

Aus der Hals-, Nasen-, Ohren-Klinik und Poliklinik - Plastische Operationen
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die Visiertracheotomie – eine retrospektive Analyse der postoperativen
Komplikationen im Vergleich zur Tracheotomie mit einem kaudal gestielten
Knorpellappen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Dr. med. univ. Lukas Sebastian Fiedler
aus Leoben/Österreich

Trier, 2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Trier, den 01.05.2020

Dr. med. univ. Lukas Fiedler eh

Zusammenfassung

Einleitung: Zur Anlage einer chirurgischen Tracheotomie sind unterschiedliche Techniken bekannt. Die Björktracheotomie ist eine Anwendung der Tracheotomie und sieht das Einschneiden eines *kaudal* gestielten Trachealfensters vor. Dieses wird im Anschluss zur Bildung einer mukokutanen Brücke mit der Halshaut vernäht. (1) Das Verfahren ist durch unzählige Studien und klinischer Erfahrung seit mehr als fünfzig Jahren in seiner Sicherheit belegt. (2-8) Zuletzt stellten Probst et al. eine „neue Technik“ als interkartilaginäre Trachealknorpelerhaltende Visiertracheotomie vor und untersuchten die Technik im postoperativen Verlauf an 48 Patienten im Jahr 2004. Bei dieser Technik wird nicht wie bei der Björktracheotomie ein tracheales Fenster angelegt und zur Bildung einer mukokutanen Brücke mit der Halshaut vernäht, sondern die Trachea nach Anlage eines interkartilaginären Schnitts visierartig aufgeklappt und *kranial* und *kaudal* mit der Halshaut vernäht. Vorteile dieser Technik sahen die Autoren in der Gewebeschonung, dem Erhalt der Trachealspangen und der einfachen Wiederverschließbarkeit, die bei der Björktracheotomie oft durch die Degeneration der Trachealspangen nur erschwert möglich ist. (9)

Ziel unserer Arbeit war es, die bereits etablierte Anwendung der Björktracheotomie mit der Visiertracheotomie zu vergleichen und anhand der aufgetretenen postoperativen Komplikationen retrospektiv die Sicherheit der Visiertracheotomie statistisch zu überprüfen.

Material und Methoden: Im Setting einer unizentrisch retrospektiven Kohortenstudie untersuchten wir postoperativ aufgetretene Komplikationen, wie unter anderem Wundinfektion, Blutung, Granulation, Dehiszenz und Trachealstenose durch Vergleich von 139 Björktracheotomien und 109 Visiertracheotomien 2012 bis 2015 durchgeführt wurden.

Ergebnisse: Zwischen den beiden Verfahren konnte kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der postoperativ aufgetretenen Komplikationen belegt werden. Im Beobachtungszeitraum traten keine schwerwiegenden Komplikationen oder Tracheotomie assoziierte Tode auf. Die Visiertracheotomie konnten wir als sicheres Verfahren im Vergleich zur bereits etablierten Björktracheotomie belegen.

Abstract

Introduction: For decades the tracheostomy using a Bjoerk-flap has been the standard procedure to create a reliable epithelialized tracheostomy in head and neck tumor surgery. Creating the Bjoerk-flap requires splitting 1-2 tracheal rings causing potential tracheal instability and tissue trauma. As a surgical alternative the visor tracheostomy allows to create an epithelialized tracheostomy without splitting tracheal rings. The aim of this work was to prove the safety of the visor tracheotomy method due to peri- and early postoperative complications.

Material and Methods: Data from surgical protocols and patient charts were evaluated retrospectively. Complications such as infection, bleeding, granulation, tube dislocation and tracheostoma stenosis of 139 tracheostomies with Bjoerk flap method and 109 visor tracheostomies were compared.

Results: The results of our clinical data showed no significant differences due to risk and complications between the two compared techniques. The data proved the safety of this "new method", especially in early postoperative complication rate.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	IV
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VI
Glossar und Abkürzungen	VIII
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	- 1 -
2 Literaturdiskussion	- 3 -
2.1 Begriffserklärung und geschichtliche Aspekte	- 3 -
2.1.1 Die Tracheotomie – Definition	- 3 -
2.1.1 Die Geschichte der Tracheotomie	- 4 -
2.2 Relevante Anatomie für die Tracheotomie	- 11 -
2.2.1 Äußere Landmarken des Halses und anatomische Limitationen	- 11 -
2.2.2 Muskulatur und <i>Faszien</i> des Halses.....	- 12 -
2.2.3 Lage des Larynx.....	- 14 -
2.2.4 Funktion des Larynx.....	- 14 -
2.2.5 Aufbau des Larynx	- 15 -
2.2.6 Schilddrüse, N. laryngeus recurrens und laryngeale Gefäße	- 18 -
2.2.7 Lage der Trachea	- 19 -
2.2.8 Aufbau der Trachea	- 19 -
2.2.9 Gefäßvariationen mit Bedeutung für die Tracheotomie	- 21 -
2.3 Techniken der Tracheotomie	- 22 -
2.3.1 Die perkutane <i>Dilatations</i> Tracheotomie (<i>PDT</i>).....	- 22 -
2.3.2 Die chirurgische Tracheotomie (<i>ST</i>).....	- 23 -
2.4 Die Sicherheit der chirurgischen Tracheotomie	- 31 -
2.5 Indikationen und Kontraindikationen der Tracheotomie	- 35 -
3 Zielsetzung der Arbeit	- 38 -
3.1 Primäre Zielparameter	- 38 -

3.2	Sekundäre Zielparameter.....	- 39 -
3.3	Nebenfragestellungen	- 39 -
4	<i>Material und Methoden</i>	- 40 -
4.1	Studiendesign.....	- 40 -
4.1.1	Studienmodell.....	- 40 -
4.1.2	Ausgeschlossene Patienten	- 40 -
4.1.3	Gruppengröße	- 41 -
4.2	Datenerarbeitung	- 42 -
5	<i>Ergebnisse - Resultate</i>	- 44 -
5.1	Beschreibung des Studienkollektivs	- 44 -
5.1.1	Komplikationen der Tracheotomieformen	- 48 -
5.1.2	Postoperativer Verlauf und Tracheostomaverschluss.....	- 50 -
5.1.3	Nebenfragestellung perioperative Antibiotikagabe	- 52 -
5.1.4	Nebenfragestellung Höhe der Tracheotomie	- 53 -
5.2	Explorative Analyse der Fragestellungen	- 54 -
5.2.1	Primäre Zielparameter.....	- 54 -
5.2.2	Sekundäre Zielparameter	- 55 -
6	<i>Diskussion</i>	- 56 -
6.1	Ergebnisdiskussion	- 56 -
6.2	Diskussion der Hypothesen	- 61 -
6.2.1	Die klinische Sicherheit der Visiertracheotomie.....	- 61 -
6.2.2	Der Wiederverschluss der Visiertracheotomie.....	- 62 -
6.3	Resümee	- 63 -
6.3.1	Die Sicherheit der Björktracheotomie <i>BTS</i>	- 63 -
6.3.2	Erfahrungen mit der Visiertracheotomie.....	- 63 -
6.4	Ausblick	- 64 -
7	<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>i</i>
	<i>Appendix 1 ELS Kongress Genua Juni 2016 - Postervorstellung</i>	<i>vi</i>
	<i>Appendix 2 Lebenslauf</i>	<i>vii</i>

Glossar und Abkürzungen

<i>bedside</i>	am Patientenbett
<i>BTS</i>	Björktracheotomie
<i>Cartilago</i>	Knorpel
<i>Cricothyreoidotomie</i>	Kehlkopfschnitt durch das das Ligamentum conicum
<i>Cuff</i>	Manschette z.B. am Tubus –Luft oder Flüssigkeitsentfaltbar
<i>Dekanülierung</i>	Kanülenentfernung, z.B. die - endgültige - Entfernung einer Trachealkanüle
<i>Diaphanoskopie</i>	Durchleuchtung von Körperteilen durch eine aufgesetzte Lichtquelle
<i>Dilatation</i>	Aufdehnung, Erweiterung oder Aufweitung
<i>Diphtherie</i>	hochinfektiöse bakterielle obere Atemwegsentzündung
<i>dorsal</i>	zum Rücken hin
<i>epithelialisiert</i>	Mit Epithel/Haut bewachsen
<i>Faszie</i>	bindegewebiges umhüllendes Spannungsgewebe
<i>follow up</i>	Im Verlauf gesehen
<i>Fossa</i>	Grube
<i>HNO</i>	Hals- Nasen- Ohrenheilkunde
<i>iatrogen</i>	durch eine medizinische Anwendung hervorgerufen
<i>ICD-10</i>	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme
<i>kaudal</i>	nach unten, unterhalb
<i>kranial</i>	Kopfwärts
<i>lateral</i>	seitlich, außen
<i>lig.</i>	Ligamentum, das Band
<i>m.</i>	Musculus, der Muskel
<i>M. Bechterew</i>	Spondylodiszitis, Erkrankung des rheumatologischen Formenkreises mit Versteifung der Wirbelsäule
<i>min.</i>	Minor
<i>MKG</i>	Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie
<i>mm.</i>	Musculi, die Muskeln
<i>N.</i>	Nervus, der Nerv
<i>NaCl</i>	Natriumchlorid-Lösung 0,9%
<i>NST</i>	nicht-chirurgische Tracheotomie zB <i>Dilatationstracheotomie</i>
<i>OPS</i>	Operations und Prozedurenschlüssel
<i>OSAS</i>	Obstruktives Schlafapnoe Syndrom
<i>PDT</i>	perkutane <i>Dilatationstracheotomie</i>

<i>Poliomyelitis</i>	Kinderlähmung
<i>posterior</i>	hinten gelegen
<i>RSTL</i>	Relaxed skin tension line als ästhetische Hautlinie
<i>ST</i>	chirurgische Tracheotomie
<i>superfiziell</i>	oberflächlich
<i>ultima ratio</i>	das letzte mögliche Mittel
<i>V.</i>	Vena, die Vene
<i>ventral</i>	Bauchdeckenwärts
<i>via falsa</i>	Falsche Route - zB. eine Fehltunnelierung des Tracheostomas paratracheal
<i>VT</i>	Visiertracheotomie

Tabelle 1 Glossar und Abkürzungen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Viking Olov Björk, schwedischer Herzchirurg und Thoraxchirurg (33).....	- 8 -
Abbildung 2 anatomische Darstellung der Faszien des Halses nach linksseitiger Entfernung des M. sternocleidomastoideus (37)	- 12 -
Abbildung 3 anatomische Darstellung der infrahyoidalen Strukturen nach Auftrennung der Linea alba und darunterliegender Larynx und Gl.thyroidea (37)	- 13 -
Abbildung 4 Aufbau des Larynx mit Hyoid, Thyroid und Krikoid und den ligamentären Strukturen (37)	- 15 -
Abbildung 5 anatomische Darstellung des laryngealen Innenraums, Ansicht von dorsal (oben), Mediansagittalschnitt (unten) (37)	- 16 -
Abbildung 6 topographische Anatomie des Larynx mit Blick auf die oberflächliche Schicht der Larynxmuskulatur, N. laryngeus superior und N. laryngeus recurrens und die Gl. thyroidea (37)	- 17 -
Abbildung 7 Die Trachea ist in Form einer Strickleiter vaskularisiert - hier schematisch angedeutet (43)..	- 20 -
Abbildung 8 Björktracheotomie mit Bildung eines nach kaudal gestielten Tracheallappens am Tiermodell-	25 -
-	
Abbildung 9 intraoperativer Situs mit interkartilaginärer Anlage der Visierförmigen Inzision der Trachea-	27 -
Abbildung 10 Visiertracheotomie mit Inzision zwischen 2. und 3. Trachealspange am Tiermodell	- 28 -
Abbildung 11 intraoperativer Situs, Endergebnis der mukokutanen Naht nach Anlage einer Visiertracheotomie mit lateralen Hautnähten, Kress©	- 29 -
Abbildung 12 graphische Darstellung der Verteilung der tracheotomierten Patienten bezogen auf Technik und Geschlecht	- 45 -
Abbildung 13 graphische Darstellung der Altersverteilung der im Zeitraum 2012-2015 tracheotomierten Patienten	- 46 -
Abbildung 14 Boxplot der tracheotomierten Patienten bezogen auf Geschlecht und Alter	- 46 -
Abbildung 15 graphische Darstellung der durchgeführten Tracheotomieart in den Jahren 2012-2015	- 47 -
Abbildung 16 graphisch quantitative Auswertung der Komplikationsart und Häufigkeit bezogen auf die Tracheotomietechnik VT und BTS	- 49 -
Abbildung 17 Poster ELS Kongress Genua 2016	vi

