

Hals- Nasen- Ohrenklinik und Poliklinik
der Technischen Universität München,
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. A. Bier)

**Korrelation von Stimmqualität
nach Laryngektomie
mit kinematographischen Untersuchungsergebnissen**

Dörte Halfpap

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. St. Brockmeier

2. Univ.-Prof. Dr. H. A. Bier

Die Dissertation wurde am 04.10.2007 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.11.2007
angenommen.

1 Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | INHALTSVERZEICHNIS | 2 |
| 2 | ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 4 |
| 3 | EINLEITUNG | 4 |
| 3.1 | HISTORIE DER STIMMLICHEN REHABILITATION NACH LARYNGEKTOMIE | 5 |
| 3.2 | MODERNE METHODEN DER STIMMLICHEN REHABILITATION | 6 |
| 3.3 | LITERATURÜBERBLICK..... | 9 |
| 3.3.1 | <i>Vergleich der verschiedenen Ersatzstimmechanismen</i> | 9 |
| 3.3.2 | <i>Welche Faktoren beeinflussen die Stimmqualität nach Laryngektomie?</i> | 11 |
| 3.3.3 | <i>Korrelation anatomischer Faktoren mit der Stimmqualität</i> | 13 |
| 4 | PATIENTEN UND METHODEN | 18 |
| 4.1 | PATIENTEN..... | 18 |
| 4.2 | METHODEN | 20 |
| 4.2.1 | <i>Phoniatische Untersuchungen</i> | 20 |
| 4.2.1.1 | <i>Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)</i> | 21 |
| 4.2.1.2 | <i>Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung</i> | 22 |
| 4.2.1.3 | <i>Stimmfelduntersuchungen</i> | 23 |
| 4.2.2 | <i>Fragebogen</i> | 25 |
| 4.2.3 | <i>Radiologische Untersuchungen</i> | 27 |
| 4.2.4 | <i>Statistische Methoden</i> | 30 |
| 5 | ERGEBNISSE | 31 |
| 5.1 | ERGEBNISSE DER PHONIATRISCHEN UNTERSUCHUNGEN..... | 31 |
| 5.1.1 | <i>Auswertung des Postlaryngektomie-Telefontestes (PLTT)</i> | 31 |
| 5.1.2 | <i>Auswertung Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung</i> | 33 |
| 5.1.3 | <i>Auswertung der Stimmfelduntersuchungen</i> | 36 |
| 5.2 | ERGEBNISSE FRAGEBOGEN | 45 |
| 5.3 | ERGEBNISSE DER RADIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN | 48 |
| 5.4 | ERGEBNISSE DER KORRELATIONSANALYSE | 53 |
| 6 | DISKUSSION | 57 |
| 6.1 | PHONIATRISCHE UNTERSUCHUNGEN | 57 |
| 6.1.1 | <i>Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)</i> | 57 |
| 6.1.2 | <i>Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung</i> | 58 |
| 6.1.3 | <i>Stimmfelduntersuchungen</i> | 60 |
| 6.2 | FRAGEBOGEN ZUR LEBENSQUALITÄT | 66 |
| 6.3 | RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN..... | 72 |
| 6.4 | KORRELATIONSANALYSE..... | 76 |
| 6.4.1 | <i>Stimmqualität und PG-Querdurchmesser bzw. Einschnürquotient der PG</i> | 77 |
| 6.4.2 | <i>Motilitätsparameter des Pharynx und weitere anatomische Faktoren</i> | 80 |
| 6.4.3 | <i>Dysphagie</i> | 84 |
| 6.4.4 | <i>Lebensqualität</i> | 85 |
| 6.4.5 | <i>Sonstige</i> | 86 |
| 7 | ZUSAMMENFASSUNG | 89 |
| 8 | LITERATURVERZEICHNIS | 92 |
| 9 | ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 94 |
| 10 | TABELLENVERZEICHNIS | 95 |
| 11 | ANHANG | 96 |
| 11.1 | EINSILBER- UND SATZLISTEN DES POSTLARYNGEKTOMIE-TELEFONTTESTES (PLTT) | 96 |
| 11.2 | TEXT „DER NORDWIND UND DIE SONNE“ | 98 |
| 11.3 | BEWERTUNG DER PHONIATRISCHEN UNTERSUCHUNGEN..... | 99 |
| 11.3.1 | <i>Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)</i> | 99 |
| 11.3.2 | <i>Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH- Beurteilung</i> | 99 |
| 11.3.3 | <i>Sprech- und Singstimmfeld</i> | 100 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11.4 | FRAGEBOGEN ZUR LEBENSQUALITÄT EORTC QLQ-C30 | 101 |
| 11.5 | AUSWERTUNGSBOGEN ZUR KINEMATOGRAPHIE | 106 |
| 11.6 | KORRELATIONSTABELLE..... | 108 |
| 12 | DANKVERMERK..... | 116 |

2 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------|---|
| α | = Signifikanzniveau |
| abs. | = absolut |
| AZ | = Atemzug |
| cm | = Zentimeter |
| dB | = Dezibel |
| durchschnittl. | = durchschnittlich |
| et al. | = et alii = und andere |
| etc. | = et cetera |
| G1-G4 | = Grading des Tumors (1 = gut, 2 = schlecht, 3 = mäßig differenziert, 4 = undifferenziert) |
| HNO... | = Hals-Nasen-Ohren... |
| HWK | = Halswirbelkörper |
| Hz | = Hertz |
| Kap. | = Kapitel |
| M. | = Musculus |
| N0 | = Keine regionären Lymphknotenmetastasen |
| N1 | = Metastase in solitärem ipsilateralem Lymphknoten \leq 3 cm in größter Ausdehnung |
| N2 | = Metastase(n) in solitärem ipsilateralem Lymphknoten, $>$ 3 cm, aber nicht $>$ 6 cm in größter Ausdehnung <i>oder</i> in bilateralen oder kontralateralen Lymphknoten, keiner $>$ 6 cm in größter Ausdehnung |
| min | = Minute |
| ml | = Milliliter |
| o. g. | = oben genannte(r/s) |
| OÖS | = Oberer Ösophagussphinkter |
| p | = p-Wert; Wahrscheinlichkeit eines Fehlers 1. Art im Rahmen der 0-Hypothese |
| PE-Segment | = pharyngoesophageal (engl.)/pharyngoösophageales Segment |
| PG | = Pseudoglottis |
| R0 | = kein Residualtumor postoperativ |
| R1 | = mikroskopischer Residualtumor postoperativ |
| R2 | = makroskopisch sichtbarer Residualtumor postoperativ |
| PLTT | = Postlaryngektomietest |
| RBH-Beurteilung | = subjektive Beurteilung der Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit einer Stimme |
| s | = Sekunde |
| s/25 | = Fünfundzwanzigstel Sekunde |
| s. | = siehe |
| SD | = Standarddeviation (engl.)/ Standardabweichung |
| SPL | = soundpressurelevel (engl.)/ Schalldruckpegel |
| t | = Teststatistik im T-Test; d.h. der Wert, der auf seine Plausibilität unter der 0-Hypothese mit der t-Verteilung mit 42 Freiheitsgraden verglichen wird |
| T1-T4 | = Grad der Tumorausdehnung |
| verst. | = verstanden(e) |

3 Einleitung

Malignome des Kehlkopfes und des Hypopharynx sind mit zusammen ca. 50% die häufigsten malignen Kopf-Hals-Tumore. Die Inzidenz von Larynx-Karzinomen in Deutschland wird derzeit mit 6-8 auf 100.000 Einwohner pro Jahr beziffert, die der Hypopharynx-Karzinome mit 3,5 pro 100.000 Einwohner pro Jahr. Die bei fortgeschrittenen Tumoren therapeutisch oft unumgängliche Laryngektomie hat für die betroffenen Patienten weit reichende psychische und physische Folgen. Vor allem der Verlust der natürlichen Stimmfunktion und die dadurch eingeschränkte Kommunikationsfähigkeit bedeuten für sie eine erhebliche Beeinträchtigung der Lebensqualität. Neben der onkologischen Heilung durch Laryngektomie ist es daher ein wichtiges Ziel, dem Patienten wieder zu einer tragfähigen Ersatzstimme zu verhelfen.

3.1 Historie der stimmlichen Rehabilitation nach Laryngektomie

Schon seit der Durchführung der ersten Laryngektomie bei einem an Kehlkopfkrebs erkrankten Patienten durch Billroth im Jahre 1873 wurde intensiv nach einer zuverlässigen Methode gesucht, um den betroffenen Patienten wieder zu einer tragfähigen Ersatzstimme zu verhelfen, da schon damals die ausgeprägten psychischen Auswirkungen dieses Eingriffs erkannt wurden [zitiert nach 12]. So konstruierte zunächst Billroths Mitarbeiter Leiter in dessen Auftrag eine T-förmige Kanüle, die zwischen Trachea und Pharynx als Kehlkopfersatz eingesetzt wurde. Diese wurde aber wegen heftiger Aspirationsprobleme in der Folge nicht weiter verwendet. Gussenbauer hingegen, der von Billroth den Auftrag zur Verbesserung der „Sprechkanüle“ erhielt, hatte laut eigener Ausführungen von 1874 [zitiert nach 12; 24] weit mehr Erfolg. Er konstruierte eine Dreierkombination aus Tracheal-, Pharynx- und „Larynx“-Kanüle, die offenbar - wenn auch mit Schwierigkeiten - funktionierte. Man konnte, so Gussenbauer, den Patienten aus 6 Meter Entfernung verstehen. In der Folge kam es zu zahlreichen weiteren Verbesserungsversuchen an diesen ursprünglichen Sprechprothesen, die aber alle an der gleichen Problematik scheiterten: Die permanente Reizung der Wunde durch den eingesetzten Fremdkörper führte zu einer fortwährenden Absonderung von Schleim und Speichel, die sich nur schwer abhusten ließen. Ferner schildert Chiari in seinem Lehrbuch von

1916, dass das Sprechen mit diesen Prothesen für die Patienten sehr mühsam war, und diese deshalb häufig auf ihren Einsatz verzichteten [24]. So geriet diese Methode der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie für lange Zeit in Vergessenheit. Stattdessen begann man zu Beginn des 19. Jahrhunderts den Mechanismus der Ösophagusersatzstimme besser zu verstehen, woraufhin diese sich zur Rehabilitationsmethode der Wahl entwickelte [24]. Erst Mitte des letzten Jahrhunderts wurden von verschiedenen Chirurgen wieder Versuche unternommen, operativ aspirationsfreie Fisteln zwischen Trachea und Pharynx zu schaffen, um auf diesem Wege eine Stimmgebung zu ermöglichen. Darunter befanden sich z.B. die Jejunumtransplantation nach Ehrenberger et al. (1985), die suprahyoidale Stimmfistel mit Hilfe eines Unterarmhautlappens (sog. Radialislappen) nach Hagen (1990) und das modifizierte Asai-Verfahren eines tracheopharyngealen Schleimhautshunts nach Maier und Weidauer (1994). Aber auch hier führten die bekannten Komplikationen (Wundheilungsstörung und Aspiration) rasch wieder zur Vernachlässigung der Verfahren [12].

Erst Ende der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde die Gussenbauersche Sprechkanüle mit modernen technischen Möglichkeiten wiederentdeckt: 1980 konstruierten Blom und Singer eine so genannte Entenschnabelprothese, die in einen kleinen Punktionskanal zwischen Trachea und Ösophagus eingeführt wurde und den Patienten erlaubte, dauerhaft und aspirationsfrei zu sprechen.

3.2 Moderne Methoden der stimmlichen Rehabilitation

Heute stehen drei wesentliche Methoden der Stimmrehabilitation zur Verfügung:

1. Die rein konservative Anbildung einer Ösophagusstimme.
2. Apparative Methoden wie der Elektrolarynx Servox.
3. Das operative Anlegen einer Sprechfistel mit Stimmprothese (z.B. Provox[®]-Prothese) zwischen Trachea und Ösophagus.

Eine weitere Möglichkeit zur Kommunikation für Patienten, die keinen dieser drei Ersatzstimmechismen suffizient erlernen konnten, ist das so genannte Pseudoflüstern. Hierbei wird das in der Mundhöhle vorhandene Luftreservoir genutzt, um damit in Flüsterlautstärke zu phonieren. Verständlicherweise wird diese

Art der Stimmgebung von den wenigsten Patienten favorisiert, da sie schon bei geringfügigen Nebengeräuschen nicht mehr zur Verständigung ausreicht.

Zu 1.: Funktionsprinzip der Ösophagus-/Ruktussprache

Nach Laryngektomie steht dem Patienten das Lungenvolumen von ca. 3000 ml, aufgrund der Ausleitung der Trachea via Tracheostoma nach außen, zunächst nicht mehr für die Stimmgebung zu Verfügung. Auch fehlen Kehlkopf und Stimmlippen, die beim gesunden Menschen den Tongenerator darstellen. Für beide Funktionen muss also postoperativ Ersatz geschaffen werden. Dazu eignet sich der obere Teil des Ösophagus. Zum einen kann hier ein Windkessel für die Luft der neuen Stimmgebung gebildet werden, zum anderen kann der Ösophagusmund, bestehend aus M. thyropharyngeus und M. cricopharyngeus, die Funktion des Tongenerators übernehmen. Dazu wird die vom Patienten zuvor geschluckte Luft, mit einem Volumen von ca. 80 ml, wieder aus dem Ösophagus regurgitiert. Auf diese Weise wird die Schleimhaut des Ösophagusmundes in Schwingung versetzt, und ein Grundton produziert, dessen Frequenz im Durchschnitt 50-64 Hz beträgt [26]. Dieser kann nun in den oberen, von der Operation unberührten Resonanzräumen moduliert werden. Wegen seiner neuen Funktion als Tongenerator wird der obere Ösophagussphinkter auch als Pseudoglottis (PG) bezeichnet.

Zu 2.: Funktionsprinzip des Elektrolarynx (Servox)

Die äußerlichen, elektroakustischen Sprechhilfen, wie z.B. der Elektrolarynx Servox, erfüllen die Funktion des Tongenerators, indem sie, von außen auf die Halshaut aufgesetzt, diese auf Knopfdruck in Schwingung versetzen. Diese Schwingungen werden kontinuierlich nach innen auf die Schleimhäute des Vokaltraktes fortgeleitet, wo sie durch Artikulation in eine Ersatzstimme verwandelt werden. Im Rahmen einer logopädischen Schulung wird mit dem Patienten das Finden der für ihn optimalen Ansatzstelle am Hals für die Übertragung des Grundtones geübt. Zudem erfordert auch die Koordination von Sprechbeginn, Knopfdruck, Artikulation und Atempause einiges Training unter logopädischer Anleitung. Dennoch wird diese Art von Ersatzstimmechanismus von den meisten Patienten relativ leicht erlernt. Um der eher mechanisch, blechern klingenden Stimme mehr Ausdruck zu verleihen, haben mittlerweile viele der elektroakustischen Sprechhilfen zusätzlich zur Grundton produzierenden Taste eine so genannte Intonations- oder Betonungstaste. Diese

liegt in der Regel einen Halbton höher und kann zur Betonung einzelner Silben oder Worte verwendet werden. Ferner kann der Grundton häufig so eingestellt werden, dass er den natürlichen Tonabfall im Laufe eines Satzes wiedergibt und somit eine natürlicher klingende Satzmelodie entsteht.

3.: Funktionsprinzip der operativ eingeführten Shuntprothesen

Zur Anlage einer Stimmprothese muss zunächst einmal eine Fistel zwischen Trachea und Ösophagus, ein so genannter ösophagotrachealer Shunt, geschaffen werden, in den die Stimmprothese eingelegt werden kann. Gegenwärtig gibt es dazu drei verschiedenen Konzepte: a) Anlage einer Stimmprothese bei Nichterlernen der Ruktusstimme als Sekundärversorgung; b) primäre prothetische Versorgung aber nur auf ausdrücklichen Wunsch des Patienten; c) routinemäßige Primärversorgung mit einer Stimmprothese, um den Patienten alle Möglichkeiten zur Rehabilitation offen zu halten und ihm die Entscheidungsfreiheit bezüglich des endgültigen Ersatzstimmechanismus zu belassen.

Die Stimmprothesen werden heutzutage fast ausschließlich als Klappenprothesen konstruiert. Dabei ist das Klappenventil lediglich für den Luftstrom in Richtung Ösophagus durchlässig, verhindert beim Schlucken jedoch die Aspiration. Verschließt der Patient nun sein Tracheostoma mit dem Finger oder einem Tracheostomaventil, so kommt es zur Umlenkung des expiratorischen Luftstroms von der Trachea in den Ösophagus bzw. Hypopharynx. Dies führt bei ausreichender Luftströmungsgeschwindigkeit aufgrund des Bernoulli-Effektes zu Schwingungen der lockeren Schleimhautfalten im Bereich des oberen Ösophagussphinkters, der in der Regel oberhalb der Stimmprothese sitzt. So entsteht über den gleichen Mechanismus wie bei der Ruktusstimme ein rauher, heiserer Grundton.

Kontraindikationen zur prothetischen Versorgung nach Laryngektomie gibt es nur relativ selten. Mögliche Einwände gegen die Anlage einer Stimmprothese sind zum Beispiel Ablehnung des Patienten, unzureichende geistige oder körperliche Voraussetzungen, um das Sprechen und den Umgang mit der Stimmprothese zu erlernen, sowie kardio-vaskuläre Vorerkrankungen oder ausgeprägte obstruktive Lungenerkrankungen mit Emphysembildung. Bei den zuletzt genannten kardio-pulmonalen Erkrankungen können die Patienten den für die Stimmgebung notwendigen, erhöhten intrapulmonalen Druck nicht aufbringen oder können durch ihn sogar gefährdet sein [24]. Kontraindikation für eine Sekundärversorgung mit

Sprechprothesen sind laut einigen Autoren vorangegangene Bestrahlungen über 70 Gray [15].

Erste Phonationsversuche nach Einlage der Sprechprothesen können häufig bereits am 10.-12. postoperativen Tag unternommen werden. Die Mehrzahl der Patienten erlangt mit Hilfe der Sprechprothesen noch während des Krankenhausaufenthaltes eine brauchbare Stimme [15].

Mittlerweile gibt es etliche Arten von Sprechprothesen, die sich bezüglich verschiedenster Kriterien unterscheiden. So gibt es die generelle Einteilung der Sprechprothesen in die so genannten Wechselprothesen, die der Patient selber ein- und ausführen kann, und die Verweilprothesen, die nur vom Arzt gewechselt werden können. Ferner unterscheiden sich die derzeit verfügbaren Prothesenarten hinsichtlich Ihrer Strömungswiderstände. Es gibt viele verschiedene Meinungen und Studien darüber, mit welcher Art von Prothese laryngektomierte Patienten am besten versorgt sind. Einig ist man sich hingegen darüber, dass der entscheidende Vorteil dieses Ersatzstimmechanismus gegenüber der Ösophagusstimme darin liegt, dass statt nur 80 ml zur Phonation das komplette Lungenvolumen von ca. 3000 ml zur Verfügung steht. Die Dauererfolgsrate bei Versorgung mit Sprechprothesen ist laut Schultz-Coulon et al. [24] mit ca. 65% Langzeitbenutzern sehr hoch.

3.3 Literaturüberblick

3.3.1 Vergleich der verschiedenen Ersatzstimmechanismen

Es existieren bereits zahlreiche Studien, die die Stimmqualität der unterschiedlichen Ersatzstimmechanismen miteinander vergleichen. Dabei sind die Autoren einhellig der Meinung, dass der Stimmklang mit einer Sprechprothese am ehesten dem einer normalen Stimme ähnelt. An zweiter Stelle rangiert zumeist die Ösophagusstimme [4; 12; 19; 21; 22; 24] und an letzter Stelle die elektroakustischen Sprechhilfen [7; 12; 19; 24]. Die mit Stimmprothesen erreichte Ersatzstimme wirke für den Zuhörer melodischer, dynamischer und individueller als mit Servox oder Ruktussprache [24]. Ein entscheidender Faktor sei dabei, dass das zur Phonation verwendete, gezielt zu steuernde Luftreservoir der Lunge beim Sprechen mit Stimmprothese nicht nur eine deutlich längere Tonhaldedauer, sondern auch eine größere Stimmlautstärke und eine größere Stimmdynamik bewirke. Durch diese verbesserten physikalischen

Stimmparameter resultiere letztlich auch eine deutlich höhere Sprachverständlichkeit [1, 12].

Als Vorteile der Sprechprothesen gegenüber den anderen Rehabilitationsmethoden werden ferner angeführt: Der gute Redefluss [3; 17; 24], die schnelle Stimmrehabilitation sowie kleine Komplikationsraten [3, 14]. Auch entspreche die Grundfrequenz, mit der phoniert wird, laut Arias et al. [2] eher der einer normalen Stimme als bei Ruktussprechern. Zudem gelten als Nachteile der Ösophagusstimme die lange und aufwendige logopädische Therapie, die nötig ist, diesen Ersatzstimmechanismus zu erlernen, der relativ hohe Prozentsatz an Patienten, die diese Methode nicht suffizient erlernen sowie die häufig beobachtete Ermüdung nach kurzer Rededauer [4]. Ferner klagen viele Patienten, die sich der Ruktussprache bedienen, über rezidivierendes Sodbrennen und Völlegefühl [zitiert nach 17].

Als Vorteil der Ösophagussprache hingegen gilt ihre Unabhängigkeit von chirurgischen Methoden und Prothesen. Deshalb sind auch keine größeren Komplikationen zu erwarten, die die Stimmqualität beeinflussen können [17].

Auch die Versorgung mit Stimmprothesen kann einige Nachteile für den Patienten bergen: So haben die Prothesen aufgrund des häufig beobachteten Candidabefalls und diverser Abnützungserosionen nur eine begrenzte Lebensdauer und müssen regelmäßig gewechselt werden [3]. Ferner ist zum Sprechen mit Prothese die Abdichtung des Tracheostomas mit dem Finger vonnöten, was zu einer Einschränkung der Gestik und der Flexibilität in Unterhaltungen führt. Unserer Erfahrung nach kommt das neu eingeführte Ventil für fingerfreies Sprechen (Free Hand Ventil[®]), das diesen Mangel beheben könnte, nur für sehr wenige Stimmprothesenträger in Frage.

Es existieren also die unterschiedlichsten Philosophien darüber, mit welcher Methode den Patienten am Besten geholfen ist. Tenor all dieser Studien ist und bleibt aber die bessere Verständlichkeit und Akzeptabilität der Prothesenstimme gegenüber den anderen Ersatzstimmechanismen.

3.3.2 Welche Faktoren beeinflussen die Stimmqualität nach Laryngektomie?

Der Erfolg einer Stimmrehabilitation nach Laryngektomie ist zum heutigen Zeitpunkt schlecht vorhersehbar. Es gibt die unterschiedlichsten Statistiken darüber, welche Faktoren das Erlernen der Ersatzstimme beeinflussen. In einigen Studien wurden zum Beispiel Alter und Kommunikationsstatus vor der Laryngektomie [16] sowie häufigere Prothesenwechsel und kürzere Prothesentragedauer [3] bei Patienten mit Provox[®]-Prothese als wichtige, das postoperative Ergebnis beeinflussende Kriterien identifiziert. Ebenso galten in einigen Studien fortgeschrittene Tumorstadien, ausgedehnte Resektionen, postoperative Komplikationen, Kombination von Chirurgie und Strahlentherapie sowie Lappenplastiken des Pharynx als prognostisch ungünstig für die postoperativ erreichbare Stimmqualität [5; 16; 26]. Andere Studien hingegen postulierten, dass weder Alter, noch Geschlecht, Radiotherapie oder Ausdehnung der Operation auf die Stimmqualität einwirken [1, 3, 5, 13, 28, 30]. Schon hier wird offensichtlich, dass die Stimmqualität multifaktoriell beeinflusst ist und noch längst keine Klarheit darüber besteht, welche Faktoren die größte Priorität haben. Es besteht eindeutig Bedarf an weiteren Studien, die versuchen diese Frage zu klären, um damit zur Optimierung der Stimmrehabilitation beizutragen und sie dadurch an die Patientenbedürfnisse anzupassen.

Auch psychologische, emotionale und soziale Aspekte, die allgemeine Lebensqualität und ihre Auswirkungen auf die Ersatzstimme waren aufgrund dieser Unklarheit immer wieder Gegenstand von Untersuchungen. So stellten zum Beispiel de Maddalena et al. [7] bereits 1991 fest, dass Laryngektomierte mit Stimmprothesen sich im alltäglichen Leben weniger stigmatisiert fühlen und auch ihre neue Stimme besser akzeptieren als die Patienten mit Ruktussprache und Elektrolarynx. Auch in einer Studie von Ackerstaff et al. [1] präsentierten sich die Prothesensprecher bezüglich des Kriteriums Sprachverständlichkeit selbstbewusster als die Ruktussprecher und schätzten ihre Stimme in diesem Punkt leicht besser ein. Gleichzeitig war in der Studie von de Maddalena et al. [7] die objektive Sprachverständlichkeit der Prothesensprecher signifikant höher als in der Ruktus- und der Servox-Gruppe. Es wurde der Schluss gezogen, dass die reduzierte Sprachverständlichkeit Auslöser für das erhöhte Gefühl der Stigmatisierung und die stärkere Ablehnung der eigenen Stimme verantwortlich sei.

Es wäre aber auch denkbar, dass die Unsicherheit der Patienten mit Ruktus- und Servoxstimme bezüglich ihrer Verständlichkeit und ihrer Akzeptiertheit dazu führte, dass ihre Motivation, die Stimmqualität zu verbessern, weniger ausgeprägt war. Diese Theorie wird auch durch eine andere Arbeit von de Maddalena von 1997 [6] gestützt, in der der Autor feststellte, dass sich Patienten, die sich aufgrund ihrer reduzierten Stimmqualität stigmatisiert fühlten, oft aus ihrem sozialen Umfeld zurückzogen und auch nur noch unregelmäßig an der Stimmrehabilitation teilnahmen, sie zum Teil sogar abbrachen. Unter diesen Umständen war natürlich eine Verbesserung der Stimmqualität nicht zu erwarten.

Es stellen sich also die Fragen, ob generell eine größere Unzufriedenheit bei den Patienten mit Ruktusstimme festzustellen ist, und wie bei der Korrelation von Stimmqualität und Zufriedenheit die Kausalität liegt: Ist die Unzufriedenheit aufgrund der schlechten Stimmqualität so groß, oder beeinträchtigt nicht auch die Unzufriedenheit den Erfolg der Stimmrehabilitation durch mangelnde Motivation?

Ferner stellt sich die Frage: Ist die Güte der Ersatzstimme ausschlaggebender Faktor für die Zufriedenheit der Patienten nach Laryngektomie? So zeigte zum Beispiel eine Studie von de Santo et al. [8], dass auch eine reduzierte Stimmqualität durchaus mit einer subjektiv zufrieden stellenden Lebensqualität einhergehen kann. Und auch Stewart et al. [27] und Vilaseca et al. [31] konnten laut Angaben von Kazi et al. [18] keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Stimmqualität und der allgemeinen Lebensqualität feststellen. In der Studie von Kazi et al. [18] selbst jedoch wurde von den meisten der 55 befragten Patienten die Sprache als wichtigster Aspekt ihres täglichen Lebens in den letzten 7 Tagen genannt.

In anderen Studien, wie zum Beispiel denen von Ackerstaff und Deshmane et al. [1, 9], wurde von 25-32% der Patienten eine störende Dysphagie nach Laryngektomie angegeben. Bei einer so großen Zahl an Patienten stellt sich die Frage, ob nicht auch die Veränderungen in der Nahrungsaufnahme die subjektiv empfundene Lebensqualität beeinflussten. Denn schließlich ist das Essen ein im sozialen Leben fest verankerter Bestandteil, und der Genuss beim Essen für viele Menschen ein wichtiger Faktor in puncto Lebensqualität. Spätestens jetzt wird deutlich, dass zum besseren Verständnis der laryngektomierten Patienten weiterhin Bedarf an kontrollierten Studien besteht, um zum einen diejenigen Faktoren zu identifizieren, die

das abstrakte Konstrukt „Lebensqualität“ definieren, und um zum anderen auch die Zusammenhänge zwischen Lebensqualität und Stimmqualität weiter zu entschlüsseln.

3.3.3 Korrelation anatomischer Faktoren mit der Stimmqualität

Es gab bis zum Beginn der Datensammlung für die vorliegende Studie nur wenige Untersuchungen darüber, welche anatomischen Strukturen Voraussetzung für das Erlangen einer suffizienten Stimmfunktion nach einer Laryngektomie sind. Diese Fragestellung erscheint jedoch wichtig, um eine Grundlage für weiterführende Untersuchungen zu schaffen, ob zum Beispiel durch bestimmte chirurgische Methoden die Voraussetzungen für eine gute Stimmrehabilitation zu optimieren sind. Die Ergebnisse der bislang zu diesem Aspekt vorhandenen Studien sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

Häufig in der Literatur verwendeten Methoden zur Untersuchung der für die Stimmproduktion nach Laryngektomie verantwortlichen Strukturen sind Ultraschall oder Ösophagusbreischluck. So untersuchten z.B. Halling und Pfab [13] das pharyngoösophageale Segment (PE-Segment), in dem sich die Pseudoglottis befindet, mittels einer Röntgenvideoaufzeichnung, während die Patienten (fast ausschließlich Ösophagussprecher) phonierten. Dabei stellte sich heraus, dass Patienten mit guter Stimmqualität beim Phonieren einen typischen Bewegungsablauf des PE-Segmentes entwickeln, der durch maximale Luftaufnahme und aktive, retrograde Kontraktionen des Ösophagus gekennzeichnet ist. Bei schlechteren Ösophagussprechern hingegen waren die Bewegungsabläufe wesentlich unkoordinierter. Bei ihnen wirkte das gesamte PE-Segment eher starr und zeigte nur eine geringe funktionelle Adaptation. Ferner fielen bei guter Stimmqualität deutlich größere subpseudoglottische Räume sowie häufiger runde oder prominente PE-Segmente auf. Schlechte Stimmqualität hingegen korrelierte eher mit flachen oder irregulären Formen der Pseudoglottis. Kein Zusammenhang ließ sich zwischen Operationsart und -ausmaß, postoperativer Strahlentherapie, Hypopharynxform und -weite, PE-Segment-Länge, -Weite und -Lage und der Stimmqualität feststellen.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch eine Studie von Daou et al. [5], die eine Videofluoroskopie der Pseudoglottis von 25 Ösophagussprechern durchführten, um anatomische Gegebenheiten und Stimmqualität zu korrelieren. Ergebnis war ein

signifikanter Zusammenhang zwischen der Stimmqualität und den Faktoren Pseudoglottislänge, Pseudoglottisform und dem Vorhandensein einer geometrischen Prominenz an der Hypopharynxhinterwand. Am stärksten zeigte sich dieser Zusammenhang bei der Korrelation von Stimmqualität und Logarithmus der Pseudoglottislänge. Schlussfolgerung dieser Studie war, dass die optimale Voraussetzung für eine gute Ösophagussprache eine kurze, geometrisch geformte Pseudoglottis mit einer gut entwickelten hypopharyngealen Prominenz sei. Keinen signifikanten Zusammenhang fand man hingegen zwischen der Stimmqualität und den Parametern Alter bei Operation, Radikalität der Neck dissection, postoperativer Bestrahlung, Komplikationen oder Höhe der Pseudoglottis.

Dworkin et al [10] untersuchten die Anatomie der Pseudoglottis von 34 Patienten mit Prothesenstimmen mittels Videostroboskopie in Ruhe und während der Phonation. Sie beobachteten, dass Patienten mit schlechter Stimmqualität eher dicke und asynchrone PE-Segmente aufwiesen, während sich bei guten Sprechern eher eine schmalere Mucosa und synchrone Vibrationen der Pseudoglottis fanden. Ferner zeigten die guten Sprecher eine geringere Neigung zu Spasmen und eine bessere bewusste Kontrolle des PE-Segmentes. Dickere PE-Segmente hingegen korrelierten eher mit stärkerer Rauheit und Heiserkeit, fehlender Kontrolle von Tonhöhe und Lautstärke und geringerer Flüssigkeit der Sprache. Die Autoren stellten die abschließende These auf, dass eine dickere Mucosa synchrone Vibration quasi verhindere. Weder die Länge des PE-Segmentes, die Art der chirurgischen Rekonstruktion des PE-Segmentes (muskulär, nicht muskulär) noch die Menge oder die Konsistenz von vorhandenem Sekret beeinflussten laut dieser Erhebung die Stimmqualität.

Mehrere Studien beschäftigten sich mit der Tonizität des PE-Segmentes und deren Einfluss auf die Stimmqualität. So untersuchten Sloane et al. [25] insgesamt 75 Ösophagussprecher mittels Videofluoroskopie und korrelierten die gefundenen Tonizitätsparameter mit der nach subjektiven Kriterien beurteilten Stimmqualität. Hierbei stellte sich heraus, dass hypotone PE-Segmente mit einer eher schwachen und leisen Stimme einhergingen und auch Spasmen der Muskulatur eine eher schlechte Stimmqualität bedingten. Sie führten nämlich spätestens nach 3-5 phonierten Silben dazu, dass der Patient aphon wurde. Bei den Patienten mit

hypertone PE-Segmente zeigten ein gemischtes Bild. Ein Teil dieser Patienten präsentierte eine gute, ein anderer Teil aber auch eine schlechte Stimmqualität. Die Autoren gehen davon aus, dass möglicherweise nur stark ausgeprägte Hypertonien zum Versagen der Ersatzstimme führten.

Auch bei Van Weissenbruch et al. [30] war die Tonizität des PE-Segments Thema der Untersuchungen. Sie bedienten sich im Jahr 2000 des Bariumbreischlucks in Form einer Kineradiographie, in der das PE-Segment sowohl statisch als auch dynamisch beurteilt werden konnte. Sie untersuchten so 60 Laryngektomierte, die alle mit einer Provox[®]-Prothese versorgt waren, zum Teil aber mittels Ruktussprache kommunizierten. Die Patienten wurden zusätzlich in 3 Gruppen eingeteilt, je nachdem, ob bei ihnen eine unilaterale Myotomie, eine unilaterale Myotomie mit unilateraler Neurektomie des pharyngealen Plexus oder keine dieser Maßnahmen durchgeführt worden war. Damit sollten auch operative Kriterien in die Beurteilung der Stimmrehabilitation einbezogen werden. Die Ersatzstimmen wurden anhand eines nicht näher bezeichneten standardisierten Verfahrens bewertet und in die Kategorien gute, mittlere und schlechte Stimmqualität eingeteilt. Auch diese Autoren stellten fest, dass eine mittlere bis schlechte Stimmqualität signifikant mit einem hyper- oder hypotonen PE-Segment sowie mit Spasmen und Strikturen in diesem Bereich einherging. Bezüglich der unterschiedlichen Operationsverfahren wurde in dieser Arbeit deutlich, dass die Ruktus-Sprecher ohne Myotomie seltener eine zufrieden stellende Ersatzstimme erreichten als diejenigen mit Myotomie. Die Prothesen-Sprecher erreichten in den Messungen der Stimmqualität, wie schon in den o. g. Studien, insgesamt bessere Ergebnisse als die Ruktus-Sprecher. Auch hier zeigten die Patienten der Myotomie-Gruppen deutlich bessere Resultate, als die Patienten ohne zusätzliche Myotomie.

Eine weitere Arbeit zu den Zusammenhängen zwischen Myotomien und Stimmqualität wurde 2003 von Op de Coul et al. [23] veröffentlicht. Die Autoren untersuchten dabei allerdings nur 19 laryngektomierte Patienten, alle mit Provox[®]-Prothese versorgt. Von radiologischer Seite wurde auch hier eine Videofluoroskopie verwendet, um das PE-Segment zu untersuchen. Die Stimmqualität wurde nach nicht näher genannten objektiven Kriterien untersucht. Diese Studie konnte zwar keinen Zusammenhang zwischen Muskeltonus des PE-Segments oder der Tatsache, ob

eine Myotomie durchgeführt wurde, und der Stimmqualität feststellen. Jedoch korrelierte die Höhe der durchgeführten Myotomie mit der Dicke der Neoglottis. Dabei ging eine weiter caudal liegende Myotomie mit einem prominenteren PE-Segment einher. Da prominente Neoglottitiden in früheren Studien oft mit einer besseren Stimmqualität assoziiert waren, kamen die Autoren zu dem Schluss, dass möglicherweise tatsächlich intraoperativ die Grundsteine für eine suffiziente Ersatzstimme gelegt werden könnten.

In den letzten Jahren wurden vor allem in den Niederlanden Versuche unternommen, das pharyngoösophageale Segment von Prothesensprechern zusätzlich zur Videofluoroskopie mittels Hochgeschwindigkeits-Endoskopie darzustellen. Dies habe zum Vorteil, dass die Pseudoglottis nicht nur in seitlicher Aufsicht, sondern zusätzlich aus der Vogelperspektive zu beurteilen sei. Die von van As et al. [28, 29] durchgeführten Studien ergaben verschiedene Zusammenhänge zwischen einer guten Stimmqualität und spezifischen Charakteristika der Neoglottis. So sei bei Patienten mit guter Stimmqualität eine ausgeprägte neoglottische Vorwölbung mit einem gewissen Muskeltonus zu finden. Zudem ließen sich signifikante Zusammenhänge zwischen Stimmqualität und Form der Pseudoglottis feststellen. Eine gute Stimmqualität war zum Beispiel vergesellschaftet mit einem effektiven Schluss der Pseudoglottis, gemessen über den minimalen Abstand zwischen Neoglottis und ventraler Pharynxwand. Auch eine starke Kontraktion der Neoglottis-Muskulatur, die sich in der Studie durch einen besonders großen Anstieg des subneoglottischen Abstandes äußerte, war ein Garant für eine gute Stimmqualität. In diesen Studien von van As et al. [28, 29] kristallisierte sich also heraus, dass gewisse anatomische Verhältnisse wie zum Beispiel eine prominente Neoglottis und ein normo- bis leicht hypertones PE-Segment eine bessere Stimmrehabilitation nach Laryngektomie ermöglichen können. Eine Hypotonie des PE-Segmentes hingegen ging hier, wie schon bei van Weissenbruch [30], mit einer signifikant schlechteren Stimmqualität einher.

