei: VC und MPT.

Die Normalgewichtsgruppe:

- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am schlechtesten* bei: Jitter (ppq5), Shimmer (local), Shimmer (local, dB), Shimmer (apq11), HNR und R-RBH.
- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am besten* bei: DSI, CPP und H-RBH.
- prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am schlechtesten* bei: Semitöne/Oktaven Umfang und I-max.
- prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am besten* bei: I-min.
- (Frauen/Männer) prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am niedrigsten* bei: F₀ und F-high.
- prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am besten* bei: PQ.
- (Frauen) prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am besten* bei: MPT.

Die Adipositasgruppe:

- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am schlechtesten* bei: DSI und CPP.
- prästierte bei den Stimmqualitätsparametern *am besten* bei: AVQI, Jitter (local), Jitter (rap), Jitter (ppq5), Shimmer (local), Shimmer (local), Shimmer (local, dB), Shimmer (apq11), HNR, CPPs und B-RBH.
- prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am schlechtesten* bei: I-min.
- prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am besten* bei: Semitöne/Oktaven Umfang und I-max.
- (Frauen/Männer) prästierten bei den Stimmleistungsparametern *am niedrigsten* bei: F-low.
- prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am schlechtesten* bei: PQ.
- prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am besten* bei: Abw. eVC zu VC und VC.
- (Männer) prästierten bei den aerodynamischen Parametern *am besten* bei: MPT.

4.2. Statistische Auswertung der Teilstudie

4.2.1. Probandendarstellung

Die Normierung und Validierung der AVQI Werte erfolgte auf Basis von 61 Stimmbeispielen (Rekrutierung: siehe Abschnitt 3.3. S.60). Es wurden Kinder, Männer und Frauen (siehe Tabelle 4.63) mit unterschiedlichen Stimmpathologien und Schweregraden, sowie normale Stimmen analysiert (siehe Tabelle 4.64).

Tabelle 4.63: Altersverteilung in Jahre der 61 Probanden der Teilstudie

	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Frauen (n= 39)	34,0	27,0	17,2	17,0	78,0
Männer/Jungen (n= 22)	36,2	32,0	23,0	5,0	74,0

Tabelle 4.64: Stimmopathologien der 61 Probanden

Anzahl	Form der Stimmpathologie
27	Normal
17	Funktionelle Dysphonie
5	Noduli
3	Periphere Stimmlippenparalyse/- parese
2	Teilectomie der Larynx
2	Zentral- neurologische Dysphonie
1	Reinke Ödem
1	Ventrikuläre Phonation
1	Papillomatose
1	Cyste

4.2.2. Interbeurteilerzuverlässigkeit der 12 Beurteiler

Wie im Abschnitt 3.5.4. S. 71 ff. beschrieben wurden von 12 erfahrenen Beurteilern die 61 ermittelten Stimmsignale analysiert. Letztendlich konnten aber nur 5 Beurteiler für die Teilstudie statistisch ausgewertet werden. Dies hängt mit der Interbeurteilerzuverlässigkeit zusammen. Es sollte eine größtmögliche Übereinstimmung der Beurteiler vorhanden sein, die den deutschen AVQI normieren und die Validität im Deutschen überprüfen sollten.

Das erste Kriterium der Interbeurteilerzuverlässigkeit war der *Kappa-Test*. Er sollte einmal mindestens eine durchschnittliche moderate Genauigkeit zwischen den Beurteilern aufweisen ($K \geq 0,41$ [De Bodt et al. 1997]) und zum andern eine Durchführung von mehr als 50% untereinander zulassen. Beide Kriterien für den Kappa-Test wurden von 3 Beurteilern nicht erfüllt und diese somit ausgeschlossen (siehe Tabelle 4.65).

Tabelle 4.65: Interbeurteilerzuverlässigkeit zwischen den 12 Beurteilern (rote Markierungen = Ausschluss der Beurteiler) nach Kappa; (n.m. = nicht möglich)

Kappa	Rater 1	Rater 2	Rater 3	Rater 4	Rater 5	Rater 6	Rater 7	Rater 8	Rater 9	Rater 10	Rater 11	Rater 12
Rater 1		0,422	n.m.	0,441	0,327	0,354	0,411	n.m.	0,459	0,443	0,522	n.m.
Rater 2	0,422		n.m.	0,383	0,372	0,398	0,476	n.m.	0,445	0,502	0,559	n.m.
Rater 3	-	-		-	-	-	-	0,122	-	-	-	0,422
Rater 4	0,441	0,383	n.m.		0,749	0,468	0,475	n.m.	0,32	0,435	0,359	n.m.
Rater 5	0,327	0,372	n.m.	0,749		0,459	0,39	n.m.	0,312	0,359	0,327	n.m.
Rater 6	0,354	0,398	n.m.	0,468	0,459		0,527	n.m.	0,514	0,656	0,489	n.m.
Rater 7	0,411	0,476	n.m.	0,475	0,39	0,527		n.m.	0,372	0,537	0,612	n.m.
Rater 8	-	-	0,122	-	-	-	-		-	-	-	0,415
Rater 9	0,459	0,445	n.m.	0,32	0,312	0,514	0,372	n.m.		0,564	0,555	n.m.
Rater 10	0,443	0,502	n.m.	0,435	0,359	0,656	0,537	n.m.	0,564		0,635	n.m.
Rater 11	0,522	0,559	n.m.	0,359	0,327	0,489	0,612	n.m.	0,555	0,635		n.m.
Rater 12	-	-	0,422	-	-	-	-	0,415	-	-	-	
Mittelwert	0,422	0,445	0,272	0,497	0,457	0,520	0,508	0,269	0,443	0,524	0,484	0,419

Das zweite Kriterium der Interbeurteilerzuverlässigkeit war der *Intraclaas Correlation Coefficient* (ICC). Er sollte neben der Zuverlässigkeit bei den Beurteilern auch noch eine statistische Signifikanz angeben. Diese ist erreicht ab ICC= 0,75 (Portney et al. 2000). Von den 9 übrig gebliebenen Beurteilern konnten 4 weitere Beurteiler diesen Wert durchschnittlich untereinander nicht erreichen und wurden somit auch ausgeschlossen (siehe Tabelle 4.66).

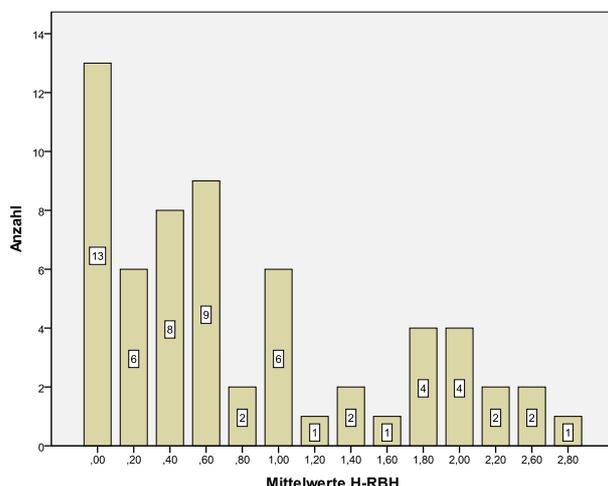
Tabelle 4.66: Interbeurteilerzuverlässigkeit zwischen den 12 Beurteilern (rote Markierung = Ausschluss der Beurteiler) nach ICC

ICC	Rater 1	Rater 2	Rater 4	Rater 5	Rater 6	Rater 7	Rater 9	Rater 10	Rater 11
Rater 1		0,675	0,668	0,662	0,574	0,664	0,717	0,645	0,715
Rater 2	0,675		0,691	0,744	0,706	0,750	0,700	0,734	0,795
Rater 4	0,668	0,691		0,906	0,787	0,776	0,678	0,781	0,792
Rater 5	0,662	0,744	0,906		0,763	0,755	0,732	0,762	0,806
Rater 6	0,574	0,706	0,787	0,763		0,799	0,712	0,843	0,800
Rater 7	0,664	0,750	0,776	0,755	0,799		0,680	0,789	0,850
Rater 9	0,717	0,700	0,678	0,732	0,712	0,680		0,767	0,795
Rater 10	0,645	0,734	0,781	0,762	0,843	0,789	0,767		0,834
Rater 11	0,715	0,795	0,792	0,806	0,800	0,850	0,795	0,834	
Mittelwert	0,665	0,724	0,760	0,766	0,748	0,758	0,723	0,769	0,798

Übrig blieben somit 5 Beurteiler, die einen totalen ICC Wert von ICC= 0,805 und einen durchschnittlichen Kappa Wert von K= 0,494 untereinander erreichten. Diese 5 Beurteiler hatten eine Durchschnittserfahrung von 18,6 Jahren (Median= 15,25 Jahre; Umfang= 1,5 – 35 Jahre) im Beurteilen von perzeptuellen Stimmstörungen.

4.2.3. Statistische Validität des AVOI in deutsch

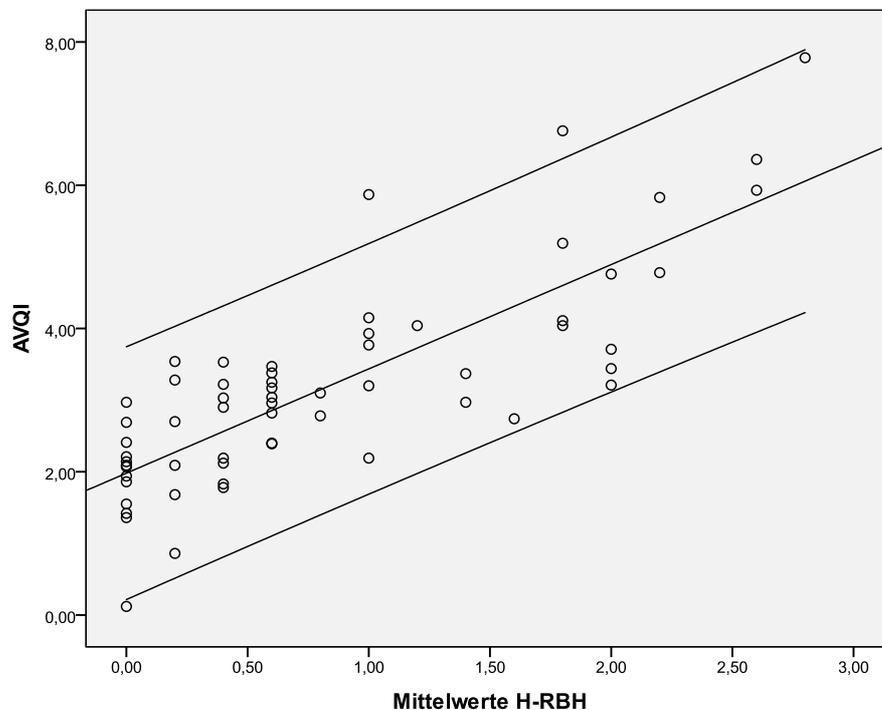
Tabelle 4.7: Häufigkeitsverteilung der Mittelwerte der 5 Beurteilern zu den 61 Stimmen



Die perzeptuellen Angaben jedes einzelnen Beurteilers zu den einzelnen Stimmsignalen (siehe Abschnitt 9.4.4. S.212 ff.) wurde für die Auswertung des Durchschnittswerts aus den Beurteilungen der 5 Beurteiler verwendet. In Tabelle 4.7 ist die Verteilung aller 5 Beurteiler auf die 61 Stimmen zu verfolgen und zeigt eine Verteilung von 56% für dysphone Stimmen (gezählt ab $H_{\text{Mittelwert}} \geq 0,60$).

Die Validität vom deutschen AVQI zu den perzeptuellen Beurteilern wurde mit Hilfe der Spearman Korrelation überprüft. Es ergab sich auch - wie bei der Studie von [4]Maryn et al. (2010) - eine hohe Korrelation von $r = 0,793$ auf sehr hohem Signifikanzniveau ($p = 0,000$). Anhand der Verteilung zwischen AVQI und der perzeptuellen Beurteilung lässt sich eine deutliche positive Steigung erkennen und lediglich drei AVQI Werte mit unterschiedlichen Schweregraden waren außerhalb des zu erwartenden Vorhersagenintervalls (siehe Fig. 4.2). Es zeigte sich insgesamt eine hohe Zuverlässigkeit im Vergleich zur perzeptuellen Beurteilung. Die Korrelationswerte dieser Studie und der von [4]Maryn et al. (2010) unterschieden sich nicht signifikant voneinander (z score = $-0,234$; $p = 0,815$ [Preacher 2010]).

Fig. 4.2: Streudiagramm zur Illustration der übereinstimmenden Validität von AVQI im Deutschen (die obere und untere Linie zwischen der Regressionsgeraden sind die Ober- und Unterbegrenzung des 95% Vorhersagenintervalls)



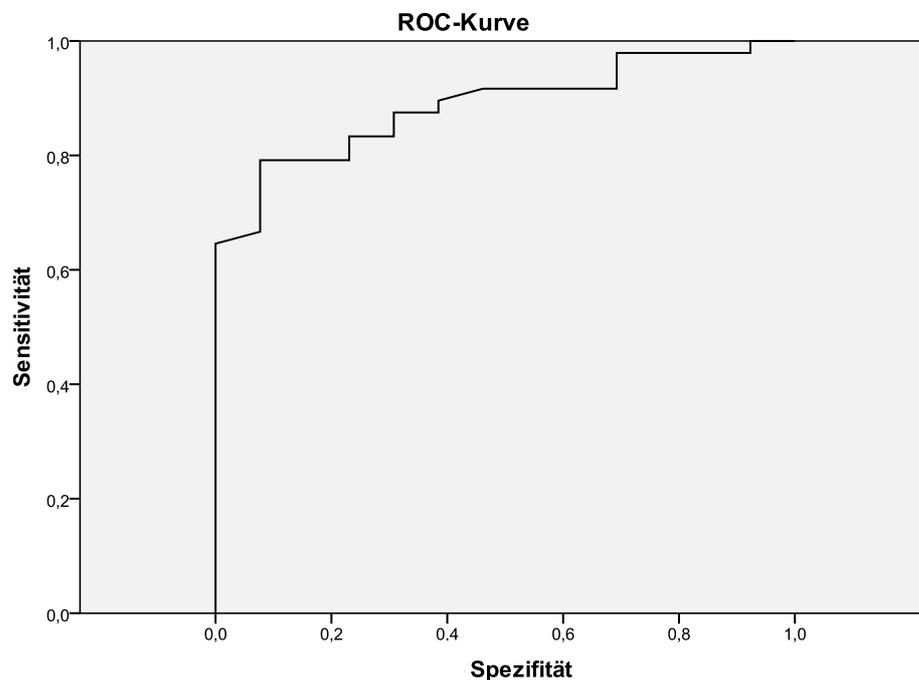
4.2.4. Statistische Normierung des AVQI in deutsch

Für die Normierung des deutschen AVQI's wurde zwischen den Normalstimmen ($H_{\text{Mittelwert}} = 0$ der 5 Beurteiler) und den dysphonen Stimmen ($H_{\text{Mittelwert}} > 0$ der fünf Beurteiler) unterschieden und statistisch in der ROC-Kurve ausgedrückt. Die Güte beim ROC beschreibt die Fläche unter der ROC-Kurve (AUC). In dieser Auswertung fiel die AUC auf 0,888 und bestätigt somit keinen Zufall der Beurteilungen von AVQI Werten zur perzeptuellen Beurteilung ($> 0,5$ [(Portney et al. 2000])).

Mit Hilfe der ROC-Kurve konnte auch ein *Cutoff Score* bestimmt werden, der sich nach der optimalen Verteilung und Balance von Sensitivität und Spezifität richtet. Dieser Cutoff Score soll besagen, ab welchem AVQI Wert die Stimme dysphon (pathologisch) ist, auf Grundlage der allgemeinen Stimmqualität. In Hinsicht auf den Kurvenverlauf der ROC-Kurve (siehe Fig. 4.3) lag ein AVQI Cutoff Score von 2,11 bei einer Sensitivität von 90% und einer Spezifität von 62% vor. Also ab 2,11 werden zu 90% alle dysphone Stimmen, aber nur 62% der Normalstimmen, auch als nicht-dysphone Stimmen (nicht pathologisch mit normaler Stimmqualität) als korrekt klassifiziert; auf Grundlage der perzeptuellen Beurteilung .

Im Vergleich zum AVQI Cutoff Score 2,11 zeigte ein AVQI Cutoff Score von 2,70 eine Sensitivität von 79% und eine Spezifität von 92%. Hier wurden nur noch 79% der AVQI Werte korrekt als dysphone Stimmen klassifiziert, aber nahezu alle Normalstimmen mit normaler Stimmqualität wurden korrekt als Normalstimme klassifiziert.

Fig. 4.3: ROC-Kurve zur Illustration der Normierung zwischen einer pathologischen und nicht-pathologischen Stimme im Bereich der Stimmqualität



4.3. Statistische Auswertung der Parallelstudie

4.3.1. Probandendarstellung

Wie auch im Abschnitt 2.4.3. S.35 ff. erwähnt, sollte in dieser Parallelstudie die mögliche Abweichung der mittleren Sprechstimmlage in 2 Formen von freier Spontansprache überprüft werden. Hierzu wurde die mittlere Sprechstimmlage bestimmt, bei einer logisch erzählten Bildergeschichte (F₀-logisch) und einer Beschreibung über ein neutrales Thema (F₀-spontan) wie eine Wegbeschreibung oder ein gängiges Rezept. Es wurden erwachsene Männer und Frauen in dieser Studie untersucht (siehe Abschnitt 3.3. S.60 ff.). Hierbei wurde berücksichtigt, dass die Erzähldauer mindestens 60 Sek. betrug wie durch die Empfehlung von [1]Zraick et al. (2005). Es wurden hierzu 35 Probanden untersucht, davon 23 Frauen und 12 Männer. Die Männergruppe war im Schnitt etwas älter als die Frauengruppe (siehe Tabelle 4.68)

Tabelle 4.68: Altersverteilung in Jahren zwischen Männer und Frauen in der Parallelstudie

Alter	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Frauen	41,2	36,0	15,7	24	71
Männer	51,1	58,0	17,6	18	74

4.3.2. Statistische Auswertung der Erzählformen

Die Frauen lagen im Schnitt bei einem musikalischen F₀-logisch Wert von fis und die Männer bei einem musikalischen Ton von B. Bei den F₀-spontan Werten lagen die Männer minimal tiefer als bei F₀-logisch Werten. Die Frauen waren beinahe gleich (siehe Tabellen 4.49 und 4.70).

Tabelle 4.69: Frequenzwerte in Hz der Frauen in der Parallelstudie

♀ Frequenzwerte	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
F ₀ -logisch	182,80	185,00	30,46	84,00	226,50
F ₀ -spontan	182,41	190,00	25,79	89,50	207,50

Tabelle 4.70: Frequenzwerte in Hz der Männer in der Parallelstudie

♂ Frequenzwerte	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
F ₀ -logisch	127,13	133,25	32,72	75,00	184,50
F ₀ -spontan	123,33	122,75	33,96	69,00	184,50

Inwieweit ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Abnahmeprozeduren bestehen könnte, wurde der Wilcoxon Paartest verwendet auf einem Signifikanzniveau ab $p=0,05$. Die Wahl dieses nicht-parametrischen Tests obliegt aufgrund der geringen Probandenzahl von weniger als 30 Probanden innerhalb der Gruppen (Portney et al. 2000).

Die Mittelwerte in der Tabelle 4.71 ergeben sich durch die jeweilige Abweichung zwischen den beiden Erzählformen in der ermittelten mittleren Sprechstimmlage. Die beschriebenen Semitöne wurden mit Hilfe der Logarithmusformel „**Semiton = 39,86*log (Frequenz 1/Frequenz 2)**“ von den Hz-Frequenzen in Semitönen umgerechnet (Case 2002). Dies ist von Bedeutung, da im klinischen Alltag eher mit Semitönen/musikalischen Tönen gearbeitet wird als mit Hz-Frequenzen. Ebenso war bei den Hz-Frequenz-Werten nicht ersichtlich, ab wann ein neuer musikalischer Ton anfängt und welchen Frequenzbereich er für einen musikalischen Ton abdeckt.

Tabelle 4.71: Aufteilung der Abweichungen in Semitöne zwischen logischer Erzählweise (F₀-logisch) und Spontansprache (F₀-spontan)

	F₀ - logisch höher als F₀ - spontan (Mittelwert in Semitönen)	F₀ - logisch tiefer als F₀ - spontan (Mittelwert in Semitönen)	Total (Mittelwert in Semitönen)
Frauen (n= 23)	0,94 (n= 52%)	1,12 (n= 43%)	1,05 (p= ,808) (n= 100%)
Männer (n= 12)	0,85 (n= 75%)	0,81 (n=17%)	0,84 (p= ,075) (n= 100%)

Die Resultate der Tabelle 4.71 zeigten, dass Frauen wie auch Männer in der logischen Erzählform meistens höher sprechen als in der Spontansprache (Frauen: 52% und Männer 75%). Insgesamt lag aber der Unterschied zwischen beiden Erzählformen bei Frauen sowie bei Männern gerundet bei gut 1 Semiton, der sich nicht signifikant unterschied (Wilcoxon Paartest: Frauen p= ,808 und Männer p= ,075).

Durch die 2-seitige Pearson Korrelation bestätigte sich zusätzlich eine sehr hohe bis hohe Korrelation zwischen F₀-logisch und F₀-spontan Werten mit einem sehr hohen Signifikanzniveau (p< 0,01): Männer r= 0,982 und Frauen r= 0,885. Der niedrige Korrelationswert bei den Frauen zu den Männern zeichnete sich durch eine höhere durchschnittliche Abweichung zwischen den Erzählformen ab. Die Männer hatten gerundet eine max. Abweichung von 2 Semitönen und die Frauen bis zu 3 Semitönen (siehe Tabelle 4.72).

Tabelle 4.72: Allgemeine Abweichung in Semitönen zwischen F₀-logisch und F₀-spontan bei Männern und Frauen

Semitöne	Mittelwert	Median	SD	Min.	Max.
Frauen	1,05	0,96	0,74	0,00	2,55
Männer	0,84	0,85	0,68	0,00	2,12

5. Diskussion

In diesem Kapitel werden separat alle 3 Studien anhand der Ergebnisse, Einschränkungen und zukünftigen Folgestudien vorgestellt.

Begonnen wird mit der Hauptstudie, bei der die wichtigsten Zusammenhänge und Erkenntnisse aus der Konstellation Körpergewicht unter Berücksichtigung zu den selektierten Stimmparametern, sowie die Stärke der verwendeten Messparameter und vorherigen veröffentlichten Studien zum Thema mit dieser Studie diskutiert werden. Bei den beiden anderen durchgeführten Studien stehen die gewonnenen Erkenntnisse aus den Ergebnissen im Mittelpunkt.

5.1. Diskussion der Hauptstudie

Die Messparameter

Bei den biometrischen Messparametern gab es sehr hohe Korrelationen basierend auf allen Messungen betreffend des Körpergewichtes. Lediglich die Körpergröße hatte schwache Korrelationen auf keinem Signifikanzniveau, dieses belegt, dass die vorgefundene Körpergröße bei den biometrischen Messungen dieser Studie keine Rolle spielte. Bei möglichen signifikanten Unterschieden in den Gewichtsgruppen zwischen den selektierten Stimmparametern würden somit keine Schlussfolgerungen zulässig, die vielleicht auf die Körpergröße hindeuten könnten, wie beispielsweise das Lungenvolumen von der Körpergröße abhängig sein kann. Deshalb war die Körpergröße der Probanden bei beiden Geschlechtern in allen Gewichtsgruppen sehr ähnlich, was für eine weitere Homogenität der Gruppen sprach.

Betreffend des Alters lagen alle Probanden in der vorgegebenen Marge von 17 bis 35 Jahren, jedoch die Gewichtsgruppen hatten untereinander eine max. Differenz von ca. 6 Jahren. Dieser Unterschied sollte jedoch keine größeren Auswirkungen auf die Vergleiche der untersuchten Stimmparameter haben, da im Allgemeinen in der wissenschaftlichen Literatur in großzügigen Altersabständen (Dekaden) Probanden eingeteilt werden. In diesen Altersabständen werden erst dann signifikante Änderungen festgestellt (Baken et al. 2000).

Die üppige Wahl der Stimmqualitätsparameter hat sich als effektiv erwiesen, da jeder Parameter seine eigene Stärke hat (siehe Abschnitt 2.3. S.22 ff.). Alle Stimmqualitätsparameter grenzten sich in den durchgeführten Korrelationen ab, da kaum bedeutsame Korrelationen ($r < 0,60$) stattfanden, vor allem zwischen akustischen und perzeptuellen Messparametern. Der einzige Parameter, der sich zu der Vielzahl von Stimmqualitätsparametern enorm distanzierte - durch fast keine signifikanten Zusammenhänge - war der DSI. Dies bestätigte, dass der DSI mehr über

die Funktionalität der Stimme aussagt, als über die allgemeine Stimmqualität, da er fast nur aus Funktionalitätsparametern besteht, wie F-high, I-min und MPT. In der wissenschaftlichen Literatur zeigt sich auch, dass der DSI im Vergleich zu den anderen gewählten Stimmqualitätsparameter dieser Studie, eher nicht auf der allgemeinen Stimmqualität basiert ([1]Maryn et al. 2009, [3]Maryn 2010).

Die höchste Korrelation zwischen der mittleren Sprechstimmlage (F_0) und der tiefsten Tonhöhe (F-low) ergab sich zwischen allen anderen Stimmleistungsparametern. Hier bestätigte sich somit die statistische Nähe zwischen diesen beiden Parametern, die auch Nawka et al. (2008) angibt, indem er beschreibt, dass die mittlere Sprechstimmlage zwischen 3-7 Halbtonschritten oberhalb des tiefsten Tons angesiedelt ist.

Bei den aerodynamischen Parametern waren durchgehend signifikante Zusammenhänge nur beim PQ zu beobachten, da der PQ sich aus beiden Parametern der VC und MPT zusammensetzt. Im Vergleich hatte der PQ mit dem eVC niedrigere Korrelationen als mit der VC, da die Erwartung durchgehend abweichend war, gegenüber der tatsächlich erreichte VC. Dies spiegelte sich dann auch im PQ wieder, der sich letztendlich auf die tatsächlich erreichten VC Werte bezog. In dieser Studie beeinflusste aber der PQ vor allem die MPT und weniger die VC, da die MPT statistisch eine höhere nachweisbare Korrelation einging ($r = -0,680$).

Überraschend war auch, dass die MPT und die VC nicht miteinander korrelierten und kein Signifikanzniveau hatten, anders als bei Nawka et al. (2008) beschrieben (siehe Abschnitt unter 2.5.1.1. S.38 ff.). Eine mögliche Erklärung liegt wohl in den signifikanten Unterschieden der Gewichtsgruppen, die bei der VC und MPT festgestellt worden sind (weitere Details siehe folgenden Punkt).

Die Gewichtsgruppen zu den selektierten Stimmparametern

Bei den geschlechtsunabhängigen Parametern war der Unterschied zwischen den drei Gewichtsgruppen in 3 Fällen signifikant. Bei den geschlechtsabhängigen Parametern der Frauen unterschieden sich die drei Gewichtsgruppen auch bei drei Parameter signifikant voneinander. Alle signifikanten Unterschiede waren nur bei den Stimmleistungs- und aerodynamischen Parametern zu finden (siehe Abschnitt 4.1.7. S.98).

Es folgt nun eine Gesamtdarstellung der einzelnen Gewichtsgruppen, aus denen die möglichen Vorzüge und Nachteile der stimmlichen Eigenschaften diskutiert werden, wobei das Körpergewicht unter Berücksichtigung des Fettgehaltes die Grundlage liefert:

Die Adipositasgruppe zeigte bei allen Messparametern, vor allem auf Grundlage der deskriptiven

Statistik mit 95%-Konfidenzintervall, dass sie insgesamt die meisten stimmlichen Vorteile gegenüber den beiden anderen Gruppen hatte. Bei den Stimmqualitätsparametern kam die Adipositasgruppe bis auf lediglich 2 Parametern auf die besten Werte und Resultate im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtgruppen. Bei den Parametern DSI und CPP schnitt die Adipositasgruppe im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtgruppen am schlechtesten ab. Beim DSI ergaben sich die Nachteile im Gesamtwert durch das schlechtere Prästieren der Einzelkomponenten von I-min und MPT im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen. Auch hier bestätigte sich der DSI als Qualitätswert der Stimmfunktion, da ansonsten die Adipositasgruppe als die beste Gruppe für die Stimmqualität hervorging, bis auf den DSI (und CPP). Eine Diskrepanz ist beim CPP und CPPs-Wert in der Adipositasgruppe zu finden. Beim CPP Wert gab es die schlechtesten und beim CPPs die besten Werte. Da in der Literatur CPPs mit einer höheren Genauigkeit als CPP angegeben wird (siehe Abschnitt 2.3.7. S.31 ff.), gilt CPPs als der bedeutsamere der beiden und zeichnet somit den positiven Trend in der Stimmqualität für die Adipositasgruppe fort. Trotz der Nicht-Signifikanz im Hypothesentest, die meiner Meinung nach größtenteils auf die geringe Probandenzahl basierte, ist davon auszugehen, dass eine bessere Stimmqualität bei den adipösen perzeptuell - nach der RBH-Skala - und objektiven Messparametern vorliegen kann.

Bei den Stimmleistungsparametern hatten die Adipositas- und die Normalgewichtgruppe im Schnitt die selben Werte bei den melodischen Parametern und lagen bei allen Stimmleistungsparametern immer in den zu erreichten Normen, wie im theoretischen Hintergrund beschrieben. Lediglich bei den dynamischen Parametern I-max und I-min grenzte sich die Adipositasgruppe in den Hypothesentests zwischen den beiden anderen Gewichtgruppen statistisch signifikant ab. Die Adipositasgruppe konnte nicht so leise phonieren wie im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtgruppen. Jedoch konnte die Adipositasgruppe am lautesten phonieren im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen. Im Bereich des Tonhöhenumfangs erzielte die Adipositasgruppe die höchsten Werte im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen. Trotz der Nicht-Signifikanz im Hypothesentest, die meiner Meinung nach größtenteils auf die geringe Probandenzahl basierte, zeigte sich durch das hohe Körpergewicht eine mögliche höhere Funktionalität im Bereich des Tonhöhenumfangs. Wenn sich diese 3 Faktoren bewahrheiten, käme diese Eigenschaft der Gesangswelt und Sprechberufen zur Gute. Sie erklärt dann in Anfängen die subjektiven Empfindungen und Meinungen über die Zusammensetzung einer „voluminösen“ Stimme, obgleich sie ähnliche Stimmtrainingsformen absolviert haben.

Bei den aerodynamischen Parametern waren die Angleichungen der Normalgewichts- und Adipositasgruppe nur bei den Vitalkapazitätsmessungen ähnlich. Jedoch zeichneten sich leicht höhere Werte für die Adipositasgruppe ab. Trotz der Nicht-Signifikanz im Hypothesentest, die meiner Meinung nach größtenteils auf die geringe Probandenzahl basierte, kann auch hier durch das hohe Körpergewicht eine mögliche leicht überdurchschnittliche Menge an bewegter Luft erwartet werden. Dies widerspricht den Erkenntnissen im Abschnitt 2.2.3. S.22. Mögliche Gründe hierfür können der allg. gute Gesundheitszustand der Untersuchten in der Adipositasgruppe sein, bei der die Probanden ihre höchste biologische Vitalität bedingt durch ihr Alter hatten (siehe Abschnitt 3.2.2. Punkt 1: S.41 ff).