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 Glossar und Abkürzungen</i>	<i>IX</i>
<i>Tabelle 2 Einteilung in sofortige, frühe und Spätkomplikationen der Tracheotomie nach Cheung 2014 (68)</i>	
<i>- 33 -</i>	
<i>Tabelle 3 Tracheotomie assoziierten Komplikationen, Einteilung in Prozedurassoziiert, Pflegeassoziiert und Nach-Dekanülierung nach Cipriano 2015 (67).....</i>	<i>- 34 -</i>
<i>Tabelle 4 Einschluss- und Ausschlussfallzahl der tracheotomierten Patienten im Zeitraum 2012-2015 in der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie des Mutterhauses der Borromäerinnen Trier Mitte.....</i>	<i>- 41 -</i>
<i>Tabelle 5 Beschreibung des Patientenkollektivs, der Geschlechterverteilung, durchgeführte Technik und Alter</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Tabelle 6 tabellarische Darstellung über Komplikation und Komplikationsart im Vergleich zwischen Visiertracheotomie und Björktracheotomie</i>	<i>- 48 -</i>
<i>Tabelle 7 tabellarische Darstellung der Häufigkeit eines Tracheostomaverschlusses über beide Techniken differenziert innerhalb des stationären Aufenthaltes.....</i>	<i>- 50 -</i>
<i>Tabelle 8 Aufschlüsselung der Wirkstoffe und perioperativer Antibiose bei den tracheotomierten Patienten</i>	<i>- 52 -</i>
<i>Tabelle 9 tabellarische Darstellung über Eröffnungshöhe der Trachea bei den durchgeführten Tracheotomien (VT und BTS)</i>	<i>- 53 -</i>

1 Einleitung

Die Tracheotomie, bezeichnet eine künstliche Eröffnung der Trachea und gegebenenfalls das Vernähen mit der Halshaut zum Einbringen einer Trachealkanüle in das resultierende Tracheostoma. Streng genommen bezeichnet die Tracheotomie die alleinige Eröffnung der Trachea und die *Tracheostomie* das Vernähen dieser mit der Halshaut, die Begriffe werden jedoch in der Literatur inkonsequent verwendet. (10)

Die chirurgische Tracheotomie wurde vermutlich bereits vor mehr als 4000 Jahren durchgeführt und vor mehr als 2000 Jahren von Asklepiades beschrieben. Das Verfahren schützte im Laufe der Geschichte, wie zum Beispiel bei der *Diphtherieepidemie* im 18. und 19. Jahrhundert, oder auch bei der *Poliomyelitisepidemie* in Dänemark 1952, erkrankte Menschen vor dem sicheren Erstickungstod. Während dieses anfänglich rein chirurgische Verfahren früher als Notfalleingriff bei traumatischer oder entzündlicher oberer Atemwegsverlegung durchgeführt wurde, gilt es nach einem Aufschwung in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts, heute als sicheres Verfahren. Die Tracheotomie findet Anwendung als elektiver Eingriff in unterschiedlichen Indikationsbereichen der Tumorchirurgie, der Intensivmedizin, sowie diverser Notfallindikationen. (9, 11, 12)

Chevalier Jackson, Vater der amerikanischen Bronchoösophagoskopie (13), stellte die Technik der klassisch konventionellen *Tracheostomie* vor. Jackson standardisierte die verwendeten Instrumente, sowie die Indikationen für die Tracheotomie. Er entwickelte anatomisch korrekte Trachealtuben, empfahl die „hohe Tracheotomie“ (2.-3. Trachealring) und verurteilte die *Cricothyreoidotomie* wegen ihrer hohen Komplikationsrate. (10, 14, 15) Jackson empfahl eine Fensterung der Trachea unter Mitnahme von Knorpel und Adaptation der kreisrunden Öffnung mit der Haut zur Herstellung einer permanenten Tracheotomie. (15, 16)

Björk modifizierte dieses Vorgehen als Björktracheotomie (*BTS*) und empfahl die Fensterung unter Erhaltung eines *kaudalen* Stiels der Trachea zur sekundären Herstellung einer mukokutanen Brücke und somit eines *epithelialisierten* Stomas. Diese Brücke dient als „Rutschbahn“, welche eine Kanülendislokation verhindern soll. (10) Hiermit konnte unter anderem auch die Reduktion einer *via falsa* beim Einsatz der Kanüle erreicht werden, was die Sicherheit der Anwendung erhöhte. Die Björktracheotomie gilt als sicheres Verfahren, welches in den letzten 50 Jahren mit

seinen Vor- und Nachteilen gut beobachtet werden konnte. Die Technik wurde später von Shaw und Duker weiterentwickelt, welche hierbei kürzere und breitere Tracheallappen verwendeten. (9, 10, 12, 14, 16) Die *BTS* hat den Nachteil, dass durch das Einschneiden eines trachealen Fensters die Bogenspannung der Trachealspangen verloren geht und es somit zu einer Instabilität der Trachea kommen kann. Aufgrund des Vaskularisationsmusters der Trachea kann die Perfusion der durchschnittenen Trachealspangen unterbrochen werden, was zu einer Nekrose dieser Spangen führen kann. (9, 10)

In den letzten Jahrzehnten stehen aufgrund der Entwicklung und Weiterentwicklung der Intensivmedizin, auch nicht- chirurgische Anwendungen zur Durchführung einer Tracheotomie zur Verfügung. Bei der Punktionstracheotomie nach Ciaglia (17) beispielsweise, erfolgt das sukzessive Aufdehnen der Trachea über eine perkutane Öffnung mittels verschiedener Dilatatoren. Bei der Anwendung nach Griggs (18) erfolgt die Weitung des perkutanen Kanals mittels Spreizpinzette. Fantoni (19) dagegen beschrieb den retrograden Durchzug mit seiner translaryngealen Trachealkanüle. Das Verfahren nach Frova findet in der Intensivmedizin häufig Verwendung, hier erweitert man den Kanal zur Trachea mittels einer *Dilatationsschraube*. (12)

Als „neues Verfahren“ der plastischen Tracheotomie wird die interkartilaginäre knorpelerhaltende Visiertracheotomie *VT* gesehen. Bei dieser Form der Tracheotomie wird entgegen der U-förmigen Inzision eines Knorpelfensters der Vorderwand der Trachea zur mukokutanen Anastomosierung bei der *BTS*, eine schlitzförmige Inzision zwischen zwei Knorpelspangen durchgeführt. Die Trachea wird im Anschluss visierförmig aufgeklappt und *kranial* und *kaudal* mit der Halshaut vernäht. Dieses Verfahren eignet sich vor allem für schlanke Patienten, neben der einfacheren und vor allem atraumatischeren Anwendung bestehen auch Vorteile darin, im Verlauf einen Verschluss des Tracheostomas durchzuführen. Dieser Verschluss ist aufgrund der häufig nekrotisch gewordenen Knorpelspangen bei der *BTS* oft nur erschwert möglich. (9, 20)

Vor der Übernahme einer neuen Technik in die klinische Routine muss ihre Sicherheit im Vergleich zu etablierten Techniken überprüft werden. Ziel dieser Arbeit ist es zu überprüfen, ob die *VTS* sicher ist und in den klinischen Alltag übernommen werden kann.

2 Literaturdiskussion

2.1 Begriffserklärung und geschichtliche Aspekte

2.1.1 Die Tracheotomie – Definition

Die Tracheotomie, Synonym zu Luftröhrenschnitt, ist eine künstliche Eröffnung der Trachea und gegebenenfalls Vernähen mit der Halshaut zum Einbringen einer Trachealkanüle in das resultierende Tracheostoma. Streng genommen bezeichnet die Tracheotomie die alleinige Eröffnung der Trachea und die *Tracheostomie* das Vernähen dieser mit der Halshaut. (10) Man unterscheidet zwischen mehreren Formen. Bei der Anlage eines *epithelialisierten* Tracheostomas erfolgt die operative Eröffnung der Trachea durch die Halshaut mit Bildung von ein oder zwei Lappchen der Trachealvorderwand, die mit dem *kranialen* und *kaudalen* Rand des Zugangsschnittes vernäht werden. Ebenfalls kann ein nicht *epithelialisiertes* Tracheostoma angelegt werden. Hierzu werden alle Halsschichten mit einem direkten Schnitt durchtrennt und die Trachea eröffnet. Nachteil hierbei ist, dass sich Verschiebeschichten bilden und ein Trachealkanülenwechsel kann zum Nichtauffinden der trachealen Öffnung führen. In beiden Fällen erfolgt der operative Zugang als Tracheotomia media durch den Isthmus der Schilddrüse und die zweite bis vierte Trachealspange. Als Sonderform der Tracheotomie gilt die Punktions- oder *Dilatationstracheotomie* über eine Punktion der Haut und der Trachea als nicht operativ angelegtes und nicht *epithelialisiertes* Tracheostoma. (21-23)

2.1.1 Die Geschichte der Tracheotomie

McClelland (24, 25), der sich in seiner Veröffentlichung *Tracheostomy: Its Management and Alternatives* ein Modell zur geschichtlichen Einteilung der Tracheotomie überlegt hat, soll mit seiner Vorgabe die Lesbarkeit dieses Kapitels erleichtern. Er teilte die Geschichte der Tracheotomie in fünf Phasen folgendermaßen ein:

Die *Phase der Legende* wird mit 2000 vor Christus bis 1546 nach Christus angegeben und enthält unter anderem Beschreibungen aus dem Papyrus Ebers, einem Manuskript dessen Entstehung auf ungefähr 1500 vor Christus geschätzt wird. Das Papyrus Ebers (16), vom gleichnamigen Historiker 1872 in Luxor erstanden, beschreibt in folgenden Textzeilen den Mut zur Durchführung einer Halsoperation, wenngleich nicht explizit von einer Tracheotomie gesprochen wird: „*Wenn du ein Fettgewächs in deiner Kehle triffst und findest es, wie einen Abszess des Fleisches der unter deinen Fingern erreicht ist, ... so sagst du dazu: Er hat ein Fettgewächs in seiner Kehle. Ich werde die Krankheit mit dem Messer behandeln, in dem ich mich vor den Gefäßen in Acht nehme.*“ (10)

Homer, dessen Lebenszeitpunkt auf 800-700 vor Christus geschätzt wird, jedoch nicht genau festgelegt werden kann (26), wird ebenfalls der Phase der Legende zugeordnet und beschrieb die Eröffnung der Trachea zur Erleichterung eines Erstickenden. (10, 25)

Auch Alexander der Große, 356-323 vor Christus soll einen erstickenden Soldaten, der sich an einem Knochenstück verschluckt hatte, durch eine Tracheotomie mit seiner Schwertspitze das Leben gerettet haben. (25)

Die *Phase der der Angst*, 1546 bis 1833, in der die Durchführenden für den Erfolg der Methode ihre Reputation riskierten (25), beginnt mit Antonio Musa Brassavola, 1490-1554, der in Italien die erste erfolgreich durchgeführte Tracheotomie dokumentierte. Diese hatte er bei einem am Peritonsillarabszess erkrankten Patienten durchführt. Der Tracheotomierte machte offenbar eine vollständige Genesung durch und Brassavola veröffentlichte den Fall 1546. Nach Brassavolas Erfolg stieg die Anzahl genauerer Dokumentationen der Tracheotomie zum Beispiel durch Andreas Vesalius, Iulius Casserius oder Thomas Fienus. Andreas Vesalius dokumentierte die Technik der Tracheotomie im Tierversuch an einem Schwein und stellte in seiner Niederschrift *humani corporis fabrica* vieles des verbreiteten Anatomiewissens von Galen in Frage. Casserius war als Professor in Padua tätig und veröffentlichte die älteste Abbildung zur Tracheotomie und die dazu verwendeten chirurgischen Instrumente. Folgend kam Thomas Fienus, 1567-1631, der wohl als Erster das Einbringen einer Trachealkanüle in Form eines Röhrchens empfahl. (16, 27) Der Begriff Tracheotomie wurde erst im 18. Jahrhundert durch Lorenz Heister eingeführt. Vorangehend bestand eine Uneinigkeit über die Bezeichnung des Verfahrens als Bronchotomie oder Laryngotomie. Als deutscher Chirurg, Botaniker und Anatom wird Heister vor allem wegen seines Buchwerks *Chirurgie* als Begründer der wissenschaftlichen Chirurgie in Deutschland angesehen. (10, 28, 29)