Man sieht: es gibt zahlreiche verschiedene Philosophien bezüglich der optimalen Behandlung von an Kehlkopfkrebs erkrankten Patienten. Und trotz jahrelanger Studien existieren noch immer kontroverse Ansichten darüber, wie die optimalen Voraussetzungen für eine zufrieden stellende Stimmrehabilitation nach

Laryngektomie zu schaffen sind. Offensichtlich ist das Therapieergebnis multifaktoriell beeinflusst. Sowohl intraindividuelle Aspekte, wie soziales Umfeld, Zufriedenheit aber auch Alter bei Laryngektomie, als auch therapeutische Aspekte, wie Bestrahlung, Art der Operation und dadurch bedingte anatomische Verhältnisse scheinen Auswirkungen auf die Stimmqualität zu haben und sind deshalb immer wieder Gegenstand von Studien. Diesen Studien fehlt jedoch ein gemeinsames, standardisiertes Untersuchungsszenario sowohl auf phoniatischer, als auch auf radiologischer Seite, was den Vergleich und die Wertung der Ergebnisse erheblich erschwert. Umso weniger verwunderlich ist auch, dass die unterschiedlichsten Ergebnisse zu verzeichnen sind. Es besteht also offensichtlich weiterhin Bedarf daran, herauszufinden welche Faktoren wirklich ausschlaggebend für eine optimale Stimmrehabilitation sind. Insbesondere die postoperative Anatomie, die in den letzten Jahren besonders in den Mittelpunkt von Untersuchungen gestellt wurde, scheint dabei viel versprechende Ansätze zu liefern. Wichtig wäre aber auch, ein standardisiertes Programm zur Evaluation der Stimmqualität zu entwickeln, um die Ergebnisse weiterer kontrollierter Studien besser einordnen und vergleichen zu können.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist somit zum einen, mit Hilfe subjektiver und objektiver Parameter eine möglichst zuverlässige Evaluation der Stimmqualität nach Laryngektomie zu entwickeln und einen ersten Schritt in Richtung eines standardisierten Untersuchungsverfahrens zu gehen. Zum anderen sollte aber auch zur Klärung der Frage der Beeinflussung der Stimmqualität beigetragen werden. Dabei sollte der Theorie, dass selbige multifaktoriell beeinflusst ist, durch die Berücksichtigung psychosozialer Aspekte Tribut gezollt werden. Das Augenmerk wurde aber vor allem auf die Korrelation von postoperativer Anatomie und Stimmqualität gelegt, da uns hier das größte Entwicklungspotential zu liegen schien. Dabei sollte erstmals die Regelmäßigkeit von Bewegungsabläufen in der Muskulatur des PE-Segmentes metrisch vermessen werden, um ihren möglichen Einfluss auf die Stimmqualität zu evaluieren. So könnte man, wenn wichtige, die Stimmqualität beeinflussende anatomische Faktoren identifiziert würden, bereits im Rahmen der Laryngektomie den Grundstein zu einer optimalen Stimmrehabilitation legen und damit für die Patienten einen guten Start in das Leben nach der Krebserkrankung gewährleisten.

4 Patienten und Methoden

4.1 Patienten

Im Zeitraum von März 2001 bis November 2001 wurden in der HNO-Abteilung des Klinikums Rechts der Isar der Technischen Universität München 36 laryngektomierte Patienten im Alter von 42 bis 74 Jahren (Durchschnittsalter: 58,7 Jahre; Median: 58 Jahre; Standardabweichung: 8,2 Jahre) im Rahmen der routinemäßigen Tumornachsorge untersucht. Es handelte sich dabei um 32 Männer und 4 Frauen, deren Laryngektomie 5 bis 107 Monate (Durchschnitt 47,6 Monate) zurücklag (Median: 43 Monate; Standardabweichung: 35,3 Monate). In den Operationsbüchern des Klinikums Rechts der Isar waren zwar bis zurückgehend zum Jahr 1989 deutlich mehr Patienten identifiziert worden, die wegen eines Malignoms laryngektomiert worden waren, jedoch konnten sie aus unterschiedlichen Gründen nicht in die Studie eingeschlossen werden. Teils waren sie aufgrund ihres Gesundheitszustandes nicht in der Lage, die Anreise nach München zu unternehmen, teils waren sie unbekannt verzogen, einige leider auch mittlerweile verstorben.

18 der 36 untersuchten Patienten waren aufgrund eines ausgedehnten Hypopharynx-Karzinoms laryngektomiert worden, in 18 Fällen war ein primäres Larynx-Karzinom Ursache der Operation. Die Larynx-Karzinome unterteilten sich in 8 Tumoren der Subglottis, 8 Glottis- und 2 transglottische Karzinome. In 3 Fällen war infolge des weit fortgeschrittenen Tumorstadiums eine sehr ausgedehnte Resektion nötig, die eine Defektdeckung mit einem Jejunumtransplantat im Bereich des Hypopharynx und des cervicalen Ösophagus erforderlich machte. In einem Fall entstand postoperativ eine Hypopharynx-Hautfistel, die zu einer Revisions-Operation mit Exzision des fistelnden Hypopharynxsegmentes und cervicalen Ösophagektomie sowie Einlage eines Jejunuminterponates führte. Bei allen 36 Patienten wurde das Hyoid mitreseziert, eine Resektion im Bereich des Zungengrundes aufgrund ausgedehnten Tumorwachstums war bei 6 Patienten indiziert.

Bei jeweils einem Drittel der Patienten ergab die histologische Aufarbeitung des Operationspräparates ein T3- oder T4-Stadium, 9 Mal fanden sich ein T2- und drei Mal ein T1-Tumor. Bezüglich der Therapie cervicalen Metastasen fanden sich folgende Vorgehensweisen: In 18 Fällen beidseits eine konservative Neck-dissection, 10-mal einseitig radikales und einseitig konservatives Vorgehen, 5-mal eine

ausschließlich einseitige funktionelle Neck-dissection und in drei Fällen eine einseitig funktionelle mit einseitig modifiziert radikaler Operation. Die Histologie ergab dabei in 4 Fällen ein N1- und in 13 Fällen ein N2-Stadium. Die übrigen 19 Neck-dissection-Präparate waren tumorfrei. Fernmetastasen wies zum Zeitpunkt der Operation keiner der 36 Patienten auf. In 33 Fällen war eine R0- und in drei Fällen eine R1-Resektion erfolgt. Bezüglich des Gradings fand sich folgende Verteilung: 1-mal G1, 18-mal G2 und 17-mal G3.

Wundheilungsstörungen im Anschluss an die Laryngektomie waren bei 5 Patienten aufgetreten. Bei allen anderen hatten sich peri- und postoperativer stationärer Aufenthalt komplikationslos gestaltet.

Bei 26 Patienten war eine postoperative Radiatio indiziert, in 7 Fällen wurde allein chirurgisch therapiert. Zwei Patienten hatten präoperativ eine neoadjuvante Strahlentherapie zum Downstaging erhalten und ein Patient war bereits 2 Jahre vor der Laryngektomie wegen eines Larynx-Karzinoms primär bestrahlt worden. Die durchschnittliche Strahlendosis betrug 54,8 Gray bei einer minimalen Dosis von 18 Gray und einer Maximaldosis von 70 Gray (Median: 60 Gray, Standardabweichung: 10,9 Gray). Bei der Mehrzahl der Patienten fanden sich nur geringfügige Nebenwirkungen der Strahlentherapie: So zeigten sich bei 20 Patienten keine oder geringe Hautreaktionen und in 23 Fällen keine oder geringe Schleimhautschäden. 9-mal fanden sich mäßige bis starke Haut- und 6-mal mäßige bis starke Schleimhautschädigungen nach der Bestrahlung.

Eine neoadjuvante Chemotherapie war bei zwei, eine adjuvante Chemotherapie bei einem Patienten vonnöten. In einem weiteren Fall wurde aufgrund eines in der Nachsorgeuntersuchung aufgefallenen Rezidivs eine Chemotherapie durchgeführt.

Bei insgesamt 5 Patienten fiel im Rahmen der Tumornachsorge ein Rezidiv auf. Davon fanden sich 4 an gleicher Lokalisation wie der Primärtumor. Bei einem Patienten trat ein Rezidiv in Form von pulmonalen Fernmetastasen auf, die in der Folge sowohl operativ als auch chemotherapeutisch behandelt wurden. Zweittumore fanden sich bei 6 der 36 Patienten. Davon traten 3 synchron und 3 metachron auf. Ein Zweittumor war an gleicher Stelle wie der Primärtumor lokalisiert. Es handelte sich hierbei um ein linksseitig gelegenes T1 Hypopharynx-Carcinom, während sich

der Haupttumor, der zur Laryngektomie führte, im rechtsseitigen Sinus piriformis befand. Die anderen 5 Zweittumore traten alle an anderer Stelle auf als der Primärtumor. Metastasensuspekte, vergrößerte Halslymphknoten ließen sich bei 7 Patienten im Rahmen der Nachsorge palpieren. In der im Anschluss durchgeführten Bildgebung fand sich aber in keinem der Fälle ein Anhalt für Malignität der Lymphknoten.

Folgende typische Befunde traten gehäuft im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen auf: In 15 Fällen eine undichte oder dislozierte Provox[®]-Prothese, eine ösophagotracheale Fistel, zwei Fälle von Mykosen der Trachealschleimhaut, bei 10 Patienten Schleimhautdefekte im Bereich der Trachea und drei Fälle von akuter Tracheitis.

Bei allen Patienten fand sich anamnestisch ein Nikotinabusus im Vorfeld der Laryngektomie. Postoperativ gaben 29 von ihnen an, weiterhin zu rauchen. In 30 Fällen fand sich in der Vorgeschichte ein Alkoholabusus, der bei 23 Patienten auch nach der Operation weiter bestand.

Nebenbefundlich litten 9 der 36 Patienten an einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung, 5 an einer Leberzirrhose, drei an Diabetes mellitus und 9 an einer Atherosklerose, zum Teil mit Beteiligung der Herzkranzgefäße.

Von den 36 in dieser Studie eingeschlossenen Patienten verständigten sich drei mit Flüstersprache (= Pseudoflüstern), 4 mit Elektrolarynx, 18 mittels Provox[®]-Prothese; 11 verwendeten ausschließlich die Ösophagusersatzstimme. 3 der Patienten mit Jejunumtransplantat hatten im Rahmen der Primäroperation eine Provox[®]-Prothese erhalten und in der anschließenden Stimmrehabilitation gelernt, sich mit dieser zu verständigen. Ein Patient mit Jejunuminterponat nutzte den Elektrolarynx als einziges Mittel zur Kommunikation.

4.2 Methoden

4.2.1 Phoniatische Untersuchungen

Zur Beurteilung der Stimmqualität nach totaler Laryngektomie existiert bis heute kein allgemein anerkanntes, standardisiertes Verfahren. Viele verschiedene phoniatische

Untersuchungen wurden bislang in wissenschaftlichen Arbeiten, die die Stimmqualität laryngektomierter Patienten zu evaluieren versuchten, zitiert. Die in dieser Studie verwendeten und im Folgenden beschriebenen Stimmuntersuchungen zählten dabei zu den häufigsten.

Die Untersuchungen zur Beurteilung der Stimmqualität in dieser Studie gliederten sich in drei Teile: Den so genannten Postlaryngektomie-Telefontest nach Zenner und Pfrang [32], eine Stimmfeldmessung und die RBH-Beurteilung. Letztere umfasst die subjektive Beurteilung der Rauheit, der Behauchtheit und der Heiserkeit der Stimme. Dies wurde von 3 eigens dafür geschulten Logopädinnen vorgenommen.

Die Stimmen der laryngektomierten Patienten wurden somit sowohl nach subjektiven als auch nach objektiven Kriterien beurteilt.

Alle Untersuchungen wurden in einem Raum der phoniatischen Abteilung der HNO - Klinik der Technischen Universität München durchgeführt, in dem wohnzimmer-ähnliche akustische Verhältnisse herrschten.

4.2.1.1 Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)

Der Postlaryngektomie-Telefontest zur Prüfung der Sprachverständlichkeit wurde erstmals von Zenner und Pfrang 1985 [32] zur Evaluierung der Stimmqualität nach Laryngektomie verwendet. Er dient zum Vergleich von untersucherunabhängigen Testergebnissen in stimmlichen und sprachlichen Kommunikationssituationen außerhalb der Familie. Seine Durchführung gestaltet sich wie folgt:

Es werden zwei Telefone in nebeneinander liegenden Untersuchungszimmern sowie fünf verschiedene Zusammenstellungen von je 20 Einsilbern des Freiburger Testes und fünf Sätzen des Marburger Satztestes benötigt. Der Patient sucht nach dem Zufallsprinzip eine der fünf Versionen aus und liest diese ohne Sichtkontakt zum Untersucher über das Telefon vor, während der Untersucher am anderen Telefon die Einsilber und Sätze, wie er sie verstanden hat, notiert. Anschließend werden die gemachten Aufzeichnungen mit der Liste des Patienten verglichen und so das Gesamtverständnis von Einsilbern und Sätzen jeweils in Prozent ermittelt. Die 5 von uns verwendeten Versionen des PLTT sind im Anhang Kap. 11.1 zu finden.

4.2.1.2 Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung

Zur Beurteilung der subjektiven Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit der Stimme, aber auch zur Messung der objektiven Parameter Sprechgeschwindigkeit und Flüssigkeit der Sprache wurde bei jedem Patienten eine Aufnahme des 113 Worte umfassenden Textes „Der Nordwind und die Sonne“ angefertigt. Dazu wurde ein Mikrofon auf einem Tisch mit einem Abstand von 30 cm zum Mund des Patienten platziert. Die Patienten wurden gebeten, den ihnen vorgelegten Text zunächst einmal für sich zu lesen, um sicherzugehen, dass alle Passagen verstanden werden. Anschließend wurden sie ersucht, denselben Text einmal in einer ihnen angenehmen Lautstärke vorzulesen. Dabei erfolgte die Aufzeichnung mit einem Sony 74 Mini Disc Premium Player auf handelsübliche Minidiscs der Firma Sony. Da die Intensität der Stimme maßgeblich zur Verständlichkeit beiträgt, und die unterschiedlichen Ersatzstimmmechanismen natürlicherweise mit einer unterschiedlichen Intensität einhergehen, wurden keine Versuche einer Lautstärkeanpassung unter den einzelnen Stimmgruppen unternommen.

Zur Feststellung der Sprechgeschwindigkeit, ausgedrückt durch die Anzahl von Worten, die der Patient pro Minute phonieren kann, wurde folgendermaßen vorgegangen: Beim Abhören der Aufnahmen wurde die Gesamtzeit, die der Patient zum Vorlesen brauchte, gestoppt und die Zahl der phonierten Worte durch diese Zeit dividiert. Bei eventuellen Wortwiederholungen wurden diese regelmäßig mitgezählt, bei Auslassung einzelner Worte wurden diese von der Gesamtwortzahl abgezogen. Atempausen und natürliche Intonationspausen wurden in die Gesamtzeit eingerechnet. Längere Pausen durch Hustenattacken oder Probleme beim Abdichten des Stomas wurden bei der Gesamtzeit nicht mit berücksichtigt.

Um die Sprachflüssigkeit beurteilen zu können, wurde ermittelt, wie viele Worte der Proband pro Atemzug phonieren konnte. Dazu wurden alle Atemzüge des Patienten während der Aufnahme gezählt und die Anzahl der phonierten Worte durch die Gesamtzahl der Atemzüge dividiert.

Die Beurteilung der Stimme bezüglich der Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit wurde von 3 geschulten Logopädinnen vorgenommen. Es konnten für jeden Parameter 1 bis 3 Punkte vergeben werden, wobei ein niedriger Punktwert eine hohe und ein hoher Punktwert eine geringe Ausprägung des entsprechenden Merkmals bedeutete. Die von den Logopädinnen für die 3 Kriterien vergebenen Punkte wurden abschließend summiert. Aus der Summe wurde jeweils ein

arithmetisches Mittel gebildet, das in die Berechnung der Gesamtstimmqualität einging.

4.2.1.3 Stimmfelduntersuchungen

Um weitere objektive Daten über die Stimmqualität der laryngektomierten Patienten zu gewinnen, wurden elektroakustische Messungen mit Hilfe eines Stimmfeldmessgerätes der Firma Homoth (Hamburg) vorgenommen. Dabei wurde am Kopf des Patienten ein Stirnband mit Mikrophon so befestigt, dass der Abstand zwischen Mund des Patienten und Mikrophon 30 cm betrug.

Anschließend wurde der Patient gebeten, jeweils drei Mal zunächst die Zahlen 1-10, dann die Wochentage und abschließend die 12 Monatsnamen in einer ihm angenehmen Lautstärke und Tonlage zu phonieren. Die Aufzeichnung von Schalldruckpegel und Tonhöhe sowie auch die graphische Darstellung dieser Parameter in einem Diagramm erfolgten direkt, während der Patient sprach.

Nun wurde eine so genannte Singstimmfeldmessung durchgeführt, bei der der Patient den Vokal „a“ zunächst aus einer mittleren Lautstärke und Tonhöhe heraus so laut wie möglich werden lassen sollte. Gleichzeitig sollte er ihn bezüglich seiner Frequenz in einer ersten Messung in einem Glissando in die Höhe zum höchst möglichen Ton modulieren. In einer zweiten Messung sollte er den Ton in die Tiefe modulieren. Anschließend wurde das Ganze so leise wie möglich versucht. Alle Messungen wurden jeweils 3 Mal hintereinander durchgeführt.

Aus den in Sing- und Sprechstimmfeld aufgezeichneten Werten ließen sich nun die jeweils erreichte Dynamikbreite der Ersatzstimme in Halbtonschritten und Dezibel herauslesen sowie auch der maximal erreichte Schalldruckpegel ermitteln. Ferner wurde im Singstimmfeld die Zahl der stimmhaften Samples in Prozent berechnet.

Für die nächste Aufnahme sollte der Patient den Vokal „a“ so lange wie möglich in einer ihm angenehmen Lautstärke und Tonhöhe phonieren. Die bei ebenfalls drei Durchgängen gestoppte Zeit in Sekunden wurde zur Berechnung der durchschnittlichen maximalen Phonationsdauer herangezogen.

Die stimmliche Leistungsfähigkeit der untersuchten Patienten wurde so anhand von 3 subjektiven und 18 objektiven Parametern beurteilt. Aus den somit insgesamt 21 Untersuchungsergebnissen wurde ein Gesamtscore gebildet, der eine abschließende Beurteilung der Stimmqualität und einen Vergleich der Patienten untereinander

ermöglichte. Für diesen Gesamtscore wurden alle Ergebnisse der stimmlichen Untersuchungen mit einem von uns erstellten Punktesystem bewertet, bei dem eine hohe Punktzahl jeweils ein gutes und eine niedrige Punktzahl ein eher schlechtes stimmliches Ergebnis widerspiegelte. So vergaben die Logopädinnen bei den Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit, wie bereits erwähnt, für eine geringe Ausprägung dieser Merkmale, und damit bei einer bessere Verständlichkeit 3 Punkte, während eine schlechte Verständlichkeit wegen starker Rauheit etc. mit nur einem Punkt bewertet wurde. Bei den objektiven Parametern war eine große Spanne der Ergebnisse zu verzeichnen, der man mit einem Punktesystem von maximal 3 Punkten nicht hätte gerecht werden können. So entschieden wir uns bei jedem einzelnen Merkmal den Unterschied zwischen schlechtestem und bestem Ergebnis zu berechnen und je nach Spannweite 4 bis 6 Kategorien zu definieren, die dann mit 1 Punkt im schlechtesten Fall mit 4-6 Punkten im besten Fall bewertet wurden.

Zu den Parametern, bei denen zwischen 1 und 5 Punkten vergeben wurden, zählten:

- Zahl der verstandenen Worte im Postlaryngektomietest
- Zahl der verstandenen Sätze im Postlaryngektomietest
- Worte pro Atemzug beim Vorlesen des Textes „Nordwind und Sonne“
- Maximale Phonationsdauer des Vokals „a“
- Umfang der Stimmdynamik in dB beim Phonieren der Zahlen 1-10
- Umfang der Stimmdynamik in dB beim Phonieren der 12 Monatsnamen
- Umfang der Stimmdynamik in dB beim Phonieren der 7 Wochentage
- Umfang der Stimmdynamik in dB im Singstimmfeld
- Tonumfang in Halbtonschritten beim Phonieren der Zahlen 1-10
- Tonumfang in Halbtonschritten beim Phonieren der 12 Monatsnamen
- Tonumfang in Halbtonschritten beim Phonieren der 7 Wochentage
- Maximaler Schalldruckpegel in dB beim Phonieren der Zahlen 1-10
- Maximaler Schalldruckpegel in dB beim Phonieren der 12 Monatsnamen
- Maximaler Schalldruckpegel in dB beim Phonieren der 7 Wochentage
- Maximaler Schalldruckpegel in dB im Singstimmfeld
- Zahl der stimmhaften Samples in % beim Phonieren des Vokals „a“

Das Kriterium

- Tonumfang in Halbtonschritten im Singstimmfeld

wies eine so große Variation an Ergebnissen auf, dass eine Einteilung in nur 5 Gruppen eindeutig zu grob gewesen wäre. Es wurde für diesen Parameter somit eine bis zu 6 Punkten reichende Skala geschaffen.

Für den Parameter

- Worte pro Minute beim Vorlesen des Textes „Nordwind und Sonne“

erschien hingegen aufgrund der eher geringen Spannbreite der Ergebnisse die Einteilung in nur 4 Gruppen mit maximal zu vergebenden 4 Punkten sinnvoll.

Um eine Vergleichbarkeit der rein dynamischen Faktoren wie Lautstärkeumfang in dB, maximale Lautstärke in dB und Frequenzumfang zu erhalten, wurden noch die Ergebnisse dieser Stimmfelduntersuchungen nach dem gleichen Punkteschema zum so genannten Stimmfeld-Score zusammengefasst.

Eine genaue Aufstellung der Punkteskalen findet sich im Anhang Kap. 11.3.

4.2.2 Fragebogen

Basierend auf dem englischsprachigen Fragebogen EORTC QLQ-C30 zur Beurteilung der Lebensqualität, wurde für die vorliegende Studie ein geringfügig modifiziertes Pendant in deutscher Sprache verfasst, um die subjektive Einschätzung der Lebenssituation der laryngektomierten Patienten zu evaluieren. Der EORTC QLQ-C30 Fragebogen ist ein speziell für Krebspatienten entwickeltes Instrument zum Vergleich der Lebensqualität, der je nach Sitz der Neoplasie um bestimmte krankheitsspezifische Module erweitert werden kann. Er wurde in mehreren Studien geprüft und als reliabel befunden. Auch stellte man in diesen Studien eine kulturübergreifende Validität fest [11]. Durch Hinzufügen speziell auf die Kommunikation und die Lebensqualität nach Laryngektomie zugeschnittener Fragen entstand für die vorliegende Studie ein 66 Fragen umfassendes Manual, in dem

folgende Kriterien mittels Punktevergabe bewertet werden sollten: Die aktuelle physische Belastbarkeit, Hyposmie, Dysgeusie, Schluckbeschwerden, Schmerzen, respiratorische Situation, Appetit und gastro-intestinale Beschwerden, vermehrte Ermüdbarkeit, Schlafstörungen, Arbeitsfähigkeit und Befindlichkeit bei der Ausübung von Freizeitaktivitäten, soziale Kontakte, Familienverhältnisse, Partnerschaft, Sexualität, finanzielle Verhältnisse, psychologische Parameter wie Ängstlichkeit, Stress und Depressionsneigung.

Die verwendeten Punkteskalen umfassten bei Fragen, die mit ja oder nein zu beantworten waren, nur bis zu zwei Punkte. In der Regel aber ließen die Fragen eine Bewertung zwischen 1 und 4 Punkten zu. Bei zwei Fragen reichte die Punkteskala von 1 bis 7 Punkten. Bei allen Fragen galt: Je niedriger die angekreuzte Punktzahl, desto positiver schätzte der Patient seine Situation ein, und umgekehrt: Je höher der angekreuzte Punktwert, desto negativer empfand er seine Lebensqualität in diesem Bereich. Alle Patienten wurden gebeten, den Fragebogen selbständig, ohne Beeinflussung von eventuell anwesenden Begleitpersonen wie Ehegatten und ohne Zeitdruck auszufüllen. Abschließend wurden die angekreuzten Punktwerte summiert und ein Gesamtscore aus allen Fragen gebildet, mit dessen Hilfe man sich rasch einen Überblick über die subjektive Lebensqualität der Patienten verschaffen konnte. Ferner ermöglichte dieser Gesamtscore einen interindividuellen Vergleich zwischen den Patienten bezüglich des allgemeinen Kriteriums „Lebensqualität“ und schaffte die Voraussetzung zur Korrelation dieses abstrakten Begriffes mit den Ergebnissen der phoniatischen Untersuchungen.

Drei Fragen des Fragebogens (Frage 35-37, s. Anhang Kap. 11.4) beschäftigten sich mit dem Schluckvorgang der Patienten. Hier wurden sie gefragt, ob sie in letzter Zeit Probleme beim Schlucken von einerseits Flüssigkeiten, andererseits von pürierter oder fester Nahrung hatten. Die Ergebnisse dieser Fragen wurden zusammengerechnet und bildeten im Rahmen der Auswertung einen eigenen Score für das Kriterium „Dysphagie“. Bei der Bewertung der Ergebnisse gingen wir folgendermaßen vor. Ein Patient, der bei allen 3 Fragen die 1 ankreuzte und somit angab unter keinerlei dysphagischen Beschwerden zu haben wurde mit 0 Punkten bewertet. Patienten, die in allen 3 Fragen zwischen 4 und 6 Punkten erreichten, wurden in der Kategorie leichte dysphagische Beschwerden zusammengefasst und von uns mit 1 Punkt bewertet. Bei einer Punktzahl zwischen 7 und 9 gingen wir von einer mittelgradigen Dysphagie aus und vergaben 2 Punkte. Bei 10-12 Punkten litt

der Patient offensichtlich unter ausgeprägten Schluckbeschwerden und erhielt in unserer Punkteskala den Maximalwert von 3 Punkten. So wurde eine Vergleichbarkeit der Patienten bezüglich des Parameters Dysphagie ermöglicht und die Voraussetzung zur Korrelation dieses Kriteriums mit den anderen Untersuchungsergebnissen geschaffen. Der gesamte Fragebogen ist im Anhang (Kap. 11.4) zu finden.

4.2.3 Radiologische Untersuchungen

Bei allen 36 Patienten war im Rahmen der Tumornachsorge eine radiologische Kontrolle des Pharynx oder des Ösophagus indiziert. In den meisten Fällen führten dysphagische Beschwerden zur Indikationsstellung. Um gleichzeitig Schleimhautrelief aber auch Bewegungsabläufe des Schluckaktes beurteilen zu können, wurde bei diesen 36 Patienten die 1957 von Janker und Schwab entwickelte Hochfrequenzkinematographie durchgeführt. Hierfür wurde das für die gastroenterologische Diagnostik konzipierte Durchleuchtungsgerät Philips Diagnost 1976 verwendet. Die Hochfrequenzkinematographie stellt bislang die sensitivste Möglichkeit zur Differenzierung von funktionellen Schluckstörungen und strukturellen Veränderungen der Pharynx- oder Ösophagusschleimhaut dar. Die Aufzeichnung des Untersuchungsherganges erfolgte mit einem Videorecorder der Marke Panasonic auf eine handelsübliche Videokassette. Die Bildfrequenz betrug bei allen Aufnahmen 25 Bilder pro Sekunde.

Der Untersuchungsablauf gestaltete sich folgendermaßen:

1. Sequenz:

Zunächst streng seitliche Positionierung des Patienten und Einstellung eines mittleren Fokus. Der Patient wurde nun gebeten, einen Bolus von ca. 5-8 ml des Barium-Kontrastmittels Micropaque flüssig[®] der Firma Guerbet (Dichte 120 g%) in den Mund zu nehmen, ihn aber zunächst nicht zu schlucken. Es erfolgte nun für 2-3 Sekunden eine Aufnahme der Mundhöhle mit Bolus zur Beurteilung der oralen Boluskontrolle.

Anschließend wurde eine Einstellung gewählt, in der oben Zungengrund und Velum noch sicher mit abgebildet und unten die Schultern gerade eben angeschnitten waren. Nun ließ man den Patienten das Kontrastmittel schlucken und zeichnete auch

eventuelles spontanes Nachschlucken mit auf. Die Pharynxschleimhaut war nun gut von Kontrastmittel ummantelt.

Um neben der Schluckfunktion auch die phonatorische Funktion des pharyngo-ösophagealen Segmentes beurteilen zu können, wurde der Patient im Anschluss gebeten, folgende Begriffe und Phrasen vorzulesen: „Kuckuck“, „Coca Cola“, „Marmelade“, „Schokolade“, „der Papagei aus Afrika“ und „meine Mama fährt immer wieder gerne mit der Eisenbahn“. Die Länge des letzten Satzes war dabei bewusst so gewählt, dass die Patienten mit Ruktussprache mehrmals neu ansetzen und zusätzlich Luft schlucken mussten.

2. Sequenz:

Leicht schräge Positionierung des Patienten mit rechter Schulter nach vorne und linker nach hinten. In dieser Einstellung sollten vor allem Neoglottis und der darunter liegende obere Ösophagussphinkter beurteilt werden. Hier wurde wenn möglich ein mittlerer Fokus gewählt. Wenn die Lage der Neoglottis die Wahl eines mittleren Fokus nicht zuließ, wurde keine Vergrößerung verwendet. Weiterhin musste darauf geachtet werden, dass Drehung und Positionierung der Wirbelsäule den oberen Ösophagussphinkter nicht überlagerten. Es folgte eine Ruhedurchleuchtung für 2-3 Sekunden, um eine eventuelle Spontanaktivität des oberen Ösophagussphinkters festhalten zu können. Anschließend wurde der Patient gebeten, erneut einen Bolus des Micropaque flüssig[®] Kontrastmittels zu schlucken. Auch hier wurde das Nachschlucken gut dokumentiert. Zum Abschluss dieser Sequenz wurde die Phonation der unter 1. genannten Begriffe wiederholt.

3. Sequenz:

Positionierung des Patienten mit dem Rücken an der Platte für eine posterior-anterior-Projektion. Auch hier wieder Wahl eines mittleren Fokus. Die Durchleuchtung wurde 2-3 Sekunden auf die Mundhöhle mit aufgeladenem Bolus zentriert. Dann folgte eine tiefere Einstellung, so dass die Mundhöhle am oberen Bildrand gerade noch zu sehen war. Nun ließ man den Patienten den Bolus schlucken und verfolgte diesen langsam nach unten bis in den Magen, um gegebenenfalls distal gelegene Veränderungen erfassen zu können. Abschließend ließ man den Patienten einen neuen Schluck nehmen, wählte die Ausgangseinstellung der dritten Sequenz und ließ diese beim Schluckvorgang

diesmal unverändert. So wurde der obere Ösophagussphinkter im Anschluss an den Schluck einige Sekunden aufgenommen. Auch in dieser Einstellung erfolgte noch einmal die Phonation der bekannten Phrasen.

Im Anschluss an die Untersuchung wurde die Videoaufzeichnung unter folgenden Gesichtspunkten beurteilt (s. auch Anhang Kap. 11.3):

Pharynxperistaltikzeit in Fünfundzwanzigstelsekunden (s/25) definiert als die Zeit von Beginn der peristaltischen Pharynxbewegung beim Schluckakt bis zu ihrem Ende. Pharynxpassagezeit in s/25 definiert als die Zeit, die ein Bolus vom Eintritt in den Pharynxschlauch bis zum kompletten Durchtritt durch den oberen Ösophagussphinkter benötigte. Die ungewöhnliche Messung der Zeit in s/25 kommt dadurch zustande, dass die Bildfrequenz der Kinematographie 25 Bilder pro Sekunde beträgt. Verlangsamt man nun das Abspielen der Aufnahmen maximal, werden so die Bilder, die im Abstand von 1/25 Sekunde aufgenommen wurden, jeweils eins nach dem anderen dargestellt. Zählt man dann bei einem bestimmten Bewegungsablauf, wie zum Beispiel der Pharynxperistaltikzeit die Anzahl der Bilder, die während des Ablaufes der peristaltischen Welle geschossen wurden, kommt man auf die entsprechende Zeitspanne in s/25, die die Welle benötigt hat.

Im Bereich des pharyngoösophagealen Segmentes wurden folgende Merkmale untersucht:

Form der Pseudoglottis, subjektiv durch 2 Untersucher in eher plump oder eher schlank anmutend unterteilt. Einschnürquotient der PG = Quotient aus PG-Querdurchmesser in cm, gemessen in senkrechter Projektion auf die dahinter liegenden Halswirbel an der prominentesten Stelle der Pseudoglottis, und Durchmesser des Halswirbelkörpers (HWK) 3 in cm in seitlicher Projektion. Er wurde gebildet, um vergleichbare Werte bei unterschiedlicher Aufnahmetechnik und Vergrößerungen zu erhalten. Länge der Pseudoglottis in cm in der p.a.-Projektion und Querdurchmesser des HWK 6 in cm. Auch hier erfolgte die Bildung eines Quotienten, um durch verschiedene Vergrößerungen verursachte Differenzen zu relativieren.

Beim oberen Ösophagussphinkter-Segment wurde vor allem in der seitlichen Projektion nach den Faktoren vorzeitiger Schluss, verzögerte sowie inkomplette oder

fehlende Öffnung des Sphinkters geforscht. Fielen ein vorzeitiger Schluss oder eine verzögerte Öffnung auf, so wurde ferner gemessen, um wie viel s/25 zu früh oder zu spät die jeweilige Aktion des Sphinkters erfolgte. Darüber hinaus wurde die Lumenobstruktion des Neopharynx in Höhe des oberen Ösophagus sphinkters in Prozent gemessen.

Der cervicale Ösophagus wurde auf Stenosen untersucht. Im ehemaligen Hypopharynxbereich wurden Retention von Kontrastmittel nach dem ersten Schluck sowie ebenfalls Stenosierungen dokumentiert.

4.2.4 Statistische Methoden

Die statistische Bearbeitung der gesammelten Daten erfolgte computerunterstützt mit dem Programm Statistical Package for Social Sciences (SPSS®) 10.1 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL). Bei der vor allem durchgeführten bivariaten Korrelation nach Spearman wurde mit den Signifikanzniveaus von $\alpha < 0.05$ und $\alpha < 0.01$ gearbeitet. Der Test auf Signifikanz wurde zweiseitig durchgeführt. Auch die Regressionsgeraden in Streudiagrammen, einfache Häufigkeiten, sowie arithmetisches Mittel und Median wurden zum Teil mit diesem Programm ermittelt, teils erfolgte die Berechnung von arithmetischen Mitteln oder der Mediane auch mit Hilfe des Programms Microsoft Office Excel 2003.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der phoniatischen Untersuchungen

5.1.1 Auswertung des Postlaryngektomie-Telefontestes (PLTT)

Betrachtet man die Ergebnisse aller 36 Patienten, so wurden im Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT) durchschnittlich 87% der Sätze (Standardabweichung (SD) = 21,38) und 70% der Einsilber (SD = 29,24) erkannt. In absoluten Zahlen ausgedrückt bedeutet das einen Mittelwert von 4,33 Sätzen von insgesamt 5 (SD = 1,07) und 14,08 Einsilbern von insgesamt 20 (SD = 5,85). Einen Überblick über die Gesamtstatistik, sowie über die Ergebnisse in den einzelnen Ersatzstimm-Gruppen geben die folgenden Tabellen (Tabelle 5.1 und Tabelle 5.2).

Tabelle 5.1 Satzverständnis im Postlaryngektomie-Telefontest

| | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Durchschnittl. verstandene Sätze absolut | 2,33 | 4,00 | 4,91 | 4,39 | 4,33 |
| Durchschnittl. verst. Sätze % | 46,6 | 80,00 | 98,18 | 87,78 | 87,00 |
| Minimum absolut | 2,00 | 1,00 | 4,00 | 3,00 | 1,00 |
| Minimum % | 40,00 | 20,00 | 80,00 | 60,00 | 20,00 |
| Maximum absolut | 3,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| Maximum % | 60,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| SD absolut | 0,58 | 2,00 | 0,30 | 0,78 | 1,07 |
| SD % | 11,55 | 40,00 | 6,03 | 15,55 | 21,38 |

Tabelle 5.2 Wortverständnis im Postlaryngektomie-Telefontest

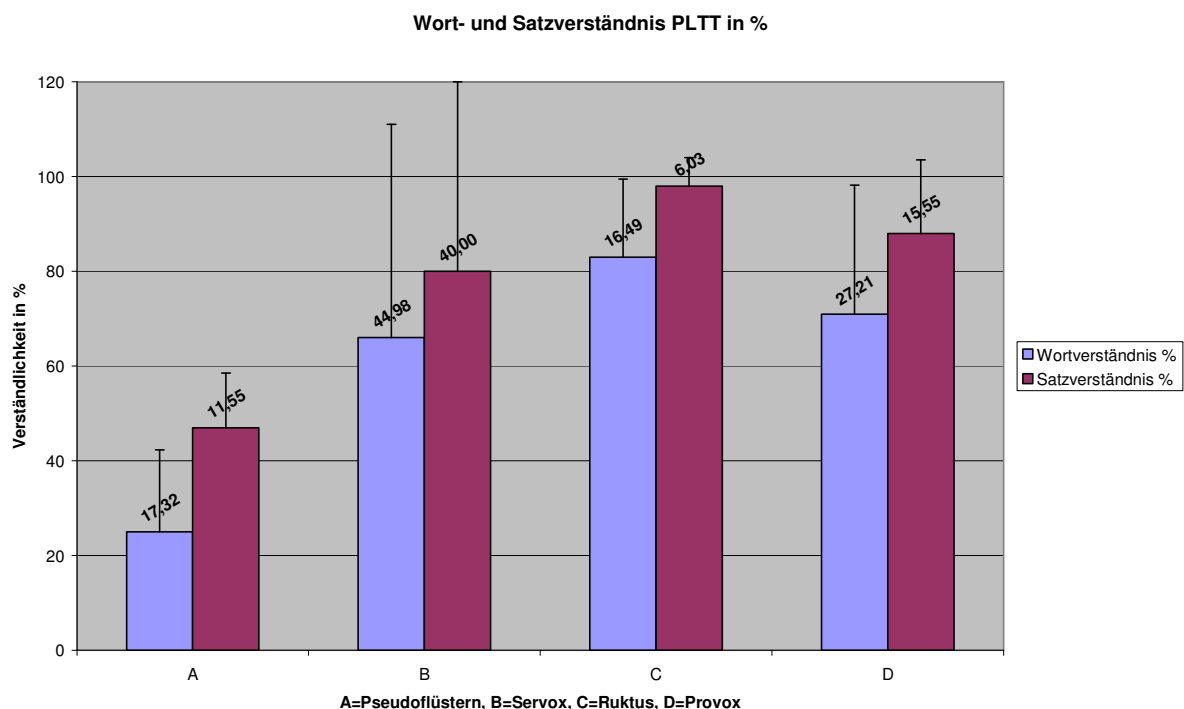
| | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Durchschnittl. verst. Worte abs. | 5,00 | 13,25 | 16,55 | 14,28 | 14,08 |
| Durchschnittl. verst. Worte % | 25,00 | 66,25 | 82,73 | 71,39 | 70,00 |
| Minimum absolut | 3,00 | 1,00 | 8,00 | 0,00 | 0,00 |
| Minimum % | 15,00 | 5,00 | 40,00 | 0,00 | 0,00 |
| Maximum absolut | 9,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Maximum % | 45,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| SD absolut | 3,46 | 9,00 | 3,30 | 5,44 | 5,85 |
| SD % | 17,32 | 44,98 | 16,49 | 27,21 | 29,24 |

Aufgrund der geringen Anzahl der Pseudoflüsterer sowie der Servox-Sprecher und damit mangelnder Signifikanz, werden im Folgenden sämtliche Vergleiche der erreichten Mittelwerte nur zwischen Ruktus- und Provox[®]-Gruppe geführt. Bei den

Ruktussprechern fand sich eine Gesamtverständlichkeit der Sätze von 98,18% (= 4,91 Sätze) Die Einsilberverständlichkeit betrug hier im Durchschnitt 82,73% (= 16,55 Worte). Die SD beim Satzverständnis lag bei 0,30 (= 6,03%) und im Verständnis der einsilbigen Worte bei 3,30 (=16,49%). In der Provox[®]-Prothesen-Gruppe wurden im Satztest 87,78% (= 4,39 Sätze) durchschnittliche Verständlichkeit erreicht. Die SD lag bei 0,78 (= 15,55%). Im Worttest betrug der Durchschnittswert 71,39% (= 14,28 Worte) und die SD 27,21% (= 5,44). Rein numerisch erreichten somit die Ruktussprecher sowohl im Satz-, als auch im Wortverständnis tendenziell bessere Ergebnisse als die Patienten mit Provox[®]-Prothese. Diese Ergebnisse sind jedoch nach der durchgeführten T-Test-Analyse als nicht signifikant zu bewerten (Satzverständnis: $t = 2,543$; Freiheitsgrade 23,93; $p = 0,018$; Wortverständnis: $t = 1,244$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,224$). Insgesamt fiel der Verständlichkeitsverlust in jeder Gruppe im durchschnittlichen Satzverständnis geringer aus als in der Verständlichkeit der Einsilber.

