

**Langzeitfolgen nach percutaner Dilatationstracheotomie**  
**Evaluation einer Patientenkohorte auf den Intensivstationen des**  
**Universitätsklinikums Bonn im Jahr 2012**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Hohen Medizinischen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn

**Claudia Quast**  
aus Siegen  
2017

Angefertigt mit der Genehmigung  
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr.med. Andreas Gerstner
2. Gutachter: Prof. Dr.med. Andreas Hoefft

Tag der Mündlichen Prüfung: 01.06.2017

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals, Nasen, Ohrenheilkunde/Chirurgie  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Friedrich Bootz

Meinen Eltern



## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>8</b>
1.1	Historischer Überblick .....	8
1.2	Methoden der Tracheotomie .....	10
1.2.1	Konventionelle chirurgische Tracheotomie .....	10
1.2.2	Percutane Dilatationstracheotomie nach Ciaglia.....	11
1.2.3	Dissektionstracheotomie nach Griggs.....	12
1.2.4	Translaryngeale Tracheotomie nach Fantoni.....	12
1.2.5	„Ciaglia Blue Rhino“ .....	13
1.2.6	„Percu-Twist“ Methode .....	13
1.3	Funktion der Stimmgebung und mögliche Störungen .....	14
1.4	Physiologischer Ablauf des Schluckaktes und mögliche Störungen .....	15
1.5	Fragestellung.....	16
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>17</b>
2.1	Grundlagen der Untersuchungsmethoden .....	17
2.1.1	Logopädische Atemdiagnostik .....	17
2.1.2	Logopädische Stimmdiagnostik.....	18
2.1.3	Logopädische Schluckdiagnostik .....	21
2.1.4	Stimmfeldmessung.....	23
2.1.5	Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES) .....	25
2.2	Erstellung des Patientenkollektivs.....	28
2.2.1	Aktenrecherche .....	28
2.2.2	Telefoninterviews .....	28
2.2.3	Nachuntersuchungen .....	29
2.3	Ablauf der Nachuntersuchungen.....	32
2.4	Beispiel von Untersuchungsergebnissen .....	36
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>39</b>
3.1	Allgemeine Ergebnisse.....	39
3.2	Patienteninterviews .....	45

3.2.1	Punktionstracheotomierte Patienten .....	46
3.2.2	Patienten mit Umwandlung des Tracheostomas .....	49
3.2.3	Sonderfall .....	50
3.3	Angehörigengespräche .....	50
3.4	Nachuntersuchungen .....	51
3.4.1	Klinische logopädische Untersuchung .....	52
3.4.2	Stimmfeldmessung .....	53
3.4.3	Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES) .....	55
3.4.4	Fazit Nachuntersuchungsergebnisse .....	56
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>56</b>
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>68</b>
<b>7.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>77</b>

**Abkürzungsverzeichnis**

BODS	Bogenhausener Dysphagie Score
COPD	chronic obstructive pulmonary disease/ chronische obstruktive Bronchitis
dB	Dezibel
DRG	Diagnosis-related Group
FEES	fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckvorganges
HT	Halbtonschritte
Hz	Hertz
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
PAS	Penetrations-Aspirations-Skala
PDT	percutane Dilatationstracheotomie
VFES	videofluoroskopische Evaluation des Schluckvorganges
Z.n.	Zustand nach

## 1. Einleitung

### 1.1 Historischer Überblick

Die Tracheotomie gilt als ein lebensrettender und -erhaltender Eingriff, welcher zur Sicherung des Atemweges bei Atemnot z. B. durch Verlegungen der oberen Atemwege infolge von Fremdkörperaspiration, Tumoren des Kehlkopfes und Rachens, Stenosen des *Larynx* und der *Trachea* sowie zur Verhinderung von Intubationstraumata bei absehbarer Langzeitbeatmungspflicht indiziert sein kann. Mit einer mehr als 4000 Jahre alten Entwicklungsgeschichte zählt sie zu den ältesten operativen Eingriffen im Halsbereich. Die ersten Aufzeichnungen hinsichtlich eines *transtrachealen* Zuganges zu den oberen Atemwegen finden sich in der ägyptischen Aufzeichnung Papyros Ebers (ca. 1550 v. Chr.) und in der hinduistischen Schrift Rig Veda (ca. 2000 – 1000 v. Chr.), in welchen von einem Halsschnitt bzw. der Eröffnung der Luftwege berichtet wird. Aufzeichnungen von Galen (129 – 199 n. Chr.) um 150 n. Chr. zufolge wird die erste elektive Eröffnung der *Trachea* von Asklepiades von Bithynien (124 – 36 v. Chr.) an einem unter akuter Erstickungsgefahr, bei bestehender „Kehlkopfbräune“, leidenden Patienten durchgeführt (Brusis und Luckhaupt, 1988). Im 2. Jahrhundert n. Chr. beschreibt der griechische Arzt Antyllus erstmals das operative Vorgehen bei einer Tracheotomie und empfiehlt als korrekte Schnittführung eine Querinzision der Luftröhre zwischen dem 3. und 4. Trachealring. Der Chirurg Paulus von Aegina (625 – 690 n. Chr.) hält diese Operationstechnik nach Antyllus später in seinem Lehrbuch genauer schriftlich fest (Sosath, 2007; Klemm und Nowak, 2012).

Im Mittelalter finden sich nur vereinzelt schriftliche Veröffentlichung hinsichtlich der Tracheotomie: Andreas Vesalius (1514 – 1546), Professor der Medizin an der Universität in Padua, beschreibt die Durchführung der Tracheotomie am Tier und empfiehlt erstmals die Einlage eines Schilfröhrchens in das *Tracheostoma* zur Sicherung der Atemwege (Feyerherd et al., 2006). Hieronymus Fabricius ab Aquapendente (1537 – 1619), Anatom an der Universität in Padua, beschreibt die Methodik der Tracheotomie ausführlich – ohne sie jemals persönlich durchgeführt zu haben – und empfiehlt eine Längsinzision der Haut zur Verminderung von Gefäßverletzungen und Blutungen sowie eine Querinzision der *Trachea* in Höhe des 3. bis 4. Ringknorpels. Auch er spricht sich für die Einlage eines geraden Röhrchens zur

Sicherung der Atemwege aus, weist aber darauf hin, dieses nicht zu lange (höchstens 3 bis 4 Tage) *in situ* zu belassen. Als Indikation für die Durchführung einer Tracheotomie nennt Fabricius ab Aquapendente die Fremdkörperaspiration und Verlegung der *Trachea* durch Schleim. Sein Schüler und Nachfolger Julius Casserius (1545 – 1616) entwickelt die Operationstechnik weiter und beschäftigt sich auch mit den für den Eingriff erforderlichen Instrumentarien, was er in seinem Werk „De Vocquis Auditusque Organis Historica Anatomica“ festhält. Er ist der erste, der die Einlage eines gekrümmten Röhrchens in die *Trachea* empfiehlt (Brusis und Luckhaupt, 1988). Sanctorius Sanctorius (1561 – 1636), ebenfalls Professor an der Universität in Padua, nimmt als erster unter Zuhilfenahme der zur Aszitespunktion gedachten, trokarähnlichen „Paréschen Röhre“ die Anlage einer Tracheotomie vor. Ein Unterfangen, welches als Geburtsstunde der *percutanen* Punktionstracheotomie angesehen werden kann (Feyerherd et al., 2006).

Im 18. und 19. Jahrhundert erfährt die Tracheotomie bedingt durch mehrere Diphtherie- und Poliomyelitis-Epidemien in Europa einen zunehmenden und lebensrettenden Einsatz am Patienten. 1739 wird durch den Chirurgen Lorenz Heister (1683 – 1758) zum ersten Mal der Fachbegriff Tracheotomie im deutschsprachigen Raum verbreitet. In seinem Lehrbuch der Chirurgie weist er explizit darauf hin, dass für die Operation ein Längsschnitt in die *Trachea* erfolgen soll (Brusis und Luckhaupt, 1988). In Deutschland wird vor allem durch Wilhelm Baum (1799 – 1883) der Einsatz der Tracheotomie bei Diphtherie propagiert, nachdem er selbst 1844 in Greifswald die erste erfolgreiche Tracheotomie an einem an Croup erkranktem Kind durchgeführt hat. In Folge dessen beschäftigt sich Baum nicht nur mit der korrekten Indikation und Technik, sondern auch mit der medizinischen Nachsorge der Tracheotomie (Feyerherd et al., 2006).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts, genauer 1909, legt Chevalier Jackson (1865 – 1958), Professor für Laryngologie an der Universität Pittsburgh, die Standards für die moderne offene chirurgische Tracheotomie fest. In seiner Veröffentlichung „High tracheostomy and other errors. The chief causes of chronic laryngeal stenosis“ legt er fest, die Tracheotomie beim Patienten unter *Asepsis* in Rückenlagerung und Verwendung einer langen großlumigen Kanüle anzulegen. Hinsichtlich der Schnittführung gibt er die vorsichtige Dissektion in der Mittellinie der *Trachea* an. Gleichzeitig warnt Chevalier davor, den Schnitt in Höhe des Ringknorpels durchzuführen, da dies zu chronischen

Kehlkopfstenosen führe (Jackson, 1909; Feyerherd et al., 2006). Im weiteren Verlauf des 20. Jahrhundert unternehmen zunächst Shelden und Pudenz 1955 und später Töye und Weinstein 1969 erste Versuche einer *percutanen* Punktionstracheotomie als schnellere und sichere Alternative zu der konventionellen chirurgischen Tracheotomie. Bis zur Entwicklung der ersten erfolgreichen und sicher praktikablen *percutanen* Dilatationstracheotomie durch Ciaglia 1985 vergehen weitere 16 Jahre. Doch auch danach schreitet die Entwicklung neuerer und besserer Methoden zur Anlage einer *percutanen* dilatativen Punktionstracheotomie durch Griggs 1990, Fantoni 1996, Ciaglia 1999 sowie Frova und Quintel 2002 weiter voran. Heute finden vor allem die Methoden „Ciaglia Blue Rhino“, „Ciaglia Blue Dolphin“ und „Percu-Twist“ im klinischen Alltag regelmäßige Anwendung (Klemm und Nowak, 2012).

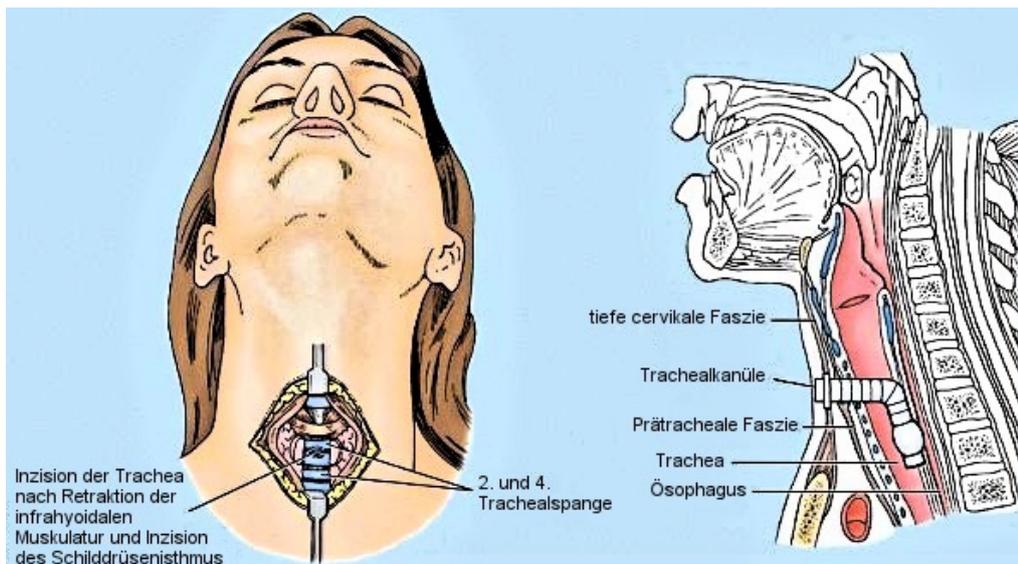
## 1.2 Methoden der Tracheotomie

Gegenwärtig stehen mit der konventionellen chirurgischen und den verschiedenen Methoden im Bereich der *percutanen* dilatativen Punktionstracheotomie (PDT) mehrere Techniken zur Anlage eines Luftröhrenschnittes zur Verfügung. Zum besseren Verständnis sollen die verschiedenen Techniken hier in Kürze genauer vorgestellt werden:

### 1.2.1 Konventionelle chirurgische Tracheotomie

Diese Form der Tracheotomie erfolgt überwiegend im Operationssaal, kann aber auch am Patientenbett unter sterilen und für den Patienten sicheren Bedingungen stattfinden. Der Patient wird in Rückenlage gelagert und der Hals für einen leichten operativen Zugang überstreckt. Nach Identifizierung der anatomischen Strukturen (durch Palpation von Schild- und Ringknorpel) erfolgt etwa 2 cm oberhalb der *Fossa jugularis* im Verlauf der Hautspannungslinien eine Querinzision der Haut. Nach sorgfältiger Blutstillung wird hier das *subcutane* Fettgewebe und die *prätracheale* Halsfaszie mittels Querinzision präpariert. Das Auseinanderdrängen der geraden Halsmuskulatur erfolgt streng in der Mittellinie entlang der *Linea alba*, um Blutungen zu vermeiden und die Orientierung *in situ* zu behalten. Um die *Trachea* freizulegen, erfolgt dann die Mobilisierung und Durchtrennung des Schilddrüsenisthmus mit anschließender Ligatur der Gefäße und Schnittflächen. Hiernach wird die *Trachea* durch eine Querinzision zwischen der zweiten und dritten, oder der dritten und vierten Trachealspange im *interkartilaginären* Spalt

eröffnet. Abschließend erfolgt die Anlage einer *mukocutanen* Anastomose mittels des *kaudal* gestielten Björk-Lappens zur Stabilisierung der Öffnung des *Tracheostomas*. Nach vorsichtigem Rückzug des Trachealtubus kann die Einlage einer Trachealkanüle in das *Tracheostoma* erfolgen (Westphal et al., 1999; Bartels, 2005; Meininger et al., 2011).



**Abb. 1:** Schematische Darstellung einer chirurgischen Tracheotomie hinsichtlich der Schnitfführung (links) und das fertige chirurgische Tracheostoma mit einliegender Trachealkanüle (rechts) (Quelle: <http://ueu.co/de/ovid-clinically-oriented-anatomy-8/>)

### 1.2.2 Percutane Dilatationstracheotomie nach Ciaglia

Im Jahre 1985 wurde erstmals durch Pasquale Ciaglia die eigentliche *percutane* Dilatationstracheotomie unter Verwendung der „Seldinger Technik“ (Seldinger, 1953) entwickelt und in den klinischen Alltag eingeführt. Bei dieser Methode wird unter bronchoskopischer Kontrolle die *Trachea* unterhalb des zweiten oder dritten Trachealknorpels zuerst mit einer Punktionskanüle scharf punktiert und die korrekte *intratracheale* Lage durch Luftaspiration in eine flüssigkeitsgefüllte Spritze überprüft. Daran anschließend wird ein „Seldinger-Draht“ als Führungsschiene über die Kanüle in die *Trachea* eingebracht und die Punktionskanüle hierüber wieder entfernt. Zur Erleichterung der Dilatation erfolgt als nächster Schritt eine circa 1 cm breite Hautinzision im Bereich der Punktionsstelle. Über den „Seldinger-Draht“ werden dann verschiedene, in ihrem Durchmesser ansteigende, starre „Hohl-Bougies“ in die

Punktionsstelle vorgeschoben und diese damit dilatiert. Insgesamt können bei dieser Methode bis zu sieben verschieden große Dilatatoren verwendet werden. Abschließend erfolgt unter Verwendung des zweitgrößten „Hohl-Bougies“ die Einlage einer Trachealkanüle in die Punktionsstelle (Ciaglia et al., 1985; Klemm und Nowak, 2012).

### 1.2.3 Dissektionstracheotomie nach Griggs

Diese Methode der Punktionsstracheotomie wurde 1990 durch Griggs und seine Kollegen entwickelt. Sie wird auch Spreizmethode genannt, da bei dieser Technik eine spezielle Spreizklemme (eine modifizierte „Howard-Jolly Klemme“) zur Dilatation der Punktionsstelle verwendet wird. Nach den üblichen Vorbereitungen des Patienten, erfolgt auch hier zunächst die Punktion mittels Kanüle unterhalb der zweiten oder dritten Trachealspange und daran anschließend die Einbringung des „Seldinger Führungsdrahtes“ in die Punktionsstelle. Anschließend wird die modifizierte „Howard-Jolly Klemme“, welche mit einer Bohrung zur Auffädung des „Seldinger Führungsdrahtes“ versehen ist, über diesen in geschlossenem Zustand in die Punktionsstelle platziert. Das Weichteilgewebe und die *Trachea* werden dann horizontal so lange gespreizt, bis eine Trachealkanüle in die Punktionsöffnung eingesetzt werden kann. Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode ist die Gefahr der Zerreißen von Strukturen des *Jugulums* während des Spreizens und damit verbundenen starken Blutungen, weshalb sie im klinischen Alltag auch seltener zum Einsatz kommt (Schachner et al., 1989; Griggs et al., 1990; Gründling und Quintel, 2005).

### 1.2.4 Translaryngeale Tracheotomie nach Fantoni

Diese – 1996 durch Fantoni entwickelte – Methode unterscheidet sich von den anderen insofern, dass die eigentliche Dilatation des Weichgewebes und der *Trachea* von *endotracheal* nach außen erfolgt. Nach Punktion der *Trachea* wird der, durch die Punktionsstelle eingebrachte, „Seldinger Führungsdraht“ nach *kranial* durch den *Larynx* in den *Oro-Pharynx* vorgeschoben. Von dort wird er mittels „Magill-Zange“ erfasst und durch den Mund in einer Länge von 25 – 30 cm nach außen gezogen. Im Anschluss an diesen Arbeitsschritt wird über das *orale* Ende des Führungsdrahtes ein sich verjüngender „Hohl-Bougie“ sowie eine umgedrehte Trachealkanüle in die *Trachea* eingebracht. Durch kräftigen Zug am *kaudalen* Ende des Führungsdrahtes wird der Dilatator mitsamt der Trachealkanüle von *endotracheal* nach außen befördert und so

das Weichteilgewebe und die *Trachea* an der Punktionsstelle von innen nach außen hin dilatiert. Wichtig bei diesem Vorgehen ist, dass der Hals des Patienten während des Ziehens am Führungsdraht mit der anderen freien Hand stabilisiert wird. Abschließend muss die *in situ* liegende Trachealkanüle in einem Wendemanöver vorsichtig durch eine Drehung um 180° noch in die korrekte Position gebracht werden. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass es seltener zu Trachealspangenfrakturen bei Anlage der PDT kommt. Nachteilig sind die vergleichsweise komplizierte Anlage und die Gefahr der Kanülenluxation (Fantoni et al., 1996; Gründling und Quintel, 2005; Klemm und Nowak, 2012).

#### 1.2.5 „Ciaglia Blue Rhino“

Hierbei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der Methode nach Ciaglia, welche 1999 durch ihren Erstbeschreiber persönlich erfolgte. Das grundlegende Prinzip der Punktionstracheotomie nach Ciaglia (siehe Kapitel 1.2.2) ist bei dieser abgeänderten Methode weiter erhalten geblieben. Ihr Vorteil gegenüber der ursprünglichen Methode sowie anderen Punktionstechniken ist, dass nur noch ein einzelner Schritt zur Dilatation der Punktionsstelle notwendig ist. Hierzu wird ein speziell gebogener, sich verjüngender und weicher „Hohl-Bougie“ als Dilatator verwendet. Zusätzlich verfügt dieser Dilatator über eine besondere *hydrophile* Oberflächenbeschichtung, die nach Anfeuchtung mit 0,9-prozentiger Kochsalzlösung oder destilliertem Wasser ein leichteres Einbringen in die Punktionsstelle unter geringerem Kraftaufwand ermöglicht (Ciaglia, 1999; Byhahn et al., 2000). 2005 wurde diese Form der Punktionstracheotomie durch Zgoda und Berger unter dem Namen „Ciaglia Blue Dolphin“ erneut modifiziert, indem diese nach erfolgreicher Punktion der *Trachea* einen Ballon zur Dilatation des Halsgewebes verwenden (Zgoda und Berger, 2005; Klemm und Nowak, 2012).

Auf den Intensivstationen des Universitätsklinikums Bonn werden konsequent alle Punktionstracheotomien nach der „Ciaglia Blue Rhino“-Methode angelegt.

#### 1.2.6 „Percu-Twist“ Methode

Frova und Quintel führten 2002 eine besondere Hohlschraube zur Dilatation der Halsweichteile ein. Nach dem bereits bekannten Prinzip der Punktion und Einlage des „Seldinger Führungsdrahtes“ wird ein spezieller Schraubendilatator über den Führungsdraht Richtung Punktionsstelle vorgeschoben. Zur Erweiterung der

Punktionsstelle wird die Dilatationsschraube zunächst unter vorsichtigem Druck langsam in das Gewebe eingedreht. Sobald die Schraube im Weichteilgewebe des Halses gegriffen hat, sollte die Dilatation unter vorsichtigem Zug fortgesetzt werden. Der Vorteil dieser Methode liegt in dem durch die Drehbewegungen bedingten Wegfall der nach *kaudal* und *dorsal* gerichteten Kraftvektoren, die bei den anderen Methoden der Punktionstracheotomie auftreten. Hierdurch ist die Methode im Hinblick auf periinterventionelle Komplikationen recht sicher und hat sich entsprechend gut im klinischen Alltag etabliert (Frova und Quintel, 2002; Meininger et al., 2003; Klemm und Nowak, 2012).

### **1.3 Funktion der Stimmgebung und mögliche Störungen**

Die menschliche Stimme ist definiert als der Schall, welcher durch die Schwingungen der Stimmlippen im Kehlkopf erzeugt und durch die Resonanzräume in Mund-, Rachen- und Nasenhöhle weiter moduliert wird. Voraussetzung für eine intakte Stimmbildung ist ein vollständiger Schluss der Stimmlippen, welche dann durch den bei der Ausatmung entstehenden Luftstrom in Schwingung versetzt werden. Der Schluss der Stimmlippen wird durch Kontraktion der *Mm. cricoarytenoideus lateralis* und *transversus* ermöglicht. Eine Veränderung der Tonhöhe der Stimme kann durch eine Steigerung der Stimmlippenspannung erreicht werden. Durch eine Kontraktion des *M. cricothyroideus*, welcher eine Kippung des Schildknorpels nach *ventral* bewirkt, kann die Spannung der Stimmlippen weiter erhöht werden.