Das hohe Lungenvolumen schlägt sich bei den weiblichen Probanden nicht auf die Übertragung von Luft- in Schallenergie nieder. Bei den MPT Werten lagen diese fast signifikant ($p=0,052$) unter den Werten der Normalgewichtsgruppe, die hier am höchsten prästierte. Wie aus dem Abschnitt 4.1.3. S.78 ff. hervorging, beeinflusst die MPT mehr den PQ als die VC und spiegelte beim PQ für die weibliche Adipositasgruppe im Schnitt leicht pathologische Werte wieder (siehe Abschnitt 4.1.6.1. S.94 ff.).

Die Untergewichtsgruppe hingegen prästierte auf Grundlage der deskriptiven Statistik mit 95%-Konfidenzintervall am schlechtesten bei allen selektierten Stimmparametern. Ebenso wurden hier auch die meisten Überschreitungen der Normwerte bei den untersuchten Stimmparametern festgestellt, die im theoretischen Hintergrund zusammengefasst wurden.

Am deutlichsten war, dass die Untergewichtsgruppe weniger bewegte Luft zur Verfügung hatte als erwartet (Abw. eVC zu VC: rund 600ml weniger). Es ergab sich Differenz von 740ml, gegenüber den anderen Gewichtsgruppen, bestätigt durch den Hypothesentest. In diesem Fall wirkte sich das auch auf die MPT aus, denn hier prästierten sie auch am schlechtesten und grenzten sich statistisch signifikant ($p<0,05$) von der Normalgewichtsgruppe ab, die am besten prästierte.

Bei den Stimmleistungsparametern grenzte sich die Untergewichtsgruppe vor allem bei dem Parameter F-low ab, bei dem zu der Normalgewichtsgruppe ein signifikanter Unterschied bestand (siehe Abschnitt 4.1.7. S.98). Obwohl bei der Adipositasgruppe ähnliche Tiefstwerte bei F-low zu verzeichnen waren, gab es aber zur Untergewichtsgruppe keine signifikanten Unterschiede, diese sind meiner Meinung nach auf die geringere Probandenzahl in der Adipositasgruppe zurückzuführen. Im Schnitt phonierte die Untergewichtsgruppe nicht tiefer als den musikalischen Ton -e-. F-low lag daher bei der Untergewichtsgruppe über der zu erreichten

Norm (siehe Abschnitt 2.4.2. S.34 ff.). Aus der hohen Korrelation der Messparameter zwischen F-low und F_0 gab es daher auch nur deskriptiv einen Zusammenhang bei der mittleren Sprechstimmlage zwischen den Gewichtsgruppen untereinander. Hierbei prästierte die Untergewichtsgruppe wie bei F-low, bei F_0 auch am höchsten, nämlich: gut einen Semiton höher als die beiden anderen Gewichtsgruppen. Trotz der Nicht-Signifikanz bei F_0 im Hypothesentest, die meiner Meinung nach größtenteils auf die geringe Probandenzahl basierte, kann durch das Untergewicht eine mögliche Erhöhung der mittleren Sprechstimmlage nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Im Bereich der Stimmqualität zeichneten sich deskriptiv keine großen vergleichbaren Nachteile oder Vorteile im Vergleich zur Normalgewichtsgruppe ab. Dies zeigt trotz der Nicht-Signifikanz im Hypothesentest, die meiner Meinung nach größtenteils auf die geringe Probandenzahl zurückzuführen ist, dass qualitativ bei Normal- bis Untergewichtigen mit keinerlei markanten Merkmalen, die sich vor allem negativ äußern können, zu rechnen ist.

Im Großen und Ganzen zeigte es sich als nicht vorteilhaft für stimmliche Eigenschaften, untergewichtig zu sein. Hier wurden größtenteils nur Probanden mit leichtem Untergewicht untersucht. Eine wohl größere Problematik ist gegebenenfalls bei noch extremeren Untergewichtigen zu finden.

Vergleich der Ergebnisse zu bereits absolvierten Studien

In dieser Studie prästierte die Adipositasgruppe am besten und die Untergewichtsgruppe am schlechtesten, auf Grundlage aller statistischen Tests. Die Resultate widersprechen den gefundenen Ergebnissen von Da Cunha et al. (2011). Die Autoren dieser Studie fanden signifikante Unterschiede in Heiserkeit, Murmeln, Glottal Fry, Stimmstabilität, Jitter- und Shimmerwerte und reduzierter maximaler Tonhaltdauer bei der Adipositasgruppe. Diese Studie untersuchte ausschließlich nur Stimmqualitätsparameter zwischen adipösen und nicht-adipösen Probanden, und es zeichneten sich auch insgesamt Unterschiede unter den Studienbedingungen zwischen dieser und meiner Studie ab. Die möglichen Unterschiede zwischen der Studie von Da Cunha et al. (2011) und dieser Studie im Bereich der Stimmqualität waren, dass zum einen bei der Studie von Da Cunha et al. (2011) die Adipositasgruppe 88,9% älter als 40 Jahre (bis 63 Jahre) und in der Nicht-Adipositasgruppe 93,3% zwischen 20 und 30 Jahre (keiner > 30 Jahre) waren. Selbst Raucher wurden mit in die Studie aufgenommen. Das einzige Ausschlusskriterium war die Diagnose organischer Stimmstörungen durch eine Laryngoskopie, in der auch Probanden mit grenzwertigen Pathologien aufgenommen wurden. Generell waren hier die Studien-

bedingungen sehr locker, die aber im Vergleich zu den Resultaten aus dieser Studie gegenteilige Ergebnisse zeigten, in den akustischen und perzeptuellen Messparametern. Dies bestätigt möglicherweise, dass der Selektierung der Probanden einer größeren Bedeutung zugemessen werden sollte in Bezug auf stimmbeeinflussende Faktoren, um eine eindeutige Aussage treffen zu können.

Die Studie von Solomon et al. (2011) zeigte bei der ersten Messung im Vergleich zwischen der Adipositas- und Nicht-Adipositasgruppe keine signifikanten Unterschiede. Hierbei waren die Ergebnisse der einzelnen Parameter der Studie von Solomon et al. (2011) und dieser Studie sehr verschieden. Im Schnitt erreichten die Probanden bei Solomon et al. (2011) grenzwertige bis pathologische Werte bei dem Jitter (rap), Shimmer (apq11), NHR und DSI in beiden Gewichtsgruppen. Die einzige Ausnahme war der Tonhöhen- und Lautstärkenumfang.

Die gemessenen MPT bei Solomon et al. (2011) war nicht eindeutig, trotz der im Normbereich liegenden Werte von beiden Gewichtsgruppen. Der Grund hierfür war, dass sie nicht als geschlechtsunabhängiger Parameter deklariert worden ist. Jedoch ist mehrfach bewiesen worden, dass die MPT im allgemeinen unterschiedlich lang unter den Geschlechtern phoniert werden kann (Baken R.J. et al, 2000).

Weiterhin bezogen sich die Ergebnisse und Schlussfolgerungen von Solomon et al. (2011) nur auf ältere Patienten beiderlei Geschlechts (Adipositasgruppe: Mittelwert= 53,1 Jahre SD= 9,1 Jahre; nicht-adipös: Mittelwert= 49,8 Jahre SD= 16,0 Jahre), an der nur insgesamt 16 Probanden (8 adipöse und 8 nicht adipöse) teilnahmen. Das größte Problem war in dieser Studie auch - wie bei Da Cunha et al. (2011) - der mangelnde Umgang mit Ein- und Ausschlusskriterien bei der Probandenwahl und den Abnahmebedingungen während der 4 Messungen (z.B. keine Tageskriterien [siehe Abschnitt 3.2.4. S.57 ff.]), um zu einem deutlichen Fazit bezüglich des Faktors Körpergewicht zu kommen. Viele mögliche stimmbeeinflussende Faktoren wurden in dieser Studie auch nicht berücksichtigt (siehe Abschnitt 3.2.3. S.45 ff.), lediglich der strikte Ausschluss jeglicher Formen laryngealer Pathologien, die aufgedeckt wurden mittels einer Laryngoskopie.

In dieser aktuellen Studie wurde vor allem auf gesundheitliche Merkmale geachtet, somit waren hier kaum grenzwertige oder pathologische Werte innerhalb der Gewichtsgruppen bei den einzelnen Stimmparametern zu finden.

5.1.1. Einschränkungen der Hauptstudie

Die größte Einschränkung dieser Studie war die geringe Probandenzahl innerhalb der Gruppen von 9 bis 15 Probanden. Hierzu kam auch noch eine sehr geringe Teilnahme von insgesamt 5 von 34 männlichen Probanden. Um vor allem jedoch eine erste umfassende Aussage bei den geschlechtsabhängigen Parametern auch für die Männern treffen zu können, war die Anzahl der männlichen Probanden zu gering. Bei den Frauen konnte man gerade erste Korrelationstests und Hypothesentests anwenden.

Für die Verteilung der Probanden bei den extremen Gewichten nach dem BMI hatte die Untergewichtsgruppe im Schnitt nur ein leichtes Untergewicht. Wünschenswert wäre eine größere Verteilung auch zu Probanden mit schwerem Untergewicht.

Bei der Wahl der Selektierungsparameter wurde in erster Linie auf *gesunde* und *unsportliche* Probanden geachtet, die so wenig wie möglich unter stimmbeeinflussende Faktoren leiden. Keine Berücksichtigung fand das Ernährungsverhalten, wie beispielsweise Diäten/Gewohnheiten der Nahrungsaufnahme. Lediglich wurde sporadisch gezielt vor dem Untersuchungstag nachgefragt, ob die Probanden sich einer kurzfristigen Diät unterziehen wollten. Falls ja, wurde dies berücksichtigt und vor Diätbeginn die Untersuchung vollzogen. Es erschien mir wichtig, da es die Regelmäßigkeit des täglichen normalen Ablaufes unterbrechen und ggf. zur Verfälschung der Stimmparameter führen könnte, wie es Hamdan et al. (2007) und Hamdan et al. (2011) in einer längeren Fastenperiode festgestellt hatten.

Ebenso fanden komorbide Störungen keine Berücksichtigung, da der Einfluss auf die Stimmverfassung und Stimmleistung im Bereich der akustischen, perzeptiven und aerodynamischen Messungen in der bestehenden Literatur nicht eindeutig erwiesen ist. Ebenso wäre der Aufwand immens, jeden Probanden einer psychologischen Untersuchung zusätzlich unterziehen zu lassen, bei der dann ein Psychologe als Untersucher gefunden werden müsste.

Für die Selektierung stand auch keine Laryngoskopie wie bei den beiden anderen Studien von Solomon et al. (2011) und Da Cunha et al. (2011) zur Verfügung, da es organisatorisch und finanziell keine Kooperation mit einer phoniatischen Abteilung zuließ.

Bei der Studie konnte auch kein Einfluss auf die momentane Motivation, Nervosität und innere Anspannung des Probanden während der Untersuchung genommen werden. Inwieweit dies die Stimmparameter verfälschen könnte, konnte wissenschaftlich noch nicht geklärt werden. Dem Probanden wurde die Situation so angenehm wie möglich gestaltet; beispielsweise die Untersuchung in seiner gewohnten Umgebung durchgeführt und während der Untersuchung dem

Probanden so viel Zeit wie möglich gegeben, um ihn nicht unter Druck zu setzen.

Bei der Interbeurteilerzuverlässigkeit der perceptuellen Stimmqualitätsparameter sind mehr geringfügige als befriedigende Übereinstimmungen zu finden, trotz der Anwendungen von Ankerstimmen. Ebenso wurde keine Intra-beurteilerzuverlässigkeit durchgeführt, um die Beurteilungszuverlässigkeit jedes einzelnen zu überprüfen. Dies sollte aber größtenteils durch den Einschluss kompetenter Beurteiler mit jahrelanger Erfahrung im Analysieren von dysphonen Stimmen aufgefangen werden. Insgesamt war aber die perceptuelle Auswertung als Ganzes zweifelhaft.

5.1.2. Zukünftige Folgestudien

Für das exakte Fazit über den Einfluss vom Körpergewicht zur Stimme wäre in allen Gewichtsklassen von Untergewicht bis Adipositas (siehe Tabelle 3.4. S. 61) eine Untersuchung von Nöten, da es in dieser Studie bei den Stimmparametern zwischen den Extremen im Körpergewicht signifikante Unterschiede gab. Hierzu sollte dann ebenso sehr genau die Selektierung der Probanden erfolgen. Auch sollten ggf. in den verschiedenen Altersdekaden die Probanden untersucht werden, da in der Studie von Da Cunha et al. (2011) und in dieser Studie signifikante Unterschiede zwischen den Gewichtsgruppen und Stimmparametern bei jungen und älteren Erwachsenen verzeichnet wurde.

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse dieser Studie wäre es ebenso interessant zu wissen, inwieweit das Stimmtraining bei Gesunden eine Kompensation zu den anatomischen Eigenschaften, wie z.B. das Körpergewicht, schafft und wieviel Aufwand dafür dann nötig wäre.

5.2. Diskussion der Teilstudie

Der AVQI im Deutschen kann als ein valides und zuverlässiges akustisches Diagnostikumittel für die allgemeine Stimmqualität verwendet werden. Dies bestätigte die hohe Spearman-Korrelation von $r = 0,793$ ($p = 0,000$) und der hohe AUC Wert von 0,888 der ROC-Kurve.

Bei dem Korrelationstest bestand ein positiver Zusammenhang zwischen AVQI und H-RBH, d.h. je größer die AVQI Werte desto höher auch der Heiserkeitsgrad in der perceptuellen Beurteilung. Dies wurde auch in der Studie von [4]Maryn et al. (2010) festgestellt.

In der deutschen Fassung des AVQI's gab es auch keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,815$) zur Spearman-Korrelation als bei [4]Maryn et al. (2010). Beide Studien hatten auch ähnlich hohe Korrelationswerte von $r = 0,78$ & $r = 0,793$ und man kann schlussfolgern, dass AVQI im

deutschen- und niederländischen Sprachraum als sehr robust und zuverlässig in der Heiserkeitserkennung gilt; mit einer hohen Validität zur perceptuellen Beurteilung. Der AVQI Cutoff Score im Deutschen war auch nur minimal geringer als der im niederländischen (Deutsch: 2,70; Niederländisch: 2,95) und zeichnete sich mit einer ähnlichen Sensitivität (Deutsch: 79%, Niederländisch 74%) und Spezifität (Deutsch: 92%; Niederländisch: 96%) aus. Dazu bestätigte sich auch in dieser Studie, dass, je größer die AVQI Werte waren, desto schwerer die Dysphonie, die in der Einteilungsskala 0 bis 10 reicht. Ein AVQI Wert von 0 ist eine perfekte Stimme und ein AVQI Wert von 10 ist eine Stimme mit dem schwersten Dysphoniegrad.

5.2.1. Einschränkungen der Teilstudie

Die Studie zur Normierung und Überprüfung der Validität im Deutschen hatte im Vergleich zur Studie von [4]Maryn et al. (2010) 190 Probanden weniger. Prinzipiell gilt, je mehr Probanden, desto höher ist die Übertragbarkeit auf die Allgemeinheit der zu ermittelten Ergebnisse.

Für die Wahl der Beurteiler wurde keine Intrabeurteilerzuverlässigkeit durchgeführt, um die eigene Beurteilerzuverlässigkeit jedes einzelnen Beurteilers zu messen. Aufgefangen wurde dies nur mit dem Einschluss erfahrener Stimmburteilern für die AVQI Teilstudie und den strikten Interbeurteilerzuverlässigkeitskriterien (siehe 4.2.2. S. 100 ff.).

Da AVQI zu einem Teil Spontansprache ist und zum anderen ein gehaltenes /a/, gilt für die perceptuelle Beurteilung, ob immer definitiv bei jedem Stimmsignal der Durchschnittswert aus beiden Stimmelementen gewertet wurde. Dies kann nicht zu 100% bestätigt werden, da die Beurteiler möglicherweise tendenziell zu dem einen oder anderen AVQI Element zuneigten, trotz des Einsatzes der Ankerstimmen, die das exakte ordinale Heiserkeitsvorbild für die Beurteilung der späteren AVQI Stimmsignale im Deutschen vorgab. Bei der akustischen Berechnung des AVQI's stellte sich in einer noch unveröffentlichten Studie heraus, dass die 2 Elemente (/a/ und Spontansprache) gleichwertig sind und das Endergebnis gleichermaßen beeinflussen .

5.2.2. Zukünftige Folgestudien

Es sollte von Bedeutung sein AVQI im Bereich der Spontansprache zu erweitern, um die Qualität eines phonetisch ausbalancierten Textes zu nutzen, der das größtmögliche Spektrum der Phoneme anbietet, bei der dann die Heiserkeit am unterschiedlichsten auftreten kann ([2]Nawka et al. 2006). Hierbei muss nicht einmal eine andere Form der Spontansprache gewählt werden, da die Heiserkeitsbestimmung von der Form unabhängig ist ([2]Zraick et al. 2005). Die Spontansprache tritt somit mehr in den Vordergrund als die gehaltene Phonation, da die Sprechlaute (vor allem die Vokale) der Spontansprache lediglich max. bis zu 300 Millisekunden gehalten werden (Ptok et al. 2005). Es wäre dann auch von Vorteil die AVQI Beurteilung transparenter zu machen, um festzustellen, inwieweit dann die Gesamtbeurteilung der 2 Elemente (Spontansprache und gehaltene Phonation) normal/pathologisch ist. Die gehaltene Phonation und die Spontansprache erzielen nicht zwingend die selben Resultate ([2]Zraick et al. 2005). Oft werden in der Spontansprache Kompensationen gegenüber der Pathologie aufgebaut, die dann in der gehaltenen Phonation erkennbar werden können. Aus diesem Grund sind die beiden Elemente wichtig für eine umfassende und qualitative Stimmbeurteilung und man sollte immer beide berücksichtigen.

5.3. Diskussion der Parallelstudie

Diese Parallelstudie bietet erste Grundlagen für Vergleiche möglicher Formen der Spontansprache neben dem Lesen, das meines Wissens bis dato noch nicht untersucht worden ist. Insgesamt ist zwischen der logischen Erzählweise und der freien Spontansprache mit gut einem Semiton Abweichung bei beiden Geschlechtern zu rechnen, der nicht statistisch signifikant war. Falls nun die Wahl einer Abnahmeprozedur für die Ermittlung der mittleren Sprechstimmlage getroffen wird, sollte dies über die freie Spontansprache erfolgen. Entscheidend neben der zu erwartenden Abweichung bei der gewählten Erzählform (siehe 2.4.3. S.35 ff.), ist es ebenso wichtig, die Untersuchungsform so zu wählen, dass diese am ehesten beim alltäglichen Sprechen anknüpft, ohne den Untersuchten in eine künstliche und unnatürliche Erzählform hineinzuzwängen. Es sollte eine Form gewählt werden, die sonst auch genutzt wird.

Die neutrale Erzählform ist mit entscheidend für eine stabile und zentral gelegene mittlere Sprechstimmlage, die Breitenstein et al. (2001) in einer Studie mit unterschiedlichen Emotionen im Sprechen nachweisen konnten. Die Bildergeschichte kann im Vergleich zur Wegbeschreibung im Einzelfall ihre neutrale Erzählform verlieren und somit möglicherweise durch

Emotionen die Tonhöhe schwanken lässt. In dieser Studie ergab sich eine max. Abweichung von 2-3 Semitönen zwischen F_0 -logisch und F_0 -spontan. Diese stärkeren Abweichungen spielen dann vor allem eine Rolle, wenn die Person am Rand der Indifferenzlage gemessen wurde und somit die Frage der zu hohen oder zu tiefen mittleren Sprechstimmlage aufkommt. Hier wären dann weitere Tests erforderlich, die einen Mehraufwand für Patient und Untersucher bedeuten würden, der von vornherein bei „richtiger“ Erzählform vermeidbar wäre. Die Erzählform sollte auch für alle Populationsgruppen zugänglich sein. Die Bildergeschichte oder das Lesen setzten in erster Linie voraus, dass keine Sehstörungen vorhanden sind. Die Spontansprache bietet hier die wenigsten Einschränkungen, denen auch die anderen Abnahmeformen unterliegen würden, wie z.B. kognitive Fertigkeiten und keine peripheren/zentralen Störungen des Hals-Kopf-Bereichs.

5.3.1. Einschränkungen der Parallelstudie

In dieser Parallestudie gab es relativ wenig Probanden beiderlei Geschlechts. Eine Mindestzahl über 30 Probanden beiderlei Geschlechts würde die statistische Stärke erhöhen und somit auch einen Normalverteilungstest zulassen.

Bei der Wahl der Bildergeschichte ist es von vornherein schwierig, einen Inhalt zu finden, der größtenteils neutraler Natur ist. Hier können ungewollt auch mehr Emotionen frei gesetzt werden, die sich auch auf die Stimmhöhe niederschlagen können. Dies bestätigte sich im Ansatz, da der Großteil in der Spontansprache in der mittleren Sprechstimmlage am niedrigsten war.

5.3.2. Zukünftige Folgestudien

Es empfiehlt sich eine größere Studie aller denkbar möglichen Abnahmeformen für die Bestimmung der mittleren Sprechstimmlage, bei denen auch hier die neuen Formen von Bildergeschichte und neutrale Abfrage der freien Spontansprache eingebracht werden sollte. Dies gilt es bei einer großen Anzahl von Probanden zu überprüfen. Im Ansatz hatte dies auch Zraick et al. (2000) durchgeführt, jedoch mit einer kleineren Probandenzahlen (N=12 in jeder Geschlechtsgruppe) und er berücksichtigte zudem nicht die Abnahmedauer von mindestens 60 Sek. ([1]Zraick et al 2005).

6. Fazit

6.1. Fazit der Hauptstudie

Das Ziel dieser Studie war die stimmbeeinflussenden- und biometrischen Faktoren, auf den Faktor *Körpergewicht unter Berücksichtigung des Fettgehaltes* auf die Stimme zu reduzieren und bestmöglichst zu beantworten. Bei allen Messungen der selektierten Stimmparameter zeichnete sich grundlegend ein positiveres Stimmbild für die Adipositasgruppe ab. Im Mittelfeld lag die Normalgewichtsgruppe und am schlechtesten prästierte die Untergewichtsgruppe. Besonders deutlich ergibt sich dies aus den Stimmleistungs- und aerodynamischen Parametern, bei denen in den Hypothesentests 6 signifikante Unterschiede bei den geschlechtsabhängigen- als auch bei den geschlechtsunabhängigen zu finden waren. Es wird somit auf die Alternativhypothesen zurückgegriffen. Diese Studie belegt, dass das Körpergewicht Einfluss auf die Stimme nehmen kann und die stimmlichen Vorteile bei der Adipositasgruppe liegen, wenn diese gesundheitlich nicht vorbelastet sind und sich stimmbeeinflussenden Faktoren nicht aussetzen.

6.2. Fazit der Teilstudie

Es zeigte sich, dass AVQI auch für den deutschen Sprachraum geeignet ist, um zuverlässige und valide Aussagen über die allgemeine Stimmqualität zu liefern. Hierfür wurde die Anpassung der AVQI Norm von 2,95 auf 2,70 reduziert und man folgt hier der aufgestellten Alternativhypothese. Allgemein gilt aber bei der AVQI-Klassifizierung, dass es in erster Linie als objektive akustische Abfrage zur Anwesenheit einer Dysphonie der Sprechstimme kombiniert mit gehaltener Phonation geeignet ist; basierend auf Grundlage der allgemeinen Stimmqualität. Hierzu gilt auch, je höher die AVQI Werte im Deutschen ($> 2,70$), desto schwerer auch die Dysphonie.

6.3. Fazit der Parallelstudie

Zwischen den beiden Erzählformen der Bildergeschichte und der freien Spontansprache gab es bei beiden Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede. Es wird somit auf die Nullhypothese zurückgegriffen. Jedoch ist für die Wahl der Abnahmeprozedur nicht nur die statistische Abweichung relevant, sondern auch die allgemeine Anwendung für Jedermann. Dazu gehört auch die Einzelfallabweichungen der unterschiedlichen Abnahmeprozeduren und die größtmögliche Repräsentativität, die im Alltag des Untersuchten anknüpft. Alle diese Punkte lassen nur einen Schluss zu, nämlich: die valideste Abnahmeprozedur ist die freie Spontansprache.

7. Literaturverweise

Aboras Y, El-Banna M, El-Magraby R, Ibrahim A. (2010). *The relationship between subjective self-rating and objective voice assessment measures*. Logoped Phoniatr Vocol. Vol.35: 34-38

Akhtar S, Wood G, Rubin JS, O' Flynn PE, Ratcliffe P. (1999). *Effect of caffeine on the vocal folds: a pilot study*. J Laryngol Otol. Vol.113: 341-345

Amir O, Wolf M, Amir N. (2009), *A clinical comparison between two acoustic analysis softwares: MDVP and Praat*, Biomedical Signal Processing and Control 4; 202–205

ANSI (1960). *USA standard:acoustical terminology*. New York: American National Standards Institute

Assunção AA, de Medeiros AM, Barreto SM, Cortes Gama AC. (2009). *Does regular practice of physical activity reduce the risk of dysphonia?* Prev Med. Vol. 49: 487-489

Audi L, Vargas DM, Gussinyé M, Yeste D, Martí G, Carrascosa A. (2002). *Clinical and biochemical determinants of bone metabolism and bone mass in adolescent female patients with anorexia nervosa*. Pediatr Res. Vol.51: 497-504

Awan SN, Kynch CL. (2002). *Acoustic characteristics of the voice in young adult smokers*. In: Windsor F., Kelly ML., Hewlett N., (Hrsg.). *Investigations in Clinical Phonetics and Linguistics*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 449-458

Awan SN, Roy N. (2006). *Toward the development of an objective index of dysphonia severity: A four-factor acoustic model*. Clin Linguist Phon. Vol.20: 35-49

Awan SN, Morrow DL. (2007). *Videostroboscopic Characteristics of Young Adult Female Smokers vs. Nonsmokers*. J Voice. Vol.21: 211-223

[1]Awan SN, Roy N. (2009). *Outcomes measurement in voice disorders: application of an acoustic index of dysphonia severity*. J Speech Lang Hear Res. Vol.52: 482-499

[2]Awan SN, Lawson LL. (2009). *The Effect of Anchor Modality on the Reliability of Vocal Severity Ratings*. J Voice. Vol.23: 341-352

[1]Awan SN, Ensslen AJ. (2010). *A Comparison of Trained and Untrained Vocalists on the Dysphonia Severity Index*. J Voice. Vol.24: 661-666

- [2] Awan SN, Roy N, Jetté ME, Meltzner GS, Hillman RE. (2010). *Quantifying dysphonia severity using a spectral/cepstral-based acoustic index: Comparisons with auditory-perceptual judgements from the CAPE-V*. Clin Linguist Phon. Vol.24: 742-58
- [1] Awan SN. (2011). *The Effect of Smoking on the Dysphonia Severity Index in Females*. Folia Phoniatri Logop. Vol.63: 65-71
- [2] Awan SN, Helou LB, Stojadinovic A, Solomon NP. (2011). *Tracking voice change after thyroidectomy: application of spectral/cepstral analyses*. Clin Linguist Phon. Vol.25: 302-320
- Bach JR, Goncalves M, Eisenberg M, Ishikawa Y, Altschuler E, Winck JC, Komaroff E. (2008). *A Ventilator Requirement Index*. Am J Phys Med Rehabil. Vol. 87: 1-7
- Bakel AM van, Zantinge EM. (2010). *Neemt het aantal mensen met overgewicht of ondergewicht toe of af?* In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM. [Online]. Available: <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/persoonsgebonden/lichaamsgewicht/trend/> [2011, May]
- Baken RJ, Orlikoff RF. (2000). *Clinical Measurement of Speech and Voice – Second Edition*. Singular Thomson Learning
- Baken RJ. (2005). *The Aged Voice: A New Hypothesis*. J Voice. Vol.19: 317-325
- Baker J. (2003). *Psychogenic Voice Disorders and Traumatic Stress Experience: A Discussion Paper with Two Case Reports*. J Voice Vol.17: 308–318
- Balasubramaniam RK, Bhat JS, Prasad N. (2010). *Cepstral analysis of voice in persons with vocal nodules*. J Voice. Vol.24: 651-653
- Balasubramaniam RK, Bhat JS, Fahim S 3rd., Raju R 3rd. (2011). *Cepstral Analysis of Voice in Unilateral Adductor Vocal Fold Palsy*. J Voice. Vol.25: 326-329
- Baldwin E, de Cournand FA, Richards DW Jr. (1948). *Pulmonary insufficiency: I. Methods of analysis, physiologic classification, standard values in normal subjects*. Medicine. Vol.27: 243-278 [zit. Schultz-Coulon HJ. (1980). *Die Diagnostik der gestörten Stimmfunktion*. Arch Otorhinolaryngol. Vol.227: 1-169]
- Baletic N, Jakovljevic B, Marmut Z, Petrovic Z, Paunovic K. (2005). *Chronic Laryngitis in Glassblowers*. Ind Health Vol.43: 302-307
- Ball SD, Altena TS, Swan PD, (2004). *Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men*. Eur J Clin Nutr. Vol.58: 1525-1531

Ballor DL, Katch VL. (1989). *Validity of Anthropometric Regression Equations for Predicting Changes in Body Fat of Obese Females*. Am J Hum Biol. Vol.1: 97-101

Becker C. (2002). *Formulierung populationsspezifischer Algorithmen zur Bestimmung der Körperfettmasse von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen, basierend auf Feldmethoden mit Air Displacement Plethysmography als Referenz*. Doctoral thesis; Christian-Albrechts-Universität zu Kiel - Germany

[1]Belfasky PC, Postma N, Koufman JA. (2002). *Validity and Reliability of the Reflux Symptom Index (RSI)*. J Voice. Vol.16: 274-277

[2]Belafsky PC, Postma GN, Amin MR, Koufman JA. (2002). *Symptoms and findings of laryngopharyngeal reflux*. Ear Nose Throat J. Vol.81: 10-13

Bergh C, Södersten P. (1996). *Anorexia nervosa, self-starvation and the reward of Stress*. Nat. Med. Vol.2: 21–22

Bergsma AD, van Petersen K. (1996). *DSM-IV Patientenzorg – Diagnostiek en classificatie van psychische stoornissen voor de geneeskunde*. Swets & Zeitlinger Publisher

Berns MPH. (1995). *Over gewicht en hart- en vaatziekten*. Den Haag: Nederlandse Hartstichting

Bhalla RK, Watson G, Taylor W, Jones AS, Roland NJ. (2009). *Acoustic Analysis in Asthmatics and the Influence of Inhaled Corticosteroid Therapy*. J Voice. Vol.23: 505-511

Boersma P. (1993). *Accurate short-term analysis of the Fundamental Frequency and the Harmonics-to-Noise Ratio of a sampled sound*. IFA Proceedings. Vol.17: 97-110

Boersma P. (2004). *Stemmen meten met Praat*. Stem-, Spraak- en Taalpathologie. Vol.12: 237-251

Boersma P. (2009). *Should Jitter Be Measured by Peak Picking or by Waveform Matching?* Folia Phoniatr Logop. Vol.61: 305-308

Boersma P, Weenink D. (2010). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.135) [Computer program]. Retrieved May, 2010. <http://www.praat.org/>

Böhm M, Jockenhövel F, Weidner W. (2004) *Männersprechstunde – Das Praxishandbuch zu Beratung, Prävention und Therapie*. Springer Medizin Verlag Heidelberg

Böhme G. (2003). *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen – Band 1: Klinik*. Urban & Fischer