Einen Überblick über alle erreichten Mittelwerte im PLTT liefert die Abbildung 5.1. Die zugehörige Standardabweichung wird in diesem und den folgenden Diagrammen immer oberhalb der entsprechenden Säule sowohl in Zahlen ausgedrückt als auch graphisch dargestellt.

Abbildung 5.1 Wort- und Satzverständnis im Postlaryngektomie-Telefontest



5.1.2 Auswertung Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung

Sämtliche Aufnahmen des Textes „Der Nordwind und die Sonne“ wurden nicht nur nach den Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit beurteilt, sondern auch danach, wie viele Worte der Patient pro Atemzug und pro Minute phonieren konnte (s. auch Patienten und Methoden Kap. 4.2.1.2., S. 22). Betrachtet man die Gesamtstatistik aller 36 Aufnahmen, so wurden durchschnittlich 91,55 Worte pro Minute bei einem Median von 93,37, einem Minimum von 32,44 und einem Maximum von 147,4 Worten pro Minute phoniert (SD = 28,07). Bezüglich des Kriteriums Worte pro Atemzug ergab sich in der Gesamtstatistik ein Mittelwert von 4,05, ein Median von 4,1, ein Minimum von 0,98 und ein Maximum von 9,42 Worten pro Atemzug (SD = 2,31). Die Ergebnisse aller untersuchten Patienten sind in Tabelle 5.3 und Tabelle 5.4 zusammengefasst. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Provox[®]- und der Ruktus-Gruppe mittels T-Test für unabhängige Stichproben auf ihre Signifikanz hin getestet. Dabei fiel auf, dass die Patienten mit Provox[®]-Prothese rein numerisch im Durchschnitt mehr Worte pro Minute phonieren konnten als die Ruktussprecher (Ruktus: Mittelwert = 91,23 Worte pro Minute; SD = 12,93; Provox[®]: Mittelwert = 96,24 Worte pro Minute; SD = 29,82). Ein signifikanter Unterschied ließ sich jedoch nicht nachweisen ($t = -0,623$; Freiheitsgrade 25,044; $p = 0,539$).

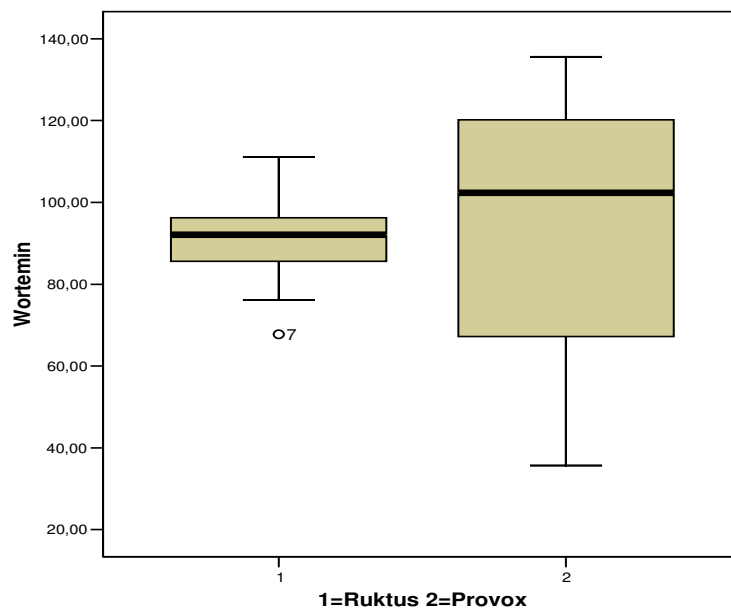
Tabelle 5.3 Sprechgeschwindigkeit

| [Worte/min.] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 91,78 | 71,17 | 91,23 | 96,24 | 91,55 |
| Minimum | 72,90 | 32,44 | 67,76 | 35,68 | 32,44 |
| Maximum | 102,73 | 147,40 | 111,15 | 135,60 | 147,40 |
| Median | 99,71 | 52,42 | 92,11 | 102,35 | 93,37 |
| SD | 16,42 | 52,23 | 12,93 | 29,82 | 28,07 |

Bei der Betrachtung des Kriteriums Worte pro Atemzug zeigte der T-Test, dass die Patienten mit Ruktussprache mit im Durchschnitt 2,07 Worten pro Atemzug (SD = 1,19) signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten als die Patienten mit Provox[®]-Prothese (Mittelwert = 5 Worte pro Atemzug; SD = 2,11): $t = -4,199$; Freiheitsgrade 27; $p < 0,001$.

Tabelle 5.4 Flüssigkeit der Sprache

| [Worte/Atemzug] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox [®] | Gesamt |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------------|--------|
| Mittelwert | 6,00 | 3,77 | 2,07 | 5,00 | 4,05 |
| Minimum | 3,65 | 1,89 | 0,98 | 1,02 | 0,98 |
| Maximum | 8,07 | 6,65 | 4,04 | 9,42 | 9,42 |
| Median | 6,28 | 3,27 | 1,73 | 5,26 | 4,10 |
| SD | 2,22 | 2,27 | 1,19 | 2,11 | 2,31 |

Abbildung 5.2 Sprechgeschwindigkeit Ruktus- und Provox[®]-Gruppe

Bei der Beurteilung der Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit der einzelnen Stimmen beim Lesen des Textes „Der Nordwind und die Sonne“, war es nicht möglich, die Stimmen der 3 Patienten mit Pseudoflüstersprache oder der 4 Patienten mit Elektrolarynx nach diesen Kriterien zu bewerten. Verantwortlich dafür war bei den Pseudoflüsterern die per se behaucht klingende Flüsterstimme und bei den Patienten, die den Servox benutzten, die Überlagerung der Stimme durch die elektrische, mechanisch klingende Tongeneration. Somit sind in der folgenden Darstellung die Testergebnisse von insgesamt 7 Patienten nicht enthalten.

Bei der Bewertung der Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit waren insgesamt maximal 9 Punkte erreichbar. Dabei war die Zahl der Punkte umso höher, je weniger rau, behaucht und heiser die Stimme klang. Insgesamt fand sich bei der Auswertung der Daten aus Ruktus- und Provox[®]-Gruppe eine durchschnittlich erreichte Punktzahl von 5,76 Punkten (SD = 1,21). In der Gruppe der Ruktussprecher betrug dabei das Durchschnittsergebnis 5,36 Punkte (SD = 0,67). In der Gruppe der

Patienten mit Provox[®]-Prothese fand sich ein Mittelwert von 6 Punkten (SD = 1,41). Einen Überblick hierüber gibt Tabelle 5.5. Dabei weisen die Prothesensprecher tendenziell bessere Ergebnisse auf, die jedoch laut T-Test-Ergebnis nicht signifikant sind: $t = -1,392$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,175$.

Tabelle 5.5 RBH-Beurteilung

| | <i>Pseudoflüstern</i> | <i>Servox</i> | <i>Ruktus</i> | <i>Provox[®]</i> | <i>Gesamt</i> |
|---------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 0,00 | 0,00 | 5,36 | 6,00 | 5,76 |
| Minimum | 0,00 | 0,00 | 5,00 | 3,00 | 3,00 |
| Maximum | 0,00 | 0,00 | 7,00 | 8,00 | 8,00 |
| Median | 0,00 | 0,00 | 5,00 | 6,00 | 6,00 |
| Standardabweichung | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 1,41 | 1,21 |

Einen graphischen Überblick über die Ergebnisse bezüglich der Kriterien Sprechgeschwindigkeit und RBH-Beurteilung liefern Abbildung 5.2, Abbildung 5.3 und Abbildung 5.4.

Abbildung 5.3 Sprechgeschwindigkeit und Flüssigkeit der Sprache

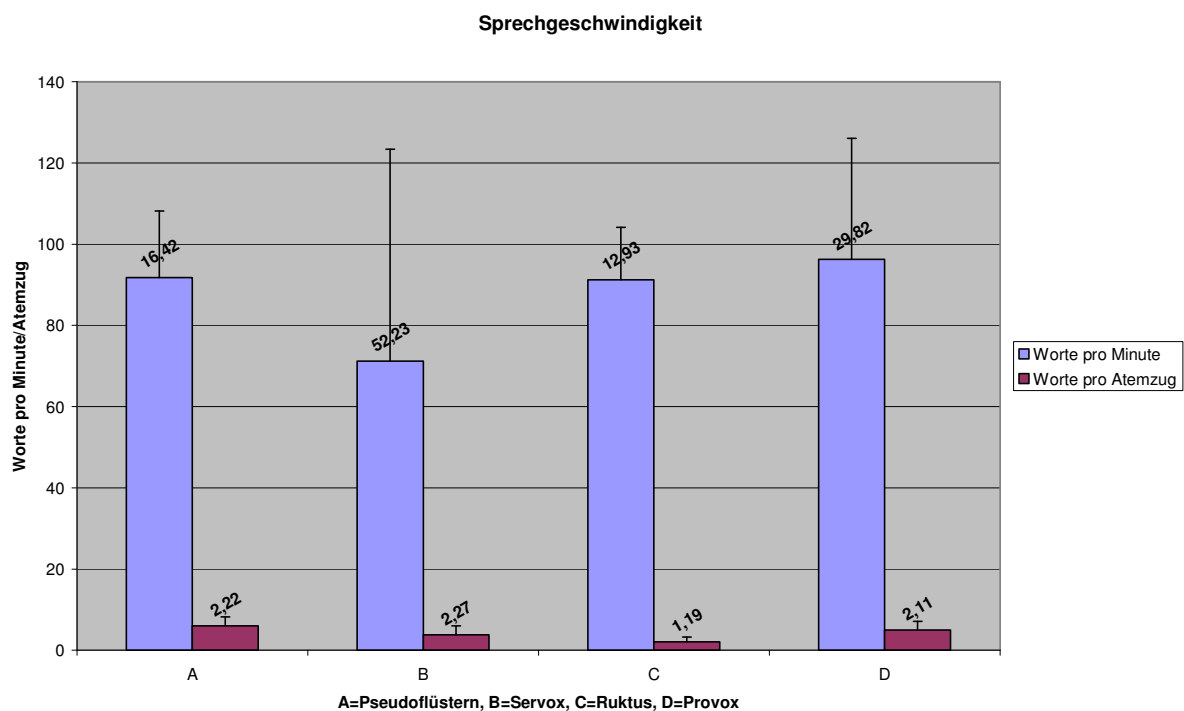
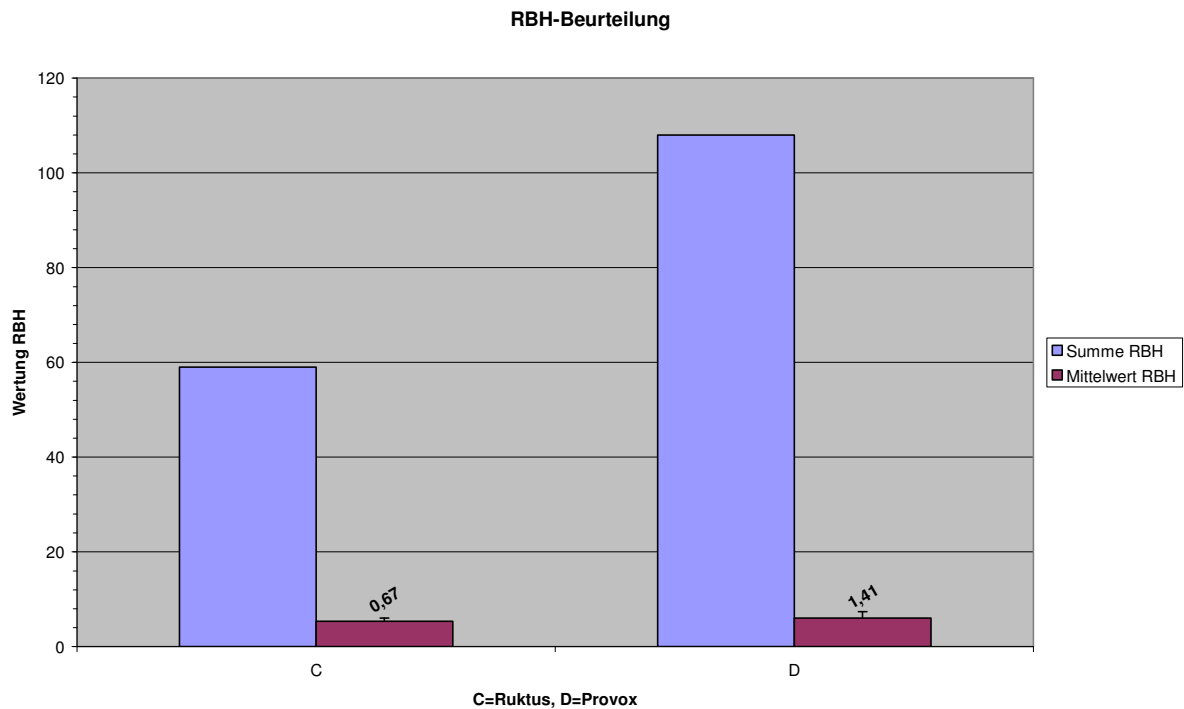


Abbildung 5.4 RBH-Beurteilung Ruktus und Provox®-Gruppe

5.1.3 Auswertung der Stimmfelduntersuchungen

Im Folgenden sollen zunächst die Ergebnisse der Sprechstimmfeld-Untersuchungen aufgeführt werden. Einen tabellarischen Überblick zu diesen Ergebnissen liefern Tabelle 5.6 und Tabelle 5.7. Im Rahmen des Sprechstimmfeldes wurde unter anderem der Umfang der erreichten Lautstärken (von sehr leise bis sehr laut) in dB gemessen. Bei der Phonation der Zahlenreihe (1-10) wurde im Gesamtergebnis aller Patienten ein Mittelwert von 34 dB Lautstärkeumfang erreicht (SD = 6,98). Bei der Phonation der Wochentage betrug der Mittelwert aller Ergebnisse 31,64 dB (SD = 6,63), bei der Phonation der Monatsnamen lag er bei 33,47 (SD = 5,56). Die Patienten, die mit Ruktussprache phonierten, erlangten dabei einen Durchschnittswert in der Zahlenreihe von 31,73 dB (Median SD = 2,90), bei den Wochentagen von 30,27 (SD = 3,77) und bei den Monatsnamen von 31,82 dB (SD = 4,74). In der Provox®-Prothesen-Gruppe zeigte sich ein durchschnittlicher Umfang der Stimmdynamik bei der Phonation der Zahlen von 37,39 dB (SD = 6,90), bei der Phonation der Wochentage von 34,67 dB (SD = 6,30) und bei der Phonation der Monatsnamen von 36,06 dB (SD = 4,82). Die Prothesensprecher wiesen also in allen drei Übungen eine größere dynamische Breite auf als die Ruktussprecher. Eine

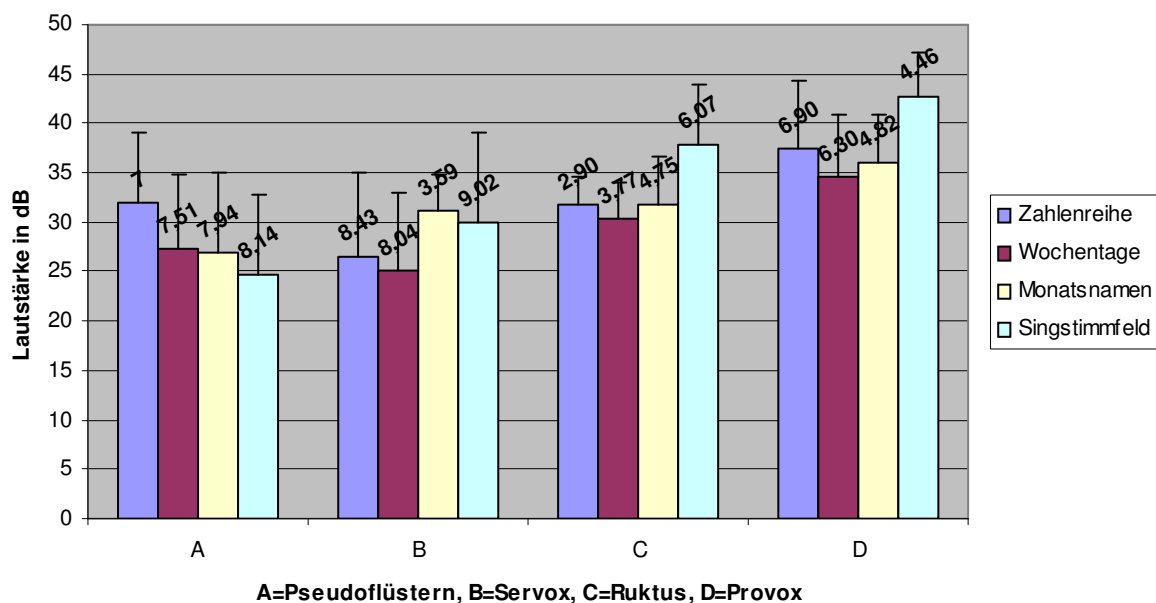
Signifikanz dieses Resultates konnte jedoch nicht nachgewiesen werden (Phonation Zahlen: $t = -2,570$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,016$; Phonation Wochentage: $t = -2,088$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,46$; Phonation Monatsnamen: $t = -2,309$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,29$).

Tabelle 5.6 Stimmdynamik im Sprechstimmfeld

| [dB] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox® | Gesamt |
|----------------------------------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| Mittelwert Phonation 1-10 | 32,00 | 26,50 | 31,73 | 37,39 | 34,00 |
| Minimum 1-10 | 27,00 | 17,00 | 26,00 | 23,00 | 17,00 |
| Maximum 1-10 | 40,00 | 35,00 | 36,00 | 47,00 | 47,00 |
| Median 1-10 | 29,00 | 27,00 | 32,00 | 37,50 | 33,00 |
| SD 1-10 | 7,00 | 8,43 | 2,90 | 6,90 | 6,98 |
| Mittelwert Wochentage | 27,33 | 25,00 | 30,27 | 34,67 | 31,64 |
| Minimum Wochentage | 20,00 | 15,00 | 24,00 | 21,00 | 15,00 |
| Maximum Wochentage | 35,00 | 32,00 | 36,00 | 45,00 | 45,00 |
| Median Wochentage | 27,00 | 26,5,0 | 31,00 | 36,00 | 31,00 |
| SD Wochentage | 7,51 | 8,04 | 3,77 | 6,30 | 6,63 |
| Mittelwert Monatsnamen | 27,00 | 31,25 | 31,82 | 36,06 | 33,47 |
| Minimum Monatsnamen | 21,00 | 26,00 | 25,00 | 27,00 | 21,00 |
| Maximum Monatsnamen | 36,00 | 34,00 | 40,00 | 44,00 | 44,00 |
| Median Monatsnamen | 24,00 | 32,50 | 33,00 | 36,00 | 34,00 |
| SD Monatsnamen | 7,94 | 3,59 | 4,75 | 4,82 | 5,56 |

Abbildung 5.5 Stimmdynamik

Stimmdynamik in dB

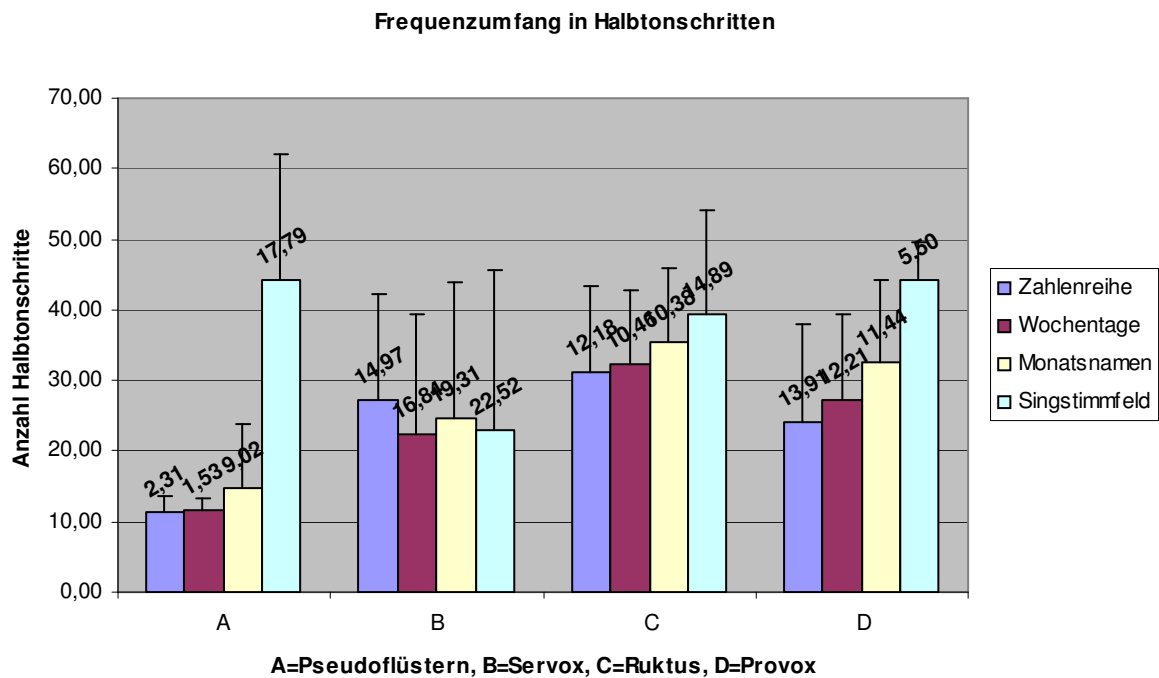


Ebenfalls relevant für die Berechnung der Gesamtscores war die Anzahl der Halbtonschritte, die zu phonieren die Patienten in Sprech- und Singstimmfeld in der Lage waren. Im Sprechstimmfeld ergaben sich dabei insgesamt gesehen folgende Durchschnittswerte: Bei der Phonation der Zahlen 1-10 25,5 Halbtonschritte (SD = 13,57), bei der Phonation der Wochentage 26,94 Halbtonschritte (SD = 12,62) und bei der Phonation der Monatsnamen 31,17 Halbtonschritte (SD = 12,89). In der Gruppe der Ruktussprecher wurden durchschnittlich bei den Zahlen 31,09 Halbtonschritte phoniert (SD = 12,18). Bei den Wochentagen waren es durchschnittlich 32,27 Halbtonschritte (SD = 10,46) und bei den Monatsnamen durchschnittlich 35,55 Halbtonschritte (SD = 10,38). Die Patienten mit Provox®-Prothese konnten im Mittel bei den Zahlen 24,06 Halbtonschritte phonieren (SD = 13,91). Bei den Wochentagen erreichten sie einem Mittelwert von 27,22 Halbtonschritten (SD = 12,21) bei den Monatsnamen 32,67 Halbtonschritten (SD = 11,44). In allen drei Untersuchungen wiesen die Prothesensprecher somit einen tendenziell kleineren Frequenzumfang auf, als die Ruktussprecher. Auch hier war laut T-Test keiner der Unterschiede zwischen den Gruppen als signifikant zu bewerten (Phonation Zahlen: $t = 1,383$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,178$; Phonation Wochentage: $t = 1,139$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,265$; Phonation Monatsnamen: $t = 0,680$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,502$). Einen graphischen Überblick über diese Ergebnisse liefern Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6.

Tabelle 5.7 Frequenzumfang im Sprechstimmfeld

| [Halbtonschritte] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox® | Gesamt |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Mittelwert Phonation 1-10 | 11,33 | 27,25 | 31,09 | 24,06 | 25,50 |
| Minimum 1-10 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 4,00 | 4,00 |
| Maximum 1-10 | 14,00 | 40,00 | 47,00 | 44,00 | 47,00 |
| Median 1-10 | 10,00 | 30,00 | 34,00 | 22,50 | 24,00 |
| SD 1-10 | 2,31 | 14,97 | 12,18 | 13,91 | 13,57 |
| Mittelwert Wochentage | 11,67 | 22,50 | 32,27 | 27,22 | 26,94 |
| Minimum Wochentage | 10,00 | 7,00 | 14,00 | 6,00 | 6,00 |
| Maximum Wochentage | 13,00 | 39,00 | 45,00 | 45,00 | 45,00 |
| Median Wochentage | 12,00 | 22,00 | 37,00 | 29,00 | 30,5,0 |
| SD Wochentage | 1,53 | 16,84 | 10,46 | 12,21 | 12,62 |
| Mittelwert Monatsnamen | 14,67 | 24,75 | 35,55 | 32,67 | 31,17 |
| Minimum Monatsnamen | 6,00 | 6,00 | 17,00 | 12,00 | 6,00 |
| Maximum Monatsnamen | 24,00 | 46,00 | 51,00 | 52,00 | 52,00 |
| Median Monatsnamen | 14,00 | 23,50 | 38,00 | 34,50 | 34,50 |
| SD Monatsnamen | 9,02 | 19,31 | 10,38 | 11,44 | 12,89 |

Abbildung 5.6 Frequenzumfang



Bei der Messung des maximalen Schalldruckpegels (SPL) im Sprechstimmfeld fand sich bei der Phonation der Zahlenreihe ein Gesamtmittelwert von 82,12 dB (SD = 5,28). Bei der Phonation der Wochentage betrug der Mittelwert aller Patienten 80,35 dB (SD = 4,78) bei der Phonation der Monatsnamen 82,26 dB (SD = 5,24). Alle Ergebnisse dieser Untersuchung sind auch detailliert in Tabelle 5.8 dargestellt.

Beim Vergleich von Prothesensprechern und Ruktussprechern fiel auf, dass bei allen drei Phonationsreihen die Provox[®]-Gruppe besser abschnitt als die Ruktus-Gruppe. Die einzelnen erreichten Mittelwerte verteilten sich dabei wie folgt: Bei der Phonation der Zahlen 1-10 erreichten die Ruktussprecher einen Mittelwert von 79,36 dB (SD = 2,69). Bei den Wochentagen betrug das arithmetische Mittel aller Messungen 78,55 dB (SD = 3,63) bei den Monatsnamen 79,55 (SD = 4,48). Die Prothesensprecher erreichten bei den Zahlen einen Durchschnittswert von 86,39 dB (SD = 5,04), bei den Wochentagen 83,94 dB (SD 3,80) und bei den Monatsnamen 85,67 dB (SD = 3,27). Eine Prüfung dieser Ergebnisse auf ihre statistische Signifikanz mittels T-Test zeigte, dass es sich in allen drei Untersuchungen um signifikante Unterschiede zwischen Ruktus- und Prothesensprechern handelte (Phonation 1-10: $t = -4,245$; Freiheitsgrade 27; $p < 0,001$; Phonation Wochentage: $t = -3,782$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,001$; Phonation Monatsnamen: $t = -4,248$; Freiheitsgrade 27; $p < 0,001$).

Tabelle 5.8 Maximaler Schalldruckpegel (SPL) Sprechstimmfeld

| [dB] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert Phonation 1-10 | 78,00 | 78,75 | 79,36 | 86,39 | 82,12 |
| Minimum 1-10 | 73,00 | 75,00 | 75,00 | 79,00 | 73,00 |
| Maximum 1-10 | 86,00 | 81,00 | 84,00 | 96,00 | 96,00 |
| Median 1-10 | 75,00 | 79,50 | 79,00 | 85,50 | 81,00 |
| SD 1-10 | 7,00 | 2,87 | 2,69 | 5,04 | 5,28 |
| Mittelwert Wochentage | 73,67 | 78,75 | 78,55 | 83,94 | 80,35 |
| Minimum Wochentage | 66,00 | 77,00 | 70,00 | 78,00 | 66,00 |
| Maximum Wochentage | 82,00 | 81,00 | 84,00 | 91,00 | 89,00 |
| Median Wochentage | 73,00 | 78,50 | 78,00 | 83,50 | 81,00 |
| SD Wochentage | 8,02 | 1,71 | 3,62 | 3,80 | 4,78 |
| Mittelwert Monatsnamen | 79,00 | 80,75 | 79,55 | 85,67 | 82,26 |
| Minimum Monatsnamen | 67,00 | 76,00 | 71,00 | 79,00 | 67,00 |
| Maximum Monatsnamen | 88,00 | 88,00 | 87,00 | 90,00 | 90,00 |
| Median Monatsnamen | 82,00 | 79,50 | 79,00 | 86,00 | 82,00 |
| SD Monatsnamen | 10,82 | 5,12 | 4,48 | 3,27 | 5,24 |

Bei der Messung des Lautstärke-Umfangs im Singstimmfeld ergaben sich im Gesamtvergleich aller Patienten die folgenden Werte: Bei der Phonation der Zahlen 1-10 wurden im Durchschnitt 38,33 dB erreicht (SD = 8,05). In der Gruppe der Ruktussprecher ergab sich ein Mittelwert von 37,91 dB (SD = 6,07). Die Patienten mit Provox[®]-Prothese erreichten durchschnittlich 42,72 dB (SD = 4,46).

Im T-Test fand sich das folgende Ergebnis: $t = -2,459$; Freiheitsgrade 27, $p = 0,21$. Bei dieser Untersuchung wiesen die Patienten mit Provox[®]-Prothese somit eine tendenziell, jedoch nicht signifikant größere dynamische Breite als die Ruktussprecher auf. Einen Überblick über alle Ergebnisse der Singstimmfeld-Untersuchungen liefern Tabelle 5.9, Tabelle 5.10, Tabelle 5.11 und Tabelle 5.12.

Die graphische Darstellung der Singstimmfeldergebnisse erfolgte zusammen mit den Resultaten der Sprechstimmfelduntersuchungen in Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6.

Tabelle 5.9 Stimmdynamik im Singstimmfeld

| [dB] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert Singstimmfeld | 24,67 | 30,00 | 37,91 | 42,72 | 38,33 |
| Minimum Singstimmfeld | 19,00 | 17,00 | 31,00 | 35,00 | 17,00 |
| Maximum Singstimmfeld | 34,00 | 37,00 | 51,00 | 50,00 | 51,00 |
| Median Singstimmfeld | 21,00 | 33,00 | 36,00 | 42,50 | 39,00 |
| SD Singstimmfeld | 8,14 | 9,02 | 6,07 | 4,46 | 8,05 |

Die Untersuchung der von allen Patienten im Singstimmfeld phonierten Halbtonschritten erbrachte einen Durchschnittswert von 40,36 Halbtonschritten (SD = 13,55). Die Ruktussprecher erreichten einen Mittelwert von 39,27 (SD = 14,89) die Provox[®]-Sprecher einen Mittelwert von 44,22 Halbtonschritten (SD = 5,51). Die durchschnittlich besseren Ergebnisse der Provox[®]-Gruppe stellten sich statistisch gesehen als nicht signifikant heraus ($t = -1,285$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,210$).

Tabelle 5.10 Frequenzumfang im Singstimmfeld

| [Halbtonschritte] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert Singstimmfeld | 44,33 | 23,00 | 39,27 | 44,22 | 40,36 |
| Minimum Singstimmfeld | 24,00 | 0,00 | 5,00 | 33,00 | 0,00 |
| Maximum Singstimmfeld | 57,00 | 49,00 | 52,00 | 52,00 | 57,00 |
| Median Singstimmfeld | 52,00 | 21,50 | 44,00 | 44,50 | 44,00 |
| SD Singstimmfeld | 17,79 | 22,52 | 14,89 | 5,51 | 13,55 |

Die Auswertung der stimmhaften Samples im Singstimmfeld erbrachte in der Gesamtstatistik einen Mittelwert von 60,04% (SD = 12,53). In der Gruppe der Ruktussprecher fand sich dabei ein Durchschnittswert von 51,95% (SD = 9,66). Die Patienten mit Provox[®]-Prothese erreichten mit durchschnittlich 61,53% (SD = 10,19) tendenziell bessere Werte. Auch hier ließ sich jedoch keine Signifikanz nachweisen ($t = -2,503$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,019$).

Tabelle 5.11 Anzahl stimmhafter Samples im Singstimmfeld

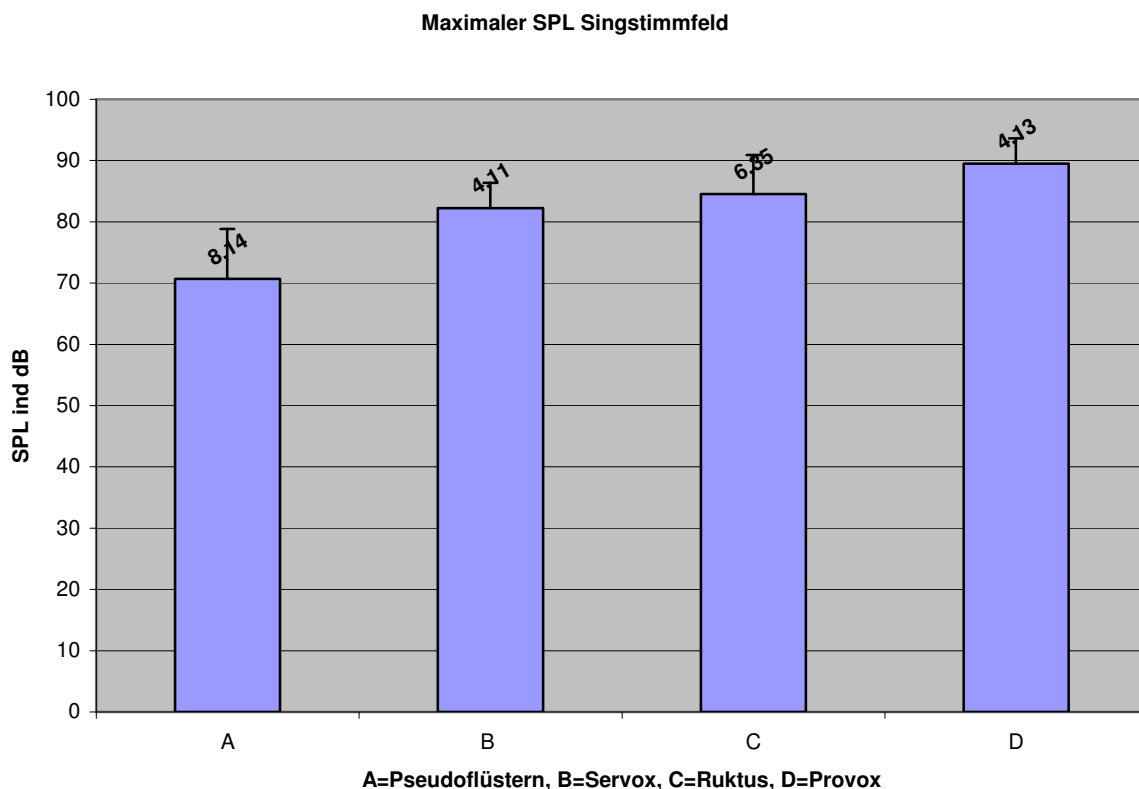
| [%] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|---------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert Samples | 53,10 | 80,73 | 51,95 | 61,53 | 60,04 |
| Minimum Samples | 50,00 | 75,00 | 34,70 | 36,00 | 34,70 |
| Maximum Samples | 58,70 | 90,40 | 71,40 | 83,50 | 90,40 |
| Median Samples | 50,60 | 78,75 | 51,50 | 61,95 | 59,90 |
| SD Singstimmfeld | 4,86 | 6,69 | 9,66 | 10,19 | 12,53 |

Der maximale SPL im Singstimmfeld betrug im Durchschnitt aller Patienten 85,29 dB (SD = 7,42). Dabei erreichten die Patienten mit Provox[®]-Prothese mit im Durchschnitt maximal phonierten 89,50 dB (SD = 4,13) tendenziell, jedoch nicht statistisch signifikant, bessere Werte als die Ruktussprecher mit einem Mittelwert von 84,55 dB (SD = 6,35): $t = -2,555$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,017$.

Tabelle 5.12 Maximaler Schalldruckpegel Singstimmfeld

| [dB] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox® | Gesamt |
|---------------------------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| Mittelwert Phonation 1-10 | 70,67 | 82,25 | 84,55 | 89,50 | 85,29 |
| Minimum 1-10 | 65,00 | 77,00 | 78,00 | 81,00 | 65,00 |
| Maximum 1-10 | 80,00 | 87,00 | 99,00 | 96,00 | 99,00 |
| Median 1-10 | 67,00 | 82,50 | 83,00 | 91,00 | 87,00 |
| SD 1-10 | 8,14 | 4,11 | 6,35 | 4,13 | 7,42 |

Abbildung 5.7 Maximaler Schalldruckpegel Singstimmfeld

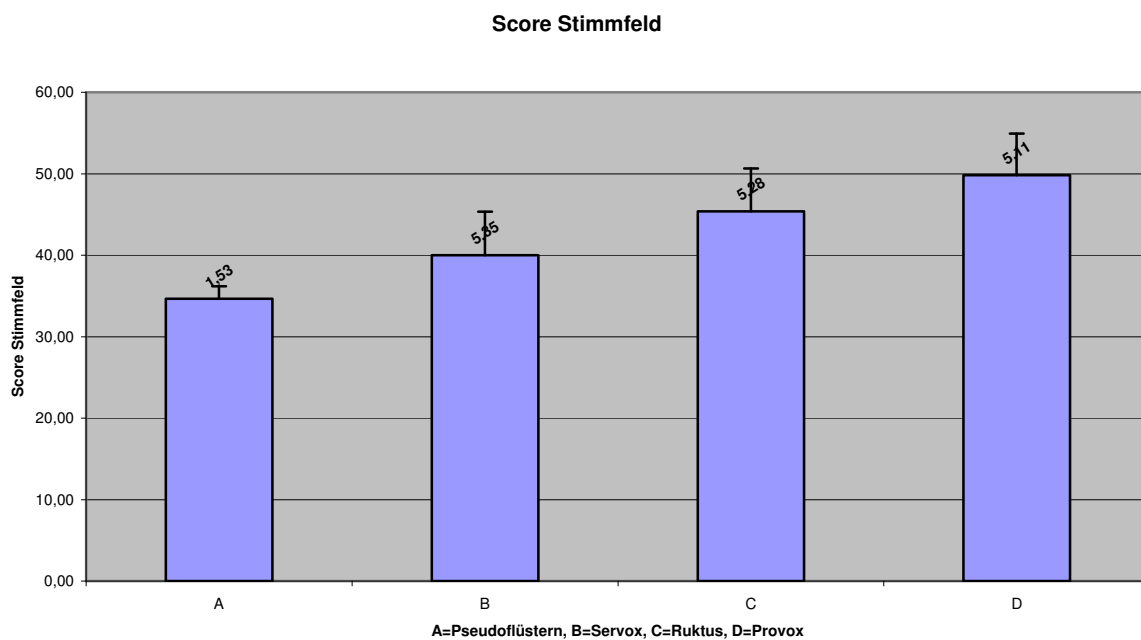


Betrachtete man den Gesamtscore aller Parameter, die in Sing- und Sprechstimmfeld untersucht wurden, so fand sich dabei ein Durchschnittswert von 46,11 Punkten (SD = 6,79). Im Gruppenvergleich schnitten dabei die Ruktussprecher mit einem Mittelwert von 45,36 Punkten (SD = 5,28) durchschnittlich, jedoch nicht signifikant schlechter ab als die Patienten mit Provox®-Prothese mit einem Mittelwert von 49,83 Punkten (SD = 5,11). T-Test: $t = -2,257$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,32$. Eine Übersicht über Gesamtscore der Stimmfelduntersuchung sowie über die Verteilung in den einzelnen Gruppen liefert die Tabelle 5.13. Abbildung 5.8 zeigt die Ergebnisse im Säulendiagramm. Das Zustandekommen des Gesamtscores ist im Kapitel 4.2.1.3. ausführlich beschrieben.