George Washington, der erste Präsident der vereinigten Staaten, der 1799 an einer akuten Atemwegsobstruktion, vermutlich an einer Epiglottitis oder einem Epiglottisabszess verstarb, hätte von der Durchführung einer Tracheotomie profitiert. Drei beteiligte Ärzte entschieden sich im vorliegenden Fall gegen die vermutlich lebensrettende Maßnahme am Wohnsitz des ersten amerikanischen Präsidenten in Mount Vernon. (10, 30)

Die *Phase der Dramatisierung* wurde von McClelland zwischen 1832 und 1932 festgelegt. Hier wurde die Tracheotomie vorwiegend an akut obstruktiven Patienten durchgeführt und stellte sie als Maßnahme auf Leben und Tod dar. (10, 25)

Während der *Diphtherie* am Beginn des 19. Jahrhunderts kam es mehr und mehr zum Einsatz der Tracheotomie. Der verstärkte Einsatz der Tracheotomie bei der *Diphtherie* begann in Frankreich, viele der „Behandelten“ verstarben jedoch an großen Blutverlusten bei mangelhaften Anatomie- und Durchführungkenntnissen. Armand Trousseau, 1801-1867, berichtete 1833 über 200 durchgeführte Tracheotomien mit 50 Heilungen bei der *Diphtherie*. Es waren Trousseau und dessen Lehrer Paul Bretonneau, die sich mit der Durchführung der Tracheotomie bei *Diphtherie* profilierten und das Verfahren in Frankreich zum Standard der Behandlung bei diesem Krankheitsbild etablierten. Beide konnten dem Ansehen des Verfahrens Aufschwung verschaffen. (10, 31)

Wilhelm Baum, 1799-1883, legte besonderes Augenmerk auf die Durchführung der Tracheotomie und der Nachsorge der Tracheostomata und führte die Tracheotomie als Therapieoption bei der Diphtherie im deutschsprachigen Raum ein. (16) Durch Einführung der orotrachealen Intubation und Weiterentwicklung der Technik, unter anderem durch die Beschreibung von Sir William Macewen 1880, besaß die Medizin nun eine weitere Technik zur Behandlung oberer Atemwegsobstruktionen. (10)

Der 1909 im Laryngoscope erschienene Artikel *Tracheotomy* von Chevalier Jackson, Vater der amerikanischen Bronchoösophagoskopie (13), stellte die klassisch konventionelle Tracheotomietechnik vor. Jackson standardisierte die verwendeten Instrumente, sowie die Indikationen für die Tracheotomie. Er entwickelte anatomisch korrekte Trachealtuben, empfahl die „hohe Tracheotomie“ (2.-3. Trachealring) und verurteilte die Cricothyroidotomie wegen ihrer hohen Komplikationsrate. (10) Ebenfalls stellte er die Überlegenheit der Methode im Vergleich zur orotrachealen Intubation in einigen Indikationsfällen fest und verurteilte die Durchführung der Tracheotomie in Narkose, weil damit der Hustenreflex als „Wachhund der Lunge“ ausgeschaltet würde. (14, 15) Er trat für die mediane Eröffnung des Halses bis auf die Trachea, eine Blutstillung vor Eröffnung der Trachea und eine adäquate Nachsorge tracheotomierter Patienten ein. Wichtig waren ihm neben den genannten Punkten die Asepsis, die Operationslagerung in Reklinationshaltung des Kopfes in „Trendelenburg-Roser Position“(15) und der Einsatz der richtigen Trachealkanüle. (16) Die Operation führte Jackson folgendermaßen durch: Zuerst erfolgen die Lokalanästhesie des Operationsgebietes und ein medianer Hautschnitt vom Schildknorpel bis oberhalb des Sternums. Im Anschluss wird eine Vertiefung des Schnittes bis auf die Trachea durchgeführt und der Isthmus der Schilddrüse entweder verschoben oder durchschnitten. Vor dem Einschnitt der Trachea durch den dritten, vierten oder fünften Trachealring ist die Blutstillung wichtig. Jackson empfahl eine Fensterung der Trachea unter Mitnahme von Knorpel und Adaptation der kreisrunden Öffnung mit der Haut zur Herstellung einer permanenten Tracheotomie. (15, 16)

Die *Phase des Enthusiasmus*, mit dem Leitspruch eines unbekanntes Autors „*if you think tracheostomy...do it*“, (25) wurde von McClelland zwischen 1932 und 1965 festgelegt und beginnt 1932 mit dem Vorschlag von J.L. Wilson die Tracheotomie bei drohender pulmonaler Infektion bei *Poliomyelitis* einzusetzen. Indikationserweiterungen und eine breitere Anwendung wie zum Beispiel bei Tetanus, Kopf- und Brustverletzungen, Medikamentenüberdosierungen, sowie bei neurologischen Erkrankungen zur Prävention von Pneumonien und besseren Lavage sind bezeichnend für diese „*enthusiastische Phase*“. (32) Der schwedische Herzchirurg Viking Olov Björk siehe *Abbildung 1*, stellte 1960 eine modifizierte Technik der Tracheotomie vor. Hierbei empfahl er die Anlage eines *kaudal* gestielten trachealen Fensters unter Erhaltung dieses *kaudalen* Stiels zur Herstellung einer mukokutanen Brücke und somit eines *epithelialisierten* dauerhaft angelegten Stomas. (9, 12, 14, 16)

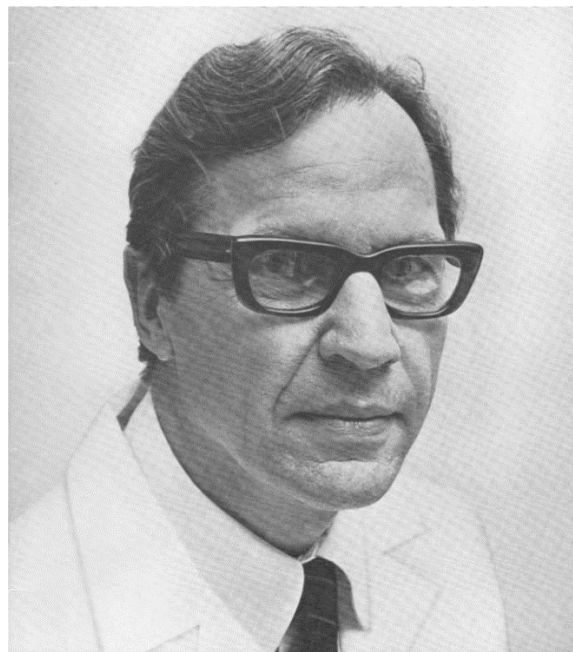


Abbildung 1 Viking Olov Björk, schwedischer Herzchirurg und Thoraxchirurg (33)

Die *Phase der Rationalisierung*, von 1965 bis in die Gegenwart ist durch die Weiterentwicklung der antibiotischen Therapie und Entwicklung von Impfstoffen gekennzeichnet, die frühere Absolutindikationen der Tracheotomie teilweise obsolet machen. In dieser Phase tritt das Verfahren der Tracheotomie in einigen Indikationen verstärkt in Konkurrenz mit der Intubation. (10) Dennoch hat die Tracheotomie ihren festen therapeutischen Platz in der Medizin und wird in einigen Indikationsbereichen nicht von der Intubation ersetzbar bleiben. (24) Beinahe unverändert gilt das Indikationsspektrum der Tracheotomie wie Schüller es vor mehr als 100 Jahren angegeben hatte. (10)

Schüller hatte Ende des 19. Jahrhunderts die Indikationen für die Tracheotomie erarbeitet, welche bis heute Gültigkeit haben (10):

- Fremdkörper in den Luftwegen
- Verletzungen des Larynx
- Plötzlicher Tod und Scheintod
- Entzündliche Prozesse des Larynx
- Entzündliche Prozesse der Bronchien
- chronisch entzündliche Prozesse des Larynx
- Kompression der Trachea von außen
- Lähmung der Larynxmuskulatur
- Neubildungen des Larynx und der Trachea
- Tracheotomie und Tamponade der Trachea als Vorbereitung für andere Operationen

Zuletzt sind o.g. Indikationen nach Röher und Horeysek 1987 um:

- Erschwerte Bronchialtoilette mit Tubusverlegung beim Intensivpatienten,
- Entwicklung einer Sinusitis maxillaris durch Blockade der Sinusdrainage und
- Verlegung der Tuba Auditiva und konsekutiver otitis media /Mastoiditis

erweitert worden. (10)

Nicht nur die Indikationsstellung wurde im Verlauf weiterentwickelt, zunehmend gewannen auch andere Durchführungstechniken der Tracheotomie an Bedeutung. Hier dürfen die Anwendungen der perkutan-dilatativen Tracheotomie nicht unerwähnt bleiben, die sich vorrangig in der Phase der Rationalisierung weiterentwickelt haben

Die erste perkutan dilatativen Tracheotomie wurde 1985 von Ciaglia veröffentlicht, vorherige Verfahren wurden 1955 von Shelden und 1969 von Toye sowie Weinstein publiziert. (10, 17) Nach Schachner und Griggs 1989 und 1990 wurden die translaryngealen Anwendungen dieser Technik von Fantoni publiziert. (10) Unter anderem diese Publikationen führten in dieser Phase bald zu einer Verbreitung kommerziell erhältlicher dilatativer Tracheotomiesets.

Die chirurgische Technik der Durchführung wird mit einem neuen Verfahren als interkartilaginär und knorpelschonend unter anderem durch Probst et al. (9) erweitert. Das Verfahren bezeichnen die Autoren 2004 erstmalig als Visiertracheotomie. Bei dieser Technik versprechen sich die Autoren die postoperativ bei anderen Techniken auftretenden subglottischen Stenosen nach Wiederverschluss zu verringern. Weiters erhoffen sie sich eine technisch einfachere Wiederverschließbarkeit im Vergleich zu anderen Tracheotomieformen, wie der *BTS*.

2.2 Relevante Anatomie für die Tracheotomie

2.2.1 Äußere Landmarken des Halses und anatomische Limitationen

Die äußeren Landmarken des Halses sind für den Operateur bei der Durchführung einer Tracheotomie von großer Wichtigkeit. Zur Lagerung der Operation empfiehlt sich eine Reklination des Kopfes in Medianebene. Der Kopf soll zur Stützung des Situs durch Einbringung einer Nackenrolle oder eines Kissens entweder zwischen die Schulterblätter oder unter dem Nacken in Haltung gebracht werden. Durch Voroperationen im Halsbereich wie zum Beispiel cervikale Verplattungen, Zwischenwirbelimplantate oder *posteriore* Stabilisierungen (34) kann die Reklination in hohem Maße eingeschränkt sein. Dies kann die Lagerung erheblich erschweren. Ebenfalls kann durch einen *M. Bechterew*, einer entzündlichen rheumatischen Erkrankung des Achsenskeletts mit hohem Risiko einer *iatrogenen* Fraktur, die Lagerung negativ beeinflusst sein (35). Prämisse bei der Lagerung soll sein, dass der Kopf nicht „frei“ schwebt. Bei uneingeschränkter Reklination sind die chirurgischen Landmarken des Halses üblicherweise gut zu überblicken.