Eine gesunde Stimme zeichnet sich unter anderem durch einen klaren, belastbaren Stimmklang mit weichem Stimmeinsatz und offenem Stimmansatz aus. Störungen der Stimme können organisch (z. B. durch Granulome, Stimmlippenknötchen, Reinke-Ödem, Infektionen, Traumata, Tumoren, Innervationsstörungen etc.) oder funktionell bedingt sein. Bei den funktionellen Stimmstörungen wird weiter in hyperfunktionelle und hypofunktionelle Stimmstörungen unterteilt, wobei in beiden Fällen eine falsche Stimmtechnik und Belastung der Stimmlippen vorliegt. Merkmale einer kranken Stimme können z. B. ein rauher, heiserer, behauchter Stimmklang, ein harter, knarrender Stimmeinsatz und ein kloßiger Stimmansatz sein. Im schlimmsten Fall kann eine Stimmstörung bei progredienter Sprechbelastung und Stimmanstrengung in einer vollständigen *Aphonie* münden (Friedrich et al., 2005; Boenninghaus und Lenarz, 2007).

#### 1.4 Physiologischer Ablauf des Schluckaktes und mögliche Störungen

Der Schluckakt stellt einen komplexen, semiautomatischen Funktionsablauf dar, welcher sensomotorisch durch die Hirnnerven V, VII, IX, X und XII; 3 Cervikalnerven und das Schluckzentrum im Hirnstamm gesteuert wird und die koordinierte Aktivität von insgesamt 50 verschiedenen Muskeln erfordert.

Der physiologische Ablauf des Schluckaktes gliedert sich in 4 Phasen:

##### 1. „orale Vorbereitungsphase“

Sie ist willkürlich steuerbar und beinhaltet die Aufnahme von Nahrung bzw. Flüssigkeit in den Mund; die Zerkleinerung der Nahrung durch gründliches Kauen; das Durchmischen der Nahrung mit Speichel sowie die Formung eines Nahrungsbolus.

##### 2. „orale Transportphase“

Sie ist ebenfalls willkürlich steuerbar und umfasst den Transport des Nahrungsbolus über den Zungenrücken aus der Mundhöhle nach hinten in den *Oro-Pharynx*. Bei Kontakt des Zungengrundes/ Nahrungsbolus mit den, zwischen den Gaumenbögen lokalisierten, Reflexzonen läuft der Schluckakt unwillkürlich weiter ab.

##### 3. „pharyngeale Phase“

Hiermit ist der reflektorische und unwillkürliche Transport der Nahrung durch den *Oro-Pharynx* in den *Oesophagus* hinein gemeint. Es kommt hierbei zur Zungenretraktion, einem *velopharyngealen* Abschluss durch Hebung des Gaumensegels nach *kranial-dorsal*, der Elevation von *Hyoid* und *Larynx* und der damit verbundenen Öffnung des oberen *Oesophagussphinkters* sowie dem dreifachen Verschluss des Kehlkopfes durch Absenkung der *Epiglottis* sowie Adduktion der Stimmlippen und Taschenfalten.

##### 4. „ösophageale Phase“

Auch diese Phase läuft weiter reflektorisch ab und besteht aus dem peristaltischen Abtransport des Nahrungsbolus durch den *Oesophagus* in den Magen hinein.

Unter dem Begriff *Dysphagie* werden Störungen des Schluckaktes verstanden, welche die Nahrungsaufnahme, die Nahrungszerkleinerung und den Nahrungstransport in jeder

Phase des Schluckaktes betreffen können. Die Ursachen hierfür können entweder neurogen (z. B. durch einen *Apoplex*, Morbus Parkinson etc.) oder strukturell (z. B. Tumoren des *Pharynx* oder *Larynx*, Infektionen des *Pharynx*) bedingt sein. Die Symptome bei *Dysphagien* sind dementsprechend vielfältig und können sich durch *oralen* Austritt von Nahrung („Drooling“); Kaustörungen; das Verbleiben von Nahrungsresten in der Mundhöhle, den Wangentaschen und auf dem Zungenrücken; das vorzeitige Abgleiten von Nahrung in den *Oropharynx* („Leaking“); Penetration von Nahrung in den *Nasopharynx* und *Larynx*; *laryngeale* Aspiration etc. äußern (Jung, 2006; Michels et al., 2014; Schröter-Morasch und Graf, 2014).

### 1.5 Fragestellung

In den letzten Jahren ist die Anzahl durchgeführter Tracheotomien deutlich angestiegen, was vor allem auf die Zunahme an beatmungspflichtigen, intensivmedizinischen Patienten sowie auf die neugewonnenen Erkenntnisse über durch Langzeitintubation verursachte Schäden an *Trachea* und *Larynx* (z. B. Läsionen der Schleimhaut, Ausbildung von Granulationsgewebe, Entstehung von *Synechien* der Stimmlippen, Stenosen des Kehlkopfes und der *Trachea* etc.) zurückzuführen ist (Klemm und Nowak, 2012). Hinsichtlich der zu verwendenden Methode geht die Tendenz eindeutig hin zu den Punktionsverfahren. Allein im Jahr 2006 wurden in Deutschland circa 23.000 PDTs und im Vergleich dazu nur 5.000 chirurgische Tracheotomien durchgeführt (Koscielny und Guntinas-Lichius, 2009). Als Grund für die Durchsetzung der *percutanen* Dilatationstracheotomie (PDT) in der Intensivmedizin wird in der Literatur oft das vergleichsweise unkomplizierte, risikoarme und kostengünstigen Anlageverfahren genannt (Westphal et al., 1999).

Während über die frühen Komplikationen nach Anlage einer PDT (wie z. B. Blutungen, Trachealringfrakturen, Verletzungen der *Pars membranacea* etc.) einiges bekannt ist, finden sich in der Literatur nur wenige Angaben hinsichtlich möglicher Langzeitfolgen.

Ziel dieser vorliegenden Arbeit ist es, den Krankheitsverlauf von Patienten, die im Jahr 2012 im Rahmen einer intensivmedizinischen Behandlung am Universitätsklinikum Bonn eine *percutane* dilatative Punktionsstracheotomie erhalten haben, im Hinblick auf intraoperative Komplikationen, eine erfolgreiche Dekanülierung, eine eventuelle Umwandlung des *Tracheostomas*, die Wundheilung, den Wundschluss der Punktionsstelle sowie mögliche Langzeitfolgen im Bereich der Atmung, Stimmgebung

und des Schluckens zu evaluieren. Insgesamt wurden in dem oben genannten Zeitraum 150 Patienten mit einer PDT behandelt; hiervon konnten 50 Patienten für die Teilnahme an einem Telefoninterview gewonnen werden. Daran anschließend wurde all denjenigen Patienten, die im Telefongespräch Beschwerden im Zusammenhang mit der durchgeführten *percutanen* dilatativen Punktionstracheotomie geäußert hatten, ein Termin zur Nachuntersuchung angeboten. Über diese Vorgehensweise konnten insgesamt 11 Patienten für die Nachuntersuchungen akquiriert werden. Im Rahmen dieser Nachuntersuchungen erfolgte eine klinische, logopädische Diagnostik, welche sich grundsätzlich aus einem patientenorientiertem Anamnesegespräch und einer daran anschließenden Untersuchung der Atmung, des Schluckaktes und der Stimmgebung zusammensetzt. Diese Maßnahmen dienen einer ersten Erfassung und Beurteilung der vom Patienten benannten Beschwerden im Hinblick auf ihr akutes Vorhandensein sowie Feststellung des aktuellen Schweregrades. Es handelt sich hierbei um rein subjektive Untersuchungsmethoden, die in ihrer Zuverlässigkeit und Aussagekraft nicht nur abhängig von der Qualifikation und der Erfahrung des Untersuchers, sondern auch der Mitarbeit des Patienten sind. Für eine fundierte und detailliertere Beurteilung etwaiger Beschwerden der Atmung, Stimmgebung und des Schluckaktes ist es entsprechend ratsam, ergänzend zur logopädischen Beurteilung noch weitere objektive Untersuchungsverfahren anzuwenden. Im Rahmen dieser Studie erfolgten als Ergänzung zur logopädischen Diagnostik die Anfertigung eines Stimmfeldes sowie eine „flexible endoskopische Untersuchung des Schluckaktes“ (FEES).

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Grundlagen der Untersuchungsmethoden**

#### **2.1.1 Logopädische Atemdiagnostik**

Für eine korrekte logopädische Diagnostik der Atmung sind zunächst im Anamnesegespräch die Art, Dauer sowie Zeitpunkt des Auftretens der Atemstörungen, bereits bestehende Vorerkrankungen mit Fokus auf *pulmonale* Erkrankungen wie beispielsweise Asthma bronchiale und chronisch obstruktive Bronchitis (COPD), Allergien, regelmäßige Einnahme von Medikamenten und *Noxen* wie Nikotin und Alkohol zu erfragen. Die logopädische Untersuchung der Atmung setzt sich praktisch

aus der Inspektion der Körperhaltung und Atembewegungen des Patienten, der Palpation der Atembewegung und Atemfrequenz sowie der akustischen Beurteilung der Atmung hinsichtlich bestehender Atemgeräusche zusammen.

Die Inspektion und Palpation der Atembewegung dienen vordergründig der Bestimmung des Atemtypus des Patienten. Es wird hierbei in eine physiologische Form, die *costo-abdominale* Atmung, die als richtige und effektivste Atmungsform für das Sprechen und Singen gilt (Böhme, 1997), sowie in mehrere unphysiologische Formen wie die *abdominale* Atmung, die *thorakale* Atmung und die *clavicularen* Atmung im Sinne einer Hochatmung unterteilt (Friedrich et al., 2005).

Die Bestimmung der Atemfrequenz erfolgt durch Palpation des Brustkorbes und Zählen der Heb- und Senkbewegung des *Thorax* innerhalb einer Minute. Eine normofrequente Atmung liegt beim erwachsenen Menschen bei 12 Atemzügen pro Minute in Ruhe. Ferner wird in zwei pathologische Formen unterschieden: die *Bradypnoe* mit einer Atemfrequenz  $< 10$  Atemzüge pro Minute in Ruhe und die *Tachypnoe* mit einer Atemfrequenz  $> 20$  Atemzügen pro Minute. Beide Formen können zu einer insuffizienten Atmung und *Hypoxie* führen und bedürfen deshalb einer weiterführenden Diagnostik hinsichtlich ihrer Ursache und anschließende Therapie (Arastéh et al., 2009).

Die akustische Beurteilung der Atmung hinsichtlich möglicher Atemgeräusche dient vor allem der Erfassung von inspiratorischen und expiratorischen *Stridor*. Diese Atemgeräusche können klinische Hinweise auf eine obstruktive Lungenerkrankung oder anatomische Veränderung der Luftröhre liefern und bedürfen ebenfalls weiterer Abklärung.

### 2.1.2 Logopädische Stimmdiagnostik

Im Anamnesegespräch wird der Patient zu der Art der Beschwerden im Hinblick auf ein Leistungsdefizit der Stimme (z. B. Stimmermüdung, allgemeine Schwäche der Stimme, Stimmversagen), die Qualität der Stimme (heiserer Klang, Umkippen der Stimme, fremder Klang) und Begleitsymptome (z. B. Globusgefühl, Druckgefühl, Räusperzwang etc.) befragt. Auch Informationen über die zeitliche Entwicklung der Stimmstörung, die Beschwerden auslösende Faktoren (z. B. Stimmbelastung, Urlaub, Beruf, Stress, stimmliche Veränderungen im Tagesverlauf), Erkrankungen und Operationen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich, Medikamenteneinnahme (mit Fokus auf stimmbeeinflussende Medikamente wie Psychopharmaka, Hormone, Antibiotika etc.), *Noxen* wie Nikotin und

Alkohol sowie Allergien sind zu erfragen. Die psychosozialen Aspekte wie die subjektive Einstellung des Patienten zu seiner Stimme und psychische Belastung durch die Stimmstörung sowie die Bedeutung der Sprechstimme für den Beruf und in der Freizeit des Patienten sollten ebenfalls eruiert werden (Friedrich, 1996).

Bei der logopädischen Untersuchung der Stimme handelt es sich primär um eine akustische Beurteilung der Stimme hinsichtlich des Stimmklanges, der Art des Stimmeinsatzes und Stimmabsatzes, des Stimmansatzes während des Sprechens, Ermittlung der mittleren Sprechstimmlage, des Tonumfangs und der Tonhaldedauer.

Der Stimmklang wird im spontanen Gespräch und unter Verwendung des RBH-Schemas standardisiert beurteilt. Das RBH-Schema ermöglicht eine Bewertung der Stimme im Hinblick auf ihre Rauigkeit (R), Behauchtheit (B) und Heiserkeit (H) anhand einer 4-Punkte-Skala mit folgenden Schweregraden: 0 = keine, 1 = geringe, 2 = mittelgradige, 3 = hochgradige Störung (Wendler und Anders, 1986; Wendler, 2005). Neben dem Stimmklang kann im Anamnesegespräch mit dem Patienten auch dessen Artikulation, das Sprechtempo und die Dynamik der Stimme beurteilt werden.

Der Begriff Stimmeinsatz bezeichnet die Art und Weise, wie die Stimme beginnt. Physiologisch ist ein weicher Stimmeinsatz ohne Druck, pathologisch sind ein gehauchter Stimmeinsatz (bei dem sich die Stimmlippen nur annähern und nicht berühren), ein harter Stimmeinsatz (bei dem die *Glottis* fest geschlossen ist und plötzlich geöffnet wird) und das „Coup de glotte“ (bei dem es zu einer explosionsartigen Öffnung der *Glottis* kommt). Der Stimmabsatz bezeichnet die Art und Weise wie der Stimmklang endet. Ein fester Stimmabsatz gilt als physiologisch, während ein knarrender und ein verhauchter Stimmabsatz als pathologisch einzuschätzen ist. Die Bewertung des Stimmeinsatzes und -absatzes können ebenfalls im spontanen Gespräch oder durch das Vorlesen von geeigneten Wortlisten erfolgen.

Unter dem Stimmansatz ist der Tonsatz der Stimme gemeint, der durch eine optimale Einstellung aller an der Stimmgebung beteiligten Organe wie *Larynx*, *Pharynx* und Zunge bestimmt ist. Pathologisch ist hier ein kloßiger bzw. rückverlagerter Stimmansatz, der durch eine zu starke Hebung des Zungengrundes bedingt ist (Frank und Breunlich, 1982).

Die Bestimmung der mittleren Sprechtonlage erfolgt ebenfalls auditiv durch den Vergleich der Sprechstimme mit Instrumentaltönen (z. B. durch Prüfung am Klavier),

beim Reihensprechen (z. B. zählt der Patient in normaler Lautstärke von 21 beginnend aufwärts), das laute Lesen neutraler Texte oder Summen. Die Normwerte für die mittlere Sprechtonlage liegen im Frequenzbereich von 98,5 – 131 Hz (G-c) für Männer und 196 – 262 Hz (g-c<sup>1</sup>) für Frauen.

Der Tonumfang für die Singstimme wird durch das Hinauf- und Hinuntersingen von Tonleitern unter Vorgabe von Instrumentaltönen am Klavier gemessen. Begonnen wird auf dem Ton der mittleren Sprechstimmlage und so die Tonleiter nach unten und oben gehend abgeprüft. Die Anzahl der Töne bzw. Halbtonschritte, welche der Patient ohne Schwierigkeiten nachsingen kann, definieren dessen Stimmumfang. Dieser wird in Halbtönen (HT) angegeben und beträgt physiologischerweise circa 18 bis 36 HT (1 – 3 Oktaven). Werte unter 12 HT (1 Oktave) sind als sicher pathologisch anzusehen (Friedrich et al., 2005).

Bei der Tonhaldedauer wird dem Patienten ein Ton am Klavier vorgegeben, welchen er dann so lange wie möglich auf /a/ nachsingen soll. Der Untersucher stoppt währenddessen die Zeit. Physiologisch sind Werte > 15 s. Durchschnittswerte für die maximale Tonhaldedauer betragen bei Männern 25 – 35 s und 15 – 25 s bei Frauen. Eine deutlich verkürzte Tonhaldedauer unter 10 s deutet auf eine Stimmstörung hin (Böhme, 1997).

Zur detaillierteren Überprüfung der Singstimme können der Schwellton und das *Glissando* verwendet werden. Unter dem Begriff Schwellton wird das allmähliche und gleichmäßige Lauter- und Leiserwerden eines auf gleicher höher gehaltenen Tones verstanden. Dieses Manöver führt zu einer zunehmenden und abnehmenden Stimmlippenspannung sowie Schwingungsamplitude und erfordert ein hohes Maß an muskulärer Feinregulation. Dementsprechend stellt der Schwellton eine schwere sängerische Leistung dar, bei welcher ungeübte Stimmen mit zunehmender Lautstärke parallel auch die Tonhöhe steigern. Zur Überprüfung eignet sich die Vorgabe eines Tons der mittleren Sprechstimmlage am Klavier, welchen der Patient halten und in der Lautstärke vom Mezzo zum Forte und dann zum Piano steigern muss.

Beim *Glissando* handelt es sich um einen Gleitton, also um eine kontinuierliche Frequenzveränderung unter Beibehaltung desselben Schalldruckes. Der Patient wird angehalten einen Ton anzustimmen und jeweils einmal die Tonleiter aufsteigend und

absteigend zu phonieren. Mittels des *Glissando* wird die Singstimme auf Brüche überprüft (Nawka und Wirth, 2008).

Neben der akustischen Untersuchung der Stimme ist eine Inspektion und Palpation der Körperhaltung und Körperspannung während der Stimmgebung ein wichtiger Bestandteil der logopädischen Stimmdiagnostik. Körperhaltung und Körperspannung haben Einfluss auf die Atembewegung und beeinflussen die Muskulatur des Kehlkopfes. Auch die logopädische Beurteilung der Atmung (siehe Kapitel 2.1.1 logopädische Atemdiagnostik) sollte in der Beurteilung der Stimme mitberücksichtigt werden, da sie erheblichen Einfluss auf die Phonation hat.

### 2.1.3 Logopädische Schluckdiagnostik

Die logopädische Schluckdiagnostik dient dem Erkennen und der Lokalisation einer *Dysphagie*, dem Einschätzen des Aspirationsrisikos sowie als Entscheidungshilfe für die Durchführung von Sofortmaßnahmen (z. B. Entscheidungen über die Ernährung des Patienten wie Essensbegleitung, *orale* Nahrungskarenz, Sondenernährung; die Versorgung des Patienten mit einem *Tracheostoma* und Trachealkanülen etc.).

Im Anamnesegespräch sind die Art, Dauer und das Auftreten der Beschwerden, Vorerkrankungen, die im Zusammenhang mit Schluckstörungen stehen (z. B. neurologische Erkrankungen wie z. n. *Apoplex*, Morbus Parkinson; Erkrankungen im HNO-Bereich wie z. B. Zenker Divertikel oder Tumoren des *Pharynx* und *Larynx* etc.) zu erfragen. Insbesondere sind die klinischen Anzeichen von Schluckstörungen genau zu eruieren, da diese Hinweise darauf geben, welche Phase des Schluckaktes gestört ist. Hierbei wird unterschieden in Symptome mit direkten Zusammenhang zum Schluckakt (z. B. Husten vor, während und nach dem Schlucken; *oralen* und *nasalen* Nahrungsausstritt; Ansammlung von Nahrungsresten in Mundvorhof und in den Wangentaschen; Würgen; Globusgefühl; raue, gurgelige, belegte Stimme etc.) und indirekten Symptomen (z. B. verstärkte Verschleimung, Bolusgefühl, Gewichtsverlust, *Exsikose*, rezidivierende Pneumonien etc.), die nicht in unmittelbarem Zusammenhang zum Schluckakt stehen.

Die logopädische Untersuchung des Schluckaktes setzt sich aus folgenden Aspekten zusammen:

- Einer gründlichen Funktionsprüfung der für den Schluckakt verantwortlichen Hirnnerven *N. hypoglossus*, *N. vagus*, *N. glossopharyngeus*, *N. trigeminus* und *N. facialis* mit Testung der Zungenmotorik und Zungenkraft; der willkürlichen Gaumensegelhebung; der Schutzreflexe wie willkürliches Würgen, Räuspern und Husten; der Sensibilität von Mundhöhlenschleimhaut, Gaumensegel und Zunge; der Sensibilität des Gesichts und der Motorik der Gesichtsmuskulatur.
- Einer inspektorischen und palpatorischen Untersuchung des Halses und des Kehlkopfes. Hierbei ist insbesondere auf Narben, Tumoren, Verhärtungen und Bewegungseinschränkungen, welche den Schluckablauf behindern könnten zu achten.
- Einer vollständigen inspektorischen und palpatorischen Schlucküberprüfung anhand von Schluckproben verschiedener Nahrungskonsistenzen, wie Speichel, Flüssigkeit breiiger/ pürierter und fester Nahrung.

Der letzte Punkt stellt einen zentralen Aspekt der logopädischen Schluckuntersuchung dar. Bei der Beobachtung des Schluckaktes ist auf das Kauen, den Mundschluss, die Kehlkopf- und Zungenbeinhebung während des Schluckens, einen möglichen *oralen* und/oder *nasalen* Nahrungsaustritt, sowie unmittelbares Räuspern, Husten und Würgen vor, während und nach erfolgtem Schlucken zu achten. Die Hebung des Kehlkopfes und Zungenbeins wird zudem während des Schluckens durch den Schluckkontrollgriff beim Patienten palpiert und so beurteilt.

Nach dem abgeschlossenen Schluckvorgang ist auf bereits erwähnte direkte und indirekte Hinweise für eine Schluckstörung, wie z.B. das Auftreten von Nahrungsresten in der Mundhöhle, eine belegte Stimme, Brodeln und häufiges Nachschlucken zu achten. Eine belegte Stimme und Brodeln können durch Speiseresiduen im *Oropharynx* bzw. im Kehlkopfeingang bedingt sein. Häufiges Nachschlucken lässt an eine unzureichende „Clearance“ der Mundhöhle oder eingeschränkten *pharyngealen* Bolustransport denken, was durch eine Schwäche der Zungen- oder Pharynxmuskulatur verursacht sein kann (Jung, 2006).