Tabelle 5.13 Gesamtscore Stimmfeld

| [Punkte] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox® | Gesamt |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| Mittelwert | 34,67 | 40,00 | 45,36 | 49,83 | 46,11 |
| Minimum | 33,00 | 34,00 | 36,00 | 42,00 | 33,00 |
| Maximum | 36,00 | 45,00 | 52,00 | 59,00 | 59,00 |
| Median | 35,00 | 40,50 | 46,00 | 49,50 | 46,50 |
| SD | 1,53 | 5,35 | 5,28 | 5,11 | 6,79 |

Abbildung 5.8 Score Stimmfeld

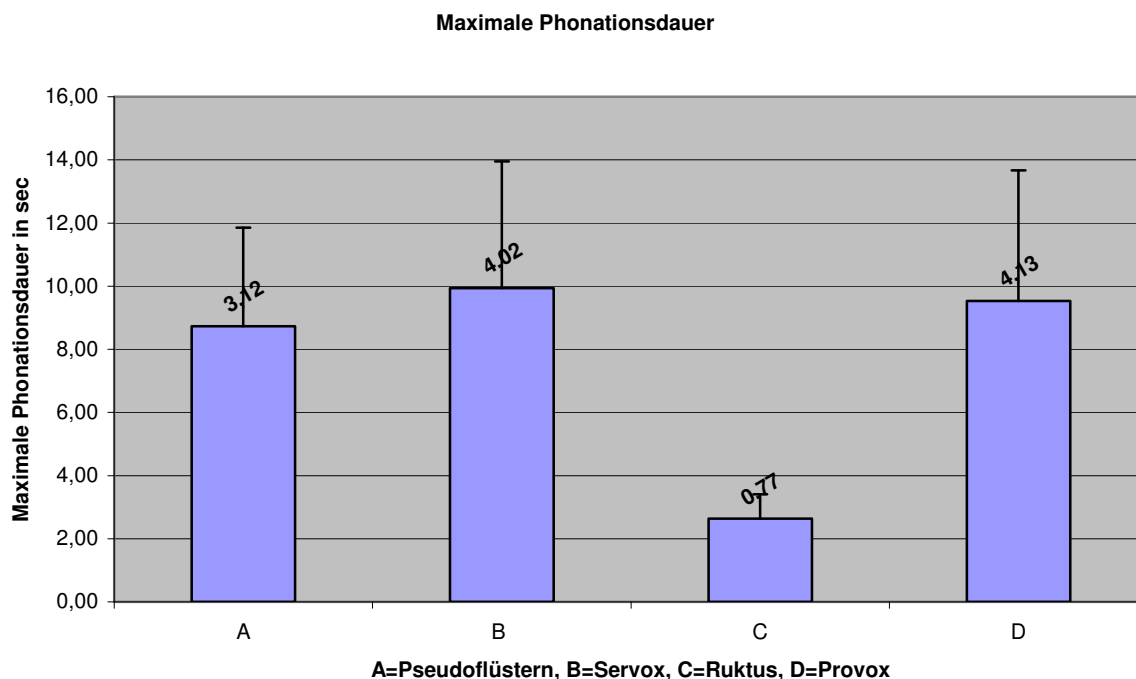


Insgesamt fand sich bei der Betrachtung aller Patienten eine durchschnittliche maximale Phonationsdauer von 7,49 Sekunden (SD = 4,64). In der Gruppe der Ruktussprecher fand sich eine mittlere maximale Phonationsdauer von 2,64 Sekunden (SD = 0,77). Die Patienten mit Provox®-Prothese erreichten bei einer durchschnittlichen maximalen Phonationsdauer von 9,53 Sekunden (SD = 4,13) signifikant bessere Resultate ($t = -5,438$; Freiheitsgrade 27; $p < 0,001$). Eine Aufstellung der beschriebenen Ergebnisse liefern Tabelle 5.14 und Abbildung 5.9.

Tabelle 5.14 Maximale Phonationsdauer

| [s] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox® | Gesamt |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| Mittelwert | 8,73 | 9,93 | 2,64 | 9,53 | 7,49 |
| Minimum | 6,73 | 4,00 | 2,00 | 3,67 | 2,00 |
| Maximum | 12,33 | 12,73 | 4,00 | 20,93 | 20,93 |
| Median | 7,13 | 11,50 | 2,67 | 8,82 | 6,93 |
| SD | 3,12 | 4,02 | 0,77 | 4,13 | 4,64 |

Abbildung 5.9 Maximale Phonationsdauer

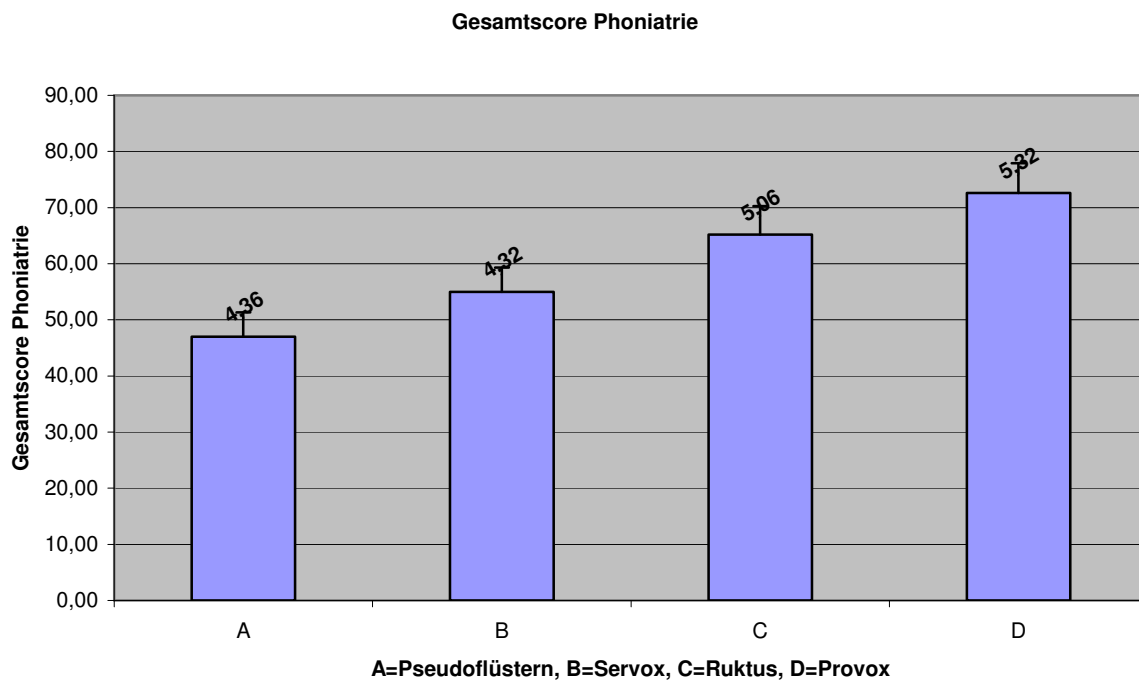


In den Gesamtscore der Phoniatrie, dessen Zustandekommen im Kapitel 4.2.1.3 beschrieben ist, flossen alle untersuchten stimmlichen Parameter ein. Bei seiner Auswertung zeigte sich im Gesamtergebnis aller Patienten ein Mittelwert von 66,25 Punkten (SD = 9,55). Die Ruktussprecher wiesen dabei einen Mittelwert von 65,18 Punkten auf (SD = 5,06). In der Gruppe der Patienten mit Provox[®]-Prothese wurden durchschnittlich 72,61 Punkte erreicht (SD = 5,32). Somit erreichten die Prothesensprecher in der Summe aller phoniatischen Untersuchungen durchschnittlich bessere Resultate als die Ruktussprecher.

Mittels T-Test wurde nachgewiesen, dass es sich um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen handelt: $t = -3,718$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,001$. Die Auswertung des Gesamtscores aller phoniatischen Untersuchungen ist auch in Tabelle 5.15 sowie in Abbildung 5.10 zusammengestellt.

Tabelle 5.15 Gesamtscore Phoniatrie

| [Punkte] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox [®] | Gesamt |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------------|--------|
| Mittelwert | 47,00 | 55,00 | 65,18 | 72,61 | 66,25 |
| Minimum | 42,00 | 51,00 | 56,00 | 63,00 | 42,00 |
| Maximum | 50,00 | 61,00 | 72,00 | 79,00 | 79,00 |
| Median | 49,00 | 54,00 | 65,00 | 73,51 | 67,50 |
| SD | 4,36 | 4,32 | 5,06 | 5,32 | 9,55 |

Abbildung 5.10 Gesamtscore Phoniatrie

5.2 Ergebnisse Fragebogen

In unserer modifizierten Version des englischsprachigen Fragebogens EORTC QLQ-C30 zur Beurteilung der Lebensqualität betrug die maximal erreichbare Punktzahl, die somit einer maximalen Unzufriedenheit mit der Lebenssituation entspräche, 250 Punkte. Minimal erreichbarer Punktwert waren 66 Punkte. In der Gesamtauswertung aller 36 Fragebögen fanden sich folgende Ergebnisse (s. auch Tabelle 5.16):

- Arithmetisches Mittel: 116,66
- Minimum: 84
- Maximum: 166
- Median: 116
- SD: 23,09

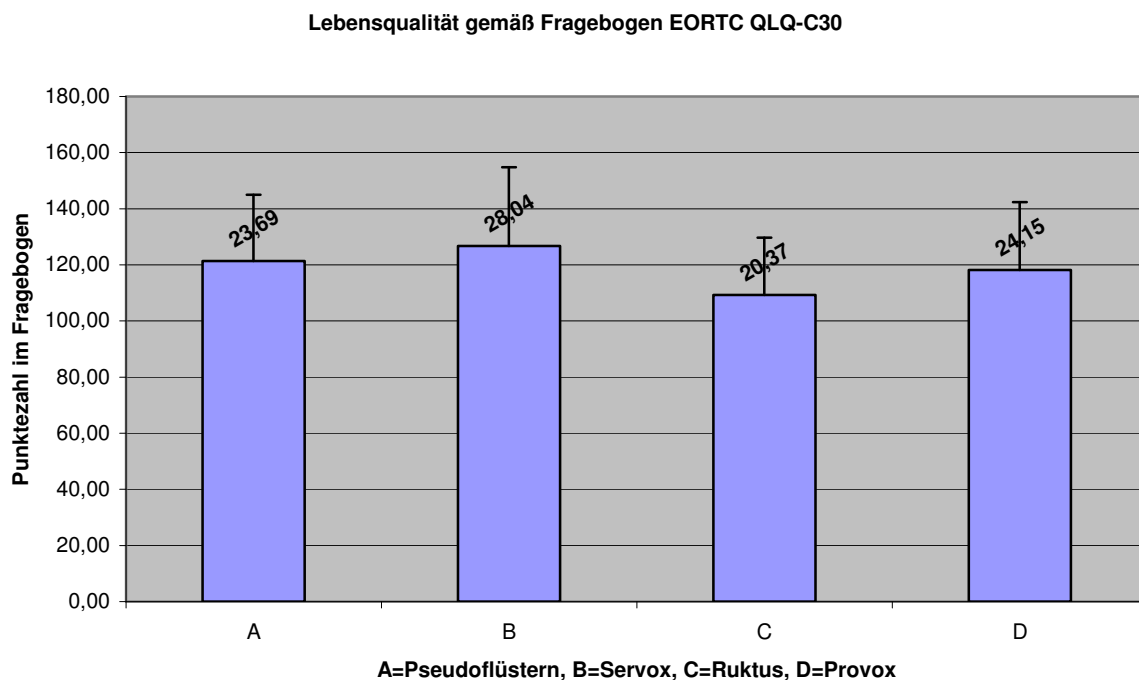
In der Gruppe der Patienten mit Pseudoflüsterstimme betrug der Mittelwert 121,33 Punkte (SD = 23,69), bei den Patienten mit Elektrolarynx 126,75 Punkte (SD = 28,04) und in der Gruppe der Ruktussprecher 109,27 Punkte (SD = 20,37). Der Mittelwert der erreichten Punkte in der Gruppe der Patienten mit Provox[®]-Prothese betrug 118,17 (SD = 24,15). Somit stufen die Prothesensprecher ihre aktuelle

Lebensqualität tendenziell schlechter ein als die Ruktus-Gruppe. Eine Signifikanz dieses Ergebnisses konnte jedoch mittels T-Test nicht nachgewiesen werden: $t = -1,018$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,318$. Hierzu liefern Tabelle 5.16 und Abbildung 5.11 einen Überblick.

Tabelle 5.16 Auswertung Fragebogen zur Lebensqualität

| | <i>Pseudoflüstern</i> | <i>Servox</i> | <i>Ruktus</i> | <i>Provox[®]</i> | <i>Gesamt</i> |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 121,33 | 126,75 | 109,27 | 118,17 | 116,66 |
| Minimum | 94,00 | 90,00 | 87,00 | 84,00 | 84,00 |
| Maximum | 136,00 | 157,00 | 144,00 | 166,00 | 166,00 |
| Median | 134,00 | 130,00 | 97,00 | 116,00 | 116,00 |
| SD | 23,69 | 28,04 | 20,37 | 24,15 | 23,09 |

Abbildung 5.11 Lebensqualität gemäß Fragebogen EORTC QLQ-C30



Um einschätzen zu können, wie die Patienten ihre aktuelle Kommunikationsfähigkeit mit dem erlernten Ersatzstimmechanismus bewerten, wurden Frage 53 und 54 aus dem oben beschriebenen Fragebogen näher analysiert. Frage 53 behandelte dabei das Thema, ob der Proband aktuell Hemmungen in der Kommunikation mit anderen Menschen hat. In Frage 54 sollte der Patient beantworten, ob er Hemmungen habe zu telefonieren. Bei Frage 53 ergaben die angekreuzten Werte der Ruktus-Sprecher eine durchschnittliche Punktzahl von 1,09 (SD = 0,54). Bei den Provox[®]-Sprechern

betrug der Mittelwert der Frage 53 1,50 Punkte (SD = 0,86). Bei Frage 54 fand sich ein Mittelwert der Ruktus-Gruppe von 1,45 Punkten (SD = 0,69) bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese von 1,94 Punkten (SD = 1,21). Somit schätzten in beiden Fragen die Prothesensprecher ihre aktuelle Kommunikationsfähigkeit tendenziell schlechter ein, als die Ruktussprecher. Auch hier konnte jedoch keine Signifikanz belegt werden (Frage 53: $t = -1,415$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,169$. Frage 54: $t = -1,221$; Freiheitsgrade 27; $p = 0,233$).

Abbildung 5.12 Hemmungen in der täglichen Kommunikation Ruktus- und Provox[®]-Gruppe

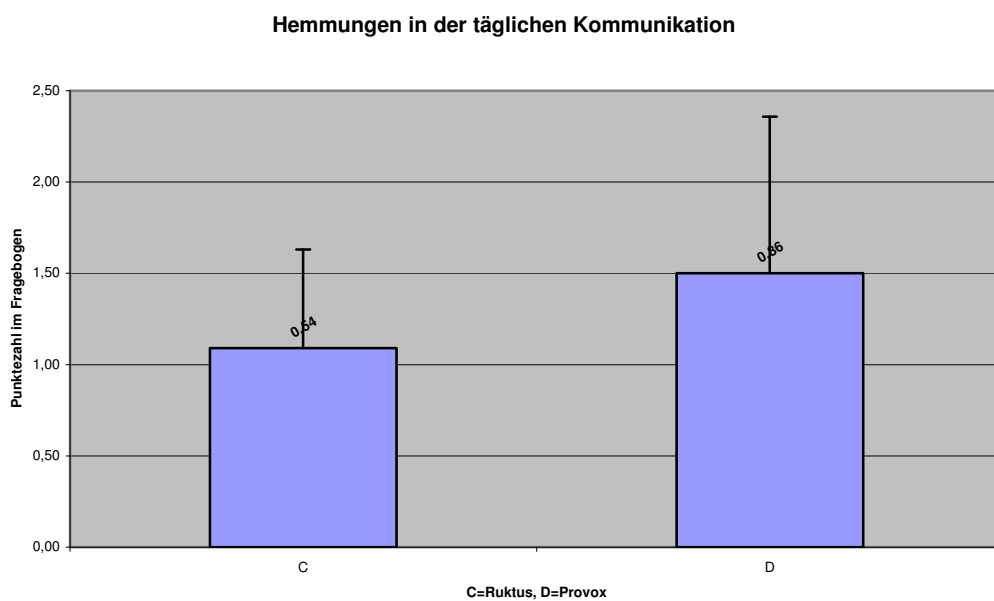
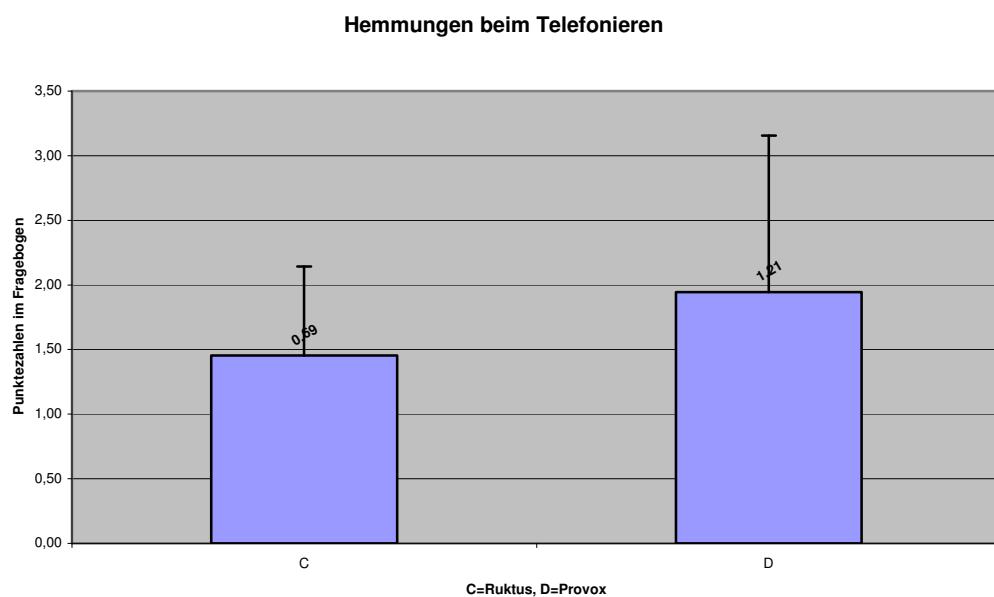


Abbildung 5.13 Hemmungen beim Telefonieren Ruktus- und Provox[®]-Gruppe



5.3 Ergebnisse der radiologischen Untersuchungen

Bei der Auswertung der Ergebnisse der radiologischen Untersuchungen konnten insgesamt 4 Patienten nicht berücksichtigt werden: 3 von ihnen waren im Rahmen der Laryngektomie ausgedehnt reseziert und anschließend mit einem Jejunumtransplantat versorgt worden, so dass die verbleibende Hypopharynxregion für eine Auswertung der hypopharyngealen Parameter zu kurz war. Die Aufnahmen eines weiteren Patienten waren unabsichtlich überspielt worden, so dass auch diese Ergebnisse nicht in die Statistik der radiologischen Untersuchungen eingingen. Die folgenden Auswertungen umfassen somit die Ergebnisse von 32 Patienten. (Ein Patient, der ebenfalls ein Jejunuminterponat erhalten hatte, wies einen ausreichend langen Hypopharynxrest auf, so dass eine Beurteilung nach den bekannten Kriterien erfolgen und er in die Gruppe der betrachteten Patienten mit aufgenommen wurde.)

Zunächst wurden die Parameter Pharynxperistaltikzeit und Pharynxpassagezeit ausgewertet, die jeweils in s/25 gemessen wurden. Eine Zusammenfassung der hier gefundenen Ergebnisse wird in Tabelle 5.17 und Tabelle 5.18 dargestellt. Die Messung der Pharynxperistaltikzeit erbrachte ein arithmetisches Mittel aller 32 Resultate von 24,84 s/25 (SD = 12,25). Die Ruktussprecher benötigten durchschnittlich 24 s/25 für den Ablauf einer peristaltischen Welle (SD = 6,82) die Patienten mit Provox[®]-Prothese 26,06 s/25 (SD = 15,13). Im Durchschnitt brauchten somit die Prothesensprecher geringfügig länger um eine peristaltische Welle ablaufen zu lassen. Dieser geringfügige Unterschied ist jedoch laut T-Test-Analyse als nicht signifikant zu bewerten: $t = -0,404$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,334$.

Tabelle 5.17 Pharynxperistaltikzeit

| [s/25] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 15,00 | 31,00 | 24,00 | 26,06 | 24,84 |
| Minimum | 11,00 | 21,00 | 7,00 | 10,00 | 7,00 |
| Maximum | 21,00 | 45,00 | 30,00 | 70,00 | 70,00 |
| Median | 13,00 | 27,00 | 27,00 | 25,50 | 25,00 |
| SD | 5,29 | 12,49 | 6,82 | 15,13 | 12,25 |

Die mittlere Pharynxpassagezeit betrug im Durchschnitt aller 32 Patienten 34,72 s/25 (SD = 11,35). Dabei fand sich bei den Ruktussprechern ein arithmetisches Mittel von 35,10 (SD = 13,56) bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese von 36,06 s/25 (SD =

11,01). Der T-Test zeigte, dass dieser Unterschied als nicht signifikant zu bewerten ist: $t = -0,199$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,844$.

Tabelle 5.18 Pharynxpassagezeit

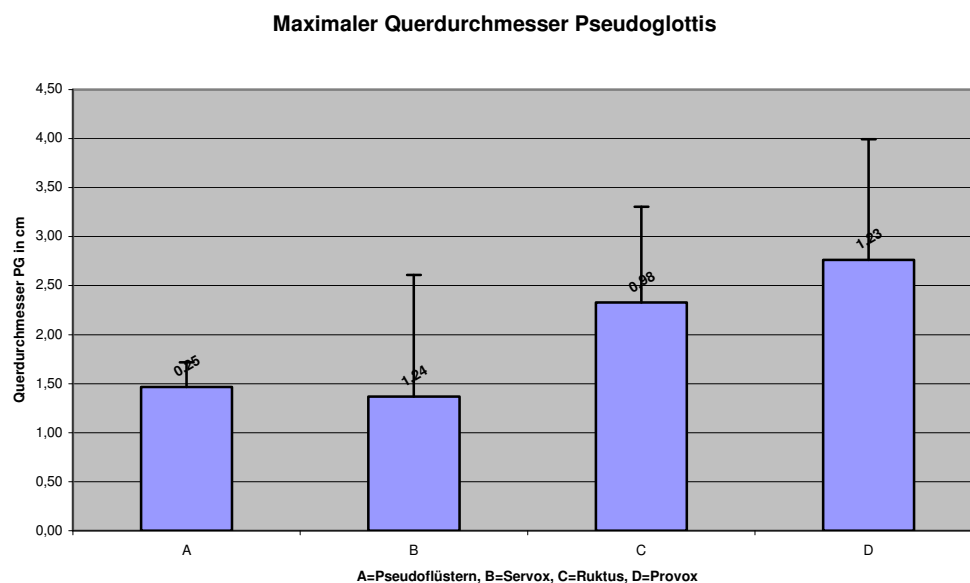
| [s/25] | <i>Pseudoflüstern</i> | <i>Servox</i> | <i>Ruktus</i> | <i>Provox®</i> | <i>Gesamt</i> |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Mittelwert | 26,00 | 35,00 | 35,10 | 36,06 | 34,72 |
| Minimum | 21,00 | 25,00 | 9,00 | 10,00 | 9,00 |
| Maximum | 34,00 | 43,00 | 55,00 | 56,00 | 56,00 |
| Median | 23,00 | 38,50 | 36,50 | 33,00 | 34,50 |
| SD | 7,00 | 9,17 | 13,56 | 11,01 | 11,35 |

Bei der Betrachtung des maximalen Querdurchmessers der Pseudoglottis aller Patienten, fand man ein arithmetisches Mittel von 2,38 cm (SD = 1,17). Dabei ließ sich bei den Ruktussprechern ein durchschnittlicher Querdurchmesser von 2,33 cm (SD = 0,98), bei den Patienten mit Provox®-Prothese von 2,76 cm (SD = 1,23) messen. Der T-Test ergab jedoch keine Signifikanz: $t = -0,940$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,357$. Einen detaillierten Überblick über diese Ergebnisse liefert die Tabelle 5.19.

Tabelle 5.19 Maximaler Querdurchmesser Pseudoglottis

| [cm] | <i>Pseudoflüstern</i> | <i>Servox</i> | <i>Ruktus</i> | <i>Provox®</i> | <i>Gesamt</i> |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Mittelwert | 1,47 | 1,37 | 2,33 | 2,76 | 2,38 |
| Minimum | 1,20 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | 0,60 |
| Maximum | 1,70 | 2,80 | 4,00 | 6,00 | 6,00 |
| Median | 1,50 | 1,10 | 2,55 | 2,50 | 2,35 |
| SD | 0,25 | 1,24 | 0,98 | 1,23 | 1,17 |

Abbildung 5.14 Maximaler Querdurchmesser Pseudoglottis

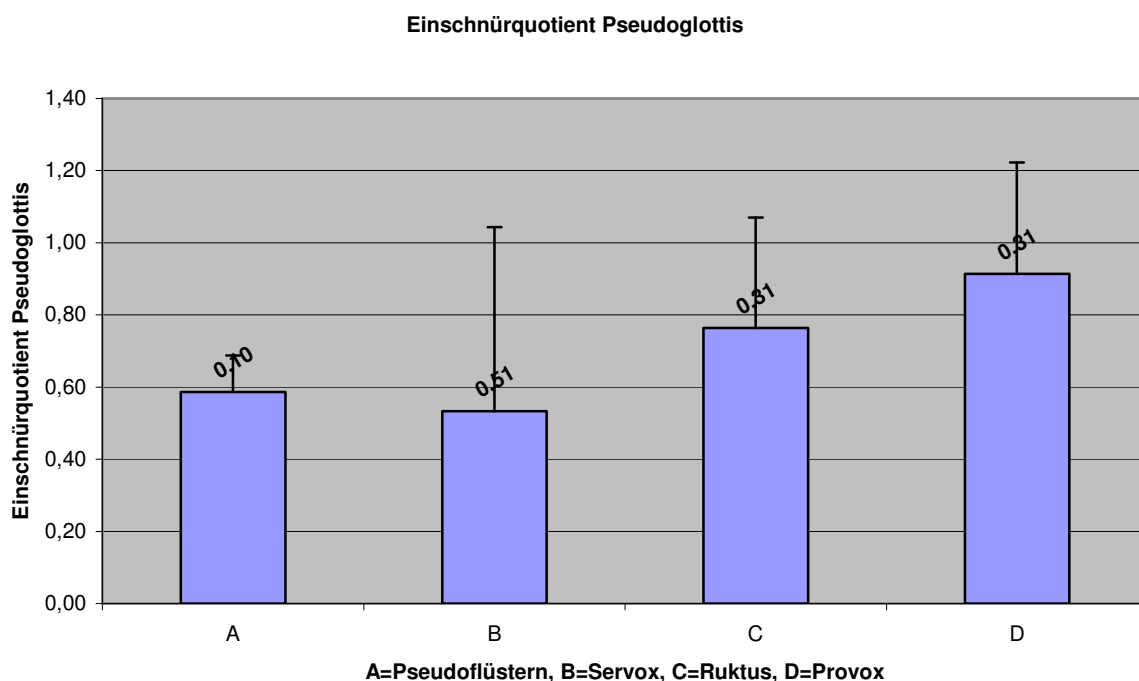


Der Einschnürquotient der Pseudoglottis wurde aus deren maximalem Querdurchmesser in cm und dem Durchmesser von HWK 3 gebildet. Dabei fand sich unter Berücksichtigung aller Ergebnisse ein Gesamtdurchschnittswert von 0,80 (SD = 0,33). In der Gruppe der Ruktussprecher betrug der Einschnürquotient im Mittel 0,76 (SD = 0,31) und bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese 0,91 (SD = 0,31). Somit fand sich hier bei der Gruppe der Prothesensprecher im Mittel ein stärkerer Einschnürmechanismus als bei den Ruktussprechern. Auch hier ließ sich keine Signifikanz belegen: $t = -1,208$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,239$. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Untersuchung liefert die Tabelle 5.20.

Tabelle 5.20 Einschnürquotient Pseudoglottis

| | <i>Pseudoflüstern</i> | <i>Servox</i> | <i>Ruktus</i> | <i>Provox[®]</i> | <i>Gesamt</i> |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 0,59 | 0,53 | 0,76 | 0,91 | 0,80 |
| Minimum | 0,48 | 0,20 | 0,33 | 0,37 | 0,20 |
| Maximum | 0,68 | 1,12 | 1,20 | 1,50 | 1,50 |
| Median | 0,60 | 0,28 | 0,73 | 0,88 | 0,77 |
| SD | 0,10 | 0,51 | 0,31 | 0,31 | 0,33 |

Abbildung 5.15 Einschnürquotient Pseudoglottis



Die Länge der Pseudoglottis betrug in der Gesamtstatistik durchschnittlich 3,15 cm (SD = 1,71). In der Gruppe der Ruktussprecher fand sich ein arithmetisches Mittel von 2,55 cm (SD = 1,48). Die Gruppe der Patienten mit Provox[®]-Prothese wies mit einem Durchschnittswert von 3,50 cm (SD = 1,83) tendenziell längere Pseudoglottis-Segmente auf, die sich jedoch als statistisch nicht signifikant herausstellten: $t = -1,378$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,181$. Tabelle 5.21 liefert eine Zusammenfassung der Ergebnisse aller untersuchten Patienten.

Tabelle 5.21 Länge Pseudoglottis

| [cm] | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 3,07 | 3,40 | 2,55 | 3,50 | 3,15 |
| Minimum | 0,20 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 0,20 |
| Maximum | 5,50 | 4,00 | 6,00 | 7,00 | 7,00 |
| Median | 3,50 | 3,20 | 2,25 | 2,75 | 3,00 |
| SD | 2,68 | 0,53 | 1,48 | 1,83 | 1,71 |

Bei der Ermittlung des durchschnittlichen Quotienten aus Pseudoglottislänge und Querdurchmesser des HWK 6 fand man im Vergleich aller Patienten einen Mittelwert von 0,42 (SD = 0,26). Bei den Ruktussprechern betrug das arithmetische Mittel des Quotienten aus Pseudoglottislänge und Querdurchmesser HWK 6 0,33 (SD = 0,19). Bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese fand sich ein tendenziell, jedoch nicht statistisch signifikant höherer Quotient von 0,47 (SD = 0,31): $t = -1,306$; Freiheitsgrade 24; $p = 0,204$. Für eine Zusammenfassung aller Ergebnisse s. Tabelle 5.22.

Tabelle 5.22 Quotient Länge Pseudoglottis/Querdurchmesser HWK 6

| | Pseudoflüstern | Servox | Ruktus | Provox[®] | Gesamt |
|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mittelwert | 0,41 | 0,44 | 0,33 | 0,47 | 0,42 |
| Minimum | 0,10 | 0,38 | 0,12 | 0,12 | 0,10 |
| Maximum | 0,69 | 0,53 | 0,75 | 1,27 | 1,27 |
| Median | 0,44 | 0,40 | 0,28 | 0,38 | 0,35 |
| SD | 0,29 | 0,09 | 0,19 | 0,31 | 0,26 |

Bei insgesamt 6 Patienten wurde die Pseudoglottisform als schlank bewertet. Drei Patienten mit schlanker Pseudoglottis entstammten der Ruktus-Gruppe die anderen drei Patienten der Provox[®]-Gruppe. Die übrigen 26 Patienten wiesen im Schluckversuch eher plumpe Schleimhautreliefs auf.

Ein vorzeitiger Schluss des oberen Ösophagusphinkters fand sich bei insgesamt 4 Patienten. Davon gehörten jeweils 2 Patienten zur Gruppe der Ruktussprecher und 2 zur Gruppe der Patienten mit Provox[®]-Prothese. Die Zeiten, mit denen der vorzeitige Sphinkterschluss stattfand, waren in allen 4 Fällen nahezu gleich (3 x 3 und 1 x 4 s/25). Damit ergab sich bei diesen Patienten eine durchschnittliche Zeit des vorzeitigen Verschlusses von 3,25 s/25.

Bei insgesamt 3 Patienten (1 Elektrolarynxsprecher, 1 Ruktus-Sprecher, 1 Patient mit Prothesenstimme) fiel im Rahmen der Kinematographie eine verzögerte Öffnung des oberen Ösophagusphinkters auf. Die durchschnittliche Verzögerung, mit der der Sphinkterschluss eintrat, betrug dabei 8,33 s/25 (Maximum = 11 s/25, Minimum = 6 s/25).

Eine inkomplette Öffnung des oberen Ösophagusphinkters wurde bei einem Patienten mit Pseudoflüsterstimme, 2 Patienten mit Servox, 5 Ruktussprechern und 6 Prothesensprechern, also insgesamt bei 14 Patienten dokumentiert. Dabei fand sich eine durchschnittliche Lumenobstruktion von 40,31% (SD = 22,40). Im Vergleich der Provox[®]- und der Ruktus-Gruppe fand sich bei letztgenannten eine durchschnittliche Lumenobstruktion von 27,50% (SD = 25,52). Bei den Provox[®]-Sprechern fand sich bei einem Durchschnittswert von 16,67% (SD = 26,37) ein geringfügig niedrigerer Grad der Obstruktion, der jedoch laut T-Test nicht signifikant ist: $t = 1,019$; Freiheitsgrade 23; $p = 0,319$.

Stenosen des cervicalen Ösophagus fielen bei insgesamt 6 Patienten auf. Davon gehörte ein Patient zu den Pseudoflüsterern, einer zur Servox-Gruppe, einer zur Gruppe der Ruktussprecher und 3 zur Gruppe mit Provox[®]-Prothese.

Bei 19 untersuchten Patienten ließen sich Retentionen im unteren Pharynxschlauch feststellen. Dabei handelte es sich um 3 Pseudoflüsterer, 1 Elektrolarynxsprecher, 7 Ruktussprecher und 8 Prothesensprecher.

Stenosen im Bereich des Hypopharynx wiesen je ein Patient der Elektrolarynx-Gruppe und ein Patient der Gruppe mit Provox[®]-Prothese auf.

Eine fehlende Öffnung des oberen Ösophagusphinkters im Rahmen des Schluckaktes wurde bei keinem der untersuchten Patienten beobachtet.

5.4 Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Im Folgenden sind sämtliche signifikanten Zusammenhänge dargestellt. In Klammern hinter den Korrelaten ist nachzulesen, ob das Ergebnis signifikant auf dem Niveau von $\alpha < 0.01$ oder auf dem Niveau $\alpha < 0.05$ ist. Sofern nichts Gegenteiliges aufgeführt ist, handelt es sich um positive Korrelationen. Die Korrelationskoeffizienten, die das Ausmaß der statistischen Zusammenhänge bestimmen, sind in der im Anhang angefügten Korrelationstabelle zu finden (s. Anhang Kap. 11.6).

Bezüglich des Kriteriums Dysphagie zeigten sich die folgenden Zusammenhänge:

- Frage 53 Fragebogen ($\alpha < 0.01$)
- Frage 54 Fragebogen ($\alpha < 0.01$)
- Score Fragebogen ($\alpha < 0.01$)
- Worte pro Minute (negative Korrelation, $\alpha < 0.01$)

Eine ausführliche Beschreibung der Bewertung des subjektiven Kriteriums „Dysphagie“ ist im Abschnitt Patienten und Methoden Kap. 4.2.2 zu finden.

Die Pharynxperistaltikzeit in s/25 zeigte signifikante Beziehungen zu:

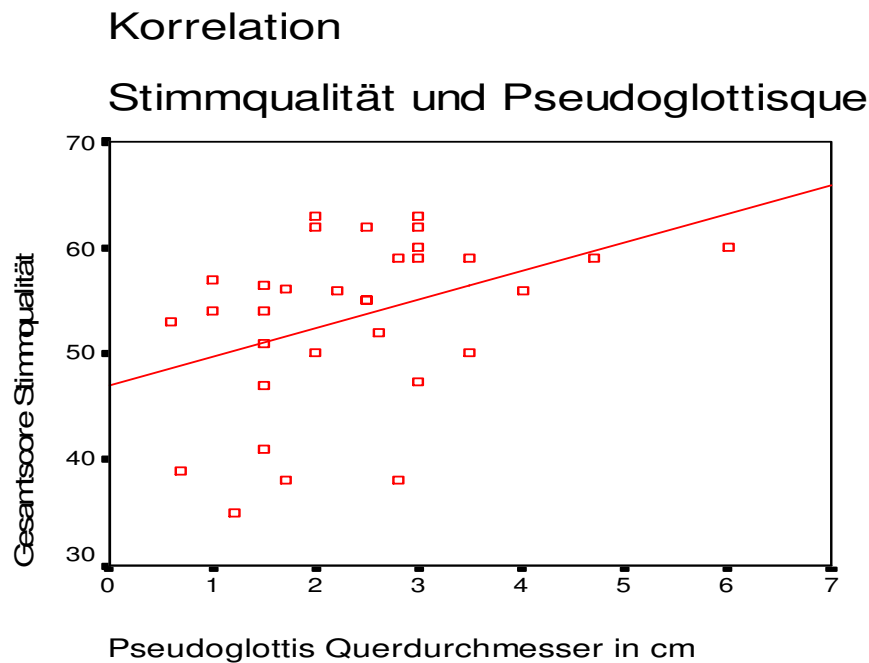
- Lumenobstruktion in % ($\alpha < 0.01$)
- Halbtonschritte bei der Zahlenphonation (negative Korrelation, $\alpha < 0.01$)
- Pseudoglottislänge ($\alpha < 0.05$)
- Quotient Pseudoglottislänge und Querdurchmesser HWK 6 ($\alpha < 0.05$)
- Stimmhafte Samples in Prozent ($\alpha < 0.05$)

Bei der Korrelation des PG-Querdurchmessers in cm mit anderen Daten der Studie fanden sich signifikante Beziehungen zu den Parametern:

- Gesamtscore Stimmqualität ($\alpha < 0.01$)
- Score Stimmfeld ($\alpha < 0.05$)
- Arithmetisches Mittel Behauchtheit ($\alpha < 0.05$)
- Arithmetisches Mittel Heiserkeit ($\alpha < 0.05$)
- Ersatzstimmechanismus ($\alpha < 0.05$)

- Zeit verzögerte Öffnung OÖS ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB bei der Zahlenphonation ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB bei der Phonation der Wochentage ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB im Singstimmfeld ($\alpha < 0.05$)

Abbildung 5.16 Korrelation Stimmqualität und Pseudoglottis-Querdurchmesser



Der Einschnürquotient, gebildet aus Pseudoglottis-Querdurchmesser in cm und Durchmesser HWK 3 in cm, zeigte signifikante Zusammenhänge mit den Parametern:

- Ersatzstimmechanismus ($\alpha < 0.05$)
- Score Stimmfeld ($\alpha < 0.05$)
- Gesamtscore Stimmqualität ($\alpha < 0.05$)
- Zeit verzögerte Öffnung OÖS ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB bei der Zahlenphonation ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB bei der Phonation der Wochentage ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB beim Singstimmfeld ($\alpha < 0.05$)
- Arithmetisches Mittel Behauchtheit ($\alpha < 0.05$)
- Arithmetisches Mittel Heiserkeit ($\alpha < 0.05$)

Bezüglich des Parameters Pseudoglottislänge fand man signifikante Korrelationen mit der Größe:

- Pharynxperistaltikzeit in s/25 ($\alpha < 0.05$)

Der Quotient aus Länge der Pseudoglottis und dem Querdurchmesser des HWK 6 korrelierte signifikant mit

- Pharynxperistaltikzeit ($\alpha < 0.05$)

Die Zeit des vorzeitigen Schlusses des oberen OÖS in s/25 zeigten Zusammenhänge mit:

- T-Stadium (negative Korrelation, $\alpha < 0.01$)
- Score Stimmfeld ($\alpha < 0.05$)

Die Zeit der verzögerten Öffnung des OÖS in s/25 korrelierte mit:

- Pseudoglottis-Querdurchmesser in cm ($\alpha < 0.05$)
- Einschnürquotient Pseudoglottis ($\alpha < 0.05$)

Die Lumenobstruktion des oberen Ösophagus in % korrelierte signifikant mit:

- Pharynxperistaltikzeit in s/25 ($\alpha < 0.01$)

Somit bot, abgesehen von den Kriterien Pseudoglottis-Querdurchmesser, Einschnürquotient der Pseudoglottis und vorzeitigem Schluss OÖS, kein Parameter der kinematographischen Untersuchungen einen signifikanten Zusammenhang mit der Gesamtstimmqualität (Score Stimmfeld oder Gesamtscore Phoniatrie).