Bonelli J. (2003). *Karzinomtherapie zwischen Individualität und Evidence Based Medicine aus der Perspektive der sinnorientierten Medizin (S.O.M.)*. Imago Hominis Vol. 10: 116-121

Bosch J, Daansen P, Braet C. (2004). *Cognetieve gedragstherapie bij obesitas*. Bohn Stafleu Van Loghum

Bouchard C, Tremblay A, Despré JP, Nadeau A, Lupien PJ, Thériault G, Dussault J, Moorjani S, Pinault S, Fournier G. (1990). *The response to long-term overfeeding in identical twins*. N Engl J Med. Vol.322: 1477-1482

Bouhuys A. (1964). *Lung volumes and breathing patterns in wind-instrument players*. J Appl Physiol. Vol.19: 967-975

Bové MJ, Kansal S, Rosen CA. (2008). *Influenza and the Vocal Performer: Update on Prevention and Treatment*. J Voice. Vol. 22: 326-332

Breitenstein C, Van Lancker D, Daum I. (2001). *The contribution of speech rate and pitch variation to the perception of vocal emotions in a German and an American sample*. Cognition Emotion. Vol.15: 57-79

Brinckmann S. (2006). *Entwicklung eines Schulungskonzeptes für Adipositas Berater: Klassifikation, Ursachen und Folgen von Übergewicht*. Diplomarbeit bei der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Caelenberghe E, Trauwaen I, Maryn Y, Verstraete J, Deklerck J. (2009). *Normatieve studie inzake akoestische stemkwaliteit*. Bachelorthesis - Katholieke Hogeschool Brugge Oostende Brugge - België

Carmona RH. (2004). *Surgeon General's Report – The Health Consequences of Smoking*. National Press Club Washington D.C. [Online]. Available: <http://www.surgeongeneral.gov/library/smokingconsequences/index.html> [2010, April]

Case JL. (2002). *Clinical Management of Voice Disorders – Fourth Edition*. Pro-Ed

[1]Chan KM, Yiu EM. (2002). *The effect of anchors and training on the reliability of perceptual voice evaluation*. J Speech Lang Hear Res. Vol.45: 111–126

- [2]Chan RW, Tayama N. (2002). *Biomechanical effects of hydration in vocal fold tissues*. Otolaryngol Head Neck Surg. Vol.126: 528-537
- Chai L, Sprecher AJ, Zhang Y, Liang Y, Chen H, Jiang JJ. (2011). *Perturbation and Nonlinear Dynamic Analysis of Adult Male Smokers*. J Voice. Vol.25: 342-347
- Chin SB, Large NR, Pisoni DB. (1997). *Effects of Alcohol on the Production of Words in Context: A First Report*. Indiana University - Research on Spoken Language Processing - Progress Report No. 21 (1996-1997): 403-420
- Chinn S. (2006). *Obesity and asthma*. Paediatr Respir Rev. Vol.7: 223-228
- Cohen SM. (2010). *Self-reported impact of dysphonia in a primary care population: an epidemiological study*. Laryngoscope. Vol.120: 2022-2032
- Coleman RF, Markham IW. (1991). *Normal variations in habitual pitch*. J Voice .Vol.5: 173-177
- Cooper M, and Yanagihara N. (1971). *A study of the basal pitch level variations found in the normal speaking voices of males and females*. J Commun Disord. Vol. 3: 261-266
- Da Cunha MG, Passerotti GH, Weber R, Zilberstein B, Cecconello I. (2011). *Voice Feature Characteristic in Morbid Obese Population*. Obes Surg. Vol. 21: 340-344
- Dane RL. (1998). *Effects of Short-Term Dehydration and Rehydration on Acoustic Measures of Voice*. Master Thesis; Texas Tech University Health Sciences Center - United States
- De Bodt M, Wuyts FL, Van de Heyning PH, Croux C. (1997). *Test-retest study of the GRBAS scale: Influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality*. J Voice. Vol.11: 74-80
- De Bodt M, Heylen L, Mertens F, Vanderwegen J, Van de Heyning P. (2008). *Stemstoornissen – Handboek voor de klinische praktijk*. Garant
- Defloor T, Van Borsel J, Curfs L, De Bodt M. (2001). *Aerodynamic and acoustic characteristics of voice in Prader-Willi syndrome*. J Voice. Vol.15: 284-290
- [1]Deliyki DD, Evans MK, Shaw HS. (2005). *Influence of data acquisition environment on accuracy of acoustic voice quality measurements*. J Voice. Vol.19: 176-186

[2]Deliyski DD, Shaw HS, Evans MK. (2005). *Adverse effects of environmental noise on acoustic voice quality measurements*. J Voice. Vol.19: 15-28

Dejonckere PH, Obbens C, de Moor GM, Wieneke GH. (1993). *Perceptual evaluation of dysphonia: reliability and relevance*. Folia Phoniatr Logop. Vol.45: 76-83 [zit. n. Hakkesteeft MM. (2009). *Evaluation of Voice Disorders - Dysphonia Severity Index and Voice Handicap Index*. Doctoral Thesis; Erasmus Universiteit Rotterdam - Netherland]

Dejonckere PH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier L, Millet B. (1998). *Reliability and clinical relevance of perceptual evaluation of pathological voices*. Rev Laryngol Otol Rhinol. Vol.119: 247-248

Dietrich M, Verdolini-Abbott K, Gartner-Schmidt J, Rosen CA. (2008). *The Frequency of Perceived Stress, Anxiety, and Depression in Patients with Common Pathologies Affecting Voice*. J Voice Vol.22: 472–488

Dieterle C, Landgraf R. (2006). *Folgeerkrankungen und Komplikationen der Adipositas* . Internist. Vol.47: 141-149

[1]DIMDI (2005). *Kapitel IV Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (E00-E90)*. [Online]. Avialable: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlamtl2006/fr-icd.htm?ge65.htm> [2009, December]

[2]DIMDI (2005). *Kapitel V Psychische und Verhaltensstörungen (F00-F99)*. [Online]. Avialable: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlamtl2006/fr-icd.htm> [2009, December]

Deniz O, Savci S, Tozkoparan E, Ince DI, Ucar M, Ciftci F. (2006). *Reduced Pulmonary Function in Wind Instrument Players*. Arch Med Res. Vol.37: 506-510

Dogan M, Eryuksel E, Kocak I, Celikel T, Sehitoglu MA. (2007). *Subjective and Objective Evaluation of Voice Quality in Patients With Asthma*. J Voice. Vol. 21: 224-230

Dykes PJ, Francis AJ, Marks R. (1976). *Measurement of Dermal Thickness with the Harpenden Skinfold Caliper*. Arch. Derm. Res. Vol.256: 261-263

Dworkin JP., Meleca RJ. (1997). *Vocal Pathologies: Diagnosis, Treatment, and Case Studies*. Singular Publishing

Eadie TL, Baylor CR. (2006). *The Effect of Perceptual Training on Inexperienced Listeners' Judgments of Dysphonic Voice*. J Voice. Vol.20: 527–544

Eadie TL, Smith MK. (2011). *The Effect of Listener Experience and Anchors on Judgments of Dysphonia*. J Speech Lang Hear Res. Vol.54: 430-447

Farrús M, Hernando J. (2009). *Using Jitter and Shimmer in speaker verification*. IET Signal Process. Vol. 3: 247-257

Ferrer C, De Bodt M, Maryn Y, Van de Heyning P, Hernández-Díaz M. (2007). *Properties of the Cepstral Peak Prominence and its usefulness in Vocal Quality Measurements*. Proceedings of the 5th International Workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications (MAVEBA), Florence – Italy: 93-96 [zit. n. Maryn Y. (2010). *Acoustic Measurement of overall voice quality in sustained vowels and continuous speech*. Doctoral thesis; Ghent University – Belgium]

Fischer-Posovszky P, Wabitsch M. (2004). *Entwicklung und Funktion des Fettgewebes*. Monatsschrift Kinderheilkd. Vol.152: 834-842

Fletcher HM, Drinnan MJ, Carding PN. (2007). *Voice Care Knowledge Among Clinicians and People With Healthy Voices or Dysphonia*. J Voice. Vol.21: 80–91

Frances A, Alan-Pincus H, First MB, (Task Force on DSM-IV – first persons) (2005). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders DSM-IV-TR*. American Psychiatric Association

Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. (2001). *Limits of Body Mass Index to Detect Obesity and Predict Body Composition*. Nutrition 17: 26 –30

Ford ES. (2005). *The epidemiology of obesity and asthma*. J Allergy Clin Immunol. Vol.115: 897-909

Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. (2000). *Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index*. Am J Clin Nutr. Vol.72: 694-701

Gallivan GJ, Gallivan KH, Gallivan HK. (2007). *Inhaled Corticosteroids: Hazardous Effects on Voice—An Update*. J Voice. Vol.21: 101-111

Garrett KL, Healey EC. (1987). *An acoustic analysis of fluctuations in the voices of normal adult speakers across three times of day*. J Acoust Soc Am. Vol.82: 58-62

Gast GC, Frenken FJ, Leest LA van, Wendel-Vos GC, Bemelmans WJ. (2007). *Intra-national variation in trends in overweight and leisure time physical activities in The Netherlands since 1980: stratification according to sex, age and urbanisation degree*. Int J Obes. Vol.31: 515-520

Gassull C, Casanova C, Botey Q, Amador M. (2010). *The Impact of the Reactivity to Stress in Teachers with Voice Problems*. Folia Phoniatr Logop. Vol.62: 35-39

Gonzalez J, Carpi A. (2004). *Early effects of smoking on the voice: a multidimensional study*. Med Sci Monit. Vol.10: 649-656

Gorham-Rowan MM, Laures-Gore J. (2006). *Acoustic-perceptual correlates of voice quality in elderly men and women*. J Commun Disord. Vol.39: 171-184

Gobl C, Ni Chasaide A. (2003). *The role of voice quality in communicating emotion, mood and attitude*. Speech Communication. Vol.40: 189-212

Goodwin CJ. (2009). *Research In Psychology - Methods and Design*. John Wiley & Sons

[1]Guimarães I, Abberton E. (2005). *Fundamental Frequency in Speakers of Portuguese for Different Voice Samples*. J Voice. Vol.19: 592-606

[2]Guimarães I Abberton E. (2005). *Health and voice quality in smokers: An exploratory investigation*. Logoped Phoniatr Vocol. Vol.30: 185-191

Hakkesteeft MM, Brocaar MP, Wieringa MH, Feenstra L. (2006). *Influence of age and gender on the dysphonia severity index. A study of normative values*. Folia Phoniatr Logop. Vol.58: 264-273

Hakkesteeft MM, Brocaar MP, Wieringa MH, Feenstra L. (2008). *The relationship between perceptual evaluation and objective multiparametric evaluation of dysphonia severity*. J Voice. Vol.22: 138-145

Halum SL, Postma GN, Johnston C, Belafsky PC, Koufman JA. (2005). *Patients with isolated laryngopharyngeal reflux are not obese*. Laryngoscope. Vol.115: 1042-1045

Hamdan AL, Sibai A, Rameh C. (2007). *Effect of Fasting on Voice in Women*. J Voice. Vol.21: 495-501

Hamdan AL, Mahfoud L, Sibai A, Seoud M. (2009). *Effect of Pregnancy on the Speaking Voice*. J Voice. Vol.23: 490-493

Hamdan AL, Ashkar J, Sibai A, Oubari D, Hussein ST. (2011). *Effect of fasting on voice in males*. Am J Otolaryngol. Vol.32: 124-129

Hartman D, Crisp A, Rooney B, Rackow C, Atkinson R, Patel S. (2000). *Bone density of women who have recovered from anorexia nervosa*. Int J Eat Disord. Vol.28: 107-112

- Hegde SS, Ahuja SR. (1996). *Assessment of percent body fat content in young and middle aged men: skinfold method v/s girth method*. J Postgrad Med. Vol.42: 97-100
- Heiberger VL, Horii Y. (1982). *Jitter & Shimmer in sustained phonation*. In: Lass NJ. (Hrsg.). *Speech and language: advances in basic research & practice*. Academic Press.
- Heman-Ackah YD, Michael DD, Goding GS Jr. (2002). *The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia*. J Voice. Vol.16: 20-27
- Heman-Ackah YD, Heuer RJ, Michael DD, Ostrowski R, Horman M, Baroody MM, Hillenbrand J, Sataloff RT. (2003). *Cepstral peak prominence: a more reliable measure of dysphonia*. Ann Otol Rhinol Laryngol. Vol.112: 324-333
- Heman-Ackah YD. (2004). *Reliability of calculating the cepstral peak without linear regression analysis*. J Voice. Vol.18: 203-208
- Herzog W, Friederich HC, Wild B, Löwe B, Zipfel S. (2006). *Magersucht*. Therapeutische Umschau. Vol.63: 539-543
- Herpertz S, de Zwaan M, Zipfel S. (Hrsg.) (2008). *Essstörungen und Adipositas*. Springer Verlag
- Heylen L. (1997). *De klinische relevantie van het fonetogram – een onderzoek bij kinderen en leerkrachten*. Doctoral thesis; Antwerpen University - Belgium
- Heyward V, Wagner D. (2004). *Applied Body Composition Assessment*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics
- Higgins MB, Saxman JH. (1989). *Variations in Vocal Frequency Perturbation Across the Menstrual Cycle*. J Voice. Vol.3: 233-243
- Hillenbrand J. (1987). *A methodological study of perturbation and additive noise in synthetically generated voice signals*. J Speech Hear Res. Vol.30: 448-461
- Hillenbrand J, Cleveland RA, Erickson RL. (1994). *Acoustic Correlates of Breathy Vocal Quality*. J Speech Hear Res. Vol.37: 769-778
- Hillenbrand J, Houde RA. (1996). *Acoustic Correlates of Breathy Vocal Quality: Dysphonic Voices and Continuous Speech*. J Speech Hear Res. Vol.39: 311-321
- Hillenbrand J. (2008). *SpeechTool Version 1.65* [computer program]. [Online]. Available: <http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/>. [2011, February]

Hirano M, Koike Y, Leden H v. (1968). *Maximum phonation time and air usage during phonation*. Folia Phoniatr Logop. Vol.20: 185-201

Hirano M. (1981). *Clinical examination of voice*. Springer Verlag

Hobson RM, Maughan RJ. (2010). *Hydration status and the diuretic action of a small dose of alcohol*. Alcohol Alcohol. Vol.45: 366-373

Hodge FS, Raymond RH, Kelley RT. (2001). *Vocal Intensity Characteristics in Normal and Elderly Speakers*. J Voice. Vol.15: 503-511

Hoffmann A. (2005). *Auswirkungen jahrelang bestehender Bulimia nervosa auf die Stimme – eine logopädisch - stimmdiagnostische Untersuchung bei Bulimikerinnen*. Bachelor Thesis Hogeschool Zuyd

Howley ET, Franks BD. (1997). *Health fitness instructor's handbook. 3e druk. Human Kinetics*. Champaign

IARC (monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans) (2005). *Tobacco smoke and involuntary smoking*. IARC Press, Lyon, France

Ihre E, Zetterström O, Ihre EI, Hammaberg B. (2004). *Voice problems as side effects of inhaled corticosteroids in asthma patients—a prevalence study*. J Voice. Vol.18: 403-414

Imhofer R. (1912). *Über Schwangerschaftsveränderung im Larynx*. Z Laryngol Rhinol. Vol. 4: 745 [zit. n. Wendler J, Seidner W, Eysholdt U. (2005). *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Thieme Stuttgart]

Ishibe T, Takahashi S. (2002). *Respiratory Dysfunction in Patients With Chronic-Onset Cervical Myelopathy*. Spine. Vol. 27: 2234-2239

Isshiki N, Takeuchi Y. (1970). *Factor analysis of hoarseness*. Stud. Phonol. Vol.5: 37-44

Iwata S, Leden H v. (1970). *Phonation quotient in patients with laryngeal diseases*. Folia Phoniatr Logop. Vol.22: 117-128

Jackson AS, Pollock ML. (1985). *Practical assessment of body composition*. Physician Sportsmed. Vol.13: 76-90

Jayakumar T, Savithri SR. (2010). *Effect of Geographical and Ethnic Variation on Dysphonia Severity Index: A Study of Indian Population*. J Voice. Vol. - Article in Press

Jelliffe DB. (1966). *The assessment of the nutritional status of the community*. Monograph Ser World Health Organ. Vol.53: 3-271

Kahane JC, Beckford NS, Chorna LB, Teachey JC, McClelland DK. (2006). *Videofluoroscopic and Laryngoscopic Evaluation of the Upper Airway and Larynx of Professional Bassoon Players*. J Voice. Vol.20: 297-307

Karlsson MK, Weigall SJ, Duan Y, Seeman E. (2000). *Bone size and volumetric density in women with anorexia nervosa receiving estrogen replacement therapy and in women recovered from anorexia nervosa*. J Clin Endocrinol Metab. Vol.85: 3177-3182

Kaye WH, Bulik CM, Thornton L, Barbarich N, Masters K. (2004). *Comorbidity of anxiety disorders with anorexia and bulimia nervosa*. Am J Psychiatry Vol.161: 2215–2221

Kaye WH, Gwirtsman HE, George DT, Ebert MH. (1991). *Altered serotonin activity in anorexia nervosa after long-term weight restoration. Does elevated cerebrospinal fluid 5-hydroxyindoleacetic acid level correlate with rigid and obsessive behavior?* Arch Gen Psychiatry. Vol.48: 556–562

Keilholz U, Dietz A, Knecht R, Tesch H. (2007). *Medikamentöse Systemtherapie bei rezidivierten oder metastasierten Kopf-Hals-Karzinomen: Standards und neue Medikamente*. Onkologe. Vol.13:139-142

Kelchner LN, Brehm SB, Weinrich B, Middendorf J, De Alarcon A, Levin L, Elluru R. (2010). *Perceptual evaluation of severe pediatric voice disorders: rater reliability using the consensus auditory perceptual evaluation of voice*. J Voice. Vol.24: 441-449

Keller J. (2008). *Effektivität einer PPI-Therapie mit Esomeprazol (40 mg, 1x täglich) bei laryngopharyngealem Reflux (LPR)*. Doctoral-Thesis; Ludwig-Maximilians-Universität zu München - Germany

Kilic MA. (2006). *Effect of noise on perturbation measures*. Poster presented at the 3rd world voice conference, Istanbul - Turkey [zit. n. De Bodt M, Heylen L, Mertens F, Vanderwegen J, Van de Heyning P. (2008). *Stemstoornissen – Handboek voor de klinische praktijk*. Garant]

Kitajima K, Gould W, (1976). *Vocal Shimmer in sustained phonation of normal and pathological voice*. Ann Otol Rhinol Laryngol. Vol.85: 377-381

Klingholz F. (1991). *Jitter*. Sprache- Stimme- Gehör. Vol.15: 79-88

- Kooijman PG, Thomas G, Graamans K, de Jong FI. (2007). *Psychosocial Impact of the Teacher's Voice Throughout the Career*. J Voice. Vol. 21: 316-324
- Kopelman PG. (2000). *Obesity as a medical problem*. Nature. Vol.404: 635-643
- Krook MIP. (1988). *Speaking Fundamental Frequency Characteristics of Normal Swedish Subjects Obtained by Glottal Frequency Analysis*. Folia phoniat Logop. Vol.40: 82-90
- Lavoie KL, Bacon SL, Labrecque M, Cartier A, Ditto B. (2006). *Higher BMI is associated with worse asthma control and quality of life but not asthma severity*. Respir Med. Vol. 100: 648-657
- Leydon C, Sivasankar M, Lodewyck Falciglia D, Atkins, Fisher KV. (2009). *Vocal Fold Surface Hydration: A Review*. J Voice. Vol. 23: 658-665
- Lieberman P. (1963). *Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges*. J. Acoust Soc Am. Vol.35: 344-353
- Lowell SY, Colton RH, Kelley RT, Hahn YC. (2010). *Spectral- and Cepstral-Based Measures During Continuous Speech: Capacity to Distinguish Dysphonia and Consistency Within a Speaker*. J Voice. - Artikel in Press
- Lucas AR, Melton LJ, Crowson CS, O'Fallon WM. (1999). *Long-term fracture risk among women with anorexia nervosa: a population-based cohort study*. Mayo Clin Proc. Vol.74: 972-977
- Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. (1986). *Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition*. J Appl Physiol. Vol.60: 1327-1332
- Lukaski HC, Siders WA. (2003). *Validity and Accuracy of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness*. Nutrition. Vol.19: 851-857
- Maryn Y, Corthals P, Vanwynsberge E, Vanderbeke J, Decklerck J, De Bodt M, Van Cauwenberge P. (2006). *Intersystem and interprogram variability in acoustic perturbation measurement of voice quality: Multi-Dimensional Voice Program and Praat*. J Acoust Soc Am. submitted for publication [zit. n. De Bodt M, Heylen L, Mertens F, Vanderwegen J, Van de Heyning P, (2008), *Stemstoornissen – Handboek voor de klinische praktijk*-. Garant]
- [1]Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. (2009). *Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis*. J Acoust Soc Am. Vol.126: 2619-2634

[2]Maryn Y, Van Nuffelen G, Timmermans B, Mertens F, De Bodt M. (2009). *Auditory-perceptual rating of overall voice quality in combined voice samples*. 7th CPLOL congress in Ljubljana – Slovenia, Speech-language therapy in Europe: sharing good clinical practice

[3]Maryn Y, Dick C, Vandenbruaene C, Vauterin T, Jacobs T. (2009). *Spectral, Cepstral, and Multivariate Exploration of Tracheoesophageal Voice Quality in Continuous Speech and Sustained Vowels*. Laryngoscope. Vol.119: 2384-2394

[1]Maryn Y, De Bodt M, Roy N. (2010). *The Acoustic Voice Quality Index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders*. J Commun Disord. Vol.43: 161-174

[2]Maryn Y. (2010). *Acoustic Measurement of overall voice quality in sustained vowels and continuous speech*. Doctoral thesis; Ghent University - Belgium

[3]Maryn Y. (2010). *Acoustic Voice Quality Index: een nieuwe maat voor stemkwaliteit gebaseerd op akoestische analyse van een combinatie van lopende spraak en gerekte vocaal*. Postacademische Vorming Stemstoornissen Jaargang 15; VOICE UPDATE 2010, Antwerpen - Belgium

[4]Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. (2010). *Toward Improved Ecological Validity in the Acoustic Measurement of Overall Voice Quality: Combining Continuous Speech and Sustained Vowels*. J Voice. Vol.24: 540-55

Mathieson L. (2001). *Greene&Mathieson's - The voice and its disorders – sixth edition*. Whurr Publishers

Mayer J. (2011). *Phonetische Analysen mit Praat: Ein Handbuch für Ein- und Umsteiger*. [Online]. Available: http://www.ims.uni-stuttgart.de/~jmayer/resources/praat_manual.pdf [2011, May]

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2009). *Exercise Physiology, International Edition: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Lippincott Raven

McClelland E. (1994). *Regina versus Neil Scobie*. Foren Linguis, the International Journal of Speech, Language and the law. Vol.1: 223-227 [zit. n. Mathieson L. (2001). *Greene&Mathieson's - The voice and its disorders – sixth edition*. Whurr Publishers]

Meeuwssen S, Horgan GW, Elia M. (2010). *The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex*. Clin Nutr. Vol.29: 560-566

- Mendes AP, Rothman HB, Sapienza C, Brown WS Jr. (2003). *Effects of Vocal Training on the Acoustic Parameters of the Singing Voice*. J Voice. Vol.17: 529-543
- Mendes AP, Brown WS Jr, Rothman HB, Sapienza C. (2004). *Effects of singing training on the speaking voice of voice majors*. J Voice. Vol.18: 83-89
- Mendes AP, Brown WS, Sapienza C, Rothman HB. (2006). *Effects of Vocal Training on Respiratory Kinematics during Singing Tasks*. Folia Phoniatr Logop. Vol.58: 363-377
- Mens en Gezondheid (2008). *Obesitas: Oorzaken en behandelingen*. [Online]. Available: <http://mens-en-gezondheid.infonu.nl/ziekten/27471-obesitas-oorzaken-en-behandelingen.html> [2009, Desember]
- Mesallam TA, Stemple JC, Sobeih TM, Elluru RG. (2007). *Reflux Symptom Index Versus Reflux Finding Score*. Ann Otol Rhinol Laryngol. Vol. 116: 436-440
- Meulenbroek LF, Thomas G, Kooijman PG, de Jong FI. (2010). *Biopsychosocial impact of the voice in relation to the psychological features in female student teachers*. J Psychosom Res. Vol.68: 379-384
- Meurer EM, Garcez V, von Eye Corleta H, Capp E. (2009). *Menstrual Cycle Influences on Voice and Speech in Adolescent Females*. J Voice. Vol.23: 109-113
- Michels G, Schneider T (Hrsg.). (2010). *Klinikmanual Innere Medizin*. Springer Verlag
- Mueller PB, Xue A. (1996). *Effects of Physical Activity Levels on Perceived Age and Speaking*. National Student Speech Language Hearing Association Journal. Vol.23: 63-68
- Müller MJ, Mast M, Langnäse K. (2001). *Die „Adipositasepidemie“ – Gesundheitsförderung und Prävention sind notwendige Schritte zu ihrer Eingrenzung*. Ernährungs-Umschau. Vol.48: 398-402
- Müller MJ, Westenhöfer J, Bosy-Westphal A, Löser Chr, Selberg O. (2007). *Ernährungsmedizinische Untersuchungen*. Springer Berlin Heidelberg
- Munn N, Thomas SW, De Mesquita S. (1990). *Pulmonary Function in commercial glass blowers*. Chest. Vol.98. 871-874
- Murphy CH, Doyle PC. (1987). *The effects of cigarette smoking on voice fundamental frequency*. Otolaryngol Head Neck Surg. Vol.97: 376-380
- Murphy M. (2005). *The body you want in the time you have*. Rodale USA

Murray T, Brown WS Jr, Morris RJ. (1995). *Patterns of Fundamental Frequency for Three Types of Voice Samples*. J Voice. Vol. 9: 282-289

Nano (2009). *Von einer Übernährungs-epidemie ist keine Rede* [Online]. Available: <http://www.3sat.de/dynamic/sitegen/bin/sitegen.php?tab=2&source=/nano/bt/139694/index.html> [2009, December]

Nawka T, Anders LC, Wendler J. (1994). *Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System*. Sprache-Stimme-Gehör Vol.18: 130-133

Nawka T, Anders LC. (1996). *Die auditive Bewertung heiserer Stimmen nach dem RBH-System*. Thieme Stuttgart

[1]Nawka T, Franke I, Galkin E. (2006). *Objektive Messverfahren in der Stimmdiagnostik*. Forum Logopädie. Vol.4: 14-21

[2]Nawka T, Evans R. (2006). *RBH - Training und Diagnostik - Auditiv-perzeptive Heiserkeitsbewertung*. Wevos

Nawka T. (2008). *Postoperative Betreuung in der operativen Laryngologie*. HNO. Vol.56: 1183-1189

Nawka T, Wirth G, (2008). *Stimmstörungen – Für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprechwissenschaftler-*. Deutscher Ärzte Verlag

Nishio M, Niimi S. (2008). *Changes in Speaking Fundamental Frequency Characteristics with Aging*. Folia Phoniatr Logop. Vol.60: 120-127

Ocker C, Pascher W, Röhrs M, Katny W. (1990). *Voice Disorders Among Players of Wind Instruments?* Folia Phoniatr Logop. Vol.42: 24-30

Oertel R, Walther A, Kirch W. (2009). *Sport als Gesundheitsprävention und Gesundheitsrisiko*. Präz Gesundheitsf. Vol.4: 240-244

Orlikoff RF, Baken RJ. (1990). *Consideration of the relationship between the fundamental frequency of phonation and vocal jitter*. Folia Phoniatr Logop. Vol.42: 31-40

Overall NH. (2006), *Validity of the Reflux Symptoms Index for post-pubescent female vocalists*. Bachelorthesis; Louisiana State University – United States

- Pabon P. (2007). Manual Voice Profiler Version 4.0 [Online]. Available: <http://www.let.uu.nl/~peter.pabon/personal/OtherActivities/VoiceProfiler/ManualVPjan07.pdf> [2010, Oktober]
- Pahn J. (2003). *Emotionen in Sprechen und Singen*. Sprache-Stimme-Gehör. Vol. 27: 146-149
- Pajmans IJ, Wilmore KM, Wilmore JH. (1992). *Use of skinfolds and bioelectrical impedance for body composition assessment after weight reduction*. J Am Coll Nutr. Vol.11: 145-151
- Pasa G, Oates J, Dacakis G. (2007). *The relative effectiveness of vocal hygiene training and vocal function exercises in preventing voice disorders in primary school teachers*. Logoped Phoniatr Vocol. Vol.32: 128-140
- Paumgartner G, Steinbeck G, Brandt T, Göke B, Greten N, Hiddemann W, Lode H, Mann K, Riess H, Risler T, Schattenkirchner M, Seeger W, Wehling M (Hrsg.). (2005). *Therapie innerer Krankheiten -11. Auflage*. Springer Verlag
- Pedersen M, Beranova A, Møller S. (2004). *Dysphonia: medical treatment and a medical voice hygiene advice approach. A prospective randomised pilot study*. Eur Arch Otorhinolaryngol. Vol.261: 312-315
- Perkins W. (1971). *Vocal Function: A behavioral Analysis. Vocal Function: Assessment and Therapy*. In: Travis LE (Hrsg.). *Handbook of Speech Pathology and Audiology*. Appleton-Century-Crofts.
- Petermann F, Pudiel V. (2003). *Übergewicht und Adipositas*. Hogrefe-Verlag [zit. n. Schorb F. (2006). *Gesellschaftliche Wahrnehmung und Behandlung von abweichendem Verhalten am Beispiel Übergewicht*. Magisterarbeit; Universität Bremen – Germany]
- Pi-Sunyer X. (2003). *A Clinical View of the Obesity Problem*. Science. Vol.299: 859-860
- POLS (2009). *Gezondheid en welzijn*. [Online]. Available: <http://www.zorggegevens.nl/zorg/eerstelijnszorg/permanent-onderzoek-leefsituatie-module-gezondheid-en-welzijn/> [2011, May]
- Portney LG, Watkins MP. (2000). *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice - second edition*. Prentice Hall

- Preacher KJ. (2010). *Calculation for the test of the difference between two independent correlation coefficients*. [Online]. Available: <http://people.ku.edu/~preacher/corrttest/corrttest.htm> [2011, May]
- Ptok M, Schwemmler C, Iven C, Jessen M, Nawka T. (2005). *Zur auditiven Bewertung der Stimmqualität*. HNO. Vol.54: 793-802
- Pudel V. (2001). *Adipositas – Schuld oder Schicksal*. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz. Vol.10: 952-953
- Raj A, Gupta B, Chowdhury A, Chadha S. (2010). *A study of voice changes in various phases of menstrual cycle and in postmenopausal women*. J Voice. Vol.24: 363-368
- Ramig LO, Gray S, Baker K, Corbin-Lewis K, Buder E, Luschei E, Coon H, Smith M. (2001). *The Aging Voice: A Review, Treatment Data and Familial and Genetic Perspectives*. Folia Phoniatr Logop. Vol.53: 252-265
- Ramroth H, Dietz A, Becher H. (2006). *Rauchen und Alkohol sind Hauptrisikofaktoren für Kehlkopfkrebs*. Deutsches Ärzteblatt. Vol.103: 1078-1083
- Rees LE, Jones PH, Ayoub O, Gunasekaran S, Rajkumar K, Stokes CR, Haverson K, Bailey M, Birchall MA. (2006). *Smoking influences the immunological architecture of the human larynx*. Clin Immunol. Vol.118: 342-347
- Richter B, Echternach M. (2010). *Stimmdiagnostik und -therapie bei Angehörigen stimmintensiver Berufe*. HNO. Vol.58: 389-398
- Riester (2010). *Spirotest*: [Online]. Available: <http://riester.de/spirotest.153.0.html?&L=1> [2010, August]
- Ritz T, Steptoe A, Bobb C, Harris AH, Edwards M. (2006). *The Asthma Trigger Inventory: Validation of a Questionnaire for Perceived Triggers of Asthma*. Psychosom Med. Vol.68: 956-965
- Rubin JS, Sataloff RTT, Korovin GS. (Hrsg.) (2006). *Diagnosis and Treatment of Voice Disorders*. Plural Publishing
- Rydell R, Karlsson M, Milesson A, Schalén L. (1996). *Laryngeal activity during wind instrument playing: Video endoscopic documentation*. Log Phon Vocol. Vol.21: 43-48
- Sapienza C, Ruddy BH. (2009). *Voice Disorders: A Textbook*. Plural Publishing