#### 2.1.4 Stimmfeldmessung

Unter einer Stimmfeldmessung wird ein objektives Untersuchungsverfahren verstanden, welches der Erfassung des Tonhöhen- und Intensitätsumfanges einer Stimme dient. Sie gilt als eine Standarduntersuchung in der Phoniatrie, deren Messergebnisse nicht nur Auskunft über die Stimmkonstitution eines Patienten geben, sondern auch als Verlaufsbeurteilung einer Stimmtherapie, Stimmtauglichkeitsuntersuchungen und andere Gutachten Verwendung finden.

Die Darstellung der Stimmfeldmessung erfolgt innerhalb eines Koordinatensystems, bei welchem die Abszisse die Frequenzskala in Hertz (Hz) und die Ordinate die Schalldruckpegelskala in Dezibel (dB) darstellt.

Der Grundgedanke, stimmliche Leistungen im Hinblick auf ihre Tonhöhe und ihre Lautstärke in einem Koordinatensystem darzustellen, stammte ursprünglich von dem französischen Phoniater Calvet (1952). Seine Idee wurde circa zwanzig Jahre später durch Waar und Damste (1968) weiterverfolgt und als „Fonetogram“ im europäischen Raum klinisch etabliert (Schneider-Stickler und Bigenzahn 2013).

Generell wird in eine Sprech- und eine Singstimmfeldmessung unterschieden, was eine differenzierte quantitative und qualitative Bewertung stimmlicher Leistungen zulässt. Bei beiden Formen müssen für eine korrekte und vergleichbare Stimmfeldmessung mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Messung sollte in einer schallgedämpften Umgebung mit einem maximalen Umgebungslärmpegel von 45 dB stattfinden, da Phonationen bereits bei diesem Schalldruckpegel möglich und somit bei einem höheren Umgebungslärmpegel nicht eindeutig erfassbar sind. Zudem können die Patienten während der Messung in lauter Umgebung zu größerer Stimmanstrengung verleitet werden, was eine valide Messung der stimmlichen Leistungen unmöglich macht.
- Während der Messung sollte stets ein konstanter Mund-Mikrophonabstand von 30 cm eingehalten werden, da sich Veränderungen hier unmittelbar auf den detektierten Schalldruckpegel auswirken. Die Messung sollte möglichst im aufrechten Stehen bei ansonsten entspannter Körperhaltung erfolgen, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen. Für eine verlässliche Messung sollte jeder

Ton vom Patienten mindestens 2 s lang gehalten werden (Seidner und Schutte, 1982).

#### Durchführung der Sprechstimmfeldmessung

Die Sprechstimmleistungen werden von leiser Sprechstimme ausgehend bis hin zur maximalen Leistung in Form der Rufstimme aufgezeichnet. Bei der Pianomessung ist darauf zu achten, dass die Phonation noch stimmhaft und nicht geflüstert ist. Bei der Fortemessung sollte der Patient angehalten werden, zu rufen und nicht zu schreien, um die Stimme nicht nachhaltig zu schädigen.

An Testmaterial eignen sich nicht-emotionelle Testwörter wie beispielsweise Zahlenreihen von 21 bis 30, die den melodischen und dynamischen Akzent der Stimme nicht beeinflussen. Auch der standardisierte Lesetext „Der Nordwind und die Sonne“ (Fabel nach Aesop) kann zur Messung verwendet werden.

Die Auswertung des Sprechstimmfeldes erfolgt im Hinblick auf folgende Messparameter:

- die minimale Stimmlautstärke bei leiser Phonation mit einem Normwert von < 50 dB
- die maximale Stimmlautstärke bei Rufstimme mit einem Normwert von > 90 dB
- die Dynamik der Stimme als Differenz zwischen diesen beiden Messwerten mit einem Normwert von > 40 dB
- die mittlere Sprechstimmlage, also diejenige Frequenz, die beim Sprechen am häufigsten verwendet wird mit einem normwertigen Frequenzbereich von 98,5 bis 131 Hz (G-c) für Männer und 196 bis 262 Hz (g-c<sup>1</sup>) für Frauen
- den Tonumfang der Sprechstimme mit einem Normwert > 24 HT

#### Durchführung der Singstimmfeldmessung

Die Überprüfung der Singstimme erfolgt vorzugsweise für eine chromatisch auf- und absteigende C-Dur-Tonleiter. Begonnen wird am besten etwas oberhalb von der mittleren Sprechstimmlage, genauer bei 262 Hz (c<sup>1</sup>) für Frauen und 131 Hz (c) für Männer, da diese Frequenzen leicht zu singen sind. Die Patienten werden aufgefordert, zunächst in leiser, dann in normaler und maximaler Lautstärke auf /a/ auf dem Ton der mittleren Sprechstimmlage beginnend die Tonleiter zuerst zum tiefst möglichen Ton nach unten und im Anschluss daran nach oben zu singen. Als Orientierungshilfe kann die Tonleiter dem Patienten instrumental vorgegeben werden.

Die Auswertung des Singstimmfeldes erfolgt im Hinblick auf folgende Messparameter:

- die minimale Stimmlautstärke bei leiser Phonation mit einem Normwert von  $< 55$  dB bei mindestens einer Frequenz
- die maximale Stimmlautstärke bei lautem Singen mit einem Normwert von  $> 90$  dB bei mindestens einer Frequenz
- die Dynamik der Stimme als Differenz zwischen lautem und leisem Singen mit einem Normwert von  $\geq 35$  dB
- den Tonumfang der Singstimme mit einem Normwert  $> 24$  HT

Bei beiden Messungen werden für jeden phonierten Ton durch das Stimmfeldsoftwareprogramm die Wertepaare von Grundfrequenz und Schalldruckpegel automatisch in das x/y-Koordinatensystem eingetragen. Aus diesen Messungen ergeben sich jeweils zwei Kurven für die leise und die laute Sprech- oder Singstimme. Die Fläche zwischen diesen Kurven bezeichnet das Stimmfeld (Schneider-Stickler und Bigenzahn, 2013).

#### 2.1.5 Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES)

Bei der „fiberoptischen endoskopischen Evaluation des Schluckaktes“ (FEES) handelt es sich um eine indirekte *transnasale* Laryngoskopie, die unter Verwendung eines flexiblen Rhino-Pharyngo-Laryngoskopes erfolgt. Die FEES wurde erstmals 1988 durch die amerikanische Logopädin Susan Langmore und ihre Kollegen in der Fachliteratur als eigenständige Untersuchungsmethode beschrieben und so von der üblichen hno-ärztlichen Laryngoskopie ohne Beurteilung des Schluckaktes abgegrenzt.

Ursprünglich wurde die FEES als Alternativuntersuchung zur röntgengestützten „videofluoroskopischen Evaluation des Schluckaktes“ (VFES), zu der damaligen Zeit der Goldstandard in der Dysphagiediagnostik, konzipiert und sollte vor allem in Krankenhäusern ohne Möglichkeit einer VFES oder bei Patienten, die aus medizinischen Gründen einer VFES nicht zugeführt werden konnten, Anwendung finden.

Durch ihre zunehmende und stetige Anwendung hat sich die FEES über die Jahre hinweg gut in der klinischen Dysphagiediagnostik etabliert und gilt heute als effektive Standarduntersuchung. Gründe hierfür sind neben der objektiven Beurteilung der *oralen*

und *pharyngealen* Phase des Schluckaktes, ihre einfache und flexible Durchführbarkeit am Patientenbett, die vergleichbar leichte Erlernbarkeit der Methode sowie die gute Wiederholbarkeit der Untersuchung im Sinne einer Verlaufskontrolle der *Dysphagie* (Dziewas et al., 2013).

#### Durchführung der FEES

Das Endoskop wird in die Nasenhaupthöhle eingeführt und durch den unteren Nasengang hindurch vorgeschoben. Um dem Patienten dieses Vorgehen zu erleichtern, ist es möglich, vorab abschwellende Nasentropfen (z. B. Otriven®) und gegebenenfalls eine Oberflächenanästhesie in Form von Xylocainspray *endonasal* zu applizieren.

Nach Passage der *Choanen* ist eine Beurteilung des *Nasopharynx* hinsichtlich struktureller Veränderungen möglich. Zur Überprüfung der Beweglichkeit des Gaumensegels und eines suffizienten *velo-pharyngealen* Verschlusses wird der Proband aufgefordert, nur Speichel zu schlucken. Hierbei kommt es physiologischerweise zu einer Verdunklung des endoskopischen Bildes.

Anschließend wird die Spitze des Endoskops über dem *velo-pharyngealen* Übergang um circa 90° abgewinkelt und hinter dem Gaumensegel weiter in den *Oropharynx* vorgeschoben. In dieser Position können die Strukturen des *Oro-* und *Laryngopharynx* zunächst in Ruhe auf *benigne* und *maligne* Veränderungen beurteilt werden. Das Vorhandensein von Speichelseen und Nahrungsresten in den *Valleculae* und *Recessus piriformes* stellt hierbei einen ersten Hinweis auf eine Störung in der *pharyngealen* Phase des Schluckaktes im Sinne eines insuffizienten Abtransportes der Nahrung in den *Ösophagus* dar.

Für die Inspektion des *Larynx* wird das Endoskop weiter Richtung Kehlkopfeingang hinter die *Epiglottis* vorgeschoben. In dieser Position können die Strukturen des Kehlkopfes auf *benigne* oder *maligne* Veränderungen inspiziert werden. Zur Funktionsprüfung wird der Patient aufgefordert in Ruhe zu atmen, auf Kommando zu husten, zu pressen und auf /hi/ zu phonieren. So ist es möglich, die Funktion der Stimmlippen hinsichtlich eines vollständigen Schlusses und Bewegungsstörungen während der Phonation zu beurteilen.

Um den Schluckakt untersuchen zu können, wird das flexible Endoskop knapp unter dem Gaumensegel im *Oropharynx* positioniert. Als erstes kann die Analyse der *oralen*

Phase des Schluckaktes erfolgen, indem der Patient gebeten wird, eine verabreichte Schluckprobe für eine kurze Zeit im Mund zu behalten und erst nach Aufforderung durch den Untersucher abzuschlucken. Ein vorzeitiges Abgleiten von Bolusanteilen in den *Oropharynx* („Leaking“) während dieser Zeit ist Hinweis auf eine gestörte Boluskontrolle und damit symptomatisch für eine Störung in der *oralen* Phase des Schluckaktes (Hey et al., 2010).

In der *pharyngealen* Phase des Schluckaktes kommt es durch die dynamischen Abläufe kurzfristig zu einer Unterbrechung der Einsicht in den *Oropharynx* (sogenanntes „White-out“). Grund hierfür ist die Verlegung der Optik des Endoskops durch die Elevation des Gaumensegels und Kontraktion der *Mm. constrictor pharyngis*. Nach dem Abschluss der *pharyngealen* Phase des Schluckvorganges ist eine erneute Inspektion der Strukturen mit Focus auf Ansammlung von Nahrung im *Hypopharynx*, Residuen in den *Valleculae* und *Recessus piriformes*, *laryngeale* Penetrationen sowie Aspiration von Nahrungsproben möglich.

Um eine vollständige Evaluation der Schluckkompetenz des Patienten sicherzustellen, sind mehrfache Schluckversuche mit unterschiedlichen Nahrungskonsistenzen, wie flüssige, breiige/ pürierte und feste Kost sinnvoll. Dies sollte allerdings in Abhängigkeit von der Konstitution des Patienten sowie seinen individuellen Beschwerden erfolgen. Begonnen werden sollte immer mit dem Abschlucken von Speichel, da dieser im Falle einer Aspiration am ungefährlichsten für den Patienten ist. Hinsichtlich der Größe der Nahrungsproben empfiehlt Langmore bei Schluckversuchen mit flüssiger Nahrung einen Bolus von 5 und 10 ml, für pürierte Nahrung einen Bolus von 5 ml Volumen. Zur besseren Sichtbarkeit der Schluckprobe kann diese mit blauer oder grüner Lebensmittelfarbe präpariert werden (Langmore et al., 1988).

Neben den endoskopischen Befunden können während der FEES auch die Reaktionen des Patienten auf etwaige *laryngeale* Penetrationen und Aspirationen, wie beispielsweise Würgen, Räuspern und Husten, durch den Untersucher erfasst und beurteilt werden. Ebenso ist es durch die FEES möglich, sogenannte „stille“ *laryngeale* Aspirationen beim Patienten zu detektieren. Unter diesem Terminus wird eine *laryngeale* Aspiration verstanden, bei welcher der Patient aufgrund reduzierter Sensibilität im Bereich des Kehlkopfes und der Luftröhre keine Abwehrreaktion zeigt. In diesem Punkt stellt die FEES gegenüber der üblichen klinischen logopädischen Schluckdiagnostik, bei

der eine sichere Detektion von stillen Aspirationen nicht gewährleistet werden kann, einen immensen Vorteil dar (Schröter-Morasch und Graf, 2014).

Zur Dokumentation der durch die FEES erhobenen Befunde sind sowohl der „Bogenhausener Dysphagiescore“ (BODS) nach Schröter-Morasch et al. als auch die „Aspirations-Penetrationsskala“ (PAS) nach Rosenbek et al. geeignet (Colodny, 2002).

## **2.2 Erstellung des Patientenkollektivs**

### **2.2.1 Aktenrecherche**

Über das „Krankenhaus-Akten-Verwaltungssystem“ (Orbis/KAS) erfolgte eine sorgfältige Sichtung von Patientenakten aller Intensivstationen des Universitätsklinikums Bonn inklusive der Intermediate Care Station sowie der rehabilitativen Intensivstation der Rehaklinik Godeshöhe in Bonn-Bad Godesberg. In die Aktenrecherche wurden nur Patientenfälle eingeschlossen, welche im Zeitraum vom 01.01.2012 bis einschließlich 31.12.2012 eine *percutane* dilatative Punktionstracheotomie erhalten hatten. Bei widersprüchlichen Angaben innerhalb einer Patientenakte hinsichtlich der erfolgten Tracheotomieform, wurde nur die im Diagnosis-related-Group-Bereich (DRG-Bereich) hinterlegte Codierungs-Nummer 5-311.1 als Angabe für eine erfolgte *percutane* Dilatationstracheotomie gewertet. Anhand dieser Kriterien konnten so für das Jahr 2012 insgesamt 150 Patienten ermittelt werden.

### **2.2.2 Telefoninterviews**

Im Zeitraum vom 02.09.2012 bis einschließlich 20.11.2013 wurden die aus der Aktenrecherche ermittelten noch lebenden Patienten am Telefon interviewt. Hierzu wurde ein standardisierter Fragebogen verwendet (siehe Abb. 1 und Abb. 2), der sich in seinem Aufbau an dem Anamneseteil des Diagnostikbogens „Diagnostik bei Laryngektomie“ nach Motzko, Prinzen et al orientierte (Motzko, M.; Mlynczak, U.; Prinzen, 2000). Die Patienten wurden so zu ihrem aktuellen Allgemeinbefinden, dem Stand der Wundheilung der Punktionsstelle, möglichen Wundheilungsstörungen nach erfolgter PDT-Anlage sowie Störungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens vor und nach stattgehabter PDT befragt.

### 2.2.3 Nachuntersuchungen

Um etwaige Komplikationen nach erfolgter PDT auch objektiv nachweisen zu können, wurde all denjenigen Patienten, die im Telefoninterview Beschwerden im Hinblick auf die Atmung, die Stimmgebung und des Schluckvorganges angegeben hatten, ein Nachuntersuchungstermin angeboten. Die Einladung der Patienten erfolgte unabhängig davon, ob sie nur in einem oder in mehreren Bereichen Beschwerden genannt hatten.

Es wurden vorab zwei Einschlusskriterien festgelegt:

1. Es erhielten nur diejenigen Patienten eine Nachuntersuchung, deren benannten Beschwerden eindeutig nach Anlage der PDT neu aufgetreten waren und sich nicht durch bereit vorher bestandene Grunderkrankungen erklären ließen.
2. Patienten, die während ihres Intensivaufenthaltes eine Umwandlung der PDT in ein permanentes chirurgisches *Tracheostoma* erfahren hatten, wurden nicht in die Nachuntersuchungen miteinbezogen, da hier mögliche Beschwerden nicht eindeutig mit der PDT in Verbindung gebracht werden konnten.

Interview zur Evaluation der Langzeitfolgen von percutanen Dilatationstracheotomien

1. Angaben des Patienten

Name: Geburtsdatum:  
 Untersucher: Datum:  
 Einwilligung Nachuntersuchung: Weiterbehandlung am UKB:

2. Wie ist ihr aktuelles Allgemeinbefinden?

sehr schlecht    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    sehr gut

3. Wann genau wurde die Trachealkanüle entfernt?

Datum:  keine Angabe mgl.

4. Wie lange hat es gedauert, bis das Tracheostoma verschlossen war?

Tage     Wochen     Monate     Jahre     keine Angabe mgl.  
 genauere Angabe:

5. Ist die Stomawunde gut verheilt?

Ja                       Nein

6. Gab es Wundheilungsstörungen?

Ja                       Nein

Wenn ja, welcher Art?

Entzündungen                       Blutungen                       Schwellungen  
 kein Wundverschluss     starke Vernarbungen                       Schmerzen  
 Sensibilitätsstörung im Halsbereich  
 Bewegungseinschränkung im KK/ Hals                       Sonstiges

7. Gab es Nachuntersuchungen bezüglich des Tracheostomas?

Ja                       Nein

Wenn ja, durch wen?

8. Gibt es Voroperationen im Kopf/Halsbereich?

Ja                       Nein

Wenn ja, welche?

Thyreoidektomie                       (Hemi)Laryngektomie                       Sonstige

9. Gibt es seit dem Tracheostoma Beschwerden hinsichtlich der Atmung?

Ja                       Nein

Wenn ja, welcher Art?

Dyspnoe                       Stridor (inspir.)                       Stridor (expir.)  
 Sonstiges

10. Hatten Sie bereits vor dem Tracheostoma Beschwerden mit der Atmung?

Ja                       Nein

Wenn ja, welche?

Dyspnoe                       Stridor (inspir.)                       Stridor (expir.)  
 COPD                       Asthma bronchiale                       Sonstiges

11. Gibt es seit dem Tracheostoma Beschwerden mit der Stimme/ dem Sprechen?

Ja                       Nein

Wenn ja, welcher Art?

Heiserkeit                       Stimmlosigkeit                       Räusperzwang/ Husten  
 Trockenheit                       Verschleimung                       häufiges Schlucken

**Abb. 2:** Fragebogen für das Telefoninterview (Seite 1)



### 2.3 Ablauf der Nachuntersuchungen

Die Nachuntersuchungen fanden im Zeitraum vom 07.11.2013 bis 15.05.2014 in der Diagnostikabteilung und auf Station Conley der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde/Chirurgie am Universitätsklinikum Bonn statt. Die Teilnahme der Patienten geschah freiwillig und ohne Entrichtung einer Aufwandsentschädigung. Vor Beginn der Nachuntersuchungen war eine Zustimmung der Ethikkommission der Universität Bonn eingeholt worden.

Die Patienten wurden vor Beginn der Untersuchung über deren Ablauf und Zweck im Sinne der revidierten Deklaration von Helsinki des Weltärztebundes (1983) aufgeklärt. Jeder Untersuchungsteilnehmer erhielt eine vollständige klinische logopädische Untersuchung der Atmung, des Schluckaktes und der Stimmgebung; eine Stimmfeldmessung und eine „fiberoptisch endoskopische Schluckuntersuchung“ (FEES).

Als erstes wurde mit den Patienten ein kurzes Anamnesegespräch hinsichtlich vorbekannter Atem-, Schluck- und Stimmstörungen, sowie damit in Zusammenhang stehenden Grunderkrankungen, *Noxenabusus* und Medikamente geführt. Im Anschluss daran erfolgte die logopädische Diagnostik für alle oben genannten Störungsbilder.

Die inspektorische und palpatorische Untersuchung der Atmung im Hinblick auf die Atembewegung, Körperhaltung und den Atemtypus erfolgte bei den Patienten im Sitzen und im Stehen. Ebenfalls wurde während der Untersuchung auf inspiratorische und expiratorische Atemgeräusche geachtet.

Die logopädische Untersuchung der Stimme mit Fokus auf die in Kapitel 2.1.1 genannten Kriterien, erfolgte unter Verwendung des standardisierten Lesetextes „Der Nordwind und die Sonne“ (Fabel nach Aesop). Zur besseren akustischen Beurteilung des Stimmensatzes und -absatzes wurden die Patienten gebeten, eine Liste von Worten mit *initialen* und *finalen* Vokalen vorzulesen.

Bei der logopädischen Schluckuntersuchung wurde, neben der genauen Funktionsprüfung der für den Schluckakt relevanten Strukturen, das eigentliche Schlucken anhand von drei verschiedenen Nahrungskonsistenzen (Speichel, Wasser, Götterspeise und Brot) überprüft.

Für die gesamte Dokumentation der Untersuchungen wurde ein eigens entwickelter Diagnostikbogen verwendet (siehe Abb. 3 und Abb. 4), der sich in seinem Aufbau an

dem Diagnostikbogen „Diagnostik bei Laryngektomie“ nach Motzko, Prinz et al orientierte (Motzko, M.; Mlynczak, U.; Prinzen, 2000).

Durch die audiologischen Assistenten der Diagnostikabteilung der HNO-Klinik des Universitätsklinikums Bonn erfolgte die Stimmfeldmessung für die Sprech-, Ruf- und Singstimme. Zur Aufzeichnung der Stimmfelder wurde die Software „Voice Profiler 4.0“ verwendet.

Zur Überprüfung der Leistungen der Sprechstimme wurde auch hier der standardisierte Lesetext „Der Nordwind und die Sonne“ (Fabel nach Aesop) genutzt. Diesen Text mussten die Patienten jeweils einmal in Alltagslautstärke, mit leiser Stimme für die Piano-Messung und mit lauter Stimme für die Forte-Messung vorlesen. Für die Überprüfung der Rufstimme wurden die Patienten im Stehen angehalten, einmal laut und deutlich „Hallo!“ zu rufen. Für die Prüfung der Singstimme wurden die Patienten aufgefordert auf /a/ eine C-Dur-Tonleiter in leiser, mittlerer und lauter Stimme auf und ab zu singen. Die Auswertung der Stimmfeldmessungen mit Fokus auf die minimale und maximale Stimmlautstärke, die Dynamik, die mittlere Sprechstimmlage, den Tonumfang und die Tonhaldedauer erfolgte unmittelbar im Anschluss an die Untersuchung und wurde ausführlich mit den Patienten besprochen.