Zu nennen ist hier als *kranialer* Punkt die Mandibulaunterkante. *Dorsokraniel* des aufsteigenden Unterkieferastes ist das *Mastoid* als Ansatz des *M. Sternocleidomastoideus* üblicherweise gut palpierbar. Der *M. Sternocleidomastoideus* gilt als *laterale* Begrenzung des Zugangs. In der Medianebene als *kraniale* und *kaudale* Grenze des Operationsgebietes können in den meisten Fällen die *Incissura thyreoidea* und die *Fossa jugularis* gut palpirt werden. (10) Zwischen der *Incissura thyreoidea* und der *Fossa jugularis* erstreckt sich das Operationsgebiet zur Tracheotomie. Bei adipösen oder voroperierten sowie vorbestrahlten Patienten kann selbst die Identifikation dieser beiden Strukturen erschwert sein. *Kaudal* der *Incissura thyreoidea* liegt das Kricoid, bei schlanken Patienten ist ebenfalls oft die *Membrana cricothyroidea* palpatorisch fassbar. (10) Der Hautschnitt sollte zwischen Jugulum und Kricoid angelegt werden.

2.2.2 Muskulatur und Faszien des Halses

Zu den oberflächlichen Halsmuskeln zählen das *Platysma* und der *M. Sternocleidomastoideus*. Das *Platysma* entspringt von der *Faszie* des *M. Pectoralis major* und *M. Deltoideus* auf Höhe der zweiten Rippe und zieht zum Mandibulaunterrand, wobei Fasern noch in die Wangengegend einstrahlen. Das *Platysma* umgibt direkt mit der Haut verwachsen die Halsweichteile mit Ausparung im Sinne eines muskelfreien Dreiecks oberhalb des Sternums. Es muss beim Zugang zur Tracheotomie scharf durchtrennt werden. (10, 36) Der *M. Sternocleidomastoideus* entspringt als zweiköpfiger Muskel sternal und clavikulär und inseriert ipsilateral am *Mastoid*. Er begrenzt das Operationsgebiet der Tracheotomie nach *lateral* und wird zusammen mit dem *Platysma* von der *superfiziellen Halsfaszie* bedeckt. In dieser Schicht verlaufen in der Medianen häufig paarig und größenvariable Halsvenen. Der *M. Sternocleidomastoideus* kommt zumeist bei Durchführung einer Tracheotomie nicht zur Darstellung. (10) Direkt subkutan liegt dann das oberflächliche Blatt der tiefen Halsfaszie, dieses bedeckt den *M. Sternocleidomastoideus*. (36)

Zur tiefen Halsfaszie zählt man in funktionell als Verschiebeschichten, drei Teile:

- das oberflächliche oder *superfizielle* Blatt,
- das mittlere *praetracheale* Blatt und
- das tiefe *praevertbrale* Blatt mit der *Vagina intercarotica*. (36)

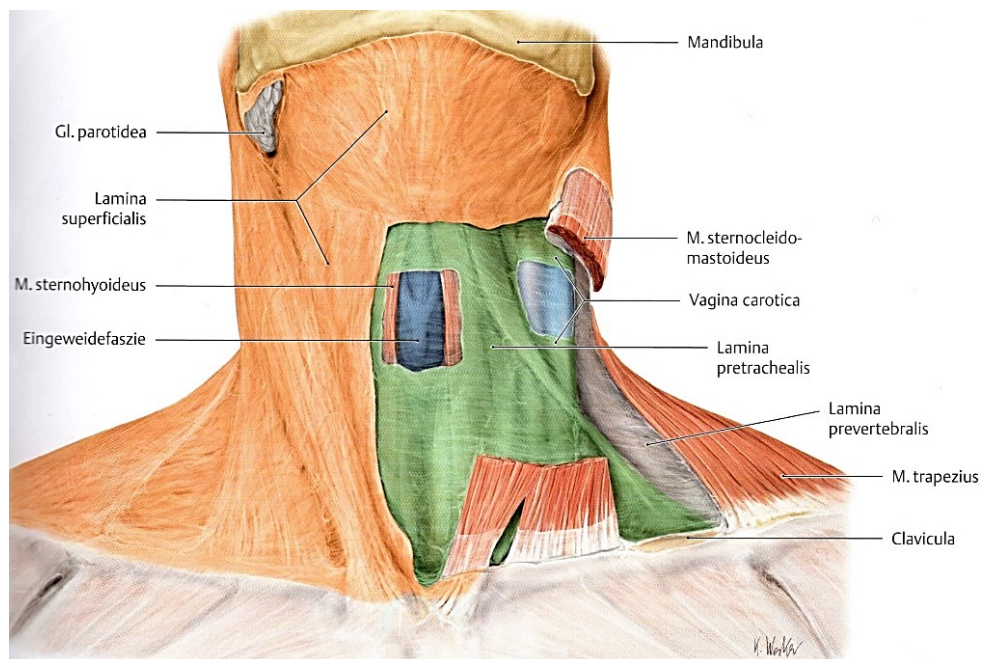


Abbildung 2 anatomische Darstellung der *Faszien* des Halses nach linksseitiger Entfernung des *M. sternocleidomastoideus* (37)

Bei der Tracheotomie immer zur Erscheinung treten als Teile der mittleren Schicht der Halsmuskulatur, der *M. Sternohyoideus* und der *M. Sternothyroideus*. Diese beiden Muskel werden von der *Ansa cervicalis profunda* innerviert und ziehen *Hyoid* und *Larynx* in Richtung *Sternum*. (10, 36) Im Zuge der Tracheotomie werden diese paarigen Muskeln in ihrer Mitte, der *Linea alba* nach Spaltung des mittleren Blattes der tiefen Halsfaszie *lateralisiert* und geben Sicht auf die Schilddrüse und die darunterliegende Trachea frei. (10, 38)

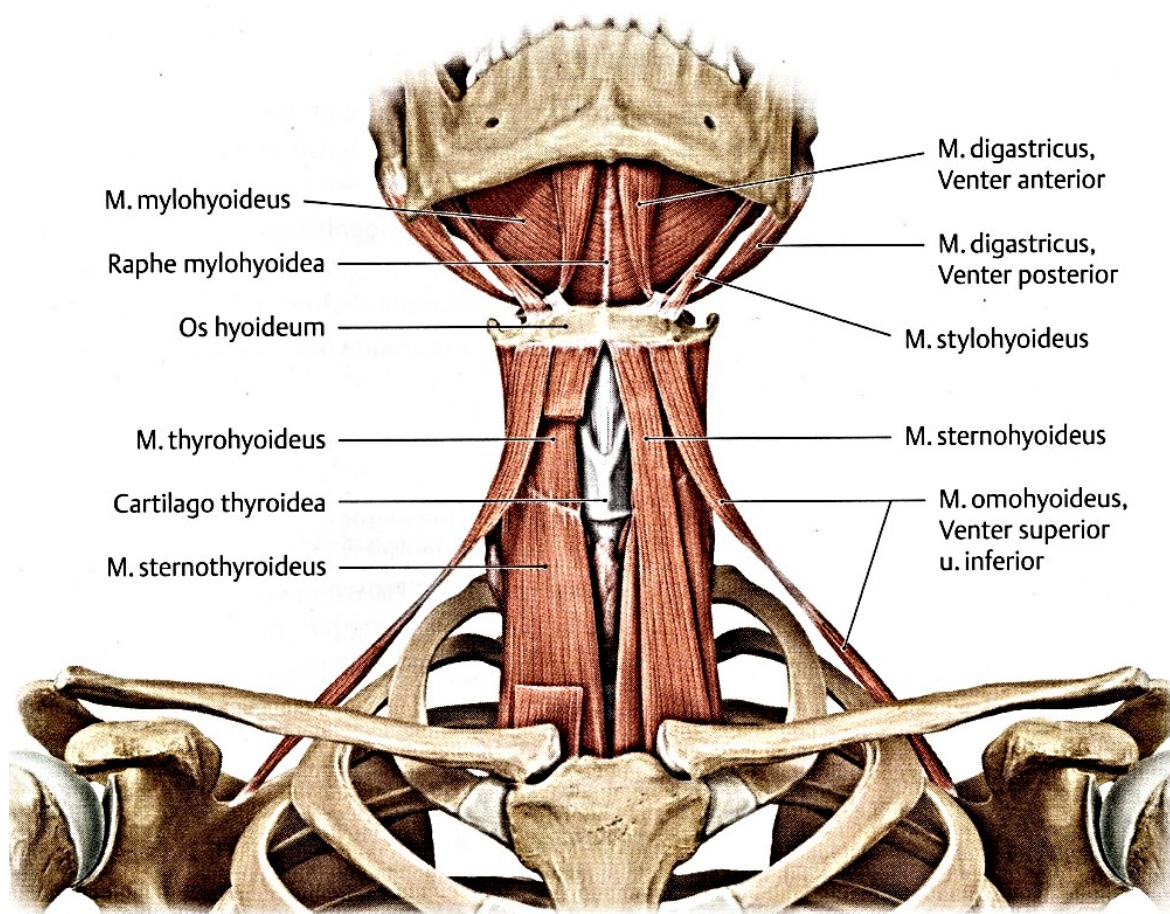


Abbildung 3 anatomische Darstellung der infrahyoidalen Strukturen nach Auftrennung der Linea alba und darunterliegender Larynx und Gl.thyroidea (37)

2.2.3 Lage des Larynx

Der Larynx (Kehlkopf) liegt unterhalb des Os hyoideum (Zungenbein) und projiziert sich beim Erwachsenen auf Höhe des 5. und 6. Halswirbel (39). In der Adoleszenz deszendiert er nach *kaudal*, beim Schluckakt hebt und senkt er sich. Damit ist beim Schlucken ein zusätzlicher Aspirationsschutz vorhanden. Als *Prominentia laryngea* wölbt sich der Schildknorpel des Larynx beim Mann als „Adamsapfel“ hervor und ist am Hals gut tastbar. (36)

2.2.4 Funktion des Larynx

Die Funktion des Larynx kann in drei Bereiche unterteilt werden, die Phonation und der Verschluss der tiefen Luftwege und die Atmung. Beim Schluckakt wird der Speisebrei durch Hebung des Larynx und pressen der *Epiglottis* (Kehldeckel) über die Kehlkopfebene, *lateral* in die *Sinus piriformes* (Schluckrinnen) und *dorsal* über die Postkrikoidregion in den *Ösophagus* transportiert. Der Luftweg führt über die *Rima glottidis* (Stimmritze) in die Trachea und wird über die Bewegung der echten Stimmlippen zur Phonation befähigt. (36, 40)

2.2.5 Aufbau des Larynx

Das Kehlkopfgerüst besteht aus dem *Cartilago thyroidea* (Schildknorpel), dem *Cartilago cricoidea* (Ringknorpel) und den *Cartilagine arytenoidea* (Stellknorpel). *Kranial* dieser Knorpelstrukturen befindet sich die Epiglottis (Kehlideckel) die sich über ihren *Petiolus* (Stiel) und das *Ligamentum thyroepiglotticum* mit dem Schildknorpel verbindet. (siehe Abbildung 4) Den Aryknorpeln sitzen die funktionslosen akzessorischen Knorpel *Cartilagine corniculata* und *cuneiformes* auf. Ab dem 20. Lebensjahr beginnen die hyalinen Kehlkopfknorpel sekundär zu verknöchern.