- Sawashima M, Yoshioka H, Honda K, Ushijima T, Hirose H. (1977). *Clinical evaluation of air usage during phonation*. 17th Int. Congr. Logop. Phoniatr., Kopenhagen. IALP Congr Proc Phonia-Arthria I Speciat-Paedagogisk Forlag, Kopenhagen: 419-422
- Schauder P, Ollenschläger G. (Hrsg.) (2006). *Ernährungsmedizin: Prävention und Therapie*. Elsevier München
- Schneider B, Bigenzahn W. (2007). *Stimm diagnostik – Ein Leitfaden für die Praxis*. Springer Wien New York
- Schorr-Lesnick B, Teirstein AS, Brown LK, Miller A. (1985). *Pulmonary function in singers and wind-instrument players*. Chest. Vol.88: 201-205
- Schultz-Coulon HJ. (1980). *Die Diagnostik der gestörten Stimmfunktion*. Arch Otorhinolaryngol. Vol.227: 1-169
- Schusdziarra V (Hrsg.). (2000). *Adipositas – Moderne Konzepte für ein Langzeitproblem*. UNI-MED Bremen
- Schönweiler R, Schönweiler B. (2007). *Medikamentöse Therapie bei Sprach-, Stimm- und Schluckstörungen (Übersicht)*. Sprache-Stimme-Gehör. Vol.31: 99-103
- Selby JC, Gilbert HR, Lerman JW. (2003). *Perceptual and acoustic evaluation of individuals with laryngopharyngeal reflux pre- and post-treatment*. J Voice. Vol.17: 557-571
- Shafer KJ, Siders WA, Johnson LK, Lukaski HC. (2009). *Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes*. Nutrition. Vol.25: 25-32
- Shin B, Cole SL, Park SJ, Ledford DK, Lockey RF. (2010). *A New Symptom-Based Questionnaire for Predicting the Presence of Asthma*. J Investig Allergol Clin Immunol. Vol.20: 27-34
- Siri WE. (1956). *The gross composition of the body*. Adv Biol Med Phys. Vol.4: 239-280
- Siri WE. (1961). *Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods*. In: Brozek J, Henzchel A. (Hrsg.). *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington: National Academy of Sciences: 224-244
- Siupsinskiene N, Lycke H. (2010). *Effects of Vocal Training on Singing and Speaking Voice Characteristics in Vocally Healthy Adults and Children Based on Choral and Nonchoral Data*. J Voice. - Article in Press

- Solomon NP, Helou LB, Dietrich-Burns K, Stojadinovic A. (2011). *Do Obesity and Weight Loss Affect Vocal Function?* *Semin Speech Lang*. Vol.32: 31-42
- Soyka L, Misra M, Frenchman A, Miller KK, Grinspoon S, Schoenfeld DA, Klibanski A. (2002). *Abnormal bone mineral accrual in adolescent girls with anorexia nervosa*. *J Clin Endocrinol Metab*. Vol.87: 4177-4185
- St-Onge MP, Gallagher D. (2010). *Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation?* *Nutrition*. Vol.26: 152-155
- Stauffer DW. (1968). *Physical performance, selection and training of wind instrument players*. *Ann NY Acad Sci*. Vol.155: 284-289
- Stier KH, Stückle R. (2005). *Vergleich von drei computergestützten Programmen zur objektiven Stimmdiagnostik*. *Forum HNO*. Vol.7: 47-53
- Stone M, Briody J, KohnMR, Clarke S, Madden S, Cowell CT. (2006). *Bone Changes in Adolescent Girls with Anorexia Nervosa*. *J Adolesc Health*. Vol.39: 835-841
- Stunkard AJ, Harris JR, Pedersen NL, McClearn GE. (1990). *The body-mass index of twins who have been reared apart*. *N Engl J Med*. Vol.322: 1483-1487
- Sulter AM, Schutte HK, Miller DG. (1995). *Differences in Phonetogram Features Between Male and Female Subjects With and Without Vocal Training*. *J Voice*. Vol.9: 363-377
- Sutherland ER, Lehman EB, Teodorescu M, Wechsler ME. (2009). *Body mass index and phenotype in subjects with mild to moderate persistent asthma*. *J Allergy Clin Immunol*. Vol.123: 1328-1334
- Takahashi H, Koike Y. (1976). *Some perceptual dimensions and acoustical correlates of pathologic voices*. *Acta Otolaryngol. Suppl*. Vol.338: 1-24
- Takizawa T, Haga M, Yagi N, Terashima M, Uehara H, Yokoyama A, Kurita Y. (1999). *Pulmonary Function after Segmentectomy for small Peripheral Carcinoma of the lung*. *J Thorac Cardiovasc Surg*. Vol.118: 536-541
- Takemura H, Hida W, Sasaki T, Sugawara T, Sen T. (2005). *Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Japanese People on Medical Check-Up*. *Tohoku J Exp Med*. Vol.207: 41-50

Terasaki H, Fujimoto K, Müller NL, Sadohara J, Uchida M, Koga T, Aizawa H, Hayabuchi N. (2005). *Pulmonary Sarcoidosis: Comparison of Findings of Inspiratory and Expiratory High-Resolution CT and Pulmonary Function Tests Between Smokers and Nonsmokers*. AJR Am J Roentgenol. Vol.185: 333-338

Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. (2007). *Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women*. Clin Nutr. Vol.26: 771-777

[1]Titze IR. (1994). *Principles of voice production*. Englewood Cliff: Prentice Hall

[2]Titze IR. (1994). *The G. Paul Moore Lecture - Toward Standards in Acoustic Analysis of Voice*. J Voice. Vol.8: 1-7

Titze IR, Lemke J, Montequin D. (1997). *Populations in the U.S. Primary Tool of Workforce Who Rely on Voice Trade: A Preliminary Report*. J Voice. Vol.11: 254-259

Urbano FL. (2008). *Review of the NAEPP 2007 Expert Panel Report (EPR-3) on Asthma Diagnosis and Treatment Guidelines*. J Manag Care Pharm. Vol.14: 41-49

Varady KA, Santosa S, Jones PJ, (2007). *Validation of hand-held bioelectrical impedance analysis with magnetic resonance imaging for the assessment of body composition in overweight women*. Am J Hum Biol. Vol.19: 429-433

Verdolini-Marston K, Sandage M, Titze IR. (1994). *Effect of Hydration Treatments on Laryngeal Nodules and Polyps and Related Voice Measures*. J Voice. Vol.8: 30-47

Verdolini K, Rosen CA, Branski RC. (Hrsg.) (2006). *Classification Manual for Voice Disorders-I*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers

Verdonck-de Leeuw IM, Mahieu HF. (2004). *Vocal Aging and the Impact on Daily Life: A Longitudinal Study*. J Voice. Vol.18: 193-202

Verfaillie R. (2011): persönliche Mitteilung

Verstraete J, Forrez G, Mertens P, Debruyne F. (1993). *The Effect of Sustained Phonation at High and Low Pitch on Vocal Jitter and Shimmer*. Folia Phoniatr Logop. Vol.45: 223-228

Vilkman E. (2000). *Voice problems at work: A challenge for occupational safety and health arrangement*. Folia Phoniatr Logop. Vol.52: 120-125

- Vilkman E. (2004). *Occupational Safety and Health Aspects of Voice and Speech Professions*. Folia Phoniatr Logop. Vol.56: 220-253
- Vintturi J, Alku P, Lauri ER, Sala E, Sihvo M, Vilkman E. (2001). *The Effects of Post-Loading Rest on Acoustic Parameters with Special Reference to Gender and Ergonomic Factors*. Folia Phoniatr Logop. Vol.53: 338-350
- Violic SV. (2011). *Overweight and Voice*. [Online]. Available: <http://www.interneuron.hr/index.php?L=EN&STR=Z5#vrh> [2011, February]
- Voedingsraad (1990). *Voedingsbericht 1990*. SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage
- Vogler GP, Sørensen TI, Stunkard AJ, Srinivasan MR, Rao DC. (1995). *Influences of genes and shared family environment on adult body mass index assessed in an adoption study by a comprehensive path model*. Int J Obes Relat Metab Disord. Vol.19: 40-45
- Ward LC, Dyer JM, Byrne NM, Sharpe KK, Hills AP. (2007). *Validation of a three-frequency bioimpedance spectroscopic method for body composition analysis*. Nutrition. Vol.23: 657-664
- Webb AL, Carding PN, Deary IJ, Mac Kenzie K, Steen N, Wilson JA. (2004). *The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia*. Eur Arch Otorhinolaryngol. Vol.261: 429-434
- Weikert M, Schlömicher-Thier J. (1999). *Laryngeal Movements in Saxophone Playing: Video-endoscopic Investigations With Saxophone Players: A Pilot Study*. J Voice. Vol.13: 265-273
- Welham NV, Maclagan MA. (2003). *Vocal Fatigue: Current Knowledge and Future Directions*. J Voice. Vol.17: 21-30
- Wendahl RW. (1966). *Laryngeal analog synthesis of Jitter & Shimmer auditory parameters of harshness*. Folia Phoniatr Logop. Vol.18: 98-108
- Wendler J, Rauhut A, Krüger H. (1986). *Classification of voice qualities*. J. Phonet. Vol.14: 483-488
- Wendler J, Seidner W, Eysholdt U. (2005). *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Thieme Stuttgart
- WHO (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee*. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization
- WHO (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation*. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization

- WHO expert consultation (2004). *Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies*. The Lancet: 157-163.
- Williams CA, Bale P. (1998). *Bias and limits of agreement between hydrodensitometry, bioelectrical impedance and skinfold calipers measures of percentage body fat*. Eur J Appl Physiol. Vol.77: 271-277
- Williams RB, Szczesniak MM, Maclean JC, Brake HM, Cole IE, Cook IJ. (2004). *Predictors of outcome in an open label, therapeutic trial of high dose omeprazole in laryngitis*. Am J Gastroenterol. Vol.99: 777-785
- Winkler S, Picó C, Ahrens W. (2010). *Physiologische Mechanismen in der Entwicklung von Adipositas*. Bundesgesundheitsbl. Vol.53: 681-689
- Wirth A. (2008). *Adipositas: Atiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie*. Springer Verlag
- Wolfe V, Martin D. (1997). *Acoustic correlates of dysphonia: types and severity*. J. Commun. Disord. Vol.30: 403-416
- Wu CF, Feng NH, Chong IW, Wu KY, Lee CH, Hwang JJ, Huang CT, Lee CY, Chou ST, Christiani DC, Wu MT. (2010). *Second-hand smoke and chronic bronchitis in Taiwanese women: a health-care based study*. BMC Public Health. Vol.44: 1-10
- Wuyts FL, De Bodt M, Molenberghs G, Remacle M, Heylen L, Millet B, Van Lierde K, Raes J, Van de Heyning PH. (2000). *The Dysphonia Severity Index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach*. J. Acoust Soc Am. Vol.43: 796-809
- Xue A, Mueller PB. (1997). *Acoustic and perceptual characteristics of the voices sedentary and physically active elderly speakers*. Log Phon Vocol. Vol 22: 51-60
- Yawn BP. (2008). *Factors accounting for asthma variability: achieving optimal symptom control for individual patients*. Prim Care Respir J. Vol.17: 138-147
- Yumoto E, Gould WJ, Baer T. (1982). *Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness*. J Acoust Soc Am. Vol.71: 1544-1550
- Zandian M, Ioakimidis I, Bergh C, Södersten P. (2007). *Cause and treatment of anorexia nervosa*. Physiol Behav. Vol.92: 283-290
- Ziegler B. (2008). *Validity of Field Measurements For Body Composition*. Proceedings of the 4th Annual GRASP Symposium - Wichita State University

Zraick RI, Skaggs SD, Montague JC. (2000). *The effect of task on determination of habitual pitch*. J Voice. Vol.14: 484-489

[1]Zraick RI, Birdwell K, Smith-Olinde L. (2005). *The effect of speaking sample duration on determination of habitual pitch*. J Voice. Vol.19: 197-201

[2]Zraick RI, Wendel K, Smith-Olinde L. (2005). *The Effect of Speaking Task on Perceptual Judgment of the Severity of Dysphonic Voice*. J Voice. Vol.19: 574-581

Zraick RI, Gentry MA, Smith-Olinde L, Gregg BA. (2006). *The Effect of Speaking Context on Elicitation of Habitual Pitch*. J Voice. Vol.20: 545-554

Zraick RI, Kempster GB, Connor NP, Thibeault S, Klaben BK, Bursac Z, Thrush CR, Glaze LE. (2011). *Establishing validity of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V)*. Am J Speech Lang Pathol. Vol.20:14-22

Zuskin E, Butkovic D, Schachter EN, Mustajbegovic J. (1993). *Respiratory function in workers employed in the glassblowing industry*. Am J Ind Med. Vol.23: 835-844

Appendix 1: Fachbegriffe/Kürzel

Abw. = Abweichung

ADP = Air Displacement Plethysmography

ASQ = Asthma Screening Questionnaire

AUC = Area Under Curve (Fläche unter der ROC-Kurve)

AVQI = Acoustic Voice Quality Index

BIA = Bioelektrische Impedanzanalyse

BMI = Body Mass Index

CAPE-V = Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice

CBS = Centraal Bureau voor de Statistiek

COPD = chronic obstructive pulmonary disease

CPP(s) = Cepstral Peak Prominence (smooth)

DEXA = Dual-energy X-ray absorptiometry

DSI = Dysphonia Severity Index (Deutsch: Dysphonia Schweregrad Index)

DSM-IV = Diagnostic and Statistical Manual, Fourth Edition

DGE = Deutsche Gesellschaft für Ernährung

EBP = Evidenced Based Practice

F₀ = Grundtonfrequenz

F₀-logisch = mittlere Sprechstimmlage über die Ermittlung von einer logischen Geschichte
(Bildergeschichte) – eigens gewählter Begriff

F₀-spontan = mittlere Sprechstimmlage über die Ermittlung von spontanem Erzählen über ein
neutrales Thema (Wegbeschreibung, Rezept) – eigens gewählter Begriff

F – high = Frequency high (höchste Frequenz)

F – low = Frequency low (niedrigste Frequenz)

FVC = Forcierte Vitalkapazität

g/L = Gramm pro Liter

GINA = Global Initiative for Asthma

HAART = Highly Active Anti-Retroviral Therapy

HD = Hydrodensitometrie

HNO = Hals-Nasen-Ohren Arzt

ICC = Intraclaus Correlation Coefficient

ICD-10 = Internationale Klassifikation der Krankheiten 10. Revision

IGF-1 = Insulin-like growth factors (Insulinähnliche Wachstumsfaktoren)

I – max = Intensity maximum (höchste Intensität)

I – min = Intensity minimum (niedrigste Lautstärke)

K = Kappa (statisitischer Test zur Interbeurteilerzuverlässigkeit)

kg = Kilogramm

LPR = Laryngopharyngeale Reflux
m = Meter
MD = Doktor der Medizin (Latin: *Medicinæ Doctor*)
MDVP = Multi-Dimensional Voice Program
MFR = Mean flow rate (Strömungsrate)
ml = Milliliter
MPT = Maximum Phonation Time (Maximale Phonationszeit)
NHR = Noise to Harmonics Ratio
OCD = Obsessive Compulsive Disorder
p-Wert *oder* p= Irrtumswahrscheinlichkeit
POLS = Permanent Onderzoek Leefsituatie
PTP = Phonation Threshold Pressure
PQ = Phonationsquotient
RFS = Reflux Finding Score
RAI = Reflux Area Index
RSI = Reflux Symptom Index
SD = Standarddeviation
SFF = Speaking Fundamental Frequency
SF₀ = Speaking Fundamental Frequency
ST = Semiton
THC = Tetrahydrocannabinol
VC = Vitalkapazität
eVC = erwartende Vitalkapazität
VHI = Voice Handicap Index
VP = Voice Profiler®
VTI = Voice Turbulence Index
WHO = World Health Organisation
Z = z-Werte (direkten Ränge der einzelnen Werte, die miteinander verrechnet)

Appendix 2: Abbildungsverzeichnis

- Abb. 2.1 Die BMI Verteilung der westlichen Industrienationen für die Jahre 1950, 2000 und 2040 (Müller et al. 2001)
- Abb. 2.2 Oszillogramm mit darunterliegendem Schmalband-Spektrogramm (Fensterlänge 0,03 Sek.); zeigt die ersten 12 Wörter von „Papa en Marloes“ – 2 Sek. Pause – ein gehaltenes /a/ für 3 Sek. ([4]Maryn et al. 2010)
- Abb. 2.3 Oszillogramm mit darunterliegendem Schmalband-Spektrogramm (Fensterlänge 0,03 Sek.); zeigt die ersten 12 Wörter von „Papa en Marloes“ in extrahierter Form, mit darauffolgendem /a/ von 3 Sek. ([4]Maryn et al. 2010)
- Abb. 2.4 Jitter Berechnung für $n = 4 F_0$ Perioden (Farrús et al. 2009)
- Abb. 2.5 Shimmer Berechnung für $n = 4 F_0$ Perioden (Farrús et al. 2009)
- Abb. 2.6 Spektrale Darstellung des Vokal /a/: (1) euphon mit harmonischer Struktur (links), (2) behaucht (Mitte), (3) rau durch Taschenfalteneinsatz (rechts) (Schneider et al. 2007; S. 144)
- Abb. 3.1 Störungsdiagramm von Untergewicht zu Übergewicht (Bosch et al. 2004; S.11)
- Abb. 3.2 Alterungsprozesse der physischen Vitalität (Böhm et al. 2004; S.377)
- Abb. 3.3 Nationen und ihre mittlere Sprechstimmlage (in Hz) bei Frauen; ins Deutsche übersetzt (De Bodt et al. 2008; S.326)
- Abb. 3.4 Reflux Symptom Index in deutsch (Keller 2008)
- Abb. 3.5 Asthma Screening Questionair (Shin et al. 2010); frei ins Deutsche übersetzt
- Abb. 3.6 Unterschiede bei Stimmmerkmalen zwischen ungeschulten und geschulten Stimmen (Nawka et al. 2008; S.77)
- Abb. 3.7 Messpunkte für die Körperumfangsmessung (McArdle et al. 2009; S.748)
- Abb. 3.8 Happender Skinfold Caliper (RH15 9LB) (Quelle unbekannt)
- Abb. 3.9 Spirometer (Quelle unbekannt)
- Abb. 3.10 Hardware Paket des Voice Profilers® (Quelle unbekannt)
- Abb. 3.11 Mikrofonsystem des Voice Profilers® (Quelle unbekannt)
- Abb. 3.12 Sprechsimmfeld im Voice Profiler®
- Abb. 3.13 Monacor® SM-2(Quelle unbekannt)
- Abb. 8.1 Körperwaage von Söhnle: de Pino 2 – 63745 (Quelle unbekannt)
- Abb. 8.2 Happender Skinfold Caliper (RH15 9LB) (Quelle unbekannt)

- Abb. 8.3 Trizepshautfalte
- Abb. 8.4 Abdominalhautfalte
- Abb. 8.5 Suprailiacalhautfalte
- Abb. 8.6 Subscapularhautfalte
- Abb. 8.7 Brusthautfalte
- Abb. 8.8 Korrekte Durchführung der Spirometrie (Schneider et al. 2007; S.63)
- Abb. 8.9 gesprochenes Satzelement für AVQI in Deutsch oszillographische Darstellung in Praat
- Abb. 8.10 Extrahierung des Satzes zwischen stimmhafte und stimmlose Elemente
- Abb. 8.11 Anpassung der Länge des /a/ auf exakt 3 Sek.
- Abb. 8.12 Zusammenfügen der Stimmsignale des extrahierten Satzes und das /a/ von exakt 3 Sek.
- Abb. 8.13 Das Programm Speech Tool (Ztool) mit ausgeführter CPPs Analyse für AVQI
- Abb. 8.14 *AVQI Calculation* in Praat
- Abb. 8.15 AVQI Auswertung, Wert und Grafik (angepasst für den deutschen Sprachraum)
- Abb. 9.1 Bildergeschichte 1 (Colorcards®)
- Abb. 9.2 Bildergeschichte 2 (Colorcards®)
- Abb. 9.3 Sprechstimmfeld mit Grenzmarkierung des Modusfrequenzblockes auf der x-Achse

Appendix 3: Figuren- und Tabellenverzeichnis

Tabellen

Tabelle 2.1	Prozentualer Anteil der Menschen (20 und älter) mit (mässigem und starkem) Übergewicht in der Periode von 1981- 2009, standardisiert nach Alter und Geschlechtsverteilung (Bakel et al. 2010)
Tabelle 2.2	Verteilung von BMI-Klassen von 1985 und 2002 bei Männern und Frauen in Deutschland (Brinckmann 2006)
Tabelle 2.3	Prävalenz der sozialen Schichten in Deutschland (Brinckmann 2006)
Tabelle 2.4	Indifferenzlage bei Kinder, Männer und Frauen (Nawka et al. 2008)
Tabelle 2.5	Klassifikation der Indifferenzlage am Gesangsregister (Nawka et al. 2008)
Tabelle 3.1	Klassifikation von Asthma Schweregrad nach GINA (Yawn 2008)
Tabelle 3.2	Klassifizierung der Berufe nach Stimmqualität und Stimmbelastung (Vilkman 2000)
Tabelle 3.3	Zusammenfassung von stimmbeeinflussenden Medikamenten (Nawka et al. 2008, Wendler et al. 2005)
Tabelle 3.4	BMI Klassifikation nach der WHO (WHO 1995) (WHO 2000) (WHO experts consultation 2004)
Tabelle 3.5	BMI Klassifikation mit dazugehörigen Fettgehaltswerten der Männer von 25 Jahren (Meeuwssen et al. 2010)
Tabelle 3.6	BMI Klassifikation mit dazugehörigen Fettgehaltswerten der Frauen von 25 Jahren (Meeuwssen et al. 2010)
Tabelle 3.7	Häufigkeiten von Lautgruppen und erwartete Häufigkeiten (in Klammern) in verschiedenen deutschen Texten, die zur Stimmbeurteilung herangezogen werden ([2]Nawka et al. 2006; S.12)
Tabelle 4.1	Gruppenverteilung der Frauen nach Alter
Tabelle 4.2	Gruppenverteilung der Männer nach Alter
Tabelle 4.3	Körpergrößenverteilung in Meter in den Gewichtsgruppen der Frauen
Tabelle 4.4	Körpergewichtsverteilung in Kilogramm in den Gewichtsgruppen der Frauen
Tabelle 4.5	BMI Verteilung in Kilogramm pro Quadratmeter in den Gewichtsgruppen der Frauen
Tabelle 4.6	Fettgehaltsverteilung in Prozent in den Gewichtsgruppen der Frauen
Tabelle 4.7	Körpergrößenverteilung in Meter in den Gewichtsgruppen der Männer

Tabelle 4.8	Körpergewichtsverteilung in Kilogramm in den Gewichtsgruppen der Männer
Tabelle 4.9	BMI Verteilung in Kilogramm pro Quadratmeter in den Gewichtsgruppen der Männer
Tabelle 4.10	Fettgehaltsverteilung in Prozent in den Gewichtsgruppen der Männer
Tabelle 4.11	Probandenanzahl nach den Gewichtsgruppen und Parametern
Tabelle 4.12	Probandeninformation der einzelnen Gewichtsgruppen nach Parametern
Tabelle 4.13	Interbeurteilerzuverlässigkeit nach Kappa für die RBH-Skala
Tabelle 4.14	Interbeurteilerzuverlässigkeit nach ICC für die RBH-Skala
Tabelle 4.15	Korrelation aller biometrischen Messparameter nach Pearson
Tabelle 4.16	Korrelation zu den akustischen Stimmqualitätsparametern nach Pearson
Tabelle 4.17	Korrelation zu den perzeptuellen Stimmqualitätsparametern nach Spearman
Tabelle 4.18	Korrelation zu den Stimmleistungsparametern nach Pearson
Tabelle 4.19	Korrelation aller aerodynamischen Messparameter nach Pearson
Tabelle 4.20	Man-Witney-U-Test der Stimmqualitätsparameter I zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.21	Man-Witney-U-Test der Stimmqualitätsparameter II zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.22	Stimmqualitätsparameter DSI im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.23	Stimmqualitätsparameter AVQI im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.24	Stimmqualitätsparameter Jitter (local) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.25	Stimmqualitätsparameter Jitter (rap) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.26	Stimmqualitätsparameter Jitter (ppq5) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.27	Stimmqualitätsparameter Shimmer (local) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.28	Stimmqualitätsparameter Shimmer (local, dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.29	Stimmqualitätsparameter Shimmer (apq11) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

Tabelle 4.30	Stimmqualitätsparameter HNR (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.31	Stimmqualitätsparameter CPP (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.32	Stimmqualitätsparameter CPPs (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.33	Stimmqualitätsparameter H-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.34	Stimmqualitätsparameter R-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.35	Stimmqualitätsparameter B-RBH im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.36	Korrelation der Stimmqualitätsparameter I mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson
Tabelle 4.37	Korrelation der Stimmqualitätsparameter II mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson
Tabelle 4.38	Korrelation der Stimmqualitätsparameter III mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Spearman
Tabelle 4.39	Man-Witney-U-Test der geschlechtsunabhängigen Stimmleistungsparameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.40	Stimmleistungsparameter Semitöne (total) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.41	Stimmleistungsparameter Oktaven (total) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.42	Stimmleistungsparameter I-max (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.43	Stimmleistungsparameter I-min (dB) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.44	Korrelation der geschlechtsunabhängigen Stimmleistungsparameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson
Tabelle 4.45	Man-Witney-U-Test der geschlechtsabhängigen Stimmleistungsparameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen bei den Frauen
Tabelle 4.46	Stimmleistungsparameter ♀ F ₀ (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.47	Stimmleistungsparameter ♀ F-high (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen

Tabelle 4.48	Stimmleistungsparameter ♀ F-low (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.49	Korrelation der geschlechtsabhängigen Stimmleistungsparameter der Frauen mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson
Tabelle 4.50	Stimmleistungsparameter ♂ F ₀ (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.51	Stimmleistungsparameter ♂ F-high (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.52	Stimmleistungsparameter ♂ F-low (hz) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.53	Man-Witney-U-Test der geschlechtsunabhängigen aerodynamischen Parameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.54	Aerodynamischer Parameter Abw. eVC zu VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.55	Aerodynamischer Parameter PQ (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.56	Korrelation der geschlechtsunabhängigen aerodynamischen Parameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) nach Pearson
Tabelle 4.57	Man-Witney-U-Test der geschlechtsabhängigen aerodynamischen Parameter zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.58	Aerodynamischer Parameter ♀ VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.59	Aerodynamischer Parameter ♀ MPT (Sek.) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.60	Korrelation der geschlechtsabhängigen aerodynamischen Parameter mit dem BMI und Fettgehalt% (total) der Frauen nach Pearson
Tabelle 4.61	Aerodynamischer Parameter ♂ VC (ml) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.62	Aerodynamischer Parameter ♂ MPT (Sek.) im Vergleich zu den einzelnen Gewichtsgruppen
Tabelle 4.63	Altersverteilung in Jahre der 61 Probanden der Teilstudie
Tabelle 4.64	Stimmpathologien der 61 Probanden
Tabelle 4.65	Interbeurteilerzuverlässigkeit zwischen den 12 Beurteilern (rote Markierungen = Ausschluss der Beurteiler) nach Kappa

Tabelle 4.66	Interbeurteilerzuverlässigkeit zwischen den 12 Beurteilern (rote Markierung = Ausschluss der Beurteiler) nach ICC
Tabelle 4.67	Häufigkeitsverteilung der Mittelwerte der 5 Beurteilern zu den 61
Tabelle 4.68	Altersverteilung in Jahren zwischen Männer und Frauen in der Parallelstudie
Tabelle 4.69	Frequenzwerte in hz der Frauen in der Parallelstudie
Tabelle 4.70	Frequenzwerte in hz der Männer in der Parallelstudie
Tabelle 4.71	Aufteilung der Abweichungen in Semitöne zwischen logischer Erzählweise (F ₀ -logisch) und Spontansprache (F ₀ -spontan)
Tabelle 4.72	Allgemeine Abweichung in Semitönen zwischen F ₀ -logisch und F ₀ -spontan bei Männern und Frauen
Tabelle 8.1	Pearson Korrelationen der dB Werte beim gehaltenen Vokal /a/ zwischen Praat und dem VP®
Tabelle 8.2	Pearson Korrelationen der dB Werte beim Standardtext „Der Nordwind und die Sonne“ zwischen Praat und dem VP®
Tabelle 9.1	Umrechnungstabelle auf Grundlage der Werte von McArdle et al. (2009)
Tabelle 9.2	Berechnung der Körperfettanteilergebnisse auf Grundlage von Tabelle 9.1 bei Männern und Frauen (McArdle et al. 2009)
Tabelle 9.3	Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Frauen (Siri 1956; Siri 1961)
Tabelle 9.4	Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Männer (Siri 1956; Siri 1961)
Tabelle 9.5	Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Frauen mit Anorexia nervosa (Heyward et al. 2004)
Tabelle 9.6	Lautstärkenvergleich zwischen dem VP® und Praat beim gehaltenen Ton und Text
Tabelle 9.7	Einzelergebnisse der Probanden zur Gewichtsanalyse, Aerodynamik und Stimmanalyse
Tabelle 9.8	Einzelbeurteilung der 3 Beurteiler in der Hauptstudie
Tabelle 9.9	Einzelbeurteilung der 12 Beurteiler in der Teilstudie

Figuren

- Fig. 2.1 CPP Berechnungsdarstellung (Heman-Ackah et al. 2004)
- Fig. 2.2 normales akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)
- Fig. 2.3 mäßig dysphonisches akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)
- Fig. 2.4 schwer dysphonisches akustisches Stimmsignal dargestellt im Spektrum und Cepstrum (Heman-Ackah et al. 2002)
- Fig. 4.1 Geschlechtliche Probandenverteilung nach dem BMI und Fettgehalt, N=34
- Fig. 4.2 Streudiagramm zur Illustration der übereinstimmenden Validität von AVQI im Deutschen (die obere und untere Linie zwischen der Regressionsgeraden sind die Ober- und Unterbegrenzung des 95% Vorhersagenintervalls)
- Fig. 4.3 ROC-Kurve zur Illustration der Normierung zwischen einer pathologischen und nicht-pathologischen Stimme im Bereich der Stimmqualität

Appendix 4: Formelverzeichnis

- Formel 2.1 Dysphonia Severity Index (Wuyts et al. 2000):
$$DSI = 0,13 * MPT + 0,0053 * F\text{-high} - 0,26 * I\text{-min} - 1,18 * \text{Jitter}\% + 12,4$$
- Formel 2.2 Acoustic Voice Quality Index ([2]Maryn et al. 2010):
$$AVQI = (3.295 - 0.111 * CPPs - 0.073 * HNR - 0.213 * \text{shimmer local} + 2.789 * \text{shimmer local, dB} - 0.032 * \text{slope} + 0.077 * \text{tilt}) * 2.571$$
- Formel 2.3 Jitter(local) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.4 Jitter(rap) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.5 Jitter(ppq5) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.6 Shimmer(local) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.7 Shimmer(local, dB) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.8 Shimmer(apq11) Formel (Farrús et al. 2009)
- Formel 2.9 Phonationsquotient (Hirano et al. 1968)
- Formel 2.10 zu erwartende Vitalkapazität der Männer (Baldwin et al. 1948):
- Formel 2.11 zu erwartende Vitalkapazität der Frauen (Baldwin et al. 1948):
- Formel 3.1 Körperdichte der Frauen (Jackson et al. 1985)
$$\text{Körperdichte} = 1.089733 - 0.0009245(X3) + 0.0000025(X3)^2 - 0.0000979(X2)$$

X2 = Alter in Jahre X3 = Summe von Triceps, Suprailiacal und Abdomen
- Formel 3.2: Körperdichte der Männer (Jackson et al. 1985)
$$\text{Körperdichte} = 1.1125025 - 0.0013125(X3) + 0.0000055(X3)^2 - 0.0002440(X2)$$

X2 = Alter in Jahre X3 = Summe von Brust, Triceps, en Subscapular

Appendix 5: Symbolerklärung des Formelverzeichnisses

/	(math.) Dividieren
*	(math.) Multiplizieren
-	(math.) Subtrahieren
+	(math.) Addieren
((math.) offene zweite Klammer
)	(math.) geschlossene zweite Klammer
[(math.) offene erste Klammer
]	(math.) geschlossene erste Klammer
—	(math.) Bruchstrich
log	(math.) Logarithmus
N	Anzahl
Σ	Summe
	Berechnung der Summe
i	Parameter für eine Periode
k	Parameter
T_i	Dauer einer Periode in Sek.
T_{i+1}	Dauer einer darauffolgenden Periode in Sek.
A_i	Amplitude der Periode in Pascal
A_{i+1}	Amplitude der darauffolgenden Periode in Pascal

Appendix 6: Detaillierte Beschreibung des Untersuchungs- verlaufsprotokolls der Probanden in der Hauptstudie

Entscheidende Hinweise zum Gebrauch des Voice Profilers® und Praat

A) Allgemeine Erklärung beim Gebrauch des Voice Profilers® [bei Punkt 5), 9),10)]

Für die erste Instruktion gilt:

„Vorab müssen wir das Mikrofon auf Ihre Person einstellen bzw. kalibrieren. Hierzu müssen Sie ein /sch/ halten (das /sch/ wird von mir vorgemacht und auch vom Proband wiederholt). ... O.K. Dieses /sch/ halten Sie eine Zeit lang, bis ich stopp sage.“

Für die folgenden Instruktionen:

„Vor Beginn dieser Übung halten Sie aufs Neue solange ein /sch/, bis ich stopp sage, um das Mikrofon wieder neu einzustellen.“

Handling:

Die Kabel des Doppelheadsets befanden sich hinter der Schulter und führten weiter hinter dem Arm bis zur Hüfte. Die Kabel können leicht verrutschen, sind aber schlecht zu fixieren. Der Proband wurde darauf hingewiesen, den Kopf während der Übungen ruhig zu halten. Es durfte zu keinem Kontakt des Mikrofonkopfes mit dem Kabel, der Kleidung oder anderen Dingen kommen. Der Verstärker befand sich auf derselben Seite wie das Mikrofon. Diese Position wurde vor jeder Stimmübung überprüft und musste so beibehalten werden.