Abschließend erfolgte auf Station Conley der HNO-Klinik die fiberendoskopische Schluckuntersuchung. Für die Untersuchung wurde ein fiberoptisches Laryngo-Pharyngoskop des Modelltyps 11101 RP2 der Firma Karl Storz mit einer Optik von 3,5 mm Durchmesser und 30 cm Länge verwendet. Die FEES wurde zusätzlich mittels Fotodokumentation durch das portable Endoskopie-System PES2 der Firma Happersberger Otopront GmbH dokumentarisch festgehalten. Der Schluckakt wurde hier mittels grüner Götterspeise nur anhand einer Nahrungskonsistenz überprüft, da die flüssig-breiige Konsistenz zum einen hohe motorische Anforderungen an die Boluskontrolle stellt und zum anderen die grüne Farbe der Götterspeise als Indikator in der Endoskopie sehr gut sichtbar war. Die Auswertung der Befunde erfolgte nach dem „Bogenhausener Dysphagiescore“ (Bartolome et al., 2006) und der „Penetrations-Aspirationsskala“ (PAS) nach Rosenbek et al (Rosenbek et al., 1996).

Diagnostikbogen zur Evaluation der Langzeitfolgen von percutanen Dilatationstracheotomien

Patientenangaben

Name: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_\_\_\_ Untersucher: \_\_\_\_\_

Anamnese

1. Erkrankungen mit möglicher Beteiligung an einer Schluck- und/ oder Stimmstörung/  
 Vorerkrankungen

2. Operationen und sonstige Behandlungen im Kopf-Hals-Bereich

3. Noxen/ Medikamente

Nikotinabusus:  Nein  Ja, seit \_\_\_\_\_  wie viel  
 Alkoholabusus:  Nein  Ja, seit \_\_\_\_\_  wie viel  
 Medikamente:

4. Logopädische Therapie

bisher keine  ja, wann \_\_\_\_\_  Grund \_\_\_\_\_

5. subjektive Einschätzung

Atmung vor PDT: \_\_\_\_\_ Atmung nach PDT: \_\_\_\_\_  
 Schlucken vor PDT: \_\_\_\_\_ Schlucken nach PDT: \_\_\_\_\_  
 Stimme vor PDT: \_\_\_\_\_ Stimme nach PDT: \_\_\_\_\_

Diagnostik

Zähne:  intakt  sanierungsbedürftig  Teil-/Voll-Prothese OK/UK  
 Kaustörung

Zunge: sichtbare Operationsdefekte

Beweglichkeit:

Zungenruhelage:

Tonus:  euton  hypoton  hyperton

Sensibilität:  normal  eingeschränkt  rechts  links

Mundschleimhaut:  feucht  trocken  übermäßiger Speichel  
 Strahlenschäden, wenn ja, wo \_\_\_\_\_

Gaumensegel: Ruhetonus:  unauffällig  auffällig

GS-Hebung:  normal  seitengleich  vermindert

Kulissenphänomen  Nein  Ja  rechts  links

Sensibilität:  normal  eingeschränkt  rechts  links

Palatalreflex:  auslösbar  vermindert  aufgehoben

Würgereflex:  auslösbar  vermindert  aufgehoben

**Abb. 4:** Dokumentationsbogen für die logopädische Diagnostik (Seite 1)

Halsbereich:  Schwellung     Tumor     Narben     Bewegungseinschränkung  
 Sonstige  
Kehlkopf:    willk. Husten/ Räuspern     möglich     eingeschränkt  
Körperhaltung:     normal     hypoton     hyperton     Sonstige

#### Schluckablauf

Versuch mit     Speichel     fester Nahrung     breiiger Nahrung     Flüssigkeit  
 problemloses Schlucken mit  
 Nachschlucken notwendig     wie oft  
 oraler Nahrungsaustritt     nasale Regurgitation  
Kauprobleme:     Nein     Ja, welcher Art  
Räuspern/ Husten – wann:     prädeglutitiv     intradeglutitiv     postdeglutitiv  
Kehlkopfhebung:     normal     eingeschränkt     aufgehoben  
Hyoidhebung:     normal     eingeschränkt     aufgehoben

#### Bildgebende Verfahren/ Videoendoskopische Schluckuntersuchung

Befund vom:

Schluckreflex:     normal     verzögert     ausgelöst     aufgehoben

Bemerkung:

#### Stimmstatus

Klang:     klar     rau     verhaucht     belegt     heiser     aphon  
 angestrengt     diplophon     brüchig     gepresst     gurgelig     Sonstige  
Mittlere gesp. Sprechstimmlage:     normal     zu tief     zu hoch  
Sprechstimmumfang:     normal     eingeschränkt     übersteigert     schwankend  
Dynamik:     normal     eingeschränkt     übersteigert     schwankend  
Tempo:     normal     langsam     schnell     wechselnd  
Artikulation:     normal     eng     überbetont     nachlässig  
Stimmeinsatz:     physiolog.     verhaucht     weich     hart  
 knarrend/ gepresst  
Stimmabsatz:     physiolog.     verhaucht     knarrend/ gepresst  
Stimmansatz:     vorn     rückverlagert  
Ventilton:     möglich     nicht möglich  
Sprechatmung:     costo-abdominal     thorakal     clavikular     gleichmäßig  
 unrythmisch     hörbares Lufteinziehen  
Ruheatmung:     costo-abdominal     thorakal     clavikular     gleichmäßig  
 unrythmisch     Stridor     Sonstiges  
Tonhaltedauer: /a/    sec.; /o/    sec.    Ausatmungsdauer: /s/    sec.; /f/    sec.  
Singstimmumfang:     normal     eingeschränkt  
Glissando:     aufsteigend     absteigend     möglich     nicht möglich  
Schwellton:     möglich     nicht möglich     Tonhöhenänderung  
Haltung/ Tonus: im Sitzen     angemessen     hypoton     hyperton  
im Stehen     angemessen     hypoton     hyperton  
Körperbewegungen:     physiologisch     eingeschränkt

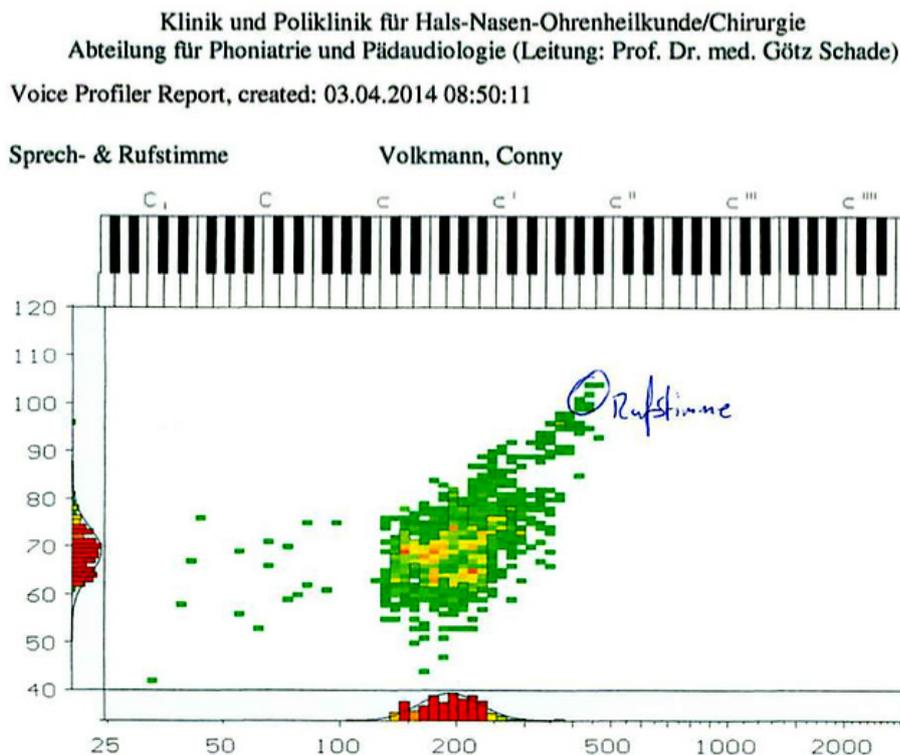
**Abb. 5:** Dokumentationsbogen für die logopädische Diagnostik (Seite 2)

## 2.4 Beispiel von Untersuchungsergebnissen

Um die Erhebung der Daten und die damit verbundene statistische Auswertung der Messergebnisse besser nachvollziehen zu können, sollen nachfolgend die in dieser Studie angewandten Untersuchungsmethoden der Stimmfeldmessung und die „fiberendoskopische Evaluation des Schluckaktes“ (FEES) anhand des Beispiels einer 32-jährigen Studienteilnehmerin demonstriert werden:

### 1. Stimmfeldmessung

Die Patientin hatte vorab im Telefoninterview angegeben, seit Anlage der PDT des Öfteren an einer Stimmmüdigung und eingeschränkten Stimmlautstärke zu leiden.

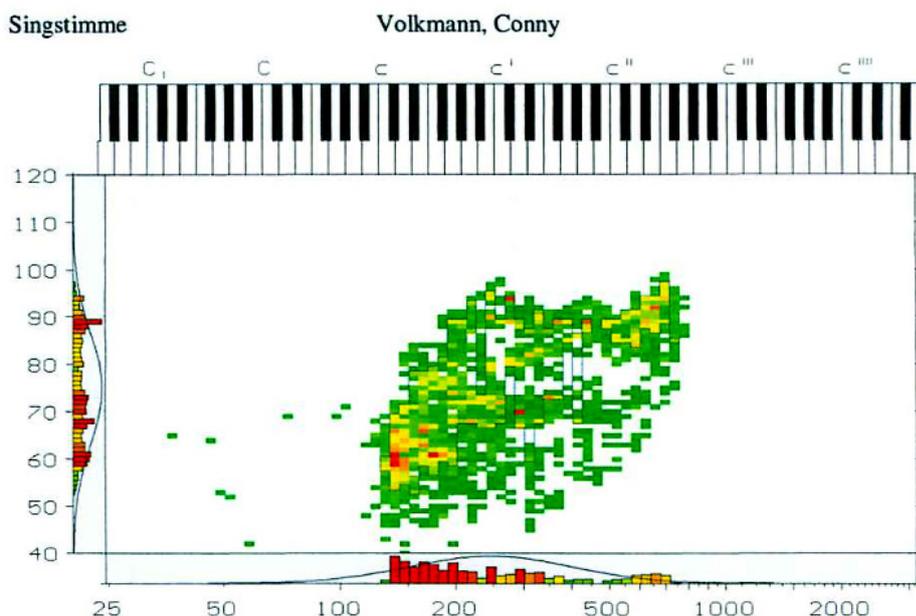


**Abb. 6:** Darstellung eines unauffälligen Sprech- und Rufstimmfeldes einer 32-jährigen Untersuchungsteilnehmerin, welche anamnestisch eine Stimmmüdigung und geringe Modulationsfähigkeit in der Stimmlautstärke angab

Bei dieser Patientin lag die leiseste Sprechintensität bei 50 db und die Lauteste bei 105 db. Die sich daraus ergebende Differenz von 55 db stellt eine normwertige Stimmdynamik dar. Der Tonhöhenumfang der Patientin war mit 23 HT grenzwertig normal. Weiter auffällig war eine eingeschränkte Tonhaltedauer von nur 14 sec. In der

rein subjektiven auditiven Beurteilung der Stimme war diese im Klang klar und deutlich (R0H0B0). Die bei Ihr vorliegende mittlere Sprechstimmlage war mit 190 Hz eher tief.

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde/Chirurgie  
Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie (Leitung: Prof. Dr. med. Götz Schade)  
Voice Profiler Report, created: 03.04.2014 08:51:23



**Abb. 7:** Darstellung eines unauffälligen Singstimmfeldes einer 32-jährigen Untersuchungsteilnehmerin, welche anamnestisch eine Stimmermüdung und geringe Modulationsfähigkeit in der Stimmlautstärke angab

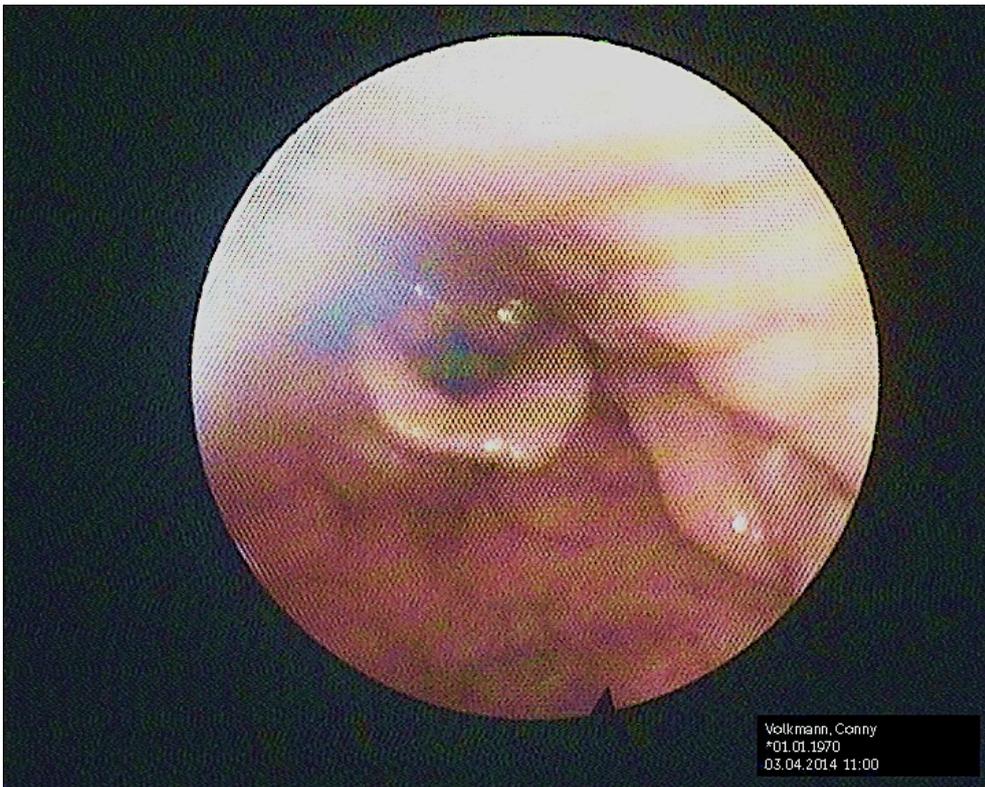
Auch bei der Analyse des Singstimmfeldes dieser Patientin präsentierten sich die Parameter leiseste Sprechintensität mit 45 db, lauteste Sprechintensität mit 105, einer daraus resultierenden Dynamik mit 55 db und ein Tonhöhenumfang von 32 HT als normwertig.

## 2. FEES

Im Telefoninterview gab die Patientin an, bereits vor Anlage der PDT durch eine *intracerebrale* Blutung vorübergehend an einer *Dysphagie* und *Dysarthrie* gelitten zu haben. Sie berichtete weiter, durch eine intensive logopädische Therapie eine deutliche Regredienz in beiden Beschwerdebildern erfahren zu haben.

In der logopädischen Schluckdiagnostik ließen sich bei der Patientin keine klinischen Hinweise, wie beispielsweise ein *postprandiales* Husten, eine belegte Stimme, *orale*

oder *nasale* Regurgitationen, für eine weiterhin bestehende *Dysphagie* feststellen. Auch in der FEES ließen sich bei dieser Patientin keine Hinweise – wie beispielsweise Speiseresiduen in den *Sinus piriformes*, *laryngeale* Penetration und „silent Aspiration“ – auf eine *Dysphagie* finden.

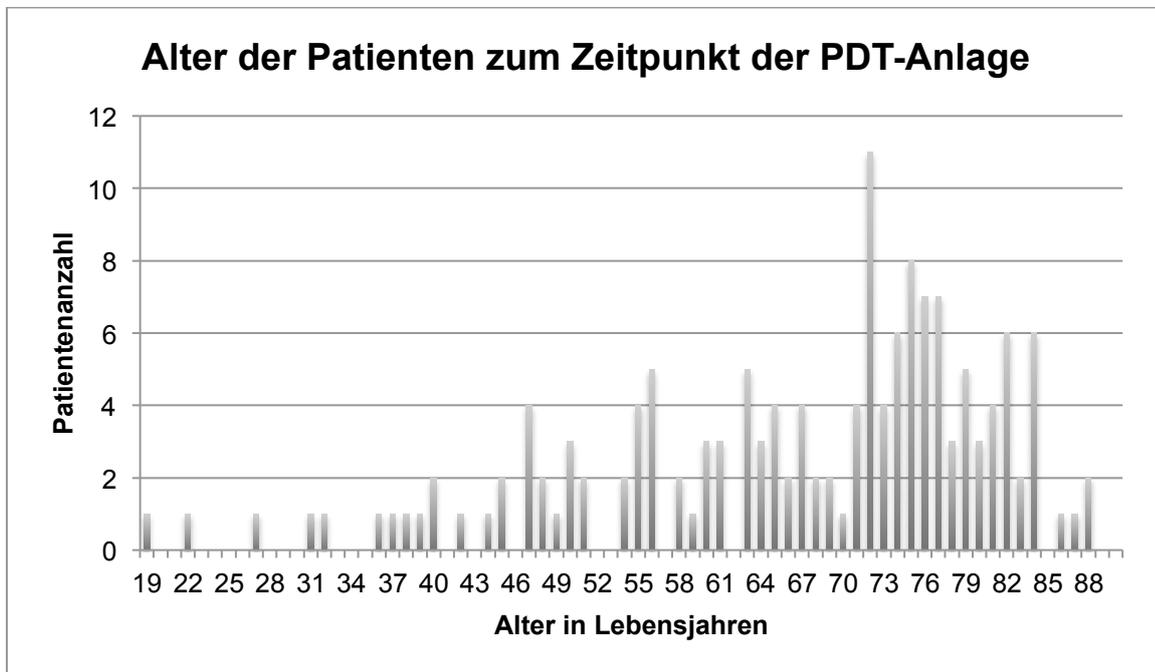


**Abb. 8:** unauffälliger Befund des Larynx und Oropharynx nach Durchführung einer Schluckprobe mit grüner Götterspeise zu Beurteilung des Schluckaktes und Ausschluss einer Dysphagie

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Allgemeine Ergebnisse

Im Jahr 2012 erhielten insgesamt 150 Patienten im Rahmen einer intensivmedizinischen Behandlung am Universitätsklinikum Bonn eine *percutane* Dilatationstracheotomie (PDT) nach dem „Blue Rhino-System“. Davon waren 60 Patienten weiblich (40 %) und 90 Patienten männlich (60 %). Das Durchschnittsalter dieser Patientengruppe lag bei 66,44 Lebensjahren. Der jüngste Patient der Kohorte war 19 Jahre alt, der älteste 88 Jahre.



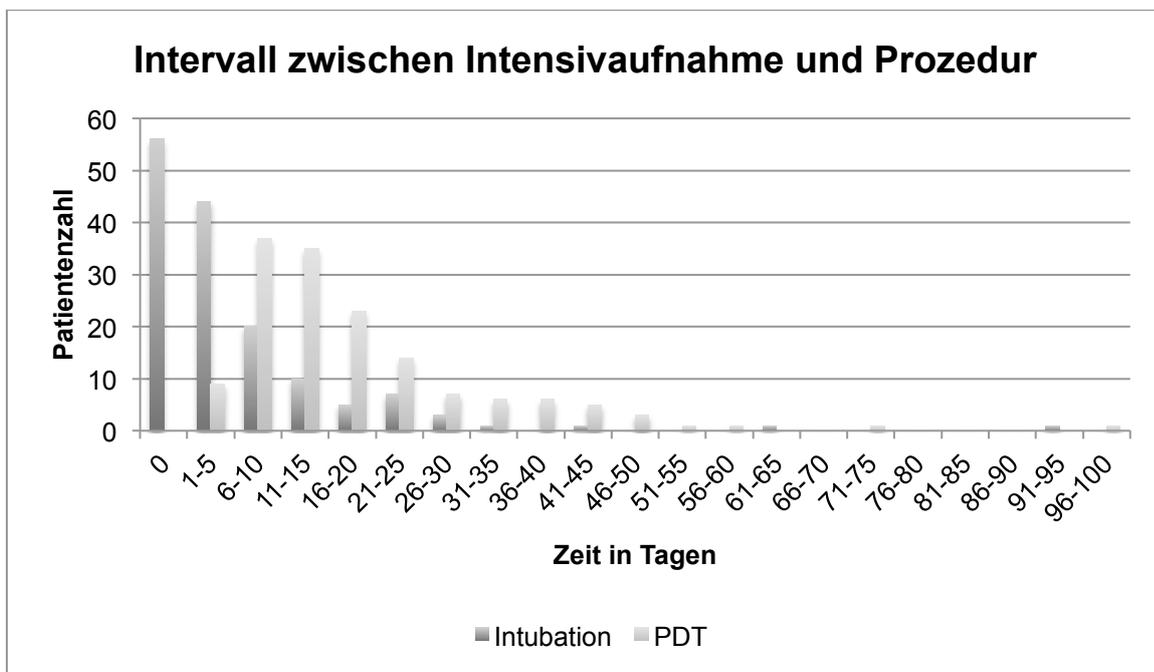
**Abb. 9:** Übersicht über die Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie

Von diesen 150 Patienten waren bis zum November 2013 insgesamt 78 Personen verstorben (52 %). Davon waren 47 Patienten bereits während ihres Klinikaufenthaltes auf der Intensivstation verstorben (31,34 %); hiervon 39 mit kanülierter PDT, 4 Patienten mit dekanülierter PDT, 1 Patient mit chirurgischem *Tracheostoma* und bei 3 Patienten waren keine Angaben diesbezüglich in den Patientenunterlagen zu finden. Die weiteren 31, nach ihrer Entlassung von der Intensivstation verstorbenen Patienten wurden durch die im Anschluss an die Aktenrecherche erfolgten Telefoninterviews identifiziert. Alle

Patienten starben an Folgen ihrer Primärerkrankungen, Todesfälle im Zusammenhang mit der PDT-Anlage sind nicht aufgetreten.