Da bei der subjektiven Einteilung der Pseudoglottisform in plumpe oder schlanke Segmente nur 6 Patienten eher schlanke Pseudoglottitiden aufwiesen, wurde hier aufgrund mangelnder statistischer Signifikanz auf die Durchführung von Korrelationen verzichtet.

Bezüglich des Gesamtscores des Fragebogens fanden sich Zusammenhänge mit den folgenden Kriterien:

- Frage 53 des Fragebogens ($\alpha < 0.01$)
- Frage 54 des Fragebogen ($\alpha < 0.01$)
- Dysphagie ($\alpha < 0.01$)
- Anzahl der pro Minute phonierten Worte (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)

Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchungen korrelierte signifikant mit den folgenden Kriterien:

- Anzahl der pro Minute phonierten Worte (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)
- Anzahl der pro Atemzug phonierten Worte (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)

Die Anzahl der Monate nach Laryngektomie zeigte Zusammenhänge mit den folgenden Kriterien:

- Ersatzstimmechanismus (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)
- Score Stimmfeld (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)
- Wortverständnis im PLTT in % ($\alpha < 0.01$)
- Satzverständnis im PLTT in % ($\alpha < 0.05$)
- Dynamische Breite in dB bei der Zahlenphonation (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)
- Maximaler Schalldruckpegel in dB beim Phonieren der Monatsnamen (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)
- Tonumfang in Halbtonschritten im Singstimmfeld (negative Korrelation, $\alpha < 0.05$)

Die Höhe der applizierten Strahlendosis nahm keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter.

In der Zusammenschau aller Ergebnisse ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gesamt-Stimmqualität und den folgenden, in der Literatur als die Stimmqualität beeinflussend angesehenen, Parametern feststellen:

- Alter
- Applizierte Strahlendosis in Gray
- Monate nach Laryngektomie
- Tumorstadium

6 Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war zum einen, anatomische Faktoren zu identifizieren, die nach einer Laryngektomie zu einer möglichst tragfähigen und gut verständlichen Ersatzstimme beitragen können. Die Identifikation solcher Faktoren sollte für die Zukunft als Wegweiser dienen, welche Strukturen im Rahmen der Laryngektomie möglicherweise eher geschont werden sollten, um schon während des operativen Eingriffs optimale Voraussetzungen für die spätere Stimmrehabilitation zu schaffen. Zum zweiten sollten aber auch soziale, psychologische und emotionale Hintergründe der Patienten untersucht werden, um mehr Klarheit darüber zu gewinnen, wodurch die subjektive Zufriedenheit der laryngektomierten Patienten nach der Operation beeinflusst wird. Dabei stellte sich vor allem die Frage, ob es für eine zufrieden stellende Lebensqualität allein ausreichend ist, eine möglichst gute Stimmrehabilitation zu gewährleisten, oder ob die Patienten nicht auch in anderen Aspekten ihres täglichen Lebens mehr Unterstützung benötigen. In der folgenden Diskussion sollen zur Klärung dieser Fragen die von uns gesammelten Daten miteinander, aber auch mit den Daten früher Studien verglichen, korreliert und bewertet werden.

6.1 Phoniatische Untersuchungen

6.1.1 Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)

Bei der ersten Betrachtung der PLTT-Ergebnisse fällt auf, dass in allen 4 Patientengruppen dem Untersucher das Satzverständnis deutlich leichter fiel als das Wortverständnis. Dieses Phänomen ist auch schon in der Literatur vorbeschrieben [7], und wird durch die kognitiven Leistungen des Zuhörenden begründet, der bei Sätzen einzelne, nicht verstandene Worte aus dem Zusammenhang automatisch ergänzt, so dass der Gesamtsatz trotz fehlender Bausteine verstanden wird. Vergleicht man nun die Ergebnisse der einzelnen Ersatzstimmen untereinander, so wird deutlich, dass die Ruktussprecher und die Patienten mit Provox[®]-Prothese sowohl bei der Phonation der Einsilber, als auch bei der Phonation der Sätze vom Untersucher besser zu verstehen sind, als die Patienten mit externem Tongenerator oder Flüsterstimme. Auch dieses Resultat spiegelt die Ergebnisse in der bisherigen Literatur wieder [12; 19]. Daher würde man erwarten, dass, wie in den Vorstudien [1,

12; 7; 19], im direkten Vergleich die Prothesensprecher gegenüber den Ruktussprechern im PLTT wesentlich besser zu verstehen sein müssten. Diese Erwartung wurde jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt: Das Satzverständnis aller Ruktussprecher lag im Durchschnitt bei 98,18%, das der Prothesensprecher bei nur 87,78%. Im Wortverständnis erreichten die Patienten mit Ruktus durchschnittlich 82,73%, die Patienten mit Provox[®]-Prothese nur 71,39%. Diese Unterschiede in den zwei Gruppen sind jedoch laut T-Test-Analyse nicht signifikant. Eine mögliche Erklärung für das Ergebnis mag darin liegen, dass die Laryngektomie der untersuchten Ösophagussprecher bereits länger zurücklag als die der Prothesensprecher (Median Ruktus = 93 Monate, Median Provox[®] = 18 Monate). Daraus resultiert eine deutlich größere Geübtheit der Ruktussprecher im Umgang mit dem Medium Telefon, zumal für einige frisch laryngektomierte Patienten die Koordination von Abdichtung des Tracheostomas und gleichzeitigem Halten des Telefonhörers noch schwierig gewesen sein mag.

Diese Theorie wird auch durch die Korrelationsanalyse gestützt. Hier ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der postoperativen Monate und dem Satz- sowie dem Wortverständnis im PLTT, sprich: Je länger die Operation zurücklag, desto besser verständlich war der Patient für den Untersucher. Dementsprechend scheint es plausibel, dass die Gruppe, in der sich bereits viele länger operierte Patienten befinden, auch im PLTT besser abschneidet. Eine längerfristig angelegte Betreuung der Patienten, möglicherweise durch niedergelassene, heimatnah befindliche Logopäden, könnte also unserer Ansicht nach für die Patienten durch verstärktes Üben unter geschulter Anleitung zur besseren Verständlichkeit beitragen. Dies könnte einen erheblichen Beitrag zu ihrer Wiedereingliederung in den sozialen Alltag und die Überwindung der Krebserkrankung leisten.

6.1.2 Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung

Auch in der Analyse der Sprechgeschwindigkeit und der Sprachflüssigkeit ließen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Ersatzstimmechanismen feststellen. Demnach fiel es den Patienten mit externem Tongenerator offensichtlich am

schwersten, den Text „Der Nordwind und die Sonne“ flüssig vorzulesen. Sie erreichten im Durchschnitt nur 71,17 Worte pro Minute. Dieser relativ niedrige Wert spiegelt nicht die bisherigen Ergebnisse in der Literatur wider. Bei Kischk et al. [19] erreichten die Servox-Sprecher die gleiche Sprechgeschwindigkeit wie die Prothesensprecher und eine höhere Geschwindigkeit als die Ruktus-Gruppe. Bei der Suche nach einer möglichen Erklärung, warum in unserer Studie die Servox-Sprecher so langsam vorlasen, fällt auf, dass im Gesamtkollektiv aller untersuchten Patienten das Alter negativ mit der Sprechgeschwindigkeit korreliert. Der Altersdurchschnitt der Servox-Sprecher liegt jedoch mit 63 Jahren nicht wesentlich über dem Gesamtdurchschnittsalter von 58,74 Jahren. Das Alter allein scheint also als Erklärung für das Phänomen nicht plausibel zu sein. Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und der von Kischk et al. [19] könnte auf die jeweils geringe Anzahl der untersuchten Servox-Sprecher und damit eine mangelnde Signifikanz zurückzuführen sein. Eventuell sind auch Schwierigkeiten in der Koordination von Tastendruck und Beginn der Phonation für das unerwartete Ergebnis verantwortlich zu machen.

Bezüglich der phonierten Worte pro Atemzug konnten die Patienten mit Elektrolarynx und Pseudoflüsterstimme sogar bessere Ergebnis erreichen als die Ruktussprecher, da sie ja zur Phonation nicht auf ein limitiertes Luftreservoir zurückgreifen müssen und so das Sprechen problemlos mit der Ruheatmung koordinieren können. Die Provox[®]-Gruppe phonierte durchschnittlich 96,24 Worte pro Minute und 5 Worte pro Atemzug, während es die Ruktus-Gruppe nur auf 91,23 Worte pro Minute und 2,07 Worte pro Atemzug brachte. Dies ist in dem geringeren Luftreservoir der Ruktus-Sprecher und dem daraus resultierenden gehäuften Nachatmen begründet. Eine Signifikanz lässt sich hierbei nur für den Parameter Worte pro Atemzug nachweisen. Betrachtet man jedoch den Median in beiden Gruppen, so zeichnet sich auch bei der Anzahl der pro Minute phonierten Worte eine Überlegenheit der Prothesenstimmen ab. Im direkten Vergleich der Provox[®]- und der Ruktus-Gruppe bestätigten sich also die Beobachtungen früherer Studien [4; 19, 21; 22], in denen die Prothesenstimme der gesunden Stimme in der Sprachflüssigkeit und Sprachgeschwindigkeit am nächsten kommen.

Bei der Bewertung der Kriterien Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit waren für die Probanden maximal 9 Punkte erreichbar. Dabei war die Zahl der Punkte umso höher, je weniger rau, behaucht und heiser die Stimme klang. Die Provox[®]-Gruppe erreichte dabei einen Durchschnittswert von 6 Punkten; die Ruktus-Gruppe einen Mittelwert von 5,36 Punkten. Somit zeigte sich auch bezüglich des Stimmklanges, dass die Prothesenstimmen zwar nicht signifikant aber zumindest tendenziell weniger rau, heiser und behaucht wirken als die Ruktusstimmen und somit einer normalen Stimme ähnlicher sind. In früheren Studien ließen sich vergleichbare Ergebnisse finden. So stellten zum Beispiel Kischk et al. [19] die Stimmen von Ruktussprechern denen von Patienten mit Stimmprothesen gegenüber und beurteilten sie anhand mehrerer subjektiver Parameter wie zum Beispiel Lockerheit und Verfügbarkeit der Stimme oder Vorhandensein von Stomageräuschen. Auch hier stellte man eindeutig fest, dass die Sprecher mit Stimmprothese besser zu verstehen waren und natürlicher klangen.

6.1.3 Stimmfelduntersuchungen

Betrachtet man in den Stimmfelduntersuchungen zunächst die Stimmdynamik der Patienten, ausgedrückt durch den gemessenen Lautstärkeumfang, zeigt sich, dass in allen drei Phonationsreihen (Zahlen, Monatsnamen und Wochentage) die ösophagealen Stimmbildungsmechanismen dem Pseudoflüstern und dem Elektrolarynx zumindest tendenziell überlegen sind. Bei der Phonation der Wochentage lässt sich dies am deutlichsten an den erreichten Durchschnittswerten der einzelnen Gruppen ablesen (s. Tabelle 5.6 S.37). Auch die Monatsnamen konnten Prothesen- und Ruktussprecher zumindest tendenziell stärker in der Lautstärke variieren. Beim Sprechen der Zahlenreihen zeigte sich zwar die deutliche Überlegenheit der Prothesenstimmen mit einem Mittelwert von 37,39 dB, jedoch erreichten hier die Pseudoflüsterer einen überraschend hohen Durchschnitt von 32 dB.

Damit lagen sie zwar zunächst etwas besser als die Ruktussprecher mit 31,73 dB, jedoch lässt sich diese Ergebnis anhand des Medians relativieren. Hier zeigte sich, dass die Ruktus-Gruppe mit einem Median von 32 dB in ihrer Gesamtheit doch eine größere Variabilität in der Stimmdynamik aufwies als die Gruppe der Pseudoflüsterer mit einem Median von 29 dB. Der zugunsten der Flüsterstimmen ausfallende Durchschnittswert scheint also somit durch einzelne herausstechende Ergebnisse

verfälscht zu sein. Zudem wird die Annahme einer variableren Stimmdynamik der ösophagealen Stimmen auch durch die Resultate des Singstimmfeldes bestärkt. Hier bewiesen sowohl die Ruktussprecher als auch die Prothesensprecher eine deutlich größere Variabilität der Lautstärke als die Elektrolarynx- und die Pseudoflüster-Gruppe. Auch hier wird also die bereits zuvor postulierte Überlegenheit der ösophagealen Stimmen gegenüber Elektrolarynx und Flüsterstimme bestätigt gefunden. In der Literatur sind bislang keine Studien zu finden, die Ergebnisse von Servox-Sprechern oder Patienten mit Pseudoflüsterstimme bei der Analyse der Stimmdynamik einbeziehen, so dass eine Bewertung unserer Ergebnisse in diesem Kontext nicht möglich ist.

Im direkten Vergleich der beiden im Ösophagus generierten Ersatzstimmechanismen finden sich bezüglich der Stimmdynamik in der Literatur unterschiedliche Ergebnisse. So ergab die Studie von Kischk et al. keinen wesentlichen Unterschied zwischen Ruktus- und Prothesensprechern. Es ließ sich nur feststellen, dass die Prothesensprecher im Durchschnitt lauter phonierten als die Ruktussprecher [19]. Bei Hagen et al. und Max et al. hingegen fand sich eine zwar nicht signifikante, jedoch eindeutig größere Dynamikbreite der Prothesenstimmen [12; 21]. Diese Resultate spiegeln auch unsere Erfahrungen wider. In allen drei Phonationsreihen sowie auch im Singstimmfeld erreichten die Patienten mit Provox[®]-Prothese eine tendenziell umfangreichere intraindividuelle Dynamik als die Ruktussprecher. Jedoch konnte aufgrund der großen Streubreite und der kleinen Patientenzahlen keine Signifikanz dieses Ergebnisses nachgewiesen werden.

Bezüglich des Frequenzumfangs, der mittels Anzahl der phonierten Halbtonschritte gemessen wurde, zeigte sich, dass die Pseudoflüsterstimmen das geringste Frequenzspektrum umfassten, da ihnen weder ein externer Frequenzgeber noch die Schleimhaut als Tongenerator zur Verfügung stehen. So umfassten ihre Stimmen bei den drei Untersuchungsreihen des Sprechstimmfeldes nicht einmal die Hälfte des von den Prothesenstimmen erreichten Frequenzumfangs. Bei den Servox-Sprechern fällt in allen drei Phonationsreihen die hohe Standardabweichung auf. Dies weist auf einen erheblichen interindividuellen Unterschied zwischen den vier Probanden hin. Bisherige Untersuchungen belegten bereits, dass eine Beurteilung der Servoxstimmen bezüglich der Melodik nahezu unmöglich ist, da die meisten

Patienten nicht in der Lage waren die sog. Melodietaste des Elektrolarynx, mit der eine geringgradige Modulation der Grundfrequenz bewirkt wird, sinnvoll einzusetzen [19]. Bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese wurde in allen drei Phonationsreihen des Sprechstimmfeldes ein kleinerer Frequenzumfang gemessen als bei den Ruktussprechern. Dieser Unterschied zwischen den Gruppen ist zwar laut T-Test als nicht signifikant zu bewerten, aber auch der Median zeigt, dass im Gruppenvergleich die Ruktussprecher deutlich besser abschnitten. Diese Messungen entsprechen nicht den Erwartungen, denn aufgrund der bisherigen Studien ging man immer von einer Überlegenheit der Prothesenstimmen aus. Somit hätte man eine deutlich größere Frequenzbreite in der Provox[®]-Gruppe erwartet. So wiesen auch zum Beispiel bei Max et al. [21], der die Stimmen im Singstimmfeld untersuchte, die Prothesenstimmen einen zwar nicht signifikanten jedoch deutlich größeren Frequenzumfang auf. Und auch unsere Messungen aus dem Singstimmfeld relativieren die Ergebnisse des Sprechstimmfeldes. Denn hier erreichte die Provox[®]-Gruppe zwar kein signifikant besseres Ergebnis, aber immerhin durchschnittlich 44,22, während es die Ruktus-Gruppe nur auf durchschnittlich 37,91 Halbtonschritte brachte. Scheinbar besitzen die Prothesensprecher also zwar ein größeres Potenzial, ihre Stimmfrequenz zu modulieren (s. Singstimmfeld), nutzen diese jedoch nicht während des natürlichen Sprechens (s. Sprechstimmfeld).

Das fällt auch in der Studie von Kischk et al. [19] auf. Hier wurde die Frequenzbreite der Stimmen während des Vorlesens eines Textes untersucht. Es wurde also eine Art Sprechstimmfelduntersuchung durchgeführt. Und auch hier zeigten die Prothesensprecher keine wesentlich größere Frequenzbreite als die Ruktussprecher. Sie hatten zwar einen im Durchschnitt 0,8 Halbtonschritte größeren Frequenzbereich, und dies wurde vom Autor auch als Überlegenheit der Prothesensprecher gegenüber den Ruktussprechern gewertet, jedoch wurde dies Ergebnis nicht auf seine Signifikanz hin geprüft. Und bei einer Differenz von nur 0,8 Halbtonschritten ist auch zweifelhaft, ob es sich um einen statistisch relevanten Unterschied handelt. Möglicherweise ist einfach während der normalen Phonation und Kommunikation kein größerer Frequenzbereich vonnöten, um eine ausreichende Stimmdynamik und Sprechmelodie zu erzeugen.

Die Patienten mit Elektrolarynx wiesen im Singstimmfeld erwartungsgemäß einen deutlich kleineren Frequenzumfang auf als die Provox[®]- und die Ruktus-Gruppe. Zwei der drei Pseudoflüsterer jedoch zeigten eine unerwartet hohe Modulationsfähigkeit ihrer Stimme. Ein Patient erreichte eine Frequenzbreite von 57, der andere eine Breite von 52 Halbtonschritten. Diese Ergebnisse sind nur schwer zu erklären, zumal sie sich bei beiden Patienten nicht im Sprechstimmfeld widerspiegeln. Hier erreichte der eine Patient nur zwischen 10 und 14, der andere Patient zwischen 10 und 24 Halbtonschritten. Unserer Meinung nach ist die wahrscheinlichste Erklärung für dieses Phänomen, dass bei beiden Patienten Störgeräusche zu einer falschen Messung und damit zu diesen ungewöhnlichen Ergebnissen geführt haben.

Ein wichtiger Parameter zur Messung der Stimmqualität ist der maximale Schalldruckpegel (SPL). Dieser wurde in der vorliegenden Studie mittels Phonation der bekannten drei Reihen (Zahlen, Wochentage und Monate) sowie im Singstimmfeld gemessen. Hierbei schnitten die Pseudoflüsterer schlechter ab, als die übrigen Ersatzstimmechismen. Besonders deutlich wird dies bei der Phonation der Wochentage und im Singstimmfeld, welches die höchsten Anforderungen an die Stimme stellt. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Servox- und der Ruktus-Gruppe ließ sich nicht feststellen. Bei allen Phonationsversuchen erreichten diese zwei Gruppe sehr ähnliche Durchschnittswerte. Beim Vergleich zwischen Ruktus- und Provox[®]-Gruppe hingegen zeigte sich, dass die Patienten mit Stimmprothese in allen Untersuchungsreihen des Sprechstimmfeldes signifikant höhere maximale SPL erreichen konnten. Auch im Singstimmfeld ließ sich eine durchschnittlich lautere Phonation der Prothesensprecher erkennen, jedoch ist dieses Ergebnis statistisch nicht signifikant. Ähnliche Ergebnisse wurden in unterschiedlicher Ausprägung in früheren Studien beschrieben. So erreichten in der Studie von Max et al. die Prothesensprecher signifikant höhere SPL als die Ruktussprecher [21]. Bei Hagen et al. [12] sowie Daniilidis et al. [4] wurden die Ergebnisse zwar nicht hinsichtlich ihrer Signifikanz geprüft, jedoch war in beiden Studien bei den Prothesenstimmen ein deutlich höherer maximaler SPL zu verzeichnen als bei den Ruktusstimmen. Und auch bei Kischk et al. [19] ließ sich zwar kein großer Unterschied zwischen den beiden Ersatzstimmen feststellen. Jedoch zeichnete sich auch hier zumindest tendenziell eine lautere Phonation der Stimmprothesen-Gruppe ab.

Die Überlegenheit der Prothesenstimmen gegenüber den anderen Ersatzstimmechanismen war bei der Betrachtung der einzelnen Stimmfeldparameter bereits sichtbar. Bei der abschließenden Zusammenfassung aller zuvor beschriebenen Stimmfeldergebnisse zu einem Gesamtscore wird ein weiteres Mal deutlich, dass die Patienten mit Provoxstimme eine variablere und belastbarere Stimme nach Laryngektomie entwickeln konnten als die übrigen Patienten. Die Provox[®]-Gruppe erreichte zwar keinen signifikant höheren Mittelwert im Gesamtscore als die Ruktus-Gruppe, jedoch waren sowohl der Mittelwert, als auch die maximal erreichte Punktzahl, der Median und die kleinste erreichte Punktzahl eindeutig höher als in jeder der drei anderen Gruppen. Zum Vergleich mit der gängigen Literatur kann man erneut die bereits zuvor erwähnte Studie von Max et al. [21] zitieren, in der sehr ähnliche Ergebnisse beschrieben wurden. So erreichten auch hier die Prothesenstimmen bezüglich der Stimmdynamik, des Frequenzumfanges und auch bezüglich des maximalen Lautstärkepegels bessere Ergebnisse als die Ruktussprecher. Eine weitere Betrachtung des Stimmfeld-Gesamtscores hinsichtlich aller vier Ersatzstimmechanismen zeigt die Überlegenheit der ösophagealen Stimmbildungsmechanismen gegenüber der Flüster- und der Servoxstimme.

Die maximale Phonationsdauer ist neben der Beurteilung von Stimmdynamik, Lautstärke und Frequenzumfang ein weiteres wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Stimmqualität. Denn durch die Länge einer auf einen Atemzug gesprochenen Phrase wird entscheidend die Flüssigkeit der Sprache beeinflusst. Auch ist es bei sehr kurzen Phrasierungen, die durch häufiges Nachatmen verursacht werden, schwieriger eine Sprachmelodie und sinnvolle Betonungen einzusetzen, die ebenfalls erheblich zur Verständlichkeit beitragen. In der vorliegenden Studie ist zu beobachten, dass die Ruktussprecher bezüglich dieses Kriteriums stark benachteiligt sind. Sie erreichten im Durchschnitt nicht einmal ein Drittel der maximalen Phonationsdauer der Provox[®]-Gruppe - eine Diskrepanz, die sich im T-Test als statistisch signifikant erwies. Auch die anderen beiden Ersatzstimmechanismen erreichten deutlich höhere Mittelwerte als die Ruktussprecher.

Die Ursache für diese deutlichen Unterschiede ist sicherlich in dem limitierten Luftvolumen zu suchen, das den Ruktussprechern aufgrund des geringen Fassungsvermögens des Ösophagus nur zur Phonation zur Verfügung steht. Sie können nicht, wie die anderen drei Ersatzstimmechanismen auf das Lungenvolumen zur Phonation zurückgreifen und können somit nicht annähernd so lange Phonationszeiten erreichen wie die anderen Gruppen. Auch frühere Studien bestätigen diese Beobachtungen. So erreichten die Prothesensprecher bei Max et al. [21] im Durchschnitt eine maximale Phonationsdauer die mehr als 6 Mal so lang war, wie die der Ruktussprecher. Auch bei Kischk et al. [19] lag die maximale Phonationsdauer der Prothesensprecher signifikant höher als bei den Patienten mit Ösophagusersatzstimme. Und auch bei Daniilidis et al. fand sich ein vergleichbares Ergebnis. Hier fand sich eine mittlere Tonhaldedauer von 1,5 s bei den Patienten mit Ruktusstimme und eine mittlere Tonhaldedauer von 8,5 s bei den Patienten mit Provox[®]-Prothese. Ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Probandengruppen, der jedoch nicht hinsichtlich seiner Signifikanz getestet wurde.

Aus allen Teiluntersuchungen der phoniatischen Tests wurde zur abschließenden Bewertung ein Gesamtscore gebildet, der die Stimmqualität der einzelnen Probanden in einer einzigen Zahl ausdrücken sollte. Damit sollte das allgemeine Kriterium Stimmqualität möglichst greifbar und vergleichbar gemacht werden. Beim Gruppenvergleich des Gesamtscores zeigt sich, dass die Prothesensprecher in der Summe aller phoniatischen Untersuchungen durchschnittlich bessere Resultate erzielten als alle anderen Probandengruppen. Sie verfügen also insgesamt über eine bessere Stimmqualität als die Patienten mit den anderen drei Ersatzstimmechanismen. Am schlechtesten schnitten die Patienten mit Pseudoflüsterstimme ab. Die Patienten mit Ösophagusersatzstimme erreichten die zweitbeste Stimmqualität. Ein direkter Vergleich von Provox[®]- und Ruktus-Gruppe mittels T-Test zeigt, dass es sich hier um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen handelt.

Eine Einordnung unserer Ergebnisse in die bisherige Literatur zu diesem Thema fällt nicht leicht, da es kein standardisiertes Verfahren zur Ermittlung der Gesamtstimmqualität gibt. Jede Forschungsgruppe erarbeitete bislang eigenständige Kriterien zur Beurteilung der Stimme nach Laryngektomie. Ein allgemeingültiger

Gesamtscore Stimmqualität bestehend aus verschiedenen Einzelparametern wurde bislang nicht gebildet. Der Vergleich der unterschiedlichen Ersatzstimmechanismen beruhte bislang immer auf dem Vergleich einzelner Stimmmerkmale. Zwar schnitten in den Studien von Max et al [21], Daniilidis et al. [4], Hagen et al.[12] und Kischk et al. [19] in diesem Vergleich einzelner Parameter wie maximaler SPL, maximale Phonationsdauer oder Stimmdynamik die Patienten mit Provox[®]-Prothese nahezu immer besser ab als die Patienten mit Ruktusstimme. Jedoch waren diese Ergebnisse nicht immer statistisch signifikant. Man kam zwar zu dem Schluss, dass die Patienten mit Provox[®]-Prothese nach Laryngektomie in der Lage seien eine belastbarere, variablere und verständlichere Stimme zu entwickeln, die auch der normalen Stimme ähnlicher sei, als die Patienten mit Ruktussprache. Jedoch beruhten diese Schlussfolgerungen wie gesagt in der Regel auf Einzelaspekten der Stimme.

Unserer Ansicht nach wäre ein standardisiertes Verfahren zur Ermittlung der Stimmqualität wünschenswert, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Studien zu erreichen. Dabei sollte Wert darauf gelegt werden, dass die Stimmqualität, die ja ein Produkt aus multiplen einzelnen Faktoren darstellt, nicht nur, wie zum Beispiel bei Daniilidis et al. [4] anhand von wenigen Einzelergebnissen festgemacht wird, sondern ihrer Vielschichtigkeit durch sorgfältige Erhebung zahlreicher Messungen Tribut gezollt wird. Wir haben deshalb in einer Kombination von subjektiven und objektiven Parametern erstmals einen solchen Gesamtscore entwickelt, der unserer Ansicht nach als Standard gelten und vielseitig eingesetzt werden kann. Deshalb empfiehlt er sich auch für weitere Studien.

6.2 Fragebogen zur Lebensqualität

Eine Laryngektomie ist ein erheblicher Einschnitt im Leben eines Menschen. Sie stellt ihn vor unterschiedlichste Probleme, nicht nur körperlicher, sondern auch psychischer und sozialer Art. Alle diese Faktoren wirken gleichzeitig auf den Patienten ein und beeinflussen in unterschiedlichem Ausmaß seine Lebensqualität, seine Zufriedenheit, seine Lebensperspektive und letztlich den Therapieerfolg bei der Stimmrehabilitation. Dies wurde etwa in einer Studie von Mohide et al. von 1992 deutlich (zitiert nach Ackerstaff et al. [1]), in der sowohl Laryngektomierte als auch

medizinisch geschultes Personal postoperativ beurteilen sollten, welche Folgen der Laryngektomie am therapiebedürftigsten erschienen. Hierbei hielten die Patienten die physischen Beschwerden und die Probleme im Rahmen sozialer Kontakte für die wichtigsten Themen. Das medizinische Personal hingegen stellte die Beeinträchtigung der Kommunikationsfähigkeit und des Selbstbildnisses der Patienten in den Vordergrund. Schon hier wird deutlich, dass das volle Ausmaß der physischen, psychischen und sozialen Beeinträchtigung Laryngektomierter von medizinischem Personal leicht unterschätzt werden kann. Es erschien uns deshalb wichtig, neben den rein anatomischen Gesichtspunkten, auch die soziale und psychische Situation der Probanden zu untersuchen und in der Folge zu analysieren, ob ein direkter Zusammenhang zwischen Lebensqualität und Stimmqualität besteht.

Bei der Auswertung der Fragebögen zur Lebensqualität fiel als erstes auf, dass zum Gesamtdurchschnittswert aller 36 Fragebögen eine relativ große Standardabweichung von 23 Punkten existierte. Hier wird schon deutlich, dass es unter den Probanden recht große Unterschiede in der Einschätzung ihrer Lebensqualität gab. Vergleicht man nun die einzelnen Ersatzstimmgruppen untereinander, so zeigte die Ruktus-Gruppe die größte Zufriedenheit mit ihrer momentanen Lebenssituation. Es folgten die Patienten mit Provox[®]-Prothese und anschließend die Patienten mit Pseudoflüsterstimme. Am schlechtesten schätzten die Patienten mit elektrischer Sprechhilfe ihre Lebensqualität ein. Ein Grund dafür dürfte sein, dass sie im alltäglichen Leben dauerhaft auf das Hilfsmittel Elektrolarynx angewiesen sind, das für fremde Menschen sehr ungewohnt und zum Teil auch abschreckend wirkt. Viele Laryngektomierte fühlen sich in dieser Situation ausgegrenzt und stigmatisiert, zumal sie mit ihrer Sprechhilfe auch fortwährend auf ihre „Behinderung“ deuten müssen.

Ähnliche Erfahrungen machten auch de Maddalena et al. in ihrer Studie von 1991 [7]. Hier schätzten sich Patienten mit Sprechhilfen zwar statistisch nicht signifikant, numerisch aber eindeutig als stigmatisierter im sozialen Umfeld ein als die Prothesensprecher. Auch lehnten sie ihre neue Stimme stärker ab als die Provox[®]-Gruppe. In der Studie von de Maddalena et al. [7] bewerteten jedoch auch die Ruktussprecher ihre aktuelle Situation schlechter als die Patienten mit Stimmprothese. Sie gaben einen höheren Verlust an Lebensqualität an, fühlten sich stigmatisierter, lehnten ihre Stimme stärker ab und hatten weniger Zukunftshoffnung.

Eine Beobachtung, die sich in der vorliegenden Studie nicht bestätigt. Im direkten Vergleich zwischen Ruktus- und Provox[®]-Gruppe stufen die Ruktussprecher aus unserer Patientenklientel ihre aktuelle Lebensqualität tendenziell besser ein als die Prothesensprecher. Dies kann man bereits als Hinweis darauf deuten, dass die Lebensqualität der laryngektomierten Patienten offensichtlich nicht alleinig durch die Güte ihrer Ersatzstimme bestimmt wird. Denn wie bereits zuvor festgestellt, hatten die Prothesensprecher in unserer Studie eine signifikant bessere Stimmqualität als die Ruktus-Sprecher, gaben aber im Fragebogen eine größere Unzufriedenheit mit ihrer momentanen Lebenssituation zu Protokoll. Ein Erklärungsversuch für dieses Ergebnis könnte sich erneut (s. 6.1.1, S.57) daraus herleiten lassen, dass die Laryngektomie der Patienten mit Ösophagusersatzstimme durchschnittlich deutlich länger zurücklag als die der Patienten mit Provox[®]-Prothese. Sie hatten somit einen deutlich längeren Zeitraum zur Verfügung sich sowohl psychisch zu rehabilitieren als sich auch im sozialen Umfeld wieder einzugliedern. Dies könnte durchaus erklären, warum unsere Ruktussprecher zufriedener sind und eine höhere Lebensqualität zu haben scheinen. Ein Laryngektomierter, dessen Operation noch nicht so lange zurückliegt, kämpft noch mit den unterschiedlichsten Problemen. Äußerlich sichtbare Folgen der Operation und Bestrahlung wie Lymphstau, Strahlendermatitis etc., der Umgang mit dem Neugierverhalten von Fremden, der Rückzug von Freunden, die mit der Situation nicht umgehen können, der Verlust der Arbeit und der fehlende Kontakt zu Arbeitskollegen sowie Zukunftsängste sind allgegenwärtige Probleme im Alltag des relativ frisch Laryngektomierten [s. de Maddalena: 6]. Sie alle beeinflussen die subjektive Einschätzung der aktuellen Lebensqualität und können somit den Unterschied zwischen den Ergebnissen der Literatur und den unserigen erklären.

Diese Theorie wird zwar nicht durch die Ergebnisse unserer Korrelationsanalyse gestützt, denn hier fand sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Länge des postoperativen Zeitraums und der Lebensqualität. Jedoch lässt sich anhand der Datenlage in den einzelnen Fragebögen eine gewisse Bestätigung dieser Theorie finden. Die beiden Patienten der Provox[®]-Gruppe, die am zufriedensten mit ihrer Lebenssituation waren, sind mit 98 und 61 Monaten bereits sehr lange laryngektomiert. Der Prothesensprecher der die höchste Punktzahl erreichte und damit seine Lebensqualität am geringsten einschätzt ist erst seit neun Monaten laryngektomiert.

In den bisherigen Studien lässt sich kaum Information über eine mögliche Korrelation zwischen der Dauer der Kehlkopflosgigkeit und der Lebensqualität finden. In der Arbeit von Finizia et al. [11] von 1998 ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Länge der Zeit nach Laryngektomie und Lebensqualitätsmerkmalen wie Heiserkeit, Mundtrockenheit, Kommunikationshemmungen im direkten und telefonischen Kontakt oder Schamgefühlen bezüglich der neuen Stimme nachweisen. Jedoch lässt sich bei nur 14 untersuchten Laryngektomierten, von denen auch nur zwei im Bereich zwischen 6 und 12 Monaten postoperativ liegen, und alle anderen deutlich länger laryngektomiert sind, die Frage nach der Aussagekraft dieser Ergebnisse stellen. Auch in der Studie von Kazi et al [18] fand sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Lebensqualität und der Zeitspanne nach Laryngektomie. Hier wurde zwar mit 55 Probanden eine ausreichende Zahl an Patienten befragt, jedoch waren diese zum Großteil schon sehr lange laryngektomiert (Range: 3-268 Monate, Median 81 Monate). Auch hier stellt sich somit die Frage nach der Aussagekraft dieses Ergebnisses.

Die Studienergebnisse der zitierten Literatur sind also in einem Fall zwar signifikant, beruhen aber auf einer deutlich zu kleinen Patientenzahl. Im anderen Fall wurde eine ausreichende Patientenzahl untersucht, jedoch mit einem Großteil an bereits sehr lange laryngektomierten Patienten, was eine Verfälschung des Ergebnisses zur Folge gehabt haben kann. Die von uns aufgestellte und anhand von Einzelergebnissen erklärte Hypothese, dass die Lebensqualität möglicherweise mit der Dauer der verstrichenen Zeit nach Laryngektomie zunimmt, scheint uns zumindest so plausibel und die zitierte Literatur so wenig verlässlich, dass unserer Meinung nach weitere Untersuchungen mit größerem Patientenkollektiv zur Klärung dieser Frage sinnvoll wären.

Bei den Fragen nach der Kommunikation mit fremden Menschen und am Telefon (Fragen 53 und 54) gaben die Patienten der Provox[®]-Gruppe tendenziell mehr Hemmungen an, als die Ruktussprecher. Auch hier findet man in früheren Studien andere Ergebnisse: Bei de Maddalena et al. [7] zum Beispiel lehnten die Patienten mit Ruktussprache ihre Stimme tendenziell eher stärker ab als die Prothesensprecher, und in der Studie von Ackerstaff et al. [1] schätzten die Ruktussprecher ihre Verständlichkeit niedriger ein als die Prothesensprecher. Im Gegensatz zu unseren Ruktussprechern war also in diesen beiden Studien die

Ruktus-Gruppe deutlich weniger selbstbewusst, was ihre neue Stimme betraf, als die Prothesensprecher. Auch hier lässt der Zeitraum, der bereits nach der Operation verstrichen ist, einen Erklärungsversuch unserer Ergebnisse zu.

Gemäß Korrelationsanalyse besteht zwar kein statistischer Zusammenhang zwischen den Parametern, aber betrachtet man die Einzelergebnisse der Patienten, so kreuzten die Prothesensprecher, die erst kürzlich laryngektomiert wurden, überwiegend höhere Punktwerte an, als diejenigen mit lang zurückliegender Laryngektomie. So gab einer der beiden Patienten, deren Operation erst fünf Monate zurücklag, bei beiden Fragen die maximale Punktzahl, sprich maximale Hemmungen an. Auch zwei weitere Patienten mit 9 und 10 Monaten nach Laryngektomie hatten zum Untersuchungszeitpunkt gemäß eigenen Angaben noch erheblich mit Hemmungen zu kämpfen. Sie gaben sich beide insgesamt 6 Punkte für beide Fragen zusammen. Von den fünf am längsten Laryngektomierten in der Provox[®]-Gruppe hingegen gaben 4 an, weder im direkten Kontakt noch am Telefon Hemmungen bei der Kommunikation zu verspüren. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in der bisherigen Literatur. So stellten Halling und Pfab in ihrer Studie von 1991 [13] fest, dass Patienten, die seit über einem Jahr laryngektomiert waren, im Durchschnitt bessere Sprechergebnisse erreichten, als Patienten mit einer kürzen postoperativen Phase.