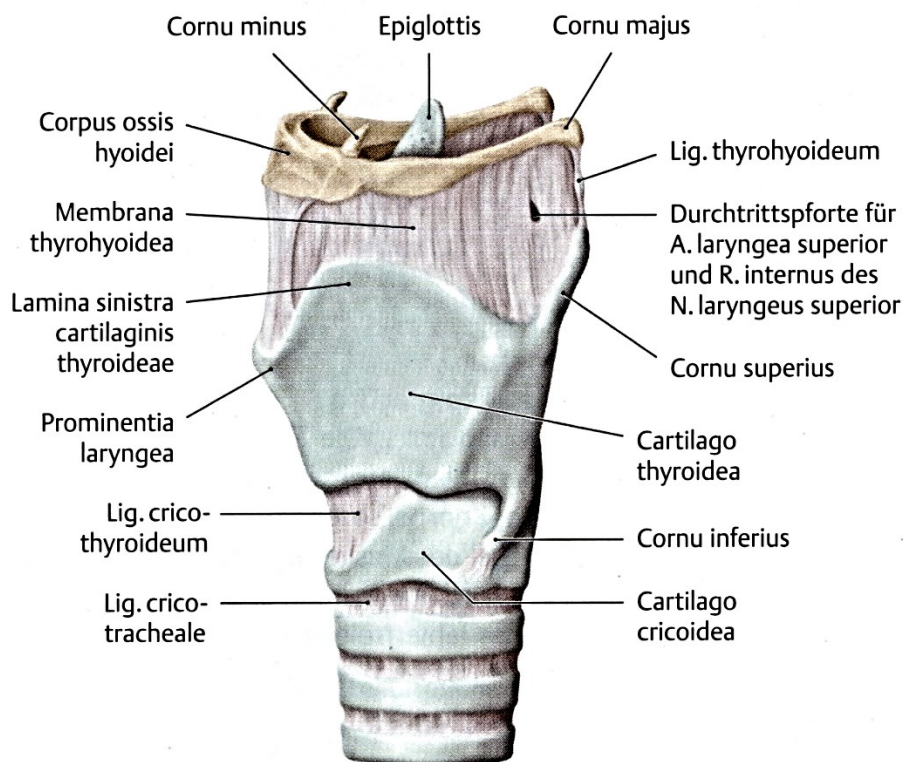


Abbildung 4 Aufbau des Larynx mit Hyoid, Thyroid und Krikoid und den ligamentären Strukturen (37)

Schild- und Ringknorpel sind über das *Cornu inferius* des Schildknorpels gelenkig miteinander verbunden. (siehe Abbildung 4) Der *M. cricothyroideus* (Antikus) ist in der Lage diese in der Horizontalebene gegeneinander zu verkippeln und so die Stimmrippenspannung zu reduzieren. Die Stellknorpel befinden sich *kranial* des Ringknorpels und sind *ventral* am Ligamentum und am *M. vocalis* aufgehängt, der Muskel inseriert an der Innenfläche des Schildknorpels und reguliert die Spannung und Schwingung der Stimmrippen. Durch dieses System, das die Stellknorpel hauptsächlich in ihrer Längsachse dreht, wird die *Rima glottidis* weiter oder enger, was physiologischerseits die Funktion der Glottis ermöglicht.

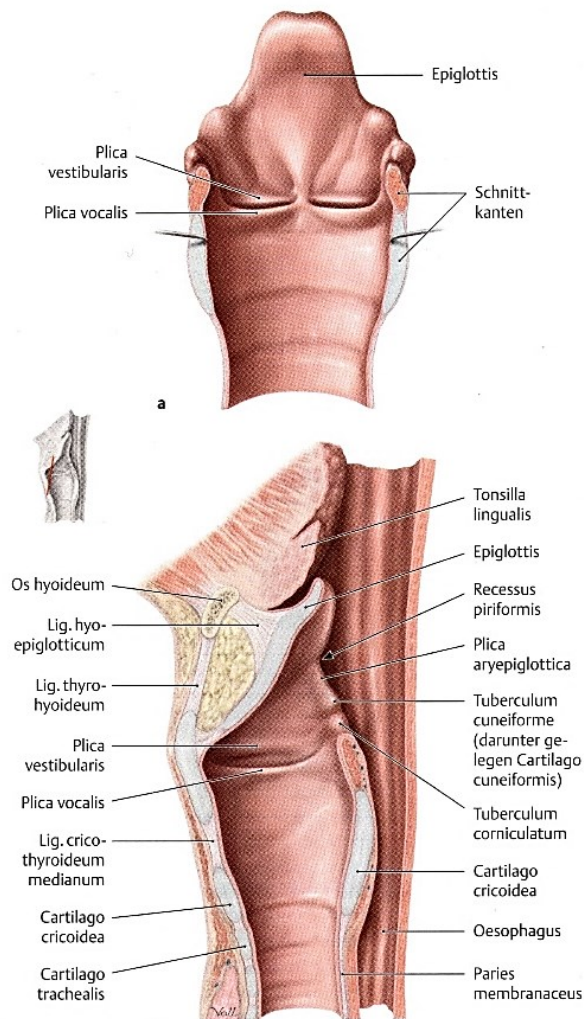


Abbildung 5 anatomische Darstellung des laryngealen Innenraums, Ansicht von *dorsal* (oben), Mediansagittalschnitt (unten) (37)

Die bindegewebige *Membrana thyrohyoidea* verbindet das *Os hyoideum* (Zungenbein) mit dem Schildknorpel. (siehe Abbildung 4) Durch sie verlaufen der *N. laryngeus superior* und die *Arteria* und *Vena laryngea superior*. Kaudal verbindet das *Ligamentum cricothyroidea* den Schildknorpel und den Ringknorpel und stellt den Ansatzpunkt zur Durchführung einer Koniotomie dar. Die knorpeligen und bindegewebigen Strukturen bilden das starre und bewegliche Kehlkopfgerüst, eine Reihe an Muskeln bewegt diese gegeneinander. Zu nennen sind hier mehrere Muskeln, der *M. posticus*, innerviert durch den *N. laryngeus recurrens*, öffnet im einem Zugverhältnis von 3:1 gegenüber den Schließern die Stimmlippen. Die *Mm. lateralis, interarytenoideus, thyroarytenoideus, anticus* und *vocalis* sind für Stimmlippenchluss und die Spannung der Stimmlippen verantwortlich, auch sie

werden mit Ausnahme des *Antikus* vom *N.laryngeus recurrens* innerviert, den Antikus versorgt der *N. laryngeus superius*. (40, 41)

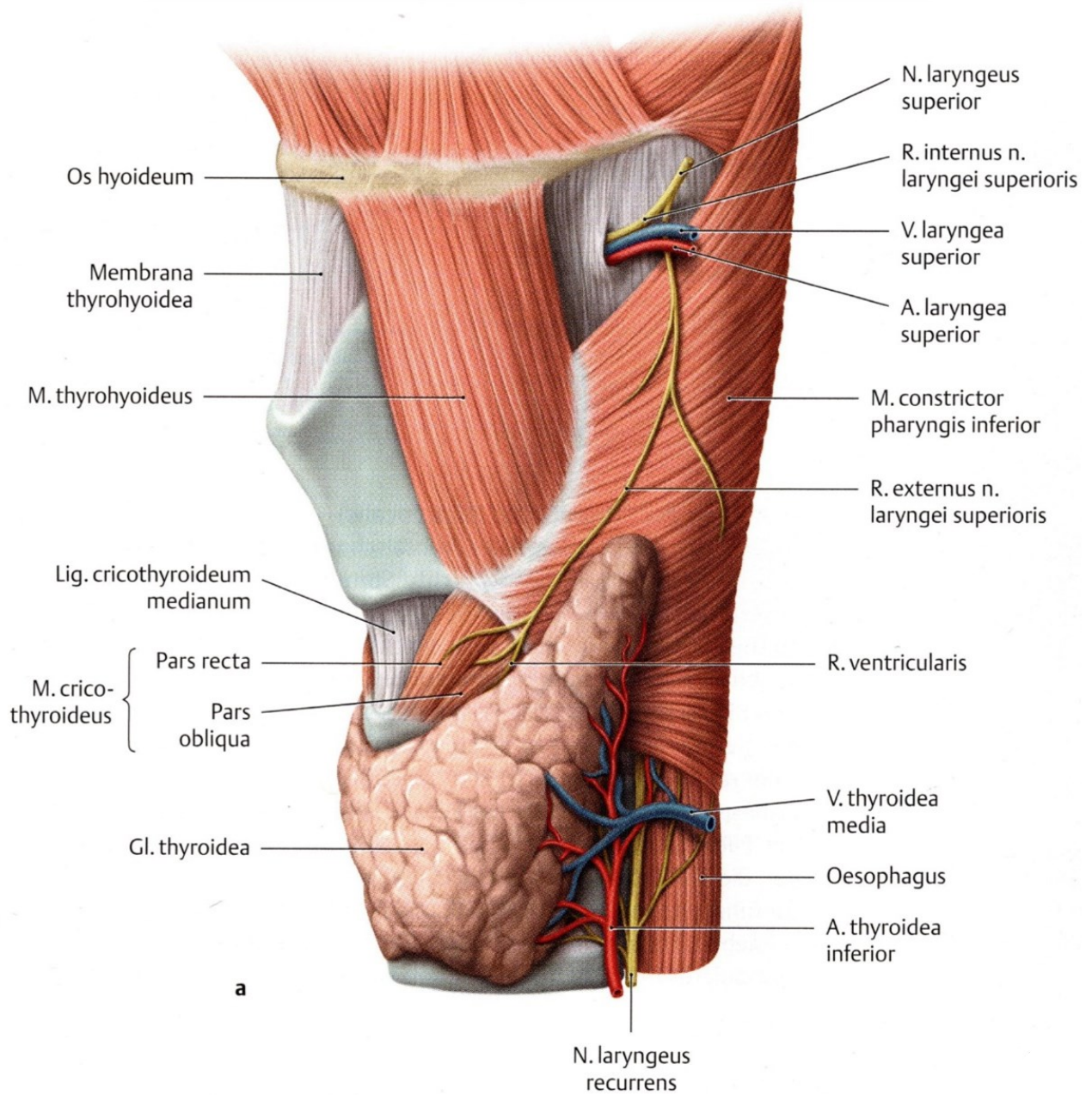


Abbildung 6 topographische Anatomie des Larynx mit Blick auf die oberflächliche Schicht der Larynxmuskulatur, *N. laryngeus superior* und *N. laryngeus recurrens* und die *Gl. thyroidea* (37)

2.2.6 Schilddrüse, N. laryngeus recurrens und laryngeale Gefäße

Die Schilddrüse umfasst in Form eines Halbringes die Trachea, wobei der *Isthmus*, welcher die beiden Schilddrüsenlappen verbindet, vor dem zweiten bis vierten Trachealring liegt. Die beidseits spitzen oberen Pole der Schilddrüse reichen ins Trigonum caroticum. (36) Die Seitenlappen bedecken seitlich den Schild-/ und Ringknorpel und die sechs ersten Trachealspangen. Die Schilddrüse liegt anatomisch in einer Gurtung der infrahyoidalen Muskulatur. (siehe Abbildung 6) Bei diffuser oder knotiger Zunahme des Schilddrüsenvolumens, also Entstehung einer *Struma*, kann es zur Verlagerung, Kompression und zum Ausdünnen von Nachbarstrukturen kommen. Bei Verdrängung der Trachea stellt dies zum Beispiel bei Anwendung einer *Dilatationstracheotomie* ein großes Gefahrenpotential dar. (10) Akzessorisches Schilddrüsengewebe kann in embryonalen Residuen des *Lobus pyramidalis* vorliegen und bei Präparation entlang der Trachea zusätzliche Erschwernis bringen. (36)

Der *N. laryngeus recurrens* entstammt dem *N. vagus* und zieht rechts unter der *A. subclavia*, links um den Aortenbogen in einer Furche zwischen *Ösophagus* und *Trachea*, um danach zwischen Krikoid und Thyroid *dorsolateral* in den Larynx einzutreten. Der *N. laryngeus recurrens* versorgt alle inneren Kehlkopfmuskel motorisch und die subglottische Schleimhaut sensibel. (36) Bei der Präparation, welche bei der Tracheotomie streng an der Trachea erfolgt wird der Nerv nicht dargestellt und ist durch Blutstillung durch Elektrokoagulation und durch Zug mit den Haken gefährdet. (10)

Die versorgenden und abführenden Gefäße des Larynx verlaufen mit den Nerven und sind Äste der *Arteria thyroidea superior* und *inferior*. Die *Arteria laryngea superior* entspringt *kranial* des Schildknorpeloberrands aus der *Arteria thyroidea superior* und verläuft mit dem *N. laryngeus superior* durch die *Membrana thyrohyoidea* in den Kehlkopf, wo er den größten Teil der Schleimhaut sensibel und den *Antikus* motorisch innerviert. Die *Arteria thyroidea inferior* aus dem *Truncus thyrocervicalis* - dieser aus der *Arteria subclavia*- zieht hinter der Trachea aufwärts, durchzieht den *Musculus constrictor pharyngis inferior* und tritt *kaudal* in den Kehlkopf ein (42). Die *Vena laryngea superior* mündet in die *Vena thyroidea superior*, danach in die *Vena jugularis interna* und nimmt die obere Hälfte des Blutes des Larynx auf, wobei die *Vena laryngea inferior* die unterer Bluthälfte abführt. Die *Vena*

laryngea inferior mündet in den *Plexus thyroideus impar*, dieser in die *V. brachiocephalica sinistra*. (36)