Alle Aufnahmen im Voice Profiler® wurden zusätzlich als .wav Datei gespeichert.

Mögliche Fehler beim VP®:

Bei der Mikrofonkalibrierung erscheint ein Fenster, bei dem der Verlauf der Kalibrierung dargestellt ist. Falls ein Häkchen bei „switch channels“ vorhanden ist, muss dieses entfernt werden, da sonst die Kalibrierung nicht funktioniert.

B) Allgemeine Erklärung beim Gebrauch von Praat [bei Punkt 6),7),8)]

Alle Aufnahmen mit Praat 5.135 wurden zuerst richtig eingestellt, bevor diese weiter analysiert wurden. Das heißt mit Hilfe von <Modify> - <Multiply> wurde nach Kalibrierung mit dem geeichten Voice Profiler die Intensität um XdB angehoben, so dass beide Softwareprogramme nahezu exakt und valide waren. Hierbei wurden die Durchschnitts dB-Werte vom Voice Profiler® und von Praat verwertet bei einer Raumlautstärke $\leq 45\text{dB}$ (C) und zwar durch 2 verschiedene Verfahrensweisen: erstens beim gehaltenen Vokal /a/ auf verschiedenen Tönen und

Lautstärken und zweitens mit dem Standardtext „Der Nordwind und die Sonne“ auf unterschiedlichen Lautstärken (siehe Tabelle 8.1 & 8.2). In dieser Studie mussten die aufgenommenen Signale in Praat um 9dB erhöht werden (siehe Abschnitt 9.4.1. S.205).

Tabelle 8.1: Pearson Korrelationen der dB Werte beim gehaltenen Vokal /a/ zwischen Praat und dem VP®

		Praat + 9dB	VP®
Praat + 9dB	Korrelation nach Pearson	1	,983**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	14	14
VP®	Korrelation nach Pearson	,983**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	14	14

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant. Statistisch ausgewertet mit PASW Version 18

Tabelle 8.2: Pearson Korrelationen der dB Werte beim Standardtext „Der Nordwind und die Sonne“ zwischen Praat und dem VP®

		Praat + 9dB	VP®
Praat +9dB	Korrelation nach Pearson	1	,995**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	15	15
VP®	Korrelation nach Pearson	,995**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	15	15

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant. Statistisch ausgewertet mit PASW Version 18

Für die Analyse vom /a/ in Praat wurde der Frequenzbereich bei den Geschlechtern angepasst: Für Männer ist der Bereich von 50hz bis 200hz und für Frauen von 100hz bis 400hz vorgesehen (Mayer J. 2011). Dies ist wichtig, da die gemessenen Parameter im Voice Report von Praat von der Grundtonfrequenz abhängig sind und dadurch Messvariationen auftreten. Für die AVQI Analyse ist dieses Verfahren nicht notwendig, da die Analyse intern abläuft und keine Messvariationen festzustellen sind.

Mögliche Fehler bei Praat:

Beim Abspeichern der Aufnahmen muss am Ende „.wav“ geschrieben werden, wenn vorher kein Name im Aufnahmefenster eingetragen wurde. Ansonsten wird die abgespeicherte Datei als undeklariert abgelegt.

Detaillierte Beschreibung des Untersuchungsablaufs

1) Körpergewichtsanalyse

Messmethode:

Um das Körpergewicht zu bestimmen, benutzte ich eine Körperwaage von Söhnle: de Pino 2 – 63745 Personenwaage von 2007 (siehe Abb. 8.1).



Abb. 8.1: Körperwaage von Söhnle: de Pino 2 – 63745 (Quelle unbekannt)

Instruktion an den Probanden:

„Bitte ziehen Sie Ihre Schuhe aus, am besten auch die Socken. Bitte entleeren Sie auch den gesamten Inhalt Ihrer Taschen. Gut. Stellen Sie sich jetzt auf die Waage.“

Messablauf:

Um eine zuverlässige und gültige Aussage über das Körpergewicht zu bekommen, muss man genau darauf achten, dass überflüssige Ballaststoffe am Körper entfernt wurden. Das bedeutet: falls noch zusätzliche Kleidungsstücke getragen wurden: wie Pulli über T-Shirt, oder Jäckchen etc., wurden diese abgelegt. Auch die Hosentaschen wurden nach außen gezogen, um 100% sicher zu sein, dass sich nichts mehr darin befindet. Ebenso stand die Körperwaage auf festem Untergrund, um Messfehler zu vermeiden. Bevor der Proband gewogen wurde, wurde die Waage geeicht - geeichtes Gewicht von 11,5kg - und falls nötig wurde nachjustiert. Die Oberfläche der Fußablage wurde danach gründlich desinfiziert.

2) Anthropometrische Fettgehaltsmessungen

Messmethode:



Für die Fettgehaltsbestimmung verwendete ich ein 2m Maßband von Seca und ein Skinfold Caliper (RH15 9LB) von der Firma Baty International (siehe Abb. 8.2).

Abb. 8.2: Happender Skinfold Caliper (RH15 9LB) (Quelle unbekannt)

Instruktion an den Probanden:

1. „Wir beginnen zuerst mit der Umfangsmessung. Es werden jeweils 3 Umfänge gemessen, die abhängig vom Geschlecht und Alter sind. Wichtig hierbei ist, dass Sie locker und entspannt stehen bleiben und die Arme locker am Körper anliegen.“

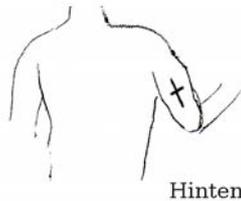
2. „Die folgende Messung ist eine Hautfaltenmessung. Die Hautfalten werden mit einer Hautfaltenzange gemessen... Sie sieht im ersten Augenblick etwas gefährlich aus. Ich zeige Ihnen einmal welcher Druck ausgeübt wird (Zange klemmt den Zeigefinger beim Untersucher ein). Probieren Sie einmal (Untersucher klemmt den Zeigefinger des Probanden ein). Gut. Ich werde auch hier 3 Stellen an Ihrem Körper messen. Teilweise korrigiere ich Ihre Haltung etwas. Bleiben Sie einfach ganz entspannt stehen und lassen Sie sich von mir leiten.“

Messablauf:

Bei der Umfangsmessung nach McArdle WD. et al. 2009 stand der Proband aufrecht in entspannter Körperhaltung mit hängenden Armen und gleichverteiltem Gewicht auf beiden Beinen. Es wurde immer auf der Haut und nicht auf der Kleidung gemessen. Begünstigt wurde dies durch das Tragen von T-Shirts, kurzen Hosen oder Röcken. Bei der Taillienmessung musste das T-Shirt hochgekrempelt werden, so dass die Probanden locker und entspannt weiter stehen konnten. Das Maßband lag stramm und soweit wie möglich im Lot bei den entsprechenden Messpunkten (siehe die Abb. 3.7). Anschließend wurden die Umfänge in cm, in ein für diese Studie konzipiertes Excel Dokument eingefügt (siehe Abschnitt 9.3.2. S.203). Das Excel Dokument sorgte für eine automatische Berechnung des Fettgehaltes. Jeder gemessene Wert wird in eine Konstante übertragen und ist aus dem Buch von McArdle WD. et al. 2009 zu finden. Im Excel Dokument findet sich gelegentlich eine maximale Abweichung der Konstanten bis 0,01 im Vergleich zu den Angaben von McArdle WD. et al. 2009.

Die Messungen der Hautfalten wurden wie folgt abgenommen: Der Proband stand während der gesamten Untersuchung aufrecht und seine Körperhaltung und die Haltung der Extremitäten wurden je nach Abnahmepunkt angepasst.

Bei der Trizephshautfalte erfolgte der Abnahmepunkt am dominanten, 140° gebeugten Arm. Bei der Suprailiacalhautfalte erfolgte diese bei 90° gebeugten gehobenen Armen auf Schulterhöhe. Rumpf- Brust- und Abdominalhautfalten Abnahmepunkte wurden bei aufrechter Körperhaltung und locker herabhängenden Armen erfasst.

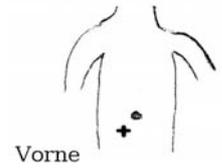


Hinten

Abb. 8.3: Trizepshautfalte

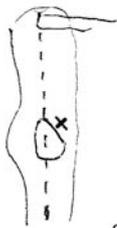
Referenzpunkte der Trizepshautfalte befindet sich auf mittlerer Strecke zwischen Olecranon und Acromion auf der dorsalen Seite. Die Hautfalten wurden senkrecht gefasst (siehe Abb. 8.3).

Die Abdominalhautfalte wurde 3 cm lateral und 1 cm unterhalb des Umbilicus waagrecht gemessen (siehe Abb. 8.4).



Vorne

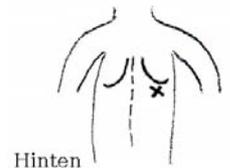
Abb. 8.4: Abdominalhautfalte



Seite acalhautfalte

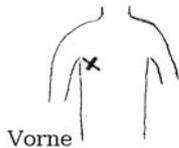
Die Suprailiacalhautfalte wurde in der Mittaxillarlinie, direkt oberhalb des Beckenrands, diagonal gefasst (siehe Abb. 8.5).

Für die Messung der Subscapularhautfalte wurde die Spitze des Schulterblattes ertastet und ca. 2 cm unterhalb diagonal gemessen (siehe Abb. 8.6).



Hinten

Abb. 8.6: Subscapularhautfalte



Vorne

Die Brusthautfalte wurde mittig zwischen Papilla mammae und Axilla, am m.pectoralis major entlang, diagonal gemessen (siehe Abb. 8.7).

Abb. 8.7: Brusthautfalte

3) Körpergröße bestimmen

Messmethode:

Um die Körpergröße zu bestimmen, benutzte ich das gleiche Maßband und ein gerades Holzbrett von einer Länge bis zu 30cm.

Instruktion an den Probanden:

„Ziehen Sie bitte Ihre Schuhe aus, und stellen Sie sich mit dem Rücken gerade an die Wand. Ich werde gleich das Brett auf Ihren Kopf legen. Bitte erschrecken Sie nicht.“

Messablauf:

Für das Ermitteln der Körpergröße stand der Proband mit dem Rücken gerade zur Wand. Am besten ist der Türrahmen geeignet, der meist eine glatte ebene Fläche bietet. Mit einem Buntstift konnte man die Markierung vornehmen. An einer Wand konnte man einen Klebestreifen verwenden, der nicht die Oberfläche angreift oder zerstört.

Wichtig für die Messung war, dass der Proband mit beiden Füßen fest an der Wand stand und seinen Kopf gerade hielt. Dies wurde, falls nötig, vom Untersucher korrigiert. Die Füße standen etwa hüftbreit - nicht zusammen- oder zu weit - auseinander. Dies konnte zu größeren Abweichungen des Messergebnisses führen.

Die Körpergröße (in Meter) wurde dann für die weiteren Analysen verwendet.

4) Vitalkapazität

Messmethode:

Die Überprüfung der Vitalkapazität wurde mit Hilfe eines Spirotestes von Riester durchgeführt.

Instruktion an den Probanden:



„Für die folgende Übung halten Sie in der einen Hand dieses Gerät und mit der anderen Hand halten Sie sich die Nase zu (wird gleichzeitig vom Untersucher demonstriert). Atmen Sie so tief ein, wie Sie können, und pusten Sie kräftig und so lange, wie Sie können, in das Gerät hinein. Wichtig hierbei ist, dass Sie die ganze Zeit gerade stehen bleiben (demonstrieren wie es richtig gemacht wird und auf Fehler hinweisen. Hierzu wird der fertige Aufsatz vom Mund weggedreht [Hygiene]).“

Abb. 8.8: Korrekte Durchführung der Spirometrie (Schneider et al. 2007; S.63)

Messablauf:

Der Spirotest wurde 3x im Stehen durchgeführt und die höchste ml Anzahl wurde für die Analyse verwendet.

Beim 2. Versuch wurde ggf. nochmals darauf hinweisen, so viel Luft wie möglich einzuatmen und so lange und kräftig wie möglich alles auszublasen. Ich animierte sie bei jedem Versuch mit „weiter, weiter, weiter...“, damit der Proband noch mehr Luft aus seinen Lungen herausholte, bis

zu dem Punkt, wo er gezwungen wurde, wieder neu einzuatmen.

Der Versuch wurde abgebrochen oder als ungültig gewertet, wenn Teile der Luft am Mundstück vorbei gingen. Der Mundschluss musste beim Probanden optimiert werden, d.h. das Mundstück musste weiter in den Mund geführt oder die Lippenmuskulatur (m. orbicularis Oris) musste mehr angespannt werden. Ein Versuch wurde auch nicht gewertet, wenn der Proband zu früh aufhörte, obwohl er noch mehr leisten konnte. Bei fehlerhafter Körperhaltung und zu langsamen und zu schwachem Ausatemungsdruck war der Versuch ebenfalls ungültig. Bei fehlerhafter Durchführung konnten bis zu 6 Versuche unternommen werden, um die Gefahr einer Hyperventilierung und Kreislaufprobleme beim Probanden zu vermeiden. Sollte dieser Fall eintreten, wurde der höchste Wert aller Versuche für die weitere Analyse genutzt.

Nach oder zwischen den Versuchen war es wichtig, nachzufragen, ob es zu gesundheitlichen Problemen (Schwindel, Unwohlsein) gekommen ist. Nach dieser Messung konnten sich die Probanden 1-2 Minuten hinsetzen und sich ausruhen.

5) Mittlere Sprechstimmlage bestimmen

Messmethode:

Die mittlere Sprechstimmlage wurde mit dem Voice Profiler® ermittelt. Zuzüglich wurde die Aufnahme als „.wav“ Datei gespeichert. Für die Einheitlichkeit wurde mit Hilfe des Exceldokumentes „VP Moduszahl“ der durchschnittliche Moduswert der VP®-Auswertung ermittelt. Dieser Wert wurde für die weiteren Auswertungen übernommen.

Instruktion an den Probanden:

Die folgende Erklärung wurde benötigt, wenn die Untersuchung an den Standorten der RWTH Aachen, der Hogeschool Zuyd und den anderen externen Einrichtungen stattfand:

„Bitte beschreiben Sie so detailliert wie möglich den Anfahrtsweg von Ihrem Zuhause bis hierher.“

Bei privaten Besuchen:

„Bitte beschreiben Sie so detailliert wie möglich, wie Sie Spagetti kochen.“

Diese Instruktion konnte auch als Alternative zur oben genannten Wegbeschreibung verwendet werden.

Messablauf:

Der Proband erzählte mindestens 1 Minute lang über ein neutrales Thema. Überprüft wurde dies mit einer mechanischen Stoppuhr. Wenn nach einer Minute immer noch kein rot markierter Bereich im Sprechstimmfeld zu sehen war, ließ man den Probanden weiter erzählen. Nach 1,5 Minuten sollte hier eine rote Färbung beim VP® zu erkennen sein. Wichtig hierbei war zu verfolgen, wie der Proband sprach z.B. stereotyp oder in einer höheren Stimmlage erzählte als beim Kennenlernen. Der Proband sollte beim Erzählen auf einen neutralen Punkt schauen, abgewandt vom Untersucher und der Messapparatur sein, um seine eventuelle Nervosität oder Emotion abzubauen. Falls das Ergebnis Zweifel aufwarf, wurde die Übung noch einmal wiederholt und ggf. versuchte man, ihn zu motivieren locker und ungezwungen zu erzählen.

Falls der Proband unter einer Minute erzählte, sollte er dann die Heimfahrt erzählen oder den Abwasch nach dem Spagettiessen beschreiben, um auf mindestens 1 Minute Erzählzeit zu kommen. Es galt während der Abnahme die Artefaktenbildung im Sprechstimmfeld zu beobachten, wie sich die Sprechmelodik verhielt. Ausgewertet für die mittlere Sprechstimmlage wurde der Bereich, der im fließenden Redefluss vorkam.

Nach der Aufnahme wurde in den meisten Fällen der höchste rote Frequenzblock anhand der Frequenzbereichsränder abgetastet und dann mit Hilfe der Excel Datei „VP Moduszahl“ der Durchschnitt der Modusfrequenzen errechnet. Später wurde diese Hz Zahl für die MPT verwendet. Hierzu gilt, dass man die musikalische Note der entsprechenden Hz Zahl mit notierte.

6) Maximale Phonationszeit (MPT)

Messmethode:

Für die MPT Aufnahme und Analyse wurde die Software Praat verwendet.

Instruktion an den Probanden:

„In der folgenden Übung hören Sie von mir den Ton, der Ihre mittlere Sprechstimmlage ist. Probieren Sie diesen einmal zu übernehmen.“ „O.K. Ich möchte, dass Sie auf mein Zeichen tief einatmen und so lange wie Sie nur können, ein /a/ auf dem vorgegebenen Ton halten. Je länger desto besser“

Messablauf:

Zuerst gab es einen Probelauf von ca. 4 Sek., um zu schauen, ob der Proband einen Ton übernehmen konnte. Dieser wurde nicht aufgenommen. Falls er den Ton nicht auf Anhieb übernehmen konnte, wiederholte ich zusammen mit dem Probanden den Ton, bis er ihn, so gut es ging auf derselben Frequenz wie seine mittlere Sprechstimmlage, übernehmen konnte. Wenn er den Ton gefunden hatte, fragte ich auch nach, ob dieser Ton angenehm und einfach, ohne Anstrengung zu halten, sei: Die MPT wurde auf der ermittelten mittleren Sprechstimmlage 3x abgenommen. Der Versuch wurde abgebrochen und als ungültig gewertet, wenn der Proband behaucht anfang, den Ton „gekniffen“ produzierte, zu viel Luft vor Beginn der Phonation ausatmete und/oder das Halten des /a/ abbrach, obwohl er noch länger es anhalten konnte. In jedem Fall demonstrierte ich den Versuch. Die Abnahme konnte bis zu 6x wiederholt werden, falls ungültige Versuche stattgefunden hatten. Alle 3 Beispiele wurden als „wav file“ oder „binary file“ gespeichert. Es erfolgte nur eine „binary file“ Speicherung, wenn bei der „wav file“ Speicherung eine Fehlermeldung - dass Intensitäten abgeschnitten werden - aufkam.

7) AVQI Satz

Messmethode:

Für die Aufnahme wurde die Software Praat benötigt. Die Analyse wurde mit Praat und der Software Speech Tool getätigt.

Instruktion an den Probanden:

„Sie bekommen von mir eine Textzeile. Schauen Sie sich diese in Ruhe an. Auf mein Zeichen hin lesen Sie diese ganz normal vor.“

Messablauf:

Der Text vom „Der Nordwind und die Sonne“ lag auf einem Notenständer, und der Proband las die Textzeile vor. Wie auch bei Punkt 2 sollte der Proband die Messapparatur und den Untersucher nicht im Blick haben, um Unsicherheiten, Nervosität und Emotionen zu vermeiden. Die Textzeile wurde aufgenommen und als „wav file“ oder „binary file“ gespeichert. Es erfolgte nur eine „binary file“ Speicherung, wenn bei der „wav file“ Speicherung eine Fehlermeldung - dass Intensitäten abgeschnitten werden - aufkam. Die Aufnahme wurde zur Sicherheit 2x abgenommen. Gründe hierfür sind, dass eventuell bei der Praat Analyse eine Fehlermeldung

auftrat, so dass die Aufnahme wertlos wäre. Desweiteren wurde für die Analyse die natürlichste und repräsentativste Form genommen. (Für die Auswertung zum AVQI Wert siehe Appendix 8: S.168 ff.)

8) Heiserkeitsbewertung über RBH

Messmethode:

Die Aufnahme wurde mit der Software Praat erledigt. Weitere Details über die Beurteilung nach der RBH-Skala siehe Abschnitt 3.5.2. S.70 ff.

Instruktion an den Probanden:

„Sie bekommen von mir einen Text vorgelegt, den Sie bitte ganz normal vorlesen. Bitte beginnen Sie erst auf mein Zeichen.“

Messablauf:

Der gesamte Text wurde aufgenommen und als „wav file“ oder „binary file“ gespeichert. Es erfolgte nur eine „binary file“ Speicherung, wenn bei der „wav file“ Speicherung eine Fehlermeldung - dass Intensitäten abgeschnitten werden - aufkam. Die Analyse nach der RBH-Skala fand erst nach der Untersuchung statt (siehe Abschnitt 3.5.2. S.70 ff.).

9) Melodischer Stimmumfang

Messmethode:

Die Aufnahmen und Analysen wurden mit dem Voice Profiler® durchgeführt.

Instruktion an den Probanden:

„Versuchen Sie diesen Ton auf /a/ zu übernehmen [jeweils die mittlere Sprechstimmlage].“
„Gut. Versuchen Sie ab jetzt diesen Ton (vorgespielt) immer tiefer werden zu lassen und zwar so tief wie sie können. Sie können jederzeit wieder neu ansetzen (falls nötig kann man dies auch vormachen und mit dem Keyboard unterstützen, so dass man immer wieder einen Ton, einen Halbtonschritt tiefer anbietet als bereits erreicht).“... „Prima. Versuchen Sie ab jetzt wieder diesen Ton (vorgespielt) immer höher werden zu lassen und zwar so hoch wie sie können. Auch hier können sie jederzeit wieder neu ansetzen (falls nötig kann man dies auch vormachen).“

Messablauf:

Es wurde der Bereich vom tiefsten bis zum höchsten Ton abgefragt, den der einzelne Proband erreichen konnte. Für die Analyse waren jeweils die Endpunkte und gesamte Anzahl der Semitöne wichtig. Unterstützende Hilfestellung konnte ich dem Probanden zusätzlich geben, damit er ein Gefühl für seine Kopfstimme bekam. Dies gelang meist - durch ein emotionales Angstbild - auf /i/ zu kreischen. Das bedeutete, man erkundigte sich beim Probanden vor welchem Tier er Angst habe oder sich ekelt. Er sollte es sich vorstellen und auf /i/ kreischen. Notfalls konnte ich es auch vormachen.

Jedoch wurde dann letztendlich nur das /a/ aufgenommen.

10) Dynamischer Stimmumfang

Messmethode:

Die Aufnahmen und Analysen wurden mit dem Voice Profiler® durchgeführt.

Instruktion an den Probanden:

- A) „Versuchen Sie bitte Ihr /a/ so leise wie möglich zu machen. Sie haben auch hier die Möglichkeit immer wieder neu anzusetzen und auszuprobieren, um so leise wie möglich zu werden.“
- B) „Rufen Sie so laut wie sie können /a/ (Vorgabe auf einem sehr hohen individuellen Ton, den der Proband erreicht)“

Messablauf:

Erst wurde die *I-min* überprüft. Der Proband konnte so oft, wie er wollte, neu ansetzen und ausprobieren, wie er am besten zum leisesten Ton gelangt. Unterstützend konnte auch das visuelle Feedback der graphischen Momentaufnahme des VP® sein. Als 2. Aufnahme wurde *I-max* überprüft. Diese Übung sollte aus stimmschonenden Gründen nicht öfters als 3x wiederholt werden. Die Grenzmarkierung vom VP® bei beiden Übungen wurden für die weiteren Analyseverfahren verwendet.

Appendix 7: Untersuchungsverlaufsprotokoll der Probanden in der Teilstudie/Parallelstudie

Detaillierte Beschreibung des Untersuchungsablaufs

1) Abnahme der mittleren Sprechstimmlage (F_0 -logisch)

Messmethode:

Die Aufnahmen und Analysen wurden mit dem Voice Profiler® durchgeführt.

Zuzüglich wurde die Aufnahme als „wav“ Datei gespeichert. Für die Einheitlichkeit wurde mit Hilfe des Exceldokumentes „VP Moduszahl“ der durchschnittliche Moduswert der VP®-Auswertung ermittelt. Dieser Wert wurde für die weiteren Auswertungen übernommen.

Instruktion an den Probanden:

„Sie sehen vor sich eine Bildergeschichte. Beschreiben Sie bitte so detailliert wie möglich, was Sie sehen und was passiert.“

Messablauf:

Der Proband erzählte mindestens 1 Minute lang über ein neutrales Thema. Überprüft wurde dies mit einer mechanischen Stoppuhr. Wenn nach einer Minute immer noch kein rot markierter Bereich im Sprechstimmfeld zu sehen war, ließ man den Probanden weiter erzählen. Nach 1,5 Minuten sollte hier eine rote Färbung beim VP® zu erkennen sein. Wichtig hierbei war zu verfolgen, wie der Proband sprach z.B. stereotyp oder in einer höheren Stimmlage erzählte als beim Kennenlernen. Der Proband sollte beim Erzählen auf einen neutralen Punkt schauen, abgewandt vom Untersucher und der Messapparatur sein, um seine eventuelle Nervosität oder Emotion abzubauen. Falls das Ergebnis Zweifel aufwarf, wurde die Übung noch einmal wiederholt und ggf. versuchte man, ihn zu motivieren locker und ungezwungen zu erzählen.

Falls der Proband unter einer Minute erzählte, hatte er die Möglichkeit eine 2. Bildergeschichte zu bekommen und diese zu beschreiben. Es galt während der Abnahme die Artefaktenbildung im Sprechstimmfeld zu beobachten, wie sich die Sprechmelodik verhielt. Ausgewertet für die mittlere Sprechstimmlage wurde der Bereich, der im fließenden Redefluss vorkam.

Nach der Aufnahme wurde in den meisten Fällen der höchste rote Frequenzblock anhand der Frequenzbereichsränder abgetastet und dann mit Hilfe der Excel Datei der Durchschnitt der Modusfrequenzen errechnet. Später wurde diese Hz Zahl für die MPT verwendet.

2) Abnahme der mittleren Sprechstimmlage (F₀-spontan)

Messmethode:

Die mittlere Sprechstimmlage wurde mit dem Voice Profiler® ermittelt. Zuzüglich wurde die Aufnahme als „wav“ Datei gespeichert. Für die Einheitlichkeit wurde mit Hilfe des Exceldokumentes „VP Moduszahl“ der durchschnittliche Moduswert der VP®-Auswertung ermittelt. Dieser Wert wurde für die weiteren Auswertungen übernommen.

Instruktion an den Probanden:

„Bitte beschreiben Sie so detailliert wie möglich den Anfahrtsweg von Ihrem Zuhause bis hierher.“

Bei privaten Besuchen:

„Bitte beschreiben Sie so detailliert wie möglich, wie Sie Spagetti kochen.“

Diese Instruktion konnte auch als Alternative zur oben genannten Wegbeschreibung verwendet werden.

Messablauf:

Der Proband erzählte mindestens 1 Minute lang über ein neutrales Thema. Überprüft wurde dies mit einer mechanischen Stoppuhr. Wenn nach einer Minute immer noch kein rot markierter Bereich im Sprechfeld zu sehen war, ließ man den Probanden weiter erzählen. Nach 1,5 Minuten sollte hier eine rote Färbung beim VP® zu erkennen sein. Wichtig hierbei war zu verfolgen, wie der Proband sprach z.B. stereotyp oder in einer höheren Stimmlage erzählte als beim Kennenlernen. Der Proband sollte beim Erzählen auf einen neutralen Punkt schauen, abgewandt vom Untersucher und der Messapparatur sein, um seine eventuelle Nervosität oder Emotion abzubauen. Falls das Ergebnis Zweifel aufwarf, wurde die Übung noch einmal wiederholt und ggf. versuchte man, ihn zu motivieren locker und ungezwungen zu erzählen.

Falls der Proband unter einer Minute erzählte, sollte er dann die Heimfahrt erzählen oder den Abwasch nach dem Spagettiessen beschreiben, um auf mindestens 1 Minute Erzählzeit zu kommen. Es galt während der Abnahme die Artefaktenbildung im Sprechstimmfeld zu beobachten, wie sich die Sprechmelodik verhielt. Ausgewertet für die mittlere Sprechstimmlage wurde der Bereich, der im fließenden Redefluss vorkam.