Bleibt noch die Frage, ob ein direkter Zusammenhang zwischen Lebens- und Stimmqualität besteht, denn schließlich wurde zum Beispiel in der Studie von Kazi et al. [18] die Stimme als wichtigster Faktor für die Lebensqualität der letzten Woche vor Befragung identifiziert. Vergleicht man hierfür in unserer Arbeit den Gesamtscore, der Auskunft über die Gesamtstimmqualität gibt, mit den Ergebnissen im Fragebogenteil, so fällt schon bei den beiden größten Gruppen, nämlich Ruktus- und Provox[®]-Gruppe, auf dass die Ruktussprecher, obwohl sie in den objektiven Messungen im Durchschnitt eine schlechtere Stimme aufwiesen, als die Prothesensprecher (s. 5.1.3, S. 44), trotzdem zumindest tendenziell eine höhere Lebensqualität angaben. Und in der Gruppe der Prothesensprecher fällt dagegen auf, dass viele Probanden trotz überdurchschnittlich guter Stimmqualität ihre aktuelle Lebenssituation als mangelhaft einstufen. So fand man zum Beispiel bei dem Patienten, der objektiv die beste Stimmqualität aller 36 Patienten hatte, den höchsten

Score im Fragebogen und damit die größte Unzufriedenheit mit seinem aktuellen Lebensstandard.

Bei mehreren anderen Patienten dieser Ersatzstimmgruppe fanden sich ähnliche Ergebnisse. Trotz objektiv überdurchschnittlicher Stimmqualität zeigte bei ihnen der Fragebogen einen recht hohen Unzufriedenheitsfaktor an. Natürlich finden sich in den Daten auch Gegenbeispiele, bei denen der Grad der Lebensqualität und die Güte der Stimme korrelieren, jedoch lässt sich im Überblick aller Daten nicht durchgängig nachweisen, dass gute Stimmqualität und hohe Lebensqualität zwangsläufig miteinander einhergehen. Ähnliches zeigt auch ein Studie von deSanto et al. von 1995 auf [8]. Hier stellten die Autoren fest, dass viele Patienten trotz Zufriedenheit mit der eigenen Stimmqualität, ihre Lebensqualität als eher schlecht einstufen. Dies sei, laut Aussage der Autoren, vor allem darauf zurückzuführen, dass sich durch die Laryngektomie zu viele Dinge auf einmal im täglichen Leben ändern. Die Patienten werden mit Problemen in der Arbeit, im Kontakt mit Familienmitgliedern und Freunden, mit Veränderungen des Sexuallebens und oft auch mit finanziellen Problemen konfrontiert. Und auch das Tracheostoma an sich scheint sich, laut der Studie von deSanto et al. [8], nicht unerheblich auf die Lebensqualität auszuwirken. Die Arbeit von Kazi et al. [18] zeigt zwar, dass mit 28,5% die meisten Patienten die Stimme als den bedeutendsten Faktor in der vergangenen Woche ansahen, dass aber auch zum Beispiel Aktivität mit 16,29% und das äußere Erscheinungsbild mit 17,3% die Lebensqualität in diesem Zeitraum nicht unerheblich beeinflussten. Und es bleiben in dieser Studie noch weitere knapp 38% an Patienten übrig, die ihre Lebensqualität der letzten Woche durch ganz andere Faktoren, wie zum Beispiel Schluckprobleme, Stimmungslage, Erholung oder Veränderungen des Geschmackssinns am stärksten beeinflusst sahen. Des Weiteren wurden das Alter der Patienten sowie die Art der Pharynxnaht bei Laryngektomie als die Gesamtlebensqualität beeinflussende Faktoren identifiziert. Auch werden von dem Autor noch weitere Studien zitiert, die keinen kausalen Zusammenhang zwischen Stimmqualität und Lebensqualität feststellen konnten [27, 31]. Somit zeigt sich auch hier, dass die Stimme nicht alleinig für die Lebensqualität verantwortlich sein kann.

In der Zusammenschau aller Ergebnisse der vorliegenden Arbeit und der Datenlage in der Literatur kommen auch wir somit zu dem Schluss, dass das Kriterium „Lebensqualität“ multifaktoriell und durch ganz individuelle Hintergründe des Patienten beeinflusst ist und dementsprechend nicht einfach über die Güte der Ersatzstimme definiert werden kann.

6.3 Radiologische Untersuchungen

Bei den radiologischen Untersuchungen wurde das Augenmerk zunächst auf die Motilitätsparameter Pharynxpassage- und Pharynxperistaltikzeit gerichtet. Dabei gab die Pharynxperistaltikzeit an, in welcher Zeit eine einzelne peristaltische Welle beim Schluckakt des Probanden ablief. Die Pharynxpassagezeit zeigte an, wie lange der geschluckte Bolus benötigte, um den Pharynx komplett zu durchlaufen.

Bei beiden Motilitätsparametern ähnelten sich Ruktus- und Provox[®]-Gruppe bezüglich der Durchschnittswerte sehr stark. Zwar benötigten die Prothesensprecher in beiden Punkten ein wenig mehr Zeit als die Ruktussprecher, jedoch waren beide Ergebnisse nicht signifikant verschieden. Deutliche Unterschiede bestanden allerdings zu den anderen zwei Ersatzstimmgruppen. So war sowohl die Pharynxperistaltik- als auch die Pharynxpassagezeit der Pseudoflüster-Gruppe durchschnittlich wesentlich kürzer, als die der beiden Gruppen mit erfolgreicher im Ösophagus generierter Sprache. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass bei den Pseudoflüsterern aufgrund von mangelndem Tonus in der Pharynxmuskulatur keine reguläre Peristaltik beim Schluckakt abläuft, und der Bolus dementsprechend rapide den Pharynx passiert. Das könnte möglicherweise auch erklären, warum die Patienten der Pseudoflüstergruppe nicht in der Lage waren, eine suffiziente (tracheo)-ösophageale Stimme zu erlernen. Denn wie schon von den meisten anderen Autoren berichtet, sind für das Erlernen der im Ösophagus generierten Ersatzstimmen eine reguläre Peristaltik sowie ein normo- allenfalls leicht hypertones PE-Segment Voraussetzung [10, 13, 25, 29, 30].

Nur eine einzige Studie konnte unseres Wissens diesen Zusammenhang nicht bestätigen. So korrelierten bei Op de Coul et al. [23] die Tonizität des PE-Segmentes und die Stimmqualität nicht miteinander. Jedoch ist bei dieser Studie, in der nur 19 Patienten eingeschlossen wurden, durchaus die Frage nach der Signifikanz der Ergebnisse zu stellen. In der Elektrolarynx-Gruppe fanden sich bezüglich der

Pharynxperistaltikzeit deutlich langsamere Abläufe als in allen drei anderen Gruppen. Auch die Pharynxpassagezeit dauerte, wie man am Median der Gruppen erkennen kann, länger als bei den Patienten mit anderen Ersatzstimmechanismen. Möglicherweise lag in dieser Gruppe eine eher hypertone Situation der Pharynxmuskulatur vor. Und auch hier könnte man die Hypothese aufstellen, dass diese Hypertonie zu einem erschwerten Erlernen von Ruktussprache geführt haben könnte. Denn laut früheren Studien ist auch ein hypertones PE-Segment nicht die optimale Voraussetzung für die Nutzung der Pseudoglottis als Tongenerator [30]. Hier scheinen sich in unserer Studie ebenfalls Hinweise darauf zu finden, dass der Tonus der Muskulatur im PE-Segment möglicherweise das Erlernen von ösophagealen Ersatzstimmechanismen beeinflussen kann. Hier würden sich weitere Untersuchungen mit größerem Patientenkollektiv anbieten.

Die Messung des maximalen Querdurchmessers der Pseudoglottis wurde anhand eines Standbildes der Videokinematographie durchgeführt. Hier fielen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen auf. So fand man bei der Gruppe mit Elektrolarynx und Pseudoflüsterstimme durchschnittlich deutlich kleinere PE-Segmente als bei den anderen beiden Patientengruppen. Im direkten Vergleich von Ruktus- und Provox[®]-Gruppe wiesen die Prothesensprecher im Durchschnitt die größeren Pseudoglottitiden auf. Eine Signifikanz dieses Ergebnisses ließ sich jedoch nicht nachweisen.

Ebenso verhielt es sich mit den Messungen des Einschnürquotienten, der zur besseren Vergleichbarkeit und zum Ausgleich eventueller Größenverschiebungen durch unterschiedlich gewählte Vergrößerungen gebildet wurde (s. Patienten und Methoden Kap. 4.2.3). Die hier gefundenen Ergebnisse spiegeln die gleichen Verhältnisse zwischen den 4 Ersatzstimmgruppen wieder, wie der alleinige Vergleich des Querdurchmessers. Auch hier findet sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der Prothesensprecher und den Probanden mit Ruktusstimme.

Die einzigen uns bekannten Studien, die ebenfalls mit radiologischen Methoden die PE-Segmente verschiedener Ersatzstimmechanismen miteinander verglichen haben, sind die von Halling et al. [13] und von van Weissenbruch et al. [30]. Erstere nutzte dabei zwar metrische Parameter bei der Beurteilung des PE-Segmentes, jedoch wurde die Breite der Pseudoglottis leider nicht bestimmt. Letztere hingegen konzentrierte sich ausschließlich auf subjektive, nicht-metrische Parameter wie zum

Beispiel Tonus der Muskulatur, Strikturen und äußerer Aspekt der Pseudoglottis (breit oder schmal), so dass ein direkter Vergleich mit den in unserer Studie gemessenen Werten nicht möglich ist. Hier besteht unserer Ansicht nach ebenfalls, wie schon für die Evaluation der Stimmqualität, Bedarf an einem standardisierten Untersuchungsprotokoll, das subjektive und objektive Aspekte einschließt, um eine bessere Vergleichbarkeit verschiedener Studien zu gewährleisten. Die Zusammenhänge unserer objektiven Pseudoglottis-Parameter mit den Messungen des phoniatischen Teils werden noch ausführlich im Teil „Nicht parametrische Korrelationen“ besprochen.

Bezüglich des Kriteriums Pseudoglottislänge gilt ähnliches wie zuvor. Auch hier fällt eine Einordnung und Bewertung der rein metrischen Ergebnisse ohne Korrelation mit Stimmparametern aufgrund mangelnder Literaturstellen schwer. Halling et al. [13] untersuchten dieses Kriterium zwar bei Ruktus- und Servox-Sprechern, trafen aber leider keine Aussage über eventuelle Unterschiede zwischen den Ersatzstimmen. Es soll deswegen hier nur kurz das Verhältnis zwischen den einzelnen Gruppen aufgezeigt werden und ebenfalls für die Beurteilung der Ergebnisse im Gesamtzusammenhang auf die nachfolgende Korrelationsanalyse verwiesen werden. Sowohl bei der Messung der reinen Pseudoglottislänge als auch bei der Erstellung des Quotienten aus Länge der Pseudoglottis und Querdurchmesser HWK6 fanden sich in der Gruppe der Prothesensprecher die größten Werte und somit die längsten PE-Segmente. Es folgten zunächst die Patienten mit Elektrolarynx und dann die Patienten mit Pseudoflüsterstimme. Die kürzesten PE-Segmente wiesen die Ruktussprecher auf. Im direkten Vergleich zwischen Provox- und Ruktus-Gruppe ließ sich auch hier erneut kein signifikanter Unterschied feststellen.

Bei der Auswertung der Ergebnisse zur Pseudoglottisform fiel auf, dass bei nur 6 Patienten ein sehr schlankes PE-Segment zu finden war. Davon gehörten drei zur Ruktus- und drei zur Provox[®]-Gruppe. Aufgrund dieser geringen Zahl von Probanden ist eine Korrelation mit der Stimmqualität nicht zu erwarten. Um festzustellen, ob das Merkmal der schlanken Pseudoglottis zumindest tendenziell einen Einfluss auf die Stimmqualität haben könnte verglich man die Einzelergebnisse des Gesamtscores der Phoniatrie der Patientengruppen (schlank vs. plump) miteinander. Aber auch hier ließ sich kein eindeutiger Trend feststellen. Unter den 6 Patienten mit sehr schlanker

Pseudoglottis fanden sich sowohl exzellente als auch im unteren Drittel gelegene Resultate bezüglich der Stimmqualität. Da in früheren Studien, wie der von Daou et al. [5] zum Beispiel, signifikante Zusammenhänge zwischen Form der Pseudoglottis und der Stimmqualität beschrieben wurden, besteht hier auf alle Fälle ein Bedarf an weiteren Untersuchungen mit größeren Fallzahlen.

Unregelmäßigkeiten im Bereich des oberen Ösophagusphinkters wurden unterteilt in vorzeitigen Schluss sowie verzögerte und inkomplette Öffnung des Muskels. Derartige Unregelmäßigkeiten traten relativ häufig auf, nämlich bei 18 von 31 Patienten. Nur bei 13 Patienten zeigte sich der obere Ösophagusphinkter in seiner Funktion völlig regelmäßig. Dabei ließen sich keine wesentlichen Gruppenunterschiede feststellen. In allen Ersatzstimmgruppen gab es unauffällige und irreguläre Sphinktersegmente nebeneinander. In 15 von den 18 Fällen mit Sphinkterunregelmäßigkeiten ließen sich auch in Ruhe Lumenobstruktionen unterschiedlichen Ausmaßes feststellen. Bei den Patienten mit regelrechtem Ösophaguslumen in Ruhe hingegen wiesen nur drei Probanden Funktionsstörungen des Sphinkters auf. Nur ein Patient mit Lumenobstruktion in Ruhe zeigte keinerlei Unregelmäßigkeiten im Kontraktionsverhalten. Bei der Betrachtung all dieser Phänomene liegt die Vermutung nahe, dass eine Lumenobstruktion in Ruhe, möglicherweise bedingt durch veränderten Muskeltonus, den regulären Ablauf der Peristaltik behindert und Unregelmäßigkeiten im Sphinkterverhalten begünstigt.

In der Literatur sind bisher keine radiologischen Studien mit dem Vergleich unterschiedlicher Ersatzstimmechanismen bezüglich der folgenden anatomischen Kriterien zu finden. Insofern fällt auch eine Einordnung dieser Ergebnisse schwer und lässt keine klare Deutung zu: Der vorzeitige Schluss des OÖS war bei je zwei Patienten mit Ruktus- und zwei mit Prothesenstimme zu beobachten. Die Zeit, mit der der Schluss des OÖS verfrüht auftrat, war bei allen vier Probanden mit dieser Funktionsstörung nahezu gleich, so dass sich hier keine Aussagen bezüglich Gruppenunterschieden herleiten lassen.

Die verzögerte Öffnung des Sphinkters trat sogar nur bei drei Patienten auf, die alle zu unterschiedlichen Gruppen gehörten. Aufgrund der daraus resultierenden mangelnden Signifikanz wird auf dieses Ergebnis nicht weiter eingegangen.

Eine inkomplette Öffnung des oberen Ösophagusphinkters wurde bei einem Patienten mit Pseudoflüsterstimme, 2 Patienten mit Servox, 5 Ruktussprechern und 6 Prothesensprechern, also insgesamt bei 14 Patienten dokumentiert. Im direkten Vergleich von Ruktus- und Prothesensprechern fand sich in der letztgenannten Gruppe ein geringfügig, aber nicht signifikant niedrigerer Grad der Obstruktion. Die inkomplette Öffnung des oberen Ösophagusphinkters ging immer einher mit einer Lumenobstruktion in diesem Bereich in Ruhe; auch dies ist möglicherweise ein Hinweis auf einen erhöhten Muskeltonus bei diesen Patienten.

Stenosen des cervicalen Ösophagus fielen bei insgesamt 6 Patienten auf. Davon gehörte ein Patient zu den Pseudoflüsterern, einer zur Servox-Gruppe, einer zur Gruppe der Ruktussprecher und 3 zur Gruppe mit Provox[®]-Prothese.

Bei 19 untersuchten Patienten ließen sich Retentionen im unteren Pharynxschlauch feststellen. Dabei handelte es sich um drei Pseudoflüsterer, einen Elektrolarynxsprecher, 7 Ruktussprecher und 8 Prothesensprecher.

Stenosen im Bereich des Hypopharynx wiesen je ein Patient der Elektrolarynx-Gruppe und ein Patient der Gruppe mit Provox[®]-Prothese auf. Bei beiden Patienten bestand gleichzeitig eine inkomplette Öffnung des oberen Ösophagusphinkters mit recht hochgradiger Lumenobstruktion durch den Sphinkter in Ruhe (Servox-Patient: 60%; Prothesensprecher: 70%).

Eine fehlende Öffnung des oberen Ösophagusphinkters im Rahmen des Schluckaktes wurde bei keinem der untersuchten Patienten beobachtet.

Die Ergebnisse der Korrelation der radiologischen Befunde mit der Stimmqualität werden im folgenden Teil mit beschrieben.

6.4 Korrelationsanalyse

Ein zentrales Ziel der vorliegenden Studie war es herauszufinden, welche anatomischen Parameter Einfluss auf die Stimmqualität laryngektomierter Patienten haben. Aus diesem Grund wurden alle zuvor besprochenen Ergebnisse der radiologischen Untersuchungen mit den im phoniatischen Teil gewonnenen Erkenntnissen korreliert. Auch der Gesamtscore des Fragebogens sowie das daraus entnommene Kriterium des Ausmaßes der Dysphagie wurden in die Korrelationsanalyse mit einbezogen, um einerseits festzustellen, ob die Dysphagie auf anatomische Gegebenheiten zurückzuführen ist, und um andererseits zu klären,

ob die Zufriedenheit der Patienten mit ihrer psychosozialen Situation Einfluss auf die Stimme nimmt. Ebenfalls stellte sich die Frage, ob äußere Faktoren, wie Alter bei Laryngektomie, Dauer des postoperativen follow-up oder die Intensität der Bestrahlung die Stimmrehabilitation beeinflussen können. Im Rahmen dieser Korrelationsanalyse fanden sich auch immer wieder Zusammenhänge zwischen einzelnen Parametern der phoniatischen Tests und den Ergebnissen der anderen Untersuchungen. Auf die Darstellung und Diskussion dieser Korrelationen von Teilparametern wurde verzichtet, um nicht von den wesentlichen Aussagen der vorliegenden Arbeit abzulenken.

6.4.1 Stimmqualität und PG-Querdurchmesser bzw. Einschnürquotient der PG

In der vorliegenden Studie gab es nach Durchführung der T-Test-Analyse nur zwei Merkmale, die signifikant mit der Gesamtstimmqualität korrelierten. Dabei handelt es sich zum einen um den Pseudoglottis-Querdurchmesser in cm und zum anderen um den Einschnürquotienten der Pseudoglottis gebildet aus Pseudoglottis-Querdurchmesser und Querdurchmesser HWK 3. Die Korrelation befand sich bzgl. des Pseudoglottis-Querdurchmessers auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.01$. Bezüglich des Einschnürquotienten betrug das Signifikanzniveau $\alpha < 0.05$. Hier scheinen unterschiedliche Vergrößerungen zu einer leichten Verfälschung der Korrelationsergebnisse geführt haben, denn das Signifikanzniveau ist nach Relativierung der Vergrößerungsunterschiede durch das Erstellen eines Quotienten aus den beiden Querdurchmessern niedriger als zuvor. Dennoch besteht aber noch eine ausreichende Signifikanz des Korrelationsergebnisses; ein Qualitätsmerkmal, das die Ergebnisse verlässlich erscheinen lässt. Des Weiteren korrelierten die beiden Messwerte der Pseudoglottis auch mit dem Gesamtscore des Stimmfeldes auf einem Niveau von $\alpha < 0.05$. Ein weiterer Hinweis darauf, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen Stimmqualität und Querdurchmesser der Pseudoglottis besteht. Hier liefert unsere Studie also den ersten Hinweis darauf, dass die Anatomie nach Laryngektomie eine wesentliche Rolle in der Stimmrehabilitation zu spielen scheint.

Die positive Korrelation der Größenparameter mit der Stimmqualität bedeutet: Je größer der PG-Querdurchmesser, desto besser ist auch die gesamte Stimmqualität der Probanden. Eine Beobachtung, die bereits in anderen Studien ähnlich

dokumentiert wurde. Bei van As-Brooks et al [29] zum Beispiel wurde zwar nicht der Querdurchmesser der Pseudoglottis, jedoch der minimale Abstand zwischen Pseudoglottis und anteriorer Pharynxwand bei Phonation bestimmt und mit der Stimmqualität korreliert. Der minimale Abstand der Pseudoglottis von der anterioren Pharynxwand ist ein indirekter Ausdruck der Größe der Pseudoglottis. Denn je kleiner der Abstand zwischen Neoglottis und Pharynxwand, desto größer muss die Vorwölbung der Pseudoglottis sein. Somit entsteht eine sehr gute Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse mit den unserigen.

In der Studie von van As-Brooks et al. wurden insgesamt 46 Patienten mit Prothesenstimme hinsichtlich dieser Merkmale untersucht. Es stellte sich ähnlich wie in unserer Studie heraus, dass ein geringerer minimaler Abstand zwischen PE-Segment und Pharynxwand signifikant gehäuft mit einer guten Stimmqualität einhergeht. Zur Erklärung dieses Phänomens wird auf die Funktion der intakten Glottis hingewiesen, bei der ebenfalls ein suffizienter Schluss der Stimmlippen vonnöten ist, um eine tragende und wohlklingende Stimme zu generieren. Die Theorie, dass ein möglichst weiter Schluss der Pseudoglottis für eine suffiziente Stimmbildung vonnöten ist, wird auch durch die Tatsache gestärkt, dass in der vorliegenden Studie die Parameter Pseudoglottis-Querdurchmesser in cm und Einschnürquotient der Pseudoglottis mit den Kriterien Rauheit und Behauchtheit korrelieren. Je größer die Pseudoglottis war, desto weniger behaucht und heiser klangen die Stimmen. Dies lässt sich erneut anhand einer intakten Glottis erklären: Auch hier führt ein insuffizienter Schluss der Stimmlippen zum Entweichen von zu viel Luft während der Phonation, was die Stimme automatisch behaucht und heiser klingen lässt. Auch bei Halling und Pfab [13] finden sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt. Hier wurden zwar keine exakten Messungen der Pseudoglottis vorgenommen, jedoch beobachtete man, dass Ruktussprecher mit guter Stimmqualität in der Regel über runde bis prominente Neoglottitiden verfügen, während bei Probanden mit mittlerer bis schlechterer Stimmqualität eher flache und irreguläre Formen auftreten.

Weitere signifikante Zusammenhänge zeigten die Parameter PG-Querdurchmesser in cm und Einschnürquotient der Pseudoglottis mit den folgenden spezifischen Parametern der Stimmqualität (es besteht hier jeweils ein Signifikanzniveau von $\alpha < 0.05$):

- Dynamische Breite in dB bei der Zahlenphonation
- Dynamische Breite in dB bei der Phonation der Wochentage
- Dynamische Breite in dB im Singstimmfeld
- Ersatzstimmechanismus

Bezüglich der dynamischen Breite bei der Phonation bedeutet das also: Je größer die Pseudoglottis war, umso besser konnten die Patienten die Lautstärke ihrer Ersatzstimme willentlich beeinflussen. Ein Phänomen, das nicht überrascht, denn auch bei der intakten Glottis muss insbesondere für höhere Schalldruckpegel ein gewisser subglottischer Druck aufgebaut werden. Schließt eine Glottis, oder aber auch Pseudoglottis, nicht suffizient, so entweicht automatisch Luft, und der Patient ist nicht in der Lage sub-(pseudo-)glottisch genug Druck aufzubauen, um einen hohen Schalldruckpegel zu erzeugen.

Die Korrelation von Ersatzstimmechanismus und Größe der Pseudoglottis impliziert, dass die Patienten mit Ruktus und Prothesenstimme im Durchschnitt größere PE-Segmente aufweisen als die anderen beiden Ersatzstimmgruppen. Wie bereits zuvor erwähnt, gibt die Studienlage eine Einordnung dieses Ergebnisses nicht her, denn es existiert unseres Wissens keine Studie, die vergleichbare Untersuchungen durchgeführt hat. Unserer Ansicht nach könnte allerdings die zu kleine Pseudoglottis eine mögliche Erklärung dafür darstellen, warum die Patienten mit Pseudoflüsterstimme und Servox nicht dazu in der Lage waren eine suffiziente Ösophagusersatzstimme zu erlernen. Zur Verifizierung dieser These besteht jedoch weiterer Untersuchungsbedarf, vor allem mit einer größeren Patientenklientel.

6.4.2 Motilitätsparameter des Pharynx und weitere anatomische Faktoren

Unter den Motilitätsparametern des Pharynx korrelierte nur die Zeit des vorzeitigen Schlusses des oberen OÖS in s/25 mit dem Gesamtscore des Stimmfeldes ($\alpha < 0.05$). Das würde also bedeuten: Je früher der vorzeitige Schluss des OÖS, desto besser die Stimmqualität. Dieser Zusammenhang ist unserer Ansicht nach nicht erklärbar, denn interpretiert man diese Unregelmäßigkeit in der Peristaltik als Hypertonie oder Spastik der Muskulatur, so wäre gemäß der Studien von Sloane und van Weissenbruch et al. [25, 30] eher eine schlechtere Stimmqualität zu erwarten gewesen. In dieser Studie stellten die Autoren nämlich bei den untersuchten Ruktussprechern eine signifikant schlechtere Stimmqualität fest, wenn gleichzeitig ein hypertones oder gar spastisches PE-Segment vorlag.

Die weiteren Motilitätsparameter des Pharynx korrelierten zwar nicht mit der Gesamtstimmqualität oder dem Gesamtscore des Stimmfeldes, waren aber zumindest mit bestimmten einzelnen Aspekten der Stimmqualität assoziiert. Betrachten wir zunächst die Pharynxperistaltikzeit in s/25. Diese korrelierte auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.01$ positiv mit

- Lumenobstruktion auf Höhe des OÖS in %

und negativ mit

- Halbtonschritten bei der Zahlenphonation (negative Korrelation)

Bezüglich des Parameters Lumenobstruktion in % bedeutet das also: Je größer die Lumenobstruktion war, desto langsamer lief die Peristaltik im PE-Segment ab. Dies Phänomen könnte auf zwei verschiedene Ursachen zurückzuführen sein. Einerseits besteht die Möglichkeit, dass ein erhöhter Muskeltonus zur Entstehung von Spasmen führt, die einerseits das Lumen einengen und andererseits propulsive Peristaltik hemmen. Andererseits könnten durch Operation und Bestrahlung bedingte narbige oder fibrotische Veränderungen zu einer Rigidität des Gewebes geführt haben. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf, welche Faktoren derartige Lumenobstruktionen verursachen und auf welche Art eine Optimierung des Schluckaktes und somit eine Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden kann.

Die negative Korrelation von Pharynxperistaltikzeit und Anzahl der Halbtonschritte bei der Phonation der Zahlen 1-10 bedeutet, dass ein schnellerer Ablauf der Peristaltik mit einem größeren Stimmumfang einhergeht. Heißt also, eine bessere Beweglichkeit der Muskulatur lässt die Ersatzstimme variabler werden. Möglicherweise ist eine lockere, geschmeidige Muskulatur, die in ihrer Kontraktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt ist, auch besser willkürlich steuerbar, so dass eine größere Frequenzbreite erzeugt werden kann. Dies wurde schon 1991 in der Studie von Halling und Pfab [13] postuliert. Sie stellten in kinematographischen Aufnahmen fest, dass bei guten Ruktussprechern während der Phonation regelmäßig eine aktive retrograde Kontraktion des Ösophagus und des Pharynx zu beobachten war. Bei Patienten mit schlechterer Stimmqualität fehlten diese Bewegungsmuster oder waren deutlich unkoordinierter. Auch bei van As-Brooks et al [29] wurden die Stimmen von Patienten mit regelmäßiger Vibration des PE-Segmentes von den Zuhörern als deutlich gleichmäßiger und beständiger bewertet als die von Patienten mit irregulären Schwingungen.

Gleiches fand sich in der Studie von Dworkin et al. [10]. Auch hier wiesen die Patienten mit synchronen Schleimhautschwingungen und einer willentlichen Kontrolle über die Muskelkontraktionen eine bessere Stimmqualität auf, als die Patienten mit relativ starrer, wenig vibrierender Muskulatur. Ein weiterer Faktor, der in früheren Studien mit einer guten Stimmqualität einherging war eine normotone Muskulatur in Pharynx und Ösophagussphinkter. So teilten van Weissenbruch et al. [30] das PE-Segment anhand qualitativer Parameter wie normale oder verzögerte Bariumpassage, normal, verengt oder dilatiert imponierendes Segment oder Stärke und Regelmäßigkeit der Gewebe-Vibration bei Phonation in die Kategorie normal, hypertone, spastisch oder hypoton ein. Eine hypertone oder gar spastisch veränderte Muskulatur des oberen Ösophagussphinkters war gemäß den Autoren signifikant mit einer mangelhaften Ersatzstimmqualität assoziiert. Möglicherweise war in unserer Studie auch ein erhöhter Muskeltonus im PE-Segment für die verlangsamte Peristaltik und somit für mangelnde Flexibilität der Schleimhäute bei Phonation der Halbtonschritte verantwortlich. Es scheint sich also auch hier ein Anhalt dafür zu finden, dass eine harmonische, koordinierte und kontrollierte Peristaltik einen wichtiger Faktor im Rahmen der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie darstellt.

Die Pharynxperistaltikzeit korrelierte noch mit den folgenden weiteren Parametern auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.05$:

- Pseudoglottislänge
- Quotient Pseudoglottislänge und Querdurchmesser HWK 6

Dass Pseudoglottislänge und der Quotient aus Pseudoglottislänge und Querdurchmesser HWK 6 beide mit der Pharynxperistaltikzeit korrelieren, ist zwangsläufig, denn schließlich ist die Pseudoglottislänge im Quotienten als fester Bestandteil enthalten. Die Tatsache, dass sich die beiden Parameter bei der Korrelation gleich verhalten, spricht für die Güte der Messung der Pseudoglottislänge. Auch der Zusammenhang zwischen Länge des PE-Segmentes und Dauer der Pharynxperistaltik ist leicht zu erklären. Denn je länger das PE-Segment ist, umso länger braucht natürlich auch eine peristaltische Welle, um es zu durchlaufen.

Interessanterweise war dies der einzige Zusammenhang, der sich in der Korrelationsanalyse für die Länge der Pseudoglottis finden ließ. Sie war in der vorliegenden Studie weder mit der Gesamtstimmqualität noch mit speziellen Einzelaspekten der Stimme assoziiert. Zu gleichen Ergebnissen kamen Halling und Pfab [13], die ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Länge des PE-Segmentes und der Stimmqualität feststellen konnten.

Allerdings gibt es andere Autoren, die durchaus einen Zusammenhang herstellen: Bei van Weissenbruch et al. zum Beispiel [30] korrelierten längere Pseudoglottitiden (länger als 1 HWK), die gleichzeitig Spasmen oder einen Hypertonus der OÖS-Muskulatur aufwiesen, signifikant mit „speech failure“. Auch bei Daou et al. [5] war ein signifikanter Zusammenhang zwischen Pseudoglottislänge und Stimmqualität der Laryngektomierten feststellbar. Hier waren kürzere PE-Segmente mit einer guten Stimmqualität assoziiert. Dworkin et al. [10] konnten in ihrer Studie nur geringe Unterschiede bzgl. der Pseudoglottislänge zwischen Patienten mit guter und Patienten mit schlechter Stimmqualität feststellen. Das Ergebnis dieser Untersuchung war statistisch nicht signifikant, jedoch fand sich, wie in den zuvor genannten Studien, eine tendenziell bessere Stimmqualität bei kürzerer Pseudoglottis. Angesichts dieser doch sehr kontroversen Datenlage kann unserer Ansicht nach keine abschließende These bezüglich eines Zusammenhangs

zwischen PG-Länge und der Stimmqualität aufgestellt werden. Hier bestünde Bedarf an weiteren und umfassenderen Studien

Die Zeit der verzögerten Öffnung des OÖS in s/25 korrelierte signifikant mit dem PG-Querdurchmesser in cm und dem Einschnürquotienten der Pseudoglottis. Somit traten also eher bei Patienten mit größerem PG-Querdurchmesser länger andauernde Verzögerungen der Sphinkteröffnung auf. Dieser Zusammenhang ist nur schwer erklärbar. Die Studie von van Weissenbruch et al [30] ist die einzige uns bekannte Untersuchung, in der ebenfalls verzögerte Sphinkteröffnungen analysiert wurden. Der einzige signifikante Zusammenhang, der hier gefunden wurde, bestand zwischen verzögerter Öffnung und der Stimmqualität. Patienten mit verzögerter Öffnung des OÖS wiesen eher schlechtere Stimmqualitäten auf. Diese Daten konnten anhand unserer Studie nicht belegt werden.

Fasst man alles zusammen, so bot, abgesehen von den Kriterien PG-Querdurchmesser, Einschnürquotient der Pseudoglottis und vorzeitigem Schluss des oberen Ösophagusphinkters kein Parameter der kinematographischen Untersuchungen einen signifikanten Zusammenhang mit den die Stimmqualität betreffenden Scores. Insbesondere die von uns erstmals untersuchten Motilitätsparameter Pharynxperistaltik- und Pharynxpassagezeit lieferten keine wesentlichen Erkenntnisse bezüglich der Frage, welche anatomischen Voraussetzungen für eine adäquate Stimmrehabilitation nach Laryngektomie wichtig sind.

Nichtsdestotrotz finden sich immer wieder Hinweise darauf, dass Bewegungsabläufe der pharyngealen und ösophagealen Muskulatur eine Rolle in der Stimmproduktion spielen. Unserer Ansicht nach sollte deshalb zwar die Videokinematographie, als bildgebendes Verfahren im Rahmen einer Untersuchung von Laryngektomierten und ihrer Anatomie, beibehalten werden. Denn hier lassen sich Bewegungsabläufe genauso gut darstellen, wie maximale Ausdehnung von Muskelkontraktionen im Standbild. Da jedoch die von uns erstmals untersuchten Motilitätsparameter keine wesentlichen Aussagen lieferten, empfiehlt sich für weiteren Studien, vor allem um die Untersuchungsdauer und damit die Strahlendosis für die Patienten möglichst gering zu halten, das Augenmerk auf andere Aspekte der Bewegungsabläufe zu richten.

Wichtig bleibt abschließend zu betonen, dass die Korrelation von Einschnürquotient und Stimmqualität ein klarer Indikator dafür ist, dass bestimmte anatomische Gegebenheiten die Stimmqualität beeinflussen und dass im Sinne der Patienten und ihrer Rehabilitation dringend weiter auf die Aufklärung dieser Zusammenhänge hingearbeitet werden muss.

6.4.3 Dysphagie

Das Ausmaß der Dysphagie korrelierte mit insgesamt vier Parametern auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.01$: mit den Fragen 53 und 54, dem Gesamtscore des Fragebogens sowie mit der pro Minute phonierten Worte. Bezüglich des letzteren Kriteriums handelte es sich um eine negative Korrelation, das heißt je größer das Ausmaß der Dysphagie umso geringer die Anzahl der pro Minute phonierten Worte. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass bei diesen Patienten Spasmen des oberen Ösophagussphinkters einerseits Schluckbeschwerden verursachten, zum anderen aber auch die Schwingungsfähigkeit der Schleimhaut so beeinflusst haben, dass das rasche Vorlesen eines Textes für sie nicht möglich war. Laut der Studie von van Weissenbruch et al. [30] berichtete bereits 1958 R. Schobinger über Spasmen im Bereich des oberen Ösophagussphinkters, die laut Autor zu Dysphagie und mangelhafter alaryngealer Sprache geführt haben sollen. Eine Korrelation zwischen Spasmen des oberen Ösophagussphinkters und dem Ausmaß der Dysphagie konnte zwar für unsere Patienten nicht nachgewiesen werden, aber bei den kinematographischen Untersuchungen handelt es sich ja nur um sekundenlange Momentaufnahmen. Möglicherweise sind einfach bei manchen Patienten mit Dysphagie nur zufällig keine Spasmen aufgezeichnet worden. Eine Studie mit größerer Patientenklientel würde hier zur Klärung beitragen.

Die Tatsache, dass das Ausmaß der Dysphagie und der Gesamtscore des Fragebogens miteinander korrelieren, ergibt Sinn, denn schließlich trägt die durch Schluckbeschwerden verursachte Einschränkung der Nahrungsmittel, die konsumiert werden können, mit zum Verlust an Lebensqualität und damit zur Gesamtunzufriedenheit bei. Auch zeigt dieser Zusammenhang ein weiteres Mal, dass die Lebensqualität durchaus durch verschiedenen Faktoren sehr stark beeinflusst wird und keineswegs alleine über die Stimmqualität definiert werden darf. Die Tatsache, dass das Ausmaß der Dysphagie aber nicht die Stimmqualität mit dem

Gesamtscore des Fragebogens korreliert, impliziert zum Beispiel, dass die Nahrungsaufnahme und der Genuss beim Essen stärker zum allgemeinen Wohlbefinden der laryngektomierten Patienten beitragen und für sie wichtiger sind, als die Güte ihrer Ersatzstimme. Die Korrelation der Dysphagie mit den Fragen nach der Kommunikation und dem Kontakt mit anderen Menschen zeigt ebenfalls, dass sich Probleme in der Nahrungsaufnahme offensichtlich zu stärkerer Gehemmtheit und damit sicher zu reduzierter Lebensqualität führen. Ein weiterer Hinweis darauf, dass Lebensqualität ein komplexer Begriff ist, zu dem multiple einzelne Faktoren beitragen.

Weitere Zusammenhänge zwischen dem Faktor Dysphagie und den anderen untersuchten Kriterien ließen sich in der Korrelationsanalyse nicht finden. Insbesondere fiel wie schon bei Deshmane et al [9] keine Kausalität zwischen Dysphagie und Radiatio bzw. applizierter Strahlendosis auf. Ebenso bestätigte sich das Ergebnis von Ackerstaff et al. [1], dass kein Zusammenhang zwischen Ernährungsumstellung aufgrund von Dysphagie und Ersatzstimmechanismus besteht. Keine der Patientengruppen neigt also besonders zu dysphagischen Beschwerden. Insbesondere ist das Vorhandensein einer Provox[®]-Prothese nicht mit Schluckbeschwerden assoziiert.

6.4.4 Lebensqualität

Bezüglich des Gesamtscores des Fragebogens fand sich eine negative Korrelation mit der Anzahl der pro Minute phonierten Worte auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.01$. Sprich: Eine langsame Sprechgeschwindigkeit findet sich gehäuft bei Patienten, die eher unzufrieden mit ihrer Lebensqualität sind. Hierzu lässt sich mangelnde Motivation oder verminderter Antrieb aufgrund einer leicht depressiven Grundstimmung als Erklärung heranziehen.

Der Gesamtscore des Fragebogens, sprich also die Lebensqualität, korrelierte mit keinem weiteren Parameter der phoniatischen Untersuchungen signifikant. Auch hier findet sich wieder eine Bestätigung der bereits zuvor erwähnten These (s. Kap. 6.2), dass die Stimmqualität nicht allein das Ausmaß der Lebensqualität bedingt. Die Tatsache, dass die Fragen 53 und 54 mit dem Gesamtscore des Fragebogens positiv korrelieren, zeigt aber, dass die subjektiv empfundene Kommunikationsfähigkeit offensichtlich zur Gesamtzufriedenheit beiträgt.