2.2.7 Lage der Trachea

Kaudal des Ringknorpels, im Bereich des Schilddrüsenisthmus schließt sich die Trachea mit ihren *Ligamentum cricotracheale* vom 6.-7. Halswirbel bis zum 4. Brustwirbel an. Sie hat beim Erwachsenen eine Länge von 10-13 Zentimeter bevor sie sich in die beiden Hauptbronchien aufteilt. *Kranial* liegt die Trachea sehr oberflächlich, jedoch *kaudal* immer tiefer, am Ende circa 4-5 cm *dorsal* des Sternums. Die Tracheavorderwand und Seitenwand stehen in enger Beziehung mit der Schilddrüse, also deren Isthmus und Seitenlappen, sowie den *Nervi laryngei recurrentes*. (40)

2.2.8 Aufbau der Trachea

Die Trachea setzt sich aus 12-20 nach *dorsal* offenen hyalinen Knorpelspangen zusammen, die durch feste bindegewebige *Ligamenta annularia* im *dorsalen* Bereich Verbindung miteinander finden. Die Rückwand der Trachea wird durch die häutige, der Ösophagusvorderwand anliegenden *Pars membranacea* gebildet. Der Querdurchmesser der Trachea beträgt beim Erwachsenen im Schnitt zwischen 13 und 20 mm. Die Trachea ist im Inneren von zweireihigem Flimmerepithel und Becherzellen bedeckt, das Flimmerepithel transportiert Sekret in Richtung Larynx, wo es dann über den Ösophagus abgeschluckt werden kann. Der Mukoziliarapparat ist an der Reinigung, Erwärmung und Anfeuchtung der Luft beteiligt. (40)

Blutversorgt wird die Trachea ähnlich dem Larynx hauptsächlich aus dem *Truncus thyrocervikalis* und einem kleinen Anteil der *Arteria thyroidea superior* über ein inneres und ein äußeres Gefäßnetz in der Adventitia und der inneren Schleimhaut. Die Versorgung funktioniert in Form eines Strickleitersystems. Dieser Umstand erklärt die unterbrochene Vaskularisation bei Durchtrennung einer Trachealspange zur Fensterung bei der *BTS*. (9, 10) Wie im subglottischen Bereich erfolgt der Lymphstrom einerseits über die vertikalen cervikalen Lymphknoten, sowie paratracheal und mediastinal.

Innerviert wird die Trachea vom *Nervus vagus* und dem *dorsal* der *Vagina carotica* liegenden *Truncus sympathicus*. (40)

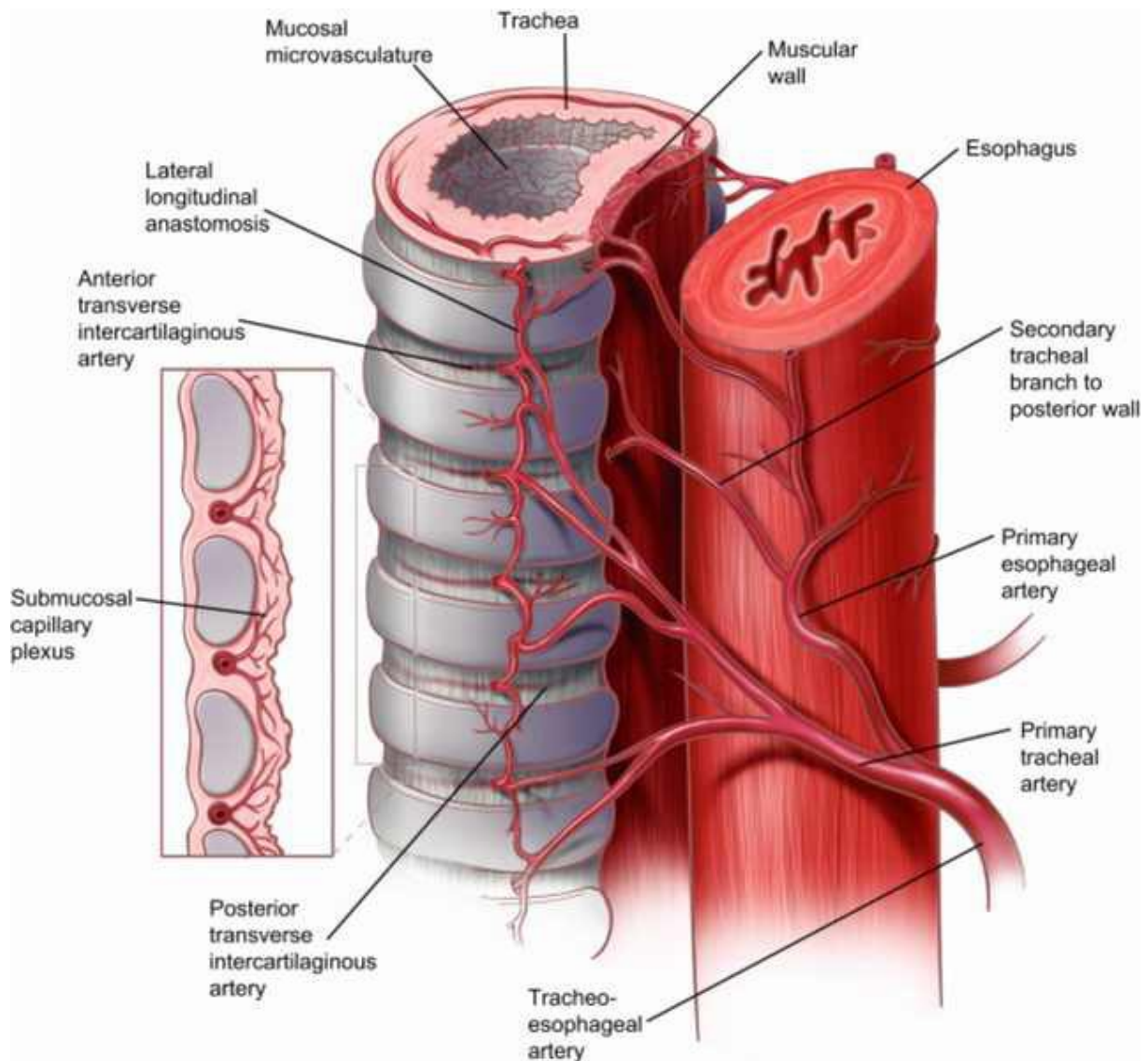


Abbildung 7 Die Trachea ist in Form einer Strickleiter vaskularisiert - hier schematisch angedeutet (43)

2.2.9 Gefäßvariationen mit Bedeutung für die Tracheotomie

2.2.9.1 Arteria thyroidea ima

In 10% der Fälle tritt eine unpaare Arterie von *kaudal* aus dem *Truncus brachiocephalicus* an den Isthmus heran. Ebenfalls finden sich feine Äste aus den Unterzungenbeinmuskeln und den benachbarten Kehlkopf-, Luft- und Speiseröhrengefäßen, welche in die Schilddrüse ziehen. (36)

2.2.9.2 Hochstehender Truncus brachiocephalicus

Der *Truncus brachiocephalicus* entspringt der Aorta und gibt die rechte A. subclavia und A. carotis communis ab. Grundsätzlich verläuft der Truncus retrosternal und kommt bei Durchführung einer Tracheotomie nicht zur Darstellung. (10) Bei variantem hochstehendem Gefäßverlauf dieser Arterie oder tiefstehendem Larynx kann bei Durchführung oder durch Druck einer Trachealkanüle zu einer lebensgefährlichen Blutung aus dem *Truncus brachiocephalicus* kommen. (44, 45) Ebenfalls kann es bei Durchführung einer *Dilatationstracheotomie* zur Verletzung des hochstehenden Truncus kommen. Durch eine *via falsa ventral* der Trachea mit anschließender Arrosion des Truncus brachiocephalicus kann es ebenfalls zu lebensgefährlichen Blutungen kommen. (10, 46)

2.2.9.3 Vena jugularis anterior

Eine kaliberstark angelegte *V. jugularis anterior* mit Mündung in die *V. jugularis externa* kann zu erheblichen Blutungen führen. (10)

2.3 Techniken der Tracheotomie

Grundsätzlich wird bei der Tracheotomie die *ST* und die *NST* unterschieden. Der Hauptvertreter der *NST* ist die perkutane *Dilatationstracheotomie PDT*. In der *ST* unterscheidet man plastische und nicht-plastische Verfahren. Bei nicht-plastischen Verfahren ist der Zugang und die Eröffnung der Trachea chirurgisch, die Halsweichteile werden jedoch nicht mit der Haut vernäht. Bei der plastischen *Tracheostomie* werden die Halshaut und die Trachea vernäht. Bei der Koniotomie unterscheidet man die Punktionskoniotomie und die chirurgische Koniotomie. (21) In den Anwendungen der *ST* kann anhand der Dringlichkeit zwischen der Notfalltracheotomie und der elektiven Tracheotomie unterschieden werden. (10) Eine Rückführung eines elektive angelegten Tracheostomas, zum Beispiel im Zuge großer Kopf-Halschirurgischer Eingriffe, ist in den meisten Fällen möglich. (47)

2.3.1 Die perkutane *Dilatations* Tracheotomie (*PDT*)

Die *PDT* ist eine inzwischen gut etablierte Technik, kritisch kranke Patienten zum Beispiel auf der Intensivstation- in *bedside* Technik- zu tracheotomieren. (21) Die Durchführung obliegt hier meist Anästhesisten und spart sich die Notwendigkeit eines Operationssaals. Indikation ist hier typischerweise die prolongierte oder geplant prolongierte Beatmung. Die Technik bietet diverse Vorteile, wie unter anderem das Weaning nach Beatmung zu verkürzen, die erleichterte Tracheobronchialtoilette, das Aspirationsrisiko zu minimieren und die notwendige Sedierung von intensivmedizinisch betreuten Patienten zu reduzieren. Auch in der Anwendung der *PDT* gibt es unterschiedliche Techniken und hierfür kommerziell erhältliche Sets. Es gibt nach aktueller Studienlage keine Evidenz, dass eine der Anwendungen hinsichtlich der Komplikationsrate sicherer sei. Genannt werden müssen die Anwendungen nach Ciaglia, Griggs, Frova und Fantoni. Die Anwendung nach Fantoni ist die einzige, die nach aktueller Studienlage häufiger kritische Komplikationen verursacht. Insgesamt gilt die *PDT* als sicheres Verfahren. (48-52)

Das allgemeine Operationsprinzip zur Durchführung einer *PDT* sieht wie folgt aus:

- Übersteckte Lagerung des Patienten
- Zunächst erfolgt in der Mitte einer Linie zwischen *Lig. conicum* und *Manubrium sterni* ein horizontaler Hautschnitt mit Erfassung der darunterliegenden *Faszie*,

der ungefähr so groß sein sollte wie der Durchmesser der später einzubringenden Kanüle.