Nach der Aufnahme wurde in den meisten Fällen der höchste rote Frequenzblock anhand der Frequenzbereichsränder abgetastet und dann mit Hilfe der Excel Datei der Durchschnitt der

Modusfrequenzen errechnet. Später wurde diese Hz Zahl für die MPT verwendet. Hierzu galt, dass man die musikalische Note der entsprechenden Hz Zahl mitnotierte.

3) Gehaltener Ton (AVQI Teil 1)

Messmethode:

Für die Aufnahme und Analyse wurde die Software Praat verwendet.

Instruktion an den Probanden:

„In der folgenden Übung hören Sie von mir den Ton, der Ihre mittlere Sprechstimmlage ist. Probieren Sie diesen einmal zu übernehmen.“ „O.K. Ich möchte, dass Sie auf mein Zeichen einatmen und so lange wie Sie können, ein /a/ auf dem vorgegebenen Ton halten.“

Messablauf:

Zuerst gab es einen Probelauf von ca. 4 Sek., um zu schauen, ob der Proband einen Ton übernehmen konnte. Dieser wurde nicht aufgenommen. Falls er den Ton nicht auf Anhieb übernehmen konnte, wiederholte der Untersucher zusammen mit dem Probanden den Ton, bis er ihn, so gut es ging auf der selben Frequenz wie seine mittlere Sprechstimmlage, übernehmen konnte. Wenn er den Ton gefunden hatte, fragte man auch nach, ob dieser Ton angenehm und einfach, ohne Anstrengung zu halten, sei.

Die Aufnahmen wurden als „wav file“ oder „binary file“ gespeichert. Es erfolgte nur eine „binary file“ Speicherung, wenn bei der „wav file“ Speicherung eine Fehlermeldung - dass Intensitäten abgeschnitten werden - aufkam. (Für die Auswertung zum AVQI Wert siehe Appendix 8: S.168 ff.)

4) Satz (AVQI Teil 2)

Messmethode:

Für die Aufnahme wurde die Software Praat benötigt. Die Analyse wird mit Praat und der Software Speech Tool getätigt.

Instruktion an den Probanden:

„Sie bekommen von mir eine Textzeile. Schauen Sie sich diese in Ruhe an. Auf mein Zeichen hin lesen Sie diese ganz normal vor.“

Messablauf:

Der Text „Der Nordwind und die Sonne“ lag auf einem Notenständer, und der Proband las die Textzeile vor. Wie auch bei Punkt 1 und 2 sollte der Proband die Messapparatur und den Untersucher nicht im Blick haben.

Die Textzeile wurde aufgenommen und als „wav file“ oder „binary file“ gespeichert. Es erfolgte nur eine „binary file“ Speicherung, wenn bei der „wav file“ Speicherung eine Fehlermeldung - dass Intensitäten abgeschnitten werden - aufkam. Die Aufnahme wurde zur Sicherheit 2x abgenommen. Gründe hierfür waren, dass eventuell bei der Praat Analyse eine Fehlermeldung auftrat, so dass die Aufnahme wertlos war. Desweiteren wurde für die Analyse die natürlichste und repräsentativste Form genommen. (Für die Auswertung zum AVQI Wert siehe Appendix 8: S.168 ff.)

Appendix 8: Beschreibung zur Berechnung des deutschen AVQI's

Für die Berechnung des AVQI, benötigt man 2 Praat Scripts „VOICING DETECTION AND EXTRACTION“ und „CALCULATION“ und zur Beschleunigung des Ablaufs das Hilfsscript „DURATION CHOICE“ (siehe Appendix 9: S.172 ff.).

Zur Berechnung von AVQI benötigt man 2 einzelne Aufnahmen. Diese können mit Praat aufgenommen werden oder von einem externen Aufzeichnungsverfahren in Praat eingelesen werden. Die erste Aufzeichnung enthält den gesprochenen Inhalt: „*Einst stritten sich Nordwind und Sonne, wer von Ihnen beiden wohl der Stärkere wäre.*“ Die zweite Aufzeichnung enthält ein gehaltenes /a/ von gut 5 Sek. Hierbei sollte beachtet werden, dass mehr als 90% des aufgenommenen Signals die zu analysierende Stimme ist und kein Einatmen, Rauschen, etc.

Der erste Schritt ist die Kontrolle des Satzes (über den Button „Edit“), dass am Anfang und am Ende jeweils mit dem Stimmsignal begonnen/beendet wird und dass keine Leerpausen vorhanden sind. Die Leerpausen zwischen den Wörtern können vorhanden bleiben, da sie sowieso nachher vom Stimmsignal extrahiert werden (siehe Abb. 8.9).

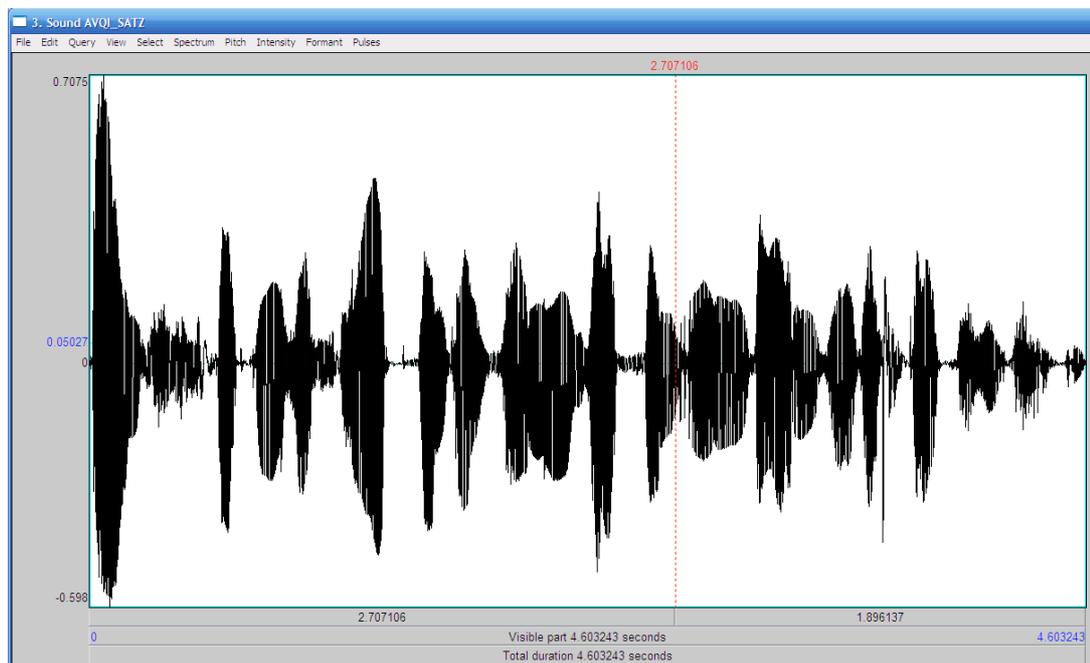


Abb. 8.9: gesprochenes Satzelement für AVQI in Deutsch als oszillographische Darstellung in Praat

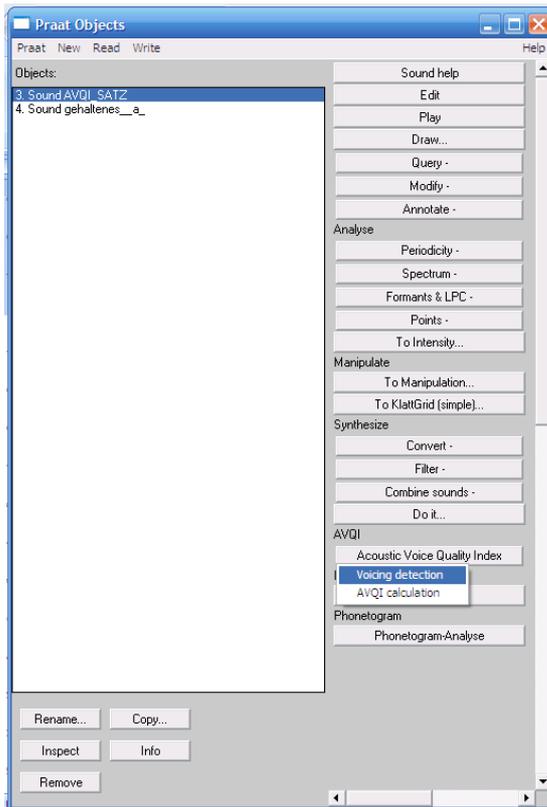


Abb. 8.10: Extrahierung des Satzes zwischen stimmhafte und stimmlose Elemente

Als nächstes wird vom Satz über den Button „Voicing Detection“ in Praat (Script: „VOICING DETECTION AND EXTRACTION“) der Satz nur noch auf die Stimmsignale reduziert (siehe Abb. 8.10). Dieser Vorgang verläuft automatisch.

Nun folgt, das das gehaltene /a/ auf exakt 3 Sek. reduziert wird. Dies könnte man manuell über die Edit Funktion in Praat ausführen, würde aber zu viel Zeit und Aufwand bedeuten, stattdessen verwendet man den Button „Duration Choice“ (Praat Script: „DURATION CHOICE“).

Hier kann man automatisch eine individuelle Länge eingeben auf den das Stimmsignal reduziert werden soll. In diesem Fall sind es 3 Sek. und man gibt im Feld „sec:“ die gewünschte Zahl ein (siehe Abb. 8.11).

Automatisch wird ein neues File auf der linken Seite mit Namen: „SOUND gehaltenes_a_part“ ausgegeben.

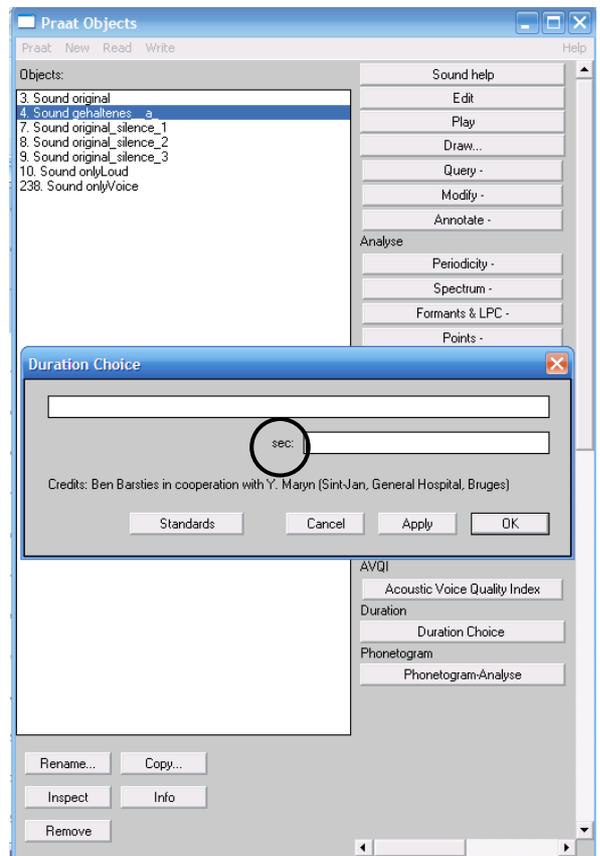


Abb. 8.11: Anpassung der Länge des /a/ auf exakt 3 Sek.

Dann müssen der extrahierte Satz („SOUND onlyVoice“) und das /a/ („SOUND gehaltenes_a_part“) zusammengefügt werden, dies geschieht mit der Funktion „Concatenate“ beim Button „Combine Sounds“. Auf der linken Seite wird nun ein neuer File mit Namen „SOUND chain“ erscheinen (siehe Abb. 8.12). Dieser wird gespeichert als „wav file“ über die Funktion „WRITE“.

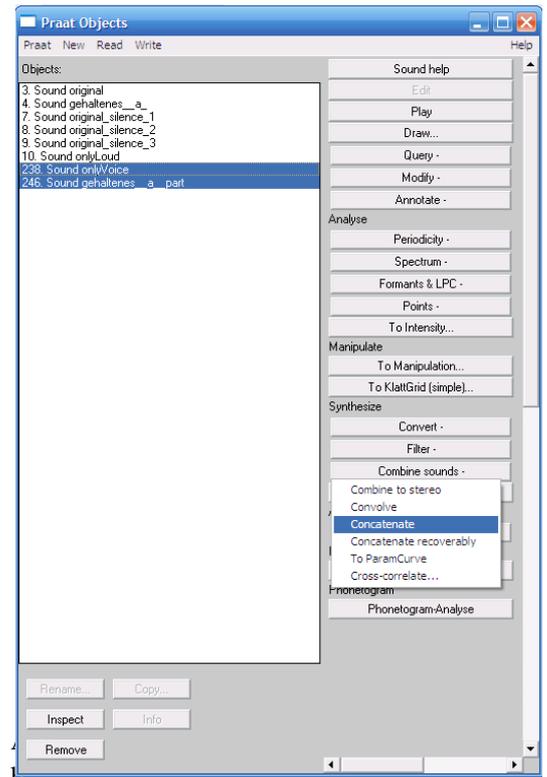


Abb. 8.12: Zusammenfügen der Stimmsignale des extrahierten Satzes und das /a/ von exakt 3 Sek.

Das gespeicherte File wird nun im Programm Speech Tool (Ztool) geöffnet unter dem Button „CPPS“. Darauf folgt ein Fenster mit den CPP/CPPs Auswertungen. Hiervon notiert man sich die letzte Zahl von „Mean CPPs:“ (siehe Abb. 8.13).

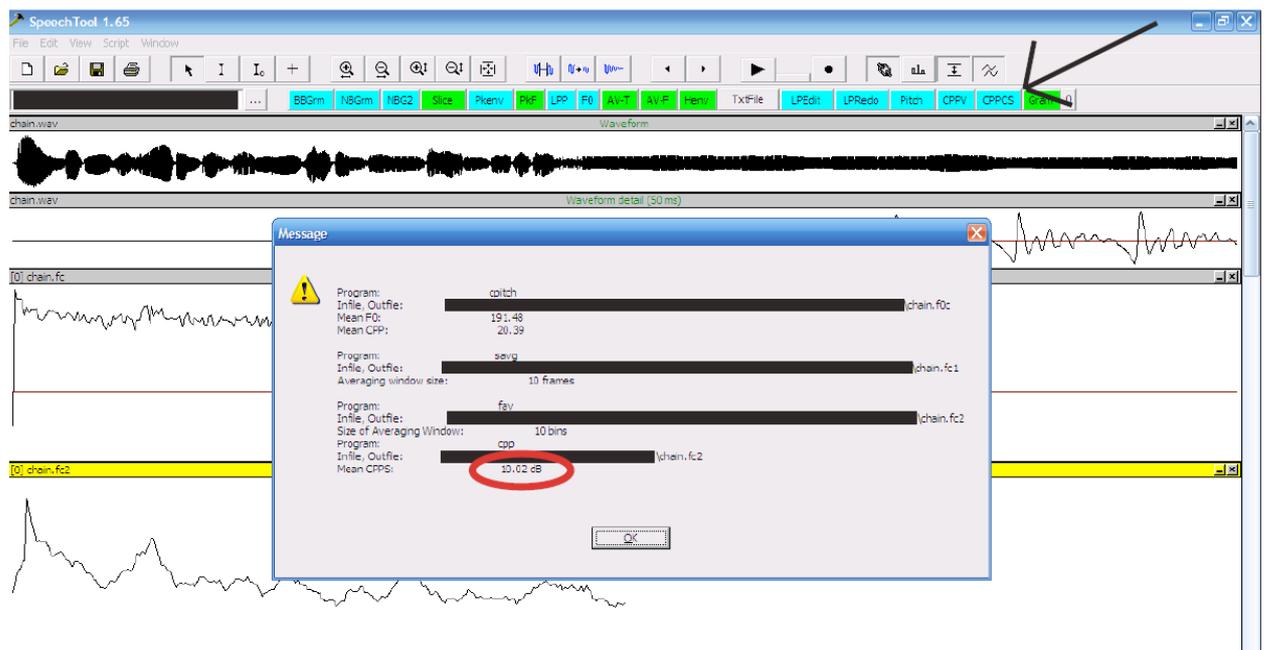


Abb. 8.13: Das Programm Speech Tool (Ztool) mit ausgeführter CPPs Analyse für AVQI

Als letzten Schritt zur AVQI Berechnung wird zurück in Praat der „SOUND chain“ File über die AVQI Funktion „Calculation“ (Praat Script: „CALCULATION“) der Befehl ausgeführt (siehe Abb. *Extrahierung – AVQI Button Wahl*). Es erscheint nun ein Fenster, in dem man den notierten CPPs Wert eintippt und zwar im Feld „smoothed cepstral peak prominence (CPPs):“ und bestätigt dann mit OK (siehe Abb. 8.14).

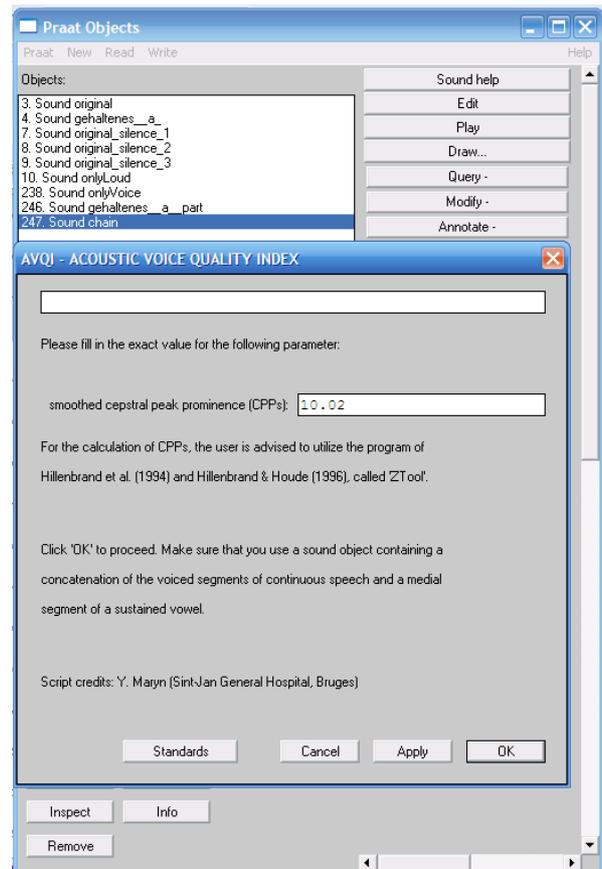
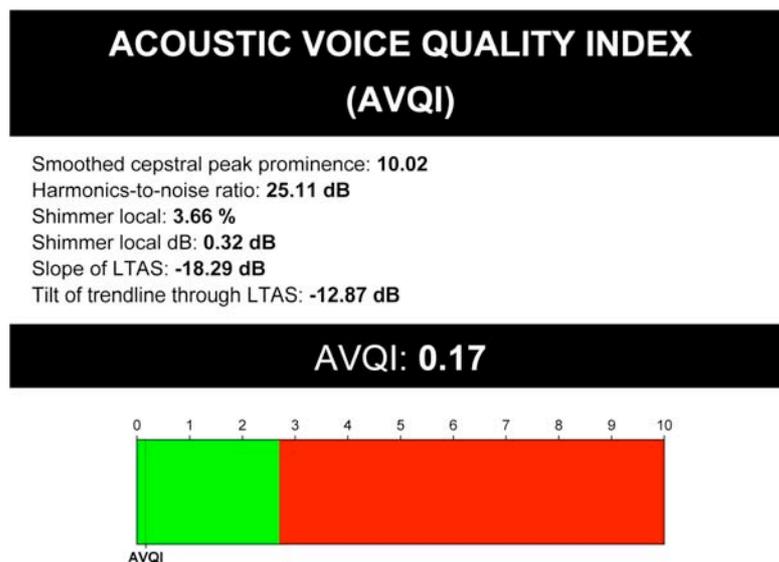


Abb. 8.14: AVQI Calculation in Praat

Zum Schluss erscheint die Faktorenzusammensetzung der einzelnen Werte im AVQI und die grafische Auswertung des AVQI's. Die Zahl, die im schwarzen Balken wiedergegeben ist, ist der AVQI Wert, der auch im farbigen Zahlenstrang wiedergegeben wird.



Grün bedeutet: keine Dysphonie in der allgemeinen Stimmqualität

Rot bedeutet: eine vorhandene Dysphonie in der allgemeinen Stimmqualität.

Je näher man an den Wert 10 gelangt, desto höher ist der Schweregrad der Dysphonie.

Abb. 8.15: AVQI Auswertung, Wert und Grafik (angepasst für den deutschen Sprachraum)

Appendix 9: AVQI Scripts für Praat

1) DURATION CHOICE

```
form Duration Choice
positive sec
comment Credits: Ben Barsties in cooperation with Y. Maryn (Sint-Jan, General Hospital, Bruges)
endform

sec = sec

n = numberOfSelected ("Sound")
for i to n
    sound'i'= selected ("Sound", i)
endfor

for i to n
    select sound'i'
    durationVowel = Get total duration
    durationVowelHalf = durationVowel/2
    beginOfVowelSelection = durationVowelHalf-sec/2
    endOfVowelSelection = durationVowelHalf+sec/2
    Extract part... beginOfVowelSelection endOfVowelSelection Rectangular 1 no
Endfor
```

2) VOICING DETECTION AND EXTRACTION

```
#Resample... 22050 50
Rename... original
samplingRate = Get sampling frequency
intermediateSamples = Get sampling period
Create Sound... onlyVoice 0 0.001 'samplingRate' 0
select Sound original
To TextGrid (silences)... 50 0.003 -25 0.1 0.1 silence sounding
select Sound original
plus TextGrid original
Extract intervals where... 1 no "does not contain" silence
Concatenate
select Sound chain
Rename... onlyLoud
globalPower = Get power in air
select TextGrid original
Remove

# PREMISSEN FOR TOTAL WITHOUT SILENCE
#-----
select Sound onlyLoud
signalEnd = Get end time
windowBorderLeft = Get start time
```

```

windowWidth = 0.03
windowBorderRight = windowBorderLeft + windowWidth
globalPower = Get power in air
voicelessThreshold = globalPower*(30/100)

# SELECTION FROM FRAMES BASED ON POWER AND ZEROCROSSINGRATE
#-----
select Sound onlyLoud
extremeRight = signalEnd - windowWidth
while windowBorderRight < extremeRight
    Extract part... 'windowBorderLeft' 'windowBorderRight' Rectangular 1.0 no
    select Sound onlyLoud_part
    partialPower = Get power in air
    if partialPower > voicelessThreshold
        call checkZeros 0
        if (zeroCrossingRate <> undefined) and (zeroCrossingRate < 3000)
            select Sound onlyVoice
            plus Sound onlyLoud_part
            Concatenate
            Rename... onlyVoiceNew
            select Sound onlyVoice
            Remove
            select Sound onlyVoiceNew
            Rename... onlyVoice
        endif
    endif
    select Sound onlyLoud_part
    Remove
    windowBorderLeft = windowBorderLeft + 0.03
    windowBorderRight = windowBorderLeft + 0.03
    select Sound onlyLoud
endwhile
select Sound onlyVoice

#-----
procedure checkZeros zeroCrossingRate

#PREMISSEN
start = 0.0025
startZero = Get nearest zero crossing... 'start'
findStart = startZero
findStartZeroPlusOne = startZero + intermediateSamples
startZeroPlusOne = Get nearest zero crossing... 'findStartZeroPlusOne'
zeroCrossings = 0
strips = 0
#LOOP OM ZERO'S TE TELLEN
while (findStart < 0.0275) and (findStart <> undefined)
    while startZeroPlusOne = findStart
        findStartZeroPlusOne = findStartZeroPlusOne + intermediateSamples
        startZeroPlusOne = Get nearest zero crossing... 'findStartZeroPlusOne'
    endwhile
endwhile

```

```

        endwhile
        afstand = startZeroPlusOne - startZero
        strips = strips + 1
        zeroCrossings = zeroCrossings + 1
        findStart = startZeroPlusOne
    endwhile
    zeroCrossingRate = zeroCrossings/afstand
endproc

```

3) CALCULATION

```

# =====
# ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX
# =====

```

```

# -----
# FILL-IN FORM
# -----

```

```

form AVQI - ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX
comment Please fill in the exact value for the following parameter:
comment
positive smoothed_cepstral_peak_prominence_(CPPs)
comment For the calculation of CPPs, the user is advised to utilize the program of
comment Hillenbrand et al. (1994) and Hillenbrand & Houde (1996), called 'ZTool'.
comment
comment Click 'OK' to proceed. Make sure that you use a sound object containing a
comment concatenation of the voiced segments of continuous speech and a medial
comment segment of a sustained vowel.
comment
comment Script credits: Y. Maryn (Sint-Jan General Hospital, Bruges)
comment
endform

```

```

cpps = smoothed_cepstral_peak_prominence

```

```

# -----
# ACOUSTIC MEASUREMENTS IN PRAAT
# -----
Copy... Analysis

```

```

# SLOPE OF LTAS
select Sound Analysis
To Ltas... 1
slope = Get slope... 0 1000 1000 10000 energy

```

```

# TILT OF TRENDLINE THROUGH LTAS
select Ltas Analysis
Compute trend line... 1 10000
tilt = Get slope... 0 1000 1000 10000 energy

```

```

# AMPLITUDE PERTURBATION MEASURES
select Sound Analysis
To PointProcess (periodic, cc)... 50 400
Rename... Analysis1
select Sound Analysis
plus PointProcess Analysis1
percentShimmer = Get shimmer (local)... 0 0 0.0001 0.02 1.3 1.6
shim = percentShimmer*100
shdb = Get shimmer (local_dB)... 0 0 0.0001 0.02 1.3 1.6

# GLOTTAL NOISE MEASURES
select Sound Analysis
To Pitch (cc)... 0 75 15 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 600
select Sound Analysis
plus Pitch Analysis
To PointProcess (cc)
Rename... Analysis2
select Sound Analysis
plus Pitch Analysis
plus PointProcess Analysis2
voiceReport$ = Voice report... 0 0 75 600 1.3 1.6 0.03 0.45
hnr = extractNumber (voiceReport$, "Mean harmonics-to-noise ratio: ")

# -----
# AVQI-r EQUATION
# -----

avqi = (3.295-(0.111*cpps)-(0.073*hnr)-(0.213*shim)+(2.789*shdb)-(0.032*slope)+(0.077*tilt))*2.571

# -----
# DRAWING PARAMETERS, AVQI-r AND GRAPH
# -----

Erase all

# TITLE
24
Helvetica
White
Line width... 1
Select inner viewport... 0.8 8.2 0.4 1.6
Axes... 0 1 0 1
Paint rectangle... black 0 1 0 1
Draw inner box

Viewport... 1 8 0.5 1.5
Viewport text... Centre Top 0 ##ACOUSTIC VOICE QUALITY INDEX#
Viewport... 1 8 0.5 1.5
Viewport text... Centre Bottom 0 ##(AVQI)#

```

PARAMETERS

14

Black

Viewport... 1 6 1.75 2

Viewport text... Left Half 0 Smoothed cepstral peak prominence: ##'cpps:2' #

Viewport... 1 6 2 2.25

Viewport text... Left Half 0 Harmonics-to-noise ratio: ##'hnr:2' dB#

Viewport... 1 6 2.25 2.5

Viewport text... Left Half 0 Shimmer local: ##'shim:2' \% #

Viewport... 1 6 2.5 2.75

Viewport text... Left Half 0 Shimmer local dB: ##'shdb:2' dB#

Viewport... 1 6 2.75 3

Viewport text... Left Half 0 Slope of LTAS: ##'slope:2' dB#

Viewport... 1 6 3 3.25

Viewport text... Left Half 0 Tilt of trendline through LTAS: ##'tilt:2' dB#

AVQI

24

White

Select inner viewport... 0.8 8.2 3.4 4

Axes... 0 1 0 1

Paint rectangle... black 0 1 0 1

Draw inner box

Viewport... 1 8 3.5 4.5

Viewport text... Centre Top 0 AVQI: ##'avqi:2' #

GRAPHIC DISPLAY

10

Black

Select inner viewport... 1 8 4.5 5.5

Axes... -2 12 0 1

Paint rectangle... lime 0 2.70 0 1

Paint rectangle... red 2.70 10 0 1

Line width... 2

Draw rectangle... 0 10 0 1

Line width... 1

One mark top... 0 no yes no 0

One mark top... 1 no yes no 1

One mark top... 2 no yes no 2

One mark top... 3 no yes no 3

One mark top... 4 no yes no 4

One mark top... 5 no yes no 5

One mark top... 6 no yes no 6

One mark top... 7 no yes no 7

One mark top... 8 no yes no 8

One mark top... 9 no yes no 9

One mark top... 10 no yes no 10

One mark bottom... avqi no yes no ##AVQI#

Line width... 2
One mark bottom... avqi no no yes AVQI

REPLACE SELECTION WINDOW
Select inner viewport... 0.8 8.2 0.4 5.7
Copy to clipboard
Select inner viewport... 0.8 8.2 7 8

REMOVE INTERMEDIATE OBJECTS

select Sound Analysis
plus Ltas Analysis
plus Ltas Analysis_trend
plus PointProcess Analysis1
plus Pitch Analysis
plus PointProcess Analysis2
Remove

SELECT ORIGINAL OBJECT

select Sound onlyVoice

Appendix 10: Interpretation von statistischen Tabellen und Grafik der Studie(n)

Für die Studien werden 5 Hauptarten von Tabellen verwendet.

Die erste Art der Tabelle gliedert gewählte Gruppen in bestimmte deskriptive Statistiken zu einem Parameter. Wie im Beispiel von Tabelle 1 werden die 3 Gewichtsklassen aus der Hauptstudie deskriptiv einem Parameter zugewiesen. Als deskriptive Statistik zählt zuerst die Anzahl der Probanden in jeder Gruppe (N), die erreichten Mittelwerte, die dazugehörigen Medianwerte, die Standardabweichung (SD), das 95% Konfidenzintervall mit seiner Ober- und Untergrenze, sowie die minimal- und maximalen Werte, die erreicht worden sind. Für einen direkten Vergleich der Gruppen sind vor allem die Mittelwerte, der Median und das 95% Konfidenzintervall entscheidend. Die Mittelwerte berücksichtigen alle möglichen Ausreißer, welche die Grenzen aller analysierten Werte mit einschließen. Der Median klammert die Ausreißer weitestgehend aus. Das 95% Konfidenzintervall, auch Vertrauensintervall genannt, beschreibt die Präzision der Lageschätzung eines Parameters. Mit einer zuvor festgelegten Wahrscheinlichkeit (dem Konfidenzniveau), wird die Lage des Parameters zwischen Ober- und Untergrenze definiert. Die 95% ergeben sich durch eine Messtoleranz von 5%.

Tabelle 1					95% Konfidenzintervall			
	N	Mittelwert	Median	SD	Untergrenze	Obergrenze	Min.	Max.
Untergewicht	9	1,677	1,650	0,059	1,632	1,722	1,590	1,760
Normalgewicht	13	1,648	1,655	0,056	1,614	1,682	1,544	1,723
Adipositas	7	1,674	1,648	0,082	1,597	1,751	1,564	1,768

Die 2. Tabellenart ist die Hypothesentesttabelle. Hier werden jeweils die signifikanten Unterschiede zwischen den gewählten Gruppen auf gewählte Parameter untersucht. Die *Z-Werte* sind die direkten Ränge der einzelnen Werte, die miteinander verrechnet wurden. Hierauf wird die Signifikanz mit der Irrtumswahrscheinlichkeit (p) bestimmt. N beschreibt wie in Tabelle 1 die Anzahl aller verrechneten Probanden. Die fett markierten Bereiche geben jeweils ein Signifikanzniveau an. Die Höhe der Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit * angezeigt.