6.4.5 Sonstige

Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung korrelierte negativ auf einem Niveau von $\alpha < 0.05$ mit der Anzahl der pro Minute und pro Atemzug phonierten Worte. Bezüglich dieses Parameters finden sich in vergangenen Studien die unterschiedlichsten Angaben. Einige wenige Studien, wie zum Beispiel die von Jacobson et al. [16] postulieren, dass Alter und Kommunikationsstatus vor der Laryngektomie die Stimmqualität beeinflussen. Die meisten anderen Studien äußern sich hingegen gegenteilig. Weder Ackerstaff et al [1], noch Baumann et al. [3], Daou et al. [5], van As et al [28] oder Halling und Pfab [13] konnten einen Einfluss des Alters auf die Stimmqualität feststellen. Letztere untersuchten dieses Kriterium jedoch nicht eigenständig, sondern zitierten eine Studie von Diedrich et al. Unsere Studie bestätigt die These, dass das Alter bei Laryngektomie keinen Einfluss auf die Gesamtstimmqualität hat. Die Tatsache, dass eine negative Korrelation zwischen Alter und der Zahl der pro Minute und pro Atemzug phonierten Worte besteht, dürfte auch daher rühren, dass ältere Patienten schon rein kognitiv oder visuell Schwierigkeiten haben, den doch recht langen Text „Der Nordwind und die Sonne“ flüssig vorzulesen. Für die Konzeption zukünftiger Studien muss dieser alters-, aber nicht therapie-bedingte Effekt berücksichtigt werden.

In früheren Studien wurde gelegentlich postuliert, dass die Dauer des postoperativen follow-up einen Einfluss auf die Güte der Ersatzstimme habe. So zeigten bei Halling und Pfab [13] Patienten mit länger zurückliegender Operation bessere Sprechergebnisse. Laut dieser Studie liege die entscheidende Lernperiode in der Stimmrehabilitation in den ersten postoperativen Monaten. Dem widersprechen unsere Ergebnisse: Es fand sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Monate nach Laryngektomie und der Gesamtstimmqualität ausgedrückt durch den Gesamtscore der Phoniatrie. Im Gegensatz dazu korrelierte Anzahl der postoperativen Monate mit dem Stimmfeldscore negativ. Das heißt, je länger die Laryngektomie zurücklag, desto geringer war die im Stimmfeld erreichte Punktezahl und damit die Stimmqualität.

Auch fand sich eine negative Korrelation des postoperativen follow-up mit den folgenden Einzelparametern der Stimmfelduntersuchung (Signifikanzniveau jeweils $\alpha < 0.05$):

- Dynamische Breite bei der Phonation der Zahlen 1-10
- Maximaler Schalldruckpegel in dB
- Anzahl der Halbtonschritte im Singstimmfeld

Eine mögliche Erklärung für beide Phänomene könnte sein, dass mit fortschreitendem Alter, aber auch fortschreitender postoperativer Zeit das Pharynxgewebe rigider wird und somit weniger Schwingungen bei der Phonation erzeugt werden können.

Eine positive Korrelation bestand zwischen der Dauer des follow-up und dem Wort- ($\alpha < 0.01$) sowie dem Satzverständnis ($\alpha < 0.05$) im PLTT. Das heißt, je länger die Laryngektomie zurücklag, desto besser war die Verständlichkeit der Ersatzstimmen - ein Ergebnis, das auf den ersten Blick der vorigen Argumentation bzgl. der Korrelation mit dem Stimmfeld zu widersprechen scheint. Jedoch hängt Verständlichkeit nicht nur von der Art des generierten Tones ab, sondern auch maßgeblich von der Artikulation im oberen Aerodigestivtrakt. Möglicherweise ist Patienten, die schon lange laryngektomiert sind, durch ihre lange Erfahrung bewusster, wie sehr man auf die Artikulation achten muss, um sich gegenüber den ungeschulten Zuhörern verständlich zu machen. So könnte möglicherweise ein Defizit in der Tonerzeugung durch besonders bewusste Artikulation wettgemacht werden und zu dieser Art der Korrelation führen.

Die negative Korrelation von der Art des Ersatzstimmechanismus mit der Dauer des follow-up ($\alpha < 0.05$) bedeutet, dass in den Gruppen der Prothesensprecher eher Patienten mit kurzem follow-up zu finden sind, während die länger Laryngektomierten sich eher auf die Gruppen der Pseudoflüsterer und der Servox-Sprecher verteilen. Dies mag vor allem darin begründet sein, dass die Anlage einer tracheo-ösophagealen Fistel mit Einlage einer Provox[®]-Prothese erst in den letzten Jahren standardisierter Bestandteil einer Laryngektomie geworden ist.

Bleiben zur abschließenden Betrachtung noch die Kriterien „Strahlentherapie“ beziehungsweise „Höhe der applizierten Strahlendosis in Gray“ sowie das Tumorstadium.

Unseren Ergebnissen nach nahm die Höhe der applizierten Strahlendosis keinen Einfluss auf die Stimmqualität. Somit wurden diverse andere Studien, zum Beispiel Baumann et al. [3] und Daou et al. [5], bestätigt, in denen ebenfalls kein Zusammenhang zwischen Radiatio und Erfolg der Stimmrehabilitation feststellbar war. Allerdings weisen einzelne Studien, etwa von Jacobson und Sopko [16; 26], sehr wohl einen Einfluss der Höhe der applizierten Strahlendosis auf die Stimmqualität nach, so dass hier eine abschließende Beurteilung nicht möglich erscheint.

Das Tumorstadium unserer Patienten hatte, anders als von Daou et al. [5] zum Beispiel postuliert, keinerlei Einfluss auf die Stimmqualität.

7 Zusammenfassung

Die wichtigste Erkenntnis der vorliegenden Arbeit ist, dass ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Querdurchmesser der Pseudoglottis und der Stimmqualität besteht. Eine weitere bedeutsame Korrelation, die im Rahmen dieser Studie identifiziert werden konnte, ist, dass eine größere Pseudoglottis wichtig ist, um die Lautstärke der Ersatzstimme willentlich steuern zu können.

In früheren Studien wurde bereits berichtet, dass eine harmonische, koordinierte und kontrollierte Peristaltik ein wichtiger Faktor im Rahmen der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie zu sein scheint. Auch bei uns gab es Hinweise darauf, dass eine bessere Beweglichkeit der Muskulatur die Ersatzstimme variabler werden lässt.

Jedoch zeigten sich die von uns erstmals untersuchten Motilitätsparameter Pharynxperistaltikzeit und Pharynxpassagezeit als eher weniger geeignet zur Korrelation mit der Stimmqualität. Hier muss zukünftig nach aussagekräftigeren Parametern gesucht werden.

Diese Ergebnisse zeigen, wie wichtig die anatomischen Gegebenheiten des PE-Segmentes für die Stimmrehabilitation sind und macht die Notwendigkeit weiterer kontrollierter Studien deutlich, die diese Zusammenhänge untersuchen. Auch die Tatsache, dass in aktuelleren Studien [23, 30] über Korrelationen zwischen einer unilateralen Myotomie sowie der Höhe der durchgeführten Myotomie und der Stimmqualität gefunden wurden, zeigt wie wichtig es ist herauszufinden, welche chirurgischen Maßnahmen das Ergebnis der Stimmrehabilitation beeinflussen können. Unseres Wissens existiert bislang keine weitere Studie in der objektive Stimmparameter mit messbaren anatomischen Kriterien korreliert wurden. Bislang wurde die Stimmqualität in allen zitierten Studien mit metrischen Messungen des PE-Segmentes nur nach subjektiven Kriterien beurteilt. Es besteht somit eindeutig ein Bedarf an weiteren Arbeiten, die sich stärker auf objektiv messbare und auch reproduzierbare Daten stützen.

Unserer Meinung nach ist die von uns entwickelte Methode zur Bewertung der Gesamtstimmqualität anhand multipler Einzeluntersuchungen und ihrer Bündelung zu einem Gesamtscore zur Stimmqualität sehr zuverlässig und schafft eine gute Vergleichbarkeit und Korrelationsmöglichkeit. Sie empfiehlt sich somit für weitere Forschungen in diesem Gebiet.

Im Gegensatz zu anderen Studien ließ sich bei unseren Patienten kein Zusammenhang zwischen der Stimmqualität und den folgenden Parametern feststellen:

- Alter
- Intensität der postoperativen Bestrahlung in Gray
- Länge der Pseudoglottis
- Monate nach Laryngektomie

Ein weiteres Ziel dieser Studie war, die Zusammenhänge zwischen Lebensqualität und Stimmqualität näher zu beleuchten. Dabei konnten wir bestätigen, dass die Lebensqualität multifaktoriell bedingt ist, und nicht alleine anhand der Güte der Ersatzstimme definiert werden darf. Insbesondere Beeinträchtigungen der Nahrungsaufnahme und damit reduzierter Genuss beim Essen scheinen sich auf die Zufriedenheit auszuwirken.

Trotzdem sollten auch die sozialen Hintergründe und die emotionale Verfassung der Patienten im Rahmen der Stimmrehabilitation nicht außer Acht gelassen werden. Denn auch wir sind der Meinung, dass eine größere Zufriedenheit der Patienten gerade am Anfang der Stimmrehabilitation mehr Motivation mit sich bringt und das Ergebnis positiv beeinflussen kann.

In der vorliegenden Studie wurde die allgemein anerkannte Überlegenheit der Prothesenstimmen gegenüber den anderen Ersatzstimmechanismen bestätigt. Allgemein drückt sich diese Überlegenheit im Gesamtscore Phoniatrie und im Gesamtscore Stimmfeld aus. Insbesondere zeigt sich, dass die Patienten mit Provox[®]-Prothese sowohl bezüglich der Sprechgeschwindigkeit und Sprachflüssigkeit, als auch bezüglich des Stimmklangs einer normalen Stimme näher kamen. Auch verfügen sie über eine größere Modulationsfähigkeit ihrer Stimme sowohl in Bezug auf die Tonhöhe als auch im Lautstärkeumfang. Diese Möglichkeit,

eine Sprachmelodie zu erzeugen, kann gegenüber fremden Zuhörern zu einer größeren Gefälligkeit der Stimme und damit zu einer besseren Eingliederung der Patienten im Alltag führen. Die Überlegenheit, die die Prothesensprecher in der maximalen Phonationsdauer zeigen ist zudem wichtig für eine sinnvolle Phrasierung eines Satzes und kann damit auch die Verständlichkeit erhöhen. Auch die Tatsache, dass die Prothesenstimmen offensichtlich deutlich tragfähiger sind als die anderen Ersatzstimmechanismen, stellt einen wesentlichen Vorteil im täglichen Leben dar. Denn so können sich die Patienten mit Stimmprothese auch bei stärkeren Umgebungsgereuschen verständigen und werden in solchen Situationen weniger ausgegrenzt. Aufgrund dieser stimmlichen Vorteile, aber auch aufgrund der guten Erlernbarkeit dieses Ersatzstimmechanismus, des geringen intraoperativen Aufwandes sowie der ebenfalls geringen postoperativen Komplikationen im Zusammenhang mit der ösophagotrachealen Fistel halten wir eine standardmäßige Primärversorgung der Patienten mit Stimmprothese für sinnvoll.

8 Literaturverzeichnis

| | |
|------|---|
| [1] | Ackerstaff, A.H.; Hilgers, F.J.M.; Aaronson, N.K.; Balm, A.J.M.: <i>Communication, functional disorders and lifestyle changes after total laryngectomy</i> ; Clin Otolaryngol 1994; 19: 295-300 |
| [2] | Arias, M.R.; Ramón, J.L.; Campos, M.; Cervantes, J.J.: <i>Acoustic analysis of the voice in phonatory fistuloplasty after total laryngectomy</i> ; Otolaryngol Head Neck Surg 2000 May; 122 (5): 743-747 |
| [3] | Baumann, A.; Hotz, M.A.; Zbären, P.: <i>Ergebnisse der Stimmrehabilitation mit Provox - Prothesen</i> ; Schweiz Med Wochenschr 2000; 130 (Suppl. 116): 77-79 |
| [4] | Daniilidis, I.; Nikolaou, A.; Markou, C.; Kotsani, A.: <i>Stimmrehabilitation nach totaler Laryngektomie. Stimmprothese oder Ösophagus-Ersatzstimme?</i> ; Laryngorhinootologie 1998 Feb; 77 (2): 89-92 |
| [5] | Daou, R.A.; Robillard Shultz, J.; Remy, H.; Turner Chan, N.; Attia, E.L.: <i>Laryngectomy study: Clinical and radiologic correlates of esophageal voice</i> ; Otolaryngol Head Neck Surg 92; 1984 Dec: 628-634 |
| [6] | de Maddalena, H.: <i>Psychologische Aspekte in der Rehabilitation von Laryngektomierten</i> ; Sprache-Stimme-Gehör 21 (1997): 35-39 |
| [7] | de Maddalena, H.; Pfrang, H.; Schohe, R.; Zenner, H.-P.: <i>Sprachverständlichkeit und psychosoziale Anpassung bei verschiedenen Stimmrehabilitationsmethoden nach Laryngektomie</i> ; Laryngol Rhinol Otol 1991 Oct, 70 (10): 562-567 |
| [8] | DeSanto, L.W.; Olsen, K.D.; Perry, W.C.; Rohe, D.E.; Keith, R.L.: <i>Quality of life after surgical treatment of cancer of the larynx</i> ; Ann Otol Rhinol Laryngol 1995 Oct; 104: 763-769 |
| [9] | Deshmane, V.H.; Parikh, H.K.; Pinni, S.; Parikh, D.M.; Rao, R.S.: <i>Laryngectomy: A quality of life assessment</i> ; Indian J Cancer 1995 Sep; 32 (3): 121-130 |
| [10] | Dworkin, J.P.; Meleca, R.J.; Zormeier, M.M.; Simpson, M.L.; Garfield, I.; Jacobs, J.R.; Mathog, R.H.: <i>Videostroboscopy of the pharyngoesophageal segment in total laryngectomees</i> ; Laryngoscope 1998 Dec; 108 (12): 1773-1781 |
| [11] | Finizia, C.; Hammerlid, E.; Westin, T.; Lindstrom, J.: <i>Quality of life and voice in patients with laryngeal carcinoma: A post treatment comparison of laryngectomy (salvage surgery) versus radiotherapy</i> ; Laryngoscope 1998 Oct; 108 (10): 1566-1573 |
| [12] | Hagen, R.: <i>Operative Verfahren zur Wiederherstellung des Sprechvermögens nach totaler Laryngektomie</i> ; Sprache Stimme Gehör 21 (1997): 7-12 |
| [13] | Halling, F.; Pfab, R.: <i>Vergleichende radiologische Untersuchungen zur Ösophagusersatzsprache laryngektomierter Patienten</i> ; HNO (1991) 39: 142-146 |
| [14] | Hilgers, F. J. M.; Ackerstaff, A. H.: <i>Comprehensive rehabilitation after total laryngectomy is more than voice alone</i> ; Folia Phoniatr Logop 2000; 52: 65-73 |
| [15] | Hilgers, F. J. M.; Balm, A. J. M.; Gregor, R. T.: <i>Stimmrehabilitation nach Laryngektomie mit der Provox Stimmprothese. Chirurgische und technische Aspekte</i> ; HNO (1995) 43:197-201, Springer Verlag |
| [16] | Jacobson, M.C.; Franssen, E.; Birt, B.D.; Davidson, M.J.; Gilbert, R.W.: <i>Predicting postlaryngectomy voice outcome in an era of primary tracheo-esophageal fistulization: A retrospective evaluation</i> ; J Otolaryngol 1997 Jun; 26 (3): 171-179 |

| | |
|------|--|
| [17] | Jassar, P.; England, R.J.A.; Stafford, N.D.: <i>Restoration of voice after laryngectomy</i> ; J R Soc Med 1999; 92: 299-302 |
| [18] | Kazi, R.; de Cordova, J.; Kanagalingam, J.; Venkitaraman, R.; Nutting, C.M.; Clarke, P.; Rhys-Evans, P.; Harrington, K.J.: <i>Quality of life following total laryngectomy: Assessment using the UW-QOL Scale</i> ; ORL 2007; 69:100-106 |
| [19] | Kischk, B.-T.; Gross, M.: <i>Vergleichende Beurteilung der Ersatzstimme nach Laryngektomie</i> ; HNO (1995) 43: 304-310 |
| [20] | Kreuzer, S.; Schima, W.; Schober, E.; Strasser, G.; Denk, D.M.; Swoboda, H.: <i>Postoperative Komplikationen nach Larynxresektion: Abklärung mittels Videocinematographie</i> ; Radiologe 1998; 38: 109-116 |
| [21] | Max, L.; Steurs, W.; de Bruyn, W.: Vocal capacities in esophageal and tracheoesophageal speakers; Laryngoscope (1996) 106: 93-96 |
| [22] | Mérol, J.C.; Swierkosz, F.; Urwald, O.; Nasser, T.; Legros, M.: <i>Comparaison acoustique entre voix oesophagienne et voix trachéo-oesophagienne, Acoustic characteristics of esophageal versus tracheoesophageal speech</i> ; Rev Laryngol Otol Rhinol 1999; 120, 4: 249-252 |
| [23] | Op de Coul, B. M. R.; van den Hoogen, F. J. A.; van As, C. J.; Marres, H. A.; Joosten, F. B.; Manni, J. J.; Hilgers, F. J. M.: <i>Evaluation of the effects of primary myotomy in total laryngectomy on the neoglottis with the use of quantity videofluoroscopy</i> ; Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2003 Sep; 129 (9): 1000-1005 |
| [24] | Schultz-Coulon, H.-J. : <i>Die Stimmprothese</i> ; Sprache Stimme Gehör 21 (1997): 13-18 |
| [25] | Sloane, P.M.; Griffin, J.M.; O'Dwyer, T.P.: <i>Esophageal insufflation and videofluoroscopy for evaluation of esophageal speech in laryngectomy patients: Clinical implications</i> ; Radiology 1991, 181: 433-437 |
| [26] | Sopko, J.; Wey, W.; Faust, H.: <i>Zur Klinik der Ösophagusersatzstimme</i> ; HNO 1977 Dec; 25 (12): 433-435 |
| [27] | Stewart, M.G.; Chen, A.Y.; Stach, C.B.: <i>Outcomes analysis of and quality of life in patients with laryngeal cancer</i> ; Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1998; 124: 143-148 |
| [28] | Van As, C. J.; Op de Coul, B. M. R.; van den Hoogen, F. J. A.; Koopmans-van Beinum, F. J.; C. J.; Hilgers, F. J. M.: <i>Quantitative videofluoroscopy: A new evaluation tool for tracheoesophageal voice production</i> ; Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2001 Feb; 127 (2): 161-169 |
| [29] | Van As-Brooks, C. J.; Hilgers, F. J. M.; Koopmans-van Beinum, F. J.; Pols, L. C. W.: <i>Anatomical and functional correlates of voice quality in tracheoesophageal speech</i> ; J Voice 2005 Sep 19 (3): 360-372 |
| [30] | Van Weissenbruch, R.; Kunnen, M.; Albers, F. W.; van Cauwenberge, P. B.; Sulter, A. M.: <i>Cineradiography of the pharyngoesophageal segment in post-laryngectomy patients</i> ; Ann Otol Rhinol Laryngol 2000 Mar, 109 (3): 311-319 |
| [31] | Vilasa, I.; Chen, A.Y.; Backscheider, A.G.: <i>Longterm quality of life after total laryngectomy</i> ; Head Neck 2006; 28:313-320 |
| [32] | Zenner, H.P.; Pfrang, H.: <i>Ein einfacher Sprachverständlichkeitstest zur Beurteilung der Stimmrehabilitation des Laryngektomierten</i> ; Laryngol Rhinol Otol 1986 May, 65 (5): 271-276 |

9 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| ABBILDUNG 5.1 WORT- UND SATZVERSTÄNDNIS IM POSTLARYNGEKTOMIE-TELEFONTEST..... | 32 |
| ABBILDUNG 5.2 SPRECHGESCHWINDIGKEIT RUKTUS- UND PROVOX [®] -GRUPPE | 34 |
| ABBILDUNG 5.3 SPRECHGESCHWINDIGKEIT UND FLÜSSIGKEIT DER SPRACHE..... | 35 |
| ABBILDUNG 5.4 RBH-BEURTEILUNG RUKTUS UND PROVOX [®] -GRUPPE | 36 |
| ABBILDUNG 5.5 STIMMDYNAMIK | 37 |
| ABBILDUNG 5.6 FREQUENZUMFANG..... | 39 |
| ABBILDUNG 5.7 MAXIMALER SCHALLDRUCKPEGEL SINGSTIMMFELD..... | 42 |
| ABBILDUNG 5.8 SCORE STIMMFELD | 43 |
| ABBILDUNG 5.9 MAXIMALE PHONATIONSDAUER | 44 |
| ABBILDUNG 5.10 GESAMTSCORE PHONIATRIE | 45 |
| ABBILDUNG 5.11 LEBENSQUALITÄT GEMÄß FRAGEBOGEN EORTC QLQ-C30 | 46 |
| ABBILDUNG 5.12 HEMMUNGEN IN DER TÄGLICHEN KOMMUNIKATION RUKTUS- UND PROVOX [®] -GRUPPE | 47 |
| ABBILDUNG 5.13 HEMMUNGEN BEIM TELEFONIEREN RUKTUS- UND PROVOX [®] -GRUPPE | 47 |
| ABBILDUNG 5.14 MAXIMALER QUERDURCHMESSER PSEUDOGLOTTIS | 49 |
| ABBILDUNG 5.15 EINSCHNÜRQUOTIENT PSEUDOGLOTTIS | 50 |
| ABBILDUNG 5.16 KORRELATION STIMMQUALITÄT UND PSEUDOGLOTTIS-QUERDURCHMESSER | 54 |

10 Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| TABELLE 5.1 SATZVERSTÄNDNIS IM POSTLARYNGEKTOMIE-TELEFONTEST | 31 |
| TABELLE 5.2 WORTVERSTÄNDNIS IM POSTLARYNGEKTOMIE-TELEFONTEST | 31 |
| TABELLE 5.3 SPRECHGESCHWINDIGKEIT | 33 |
| TABELLE 5.4 FLÜSSIGKEIT DER SPRACHE | 34 |
| TABELLE 5.5 RBH-BEURTEILUNG | 35 |
| TABELLE 5.6 STIMMDYNAMIK IM SPRECHSTIMMFELD | 37 |
| TABELLE 5.7 FREQUENZUMFANG IM SPRECHSTIMMFELD | 38 |
| TABELLE 5.8 MAXIMALER SCHALLDRUCKPEGEL (SPL) SPRECHSTIMMFELD..... | 40 |
| TABELLE 5.9 STIMMDYNAMIK IM SINGSTIMMFELD | 40 |
| TABELLE 5.10 FREQUENZUMFANG IM SINGSTIMMFELD | 41 |
| TABELLE 5.11 ANZAHL STIMMHAFTER SAMPLES IM SINGSTIMMFELD | 41 |
| TABELLE 5.12 MAXIMALER SCHALLDRUCKPEGEL SINGSTIMMFELD | 42 |
| TABELLE 5.13 GESAMTSORE STIMMFELD | 43 |
| TABELLE 5.14 MAXIMALE PHONATIONSDAUER..... | 43 |
| TABELLE 5.15 GESAMTSORE PHONIATRIE | 44 |
| TABELLE 5.16 AUSWERTUNG FRAGEBOGEN ZUR LEBENSQUALITÄT | 46 |
| TABELLE 5.17 PHARYNXPERISTALTIKZEIT | 48 |
| TABELLE 5.18 PHARYNXPASSAGEZEIT | 49 |
| TABELLE 5.19 MAXIMALER QUERDURCHMESSER PSEUDOGLOTTIS..... | 49 |
| TABELLE 5.20 EINSCHNÜRQUOTIENT PSEUDOGLOTTIS..... | 50 |
| TABELLE 5.21 LÄNGE PSEUDOGLOTTIS | 51 |
| TABELLE 5.22 QUOTIENT LÄNGE PSEUDOGLOTTIS/QUERDURCHMESSER HWK 6 | 51 |

11 Anhang

11.1 Einsilber- und Satzlisten des Postlaryngektomie-Telefontestes (PLTT)

Version 1

Bitte lesen Sie die folgenden Worte vor. Machen Sie nach jedem Wort eine kurze Pause, damit der Zuhörer das Wort notieren kann.

- | | |
|------------|-------------|
| 1) Holz | 11) Werk |
| 2) Ruß | 12) Dach |
| 3) Mark | 13) Knie |
| 4) Stein | 14) Traum |
| 5) Glied | 15) Pass |
| 6) Fleck | 16) Kunst |
| 7) Busch | 17) Mönch |
| 8) Schloss | 18) Los |
| 9) Bart | 19) Schrift |
| 10) Ei | 20) Fall |

Bitte lesen Sie die folgenden Sätze vor. Machen Sie auch hier nach jedem Satz eine kurze Pause, damit der Zuhörer den Satz notieren kann.

- 1) Die Kartoffeln gehören zum Mittagessen.
- 2) Frische Gardinen hängen am Fenster.
- 3) Die Menschen standen und schauten.
- 4) Ich möchte hinter euch gehen.
- 5) Sie isst kein salziges Gericht.

Version 2

Bitte lesen Sie die folgenden Worte vor. Machen Sie nach jedem Wort eine kurze Pause, damit der Zuhörer das Wort notieren kann.

- | | |
|-----------|------------|
| 1) Farm | 11) Frosch |
| 2) Werk | 12) Vieh |
| 3) Maus | 13) Amt |
| 4) Drang | 14) Korn |
| 5) Schein | 15) Boot |
| 6) Hemd | 16) Wachs |
| 7) Mann | 17) Reh |
| 8) Gift | 18) Pfiff |
| 9) Lehm | 19) Ast |
| 10) Ohr | 20) Film |

Bitte lesen Sie die folgenden Sätze vor. Machen Sie auch hier nach jedem Satz eine kurze Pause, damit der Zuhörer den Satz notieren kann.

- 1) Die Arbeiten dauerten viele Jahre.
- 2) Im Zimmer herrschte strahlende Helle.
- 3) Wir erwarten noch eine Überraschung.
- 4) Die Bahn soll schneller werden.
- 5) Links herum geht es schneller.

Version 3

Bitte lesen Sie die folgenden Worte vor. Machen Sie nach jedem Wort eine kurze Pause, damit der Zuhörer das Wort notieren kann.

- | | |
|-----------|-------------|
| 1) Staub | 11) Weg |
| 2) Licht | 12) Fass |
| 3) Tracht | 13) Schmied |
| 4) Herd | 14) Ross |
| 5) Not | 15) Amt |
| 6) Wein | 16) Puls |
| 7) Fluch | 17) Meer |
| 8) Kalk | 18) Graf |
| 9) Biss | 19) Schweiß |
| 10) Grund | 20) Dolch |

Bitte lesen Sie die folgenden Sätze vor. Machen Sie auch hier nach jedem Satz eine kurze Pause, damit der Zuhörer den Satz notieren kann.

- 1) Gut Ding will Weile haben.
- 2) Anschrift und Marke nicht vergessen.
- 3) Endlich läuft unser Wasser wieder.
- 4) Diese Epoche geht zu Ende.
- 5) Ist denn noch nicht Feierabend?

Version 4

Bitte lesen Sie die folgenden Worte vor. Machen Sie nach jedem Wort eine kurze Pause, damit der Zuhörer das Wort notieren kann.

- | | |
|------------|-----------|
| 1) Frucht | 11) Heer |
| 2) Schlitz | 12) Dachs |
| 3) See | 13) Bauch |
| 4) Schar | 14) Kreuz |
| 5) Gold | 15) Akt |
| 6) Leib | 16) Pfund |
| 7) Wunsch | 17) Sekt |
| 8) Fraß | 18) Glück |
| 9) Stier | 19) Molch |
| 10) Ton | 20) Rad |

Bitte lesen Sie die folgenden Sätze vor. Machen Sie auch hier nach jedem Satz eine kurze Pause, damit der Zuhörer den Satz notieren kann.

- 1) Das Haus hat keinen Garten.
- 2) Er musste unbezahlten Urlaub nehmen.
- 3) Alles hört auf mein Kommando!
- 4) Der Direktor hatte keinen Erfolg.
- 5) Auskunft gibt es erst morgen.

Version 5

Bitte lesen Sie die folgenden Worte vor. Machen Sie nach jedem Wort eine kurze Pause, damit der Zuhörer das Wort notieren kann.

- | | |
|------------|------------|
| 1) Spiel | 11) Wort |
| 2) Moos | 12) Hecht |
| 3) Lachs | 13) Mann |
| 4) Glut | 14) Bruch |
| 5) Erz | 15) Schopf |
| 6) Baum | 16) Fels |
| 7) Sand | 17) Kranz |
| 8) Reich | 18) Teich |
| 9) Kuh | 19) Dienst |
| 10) Schiff | 20) Star |

Bitte lesen Sie die folgenden Sätze vor. Machen Sie auch hier nach jedem Satz eine kurze Pause, damit der Zuhörer den Satz notieren kann.

- 1) Die Röcke werden wieder kürzer.
- 2) Beinahe hätte ich dich verpasst!
- 3) Lieber heute als morgen gehen.
- 4) Grüne Vorhänge verdeckten die Aussicht.
- 5) Hast Du den Kuckuck gehört?

11.2 Text „Der Nordwind und die Sonne“

Einst stritten sich Nordwind und Sonne, wer von ihnen beiden wohl der Stärkere wäre, als ein Wanderer, der in einen warmen Mantel gehüllt war, des Weges kam. Sie wurden einig, dass derjenige für den Stärkeren gelten sollte, der den Wanderer zwingen würde, seinen Mantel abzulegen. Der Nordwind blies mit aller Macht, aber je mehr er blies, desto fester hüllte sich der Wanderer in seinen Mantel ein. Endlich gab der Nordwind den Kampf auf. Nun wärmte die Sonne die Luft mit ihren freundlichen Strahlen, und schon nach wenigen Augenblicken zog der Wanderer seinen Mantel aus. Da musste der Nordwind zugeben, dass die Sonne von ihnen beiden der Stärkere war.

11.3 Bewertung der phoniatischen Untersuchungen

11.3.1 Postlaryngektomie-Telefontest (PLTT)

- Zahl der verstandenen Worte
 - Bis 4 Worte verstanden = 1 Punkt
 - Bis 8 Worte verstanden = 2 Punkte
 - Bis 12 Worte verstanden = 3 Punkte
 - Bis 16 Worte verstanden = 4 Punkte
 - Bis 20 Worte verstanden = 5 Punkte

- Zahl der verstandenen Sätze
 - 1 Satz verstanden = 1 Punkt
 - 2 Sätze verstanden = 2 Punkte
 - 3 Sätze verstanden = 3 Punkte
 - 4 Sätze verstanden = 4 Punkte
 - 5 Sätze verstanden = 5 Punkte

11.3.2 Sprechgeschwindigkeit, Flüssigkeit der Sprache und RBH-Beurteilung

- Worte pro Minute
 - Bis 40 Worte/min = 1 Punkt
 - Bis 80 Worte/min = 2 Punkte
 - Bis 120 Worte/min = 3 Punkte
 - Über 120 Worte/min = 4 Punkte

- Worte pro Atemzug
 - Bis 2 Worte/Atemzug = 1 Punkt
 - Bis 4 Worte/Atemzug = 2 Punkte
 - Bis 6 Worte/Atemzug = 3 Punkte
 - Bis 8 Worte/Atemzug = 4 Punkte
 - Über 8 Worte/Atemzug = 5 Punkte

- Arithmetisches Mittel Rauheit
 - Starke Rauheit = 1 Punkt
 - Mittelstarke Rauheit = 2 Punkte
 - Leichte Rauheit = 3 Punkte

- Arithmetisches Mittel Behauchtheit
 - Starke Behauchtheit = 1 Punkt
 - Mittelstarke Behauchtheit = 2 Punkte
 - Leichte Behauchtheit = 3 Punkte

- Arithmetisches Mittel Heiserkeit
 - Starke Heiserkeit = 1 Punkt
 - Mittelstarke Heiserkeit = 2 Punkte
 - Leichte Heiserkeit = 3 Punkte

11.3.3 Sprech- und Singstimmfeld

- Stimmodynamik (Stimmumfang) in dB im Sprechstimmfeld
 - Bis 10 dB = 1 Punkt
 - Bis 20 dB = 2 Punkte
 - Bis 30 dB = 3 Punkte
 - Bis 40 dB = 4 Punkte
 - Bis 50 dB = 5 Punkte

- Frequenzumfang in Halbtonschritten im Sprechstimmfeld
 - Bis 10 Halbtonschritte = 1 Punkt
 - Bis 20 Halbtonschritte = 2 Punkte
 - Bis 30 Halbtonschritte = 3 Punkte
 - Bis 40 Halbtonschritte = 4 Punkte
 - Bis 50 Halbtonschritte = 5 Punkte

- Stimmodynamik in dB im Singstimmfeld
 - Bis 10 dB = 1 Punkt
 - Bis 20 dB = 2 Punkte
 - Bis 30 dB = 3 Punkte
 - Bis 40 dB = 4 Punkte
 - Bis 50 dB = 5 Punkte

- Frequenzumfang in Halbtonschritten im Singstimmfeld
 - Bis 10 Halbtonschritte = 1 Punkt
 - Bis 20 Halbtonschritte = 2 Punkte
 - Bis 30 Halbtonschritte = 3 Punkte
 - Bis 40 Halbtonschritte = 4 Punkte
 - Bis 50 Halbtonschritte = 5 Punkte
 - Über 50 Halbtonschritte = 6 Punkte

- Stimmhafte Samples in % im Singstimmfeld
 - Bis 20% = 1 Punkt
 - Bis 40% = 2 Punkte
 - Bis 60% = 3 Punkte
 - Bis 80% = 4 Punkte
 - Bis 100% = 5 Punkte

- Maximaler Schalldruckpegel in dB in Sprech- und Singstimmfeld
 - 65-71 dB = 1 Punkt
 - 72-78 dB = 2 Punkte
 - 79-85 dB = 3 Punkte
 - 86-92 dB = 4 Punkte
 - 93-99 dB = 5 Punkte

- Maximale Phonationsdauer in Sekunden
 - Bis 4 s = 1 Punkt
 - Bis 8 s = 2 Punkte
 - Bis 12 s = 3 Punkte
 - Bis 16 s = 4 Punkte
 - Über 16 s = 5 Punkte

11.4 Fragebogen zur Lebensqualität EORTC QLQ-C30

Lieber Patient!

Wir möchten noch einige genaue Informationen über Ihre Gesundheit und Ihr Wohlbefinden erfassen. Bitte beantworten Sie **alle Fragen**, indem Sie die Zahl ankreuzen, die am Besten auf Ihre Situation zutrifft. Bitte kreuzen Sie jeweils nur **eine** Zahl an. Es gibt keine "richtigen" oder "falschen" Antworten. Die Informationen, die Sie uns geben, werden streng vertraulich behandelt.

Bitte setzen Sie Ihre Initialen ein:

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Ihr Geburtsdatum: (Tag, Monat, Jahr)

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

Heutiges Datum: (Tag, Monat, Jahr)

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

| | | Nein | | | | Ja |
|--|---|------------------|-------------------|------------------|-------------------|----|
| 1 | Haben Sie Schwierigkeiten bei anstrengenden Tätigkeiten, wie zum Beispiel beim Tragen einer schweren Einkaufstasche oder eines Koffers? | 1 | | | | 2 |
| 2 | Haben Sie Beschwerden bei einem <u>langen</u> Spaziergang? | 1 | | | | 2 |
| 3 | Haben Sie Beschwerden bei einem <u>kurzen</u> Spaziergang? | 1 | | | | 2 |
| 4 | Müssen Sie die meiste Zeit des Tages im Bett oder sitzend verbringen? | 1 | | | | 2 |
| 5 | Benötigen Sie Hilfe beim Essen, Anziehen, Waschen oder Toilettengang? | 1 | | | | 2 |
| Während der <u>vergangenen Woche</u>: | | Gar nicht | Eher wenig | Eher mehr | Sehr stark | |
| 6 | Waren Sie in Ihrer Arbeit oder in der Verrichtung täglicher Dinge eingeschränkt? | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 7 | Waren Sie in der Ausübung Ihrer Hobbys oder anderer Freizeitaktivitäten eingeschränkt? | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 8 | Waren Sie kurzatmig? | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 9 | Hatten Sie Schmerzen? | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 10 | Mussten Sie sich öfter ausruhen? | 1 | 2 | 3 | 4 | |

| | | | | | |
|----|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 11 | Haben Sie schlecht geschlafen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12 | Haben Sie sich schwach gefühlt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13 | Hatten Sie Appetit? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14 | Verspürten Sie Übelkeit? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Während der <u>vergangenen Woche</u>: | Gar nicht | Eher wenig | Eher mehr | Sehr stark |
| 15 | Mussten Sie sich übergeben? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16 | Litten Sie unter Verstopfung? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17 | Hatten Sie Durchfall? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18 | Waren Sie müde? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19 | Wurden Sie durch Schmerzen in Ihren täglichen Aktivitäten beeinträchtigt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20 | Hatten Sie Schwierigkeiten, sich auf Dinge wie Zeitung lesen oder Fernsehen zu konzentrieren? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21 | Waren Sie nervlich angespannt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22 | Waren Sie unzufrieden / unausgeglichen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 23 | Waren Sie reizbar? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 24 | Waren Sie niedergeschlagen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 25 | Hatten Sie Schwierigkeiten, sich zu erinnern? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 26 | Hat Ihre körperliche Verfassung oder die medizinische Behandlung Ihr <u>Familienleben</u> beeinträchtigt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 27 | Hat Ihre körperliche Verfassung oder die medizinische Behandlung Ihr <u>sozialen</u> <u>Aktivitäten</u> beeinträchtigt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 28 | Hat Ihre körperliche Verfassung oder die medizinische Behandlung Ihnen finanzielle Probleme bereitet? | 1 | 2 | 3 | 4 |

Kreuzen Sie bitte bei den folgenden Fragen die Zahl zwischen 1 und 7 an, die am besten auf Ihre Situation zutrifft

29 Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand in der letzten Woche einschätzen?