- Unter laufender endoskopischer Kontrolle erfolgt der Rückzug des Endotrachealtubus bis kurz unterhalb der Stimmritze.
- Die Punktionsstelle sollte hierbei nochmals mittels *Diaphanoskopie* identifiziert werden.
- Die Punktion der Trachea erfolgt unter bronchoskopischer Kontrolle mit einer Kanüle zwischen der 2. und 3. oder der 3. und 4. Trachealspange. Dabei sollte das Bronchoskop zum Schutz vor akzidentellen Punktionen in das Tubusende zurückgezogen werden.
- Danach wird über die Kanüle ein Seldinger-Draht eingeführt.
- Über diesen Draht wird der Dilatator vorgeschoben. Nach Schaffung des eigentlichen Tracheostomas wird der Dilatator entfernt und die Trachealkanüle eingeführt. (12)

2.3.2 Die chirurgische Tracheotomie (ST)

Allgemeines

Die ST kann entweder in Narkose oder in ausgewählten Fällen in Lokalanästhesie in 3 anatomischen Etagen in Bezug zur Lage des Schilddrüsenisthmus als *Tracheotomia superior, media* und *inferior* erfolgen. Klinisch ist diese Klassifikation unbedeutsam, da sich der Zugangsweg meist automatisch ergibt. Zumeist handelt es sich beim Erwachsenen um eine *Tracheotomia media* mit Ligatur des Schilddrüsenisthmus und nur in seltenen Fällen um eine *Tracheotomia inferior*. Bei der kindlichen Tracheotomie wird aufgrund der Lage des Isthmus meist eine *Tracheotomia inferior* angestrebt. (53)

Nach Kress et al. gilt es aus trachealchirurgischer Sicht bei Durchführung der Tracheotomie einiges zu beachten. Im Anschluss sollen die wichtigsten Punkte kurz zusammengefasst werden. Es soll so wenig Trachealgewebe wie möglich zerstört werden, um einer posttherapeutischen Trachealstenose vorzubeugen. Ebenfalls soll beim Vernähen der Haut auf Spannungsfreiheit geachtet werden, sodass sich postoperative Infektionen und Degradierung der Strickleiterförmig vaskularisierten Trachealspangen reduzieren. Zum Aspirationsschutz soll der Situs trocken sein, zur Vermeidung postoperativer Blutungen der Isthmus bei potentieller Einengung des Stomas suffizient umstochen werden. Arrosionsgefährdete Gefäße sollten suffizient

ligiert werden. Es sollte trachealnah präpariert werden, damit der N. laryngeus recurrens nicht verletzt werden kann. Eine Inzision der Haut in einer horizontalen Hautspannungslinie (*RSTL*) ist von Vorteil, damit kann Sekret über die Haut ablaufen und das Stoma einer suffizienten Wundheilung zugeführt werden. Es empfiehlt sich die Anwendung von Langzeit Hautschutzpräparaten. Die korrekte Lagerung zur Präparation ist mit Reklination des Kopfes notwendig, kann durch anatomische Limitationen aber durch Trachealhochzug mittels Häkchen erleichtert werden. Die Eröffnung der Trachea erfolgt zum Erhalt der Trachealspannung optimal zwischen zwei Trachealspangen, am ehesten zwischen 2. und 3. Trachealspange. Ein zu weites *kraniales* Eröffnen der Trachea gefährdet den Ringknorpel, eine zu weit *kaudale* Eröffnung birgt Risiko eines ungünstigen Verlaufs des Tracheostomakanal. (10)

Im Folgenden gehen wir auf unterschiedliche Techniken der *ST* ein.

2.3.2.1 Die Björktracheotomie (*BTS*)

In den 1960er Jahren gewinnt die Tracheotomie mehr und mehr an Bedeutung für Patienten mit pulmonaler Insuffizienz, Thoraxverletzungen und postoperativen Ventilationsschwierigkeiten. (54) Die Technik nach Engström und Björk (1) als *Tracheotomia media*, verspricht Sicherheit hinsichtlich Arrosion des Truncus brachiocephalicus und zeigt deutlich weniger postoperative Komplikationen als frühere Verfahren. Hier wird meist in Narkose die Halshaut quer zwischen Incisura thyroidea superior und Jugulum durchschnitten um von hier den zweiten bis vierten Trachealknorpel zu erreichen. (54) Nach Durchtrennung des Platysmas und aufsuchen der *Linea alba* wird diese vertikal aufgetrennt, die Muskeln (*Mm. sternothyroideus* und *sternohyoideus*) nach *lateral* verdrängt um die sich so den Schilddrüsenisthmus darzustellen. (47) Nach Schwächung und Spaltung der Fascia laryngothyroidea kann der Isthmus leicht von der Trachea abgehoben, beidseits geklemmt und durchtrennt werden. Die beiden entstandenen Stümpfe werden mit Durchstichligaturen versorgt. Ein Durchtrennen des Schilddrüsenisthmus ist nicht obligat, führt aber dazu, dass die Trachealkanüle in einem natürlicheren Winkel zu liegen kommt. (54) Im Anschluss folgt der wichtigste Teil dieser Technik, die Inzision eines invertierten U-förmigen Tracheallappens in der Breite von der Hälfte bis zwei Drittel der Trachealvorderfläche. Man inzidiert horizontal im interkartilaginären Gewebe *kaudal* der ersten oder zweiten Trachealspange, die *kaudalen* Schnitte werden vorwiegend mit der Schere durchgeführt und erstrecken sich meist über eine,

selten zwei Trachealspangen. Die Aussparung und Schonung der ersten Trachealspange schützt später vor Entstehung einer subglottischen Trachealstenose. (54) Im Anschluss wird der tracheale Lappen nach *kaudal* geklappt (siehe Abbildung 8) und die Hautwundränder mit den trachealen Wundrändern leicht überlappend in Einzelknopfnahntechnik vernäht-So entsteht das *epithelialisierte* Tracheostoma und eine „Rutschbahn“, welche die Kanülendislokation und eine *via falsa* verhindern soll. (10, 47) Bei adipösen Patienten empfiehlt sich die Anwendung einer modifizierten Technik nach Gerhardt et al. mit Ausschlagen eines *kranialen* Flügels an die *kraniale* Halshaut. (55)

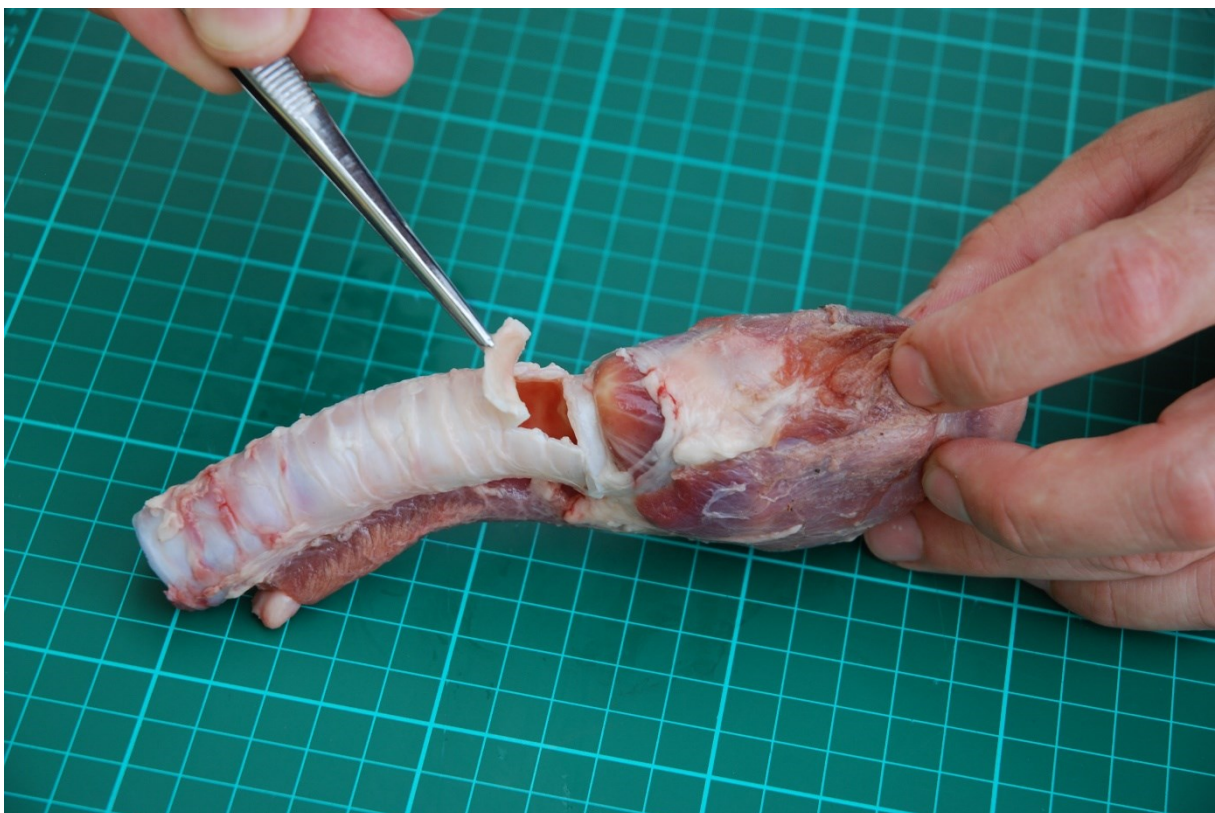


Abbildung 8 Björktracheotomie mit Bildung eines nach *kaudal* gestielten Tracheallappens am Tiermodell

Durch diverse Studien ist die *BTS* in ihrer Sicherheit bestätigt. (3, 56, 57) Sie gilt in vielen Abteilungen als Standardmethode. Auch bei frühen Verschlüssen des Stomas kam es bei Hammarfjord et al. nicht zur Ausbildung eines Emphysems, auch starb in deren Beobachtungszeitraum kein Patient durch ein Tracheostoma - assoziiertes Problem. (57) Im Vergleich zur perkutanen dilatativen Methode ist die chirurgische Tracheotomie mit *BTS* lediglich hinsichtlich des Kostenfaktors unterlegen, in Bezug auf die Komplikationen aber ebenfalls als sicher anzugeben. (58)

Als nennenswert wichtigen Aspekt sehen unterschiedlichste Quellen die Wiederverschließbarkeit eines temporären Tracheostomas, zum Beispiel im Zuge großer Tumoroperationen im Kopf- und Halsbereich zur passageren Sicherung des Atemwegs. Hierfür ist die *BTS* zum Beispiel nach Meinung von Hammarfjord et al. oder Malata et al. in ihren Studien als sichere Tracheotomieform erwiesen. (3, 57)

Nachdem die Gefäßversorgung der Trachea über ein Gefäßnetz in circumferenter Form erfolgt, kappt man sozusagen beim Einschneiden eines Knorpelfensters die *distale* Versorgung der Trachealspange. Hierdurch kommt es bei vielen *BTS* zu Knorpelspannenekrosen und Wundinfektionen, oft sind die Trachealspangen beim Versuch das Tracheostoma zweizeitig zu verschließen, nicht mehr auffindbar.(9) Als weitere Folge kann aufgrund der trachealen Instabilität es zu der Entstehung einer Trachealstenose kommen.

2.3.2.2 Die Visiertracheotomie (VT)

Probst et al. publizierten 2004 „*Die knorpelerhaltende interkartilaginäre Visiertracheotomie. Mitteilung erster Erfahrungen mit einem alternativen, schonenden, konservativen Operationsverfahren.*“ Hier wird darauf hingewiesen, dass der in der theoretisch knorpelschonenden *BTS* Technik nach und den modifizierten Techniken nach Shaw und Dukes gebildete tracheale Lappen sehr häufig beim Versuch des Tracheostomaverschlusses völlig degradiert oder nekrotisch ist- weshalb die bezweckte Rückverlagerung des Lappens unmöglich ist. Ebenfalls kommt es zur Entstehung von tracheotomiebedingten Trachealstenosen. (9) Die Autoren stellen in ihrer Arbeit die Visiertracheotomie als knorpelschonende Form der Tracheotomie vor. Dafür untersuchten sie in ihrer Arbeit im Jahr 2002 173 Erwachsene Patienten, welche einer Tracheotomie unterzogen wurden. Hier wurden 48 Patienten mit der neuen Visiertracheotomie (*VT*) operiert. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Peri- bzw. postoperativen Komplikationen bei der Visiertracheotomie sehr gering sind. Bei keinem der Patienten wurde eine Knorpelspannendegeneration/Nekrose festgestellt. Unter diesem Gesichtspunkt kann laut Probst et al. das knorpelschonende Verfahren viele Komplikationen der konventionellen *BTS* weitestgehend vermeiden. Sie empfehlen in ihrer Studie die Durchführung weiterer und längerfristige Untersuchungen und höhere Eingriffszahlen um die Sicherheit des Verfahrens weiter zu untermauern. (9)

Bei der Visiertracheotomie wählt man den chirurgischen Zugang auf dieselbe Weise wie bei der *BTS*. Während man bei der *BTS* nach Aufsuchen der Trachealvorderwand ein kaudal gestieltes Lämpchen ausschneidet und darüber die mukokutane Anastomose vernäht (54), versucht man tendenziell weniger gewebetraumatisierend bei der *VT* einen interkartilaginären Schnitt unter Erhalt der sowohl oberen, als auch unteren Knorpelspange. (9)

Die Schnittführung der interkartilaginären Inzision erfolgt im Vergleich zur *BTS* bei der *VT* weiter nach *lateral*, damit man die Trachea visierartig aufklappen kann.