Tabelle 2		♀ VC (ml)	♀ MPT (Sek.)
Normal- zu Untergewicht	Z	-2,973	-2,237
	p	,003**	,025*
	N	22	22
Normalgewicht zu Adipositas	Z	-,873	-1,941
	p	,383	,052
	N	20	20
Adipositas zu Untergewicht	Z	-2,805	-,370
	p	,005**	,711
	N	16	16

Die 3. Tabellenart wird für den Kappa-Test oder ICC verwendet. Sie gibt die jeweiligen Verhältnisse der unterschiedlichen Beurteiler (Rater) an. In der letzten Zeile sind jeweils die Mittelwerte aus allen einzelnen Beurteilern zu dem jeweiligen Beurteiler zusammengefasst, wie er im Schnitt zum gesamten Panel abgeschnitten hat. Die blaue Markierung zeigt, dass der jeweilige Beurteiler sich selbst prüfen würde, dies hat aber keine Bedeutung. Die rote Markierung zeigt den Ausschluss des Beurteilers, bedingt durch bestimmte Studienkriterien.

Tabelle 3	Rater 1	Rater 2	Rater 4	Rater 5	Rater 6	Rater 7	Rater 9	Rater 10	Rater 11
Rater 1		0,675	0,668	0,662	0,574	0,664	0,717	0,645	0,715
Rater 2	0,675		0,691	0,744	0,706	0,750	0,700	0,734	0,795
Rater 4	0,668	0,691		0,906	0,787	0,776	0,678	0,781	0,792
Rater 5	0,662	0,744	0,906		0,763	0,755	0,732	0,762	0,806
Rater 6	0,574	0,706	0,787	0,763		0,799	0,712	0,843	0,800
Rater 7	0,664	0,750	0,776	0,755	0,799		0,680	0,789	0,850
Rater 9	0,717	0,700	0,678	0,732	0,712	0,680		0,767	0,795
Rater 10	0,645	0,734	0,781	0,762	0,843	0,789	0,767		0,834
Rater 11	0,715	0,795	0,792	0,806	0,800	0,850	0,795	0,834	
Mittelwert	0,665	0,724	0,760	0,766	0,748	0,758	0,723	0,769	0,798

Die 4. Tabellenart beschreibt einen Korrelationstest, in dem die Zusammenhänge von 2 Parametern miteinander verglichen werden. Diese werden auch mit einem Signifikanzniveau angegeben. Die Korrelationen sind in dieser Studie wie folgt definiert:

0 = keine Korrelation

< 0,30 = mäßige, dürftige, schwache, geringe Korrelation

< 0,60 = leichte Korrelation

< 0,70 = bedeutsame Korrelation

< 0,80 = hohe Korrelation

< 0,90 = sehr hohe Korrelation

1 = perfekte Korrelation

Tabelle 4		Semitöne total	Oktaven total	I-max (dB)	I-min (dB)
BMI	Korrelation n. Pearson	,239	,239	,552**	,439**
	Signifikanz (2-seitig)	,173	,173	,001	,009
	N	34	34	34	34
Fettgehalt% total	Korrelation n. Pearson	,102	,102	,559**	,470**
	Signifikanz (2-seitig)	,568	,567	,001	,005
	N	34	34	34	34

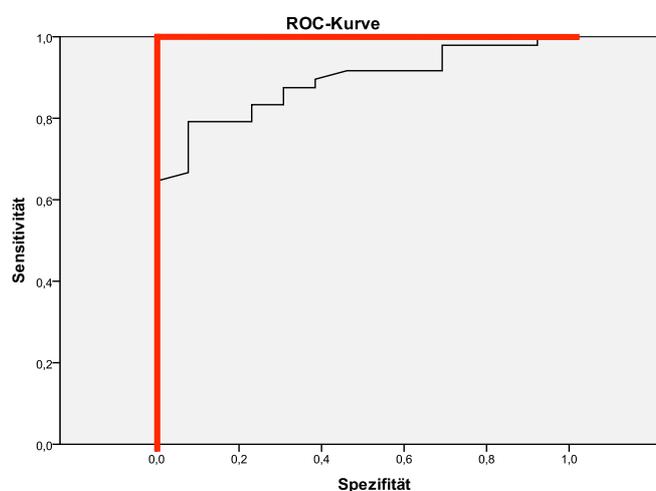
Die 5. Tabellenart beschreibt in der Hauptstudie das Verhältnis bestimmter Parameter zur Gewichtsguppe und inwieweit sich diese signifikant unterscheiden. Diese werden ebenfalls mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit (p-Wert) zwischen allen 3 Gruppen untereinander insgesamt angegeben. Wie in den vorherigen Tabellen 1-4 wird auch hier mit N die Probandenzahl der jeweiligen Gruppe angegeben.

Tabelle 5	Untergewicht (N=10)	Normalgewicht (N=15)	Adipositas (N=9)	p-Wert
Alkoholkonsum in g/L pro Woche	14,98 (22,5)	22,56 (24,8)	5,91 (6,7)	,379
RSI-Werte für die Reflux- wahrscheinlichkeit	1,5 (1,1)	3,4 (2,7)	5,6 (3,7)	,010*
Sporteinheit pro Woche	1,8 (0,8)	1,4 (0,9)	1,6 (1,0)	,740
Untersuchungsbeginn (24Std.)	12:34 (1:39)	13:16 (2:06)	13:53 (1:52)	,274

Für die Teilstudie ist vor allem die ROC-Kurve von Bedeutung und wird hier zum besseren Verständnis näher beschrieben. Sie gliedert sich in Sensitivität und Spezifität. Die Sensitivität beschreibt in der ROC-Kurve auf der Skala von 0 bis 1, Risikopatienten zu erkennen. Man versteht hierunter die Fähigkeit, tatsächlich *Kranke* als krank zu klassifizieren. Je höher die Werte bei 1 sind, desto genauer ist die Aussagekraft der Sensitivität.

Die Spezifität beschreibt in der ROC-Kurve auch auf der Skala von 0 bis 1, die risikofreien Patienten zu erkennen. Man versteht hierbei die Fähigkeit tatsächliche Gesunde als gesund zu identifizieren. Je höher die Werte bei 0 liegen, desto präziser ist die Aussagekraft der Spezifität. In der folgenden Grafik zeigt die rote Markierungslinie, den perfekten ROC-Kurvenverlauf. Die Grafik ist die Ausgabe der deutschen AVQI Resultate in der Teilstudie (siehe Fig. 4.3).

Der „echte“ Verlauf (in schwarz dargestellt) der ROC Kurve zeigt jeweils verschiedene „Hügel“. Es gilt hierbei die perfekte Balance zwischen beiden Faktoren zu finden. Für AVQI bedeutet dies, dass der Spezifität eine etwas höhere Bedeutung zugemessen werden sollte, als der Sensitivität. Das heißt, es gilt: die *Gesunden* sollten weitestgehend genau zu klassifizieren, um das Risiko, dass nicht alle dysphonen Stimmen exakt identifiziert werden, klein zu halten.



9. Anhang

9.1. Zur Hauptstudie

9.1.1. Informationsschreiben für die Probanden

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Studie zur Erforschung des Einflusses des BMI (Body-Maß-Index) unter Berücksichtigung des Fettgehaltes auf Stimmqualität, Stimmleistung & Aerodynamik: eine prospektive Studie

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich bin Student der Fachrichtung Logopädie der Hogeschool Zuyd aus Heerlen und möchte Sie herzlich einladen, an der Studie von Juli bis November 2010 teilzunehmen.

Die Studie ist Basis meiner Abschlussarbeit und soll herausfinden, ob es Zusammenhänge zwischen bestimmten Eigenschaften der Stimmqualität, Stimmverfassung & Stimmleistung und den verschiedenen BMI Klassen mit dazugehörigen Körperfettanteilen gibt. Über diese These gibt es nahezu keine wissenschaftlichen Untersuchungen. Ich möchte mit Ihrer Hilfe den ersten Schritt in diese Richtung tun. Darum benötige ich für die Studie 3 BMI Klassen: die statistisch nicht Normalgewichtigen & als Vergleich dazu die statistisch Normalgewichtigen.

Sie werden von mir in *einer maximal zweistündigen Sitzung* untersucht.

Die Untersuchung konzentriert sich auf 2 Analysepunkte:

- Gewichtsanalyse
- Stimmanalyse

Wichtig für Sie ist: Keine Messungen werden im Körper durchgeführt!

Die Untersuchungen kann ich an folgenden Orten anbieten:

- Universitätsklinik RWTH Aachen, Pauwelsstraße 30, 52057 Aachen
- Hogeschool Zuyd, Nieuw Eyckholt 300, 6419 DJ Heerlen
- Die Messungen wären auch bei Ihnen zu Hause möglich!

Die Vorteile für Sie an einer wissenschaftlichen Arbeit teilzunehmen sind:

- Sie erhalten ein individuelles Zertifikat mit allen Ihren Messdaten
- Sie bekommen zusätzlich eine sehr zuverlässige Aussage über die Zusammenstellung Ihres Gewichtes mit der dazugehörigen BMI Klassifikation.
- Sie verbessern den derzeitigen Kenntnisstand der Medizin.
- **Kosten entstehen Ihnen nicht!**

Wenn Sie sich bereit erklären an der Studie mitzuwirken, bitte ich Sie, den kurzen Fragebogen wahrheitsgemäß auszufüllen. Dies ist die Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie. Die Antworten des Fragebogens können Sie durch Umkreisen/Ankreuzen der passenden Antwort kenntlich machen; sowie eine kurze Stellungnahme abgeben, wenn dies im Fragebogen gefordert wird. Nach der Auswertung des Fragebogens melde ich mich umgehend bei Ihnen, um einen individuellen Termin zu vereinbaren.

Ihre abgegebenen Daten werden streng vertraulich behandelt und auch nicht an Dritte weitergegeben. Der Datenschutz ist gewährleistet!

Ich bedanke mich herzlich für Ihre Zeit und Ihr Interesse und hoffe, Sie ausreichend über die Grundlagen der Studie informiert zu haben. Falls Sie noch Fragen haben sollten, bin ich gerne bereit, diese fernmündlich oder per e-mail zu beantworten.

email: logopaediestudie.hszuyd@baits-neuss.de
telefon: 02406/8099876

Mit freundlichen Grüßen

Ben Barsties



9.1.2. Fragebogen für Männer

Fragebogen

Name: _____ Alter: _____
Gewicht: _____ Größe: _____
Beruf (Bei Schüler Student, Welcher Ausbildungs-/Studiengang?): _____
Telefon: _____
E-mail: _____

Frage 1:
Sind Sie Raucher?

Ja Nein Habe schon mal geraucht und vor Jahren aufgehört

Frage 2:
Wie viel alkoholische Getränke nehmen Sie zu sich?

Keinen Alkohol	Menge ca. pro Tag	Menge ca. pro Woche

Frage 3:
Singen Sie in Ihrer Freizeit regelmäßig?

Ja Nein Habe ich, aber vor..... Jahren aufgehört

Wenn Ja:

Wie oft in der Woche?

.....

Was für ein Genre?

.....

Wie lange schon?

.....

Frage 4:
Wie oft treiben Sie in der Woche Sport?

Keinen 1x pro Woche 2x pro Woche > als 2 pro Woche

Frage 5:
Haben Sie chronische Krankheiten?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welche?

.....
.....

Frage 6:
Spielen Sie oder haben Sie ein Blasinstrument gespielt?

Ja Nein vor.....Jahren aufgehört

Wenn Ja:

Welches Instrument? Wie oft in der Woche wird/wurde regelmäßig gespielt?

.....
.....

Frage 7:
Hatten/haben Sie (schon einmal) Stimmprobleme gehabt?

- Nein
- Ja, aber nur wenn ich erkältet bin.
- Ja, ich habe regelmäßig Stimmprobleme.
- Ja, ich hatte schon mal Stimmprobleme und war diesbezüglich in Behandlung.
- Ja, ich habe regelmäßig Stimmprobleme und bin diesbezüglich in Behandlung.

Wenn Sie Stimmproblemen hatten/haben: Wann? Wie lange? Warum?

.....
.....

Wenn Sie in Behandlung waren/sind: Wann? Wie lange? Warum?

.....
.....

Frage 8:
Nehmen Sie Antidepressiva?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 9:
Nehmen Sie blutdrucksenkende Mittel?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 10:
Nehmen Sie männliche Sexualhormone?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 11:

**Nehmen Sie entzündungshemmende oder antiallergische Medikamente ein (Glukokortikoide)?
Diese können als Abkömmlinge z.B. in Asthmapräparaten enthalten sein (Beclomethason oder
Triamcinolon).**

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 12:

Nehmen Sie Medikamente wie Inhacort, Pulmicort oder Sanasthmax?

Ja Nein

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 13:

Nehmen Sie Diuretika?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Frage 14:

Kommen Stimmstörungen in Ihrer direkten biologischen Familie vor?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welche? Bei welchem Familienmitglied?

.....

.....

Frage 15:

Wie sehr waren Sie in den letzten Monaten durch folgende Beschwerden beeinträchtigt? <i>Bitte geben Sie anhand der Punkteskala eine Einschätzung.</i>	0 = Kein Problem 5 = Massive Probleme.					
1. Heiserkeit oder Stimmprobleme	0	1	2	3	4	5
2. Räusperzwang	0	1	2	3	4	5
3. Schleim im Hals oder postnasale Sekretion	0	1	2	3	4	5
4. Probleme beim Schlucken von Nahrung, Flüssigkeit oder Tabletten	0	1	2	3	4	5
5. Hustenattacken nach dem Essen oder im Liegen	0	1	2	3	4	5
6. Atemprobleme oder Hustenattacken	0	1	2	3	4	5
7. Chronischer Hustenreiz	0	1	2	3	4	5
8. Fremdkörpergefühl im Hals	0	1	2	3	4	5
9. Sodbrennen, Brustschmerzen, saures Aufstossen	0	1	2	3	4	5

9.1.3. Fragebogen für Frauen

Fragebogen

Name: _____ Alter: _____

Gewicht: _____ Größe: _____

Beruf (Bei Schüler Student, Welcher Ausbildungs-/Studiengang?): _____

Telefon: _____

E-mail: _____

Frage 1:

Sind Sie Raucher?

Ja Nein Habe schon mal geraucht und vor Jahren aufgehört

Frage 2:

Wie viel alkoholische Getränke nehmen Sie zu sich?

Keinen Alkohol	Menge/Art ca. pro Tag	Menge/Art ca. pro Woche

Frage 3:

Singen Sie in Ihrer Freizeit regelmäßig?

Ja Nein Habe ich, aber vor..... Jahren aufgehört

Wenn Ja:

Wie oft in der Woche?

.....

Was für ein Genre?

.....

Wie lange schon?

.....

Frage 4:

Wie oft treiben Sie in der Woche Sport?

Keinen 1x pro Woche 2x pro Woche > als 2 pro Woche

Frage 5:

Sind Sie schwanger, oder haben Sie vor in den nächsten Monaten schwanger zu werden?

Ja Nein

Bemerkung nur bei Ja:

.....

Frage 6:

Haben Sie chronische Krankheiten?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welche?

.....
.....

Frage 7:

Hatten/haben Sie (schon einmal) Stimmprobleme gehabt?

- Nein
- Ja, aber nur wenn ich erkältet bin.
- Ja, ich habe regelmäßig Stimmprobleme.
- Ja, ich hatte schon mal Stimmprobleme und war diesbezüglich in Behandlung.
- Ja, ich habe regelmäßig Stimmprobleme und bin diesbezüglich in Behandlung.

Wenn sie Stimmproblemen hatten/haben: Wann? Wie lange? Warum?

.....
.....

Wenn sie in Behandlung waren/sind: Wann? Wie lange? Warum?

.....
.....

Frage 8:
Nehmen Sie Antidepressiva?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 9:
Nehmen Sie blutdrucksenkende Mittel?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 10:
Nehmen Sie männliche Sexualhormone?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 11:
Nehmen Sie die „Pille“?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 12:
**Nehmen Sie entzündungshemmer oder antiallergische Medikamente ein (Glukokortikoide)?
Diese können als Abkömmlinge z.B. in Asthma-Präparaten enthalten sein (Beclomethason oder
Triamcinolon).**

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 13:
Nehmen Sie Medikamente wie Inhacort, Pulmicort oder Sanasthmax?

Ja Nein

Wie hoch ist die Tagesdosis?

.....

Frage 14:
Nehmen Sie Diuretika?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welches Medikament?

.....

Frage 15:
Spielen Sie oder haben Sie ein Blasinstrument gespielt?

Ja Nein vor.....Jahren aufgehört

Wenn Ja:

Welches Instrument? Wie oft in der Woche wird/wurde regelmäßig gespielt?

.....

Frage 16:
Kommen Stimmstörungen in Ihrer direkten biologischen Familie vor?

Ja Nein

Wenn Ja:

Welche? Bei welchem Familienmitglied?

.....

Frage 17:

Wie sehr waren Sie in den letzten Monaten durch folgende Beschwerden beeinträchtigt? <i>Bitte geben Sie anhand der Punkteskala eine Einschätzung.</i>	0 = Kein Problem 5 = Massive Probleme.					
1. Heiserkeit oder Stimmprobleme	0	1	2	3	4	5
2. Räusperzwang	0	1	2	3	4	5
3. Schleim im Hals oder postnasale Sekretion	0	1	2	3	4	5
4. Probleme beim Schlucken von Nahrung, Flüssigkeit oder Tabletten	0	1	2	3	4	5
5. Hustenattacken nach dem Essen oder im Liegen	0	1	2	3	4	5
6. Atemprobleme oder Hustenattacken	0	1	2	3	4	5
7. Chronischer Hustenreiz	0	1	2	3	4	5
8. Fremdkörpergefühl im Hals	0	1	2	3	4	5
9. Sodbrennen, Brustschmerzen, saures Aufstossen	0	1	2	3	4	5

9.1.4. Tageskriterienliste für die Probanden

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Die Probanden sollen vor Untersuchungsbeginn:

- keine Anzeichen von Erkältungen oder Erkältungserscheinungen aufweisen
 - * um eine hohe Zuverlässigkeit der Stimmqualität zu gewährleisten

- 2 Std. vorher aktiv wach und in Bewegung sein (Messung von 9.00 - 16.00 Uhr)
 - * um die Grundspannung der Muskulatur vorallem des Kehlkopfes zu gewährleisten

- 4 Std. vorher keine(n) Cola Getränke jeglicher Art, Eistee, Energiedrinks, Kaffee, Espresso, Latte Macchiato, Cappoccino, Schwarzen Tee, Grünen Tee, Kamillen Tee, Pfefferminz Tee und Menthol enthaltende Flüssigkeiten trinken
 - * austrocknender Effekt bei den Schleimhäuten und Irritation bei den Stimmfalten

- 24 Std. vorher keinen Alkohol zu sich nehmen
 - * austrocknender Effekt bei den Schleimhäuten und Irritation bei den Stimmfalten

- 1-2 Std. vorher nichts mehr Trinken und Essen
 - * um hohe Zuverlässigkeit der Gewichtsanalyse zu garantieren

- 12 Std. vorher keinen Sport ausüben
 - * um hohe Zuverlässigkeit der Gewichtsanalyse zu garantieren

- Kurze Hose/Rock und T-Shirt tragen
 - * um die Messung der Gewichtsanalyse zu vereinfachen und genau zu messen

- kurz vor der Gewichtsanalyse Toilettengang ausführen(Urin/Stuhl)
 - * um hohe Zuverlässigkeit der Gewichtsanalyse zu garantieren

- bei den weiblichen Probanden, die in ihrer Regel sind, dürfen erst ab dem 6. bis 10. Tag teilnehmen.
 - * um hohe Zuverlässigkeit der Gewichts- und Stimmanalyse zu garantieren

9.1.5. Einwilligungs- und Datenschutzerklärung aller Altersgruppen

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Ich bestätige hiermit, dass ich durch den Verantwortlichen der Studie, Ben Barsties, schriftlich sowie mündlich über das Vorhaben zur diagnostischen Studie aufgeklärt wurde; insbesondere über den Ablauf der einmaligen Untersuchungsmethode, die die Erhebung der stimmanalytischen Messverfahren und die Gewichtserhebung beinhalten. Diese werden nur mit Hilfe von Mikrophoneaufnahmen, einem Spirometer, Anthropometrische Messungen und des BMI (Body-Maß-Index) durchgeführt. Ich hatte genügend Bedenkzeit für meine Entscheidung, an der Studie teilzunehmen.

Bei dieser Studie sollen personenbezogene Daten, insbesondere medizinische/diagnostische Befunde/Resultate, erhoben, gespeichert und ausgewertet werden. Die Verwendung Ihrer Angaben im Fragebogen, sowie die gesammelten Erkenntnisse der einmaligen Untersuchung erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der Studie folgende Informationen voraus:

- 1) Sie erklären sich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie alle erhobenen Daten im Fragebogen und die Resultate der Untersuchung in Papierform und auf elektronischen Datenträgern von dem Verantwortlichen, Ben Barsties, aufgezeichnet werden.
- 2) Sie erklären sich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte, wie der Begleiter dieser Studie Herr Rudi Verfaillie, Einsicht nehmen in die vorhandene personenbezogenen Daten, soweit diese für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist.
- 3) Die Einwilligung zur Erhebung und Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten ist erforderlich. Sie können jederzeit die Teilnahme an der Studie beenden, soweit diese noch nicht publiziert worden ist. Im Falle eines Widerrufs Ihrer Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, werden alle bis dato erhobenen Daten Ihnen zurück gegeben und/oder vernichtet.
- 4) Sie sind damit einverstanden, dass Ihre Daten nach Beendigung der Studie durch *strikte Anonymisierung* veröffentlicht werden, um die Fragestellung zu beantworten.

Meine Einwilligung an diesem Forschungsvorhaben als Proband teilzunehmen, erfolgt freiwillig. Ich wurde darauf hingewiesen, dass ich meine Einwilligung bis zur Veröffentlichung jederzeit ohne Angaben von Gründen widerrufen kann, ohne dass für mich dadurch Nachteile entstehen. Ich habe eine unterschriebene Kopie der Einwilligungs- sowie Datenschutzerklärung erhalten.

_____, den Uhrzeit:

.....
(Unterschrift Proband)

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben für den gesetzlichen Vormund und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Ich, Herr/Frau _____ bestätige hiermit, dass mein Schützling _____ an der Studie teilnehmen darf. Alle Beteiligten wurden durch den Verantwortlichen der Studie, Ben Barsties, schriftlich sowie mündlich über das Vorhaben zur diagnostischen Studie aufgeklärt; insbesondere über den Ablauf der einmaligen Untersuchungsmethode, die die Erhebung der stimmanalytischen Messverfahren und die Gewichtserhebung beinhalten. Diese werden nur mit Hilfe von Mikrophonaufnahmen, einem Spirometer, Anthropometrische Messungen und des BMI (Body-Maß-Index) durchgeführt.

Alle Beteiligten hatte genügend Bedenkzeit für ihre Entscheidung, um an der Studie teilzunehmen. Bei dieser Studie sollen personenbezogene Daten, insbesondere medizinische/diagnostische Befunde/Resultate, erhoben, gespeichert und ausgewertet werden. Die Verwendung der Angaben Ihres Schützlings im Fragebogen, sowie die gesammelten Erkenntnisse der einmaligen Untersuchung erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der Studie folgende Informationen voraus:

- 1) Sie erklären sich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie alle erhobenen Daten im Fragebogen und die Resultate der Untersuchung in Papierform und auf elektronischen Datenträgern von dem Verantwortlichen, Ben Barsties, aufgezeichnet werden.
- 2) Sie erklären sich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte, wie der Begleiter dieser Studie Herr Rudi Verfaillie, Einsicht nehmen in die vorhandenen personenbezogenen Daten, soweit diese für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist.
- 3) Die Einwilligung zur Erhebung und Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten ist erforderlich. Sie können jederzeit die Teilnahme Ihres Schützlings an der Studie beenden, soweit diese noch nicht publiziert worden ist. Im Falle des Widerrufs Ihrer Einwilligung, werden alle bis dato erhobenen Daten Ihres Schützlings zurück gegeben und/oder vernichtet.
- 4) Sie sind damit einverstanden, dass die Daten Ihres Schützlings nach Beendigung der Studie durch *strikte Anonymisierung* veröffentlicht werden, um die Fragestellung zu beantworten.

Die Einwilligung, an diesem Forschungsvorhaben teilzunehmen, erfolgt freiwillig. Sie wurden darauf hingewiesen, dass Sie Ihre Einwilligung Ihres Schützlings bis zur Veröffentlichung ohne Angaben von Gründen widerrufen können, ohne dass dadurch Nachteile für Sie oder Ihrem Schützling entstehen.

Sie haben eine unterschriebene Kopie der Einwilligungs- sowie Datenschutzerklärung erhalten.

_____, den _____ Uhrzeit: _____

(Unterschrift Vormund)

9.2. Teilstudie/Parallelstudie

9.2.1. Informationsschreiben für die Probanden

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Teilstudie über den Akustischen Messwertes “AVQI” (Acoustic Voice Quality Index) im Deutschen

Sehr geehrte Damen und Herren,

mein Name ist Ben Barsties, Student der Fachrichtung Logopädie der Hogeschool Zuyd aus Heerlen NL und möchte Sie herzlich einladen, an der genannten Studie teilzunehmen.

Die Studie ist Basis meiner Abschlussarbeit und soll an meiner Hauptstudie anknüpfen:

Der Einfluss des Body Mass Indexes (BMI) unter Berücksichtigung des Fettgehaltes auf Stimmqualität, Stimmleistung & Aerodynamik: eine prospektive Studie

In dieser Teilstudie möchte ich für den deutschsprachigen Raum den neuen akustischen Messwert AVQI für die Stimmdiagnostik integrieren. Hierzu benötige ich Ihre Hilfe, um die Gültigkeit und Aussagekraft des AVQI zu ermitteln.

Die Untersuchung mit dem AVQI erfolgt durch eine Mikrophonaufnahme. Sie sprechen einen Satz und halten einen Ton, der Ihnen mit Hilfe eines Keyboards vorgegeben wird.

Sie werden von mir in *einer maximal 10-minütigen Sitzung* untersucht.

Die Untersuchungen können wir an folgenden Orten anbieten:

- in der Praxis oder Klinik Ihres Arztes/Logopäden
- Universitätsklinik RWTH Aachen, Pauwelsstraße 30, 52057 Aachen
- Hogeschool Zuyd, Nieuw Eyckholt 300, 6419 DJ Heerlen
- Die Messung wäre auch bei Ihnen zu Hause möglich.

Die Vorteile für Sie an einer wissenschaftlichen Studie teilzunehmen sind:

- Sie erhalten am Ende der Auswertung eine objektive Aussage über ihre Stimmqualität.
- Falls Sie in Stimmbehandlung sein sollten, kann durch Ihren behandelnden Logopäden/Arzt der Erfolg über Ihre Stimmqualität weiter mit AVQI dokumentiert werden.
- Sie verbessern den derzeitigen Kenntnisstand der Medizin.
- **Kosten entstehen Ihnen nicht!**

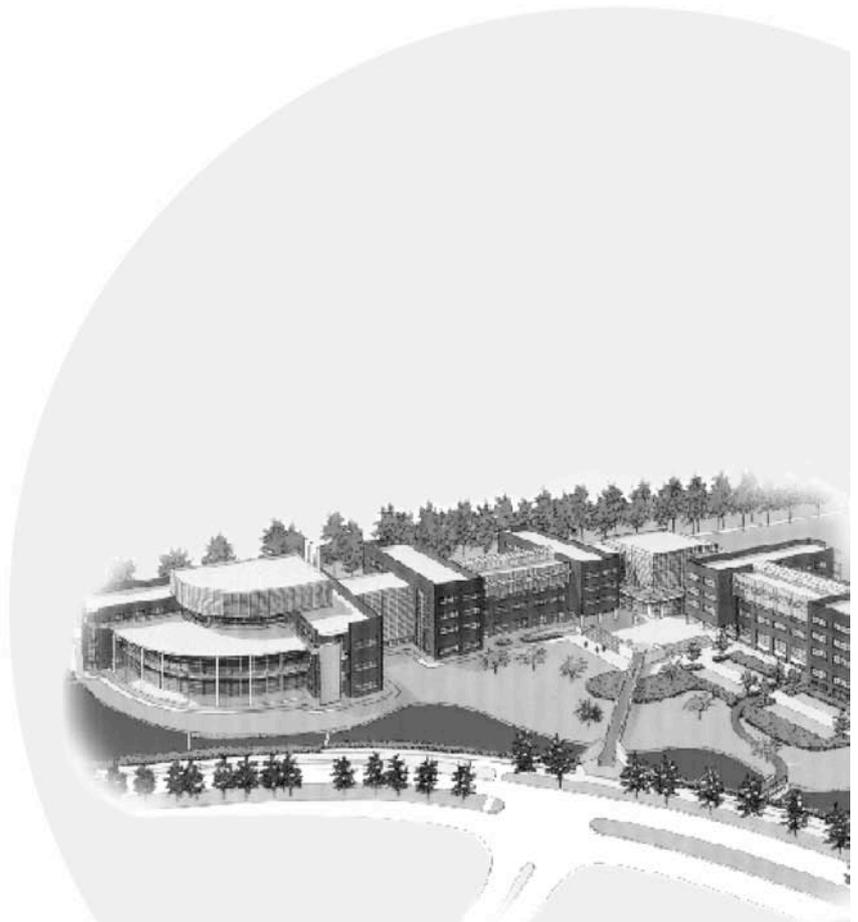
Ihre abgegebenen Daten werden streng vertraulich behandelt und auch nicht an Dritte weitergegeben. Der Datenschutz ist gewährleistet! Wenn Sie sich bereit erklären, an der Studie mitzuwirken, bitten wir Sie die Einwilligungs- und Datenschutzerklärung zu unterzeichnen.

Ich werde mich durch persönlichen Kontakt oder über Ihren behandelnden Arzt/ Logopäden in Verbindung setzen, um einen Termin für die Untersuchung zu vereinbaren.
Ich bedanke mich herzlich für Ihre Zeit und Ihr Interesse und hoffe, Sie ausreichend über die Grundlagen der Studie informiert zu haben.
Falls Sie noch Fragen haben sollten, bin ich gerne bereit, diese fernmündlich oder per e-mail zu beantworten.

e-mail: logopaediestudie.hszuyd@baits-neuss.de
Telefon: 02406/8099876

Mit freundlichen Grüßen

Ben Barsties



9.2.2. Einwilligungs- und Datenschutzerklärung aller Altersgruppen

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Ich bestätige hiermit, dass ich durch den Verantwortlichen der Studie, Ben Barsties, schriftlich, sowie mündlich über das Vorhaben zur diagnostischen Studie aufgeklärt wurde; insbesondere über den 10-minütigen Ablauf der einmaligen Untersuchungsmethode.

Ich hatte genügend Bedenkzeit für meine Entscheidung, an der Studie teilzunehmen.