Die Aufenthaltsdauer der Patienten auf der Intensivstation lag zwischen 7 und 253 Tagen. Der durchschnittliche Klinikaufenthalt betrug 63,89 Tage. Vor der Anlage der PDT waren 146 der 150 Patienten ein- oder mehrfach *oral* intubiert worden. Im Durchschnitt erfolgte die Intubation 6,37 Tage nach Aufnahme auf der Intensivstation (siehe Abb. 6). Das kürzeste Zeitintervall zwischen Aufnahme auf der Intensivstation und erster Intubation lag bei 0 Tagen. Hier erfolgte die Intubation folglich noch am Aufnahmetag. Das längste Zeitintervall lag bei 91 Tagen.

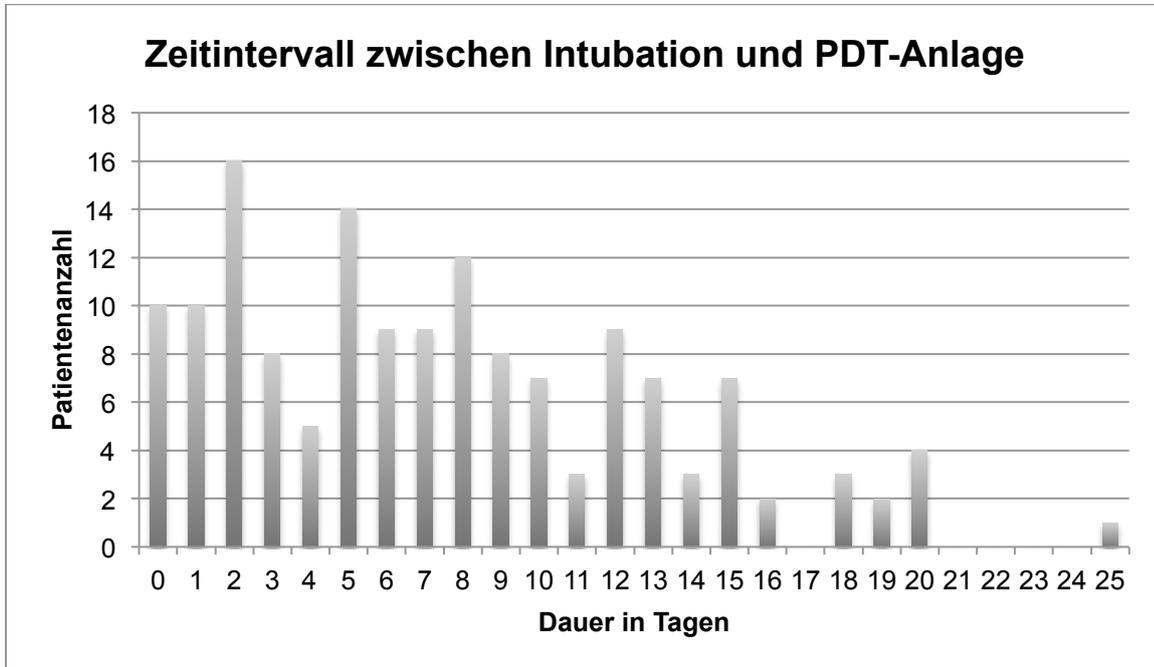
Die Anlage der *percutanen* Dilatationstracheotomie erfolgte zwischen 1 und 96 Tagen nach Aufnahme auf der Intensivstation. Der Mittelwert lag bei 18,64 Tagen.



**Abb. 10:** Übersicht über die Zeitintervalle zwischen Aufnahme der Patienten auf die Intensivstation und der erfolgten Prozeduren Intubation und Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie

Bei der Berechnung der Zeitspanne zwischen Intubation und Anlage der PDT wurde bei mehrfachen Intubationen immer das Intervall zwischen letzter Intubation und PDT-Anlage gewertet. Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen den beiden Prozeduren betrug 7,51 Tage. Der kürzeste Zeitraum zwischen Intubation und PDT betrug 0 Tage (siehe Abb. 7). In diesen Fällen wurden die Patienten entweder am selben Tag erst

intubiert und später tracheotomiert oder ohne vorherige Intubation direkt tracheotomiert. Das längste Intervall zwischen Intubation und PDT betrug 25 Tage.



**Abb. 11:** Übersicht über die Zeitintervalle zwischen beiden Prozeduren

Lediglich in 4 Fällen war gar keine Intubation vor der Anlage der PDT erfolgt. Hier war die PDT-Anlage entweder direkt als Erstmaßnahme erfolgt, oder es lag eine Umstellung von ECMO-Therapie auf physiologische Lungenatmung vor.

Die Gründe für die Anlage einer *percutanen* Dilatationstracheotomie waren sehr unterschiedlich und lassen sich in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammenfassen:

**Tab. 1:** Übersicht über die Indikation für die Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie

Grund für die PDT-Anlage	Patientenzahl	prozentualer Anteil
respiratorische Insuffizienz	40	26,67 %
prolongiertes Weaning/ Beatmungszeit	59	39,34 %
Entwöhnung von der ECMO-Therapie	10	6,67 %
Vigilanzstörung mit verminderten Schutzreflexen	14	9,34 %
Dysphagie	1	0,67 %
Keine Angaben	26	17,34 %

Bezüglich der Anzahl erfolgter *percutaner* Dilatationstracheotomien pro Patient, sowie Einsatz anderer Tracheotomieformen konnte folgendes festgestellt werden:

**Tab. 2:** Übersicht über die erfolgten Tracheotomien in der Patientenstichprobe

erfolgte Tracheotomieformen	Patientenzahl	prozentualer Anteil
einfache PDT	131	87,34 %
PDT & Re-Punktion	11	7,34 %
PDT & dreifache Re-Punktion	1	0,67 %
PDT & chirurgisches Stoma	5	3,34 %
Sonderfälle	2	1,34 %

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, wurden 12 Patienten mehrfach punktions-tracheotomiert. In diesen Fällen war nach erfolgreicher Dekanülierung im weiteren klinischen Verlauf eine respiratorische Dekompensation aufgetreten, so dass eine Re-Punktion und erneute maschinelle Beatmung erforderlich wurde.

Bei 5 Patienten wurde die *percutane* Dilatationstracheotomie in ein chirurgisches *Tracheostoma* umgewandelt. Gründe für diese Umwandlung waren traumatische Veränderungen des *Tracheostomas* (Nachblutung, Knorpelspangenfraktur, Kanülen-dislokation et al.), welche eine sichere Beatmung über die PDT unmöglich machten.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Sonderfälle stellten sich wie folgt dar:

1. Ein Patient erhielt aufgrund erschwerten „Weanings“ unter Intubation erst eine PDT, welche nach erfolgloser Dekanülierung re-punktiert wurde. Aufgrund starker Nachblutungen nach der Re-Punktion, erfolgte einen Tag später die Umwandlung in ein chirurgisches *Tracheostoma*.
2. Ein anderer Patient erhielt erst eine PDT, welche nach längerer Beatmungszeit in ein chirurgisches *Tracheostoma* umgewandelt wurde. Im weiteren Verlauf erhielt der Patient nach zwischenzeitlicher Dekanülierung erneut eine PDT. Genaue Angaben über Gründe für dieses Procedere ließen sich in den Patientenunterlagen nicht finden.

In 95 Fällen traten weder bei Anlage der PDT noch unmittelbar postinterventionell Komplikationen auf (63,33 %). Bei 30 Patienten waren diesbezüglich in den Akten keine

Angaben zu finden (20 %). Lediglich in 25 Fällen (16,67 %) traten postinterventionell folgende Komplikationen auf (siehe Tabelle 3):

**Tab. 3:** Übersicht über postinterventionelle Komplikationen nach Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie

Komplikationen nach PDT-Anlage	Patientenzahl	Prozentualer Anteil
Nachblutung	15	60 %
akzidentelle Dekanülierung	4	16 %
problematische Rekanülierung	2	8 %
verhinderte Dekanülierung durch Dysphagie	1	4 %
Stenose des Stomas	1	4 %
Instabilität des Stomas	1	4 %
schwierige PDT-Anlage mit Knorpelfraktur	1	4 %

Demzufolge stellten Nachblutungen die häufigste Komplikation nach erfolgter Erstanlage der PDT dar. Im Rahmen der 12 Re-Punktionen waren – bis auf Nachblutungen in 2 Fällen – keine Komplikationen in den Akten vermerkt.

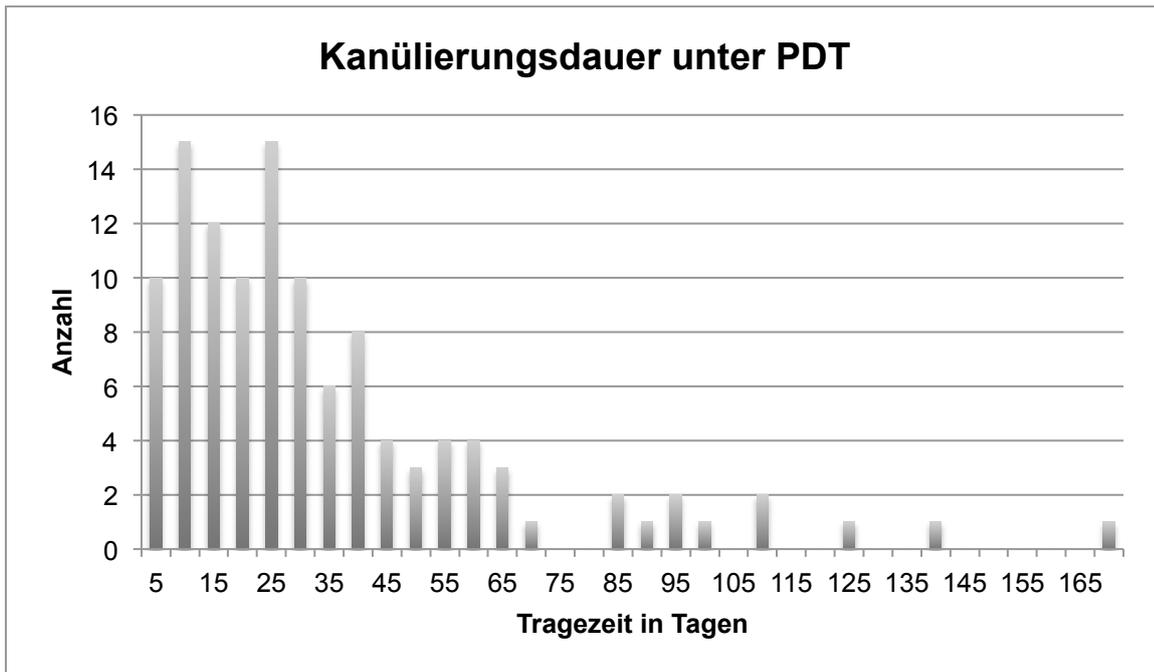
Die Punktion selbst wurde nur in einem Fall als „schwierig“ beschrieben. Hier kam es vermutlich bereits im Rahmen der Erstanlage zu einer Knorpelspangenfraktur, welche dem medizinischen Personal allerdings erst 21 Tage später beim Kanülenwechsel auffiel. Aufgrund der Instabilität des *Stomas* erfolgte hier eine Umwandlung der PDT in ein chirurgisches *Tracheostoma*.

Im Hinblick auf den Kanülierungsstatus der Patienten am Ende ihres Krankenhausaufenthaltes auf der Intensivstation am Universitätsklinikum Bonn konnte folgendes festgestellt werden (siehe Tabelle 4):

**Tab. 4:** Übersicht über den Kanülierungsstatus der Patienten am Ende ihres Intensiv-aufenthaltes am Universitätsklinikum Bonn

Kanülierungsstatus	Patientenzahl	Prozentualer Anteil
mit kanülierter PDT verlegt	32	21,34 %
mit dekanülierter PDT verlegt	62	41,34 %
mit kanüliertem chir. Tracheostoma verlegt	3	2,00 %
mit verschlossenem chir. Tracheostoma verlegt	1	0,67 %
mit kanülierter PDT verstorben	39	26,00 %
mit dekanülierter PDT verstorben	4	2,67 %
mit chir. Tracheostoma verstorben	1	0,67 %
keine Angaben	8	5,34 %

In 34 Fällen konnte kein exaktes Dekanülierungsdatum festgestellt werden. Bei der Berechnung der Kanülierungsdauer unter PDT-Anlage (siehe Abb. 1.7) wurden diese Patienten entsprechend nicht berücksichtigt. Bei Patienten, die eine Umwandlung des *Tracheostomas* von PDT in ein chirurgisches *Stoma* erfahren hatten, wurde nur die Kanülierungszeit unter PDT-Anlage berücksichtigt.



**Abb. 12:** Übersicht über die Kanülierungsdauer der Patienten unter der percutanen Dilatationstracheotomie in Tagen

Im Durchschnitt betrug die Kanülierungszeit unter PDT 32,84 Tage. Die kürzeste Kanülierungszeit betrug 1 Tag, die längste 167 Tage.

Die Gründe für die Krankenhausaufenthalte waren bei der untersuchten Patientengruppe sehr vielfältig (siehe Tabelle 5):

**Tab. 5:** Übersicht über die Gründe des Klinikaufenthaltes

Grund des Krankenhausaufenthaltes	Patientenzahl
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	48
Gefäßerkrankungen	21
Pulmonale Erkrankungen	15
Gastrointestinale Erkrankungen	23
- <i>Gallenblase</i>	1
- <i>Pankreas</i>	6
- <i>Leber</i>	5
- <i>Magen</i>	1
- <i>Darm</i>	10
Urologische Erkrankungen	5
Gynäkologische Erkrankungen	4
Psychiatrische Erkrankungen	2
Neurologische Erkrankungen	3
Orthopädische Erkrankungen	5
Traumata	9
Intracranielle/ Intracerebrale Blutung	8
Sepsis	5

### 3.2 Patienteninterviews

Von den gesamten 150 Patienten waren bis zum November 2013 noch 62 Personen am Leben (41 %). Davon konnten insgesamt 50 Patienten mittels des standardisierten Fragebogens am Telefon interviewt werden (81 % der lebenden Patienten bzw. 33 % der gesamten Stichprobe). Es wurden 20 Frauen (40 %) und 30 Männer (60 %) befragt. Von diesen 50 befragten Patienten waren 40 Personen einmal und 7 mehrfach punktionstracheotomiert worden. Bei 2 Patienten war eine Umwandlung des Punktionstracheostomas in ein chirurgisches *Tracheostoma* erfolgt. Zudem konnte ein – wie bereits in Tabelle 1.2 erwähnter – Sonderfall befragt werden.

Diese Faktoren wurden bei der Auswertung der Interviews berücksichtigt und die Patienten in entsprechenden Gruppen getrennt betrachtet. Zum Zeitpunkt des Telefoninterviews waren alle Teilnehmer bereits dekanüliert. Bei 10 der insgesamt 150 Patienten (7 %) waren in den Akten keine Kontaktdaten hinterlegt, so dass diese in die weiteren Nachforschungen via Telefoninterview und Nachuntersuchung nicht miteinbezogen werden konnten.

### 3.2.1 Punktionstracheotomierte Patienten

Auf die Frage nach der Wundheilung und etwaigen Wundheilungsstörungen gaben 45 von 47 Patienten im Interview an mit der Wundheilung der Punktionsstelle zufrieden zu sein (96 %). Wundheilungsstörungen waren in diesen Fällen nicht aufgetreten. Lediglich 6 Personen (13 %) bemerkten, ein kosmetisches Problem mit der verbliebenen Punktionsnarbe zu haben.

2 Patienten (4 %), beide zweimal punktionstracheotomiert, waren mit der Wundheilung nicht zufrieden. In diesen beiden Fällen hatte sich nach Dekanülierung der Re-Punktionstracheotomie die Punktionsstelle entzündet und die Heilung war deswegen prolongiert gewesen. In einem der beiden Fälle war die Punktionsstelle zum Zeitpunkt des Interviews sowie bei der Teilnahme zur Nachuntersuchung – insgesamt 55 bzw. 673 Tage nach erfolgreicher Dekanülierung auf der Intensivstation des Universitätsklinikums Bonn – immer noch nicht verschlossen. Hierbei gilt es anzumerken, dass bei der betreffenden Patientin während ihrer intensivmedizinischen Behandlung eine Pilzinfektion der oberen Atemwege auftrat und es nicht auszuschließen ist, dass die Wundheilungsstörung dadurch ausgelöst wurde.

Bei den Fragen zu möglichen Störungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens sowie deren Auftrittszeitpunkt in Relation zur PDT-Anlage konnte folgendes festgestellt werden:

Von 47 Patienten gaben 7 Personen völlige Beschwerdefreiheit im Interview an (15 %). In diesen 7 Fällen waren somit sowohl vor als auch nach der PDT-Anlage keine Beschwerden der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens aufgetreten.

In 15 Fällen waren nach erfolgter PDT keine neuen Beschwerden hinsichtlich der Atmung, Stimmgebung und des Schluckens aufgetreten (32 %) (siehe Tabelle 6).

**Tab. 6:** Übersicht über die von den Patienten genannten Beschwerden, welche ausschließlich vor Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie aufgetreten sind.

Beschwerden nur vor PDT-Anlage	Symptome	Patientenzahl
<i>Isolierte Beschwerden</i>		
Atemstörungen	Dyspnoe	13
Schluckstörungen	Aspiration von Flüssigkeiten	1
<i>Kombinierte Beschwerden</i>		
Atem- & Schluckstörungen	Dyspnoe; Aspiration	1

Die in dieser Gruppe genannten Atemstörungen waren durch *kardiale* Erkrankungen, COPD oder Asthma bronchiale bedingt. Die Schluckstörungen waren anamnestisch auf die neurologischen Erkrankungen Multiple Sklerose und Z. n. *Apoplex* zurück zu führen. Bei 9 Patienten (19 %) waren ausschließlich nach dem Zeitpunkt der PDT-Anlage neue Störungen aufgetreten (siehe Tabelle 7):

**Tab. 7:** Übersicht über die Beschwerden, die ausschließlich nach erfolgter Anlage einer percutanen Dilatationstracheotomie aufgetreten sind.

Beschwerden nach PDT-Anlage	Symptome	Patientenzahl
<i>Isolierte Beschwerden</i>		
Atemstörungen	Dyspnoe	1
Stimmstörungen	veränderter Stimmklang & red. Stimmstärke	3
<i>Kombinierte Beschwerden</i>		
Atem- & Stimmstörungen	Dyspnoe; red. Stimmstärke	1
Stimm- & Schluckstörungen	Stimmermüdung; Aspiration	1
Atem- & Schluckstörungen	Dyspnoe; Aspiration	1
Atem-, Stimm- & Schluckstörungen	Dyspnoe; Reizhusten; veränderte Stimmlage; langsamere Nahrungsaufnahme	2

Anamnestisch gaben 2 Patienten (4 %) als Gründe für ihre Atemstörungen eine Pneumonie und muskuläre Erschöpfung an. Bei 1 Patienten (2 %) war die angegebene Schluckstörung als Folge einer *intracerebralen* Blutung aufgetreten. Alle diese Patienten sahen keinen Zusammenhang ihrer Beschwerden mit der erfolgten PDT-Anlage. Die angegebenen Stimmstörungen ließen sich in keinem der Fälle anamnestisch auf eine Vor- oder Grunderkrankung zurückführen. In 3 Fällen waren die erwähnten Atem- und Schluckstörungen nicht auf eine Grunderkrankung zurückzuführen (6 %).

Bei 3 Patienten (6 %) bestanden sowohl vor als auch nach der PDT-Anlage konstant die gleichen Beschwerden (siehe Tabelle 8).

**Tab. 8:** Übersicht über die Beschwerden die konstant vor als auch nach der Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie bestanden.

Beschwerden vor & nach PDT-Anlage	Symptome	Patientenzahl
<i>Isolierte Beschwerden</i> Atemstörungen	Dyspnoe	2
<i>Kombinierte Beschwerden</i> Atem- & Schluckstörungen	langsamere Nahrungsaufnahme	1

Die Atemstörungen waren in diesen Fällen auf *kardiale* Grunderkrankungen und COPD zurückzuführen. Bei der Schluckstörung ließ sich anamnestisch keine Grund- bzw. Vorerkrankung feststellen. Da die Beschwerden bereits vor PDT-Anlage bestanden und sich nach PDT-Anlage nicht verschlechtert hatten, wurde der Patient nicht nachuntersucht. Bei 13 Patienten (28 %) bestanden sowohl vor als auch nach der PDT-Anlage Störungen in den Bereichen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens. Die Beschwerden änderten sich nach der Punktion und blieben dementsprechend nicht konstant (siehe Tabelle 9):

**Tab. 9:** Übersicht über die wechselnden Beschwerden jeweils vor und nach Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie.

Vor der PDT-Anlage	Nach der PDT-Anlage	Symptome	Patientenzahl
<i>Isolierte Beschwerden</i> Atemstörungen	<i>Isolierte Beschwerden</i> Stimmstörungen	Dyspnoe; anderer Stimmklang/ Stimmlage; Stimmermüdung	5
<i>Isolierte Beschwerden</i> Atemstörungen	<i>Kombinierte Beschwerden</i> Stimm- & Schluckstörungen	Stimmermüdung; Odynophagie	1
Atemstörungen	Atem- & Schluckstörungen	Dyspnoe; Aspiration	1
Atemstörungen	Atem- & Stimmstörungen	Dyspnoe; red. Stimmstärke	2
Atemstörungen	Atem-, Stimm- & Schluckstörungen	Dyspnoe; anderer Stimmklang; Stimmermüdung; Regurgitation; Aspiration	3
<i>Kombinierte Beschwerden</i> Atem- & Stimmstörungen	<i>Isolierte Beschwerden</i> Stimmstörungen	Dyspnoe; Räusperzwang; Husten	1

Die in dieser Untergruppe von den Patienten erwähnten Atemstörungen waren erneut auf *kardiale* Vorerkrankungen, Asthma bronchiale und COPD zurückzuführen. Bei 11 Patienten waren die genannten Stimmstörung nicht auf eine Grunderkrankung zurückzuführen (23 %). Bei 3 Patienten waren die genannten Schluckstörungen nicht anamnestisch durch eine Grunderkrankung zu erklären und fragliche Folge der PDT-Anlage (6 %).