1 2 3 4 5 6 7

sehr schlecht

sehr gut

30 Wie würden Sie Ihre allgemeine Lebensqualität in der letzten Woche einschätzen?

1 2 3 4 5 6 7

sehr schlecht

sehr gut

Patienten berichten manchmal über folgende Symptome oder Probleme. Bitte geben Sie das Ausmaß an, in dem Sie unter diesen Symptomen oder Problemen in der letzten Woche litten. Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die am besten Ihre persönliche Situation widerspiegelt.

| Während der <u>vergangenen Woche</u>: | | Gar nicht | Eher wenig | Eher Mehr | Sehr stark |
|--|---|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 31 | Hatten Sie Schmerzen im Mund? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 32 | Hatten Sie Schmerzen im Rachen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 33 | Hatten Sie Entzündungen in der Mundhöhle? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 34 | Hatten Sie Halsschmerzen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 35 | Hatten Sie Schwierigkeiten beim Schlucken von Flüssigkeiten? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 36 | Hatten Sie Schwierigkeiten beim Schlucken von pürierter Nahrung? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 37 | Hatten Sie Schwierigkeiten beim Schlucken von fester Nahrung? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 37 | Mussten Sie bei fester Nahrung a viel trinken, damit Sie schlucken konnten? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 38 | Mussten Sie beim Schlucken würgen? | 1 | 2 | 3 | 4 |

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| 39 | Hatten Sie Probleme mit Ihren Zähnen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 40 | Hatten Sie Probleme, Ihren Mund weit zu öffnen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 41 | Hatten sie einen trockenen Mund? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 42 | Hatten Sie zähen Speichel? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 43 | Hatten Sie Probleme beim Riechen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 44 | Hatten Sie Probleme beim Schmecken? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 45 | Hatten Sie Husten? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 46 | Waren Sie heiser? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 47 | Haben Sie sich krank gefühlt? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 48 | Hat Ihr Zustand Ihnen Sorge bereitet? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 49 | Hatten Sie Schwierigkeiten mit dem Essen? | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Während der <u>vergangenen Woche</u>: | | Gar nicht | Eher wenig | Eher Mehr | Sehr stark |
|--|---|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 50 | Hatten Sie Hemmungen, im Beisein Ihrer Familie zu essen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 51 | Hatten Sie Hemmungen, im Beisein anderer Menschen zu essen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 52 | Konnten Sie Ihre Mahlzeiten genießen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 53 | Hatten Sie Hemmungen, mit anderen Menschen zu sprechen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 54 | Hatten Sie Hemmungen zu telefonieren? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 55 | Hatten Sie Hemmungen im Umgang mit Ihrer Familie? | 1 | 2 | 3 | 4 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|-------------|------------|
| 56 | Hatten Sie Hemmungen im Umgang mit Freunden? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 57 | Hatten Sie Hemmungen, sich in der Öffentlichkeit zu zeigen? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 58 | Hatten Sie Hemmungen gegenüber dem körperlichen Kontakt zu Familienmitgliedern oder Freunden? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 59 | Hatten Sie Interesse an Sex? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 60 | Hatten Sie Freude am Sex? | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Während der <u>vergangenen Woche</u>: | | | | Nein | Ja. |
| 61 | Haben Sie Schmerzmittel genommen? | | | 1 | 2 |
| 62 | Haben Sie Nahrungsmittelzusätze wie zum Beispiel Mineralien genommen (ausgenommen Vitamine)? | | | 1 | 2 |
| 63 | Haben Sie eine Ernährungssonde (Magensonde oder PEG) benutzt? | | | 1 | 2 |
| 64 | Haben Sie abgenommen? | | | 1 | 2 |
| 65 | Haben Sie zugenommen? | | | 1 | 2 |

11.5 Auswertungsbogen zur Kinematographie

Kine-Nr.:

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

Stimmgattung:

Untersuchungstag:

Bemerkungen, Klartext:

.....

Globus: ja nein
 Dysphagie: ja nein
 Rezidiv: ja nein

Orale Boluskontrolle

Boluskontrolle pathologisch: ja nein
 Leaking: ja nein
 Einseitige Aufladung: ja nein
 Kompensationshaltung: ja nein
 Zungenatrophie: ja nein
 Dyskinesie: ja nein
 Tremor: ja nein

Zungengrund

Rampenform: ja nein
 Stempelmechanismus: ja nein

Pseudoglottis

Form: plump schlank
 Länge PG/ Ø C6: _____
 Hyperakt. Zone unterh. PG: ja nein

Pharynxkonstriktoren

Dyskinesien: ja nein
 Pharynxperistaltikzeit: _____ s/25
 Einschnürquotient PG/C3: _____ s/25
 Pharynxpassagezeit: _____ s/25

OÖS-Segment

Vorzeitiger Schluss: ja nein
 Zeit: _____/_____ s/25
 Verzögerte Öffnung: ja nein
 Zeit: _____/_____ s/25
 Inkomplette Öffnung: ja nein
 Fehlende Öffnung: ja nein
 Lumenobstruktion: _____%

Zervikaler Ösophagus

Spondylophytäre Impressionen: ja nein
 Lumeneinengung: ja nein
 Prävertebr: Weichteile patholog. ja Nein
 Web: ja nein
 Stenosen: ja nein
 Verlagerung: ja nein
 Infiltration: ja nein

Hypopharynx

Retention unterer Pharynxschlauch: ja nein
 Schleimhautunregelmäßigkeiten: ja nein
 Dilatation: ja nein
 Pouching: R L RL N
 Grad: 1 2 3
 Hypopharyngeale Wandschwäche: ja nein
 Grad: 1 2 3
 Zenkersches Divertikel: ja nein
 Grad: 1 2 3
 Vernarbungen: ja nein
 Stenosen: ja nein

Kine-Nr. = Kinematographie-Nummer
 Länge PG/ Ø C6 = Quotient aus Länge PG und
 Querdurchmesser HWK 6 jeweils in cm
 Hyperakt. Zone unterh. PG = Hyperaktive Zone unterhalb PG
 Einschnürquotient PG/C3 = Quotient aus PG und
 Querdurchmesser HWK 3, jeweils in cm
 OÖS-Segment = Segment des oberen Ösophagussphinkters
 Prävertebr: Weichteile patholog = Prävertebrale Weichteile pathologisch?
 L = Links
 R = Rechts
 RL = Beidseits
 N = Nicht vorhanden

11.6 Korrelationstabelle

| | | Ersatzstimme | Score Stimmfeld | Gesamtscore Stimmqualität | Worte/min | Worte/AZ |
|-----------------------|-------|--------------|-----------------|---------------------------|-----------|----------|
| Ersatzstimme | r_a | 1,000 | ,632** | ,778** | ,219 | ,247 |
| ScoreStimmfeld | r_a | ,632** | 1,000 | ,852** | -,146 | -,128 |
| Gesamtscore | r_a | ,778** | ,852** | 1,000 | ,243 | ,202 |
| Worte/min | r_a | ,219 | -,146 | ,243 | 1,000 | ,668** |
| Worte/AZ | r_a | ,247 | -,128 | ,202 | ,668** | 1,000 |
| Wortverst. % | r_a | ,129 | ,017 | ,325 | ,471** | ,137 |
| Satzverst. % | r_a | ,091 | ,185 | ,365* | ,162 | -,102 |
| DynBreite1-10 | r_a | ,496** | ,641** | ,571** | -,074 | ,045 |
| Halbtonsch. 1-10 | r_a | ,020 | ,479** | ,309 | -,306 | -,442** |
| Max SPL 1-10 | r_a | ,658** | ,650** | ,689** | ,092 | ,175 |
| Dyn Breite Monate | r_a | ,500** | ,640** | ,584** | ,113 | ,085 |
| Halbtonsch. Monate | r_a | ,209 | ,545** | ,348* | -,451** | -,413* |
| Max SPL Monate | r_a | ,479** | ,514** | ,422* | -,072 | ,121 |
| DynBreiteWoTa | r_a | ,468** | ,661** | ,582** | -,158 | -,011 |
| Halbtonsch. WoTa | r_a | ,113 | ,673** | ,477** | -,236 | -,309 |
| Max SPL WoTa | r_a | ,638** | ,539** | ,628** | ,167 | ,239 |
| DynBreiteSingST | r_a | ,667** | ,695** | ,760** | ,101 | -,008 |
| Halbtonsch. SingST | r_a | ,081 | ,194 | ,101 | -,095 | -,042 |
| Max SPL SingST | r_a | ,656** | ,643** | ,729** | ,197 | ,083 |
| Samples% | r_a | ,107 | -,090 | -,042 | ,074 | ,391* |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_a | ,281 | -,003 | ,211 | ,196 | ,661** |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_a | ,737** | ,520** | ,644** | ,202 | -,159 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_a | ,566** | ,409* | ,506** | ,247 | -,204 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_a | ,719** | ,382* | ,638** | ,439** | ,161 |
| Dysphagie | r_a | ,054 | ,199 | ,000 | -,453** | -,222 |
| Frage53 | r_a | ,012 | -,151 | -,216 | -,342* | -,119 |
| Frage54 | r_a | ,049 | ,099 | -,111 | -,568** | -,369* |
| ScoreFragebogen | r_a | -,019 | ,085 | -,032 | -,380* | -,199 |
| Phrynxperistaltikzeit | r_a | ,133 | -,161 | -,065 | ,343 | ,214 |
| PGQuerdurchm. | r_a | ,421* | ,443* | ,457** | ,168 | ,087 |
| Einschnürquotient PG | r_a | ,383* | ,380* | ,379* | ,160 | ,114 |
| Pseudoglottis Länge | r_a | ,080 | ,065 | ,059 | ,204 | ,262 |
| PG Länge/C6 | r_a | ,069 | ,068 | ,106 | ,229 | ,270 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_a | ,072 | ,370* | ,309 | -,032 | -,058 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_a | -,093 | -,089 | -,144 | -,161 | -,046 |
| Lumenobstruktion % | r_a | -,148 | -,241 | -,296 | ,123 | -,009 |
| Alter | r_a | ,060 | ,132 | -,002 | -,348* | -,403* |
| Monate nach LE | r_a | -,390* | -,354* | -,266 | ,258 | -,103 |
| T-Stadium | r_a | ,076 | -,040 | -,110 | -,020 | ,009 |
| Gray | r_a | -,039 | -,018 | -,038 | -,041 | -,014 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Wortverst % | Satzverst % | Dyn Breite1-10 | Halbton schr. 1-10 | Max SPL 1-10 | Dyn Breite Mon |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| Ersatzstimme | r _a | ,129 | ,091 | ,496** | ,020 | ,658** | ,500** |
| ScoreStimmfeld | r _a | ,017 | ,185 | ,641** | ,479** | ,650** | ,640** |
| Gesamtscore | r _a | ,325 | ,365* | ,571** | ,309 | ,689** | ,584** |
| Worte/min | r _a | ,471** | ,162 | -,074 | -,306 | ,092 | ,113 |
| Worte/AZ | r _a | ,137 | -,102 | ,045 | -,442** | ,175 | ,085 |
| Wortverst. % | r _a | 1,000 | ,648** | -,160 | ,040 | -,002 | -,071 |
| Satzverst. % | r _a | ,648** | 1,000 | -,008 | ,127 | ,107 | ,045 |
| DynBreite1-10 | r _a | -,160 | -,008 | 1,000 | ,285 | ,757** | ,604** |
| Halbtonschr. 1-10 | r _a | ,040 | ,127 | ,285 | 1,000 | ,098 | ,182 |
| Max SPL 1-10 | r _a | -,002 | ,107 | ,757** | ,098 | 1,000 | ,765** |
| Dyn Breite Monate | r _a | -,071 | ,045 | ,604** | ,182 | ,765** | 1,000 |
| Halbtonschr. Monate | r _a | ,058 | ,167 | ,104 | ,419* | ,011 | -,025 |
| Max SPL Monate | r _a | -,344* | -,243 | ,416* | -,088 | ,606** | ,586** |
| DynBreiteWoTa | r _a | -,098 | -,020 | ,485** | ,248 | ,572** | ,589** |
| Halbtonschr. WoTa | r _a | ,130 | ,224 | ,221 | ,618** | ,180 | ,207 |
| Max SPL WoTa | r _a | -,006 | ,025 | ,406* | -,070 | ,717** | ,693** |
| DynBreiteSingST | r _a | ,065 | ,254 | ,482** | ,181 | ,544** | ,568** |
| Halbtonschr. SingST | r _a | -,019 | -,029 | ,198 | -,070 | ,008 | -,091 |
| Max SPL SingST | r _a | ,127 | ,254 | ,426** | ,137 | ,568** | ,616** |
| Samples% | r _a | ,015 | -,064 | -,040 | -,239 | ,101 | ,037 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r _a | -,137 | -,148 | ,196 | -,284 | ,388* | ,143 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r _a | ,350* | ,272 | ,312 | ,226 | ,473** | ,400* |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r _a | ,334 | ,290 | ,259 | ,088 | ,265 | ,254 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r _a | ,366* | ,251 | ,216 | -,036 | ,343* | ,304 |
| Dysphagie | r _a | -,285 | -,137 | ,332 | ,089 | ,115 | ,138 |
| Frage53 | r _a | -,147 | -,290 | -,137 | -,038 | -,227 | -,160 |
| Frage54 | r _a | -,307 | -,398* | -,083 | ,100 | -,047 | ,042 |
| ScoreFragebogen | r _a | -,296 | -,158 | ,221 | ,080 | ,053 | -,015 |
| Phrynxperistaltikzeit | r _a | ,149 | -,003 | -,243 | -,458** | -,105 | -,168 |
| PGQuerdurchm. | r _a | -,067 | ,005 | ,397* | -,114 | ,282 | ,314 |
| Einschnürquotient PG | r _a | -,083 | -,078 | ,370* | -,150 | ,209 | ,298 |
| Pseudoglottis Länge | r _a | -,054 | -,257 | ,130 | -,091 | ,066 | ,139 |
| PG Länge/C6 | r _a | -,025 | -,093 | ,142 | -,147 | ,095 | ,101 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r _a | -,127 | ,295 | ,076 | -,014 | ,196 | ,136 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r _a | -,183 | -,023 | ,034 | ,007 | -,107 | -,097 |
| Lumenobstruktion % | r _a | ,015 | ,000 | -,143 | -,276 | -,264 | -,273 |
| Alter | r _a | ,052 | ,059 | ,098 | ,132 | ,099 | ,199 |
| Monate nach LE | r _a | ,466** | ,352* | -,389* | -,010 | -,284 | -,095 |
| T-Stadium | r _a | ,142 | -,064 | ,055 | -,019 | ,050 | ,196 |
| Gray | r _a | -,150 | -,065 | ,039 | ,109 | ,040 | ,138 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Halbtone chr. Mon | Max SPL Mon | Dyn Breite WoTa | Halbtone chr. WoTa | Max SPL WoTa | Dyn Breite SingST |
|-----------------------|-------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| Ersatzstimme | r_a | ,209 | ,479** | ,468** | ,113 | ,638** | ,667** |
| ScoreStimmfeld | r_a | ,545** | ,514** | ,661** | ,673** | ,539** | ,695** |
| Gesamtscore | r_a | ,348* | ,422* | ,582** | ,477** | ,628** | ,760** |
| Worte/min | r_a | -,451** | -,072 | -,158 | -,236 | ,167 | ,101 |
| Worte/AZ | r_a | -,413* | ,121 | -,011 | -,309 | ,239 | -,008 |
| Wortverst. % | r_a | ,058 | -,344* | -,098 | ,130 | -,006 | ,065 |
| Satzverst. % | r_a | ,167 | -,243 | -,020 | ,224 | ,025 | ,254 |
| DynBreite1-10 | r_a | ,104 | ,416* | ,485** | ,221 | ,406* | ,482** |
| Halbtonechr. 1-10 | r_a | ,419* | -,088 | ,248 | ,618** | -,070 | ,181 |
| Max SPL 1-10 | r_a | ,011 | ,606** | ,572** | ,180 | ,717** | ,544** |
| Dyn Breite Monate | r_a | -,025 | ,586** | ,589** | ,207 | ,693** | ,568** |
| Halbtonechr. Monate | r_a | 1,000 | ,079 | ,269 | ,646** | ,003 | ,227 |
| Max SPL Monate | r_a | ,079 | 1,000 | ,516** | ,106 | ,613** | ,492** |
| DynBreiteWoTa | r_a | ,269 | ,516** | 1,000 | ,346* | ,747** | ,449** |
| Halbtonechr. WoTa | r_a | ,646** | ,106 | ,346* | 1,000 | ,092 | ,176 |
| Max SPL WoTa | r_a | ,003 | ,613** | ,747** | ,092 | 1,000 | ,555** |
| DynBreiteSingST | r_a | ,227 | ,492** | ,449** | ,176 | ,555** | 1,000 |
| Halbtonechr. SingST | r_a | ,253 | ,055 | ,104 | ,009 | -,137 | ,114 |
| Max SPL SingST | r_a | ,133 | ,497** | ,396* | ,129 | ,613** | ,947** |
| Samples% | r_a | -,293 | ,110 | -,022 | -,229 | ,222 | -,134 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_a | -,308 | ,219 | ,173 | -,307 | ,365* | ,062 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_a | ,230 | ,248 | ,289 | ,242 | ,391* | ,621** |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_a | ,232 | ,096 | ,175 | ,230 | ,256 | ,485** |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_a | ,137 | ,285 | ,164 | ,163 | ,397* | ,580** |
| Dysphagie | r_a | ,126 | ,068 | ,249 | ,049 | ,104 | ,013 |
| Frage53 | r_a | -,007 | -,128 | ,019 | -,236 | ,053 | -,139 |
| Frage54 | r_a | ,136 | ,117 | ,334* | ,041 | ,211 | -,062 |
| ScoreFragebogen | r_a | ,171 | -,005 | ,291 | ,032 | ,166 | -,031 |
| Phrynxperistaltikzeit | r_a | -,080 | ,000 | -,124 | -,174 | ,126 | -,074 |
| PGQuerdurchm. | r_a | ,183 | ,269 | ,438* | ,200 | ,327 | ,391* |
| Einschnürquotient PG | r_a | ,097 | ,268 | ,433* | ,137 | ,309 | ,363* |
| Pseudoglottis Länge | r_a | ,011 | -,023 | -,072 | ,018 | ,094 | ,063 |
| PG Länge/C6 | r_a | -,004 | ,011 | -,043 | -,028 | ,070 | ,219 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_a | ,267 | ,316 | ,170 | ,299 | ,223 | ,286 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_a | ,153 | -,038 | ,031 | -,067 | -,111 | -,059 |
| Lumenobstruktion % | r_a | -,244 | -,003 | -,263 | -,253 | -,135 | -,120 |
| Alter | r_a | ,180 | ,143 | ,035 | ,146 | ,060 | ,026 |
| Monate nach LE | r_a | -,182 | -,403* | -,219 | ,029 | -,193 | -,312 |
| T-Stadium | r_a | -,024 | -,102 | ,025 | -,068 | ,143 | -,250 |
| Gray | r_a | -,122 | ,017 | -,015 | -,103 | ,017 | -,032 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Halbton schr. SingST | Max SPL SingST | Samples % | Arithm. Mit. MaxPD | Arithm. Mit. Rauhheit |
|-----------------------|----------------|----------------------------|----------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| Ersatzstimme | r _a | ,081 | ,656** | ,107 | ,281 | ,737** |
| ScoreStimmfeld | r _a | ,194 | ,643** | -,090 | -,003 | ,520** |
| Gesamtscore | r _a | ,101 | ,729** | -,042 | ,211 | ,644** |
| Worte/min | r _a | -,095 | ,197 | ,074 | ,196 | ,202 |
| Worte/AZ | r _a | -,042 | ,083 | ,391* | ,661** | -,159 |
| Wortverst. % | r _a | -,019 | ,127 | ,015 | -,137 | ,350* |
| Satzverst. % | r _a | -,029 | ,254 | -,064 | -,148 | ,272 |
| DynBreite1-10 | r _a | ,198 | ,426** | -,040 | ,196 | ,312 |
| Halbtonschr. 1-10 | r _a | -,070 | ,137 | -,239 | -,284 | ,226 |
| Max SPL 1-10 | r _a | ,008 | ,568** | ,101 | ,388* | ,473** |
| Dyn Breite Monate | r _a | -,091 | ,616** | ,037 | ,143 | ,400* |
| Halbtonschr. Monate | r _a | ,253 | ,133 | -,293 | -,308 | ,230 |
| Max SPL Monate | r _a | ,055 | ,497** | ,110 | ,219 | ,248 |
| DynBreiteWoTa | r _a | ,104 | ,396* | -,022 | ,173 | ,289 |
| Halbtonschr. WoTa | r _a | ,009 | ,129 | -,229 | -,307 | ,242 |
| Max SPL WoTa | r _a | -,137 | ,613** | ,222 | ,365* | ,391* |
| DynBreiteSingST | r _a | ,114 | ,947** | -,134 | ,062 | ,621** |
| Halbtonschr. SingST | r _a | 1,000 | ,018 | -,273 | -,252 | -,030 |
| Max SPL SingST | r _a | ,018 | 1,000 | -,063 | ,131 | ,577** |
| Samples% | r _a | -,273 | -,063 | 1,000 | ,471** | -,312 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r _a | -,252 | ,131 | ,471** | 1,000 | -,206 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r _a | -,030 | ,577** | -,312 | -,206 | 1,000 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r _a | ,098 | ,397* | -,201 | -,421* | ,791** |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r _a | -,100 | ,533** | -,119 | -,021 | ,745** |
| Dysphagie | r _a | ,192 | -,055 | -,037 | ,123 | -,119 |
| Frage53 | r _a | -,009 | -,149 | ,047 | ,062 | -,108 |
| Frage54 | r _a | ,017 | -,097 | ,023 | ,001 | -,081 |
| ScoreFragebogen | r _a | ,083 | -,140 | -,030 | ,165 | -,183 |
| Phrynxperistaltikzeit | r _a | -,084 | -,022 | ,400* | ,099 | -,032 |
| PGQuerdurchm. | r _a | ,133 | ,283 | -,018 | ,164 | ,238 |
| Einschnürquotient PG | r _a | ,104 | ,265 | ,006 | ,186 | ,173 |
| Pseudoglottis Länge | r _a | -,055 | ,090 | ,177 | ,157 | -,112 |
| PG Länge/C6 | r _a | ,109 | ,210 | ,122 | ,204 | -,155 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r _a | -,090 | ,226 | ,046 | -,066 | ,081 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r _a | -,019 | -,073 | ,046 | ,042 | -,131 |
| Lumenobstruktion % | r _a | ,144 | -,022 | ,044 | -,238 | -,150 |
| Alter | r _a | -,009 | ,089 | ,062 | -,273 | ,056 |
| Monate nach LE | r _a | -,375* | -,225 | ,085 | -,241 | -,117 |
| T-Stadium | r _a | -,064 | -,160 | ,182 | -,097 | -,036 |
| Gray | r _a | -,052 | -,005 | ,168 | ,120 | -,130 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Arithm. Mit. Behauchth. | Arithm. Mit. Heiserkeit | Dysphagie | Frage 53 | Frage 54 |
|-----------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|
| Ersatzstimme | r_a | ,566** | ,719** | ,054 | ,012 | ,049 |
| ScoreStimmfeld | r_a | ,409* | ,382* | ,199 | -,151 | ,099 |
| Gesamtscore | r_a | ,506** | ,638** | ,000 | -,216 | -,111 |
| Worte/min | r_a | ,247 | ,439** | -,453** | -,342* | -,568** |
| Worte/AZ | r_a | -,204 | ,161 | -,222 | -,119 | -,369* |
| Wortverst. % | r_a | ,334 | ,366* | -,285 | -,147 | -,307 |
| Satzverst. % | r_a | ,290 | ,251 | -,137 | -,290 | -,398* |
| DynBreite1-10 | r_a | ,259 | ,216 | ,332 | -,137 | -,083 |
| Halbtonschr. 1-10 | r_a | ,088 | -,036 | ,089 | -,038 | ,100 |
| Max SPL 1-10 | r_a | ,265 | ,343* | ,115 | -,227 | -,047 |
| Dyn Breite Monate | r_a | ,254 | ,304 | ,138 | -,160 | ,042 |
| Halbtonschr. Monate | r_a | ,232 | ,137 | ,126 | -,007 | ,136 |
| Max SPL Monate | r_a | ,096 | ,285 | ,068 | -,128 | ,117 |
| DynBreiteWoTa | r_a | ,175 | ,164 | ,249 | ,019 | ,334* |
| Halbtonschr. WoTa | r_a | ,230 | ,163 | ,049 | -,236 | ,041 |
| Max SPL WoTa | r_a | ,256 | ,397* | ,104 | ,053 | ,211 |
| DynBreiteSingST | r_a | ,485** | ,580** | ,013 | -,139 | -,062 |
| Halbtonschr. SingST | r_a | ,098 | -,100 | ,192 | -,009 | ,017 |
| Max SPL SingST | r_a | ,397* | ,533** | -,055 | -,149 | -,097 |
| Samples% | r_a | -,201 | -,119 | -,037 | ,047 | ,023 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_a | -,421* | -,021 | ,123 | ,062 | ,001 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_a | ,791** | ,745** | -,119 | -,108 | -,081 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_a | 1,000 | ,738** | -,252 | -,250 | -,188 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_a | ,738** | 1,000 | -,110 | -,120 | -,155 |
| Dysphagie | r_a | -,252 | -,110 | 1,000 | ,577** | ,613** |
| Frage53 | r_a | -,250 | -,120 | ,577** | 1,000 | ,713** |
| Frage54 | r_a | -,188 | -,155 | ,613** | ,713** | 1,000 |
| ScoreFragebogen | r_a | -,211 | -,122 | ,739** | ,574** | ,621** |
| Phrynxperistaltikzeit | r_a | ,202 | ,131 | -,208 | ,063 | -,057 |
| PGQuerdurchm. | r_a | ,439* | ,381* | ,106 | -,233 | -,028 |
| Einschnürquotient PG | r_a | ,367* | ,384* | ,235 | -,137 | ,048 |
| Pseudoglottis Länge | r_a | -,023 | ,061 | ,229 | ,306 | ,025 |
| PG Länge/C6 | r_a | -,021 | ,080 | ,110 | ,085 | -,103 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_a | ,188 | ,144 | -,107 | -,330 | -,141 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_a | -,098 | -,158 | ,159 | -,143 | -,082 |
| Lumenobstruktion % | r_a | ,015 | -,196 | -,066 | ,000 | -,096 |
| Alter | r_a | ,099 | -,015 | -,033 | ,132 | ,238 |
| Monate nach LE | r_a | -,009 | -,145 | -,335 | -,229 | -,217 |
| T-Stadium | r_a | -,018 | ,055 | ,230 | ,352* | ,207 |
| Gray | r_a | ,014 | -,008 | ,216 | -,125 | ,077 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Score Fragebogen | Phrynxperis- taltikzeit | PGQuer- durchm. | Einschnürqu- otient PG | PG Länge |
|-----------------------|-------|---------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|
| Ersatzstimme | r_a | -,019 | ,133 | ,421* | ,383* | ,080 |
| ScoreStimmfeld | r_a | ,085 | -,161 | ,443* | ,380* | ,065 |
| Gesamtscore | r_a | -,032 | -,065 | ,457** | ,379* | ,059 |
| Worte/min | r_a | -,380* | ,343 | ,168 | ,160 | ,204 |
| Worte/AZ | r_a | -,199 | ,214 | ,087 | ,114 | ,262 |
| Wortverst. % | r_a | -,296 | ,149 | -,067 | -,083 | -,054 |
| Satzverst. % | r_a | -,158 | -,003 | ,005 | -,078 | -,257 |
| DynBreitel-10 | r_a | ,221 | -,243 | ,397* | ,370* | ,130 |
| Halbtonsch. 1-10 | r_a | ,080 | -,458** | -,114 | -,150 | -,091 |
| Max SPL 1-10 | r_a | ,053 | -,105 | ,282 | ,209 | ,066 |
| Dyn Breite Monate | r_a | -,015 | -,168 | ,314 | ,298 | ,139 |
| Halbtonsch. Monate | r_a | ,171 | -,080 | ,183 | ,097 | ,011 |
| Max SPL Monate | r_a | -,005 | ,000 | ,269 | ,268 | -,023 |
| DynBreiteWoTa | r_a | ,291 | -,124 | ,438* | ,433* | -,072 |
| Halbtonsch. WoTa | r_a | ,032 | -,174 | ,200 | ,137 | ,018 |
| Max SPL WoTa | r_a | ,166 | ,126 | ,327 | ,309 | ,094 |
| DynBreiteSingST | r_a | -,031 | -,074 | ,391* | ,363* | ,063 |
| Halbtonsch. SingST | r_a | ,083 | -,084 | ,133 | ,104 | -,055 |
| Max SPL SingST | r_a | -,140 | -,022 | ,283 | ,265 | ,090 |
| Samples% | r_a | -,030 | ,400* | -,018 | ,006 | ,177 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_a | ,165 | ,099 | ,164 | ,186 | ,157 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_a | -,183 | -,032 | ,238 | ,173 | -,112 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_a | -,211 | ,202 | ,439* | ,367* | -,023 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_a | -,122 | ,131 | ,381* | ,384* | ,061 |
| Dysphagie | r_a | ,739** | -,208 | ,106 | ,235 | ,229 |
| Frage53 | r_a | ,574** | ,063 | -,233 | -,137 | ,306 |
| Frage54 | r_a | ,621** | -,057 | -,028 | ,048 | ,025 |
| ScoreFragebogen | r_a | 1,000 | ,033 | ,227 | ,253 | ,184 |
| Phrynxperistaltikzeit | r_a | ,033 | 1,000 | ,242 | ,185 | ,397* |
| PGQuerdurchm. | r_a | ,227 | ,242 | 1,000 | ,954** | ,093 |
| Einschnürquotient PG | r_a | ,253 | ,185 | ,954** | 1,000 | ,122 |
| Pseudoglottis Länge | r_a | ,184 | ,397* | ,093 | ,122 | 1,000 |
| PG Länge/C6 | r_a | ,131 | ,390* | ,141 | ,150 | ,877** |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_a | ,060 | ,274 | ,181 | ,055 | ,228 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_a | ,173 | -,196 | ,385* | ,376* | -,187 |
| Lumenobstruktion % | r_a | -,073 | ,480** | ,006 | ,039 | -,013 |
| Alter | r_a | -,085 | -,036 | -,142 | -,168 | -,029 |
| Monate nach LE | r_a | -,252 | ,172 | ,050 | ,049 | -,035 |
| T-Stadium | r_a | ,054 | -,057 | -,199 | -,101 | ,021 |
| Gray | r_a | ,086 | -,057 | -,026 | ,060 | ,097 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | PG Länge/ C6 | Zeit vorz. Schluß OÖS | Zeit verz Öffn OÖS | Lumenob struktion % | Alter |
|-----------------------|-------|-----------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------|
| Ersatzstimme | r_s | ,069 | ,072 | -,093 | -,148 | ,060 |
| ScoreStimmfeld | r_s | ,068 | ,370* | -,089 | -,241 | ,132 |
| Gesamtscore | r_s | ,106 | ,309 | -,144 | -,296 | -,002 |
| Worte/min | r_s | ,229 | -,032 | -,161 | ,123 | -,348* |
| Worte/AZ | r_s | ,270 | -,058 | -,046 | -,009 | -,403* |
| Wortverst. % | r_s | -,025 | -,127 | -,183 | ,015 | ,052 |
| Satzverst. % | r_s | -,093 | ,295 | -,023 | ,000 | ,059 |
| DynBreitel-10 | r_s | ,142 | ,076 | ,034 | -,143 | ,098 |
| Halbtonschr. 1-10 | r_s | -,147 | -,014 | ,007 | -,276 | ,132 |
| Max SPL 1-10 | r_s | ,095 | ,196 | -,107 | -,264 | ,099 |
| Dyn Breite Monate | r_s | ,101 | ,136 | -,097 | -,273 | ,199 |
| Halbtonschr. Monate | r_s | -,004 | ,267 | ,153 | -,244 | ,180 |
| Max SPL Monate | r_s | ,011 | ,316 | -,038 | -,003 | ,143 |
| DynBreiteWoTa | r_s | -,043 | ,170 | ,031 | -,263 | ,035 |
| Halbtonschr. WoTa | r_s | -,028 | ,299 | -,067 | -,253 | ,146 |
| Max SPL WoTa | r_s | ,070 | ,223 | -,111 | -,135 | ,060 |
| DynBreiteSingST | r_s | ,219 | ,286 | -,059 | -,120 | ,026 |
| Halbtonschr. SingST | r_s | ,109 | -,090 | -,019 | ,144 | -,009 |
| Max SPL SingST | r_s | ,210 | ,226 | -,073 | -,022 | ,089 |
| Samples% | r_s | ,122 | ,046 | ,046 | ,044 | ,062 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_s | ,204 | -,066 | ,042 | -,238 | -,273 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_s | -,155 | ,081 | -,131 | -,150 | ,056 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_s | -,021 | ,188 | -,098 | ,015 | ,099 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_s | ,080 | ,144 | -,158 | -,196 | -,015 |
| Dysphagie | r_s | ,110 | -,107 | ,159 | -,066 | -,033 |
| Frage53 | r_s | ,085 | -,330 | -,143 | ,000 | ,132 |
| Frage54 | r_s | -,103 | -,141 | -,082 | -,096 | ,238 |
| ScoreFragebogen | r_s | ,131 | ,060 | ,173 | -,073 | -,085 |
| Phrynxperistaltikzeit | r_s | ,390* | ,274 | -,196 | ,480** | -,036 |
| PGQuerdurchm. | r_s | ,141 | ,181 | ,385* | ,006 | -,142 |
| Einschnürquotient PG | r_s | ,150 | ,055 | ,376* | ,039 | -,168 |
| Pseudoglottis Länge | r_s | ,877** | ,228 | -,187 | -,013 | -,029 |
| PG Länge/C6 | r_s | 1,000 | ,283 | -,204 | ,050 | -,140 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_s | ,283 | 1,000 | -,126 | ,014 | -,049 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_s | -,204 | -,126 | 1,000 | ,007 | -,228 |
| Lumenobstruktion % | r_s | ,050 | ,014 | ,007 | 1,000 | -,059 |
| Alter | r_s | -,140 | -,049 | -,228 | -,059 | 1,000 |
| Monate nach LE | r_s | -,023 | -,060 | ,266 | ,125 | ,089 |
| T-Stadium | r_s | -,145 | -,484** | -,174 | -,055 | ,217 |
| Gray | r_s | ,133 | -,051 | ,179 | -,001 | -,204 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

| | | Monate nach LE | T-Stadium | Gray |
|-----------------------|-------|-------------------|-----------|-------|
| Ersatzstimme | r_a | -,390* | ,076 | -,039 |
| ScoreStimmfeld | r_a | -,354* | -,040 | -,018 |
| Gesamtscore | r_a | -,266 | -,110 | -,038 |
| Worte/min | r_a | ,258 | -,020 | -,041 |
| Worte/AZ | r_a | -,103 | ,009 | -,014 |
| Wortverst. % | r_a | ,466** | ,142 | -,150 |
| Satzverst. % | r_a | ,352* | -,064 | -,065 |
| DynBreitel-10 | r_a | -,389* | ,055 | ,039 |
| Halbtonschr. 1-10 | r_a | -,010 | -,019 | ,109 |
| Max SPL 1-10 | r_a | -,284 | ,050 | ,040 |
| Dyn Breite Monate | r_a | -,095 | ,196 | ,138 |
| Halbtonschr. Monate | r_a | -,182 | -,024 | -,122 |
| Max SPL Monate | r_a | -,403* | -,102 | ,017 |
| DynBreiteWoTa | r_a | -,219 | ,025 | -,015 |
| Halbtonschr. WoTa | r_a | ,029 | -,068 | -,103 |
| Max SPL WoTa | r_a | -,193 | ,143 | ,017 |
| DynBreiteSingST | r_a | -,312 | -,250 | -,032 |
| Halbtonschr. SingST | r_a | -,375* | -,064 | -,052 |
| Max SPL SingST | r_a | -,225 | -,160 | -,005 |
| Samples% | r_a | ,085 | ,182 | ,168 |
| Arithm.Mit.MaxPD | r_a | -,241 | -,097 | ,120 |
| Arithm.Mit.Rauhheit | r_a | -,117 | -,036 | -,130 |
| Arithm.Mit.Behauchth. | r_a | -,009 | -,018 | ,014 |
| Arithm.Mit.Heiserkeit | r_a | -,145 | ,055 | -,008 |
| Dysphagie | r_a | -,335 | ,230 | ,216 |
| Frage53 | r_a | -,229 | ,352* | -,125 |
| Frage54 | r_a | -,217 | ,207 | ,077 |
| ScoreFragebogen | r_a | -,252 | ,054 | ,086 |
| Phrynxperistaltikzeit | r_a | ,172 | -,057 | -,057 |
| PGQuerdurchm. | r_a | ,050 | -,199 | -,026 |
| Einschnürquotient PG | r_a | ,049 | -,101 | ,060 |
| Pseudoglottis Länge | r_a | -,035 | ,021 | ,097 |
| PG Länge/C6 | r_a | -,023 | -,145 | ,133 |
| Zeit vorz. Schluß OÖS | r_a | -,060 | -,484** | -,051 |
| Zeit verz Öffn OÖS | r_a | ,266 | -,174 | ,179 |
| Lumenobstruktion % | r_a | ,125 | -,055 | -,001 |
| Alter | r_a | ,089 | ,217 | -,204 |
| Monate nach LE | r_a | 1,000 | ,006 | -,154 |
| T-Stadium | r_a | ,006 | 1,000 | ,074 |
| Gray | r_a | -,154 | ,074 | 1,000 |

** = Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

* = Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

r_a = Korrelationskoeffizient

12 Dankvermerk

Bedanken möchte ich mich allen voran bei allen Patienten für die Teilnahme an der vorliegenden Studie. Sie haben mit guter Laune, Verständnis und Geduld sowie Interesse an der Arbeit dazu beigetragen die hier zugrunde liegenden Daten zu sammeln und uns ermöglicht, ein weiteres Stück auf dem Weg zur optimalen Rehabilitation nach Laryngektomie zu gehen. Auch den Angehörigen, die die Probanden zu Untersuchungsterminen begleitet und sie mental unterstützt haben, sei herzlich gedankt.

Herrn Professor Dr. W. Arnold, Leiter der Hals- Nasen- Ohrenklinik und Poliklinik der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar, danke ich für die Möglichkeit, diese Arbeit in der von ihm geleiteten Abteilung durchführen zu dürfen.

Frau Dr. S.J. Brockmeier, Oberärztin der phoniatischen Ambulanz, Abt. Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde des Klinikums Rechts der Isar der TU München, gilt mein besonderer Dank einerseits für die interessante Themenstellung, die mich zum Annehmen der Arbeit bewog, andererseits auch für die hervorragende fachliche Betreuung, die wertvollen Anregungen und Diskussionen sowie die stetige Unterstützung über die lange Zeit von der Datenerhebung über die Auswertung bis hin zur Zusammenstellung der Arbeit. Auch ihr unermüdliches Interesse am Fortgang der Studie und ihre Geduld verdienen besonderen Dank.

Herrn Prof. Dr. Ch. Hannig, Oberarzt der radiologischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar der TU München, möchte ich ebenfalls für die Anregung zur Erstellung dieser Studie sowie für die Unterstützung von radiologischer Seite her danken. Auch gilt ihm ein herzlicher Dank für die Bereitstellung der Räumlichkeiten und der zeitlichen Kapazitäten bei der Untersuchung der Probanden sowie auch bei der Auswertung des aufgenommenen Materials.

Herrn Dr. P. Hellerhoff, zum Zeitpunkt der Auswertung Assistenzarzt, jetzt Facharzt der radiologischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar der TU München, danke ich, dass er sich nach Dienst noch oft die Zeit genommen hat, mich bei den Auswertungen der radiologischen Untersuchungen zu unterstützen und mir dabei mit Rat und Tat zur Seite stand.

Den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der phoniatischen Ambulanz des Klinikums Rechts der Isar gilt ein herzlicher Dank dafür, dass immer ein freier Untersuchungsplatz geschaffen wurde, an dem ich mit den Probanden arbeiten konnte. Erwähnen möchte ich in diesem Rahmen vor allem Schwester Annelie, mit der auch eine kurzfristige Terminabsprache jederzeit möglich war, sowie die Logopädinnen Conny, Michael und Sabine die mit ihren Beurteilungen der Stimmqualität der Probanden einen wesentlichen Teil zur Evaluation beigetragen haben.

Zuletzt gilt mein besonderer Dank meinen Eltern, Peter und Christa Halfpap, deren stetige Unterstützung sowie das große Interesse am Fortgang der Studie maßgeblich zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben. Auch meinem Lebensgefährten Markus Ott gilt ein besonders herzlicher Dank für Geduld und Unterstützung, insbesondere bei der Fertigstellung dieser Arbeit.