Bei dieser Studie sollen **nur** personenbezogene Daten: wie das Geschlecht, Alter, ggf. laryngealem Störungsbild, die Stimmaufnahme und die Analyse durch AVQI, erhoben, gespeichert und ausgewertet werden. Die Verwendung Ihrer persönlichen Daten und die gesammelten Erkenntnisse der einmaligen Untersuchung erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der Studie folgende Informationen voraus:

- 1) Sie erklären sich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie alle erhobenen Daten und Resultate der Untersuchung in Papierform und auf elektronischen Datenträgern von dem Verantwortlichen, Ben Barsties, aufgezeichnet werden.
- 2) Falls Sie in logopädischer oder ärztlicher Behandlung sind, entbinden Sie Ihren Therapeuten/Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht, um die oben genannten Daten - insbesondere der Information des laryngealen Störungsbildes für die Studie zu erhalten.
- 3) Sie erklären sich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte in die oben genannten personenbezogenen Daten Einsicht nehmen dürfen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung und Auswertung der Studienergebnisse notwendig und erforderlich sind.
- 4) Die Einwilligung zur Erhebung und Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten ist erforderlich. Sie können jederzeit die Teilnahme an der Studie beenden, soweit diese noch nicht publiziert worden ist. Im Falle eines solchen Widerrufs Ihrer Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, werden alle bis dato erhobenen Daten vernichtet.
- 5) Sie sind damit einverstanden, dass Ihre Daten nach Beendigung der Studie durch *strikte Anonymisierung* veröffentlicht werden.

Meine Einwilligung an diesem Forschungsvorhaben als Proband teilzunehmen, erfolgt freiwillig. Ich wurde darauf hingewiesen, dass ich meine Einwilligung jederzeit bis zur Veröffentlichung ohne Angaben von Gründen widerrufen kann, ohne dass für mich dadurch Nachteile entstehen. Ich habe die unterschriebene Kopie der Einwilligungs- sowie Datenschutzerklärung erhalten.

_____, den Uhrzeit:

.....

(Unterschrift Proband)

Logopädische Forschung der Hogeschool Zuyd



Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben für den gesetzlichen Vormund und Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Ich, Herr/Frau _____ bestätige hiermit, dass mein Schützling _____ an der Studie teilnehmen darf. Alle Beteiligten wurden durch den Verantwortlichen der Studie, Ben Barsties, schriftlich, sowie mündlich über das Vorhaben zur diagnostischen Studie aufgeklärt; insbesondere über den 10-minütigen Ablauf der einmaligen Untersuchungsmethode. Alle Beteiligten hatten genügend Bedenkzeit für Ihre Entscheidung, an der Studie teilzunehmen.

Bei dieser Studie sollen **nur** personenbezogene Daten: wie das Geschlecht, Alter, ggf. laryngealem Störungsbild, die Stimmaufnahme und die Analyse durch AVQI, erhoben, gespeichert und ausgewertet werden. Die Verwendung der persönlichen Daten und die gesammelten Erkenntnisse der einmaligen Untersuchung erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der Studie folgende Informationen voraus:

- 1) Sie erklären sich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie alle erhobenen Daten und Resultate der Untersuchung in Papierform und auf elektronischen Datenträgern von dem Verantwortlichen, Ben Barsties, aufgezeichnet werden.
- 2) Falls ihr Schützling in logopädischer oder ärztlicher Behandlung ist, entbinden Sie den Therapeuten/Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht, um die oben genannten Daten - insbesondere der Information des laryngealen Störungsbildes - für die Studie zu erhalten.
- 3) Sie erklären sich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte in die oben genannten personenbezogenen Daten Einsicht nehmen dürfen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung und Auswertung der Studienergebnisse notwendig und erforderlich sind.
- 4) Die Einwilligung zur Erhebung und Verarbeitung der personenbezogenen Daten ist erforderlich. Sie können jederzeit die Teilnahme Ihres Schützlings an der Studie beenden, soweit diese noch nicht publiziert worden ist. Im Falle eines solchen Widerrufs Ihrer Einwilligung, werden alle bis dato erhobenen Daten Ihres Schützlings vernichtet.
- 5) Sie sind damit einverstanden, dass die Daten Ihres Schützlings nach Beendigung der Studie durch *strikte Anonymisierung* veröffentlicht werden.

Die Einwilligung, an diesem Forschungsvorhaben teilzunehmen, erfolgt freiwillig. Sie wurden darauf hingewiesen, dass sie die Einwilligung Ihres Schützling jederzeit bis zur Veröffentlichung ohne Angaben von Gründen widerrufen können, ohne dass dadurch Nachteile entstehen. Ich habe die unterschriebene Kopie der Einwilligung- sowie Datenschutzerklärung erhalten.

_____, den Uhrzeit:

.....
(Unterschrift Vormund)

9.2.3. Bildergeschichten für F₀-logisch

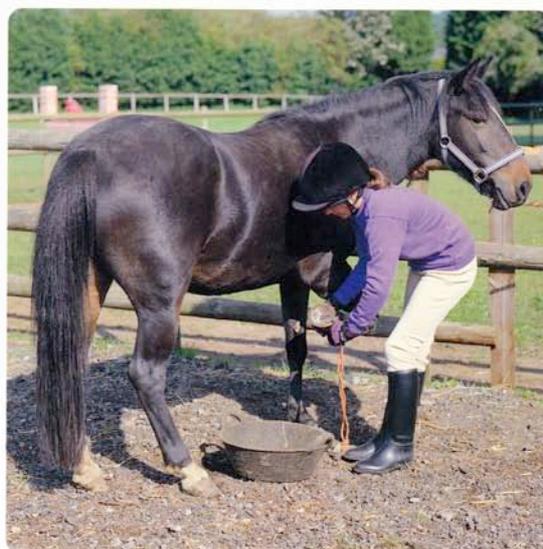


Abb. 9.1: Bildergeschichte 1 (Colorcards®)

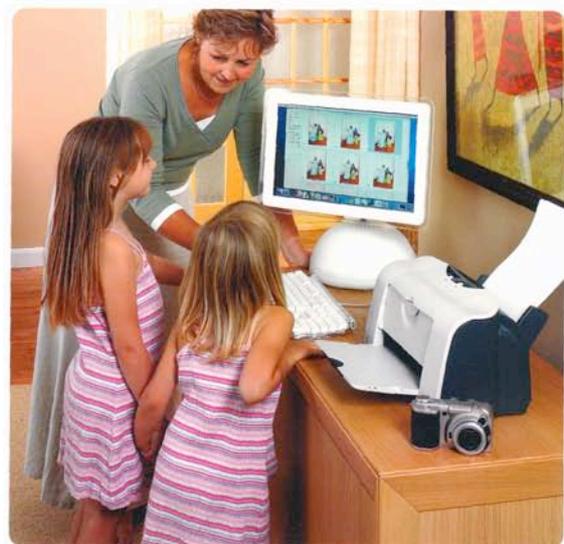


Abb. 9.2: Bildergeschichte 2 (Colorcards®)

9.3. Untersuchungsmaterial

9.3.1. VP Moduszahl

VP Moduszahl ist ein Excel Dokument, dass für die Berechnung und Reduzierung auf einen Moduswert, der sich aus der Aufnahme im Voice Profiler® ergibt.

Die eigenständig gewählten Grenzwerte von einem oder ggf. mehreren Modusblöcken aus dem Voice Profiler werden manuell in *VP Moduszahl* übertragen, in der die Werte ab 55,0 bis 350 aufgelistet sind. Das Ziel ist es von diesem Modusblock/Modusblöcken einen Durchschnittswert zu errechnen von allen angegeben Moduszahlen im Frequenzblock. Hierzu werden die Grenzwerte inkl. aller absoluten Werte, die zwischen den Grenzwerten liegen, für die Durchschnittsberechnung verwertet; Beispiel aus Abb. 9.3:

- Grenzwerte: 191hz bis 200hz
- Durchschnitt berechnen aus den Werten von 191 bis 200 [umfasst 11 Werte (inkl. Grenzwerte)]
- Durchschnittswert aus dem Modusblock 195,5hz

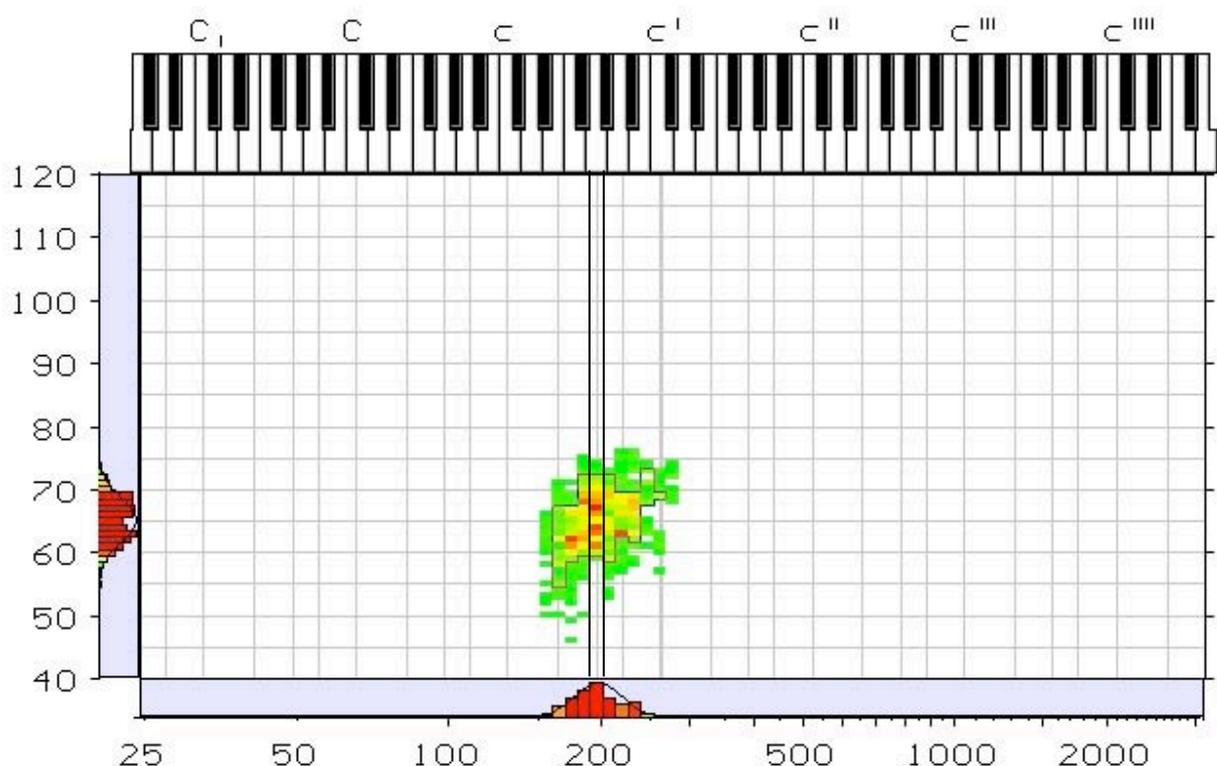


Abb. 9.3: Sprechstimmfeld mit Grenzmarkierung des Modusfrequenzblockes auf der x-Achse

9.3.2. Umfangsberechnungstabelle nach McArdle et al. (2009)

Für die schnelle und genaue Umrechnung der cm Umfänge in den Körperfettanteil (in %) nach McArdle et al. (2009) wurde eigens von mir die Umrechnungstabelle auf Grundlage der Konstantwerte von McArdle et al. (2009) aufgebaut. Hierzu musste man wie in Tabelle 9.1 nur im gelben Feld die cm Umfänge eintragen.

Die einzelnen Konstanten wurden mithilfe einer linearen Regressionsgrade ermittelt und ggf. durch Intervallschachtelung manuell angepasst, sodass die Abweichung zwischen den von McArdle et al. (2009) und der aus der Excel Tabelle, die Konstante max. 0,01 abweichen kann. Letztendlich wurden die Konstanten mit der vorgegeben Formel von McArdle et al. (2009) mit einander verrechnet und man erhält automatisch in Tabelle 9.2 die errechneten Körperfettanteilergebnisse für Männer und Frauen.

Tabelle 9.1: Umrechnungstabelle auf Grundlage der Werte von McArdle et al. (2009)

Alter	Geschlecht	Konstante A		Angabe in cm	Ausgabe der Konstante
18-26	Männer	(Wert 1) Rechter Oberarm	=		=1,4573* (Wert 1)
	Frauen	(Wert 2) Bauch	=		=0,5263* (Wert 2)
27-50	Männer	(Wert 3) Gesäß	=		=0,4126* (Wert 3)
	Frauen	(Wert 4) Bauch	=		=0,4675* (Wert 4)
Alter	Geschlecht	Konstante B		Angabe in cm	Ausgabe der Konstante
18-26	Männer	(Wert 5) Bauch	=		=0,51672* (Wert 5)
	Frauen	(Wert 6) Rechtes Bein	=		=0,8192* (Wert 6)
27-50	Männer	(Wert 7) Bauch	=		=0,35255* (Wert 7)
	Frauen	(Wert 8) Rechtes Bein	=		=0,48677* (Wert 8)
Alter	Geschlecht	Konstante C		Angabe in cm	Ausgabe der Konstante
18-26	Männer	(Wert 9) Rechter Unterarm	=		=2,1377* (Wert 9)
	Frauen	(Wert 10) Rechter Unterarm	=		=1,6972* (Wert 10)
27-50	Männer	(Wert 11) Rechter Unterarm	=		=1,1819* (Wert 11)
	Frauen	(Wert 12) Rechte Wade	=		=0,5694* (Wert 12)

Tabelle 9.2: Berechnung der Körperfettanteilergebnisse auf Grundlage von Tabelle 9.1 bei Männern und Frauen McArdle et a., (2009)

Fettgehalt in %	Männer	Frauen
18-26	$=(\text{Konstante A}) + (\text{Konstante B}) - (\text{Konstante C}) - 10,2$	$=(\text{Konstante A}) + (\text{Konstante B}) - (\text{Konstante C}) - 19,6$
27-50	$=(\text{Konstante A}) + (\text{Konstante B}) - (\text{Konstante C}) - 15$	$=(\text{Konstante A}) + (\text{Konstante B}) - (\text{Konstante C}) - 18,4$

9.3.3. Fettgehaltsumrechnungsformel nach Siri (1956), (1961)

Tabelle 9.3: Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Frauen (Siri 1956; Siri 1961)

Hautfaltenmessung bei Frauen	Alter (Jahre)	Trizeps (mm)	Suprailical (mm)	Bauch (mm)	Fettgehalt in %
					$=495/(1,089733 - 0,0009245 * \text{SUMME}(\text{Trizeps}, \text{Suprailical} \ \& \ \text{Bauch}) + 0,0000025 * \text{SUMME}(\text{Trizeps}, \text{Suprailical} \ \& \ \text{Bauch})^2 - 0,0000979 * \text{Alter}) - 450$

Tabelle 9.4: Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Männer Frauen (Siri 1956; Siri 1961)

Hautfaltenmessung bei Männer	Alter (Jahre)	Brust (mm)	Trizeps (mm)	Subscapular (mm)	Fettgehalt in %
					$=495/(1,1125025 - 0,0013125 * \text{SUMME}(\text{Brust}, \text{Trizeps} \ \& \ \text{Subscapular}) + 0,0000055 * \text{SUMME}(\text{Brust}, \text{Trizeps} \ \& \ \text{Subscapular})^2 - 0,000244 * \text{Alter}) - 450$

9.3.4. Fettgehaltsumrechnungsformel nach Heyward et al. (2004)

Tabelle 9.5: Hautfaltenberechnungstabelle mit Umrechnungsformel in Körperfettanteil in % für Frauen mit Anorexia nervosa (Heyward et al. 2004)

Hautfaltenmessung bei Frauen mit Anorexia nervosa	Alter (Jahre)	Trizeps (mm)	Suprailical (mm)	Bauch (mm)	Fettgehalt in %
					$=496/(1,089733 - 0,0009245 * \text{SUMME}(\text{Trizeps}, \text{Suprailical} \ \& \ \text{Bauch}) + 0,0000025 * \text{SUMME}(\text{Trizeps}, \text{Suprailical} \ \& \ \text{Bauch})^2 - 0,0000979 * \text{Alter}) - 451$

9.4. Resultatensammlung

9.4.1. Sammlung zur Kalibrierung von Praat 5.135

Aus beiden Resultaten ergab sich eine gesamtdurchschnittliche Erhöhung bei Praat um 8,7dB = gerundet 9dB

Tabelle 9.6: Lautstärkenvergleich zwischen dem VP® und Praat beim gehaltenen Ton und Text

Resultate zum gehaltenen Ton /a/				
Praat	VP® Durchschnitt	Abweichung	Durchschnitt	Abweichung vom Durchschnitt
72,08	82,75	10,67	8,9	1,5
82,38	88,78	6,40		
64,02	72,77	8,75		
79,87	86,72	6,85		
54,40	61,20	6,80		
80,51	87,51	7,00		
54,59	61,87	7,28		
65,22	75,25	10,03		
65,47	75,09	9,62		
65,42	75,80	10,38		
67,66	79,03	11,37		
75,63	85,72	10,09		
79,96	88,73	8,77		
78,22	89,01	10,79		
Resultate zum Text „Der Nordwind und die Sonne“				
Praat	VP® Durchschnitt	Abweichung	Durchschnitt	Abweichung vom Durchschnitt
62,95	73,14	10,19	8,5	0,84
65,12	74,49	9,37		
57,32	66,65	9,33		
67,88	75,25	7,37		
73,04	80,97	7,93		
77,32	84,14	6,82		
53,31	62,87	9,56		
52,43	61,83	9,40		
65,46	74,41	8,95		
62,31	71,57	9,26		
64,53	73,91	9,38		
66,15	74,68	8,53		
69,78	77,35	7,57		
69,7	77,37	7,67		
58,96	67,73	8,77		

9.4.2. Einzelergebnisse aller Probanden in der Hauptstudie

Die weiß gehaltenen Zahlenfelder sind die Normalgewichtigen. Die gelb markierten Zahlenfelder sind die Untergewichtigen. Die blau markierten Zahlenfelder sind die Adipösen.

Tabelle 9.7: Einzelergebnisse der Probanden zur Gewichtsanalyse, Aerodynamik und Stimmanalyse

		Gewichtsanalyse					
Geschlecht und Alter		Gewicht (kg)	Größe (m)	BMI	Fettgehalt % total	Umfang Fettgehalt %	Hautfalten Fettgehalt %
1	W 28	60,3	1,708	20,70	21,73	20,09	23,36
2	W 27	52,1	1,606	20,20	21,02	21,20	20,83
3	W 19	55,2	1,619	21,06	21,48	21,93	21,03
4	W 23	59,9	1,677	21,30	23,25	26,05	20,44
5	W 23	69,6	1,680	24,66	27,43	26,62	28,24
6	W 21	53,8	1,655	19,64	26,70	25,40	28,00
7	W 19	55,3	1,550	23,02	22,92	22,90	22,93
8	W 17	58,9	1,637	21,98	21,97	23,85	20,08
9	W 17	55,5	1,648	20,44	23,47	18,66	28,27
10	W 17	66,0	1,723	22,23	25,87	29,88	21,86
11	W 21	59,9	1,674	21,38	23,10	25,68	20,52
12	W 18	57,9	1,544	24,29	26,2	28,01	24,39
13	W 28	69,1	1,705	23,77	24,52	24,87	24,07
14	M 18	78,0	1,775	24,76	18,41	20,47	16,34
15	M 23	69,3	1,760	22,77	18,32	17,57	19,06
16	M 18	58,4	1,778	18,47	8,56	8,24	8,88
17	W 17	55,1	1,757	17,83	20,96	20,15	21,77
18	W 17	55,2	1,730	18,44	17,83	18,54	17,11
19	W 17	57,2	1,760	18,47	20,99	23,00	18,98
20	W 18	46,4	1,671	16,62	17,73	19,86	15,60
21	W 21	46,0	1,644	17,02	15,83	16,51	15,14
22	W 22	46,0	1,645	17,00	17,67	17,93	17,67
23	W 18	49,7	1,645	18,18	16,57	19,93	13,21
24	W 19	46,2	1,590	18,27	17,16	19,54	14,78
25	W 21	44,3	1,650	16,27	10,24	10,93	9,54
26	W 31	122,8	1,767	39,36	45,59	48,84	42,34
27	W 26	81,0	1,615	31,03	36,46	36,13	36,78
28	W 22	111,7	1,768	35,73	42,36	45,84	38,88
29	W 30	99,5	1,564	40,68	40,59	42,38	38,80
30	W 21	106,0	1,648	39,03	45,92	50,13	41,70
31	W 20	90,2	1,616	34,54	39,95	43,05	36,85
32	W 22	103,9	1,739	34,36	42,01	45,80	38,22
33	M 29	116,6	1,745	38,29	34,56	38,11	31,04
34	M 23	94,2	1,736	31,26	32,15	33,46	30,84

Die rot markierten Felder zeigen eine Überschreitung der zu erreichten Normwerte.

Aerodynamik				
	VC (ml)	ABW. eVC zu VC	MPT (Sek.)	PQ
1	3600	366	20,04	180
2	3250	199	19,42	167
3	3150	-63	17,74	178
4	3150	-113	20,74	152
5	3460	205	22,12	156
6	3275	30	21,70	151
7	2650	-426	27,25	97
8	3700	428	35,39	105
9	3600	303	20,52	175
10	3725	283	21,94	170
11	3300	12	16,50	200
12	2500	-578	19,82	126
13	3500	282	17,71	198
14	4690	148	19,67	238
15	4400	5	22,77	193
16	3700	-836	12,88	287
17	2800	-719	16,22	173
18	3225	-243	15,56	207
19	2860	-667	19,02	150
20	2750	-583	11,81	233
21	2275	-951	23,42	96
22	2550	-658	11,70	218
23	2325	-949	21,65	107
24	2600	-551	16,18	161
25	2875	-363	18,87	152
26	3890	595	19,69	198
27	3100	11	23,16	134
28	4500	1051	16,09	280
29	2825	-108	15,70	180
30	3990	760	13,68	292
31	3000	-188	19,89	151
32	3700	302	16,58	223
33	3800	-451	26,92	141
34	5425	1082	21,86	248

Die rot markierten Felder zeigen eine Überschreitung der zu erreichten Normwerte.

Stimmanalyse					
	Heiserkeit (RBH)	Rauhigkeit (RBH)	Behauchtheit (RBH)	DSI	AVQI
1	0,00	0,33	0,00	8,5	2,82
2	0,33	0,33	0,33	12,8	2,35
3	0,00	0,33	0,00	10,2	2,04
4	0,00	0,67	0,00	10,3	2,53
5	0,33	0,67	0,33	6,8	2,80
6	0,00	0,33	0,00	10,0	3,26
7	0,00	0,67	0,00	9,6	0,16
8	0,00	0,67	0,00	15,5	2,15
9	0,00	0,00	0,00	5,6	2,28
10	0,67	0,67	0,67	8,9	2,48
11	0,00	0,67	0,00	3,7	2,70
12	0,00	0,33	0,00	9,1	3,38
13	0,00	0,00	0,00	7,7	3,25
14	0,00	0,00	0,00	8,4	1,43
15	0,00	0,00	0,00	7,1	2,90
16	0,33	0,33	0,33	7,3	2,08
17	0,00	0,00	0,00	10,0	1,89
18	0,00	0,33	0,00	8,1	1,89
19	0,67	0,67	0,33	11,4	3,05
20	1,00	1,00	1,00	9,1	3,60
21	0,00	0,00	0,00	10,9	2,5
22	0,00	0,67	0,00	6,3	2,09
23	0,00	0,00	0,00	11,8	2,38
24	0,00	0,33	0,00	6,0	2,63
25	0,00	0,00	0,00	7,6	2,87
26	0,33	0,33	0,00	7,9	2,19
27	0,00	0,67	0,00	9,9	1,63
28	0,00	0,00	0,00	6,5	2,28
29	0,00	0,33	0,00	9,9	2,03
30	0,00	0,33	0,00	7,4	2,93
31	0,00	0,00	0,00	6,6	2,31
32	0,00	0,67	0,00	6,7	2,07
33	0,33	0,33	0,00	8,6	2,96
34	0,67	0,67	0,00	7,4	1,86

Die rot markierten Felder zeigen eine Überschreitung der zu erreichten Normwerte.

	Jitter (local%)	Jitter (rap)	Jitter (ppq5)	Shimmer (local%)	Shimmer (local-dB)	Shimmer (apq11)	H/N ratio	CPP	CPPs
1	0,296	0,170	0,187	2,177	0,189	1,562	27,104	19,39	8,44
2	0,422	0,255	0,216	2,847	0,248	1,902	24,823	20,59	7,56
3	0,414	0,244	0,242	1,793	0,156	1,346	24,702	19,48	8,27
4	0,946	0,582	0,542	5,529	0,482	3,449	21,754	17,91	7,06
5	0,528	0,316	0,320	2,117	0,183	1,570	22,486	15,76	8,10
6	0,454	0,282	0,242	2,112	0,185	1,343	23,149	17,98	7,41
7	0,122	0,064	0,069	0,981	0,085	0,792	32,321	22,39	10,99
8	0,307	0,183	0,181	2,072	0,182	1,504	26,024	20,86	9,68
9	0,805	0,457	0,457	2,210	0,194	1,794	20,341	18,16	7,41
10	0,211	0,118	0,127	1,716	0,150	1,328	27,513	17,61	8,23
11	0,503	0,291	0,309	3,948	0,342	2,883	23,221	15,34	7,71
12	0,388	0,219	0,237	1,705	0,149	1,313	22,391	16,17	7,95
13	0,415	0,248	0,246	2,126	0,186	1,552	23,501	18,47	8,02
14	0,314	0,156	0,182	1,843	0,160	2,156	28,504	19,77	10,70
15	0,415	0,229	0,268	2,727	0,238	2,106	19,407	14,29	6,95
16	0,388	0,214	0,238	3,092	0,271	2,237	20,013	21,88	11,04
17	0,237	0,135	0,132	0,834	0,072	0,700	31,745	21,46	10,98
18	0,387	0,234	0,190	1,126	0,098	0,945	28,343	22,00	10,18
19	0,263	0,152	0,167	1,617	0,141	1,180	27,011	15,87	7,60
20	0,474	0,283	0,284	2,767	0,243	1,948	19,869	13,64	5,78
21	0,490	0,303	0,270	2,575	0,225	1,701	24,726	17,82	7,28
22	0,292	0,173	0,172	1,592	0,139	1,146	27,559	20,33	8,03
23	0,382	0,218	0,229	1,876	0,162	1,479	24,845	22,91	8,62
24	0,543	0,341	0,277	2,375	0,208	1,619	22,440	15,14	7,78
25	0,995	0,652	0,456	2,813	0,246	1,764	19,398	14,95	5,75
26	0,382	0,218	0,219	1,952	0,169	1,393	24,822	18,46	9,24
27	0,232	0,128	0,130	1,273	0,111	1,034	29,159	23,51	9,48
28	0,348	0,209	0,208	2,007	0,175	1,397	22,452	15,44	8,48
29	0,248	0,147	0,148	1,744	0,152	1,323	27,898	16,36	7,91
30	0,621	0,397	0,302	1,473	0,13	1,220	24,919	15,44	7,64
31	0,367	0,207	0,238	1,411	0,123	0,978	23,595	17,41	8,01
32	0,215	0,131	0,115	0,895	0,078	0,658	31,270	19,46	8,45
33	0,213	0,110	0,127	4,047	0,353	2,665	22,096	15,73	8,42
34	0,506	0,283	0,292	2,028	0,177	1,744	22,188	18,16	9,95

Die rot markierten Felder zeigen eine Überschreitung der zu erreichenden Normwerte.

	F ₀ (hz)	Anzahl Semitöne	Anzahl Oktaven	I- max	I- min	F- high	F- low
1	233,0	33,6	2,80	106,00	45,52	1056,00	151,82
2	246,5	44,1	3,68	106,44	45,73	1920,99	149,99
3	221,5	34,6	2,88	111,11	42,76	1322,53	178,91
4	206,5	38,5	3,21	105,78	44,56	1484,49	160,36
5	164,5	39,1	3,25	108,22	53,37	1108,93	116,19
6	219,0	35,7	2,98	106,00	45,31	1330,60	169,38
7	195,0	33,5	2,79	100,98	45,52	1049,69	151,82
8	195,0	49,3	4,11	102,00	44,56	1963,57	114,09
9	195,0	34,6	2,88	105,56	54,43	1049,00	142,00
10	233,0	33,4	2,78	99,30	44,46	1015,82	147,46
11	173,5	18,2	1,52	104,44	46,58	339,28	118,32
12	206,5	40,2	3,35	106,00	48,49	1330,60	130,41
13	184,0	36,4	3,03	107,30	48,28	1115,50	136,08
14	116,0	42,0	3,50	113,87	44,67	1005,00	94,49
15	103,5	38,1	3,18	105,78	43,40	653,00	72,13
16	130,0	46,6	3,88	103,50	49,70	1236,97	83,91
17	196,0	36,7	3,06	107,11	45,52	1422,63	170,42
18	195,0	35,9	2,99	111,33	47,43	1205,91	151,82
19	219,0	37,6	3,13	107,56	41,27	1422,63	162,33
20	233,0	37,5	3,13	107,56	50,40	1656,19	190,13
21	219,5	37,5	3,13	108,40	42,55	1322,53	151,82
22	219,5	27,8	2,32	108,22	49,55	1049,69	210,83
23	247,0	45,3	3,78	102,00	45,52	1656,19	121,24
24	206,5	31,8	2,65	104,22	50,61	981,78	156,51
25	233,5	36,2	3,02	102,22	49,55	1259,74	155,56
26	174,5	39,1	3,26	112,40	50,61	1210,89	126,52
27	206,5	40,2	3,35	108,20	52,73	1577,55	154,62
28	195,0	34,5	2,88	110,89	55,49	1275,15	173,55
29	219,0	42,1	3,51	111,70	46,37	1466,55	128,84
30	195,0	36,0	3,00	110,80	50,40	1314,51	164,31
31	232,5	40,1	3,34	104,20	56,55	1244,51	122,72
32	232,5	39,3	3,28	114,20	53,58	1178,24	121,98
33	109,5	43,2	3,60	112,22	46,58	940,87	77,78
34	116,0	48,3	4,03	108,00	50,40	1080,00	66,41

9.4.3. Einzelbeurteilung der 3 Beurteiler in der Hauptstudie

Die rot markierten Felder zeigen eine Überschreitung der zu erreichten Normwerte.

Tabelle 9.8: Einzelbeurteilung der 3 Beurteiler in der Hauptstudie

	Rater 1			Rater 2			Rater 3		
	H-RBH	R-RBH	B-RBH	H-RBH	R-RBH	B-RBH	H-RBH	R-RBH	B-RBH
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	1	1	1	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	1	0	0	0	0
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11	0	1	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	1	1	1	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	1	1	0	1	1	1	0	0	0
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	1	0	0	1	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	1	1	0	0	0	0
27	0	1	0	0	1	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	1	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	1	0	0	1	0	0	0	0
33	0	0	0	1	1	0	0	0	0
34	1	1	0	1	1	0	0	0	0

9.4.4. Einzelbeurteilung der 12 Beurteiler in der Teilstudie

Tabelle 9.9: Einzelbeurteilung der 12 Beurteiler in der Teilstudie

Audio Nr.	Rater 1	Rater 2	Rater 3	Rater 4	Rater 5	Rater 6	Rater 7	Rater 8	Rater 9	Rater 10	Rater 11	Rater 12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
3	1	2	2	2	2	1	2	1	3	2	2	1
4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
5	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2
7	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
8	2	2	1	2	3	1	1	2	3	2	2	2
9	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	2
10	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2
13	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	2
14	1	1	0	2	2	2	1	2	2	2	2	1
15	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20	1	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1
24	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1
25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
26	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1
27	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2
28	1	1	0	1	1	1	2	2	1	1	2	2
29	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2
30	1	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2
31	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2
32	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
33	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
34	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
35	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0
36	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2
38	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0

39	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1
40	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
45	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
46	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
49	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
51	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
54	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
55	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
56	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
57	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
58	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
59	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
60	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
61	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1