Zusammenfassend lässt sich über die Gruppe der rein punktionstracheotomierten Patienten folgendes sagen:

Von 47 interviewten, rein punktionstracheotomierten Patienten konnten bei 7 Personen gar keine Beschwerden nach PDT-Anlage festgestellt werden (15 %). Bei insgesamt 19 Patienten konnten die genannten Beschwerden auf Vorerkrankungen zurückgeführt werden (40 %). Folglich war bei 26 Patienten dieser Stichprobe (55 %) ein Zusammenhang zwischen erfolgter PDT-Anlage und möglichen Atem-, Stimm- und Schluckstörungen auszuschließen.

Bei den verbliebenen 21 Patienten ließen sich die im Interview erwähnten Störungen nicht auf vorbekannte Grunderkrankungen zurückführen (45 %). In 17 Fällen wurden Stimmstörungen, in 7 Fällen Schluckstörungen und in 3 Fällen Atemstörungen gezählt.

### 3.2.2 Patienten mit Umwandlung des Tracheostomas

Es konnten 2 Patienten interviewt werden, die eine Umwandlung der PDT in ein chirurgisches *Tracheostoma* erfahren hatten. Gründe für die Umwandlung waren in einem Fall eine Dislokation der Trachealkanüle mit anschließender erschwerter Re-Kanülierung bei geschwollenen oberen Atemwegen, sowie in dem anderen Fall eine traumatische Erstpunktion mit Knorpelspannenfraktur gewesen.

Bezüglich der Wundheilung machten die beiden Patienten gegensätzliche Angaben. Ein Patient war mit der Wundheilung zufrieden und verneinte Wundheilungsstörungen. Bei ihm war das chirurgische *Tracheostoma* zum Zeitpunkt des Interviews bereits verschlossen. Der andere Patient war hingegen unzufrieden und gab an, dass es zu einer starken Narbenentwicklung und Schwellung gekommen sei. In seinem Fall war 3 Tage nach PDT-Anlage die Umwandlung in ein chirurgisches *Stoma* erfolgt. Dieses war bei Entlassung von der Intensivstation nur dekanüliert und nicht verschlossen worden.

Zum Zeitpunkt des Interviews war das *Stoma* noch vorhanden und bestand somit seit 444 Tagen.

Hinsichtlich möglicher Atem-, Stimm- und Schluckstörungen äußerten beide Patienten, dass in allen drei Bereichen erst nach der PDT-Anlage bzw. dem chirurgischen *Tracheostoma* Probleme aufgetreten und sie vorher beschwerdefrei gewesen seien.

Als Symptome für die Atemstörungen nannten beide Personen starke Verschleimung und einer zusätzlich *Dyspnoe* unter bestehender *Trachealstenose*. Die Stimmstörungen zeigten sich durch Heiserkeit, starke Verschleimung und rasche Stimmmüdigung. Die Schluckstörungen äußerten sich in diesen Fällen durch *Odynophagie* und eine verlangsamte Nahrungsaufnahme.

### 3.2.3 Sonderfall

Bei dem erwähnten Sonderfall handelte es sich um einen Patienten, der zunächst eine PDT, dann ein chirurgisches *Stoma* und später erneut eine PDT erhielt. Dieser Patient war mit der Wundheilung zufrieden und hatte keine Wundheilungsstörungen festgestellt. Atem- und Schluckstörungen waren in diesem Fall weder vor noch nach der PDT bzw. dem chirurgischen *Tracheostoma* aufgetreten. Hinsichtlich der Stimmstörung litt der Patient wenige Monate unter Stimmmüdigung und Stimmanstrengung. Zum Zeitpunkt des Interviews war die Stimme beschwerdefrei.

## 3.3 Angehörigengespräche

In 18 Fällen konnte ein semi-strukturiertes Interview mit den Angehörigen der Patienten geführt werden, da die betreffenden Patienten entweder Monate nach ihrem Intensivaufenthalt verstorben (7 Patienten), durch ihre Primärerkrankung zu schweren Pflegefällen geworden (10 Patienten) oder nur über geringe Sprachkenntnisse verfügten (1 Patient), so dass sie nicht persönlich am Telefoninterview teilnehmen konnten.

Auf die Frage nach dem aktuellen Kanülierungsstatus gaben die Angehörigen folgendes an:

In 12 Fällen war nach Entlassung bzw. Verlegung aus dem Universitätsklinikum Bonn eine Dekanülierung der PDT erfolgt und das *Tracheostoma* abgeklebt worden (67 %). Bei 4 Patienten war die PDT weiterhin kanüliert (22 %). Der Grund hierfür waren neurologisch bedingte Schluckstörungen bei Zustand nach *intracerebraler* Blutung. In 1 Fall war die PDT aufgrund von Kollapsneigung bei Dekanülierung in ein chirurgisches

*Tracheostoma* umgewandelt worden und die Patientin war bis zum Zeitpunkt des Angehörigengesprächs weiterhin tracheotomiert und kanüliert (6 %). Zu eben genanntem Zeitpunkt belief sich die Kanülierungsdauer bei dieser Patientin auf 495 Tage. Ein weiterer Patient war mit kanülierter PDT verstorben (6 %).

Im Hinblick auf etwaig bestehende Schluck-, Stimm- und Atemstörung nach erfolgter PDT-Anlage äußerten sich die Angehörigen wie folgt:

In 5 Fällen bestand nach erfolgter PDT vollständige Beschwerdefreiheit (28 %). In 3 Fällen wurde eine isolierte Veränderung der Stimme – in Form eines heiseren, dunkleren Stimmklangs – nach erfolgter PDT genannt (17 %). Eine Nachuntersuchung konnte in diesen Fällen nicht erfolgen, da die Patienten bereits verstorben waren. In 2 Fällen wurde eine kombinierte Störung der Stimmgebung und des Schluckens genannt (11 %). Auch in diesen Fällen war eine Nachuntersuchung nicht möglich, da ein Patient bereits verstorben und der andere ein schwerer Pflegefall war. In den restlichen 10 Fällen (56 %) waren entweder gar keine Störungen der Atmung, Stimmgebung und des Schluckens neu aufgetreten oder aus der Patientengeschichte schon vorbekannt. Diese Beschwerden waren also nicht im Zusammenhang mit der PDT-Anlage zu sehen.

### **3.4 Nachuntersuchungen**

Von insgesamt 21 Patienten, die im Interview neu aufgetretene Beschwerden nach erfolgter PDT-Anlage angegeben hatten, nahmen 11 Patienten (52 %) an der Nachuntersuchung teil. 10 Patienten (48 %) hatten kein Interesse oder gaben an, dass ihre Beschwerden nur von kurzer Dauer gewesen seien.

In der Untersuchungsgruppe waren 7 Patienten weiblich (64 %) und 4 männlich (36 %). 9 Patienten waren nur einmal (82 %) und 2 Personen zweifach punktionstracheotomiert worden (18 %). Der Mittelwert der Kanülierungsdauer unter PDT lag in dieser Stichprobe bei 55,45 Tagen.

Die Angaben der Patienten zu ihren Beschwerden nur auf den Zeitpunkt nach der PDT-Anlage reduziert, ergaben folgendes Störungsprofil (siehe Tabelle 10):

**Tab. 10:** Beschwerden der nachzuuntersuchenden Patienten reduziert auf den Zeitpunkt nach Anlage der percutanen Dilatationstracheotomie

Störungen nach der PDT-Anlage	Patientenzahl
Stimmstörungen	3
Atem-, Stimm- & Schluckstörungen	2
Stimm- & Schluckstörungen	4
Atem- & Schluckstörungen	1
Atem- & Stimmstörungen	1

Von den ausgewählten Patienten waren 9 (82 %) mit der Wundheilung zufrieden und 2 (18 %) nicht. Bei diesen beiden Patienten war es zu Wundheilungsstörungen in Form von Entzündungen nach Re-Punktion und zu gar keinem Wundschluss in 1 Fall (9 %) gekommen.

#### 3.4.1 Klinische logopädische Untersuchung

##### Atmung

Im Hinblick auf die Atmung waren 7 Patienten in allen Punkten (Ruheatmung, Körperspannung, Atemgeräusche) vollkommen unauffällig (64 %). 1 Patient zeigte eine schlaaffe Körperhaltung sowie konsequente *thorakale* Atmung sowohl in Ruhe als auch beim Sprechen (9 %). 1 Patient wechselte konsequent zwischen einer *thorakalen* Ruheatmung über zu einer *clavicularen* Sprechatmung (9 %). Und wiederum 2 Patienten wiesen nur bei der Sprechatmung eine *claviculare* Atmung auf (18 %). Bei keinem der Patienten war ein inspiratorischer oder expiratorischer *Stridor* hörbar, was als ein Hinweis für eine Verengung der Luftröhre zu werten gewesen wäre.

##### Stimme

Bezüglich der Stimme waren 6 Patienten klinisch vollkommen unauffällig (55 %). 1 Patient zeigte nur im Stimmklang vereinzelt raue Anteile, war aber ansonsten unauffällig (9 %). 3 Patienten zeigten eine unphysiologische *claviculare* bzw. *thorakale* Sprechatmung, waren aber ansonsten beschwerdefrei (27 %). 1 Patient zeigte deutliche Anzeichen einer Stimmstörung (9 %). Der Stimmklang war bei diesem Patienten durchgehend rau (Bewertung des Stimmklanges nach RBH-Schema: R2B0H0), der Stimmeinsatz und Stimmabsatz klangen hart und gepresst. Der Stimmansatz klang rückverlagert. Bei der Sprechatmung nutzte der Patient vorwiegend eine unphysiologische *thorakale* Atmung.

### Schluckakt

Bei der logopädischen Schluckuntersuchung waren 5 Patienten in allen zu untersuchenden Punkten unauffällig (45 %). Bei der Inspektion und Palpation des Halses fielen bei 2 Patienten Veränderungen auf (18 %): bei 1 Patienten war eine Verhärtung der Halsweichteile mit eingeschränkter Verschieblichkeit des Kehlkopfes tastbar; bei dem anderen fiel eine Restöffnung der Punktionswunde auf, die bereits im Telefoninterview erwähnt worden war. Die Punktionsnarbe war im Sinne einer Einziehung bei allen Patienten deutlich erkennbar, wies aber ansonsten keine Auffälligkeiten auf. Bei 3 Patienten bestand ein sanierungsbedürftiger Zahnstatus, der aber keinen Einfluss auf das Kauen und den Schluckablauf hatte (27 %). Bei 1 Patient war die Gaumensegelhebung leicht vermindert (9 %). Die Sensibilität von Zunge und Mundhöhle, die Mund- und Zungenmotorik, die Schutzreflexe, sowie der Schluckakt selbst, waren bei allen 11 Personen unauffällig. Die vereinzelt Auffälligkeiten der oben genannten Patienten hatten also keinen negativen Einfluss auf den physiologischen Schluckablauf.

### 3.4.2 Stimmfeldmessung

Es konnte bei 10 der 11 einbestellten Patienten eine Stimmfeldmessung für die Sprech- und die Singstimme erfolgen (90 %). Die Auswertung dieser Stimmfelder erfolgte im Hinblick auf die minimale Stimmlautstärke (Normwert: < 55 dB), die maximale Stimmlautstärke (Normwert: > 90 dB), die Dynamik (Normwert: > 40 dB), die mittlere Sprechstimmlage (Normwerte: Männer 98,5 - 131 Hz/ Frauen 196 – 262 Hz), den Tonumfang (Normwert: > 24 Halbtonschritte (HT)) und die Tonhaldedauer (Normwert: > 15 s).

### Sprechstimmfelder

Bei 6 Patienten (60 %) bestand nur ein eingeschränkter Tonumfang von durchschnittlich 17,3 HT, alle anderen Messergebnisse sowie die logopädische Stimmuntersuchung waren unauffällig gewesen.

Bei 1 Patienten (10 %) waren die minimale Sprechlautstärke mit 60 dB und die Dynamik mit 40 dB pathologisch verändert. Bei diesem Patienten waren bereits in der logopädischen Untersuchung deutliche Anzeichen einer Stimmstörung aufgetreten (siehe 3.4.1 die klinische logopädische Untersuchung).

In 1 Fall (10 %) bestand eine verminderte maximale Sprechlautstärke von 80 dB, eine eingeschränkte Dynamik von 35 dB und ein eingeschränkter Tonumfang von 18 HT. Auch bei diesem Patienten war die logopädische Stimmuntersuchung unauffällig gewesen. 2 weitere Patienten (20 %) hatten jeweils eine eingeschränkte Dynamik von 40 dB und einen Tonhöhenumfang von 19 bzw. 15 HT, während die logopädischen Stimmuntersuchungen auch hier unauffällig gewesen waren.

#### Tonhaltedauer

Die Tonhaltedauer war bei 2 Patienten (20 %) mit einem Mittelwert von 17,5 s normwertig. Bei 8 Patienten (80 %) war sie deutlich eingeschränkt und betrug im Mittelwert nur 9,46 s.

#### Mittlere Sprechstimmlage

Die mittlere Sprechstimmlage befand sich mit einem Mittelwert von 129,5 Hz bei den Männern und einem Mittelwert von 196 Hz bei den Frauen bei allen Patienten im Normbereich.

#### Singstimmfelder

Bei der Singstimmfeldmessung zeigten 2 Patienten in allen Messbereichen vollkommen unauffällige Werte (20 %). 3 Patienten (30 %) wiesen eine verminderte maximale Singlautstärke mit durchschnittlich 91,67 dB, eine eingeschränkte Dynamik mit durchschnittlich 40 dB und einen eingeschränkten Tonumfang von durchschnittlich 21,34 HT auf. Bei 1 Patienten bestand eine pathologisch erhöhte minimale Singlautstärke von 60 dB, eine grenzwertige maximalen Singlautstärke von 90 dB sowie eingeschränkte Dynamik von 30 dB (10 %). In 2 Fällen bestand eine eingeschränkte maximale Singlautstärke von durchschnittlich 85 dB sowie eine eingeschränkte Dynamik von durchschnittlich 35 dB (20 %). Bei 2 weiteren bestand Patienten nur eine isolierte Störung der minimalen Singlautstärke von 55 dB bzw. ein eingeschränkter Tonumfang von 22 HT (jeweils 10 %).

### Vergleich der Stimmfeldmessungen

Beim Vergleich der Sprech- und Singstimmfeldmessung jedes einzelnen Patienten fiel auf, dass die Einschränkungen der stimmlichen Leistungen bis auf 1 Ausnahme nicht konstant waren (siehe Tabelle 11):

**Tab. 11:** Vergleich der Einschränkungen der stimmlichen Leistungen zwischen Sprech- und Singstimmfeld

Pat.-Nr.	Einschränkungen im Sprechstimmfeld	Einschränkungen im Singstimmfeld
1	Tonumfang	min. Lautstärke
2	Tonumfang	max. Lautstärke & Dynamik & Tonumfang
3	Tonumfang	keine Einschränkungen
4	Tonumfang	max. Lautstärke & Dynamik
5	Tonumfang	keine Einschränkungen
6	Tonumfang	max. Lautstärke & Dynamik & Tonumfang
7	Dynamik & Tonumfang	max. Lautstärke & Dynamik
8	Dynamik & Tonumfang	Tonumfang
9	min. Lautstärke & Dynamik	min. Lautstärke & max. Lautstärke & Dynamik
10	max. Lautstärke & Dynamik & Tonumfang	max. Lautstärke & Dynamik & Tonumfang

#### 3.4.3 Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES)

Es wurden nur 10 der 11 Untersuchungsteilnehmer endoskopierte, da ein Patient aus Angst die Untersuchung verweigerte (9,1 %). In 3 Fällen (27,3 %) war eine eindeutige Beurteilung der *oro-pharyngealen* Strukturen, sowie des Schluckaktes nicht möglich, da die Patienten während der Untersuchung starke *endonasale* Schmerzen oder einen ausgeprägten Würgereiz hatten und so ein Schlucken der Nahrungsprobe nicht möglich war.

Bei den übrigen 7 Patienten (63,7 %) war eine fiberendoskopische Untersuchung gut durchführbar. Inspektorisch konnte so in keinem Fall eine gutartige oder bösartige Raumforderung im *Pharynx* und *Larynx* entdeckt werden, welche gegebenenfalls Auswirkungen auf die Atmung, die Stimmgebung und den Schluckakt haben kann. Ebenso konnten in keinem dieser 7 Fälle bei der FEES Residuen in den *Valleculae*, oder eine Penetration bzw. Aspiration von Nahrung in den *Larynx* nachgewiesen

werden. Nach der „Penetrations-Aspirationsskala“ von Rosenbek et al. wurden alle untersuchten Patienten mit einem Wert von 1 beurteilt und es lag entsprechend in keinem Fall eine Penetration vor. Nach dem „Bogenhausener Dysphagie Score“ (BODS) wurden alle erfolgreich untersuchten Patienten mit einem Wert von 2 bewertet, was eine *Dysphagie* ausschließt.

#### 3.4.4 Fazit Nachuntersuchungsergebnisse

Die Neigung, das Angebot einer Nachuntersuchung anzunehmen, war mit 11 Teilnehmern bei einer Stichprobe von insgesamt 47 rein punktionstracheotomierten Patienten – davon 21 Patienten, welche die Einschlusskriterien für die Nachuntersuchung erfüllten – gering. Beim Vergleich der im Interview angegebenen Beschwerden mit den erhobenen Untersuchungsergebnissen ließen sich nur in einem Fall (5 %) die Angaben des Patienten klinisch bestätigen. Es handelte sich hierbei um einen männlichen Patienten, der seit der PDT-Anlage Störungen der Stimme festgestellt hatte. Dieser Patient wies in der logopädischen Untersuchung Anzeichen einer Stimmstörung auf. In der Stimmfeldmessung zeigte dieser Patient sowohl für die Sprech- als auch für die Singstimme Einschränkung in der maximalen und minimalen Stimmlautstärke, der Dynamik und im Tonumfang.

Bei den verbliebenen 10 Patienten konnten die im Interview angegebenen Beschwerden durch die Nachuntersuchungen nicht eindeutig bestätigt werden. Vereinzelt Auffälligkeiten, die in den Untersuchungen nachgewiesen werden konnten, hatten letztlich klinisch keinen funktionsbeeinträchtigenden Einfluss auf die Stimme, die Atmung oder den Schluckakt.

## 4. Diskussion

Die *percutane* dilatative Punktionstracheotomie gilt als ein kostengünstiges, personal- und ressourcenschonendes Verfahren, weshalb sie sich innerhalb der letzten 20 Jahre vor allem im intensivmedizinischen Bereich gegenüber der konventionellen, chirurgischen Tracheotomie durchgesetzt hat. Veenith und Kollegen legten in ihrer Studie dar, dass in neun von zehn Fällen eine Punktionstracheotomie vor einer chirurgischen Tracheotomie durchgeführt wird (Veenith et al., 2008). Bundesweit gehört die *percutane* Dilatationstracheotomie (PDT) mit mehr als über 30.000 Prozeduren pro

Jahr zahlenmäßig zu den am häufigsten angewendeten Tracheotomieverfahren in Deutschland. Aufgrund ihrer im Vergleich zur chirurgischen Tracheotomie eher unkomplizierten und risikoarmen Durchführbarkeit am Patientenbett, erfolgt die Anlage einer PDT vorwiegend bei sich auf der Intensivstation befindenden, langzeitbeatmungspflichtigen Patienten (Bast et al., 2015). Zu den klassischen Indikationen für die Anlage einer PDT zählen wie folgt:

- eine zu erwartende Beatmungsdauer > 21 Tage,
- Atemwegsobstruktionen durch Verletzungen oder Tumoren,
- die Vermeidung von Larynxschäden durch Langzeitintubation,
- eine Verbesserung der Bronchialtoilette und Pflege des Nasen-Rachen-Bereichs,
- eine Verbesserung der Schluckmöglichkeiten und somit Optimierung der *oralen* Ernährung,
- eine Verringerung des Bedarf an Analgosedierung

Wie vor allem aus den letzten vier Punkten ersichtlich ist, birgt die Anlage einer *percutanen* Dilatationstracheotomie gegenüber der herkömmlichen *translaryngealen* Intubation eine deutliche Verbesserung des Patientenkomforts während der laufenden maschinellen Beatmung (Gründling und Quintel, 2005). Die Gründe für die Anlage einer PDT bei den Patienten dieser Studie lauteten unter anderem „absehbar prolongierte Beatmung“, „Erleichterung des prolongierten Weanings“, „respiratorische Insuffizienz unter Intubation“, „Entwöhnung von der ECMO-Therapie“ sowie „Dysphagie“ und sind damit gut mit den oben genannten Indikationen vereinbar. Trotz dieser Vorteile bestehen für die Anlage einer PDT auch nachfolgende Kontraindikationen:

- Notfalltracheotomie,
- fehlende Möglichkeit zur Tracheo- und Bronchoskopie beim Patienten während der Durchführung der Anlage,
- schwerwiegende Gerinnungsstörungen,
- instabile Halswirbelsäulenfrakturen,
- erschwerte *translaryngeale* Intubationsmöglichkeit des Patienten,
- schwere Gasaustauschstörungen.

Hinsichtlich des optimalen Zeitpunktes zur Durchführung einer *percutanen* Dilatations-tracheotomie finden sich in der Fachliteratur unterschiedliche Empfehlungen. Eine eindeutige und aktuell geltende Richtlinie gibt es diesbezüglich nicht. Im Jahr 1981

führten Stauffer und seine Kollegen eine prospektive, vergleichende Studie hinsichtlich möglicher Komplikationen und Konsequenzen bei *translaryngeal*, *endotracheal* intubierten und chirurgisch tracheotomierten Patienten durch. Dabei stellten sie fest, dass rein *translaryngeal* intubierte Patienten einen deutlichen höheren Cuff-Druck benötigten, öfter unter akzidenteller Dekanülierung litten und bei ihnen häufiger die Unmöglichkeit einer vollständigen Atemwegssicherung auftrat. Im Vergleich dazu traten bei chirurgisch tracheotomierten Patienten vermehrt Infektionen und Blutungen aus der Tracheostomawunde sowie *Emphyseme* und *Pneumomediastina* auf. Folglich zeigten die chirurgisch Tracheotomierten unmittelbar postinterventionell die schwerwiegenderen Komplikationen. In Langzeitnachuntersuchungen jedoch wiesen die Patienten mit chirurgischer Tracheotomie deutlich häufiger eine *Trachealstenose* und *intratracheale* Verletzungen auf, als die rein *translaryngeal* Intubierten. Entsprechend äußerte Stauffer die Empfehlung, eine *intratracheale* Intubation gegenüber der Anlage einer chirurgischen Tracheotomie vorzuziehen, da diese weniger Komplikationen beinhalte und bis zu drei Wochen für den Patienten folgenlos *in situ* belassen werden könnte (Stauffer et al., 1981). Diese Empfehlung gilt selbstverständlich heutzutage längst nicht mehr als aktuell. Bereits 1989 veröffentlichte Bishop seine aus Tierversuchen an Hunden gewonnenen Erkenntnisse, in denen er darlegen konnte, dass bereits innerhalb der ersten 7 Tage nach *translaryngealer*, *endotrachealer* Intubation erste Veränderungen der *laryngealen* und *trachealen Mucosa* und infolge dessen Stenosen auftreten können. Er führte dies auf eine Reizung und Entzündungsreaktion der *Mucosa* zurück, welche aufgrund einer mechanischen Manipulation der Schleimhaut durch den einliegenden Tubus hervorgerufen wird und in deren Folge eine Stenosierung des *Larynx* und der *Trachea* entsteht (Bishop, 1989). Westphal, Byhahn und Lischke betonen in ihrem Fachartikel „Die Tracheotomie in der Intensivmedizin“ ebenfalls, dass es hinsichtlich des Anlagezeitpunktes einer Tracheotomie keine allgemeingültigen Leitlinien gibt, und erwähnen folgende drei Empfehlungen, die 1989 auf einer Konsensuskonferenz zur Beatmungstherapie beschlossen wurden:

1. Bei einer absehbaren Intubationsdauer von < 10 d ist eine elektive Tracheotomie nicht erforderlich.

2. Bei einer absehbaren Intubationsdauer > 21 d sollte eine frühe Durchführung der Punktionstracheotomie zwischen dem dritten und fünften Tag nach Intubation erfolgen.
3. Im Falle einer nicht absehbaren Intubationsdauer sollte die Indikation zur Punktionstracheotomie täglich evaluiert werden.

In Bezug auf die letzte Empfehlung bemerken die Autoren kritisch die Schwierigkeit der korrekten Abschätzung einer voraussichtlichen Beatmungsdauer für den behandelnden Arzt (Westphal et al., 1999). Flaatten und seine Kollegen stellten in ihrer prospektiven Studie fest, dass es einen signifikanten Unterschied im Outcome von früh punktionstracheotomierten (Tracheotomie erfolgte bereits  $\leq 6$  d Intensivaufenthalt) im Vergleich zu den spät punktionstracheotomierten Patienten (Tracheotomie erfolgte  $> 6$  d Intensivaufenthalt) gibt. Sowohl die Beatmungsdauer (Median 4,7 vs. 14,7) als auch die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation (Median 6,8 vs. 12,7) fielen bei den früh punktionstracheotomierten Patienten wesentlich kürzer aus, als im Vergleich zu den eher spät punktionstracheotomierten Patienten. Ebenso war die Mortalitätsrate bei den früh Punktionstracheotomierten deutlich niedriger als bei den spät Punktionstracheotomierten (Ein-Jahres-Mortalität 33,9 % vs. 40,7 %) (Flaatten et al., 2006). Lee und Fink stellten in ihrer prospektiven randomisierten Studie mit 120 Teilnehmern fest, dass die Gruppe der früh punktionstracheotomierten Patienten (PDT  $\leq 48$  h nach Intubation) im Vergleich zu den spät Punktionstracheotomierten (PDT 14 – 16 d nach Intubation) eine deutlich geringere Sterblichkeitsrate (31,7 % vs. 61,7 %), seltener Pneumonien (5 % vs 25 %) und akzidentelle Dekanülierungen (0 % vs. 10 %) aufwiesen. Insgesamt konnten die früh punktionstracheotomierten Patienten früher von der mechanischen Beatmung entwöhnt werden und verbrachten auch weniger Zeit auf der Intensivstation (Lee und Fink, 2005). Weiter stellte Terragni in seiner randomisierten prospektiven Studie fest, dass im Vergleich zwischen früh (Tracheotomie 6 – 8 d nach Intubation) und spät punktionstracheotomierten Patienten (Tracheotomie 13 – 15 d nach Intubation) kein signifikanter Unterschied bezüglich des Auftretens einer ventilatorassoziierten Pneumonie besteht und dementsprechend eine frühe Durchführung der Punktionstracheotomie keinen Vorteil für den Patienten birgt (Terragni et al., 2010). Im Rahmen der in dieser vorliegenden Arbeit erfolgten Aktenrecherche ließ sich feststellen, dass der durchschnittliche Zeitpunkt zur Durchführung der PDT 18,64 d

nach Aufnahme auf die Intensivstation und damit eher spät erfolgte. Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen der Intubation und der PDT-Anlage lag hingegen bei nur 7,51 d. Die meisten Punktionstracheotomien erfolgten zwischen dem 6. und 15. Tag nach Aufnahme auf die Intensivstation (72 der 150 durchgeführten PDTs).

Wie bereits erwähnt, genießt die PDT den Ruf eine vergleichsweise einfach durchzuführende und risikoarme Prozedur zu sein. Dennoch erfolgt ihre Anlage nicht in jedem Fall vollkommen komplikationsfrei. Offiziell lassen sich die mit der Anlage einer PDT assoziierten Komplikationen in die drei Gruppen der perioperativen (< 24 Stunden nach dem Eingriff), postoperativen (> 24 Stunden nach dem Eingriff) und späten Komplikationen (> 6 Monate nach dem Eingriff) unterteilen. Zu den perioperativen Komplikationen zählen Blutungen aus der Punktionsstelle, Knorpelspangefrakturen, Fehllagen des Tubus, Verletzungen der Tracheahinterwand, *subcutane Emphyseme* und *Pneumothoraces*. Unter den postoperativen Komplikationen finden sich lokale Infektionen sowie Granulationen und *Tracheomalazie* im Bereich der Punktionsstelle. Als Langzeitkomplikationen sind bisher nur *Trachealstenosen* in Höhe der Kanülenblockung oder im Bereich der Tracheaeröffnung aufgetreten (Walz et al., 1998; Bast et al., 2015). Bause gab 1999 in einem Interview mit der Fachzeitschrift HNO an, dass im Rahmen einer PDT-Anlage nicht nur perioperativ, sondern auch bei sich *in situ* befindender Punktionstrachealkanüle und ebenso nach erfolgreicher Dekanülierung Komplikationen auftreten können. An perioperativen Komplikationen nennt auch er Blutungen, *paratracheale* Punktionen, *Pneumothorax*, Hautemphysem, *Hypoxie*, *Hypotension*, Verlust des Atemweges und letztlich den Tod. Bei sich *in situ* befindender Trachealkanüle können laut Bause ebenfalls Blutungen, Infektionen der Punktionsstelle, Kanülendislokation und –obstruktion, Cuff-Leckage, Trachealerosionen, *ösophageale* Fisteln und sogar der Tod eintreten. Nach erfolgreicher Dekanülierung können neben Narben bzw. Narbenwucherungen der Punktionsstelle, *Tracheal-* und *Larynxstenosen*, *Trachealgranulationen* und *Tracheomalazie* auftreten (Bause et al., 1999). Delaney stellte 2006 in seiner vergleichenden Studie fest, dass die Anlage einer PDT und einer chirurgischen Tracheotomie ähnliche Komplikationen aufweisen wie beispielsweise Blutungen und postinterventionelle Infektionen, diese aber bei der PDT-Anlage deutlich seltener auftreten. Zudem spricht Delaney die Empfehlung aus, auf der Intensivstation die Anlage einer PDT gegenüber der einer chirurgischen Tracheotomie vorzuziehen, da

sie für den Patienten und das Personal leichter durchzuführen, seltener mit Blutungen, Infektionen verbunden und außerdem mit einer verkürzten Intubationszeit assoziiert sei (Delaney et al., 2006). Im Gegensatz dazu stellten Oliver, Gist und Gillespie in ihrer vergleichenden Analyse fest, dass die PDT signifikant häufiger mit frühen postoperativen Komplikationen assoziiert ist als die chirurgische Tracheotomie. Weiter wurde von ihnen betont, dass die PDT leichter und schneller durchzuführen sei, die Kosten zwischen einer am Patientenbett durchgeführten chirurgischen Tracheotomie und PDT ähnlich seien (Oliver et al., 2007). An späten Komplikationen stellten Kornblith und seine Kollegen in ihrer prospektiven Studie mit exakt 1000 Teilnehmern bei nur 4 Patienten einen inkompletten Wundschluss fest, der operativ verschlossen werden musste, sowie bei 2 Patienten eine *subglottische* Stenose fest (Kornblith et al., 2011).

Von den, in dieser Studie erfassten, insgesamt 150 Patienten, die laut Aktenrecherche im Jahr 2012 während ihres intensivmedizinischen Krankenhausaufenthaltes am Universitätsklinikum Bonn eine PDT erhalten haben, sind in 95 Fällen (63,34 %) gar keine peri- und unmittelbar postoperativen Komplikationen aufgetreten. In 30 von den insgesamt 150 Fällen (20 %) ist diesbezüglich leider gar nichts in den Patientenakten dokumentiert worden. Lediglich bei 25 von insgesamt 150 Patienten (16,67 %) sind laut Aktendokumentation Komplikationen aufgetreten. Bei genauer Betrachtung dieser 25 Fälle ist nur in einem einzigen Fall die PDT-Anlage selbst als schwierig beschrieben worden. Zudem wurde in genau diesem Einzelfall im weiteren stationären Verlauf beim Wechsel der Trachealkanüle eine Trachealspangenfraktur festgestellt. Hierbei ist und bleibt unklar, ob diese Fraktur bereits intraoperativ verursacht worden, oder erst Tage später bei der Pflege des *Tracheostomas* bzw. beim Kanülenwechsel neu aufgetreten ist. Bei den somit verbleibenden 24 von insgesamt 150 Fällen sind unmittelbar postoperative Komplikationen im Sinne von Nachblutungen (bei 15 Patienten; 60 %), akzidentelle Dekanülierung (4 Patienten; 16 %), problematischer Kanülenwechsel (2 Patienten; 8 %), verhinderte Dekanülierung, eine Stenosierung des *Tracheostomas*, sowie ein instabiles *Tracheostoma* (jeweils 1 Patient; je 4 %) aufgetreten. Bei keinem der insgesamt 150 Patienten ist ein Todesfall als Folge der PDT-Anlage festgestellt worden. Damit unterscheiden sich die in dieser Studie durch Aktenrecherche erhobenen Angaben bezüglich potentieller peri- und unmittelbar postoperativen Komplikationen

einer PDT-Anlage nicht wesentlich von denen, die bereits in der Fachliteratur dokumentiert sind.

Weiter sollten mit Hilfe von Telefoninterviews und Nachuntersuchungen potentielle Langzeitkomplikationen in Folge einer *percutanen* Dilatationstracheotomie in dieser Studie eruiert werden. Mittels eines standardisierten Fragebogens konnten von den ursprünglich 150 Patienten genau 50 Personen (33% der gesamten Stichprobe) zu ihren Erfahrungen mit der *percutanen* Dilatationstracheotomie und den damit verbundenen Beschwerden befragt werden. Die Untergruppe der interviewten Patienten setzte sich aus 47 rein Punktionstracheotomierten; 2 Patienten, die eine Umwandlung von PDT in ein chirurgisches *Tracheostoma* erfahren hatten, und einem Sonderfall mit mehrfachem Wechsel zwischen PDT und chirurgischer Tracheotomie zusammen. In puncto Wundheilungsstörungen und vollständigen Wundschluss gaben 45 der 47 rein Punktionstracheotomierten gar keine Beschwerden an (90 % aller befragten Patienten); 6 Patienten (12 % aller befragten Patienten) äußerten rein kosmetische Probleme; 2 Patienten (4 % aller befragten Patienten) beschwerten sich wiederum über eine schlechte Wundheilung. Hier bestand in einem Einzelfall ein inkompletter Wundschluss, der auch noch bei Vorstellung der Patientin zur Nachuntersuchung bestand. Bezüglich möglicher Störungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckaktes konnten bei den rein punktionstracheotomierten Personen insgesamt 21 Personen (42 % aller befragten Patienten) detektiert werden, die nach der erfolgreichen Anlage der PDT Beschwerden im Bereich der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens aufwiesen und die nicht auf eine andere Grunderkrankung zurückgeführt werden konnten. Die 2 Patienten mit Umwandlung der PDT in ein chirurgisches *Stoma* (4 % aller befragten Patienten) machten bezüglich der Wundheilung und Wundheilungsstörungen gegensätzliche Angaben: ein Patient klagte über eine starke Vernarbung, während der andere keine Beschwerden hatte. Beide Patienten gaben Beschwerden im Bereich der Stimmgebung und des Schluckens an, welche nur vorübergehend bestanden. Der einzelne Sonderfall (2 % aller befragten Patienten) war ebenfalls mit seiner Wundheilung und dem Wundschluss zufrieden. Im Hinblick auf Störungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckaktes gab dieser nur vorübergehende Stimmbeschwerden an, die zum Zeitpunkt des Telefoninterviews nicht mehr bestanden.

Von den 21 rein punktionstracheotomierten Patienten, welche in den geführten Telefoninterviews Beschwerden im Bereich der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckaktes angegeben hatten, konnten nur 11 Interessenten für die Teilnahme an den Nachuntersuchungen gewonnen werden. Den Angaben der verbliebenen 10 Patienten zufolge bestanden ihre Beschwerden nur vorübergehend und waren innerhalb weniger Wochen nach Entlassung aus dem Krankenhaus vollkommen regredient. Im Hinblick auf die Intensität der Beschwerdesymptomatik und dem damit verbundenen Leidensdruck scheinen diese bei den Patienten eher gering ausgeprägt gewesen zu sein. Dementsprechend war ihre Motivation, an einer Nachuntersuchung teilzunehmen, eher gering. In der Gruppe der nachuntersuchten Patienten war die Wundheilung bei 9 Personen unauffällig verlaufen, während 2 Untersuchungsteilnehmer mit der Wundheilung nicht zufrieden waren und eine Patientin an einem inkompletten Tracheostomaschluss litt. In der klinischen, logopädischen Untersuchung ließen sich bei der Atmung in keinem Fall ein inspiratorischer oder expiratorischer *Stridor* und keine *Dyspnoe* feststellen. Lediglich bei 1 Patienten zeigte sich eine konsequente *thorakale* Ruhe- und Sprechatmung, bei 2 Patienten zeigte sich eine *claviculare* Sprechatmung sowie bei 1 Patienten ein Wechsel zwischen *thorakaler* Ruhe- und *clavicularer* Sprechatmung, die aber alle keine Auswirkungen auf die Stimme hatten. Bei der klinischen, logopädischen Untersuchung der Stimmgebung waren 6 Patienten vollkommen ohne pathologischen Befund, bei 1 Patienten zeigte die Stimme vereinzelt raue Anteile (R1B0H0) und bei 1 weiteren Patienten bestand eine permanent raue Stimme (R2B0H0), die den Verdacht auf eine manifeste Stimmstörung nahe legte. In der logopädischen Schluckdiagnostik konnte bei keinem Untersuchungsteilnehmer eine Schluckstörung festgestellt werden. Bei der Durchführung der FEES konnte dies bestätigt werden: endoskopisch zeigte sich bei allen Patienten ein unauffälliger Befund. Durch die Stimmfeldmessung konnten bei 1 Patienten, der schon in der klinischen, logopädischen Untersuchung auffällig gewesen war, sowohl für die Sprech- als auch für die Singstimme Einschränkung in der maximalen und minimalen Stimmlautstärke, der Dynamik und im Tonumfang festgestellt werden. In den restlichen 10 Fällen zeigten sich vereinzelte Einschränkungen, die klinisch keine Auswirkung hatten.

Zusammenfassend ist die Gruppe der nachuntersuchten Patienten mit nur 11 Teilnehmern viel zu klein, um genauere statistische Aussagen treffen zu können. Alle

diese Faktoren scheinen jedoch darauf hinzuweisen, dass die Anlage einer PDT im Hinblick auf mögliche Langzeitkomplikationen eher unbedenklich ist. Ob die Anlage einer *percutanen* Dilatationstracheotomie tatsächlich zu Veränderungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckaktes führt, kann durch diese Arbeit letzten Endes nicht sicher beantwortet werden. Eine Option zur genaueren Klärung der Frage nach potentiellen Langzeitfolgen nach stattgehabter *percutaner* Dilatationstracheotomie wäre eine Evaluation der Patienten mittels mehrerer, engmaschiger Kontrolluntersuchungen, die bereits während des Krankenhausaufenthaltes unmittelbar nach Anlage der PDT beginnen und nach Dekanülierung und Entlassung der Patienten über einen bestimmten Zeitraum (bspw. ein Jahr) weiter erfolgen. So wäre es möglich vorübergehende und persistierende Beschwerden genauer zu detektieren und sie hinsichtlich ihrer Pro- oder Regredienz zu untersuchen. An einsetzbaren Untersuchungstechniken böten sich hierfür die bereits in dieser Studie angewandten Methoden wie eine symptomorientierte Anamnese, körperliche und logopädische Untersuchung, Stimmfeldmessungen und die *endonasale* Endoskopie inklusive FEES an. Dass es sich bei der FEES um eine leicht durchführbare, kosteneffiziente und risikoarme Untersuchungsmethode in der Dysphagiediagnostik handelt, konnte in mehreren Studien belegt werden. So konnten Langmore und Kollegen in ihrer Forschungsarbeit mit über 6000 durchgeführten Untersuchungen in nur 2 Fällen *Laryngospasmen*, in 4 Fällen *vasovagale* Reaktionen, und in 20 Fällen *Epistaxis* nachweisen, was eine gute Tolerierbarkeit der FEES durch den Patienten sowie nur geringgradige Komplikationen während und nach der Prozedur nahelegen (Hiss und Postma, 2003). Auch Untersuchungen von J.E. Aviv, S.T. Kaplan und Kollegen zeigen, dass Komplikationen während der Durchführung der FEES äußerst selten auftreten. Bei einer Gesamtzahl von insgesamt 500 erfolgten Untersuchungen bestand in nur 3 Fällen kurzfristig selbstlimitierendes Nasenbluten. Die Teilnehmer dieser Studie wurden zudem zu ihrem subjektiven Befinden während der FEES befragt. 11 % der Patienten gaben an, gar keine Beschwerden verspürt zu haben; 71 % äußerten hingegen, nur leichte Beschwerden gehabt zu haben. Über 99 % der Patienten waren bereit, sich bei klinischer Notwendigkeit erneut einer FEES zu unterziehen (Aviv et al., 2000). Ergänzend zu der instrumentellen Dysphagiediagnostik wäre zusätzlich eine Bronchoskopie und eine Mikrolaryngoskopie sinnvoll, um die für die Stimmgebung und das Schlucken relevanten Strukturen des *Larynx* und der *Trachea*

genauer inspizieren und mögliche *Stenosen* und Verletzungen in diesen Bereichen eindeutiger diagnostizieren zu können. Des Weiteren wäre die Durchführung einer Stroboskopie zur detaillierten Beurteilung des Schwingungsverhaltens der Stimmlippen und somit als Nachweis möglicher Funktionseinschränkungen der Stimmlippen noch eine gute Option.

## 5. Zusammenfassung

Die *percutane* dilatative Punktionstracheotomie gilt als eine kostengünstige, personalschonende, zeitsparende und relativ risikoarme Maßnahme zum sicheren Erhalt der Atmung über die oberen Atemwege. Dementsprechend hat sie sich in den letzten Jahrzehnten vor allem im intensiv-medizinischen Bereich zunehmend gegenüber der chirurgischen Tracheotomie durchgesetzt. Während in der Fachliteratur des Öfteren die beiden Verfahren in puncto Durchführbarkeit, Indikationen und Kontraindikationen und perioperativen Komplikationen vergleichend beschrieben worden sind, ist nur relative wenig über etwaige Langzeitfolgen nach Anlage einer PDT bekannt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich deshalb mit der Fragestellung, ob nach der erfolgreichen Anlage einer *percutanen*, dilatativen Punktionstracheotomie neben perioperativen und unmittelbar postoperativen auch späte, langfristige Komplikationen mit Fokus auf Störungen der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckaktes auftreten können. Um diese Frage beantworten zu können, wurde – mit Beschränkung auf das Jahr 2012 – eine ausführliche Aktenrecherche durchgeführt, in welcher alle Patienten erfasst wurden, die während ihrer intensivmedizinischen Behandlung am Universitätsklinikum Bonn eine unter dem DRG-Code 5-311.1 vermerkte *percutane* Punktionstracheotomie erhalten hatten. Durch dieses Vorgehen konnten für das Jahr 2012 genau 150 Patienten detektiert werden. Aus dieser Stichprobe wurden alle noch lebenden Patienten im Rahmen eines Telefoninterviews mittels eines standardisierten Fragebogens zu ihren Erfahrungen im Umgang mit der *percutanen* dilatativen Punktionstracheotomie, wie beispielsweise der Wundheilung, Wundheilungsstörungen sowie zu möglichen Atem-, Stimm- und Schluckstörungen befragt. All diejenigen Patienten, die in der Befragung Beschwerden der Atmung, Stimmgebung oder des Schluckens angegeben hatten, wurden daran anschließend zu einer Nachuntersuchung eingeladen. Bei dieser Nachuntersuchung wurden eine klinische, logopädische Untersuchung der Atmung, der Stimme und des Schluckaktes, eine Stimmfeldmessung sowie eine „fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes“ (FEES) durchgeführt. Aus der ursprünglich 150 Personen starken Stichprobe konnten 62 noch lebende Patienten gefunden werden (41,33 % der gesamten Stichprobe). Davon konnten wiederum 50 Personen im Telefoninterview zu ihren Erfahrungen mit der *percutanen* dilatativen Punktionstracheotomie befragt werden (33,33 % der gesamten

Stichprobe). Durch die Interviews konnten wiederum 21 Patienten gefunden werden, die nach Anlage der Punktionstracheotomie Beschwerden im Bereich der Atmung, der Stimmgebung und des Schluckens festgestellt hatten (14 % der gesamten Stichprobe). Aus dieser Untergruppe waren wiederum nur 11 Patienten (7,33 % der gesamten Stichprobe) zu einer Nachuntersuchung bereit. Schlussendlich konnte im Rahmen der Nachuntersuchungen aus der Untergruppe der Probanden nur bei 1 einzigen Patienten eine isolierte Stimmstörung festgestellt werden. Die übrigen 10 Probanden waren klinisch vollkommen unauffällig oder zeigten in den Untersuchungen nur vereinzelte Veränderungen, welche für sie keine relevanten, klinischen Auswirkungen auf die Atmung, Stimmgebung und das Schlucken hatten. Entsprechend ist es nicht möglich, in dieser Studie statistische sichere Aussagen bezüglich der Frage nach etwaigen Langzeitkomplikationen nach erfolgter Punktionstracheotomie zu treffen. Hierzu wäre die Durchführung einer weiteren Studie mit Beginn der Untersuchungen bereits während des Aufenthalts der Patienten auf der Intensivstation sinnvoll und empfehlenswert. An Untersuchungsmethoden bieten sich die in dieser Studie bereits angewandten Methoden wie die klinisch, logopädische Untersuchung, die Durchführung eines Stimmfeldes sowie die „fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes“ (FEES) an. Gegebenenfalls können diese noch durch eine Bronchoskopie und eine Stroboskopie zur sicheren Beurteilung der *Trachea* auf mögliche Stenosen sowie die Funktionsbeurteilung der Stimmlippenschwingung ergänzt werden.

## 6. Anhang



Universitätsklinikum Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn



Klinik und Poliklinik für  
Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde/-Chirurgie  
Universität Bonn

Bonn, im September 2013

<http://www.hno.uniklinik-bonn.de>  
HNO-Bonn@uniklinik-bonn.de

- **Patienteninformation zur wissenschaftlichen Untersuchung**  
**Retrospektive Untersuchung von Langzeitfolgen einer perkutanen Dilatationstracheotomie an im UKB intensivmedizinisch behandelten Patienten**

**Prof. Dr. med. Dr. h.c. F. Bootz**  
Direktor

Vorzimmer: Frau Flerus  
Fon: 0228. 287-15552  
Fax: 0228. 287-16830  
Privatambulanz: Frau Vogt  
Fon: 0228. 287-14646

Sehr geehrte Damen und Herren,

**Pforte der Klinik**

(7:00-22:00 Uhr):  
Fon: 0228. 287-15556  
Fax: 0228. 287-19161

- wir führen eine wissenschaftliche Studie unter Leitung von Oberarzt Dr. S. Herberhold und Prof. Dr. A. Gerstner durch, um mögliche Langzeitfolgen einer sogenannten perkutanen Dilatationstracheotomie zu erfassen. Diese Untersuchung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Kollegen der hiesigen Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, insbesondere mit Prof. Dr. C. Putensen. Wir möchten Sie über diese Studie aufklären und bitten Sie, daran teilzunehmen. Die Teilnahme ist freiwillig und Sie haben keine Nachteile zu befürchten, wenn Sie sich gegen eine Teilnahme entscheiden. Auch aus Ihrer Teilnahme ergeben sich selbstverständlich ebenso keinerlei Nachteile, allerdings ist nach jetzigem Kenntnisstand auch nicht mit einem direkten Nutzen für Sie zu rechnen.

**Ambulanz/Poliklinik**

Fon: 0228. 287-15558  
Fax: 0228. 287-11336  
Terminvereinbarung  
Fon: 0228. 287-15556

**Phoniatry & Pädaudiologie**

Prof. Dr. med. G. Schade  
Terminvereinbarung  
Fon: 0228. 287-11280  
Fax: 0228. 287-11934

Wie Sie wissen, wurde bei Ihnen im Rahmen einer intensivmedizinischen Behandlung unter anderem die Anlage eines Luftröhrenschnittes erforderlich. Es bestehen verschiedene bewährte Möglichkeiten, einen derartigen sicheren Zugang zur Luftröhre herzustellen, über den Ihre Beatmung im Rahmen der Intensivtherapie sichergestellt wurde, ohne Mund, Rachen und Kehlkopf samt Stimmlippen durch einen Beatmungsschlauch zu belasten.

**Station Conley**

Fon: 0228. 287-15575  
Fax: 0228. 287-19161

Universitätsklinikum Bonn  
Sigmund-Freud-Str. 25  
53105 Bonn

Bei Ihnen wurde ein Verfahren eingesetzt, das eine besonders schonende Anlage des Luftröhrenschnittes erlaubt, eine sogenannte perkutane Dilatationstracheotomie. Obgleich dieses Verfahren sehr gut beschrieben und



lange etabliert ist, gibt es bisher nur wenige Angaben in der deutschsprachigen und internationalen Literatur darüber, ob sich eventuell nach einiger Zeit nachteilige Folgen daraus ergeben.

Aus diesem Grund untersuchen wir Sie als derartig behandelten Patienten im Rahmen einer gängigen hno-ärztlichen Untersuchung, indem wir einerseits Ihre Stimme und Ihren Schluckakt beurteilen; dies erfolgt als Teil einer logopädischen Untersuchung durch entsprechendes Fachpersonal. Andererseits nehmen wir gleichzeitig eine Inspektion von Mund, Rachen, Kehlkopf und oberen Teilen der Luftröhre vor, wofür wir gewöhnliche Spiegel und Endoskope verwenden. Dies kann bekanntermaßen zu etwas Würgereiz führen, so dass wir gegebenenfalls die Untersuchung abbrechen, wenn sie Ihnen zu unangenehm werden sollte. Zur besseren Beurteilung des Schluckaktes bitten wir Sie, einen farblich wie Götterspeise, geschmacksfreien Pudding zu schlucken, dessen Transport entlang des Schlundes besser beurteilt werden kann als nur mit Ihrem eigenen, durchsichtigen Speichel.

Weitere Maßnahmen, wie Probeentnahmen von Blut oder Gewebe, sind nicht vorgesehen und auch nicht Inhalt dieser Studie.

Diese Studie wurde von der Ethik-Kommission für klinische Versuche am Menschen und epidemiologische Forschung mit personenbezogenen Daten an der Medizinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn unter der laufenden Nummer xxx/13 begutachtet und genehmigt. Aufgrund der im Rahmen der Studie durchgeführten Maßnahmen wurde keine gesonderte Probandenversicherung abgeschlossen; dies bedeutet, dass Sie nur bei schuldhaften Schädigungen durch Maßnahmen im Rahmen dieser Studie einen Entschädigungsanspruch über die Haftpflichtversicherung des UKB geltend machen können. Ihre Rechte hinsichtlich Maßnahmen, die nicht Teil dieser Studie sind werden dadurch nicht beeinflusst. Für weitere Fragen und ein persönliches Gespräch steht Ihnen unser gesamtes Team gerne zur Verfügung. Wir danken für Ihr Vertrauen und Ihre Hilfe.

Prof. Dr. Dr. h.c. F. Bootz  
Direktor der Klinik  
UKB

Dr. S. Herberhold  
Oberarzt der Klinik  
UKB

Prof. Dr. C. Putensen  
Leiter Operative Intensivtherapie  
UKB

apl. Prof. Dr. A. Gerstner  
Chefarzt der HNO-Klinik  
Städtisches Klinikum Braunschweig

Version September 2013



**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität**  
**Medizinische Fakultät**  
**Ethik-Kommission**

Ethik-Kommission - Medizinische Fakultät Bonn  
 Biomedizinisches Zentrum, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn

Herren  
 Dr. Stephan Herberhold  
 apl. Prof. Dr. Andreas OH Gerstner  
 Univ.-Klinik für Hals- Nasen - Ohren-  
 Heilkunde  
 Sigmund-Freud-Str. 25  
**53105 Bonn / durch Boten**

**53105 Bonn, 22.10.13**  
 Sigmund-Freud-Str. 25  
 Biomedizinisches Zentrum  
 Zimmer 2G 029

Durchwahl: 287 - 51 282  
 Telefax: 287 - 51 932  
 (Vorwahl national: 02 28-;  
 international: + 49 -2 28- )  
 e-mail: [ethik@uni-bonn.de](mailto:ethik@uni-bonn.de)  
 Internet: <http://ethik.meb.uni-bonn.de>

KRa/MB

**Lfd. Nr. 274/13**  
 Bitte stets angeben!

**Betr.: Ihr Antrag an die Ethik-Kommission**  
**Antragsteller: apl. Prof. Dr. Andreas OH Gerstner / Dr. Stephan Herberhold**  
**Studientitel: Evaluation der Langzeitfolgen nach perkutaner Tracheotomie an im UKB intensivmedizinisch behandelten Patienten**  
**Sponsor: Ø**

- Checkliste / Antrag
- Patienteninformation und Einverständnis von Sept. 2013

Sehr geehrter Herr Kollege Herberhold,  
 Sehr geehrter Herr Kollege Gerstner,

die Ethik-Kommission für klinische Versuche am Menschen und epidemiologische Forschung mit personenbezogenen Daten der Medizinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn ist nach Beratung des o.g. Antrags auf ihrer Sitzung am 21.10.2013 zu dem Beschluss gekommen, gegen die o.g. Studie keine grundsätzlichen berufsethischen oder berufsrechtlichen Bedenken zu erheben.

Vor einer abschließenden Bewertung bittet die Ethik-Kommission um Klärung bzw. Berücksichtigung folgender Punkte und um Zusendung entsprechend geänderter Unterlagen:

- 1) Im Prüfplan müsste beschrieben werden, wer die Interviews durchführen soll und was Inhalt des Interviews sein soll. Eine Vorlage für ein strukturiertes Interview wäre vorzulegen.
- 2) Im Prüfplan müsste konkret beschrieben werden, wie die Daten erhoben, gespeichert und verarbeitet werden sollen.

*Excel Daten*

Ethik-Kommission Bonn Lfd. Nr. 274/13

22.10.13

2

- 3) In der Patienteninformation wird unzutreffend beschrieben, dass die Ethik-Kommission die Studie genehmigt hätte. Die Ethik-Kommission hat die Studie gemäß § 15 der Berufsordnung beraten und wird (gegebenenfalls) keine berufsethischen oder berufsrechtlichen Bedenken erheben.
- 4) Die grau hinterlegte Datenschutzerklärung ist ein Text der als Vorlage für klinische Prüfungen eines Arzneimittels dient und für die vorliegende Studie nicht zu nutzen ist, da er viele Elemente enthält die Vorgaben des AMG abbilden. Diese Erklärung sollte gestrichen werden. Für die vorliegende Studie ist der fettgedruckte Datenschutzpassus hinreichend.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. K. Racké  
Vorsitzender der Ethik-Kommission

Nachfolgend sind die Mitglieder der Ethik-Kommission aufgeführt, die den o. g. Antrag auf ihrer Sitzung am 21.10.2013 beraten haben:

Frau Prof. Dr. D. Dilloo, Ärztin für Pädiatrie  
Frau Prof. Dr. K. van der Ven, Ärztin für Frauenheilkunde  
Frau Dr. A. Pralong, Medizinethiker  
Frau Dr. M. Warnken - Uhlig, Apothekerin  
Prof. Dr. T. Verrel, Jurist  
Dr. R. Fimmers, Biometriker  
Frau Chr. Niedecken, Patientenvertreterin  
Prof. Dr. K. Racké, Arzt für Pharmakologie und Toxikologie, Vorsitzender der Ethik-Kommission

## Stimmüberprüfungsbogen

### Stimmprobe auf Wortebene:

#### *Anlaute*

Alaska	Esel	Israel	Orgel	Uhr
Atlantik	Ente	Irland	Ohren	Untergrund
Arabisch	Elefant	Insel	Olive	U-Boot

#### *Auslaute*

Malaga	Tablette	Lichi	Auto	Uhu
Viola	Cabriolet	Fotographie	Tornado	Tattoo
Kamera	Schnee	Pony	Sakko	Tiramisu

### Stimmprobe auf Textebene:

„Der Nordwind und die Sonne“ - Fabel nach Aesop

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 daherkam. Sie wurden einig, dass derjenige für den Stärkeren gelten sollte, der den Wanderer zwingen würde, seinen Mantel abzunehmen. 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 erwärmte 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.

## 7. Literaturverzeichnis

- Arastéh K, Baenkler H-W, Bieber C, Brandt R, Chatterjee T, Dill T, et al. Duale Reihe Innere Medizin. 2. Aufl. Georg Thieme Verlag; 2009
- Aviv JE, Kaplan ST, Thomson JE, Spitzer J, Diamond B, Close LG. The safety of flexible endoscopic evaluation of swallowing with sensory testing (FEESST): an Analysis of 500 consecutive evaluations. *Dysphagia*. 2000;15:39–44
- Bartels H. Techniken der Tracheotomie/ Tracheostomie. *Der Chirurg*. 2005;76:507–516
- Bartolome G, Schröter-Morasch H, Hartmann U. Bogenhausener Dysphagiescore (BODS). Buchholz D, Feussner H, Hannig C, Neumann S, Pehl C, Prosiel M, Wuttge-Hannig A *Schluckstörungen: Diagnostik und Rehabilitation* Urban Fischer, München, Jena. 2006;361
- Bast F, Buchal A, Schrom T. Perkutane Dilatationstracheotomie oder Tracheostomie? - 2 Kasuistiken. *HNO*. 2015;63:220–223
- Bause H, Dost P, Kehrl W, Walz MK, Schultz-Coulon HJ. Punktionstracheotomie versus konventionelle Tracheostomie. *HNO*. 1999;47:58–70
- Bishop MJ. Mechanisms of Laryngotracheal Injury Following Prolonged Tracheal Intubation. *Chest*. 1989;185–186
- Boeninghaus H-G, Lenarz T. *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. Springer-Verlag; 2007
- Böhme G. Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. 3. Aufl. Böhme G, Herausgeber. Gustav Fischer; 1997
- Brusis T, Luckhaupt H. Zur Geschichte der Tracheotomie. *Laryngol Rhinol Otol und ihre Grenzgebiete*. 1988;67:251–254
- Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G. Ciaglia Blue Rhino: Ein weiterentwickeltes Verfahren der perkutanen Dilatationstracheotomie - Technik und erste klinische Ergebnisse. *Der Anaesthesist*. 2000;49:202–206
- Ciaglia P. Technique, complications, and improvements in percutaneous dilatational tracheostomy. *CHEST Journal*. 1999;115:1229–1230
- Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy: a new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest*. Elsevier; 1985;87:715–719
- Colodny N. Interjudge and intrajudge reliabilities in fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES ®) using the Penetration-Aspiration Scale: a replication study. *Dysphagia*. 2002;17:308–315
- Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus

- surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2006;10:R55-R68
- Dziewas R, Busse O, Glahn J, Grond M, Hamann GF, Ickenstein GW, et al. FEES auf der Stroke-Unit: Empfehlungen zur Umsetzung im klinischen Alltag. *Nervenarzt*. 2013;84:705–708
- Fantoni A, Ripamonti D, Lesmo A, Zanoni CI. Translaryngeal tracheostomy. A new era? *Minerva Anesthesiol.* 1996;62:313
- Feyerherd F, Gründling M, Kuhn S-O. [www.tracheotomie-online.de](http://www.tracheotomie-online.de) [besucht im Internet und zitiert am 04.02.2016]. 2006. Verfügbar unter: [www.tracheotomie-online.de](http://www.tracheotomie-online.de)
- Flaatten H, Gjerde S, Heimdal JH, Aardal S. The effect of tracheostomy on outcome in intensive care unit patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2006;50:92–98
- Frank F, Breunlich E. Hygiene, Altersabhängigkeit und Störungen der Singstimme. *Phoniatrie-Pädaudiologie* Thieme, Stuttgart New York. 1982;
- Friedrich G. Qualitätssicherung in der Phoniatrie - Vorschlag zur Standardisierung der klinischen Stimmprüfung. *HNO*. 1996;(44):401–416
- Friedrich G, Bigenzahn W, Zorowka P. Phoniatrie und Pädaudiologie - Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage. Verlag Hans Huber; 2005.,249
- Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation - a preliminary report. *Intensive Care Medicine*. 2002;28:299–303
- Griggs WM, Worthley LIG, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. Franklin H. Martin Memorial Foundation; 1990;170:543–546
- Gründling M, Quintel M. Perkutane Dilatationstracheotomie Indikationen - Techniken - Komplikationen. *Der Anaesthesist*. 2005;54:929–944
- Hey C, Sader R, Euler A, Neumann K. Effektivierung der Schluckdiagnostik durch ein elektronisches Dokumentationssystem. *HNO*. 2010;58:686–691
- Hiss SG, Postma GN. Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing. *The Laryngoscope*. 2003 ;113:1386–1393
- Jackson C. Tracheotomy. *The Laryngoscope*. Wiley Online Library; 1909;19:285–290
- Jung A. Dysphagie - Vorlesungs-Skript für den Unterricht an der Logopäden-Lehranstalt der Universität Tübingen. 2006.

Klemm E, Nowak A. Kompendium Tracheotomie. 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer; 2012;207.

Kornblith LZ, Burlew CC, Moore EE, Haanel JB, Kashuk JL, Biffi WL, et al. One thousand bedside percutaneous tracheostomies in the surgical intensive care unit: time to change the gold standard. *Journal of the American College Surgeons*. 2011;212:163–170

Koscielny S, Guntinas-Lichius O. Update zur perkutanen Dilatationstracheotomie: Indikation, Grenzen und Komplikationsmanagement. *HNO*. 2009;57:1291–1300

Langmore SE, Schatz K, Olsen N. Fiberoptic endoscopic examination of swallowing safety: a new procedure. *Dysphagia*. 1988;2:216–219

Lee JC, Fink MP. Early percutaneous dilatational tracheostomy leads to improved outcomes in critically ill medical patients as compared to delayed tracheostomy. *Critical Care* (London, England). 2005;9:E12-E13

Meininger D, Walcher F, Byhahn C. Tracheotomie bei intensivmedizinischer Langzeitbeatmung: Indikationen, Techniken und Komplikationen. *Der Chirurg*. 2011;82:107–115

Meininger D, Westphal K, Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Martens S, et al. Perkutane Tracheotomie mit der PercuTwist-Technik: Erste Ergebnisse bei herzchirurgischen Intensivpatienten. *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. 2003;17:84–88

Michels G, Motzko M, Weinert M, Bruckner M, Pfister R, Guntinas-Lichius O. Dysphagiemanagement in der internistischen Intensivmedizin. *Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin*. 2014;110:174–181

Motzko, M.; Mlynczak, U.; Prinzen C. Stimm- und Schlucktherapie nach Larynx- und Hypopharynxkarzinomen. 1. Aufl. Elsevier Ltd; 2000;288

Nawka T, Wirth G. Stimmstörungen: für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprechwissenschaftler. 5. Aufl. Deutscher Ärzte Verlag; 2008;452

Oliver ER, Gist A, Gillespie MB. Percutaneous versus Surgical Tracheotomy: An Updated Meta-Analysis. *The Laryngoscope*. 2007;117:1570–1575

Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia*. 1996;11:93–98

Schachner A, Ovil Y, Sidi J, Rogev M, Heilbronn Y, Levy M J. Percutaneous tracheostomy - A new method. *Critical Care Medicine*. 1989;17:1052–1056

Schneider-Stickler B, Bigenzahn W. Stimmdiagnostik: Ein Leitfaden für die Praxis. 2. Aufl. Vienna: Springer Vienna; 2013;337

Schröter-Morasch H, Graf S. Dysphagiediagnostik durch den HNO-Arzt. HNO. 2014;62:324–334

Seidner W, Schutte HK. Empfehlung der UEP: Standardisierung Stimmfeldmessung/Phonetographie. HNO-Praxis. 1982;7:305–307

Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. Acta Radiologica . 1953;5:368–376

Sosath J. Die geschichtliche Entwicklung der Perkutanen Dilatativen Tracheotomieverfahren im historischen Kontext. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Medizin der medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. 2007;1–141

Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy: a prospective study of 150 critically ill adult patients. The American Journal of Medicine. 1981;70:65–76

Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Mangione S, Pasetto A. Early vs late tracheotomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients. Jama. 2010;303:1483–1489

Veenith T, Ganeshamoorthy S, Standley T, Carter J, Young P. Intensive care unit tracheostomy: a snapshot of UK practice. International Archives of Medicine. 2008;1:21–27

Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, Trost H a, Wolfhard U, Sander A, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy - early results and long-term outcome of 326 critically ill patients. Intensive care medicine. 1998;24:685–690

Wendler J. Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag. 2005;473.

Wendler J, Anders LC. Hoarse voices - on the reliability of acoustic and auditory classifications. FOLIA PHONIATRICA (Basel). 1986;38: 369

Westphal K, Byhahn C, Lischke V. Die Tracheotomie in der Intensivmedizin. Der Anaesthesist. 1999;48:142–156

Zgoda M a, Berger R. Balloon-facilitated percutaneous dilational tracheostomy tube placement - preliminary report of a novel technique. CHEST Journal. 2005;128:3688–3690

Bildnachweis:

graphische Darstellung der chirurgischen Tracheotomie und Trachealkanüle auf Seite 11 entnommen aus <http://ueu.co/de/ovid-clinically-oriented-anatomy-8/> [besucht am 15.04.2017]

## 8. Danksagung

Mein ganz herzlicher Dank gilt Herrn Professor Andreas Gerstner für die Überlassung des Themas sowie die fachliche Betreuung und konstruktive Kritik während der Anfertigung dieser Arbeit.

Ich danke Frau Preuß, Logopädin in der Klinik für Neurologie und Frau Nietfeld, Logopädin in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde am Universitätsklinikum Bonn sowie Frau Mersch, leitende Logopädin in der Rehaklinik Godeshöhe, für fachlichen Austausch, die Möglichkeit zur Hospitation und die praktische Anleitung in der klinischen logopädischen Schluckuntersuchung sowie die Durchführung und Bewertung der FEES.

Den Mitarbeitern der audiologischen Diagnostikabteilung der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde/Chirurgie des Universitätsklinikums Bonn danke ich für die Durchführung der Stimmfeldmessungen.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Mitbewohnerin und Freundin Frau Dr. rer. nat. Katja Niemann, für Zuspruch, Ermutigung während der gesamten Anfertigungsphase und ihre tatkräftige Unterstützung insbesondere bei technischen Problemen.

Meinem langjährigem Pfadfinderkollegen Matthias Müller danke ich von Herzen für die hervorragende Bildbearbeitung der Stimmfeldgraphiken und FEES-Aufnahme.

Abschließend möchte ich mich aufrichtig bei meiner Familie bedanken: allen voran meinen Eltern dafür, dass sie mir mein Medizinstudium ermöglicht haben und mich sowohl während meines gesamten Studiums als auch bei Anfertigung dieser Dissertation kontinuierlich unterstützt und ermutigt und aufgemuntert haben. Meinen Geschwistern Katharina und Hendrik danke ich für gute Ratschläge hinsichtlich der Themenwahl sowie technischen Support.