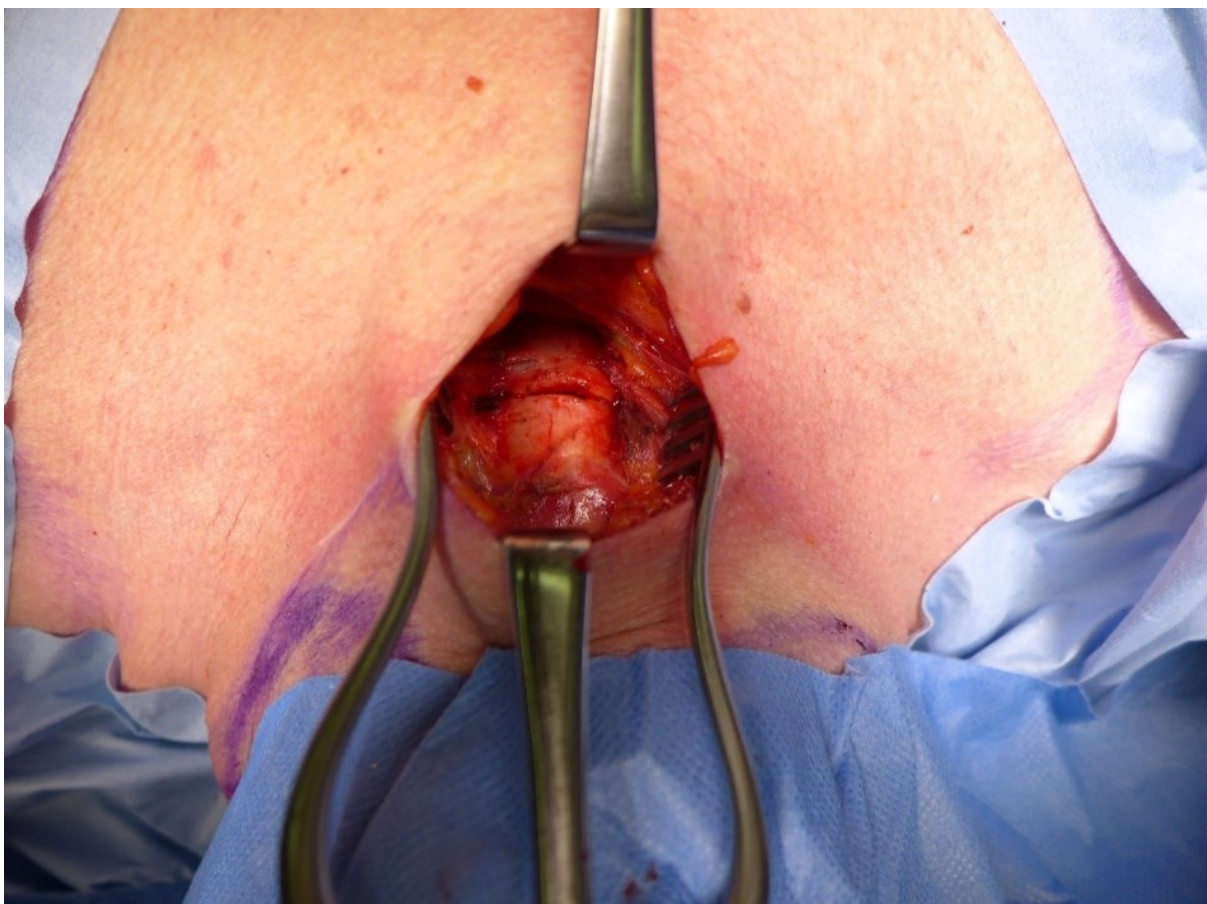


Abbildung 9 intraoperativer Situs mit interkartilaginärer Anlage der Visierförmigen Inzision der Trachea

Im Anschluss vernäht man die obere und untere, zumeist 2. und 3. Trachealspange mit der Haut und führt eine Trachealkanüle ein.



Abbildung 10 Visiertracheotomie mit Inzision zwischen 2. und 3. Trachealspange am Tiermodell

Idealerweise kann hier nach dem Vernähen der Hautränder eine großlumige Trachealkanüle eingesetzt werden.



Abbildung 11 intraoperativer Situs, Endergebnis der mukokutanen Naht nach Anlage einer Visiertracheotomie mit *lateralen* Hautnähten, Kress©

2.3.2.3 Die Starplasty-Technik

Im pädiatrischen Bereich gilt ein spezielles Verfahren der Tracheotomie als standardisiertes Vorgehen. Die Starplastytechnik nach Koltai aus seiner Publikation 1998. (59) Aktuelle Studien mit zum Teil großen Beobachtungszeiträumen und Patientenzahlen, wie von Schwarz et al. aus 2017 und Pucher et al. aus 2013, belegen die Sicherheit dieses Verfahrens. (60, 61) Komplikationen wie Pneumothorax und akzidentielles Dekanüllement mit konsekutiver Todesfolge, sind im Auftreten bei dieser Technik als niedrig angegeben. (62) Laut Autoren wie D'Souza et al. empfehlen sich jedoch noch weitere Beobachtungen auch hinsichtlich des Auftretens von peristomaler Hautabrisse und von Granulomen. (63) Bei der Starplasty-Technik erfolgt der Hautschnitt zwischen Sternnumkerbe und Ringknorpel in Form eines „X“ mit circa einem cm langen Schenkeln. Danach sucht man die Trachealvorderwand auf und eröffnet diese in Form eines „+“. Hier geht der vertikale Anteil bis zu zwei Trachealspangen *kranial* und *kaudal* des interkartilaginären horizontalen Schnitts- hier wie im Sinne einer Visiertracheotomie. Im Anschluss werden die um 45° verlagerten Wundränder miteinander vernäht, die Subkutan- und Hautnaht durchgeführt und am Ende die passende Trachealkanüle eingesetzt. (53) In vielen Abteilungen gibt es standardisierte Protokolle wie nach Tracheotomien im pädiatrischen Bereich agiert wird, wann zum Beispiel der erste Kanülenwechsel erfolgen soll. Hierzu kommen die Autoren Lippert et al zum Schluss, dass der Kanülenwechsel problemlos ab dem 3. postoperativen Tag durchzuführen ist und dass standardisierte postoperative Verfahrensprotokolle Komplikationen wie Hautdefekte am Stoma vermindern können. (64)

2.4 Die Sicherheit der chirurgischen Tracheotomie

Insgesamt wird in der vorliegenden Studienlage die ST als sichere und komplikationsarme Technik zum Beispiel zur Sicherung des Atemwegs bei größeren Tumoroperationen im Kopf- Halsbereich gesehen. Die Komplikationsraten in der Literatur variieren stark und sind abhängig von Studiendesign, Nachbeobachtung und Definition der Komplikationen, wobei konsensuell von einem sicheren Verfahren mit niedriger Komplikationsrate und niedriger operationsassoziierter Mortalität gesprochen wird. (2-6, 56)

Gysin et al. aus Genf kamen bei einer Doppelblind RCT Studie zu einer Komplikationsrate der *BTS* um 11,4%. Bei ihren Patienten, welche sich hauptsächlich einer Tumoroperation im Kopf-Halsbereich unterzogen hatten, waren perioperative Komplikationen wie etwa eine *via falsa* oder ein schwieriger Trachealkanüleneinsatz aufgetreten, schwerwiegendere Komplikationen blieben aus. Sie konnten zeigen, dass im direkt perioperativen Verlauf die Komplikationsrate der *PDT* höher war, hier traten vor allem *via falsa* auf. Als überwiegende Langzeitkomplikation führten sie die Narbenbildung nach Tracheostomaverschluss bei *BTS* an. (56)

Goldenberg et al. kamen bei ihrer großangelegten Studie (1130 Fälle) über 10 Jahre zu dem Schluss, dass die häufigste postoperative Komplikation die Trachealstenose sei. Diese war jedoch am ehesten assoziiert mit einer zu langen präoperativen Intubation aufgetreten. Die meisten postoperativen Komplikationen ließen sich nach Meinung der Autoren durch einen erfahrenen Operateur und gute postoperative Nachsorge vermeiden. Insgesamt werteten die Autoren die *ST* als sicheres Verfahren mit einer niedrigen Komplikations- und Mortalitätsrate. (2)

Für Halfpenny et al. ist die *ST* ein sicheres Verfahren in der Kopf- Halschirurgie mit einer Komplikationsrate von 8 % auf 256 untersuchte Patienten. Tracheotomie assoziierte Tode innerhalb der Beobachtungszeit wurden in dieser Studie ebenfalls keine festgestellt. (4)

In der Studie von Malata et al. zeigten die Kollegen an 95 mit der *BTS* tracheotomierten Patienten keine Tracheotomie assoziierte Mortalität. Der postoperative Tracheostomaverschluss verlief in allen Fällen komplikationslos, die meisten heilten innerhalb einer Woche folgenlos ohne unzufriedenstellende Narben aus. (3)

Hammarfjord et al. kamen bei 125 mit *BTS* tracheotomierten Patienten im Zuge maxillofazialer Tumoroperationen zum Schluss, es handle sich auch bei zeitnaheem Verschluss um eine sichere Technik. Insgesamt wurden in der Studie 6,4% Komplikationsrate beschrieben, aufgetreten waren hier keine Trachealstenosen, keine Fisteln und kein Emphysem. Es waren ebenfalls keine Tracheotomie assoziierten Tode nachweisbar. (5)

Eine Komplikationsrate von 11% der 60 *ST* im Zuge einer Kopf-Hals Tumoroperation war bei Castling et al. aufgetreten, vor allem wurden hier Infektionen im Thoraxbereich verzeichnet. (6) Auch wenn die angeführten Studien die Tracheotomie hinsichtlich Komplikationsrate und Schwere der Komplikationen als sicheres Verfahren belegen, gibt es hinsichtlich der Anwendung auch Gegenstimmen, die eine kontroverse Diskussion fordern. Hier zu nennen sind Autoren wie Rogers et al. die auch die Perspektive der tracheotomierten Patienten aufzeigen wollen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Patienten, die einer Tracheotomie unterzogen wurden, zum Großteil negative Erfahrungen damit angaben. Unter anderem stand Hustenreiz, Sprachlosigkeit, Verschleimung und dadurch fehlendes seelisches Wohlbefinden für die Patienten hier nach einer großen Tumoroperation im Vordergrund der Wahrnehmung. Diese Studie sollte als einzige dieser Art auch die Perspektive der Patienten in den Fokus stellen um auch die präoperative Aufklärung dahingehend zu sensibilisieren. Sie zeigten damit auch auf, dass der Luftröhrenschnitt auch einen großen Einschnitt in die Lebensqualität eines Menschen darstellt. (65) Coyle et al. stellten die Möglichkeit vor, statt einer Tracheotomie zur Atemwegssicherung bei Personen, die eine Lappenrekonstruktion nach Tumoroperation erhalten hatten, eine prolongierte Intubation über eine Nacht in intensivmedizinischem Setting durchzuführen. Hier konnten 55 Patienten ohne Tracheotomie sicher durch die prolongierte postoperative Beatmung bei Kopf-Tumoren behandelt werden. Die Autoren empfahlen die Durchführung der Tracheotomie im Zuge dieser onkologischen Operationen nur in selektierten Fällen. (66)

Beschriebenes Auftreten und Art der Komplikation variieren in unterschiedlichem Ausmaß je nach durchgeführter Studie. Während zum Beispiel Cipriano et al. (67) die Tracheotomie assoziierten Komplikationen in prozedurassoziiert, pflegeassoziiert und Nach-*Dekanülierung* einteilen, teilten Cheung et al. (68) chronologisch in sofortige Komplikationen, frühzeitige und Spät komplikationen ein. Der Übersicht halber haben wir diese tabellarisch zusammengefasst. Hierbei sind nicht explizit zwischen den Komplikationen der *PDT* oder *ST* unterschieden. (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3)

sofortige Komplikationen	frühzeitige Komplikationen	Spät komplikationen
Blutung	Blutung	Trachealstenose
Strukturverletzung der Trachea	Kanülendislokation	Granulationsgewebe
Misserfolg der Tracheotomie	Pneumothorax	Tracheomalazie
Aspiration	Pneumomediastinum	Pneumonie
Luftembolie	Subkutanemphysem	Aspiration
Verlust des Atemwegs	Stomainfektion	Tracheoarterielle Fistel
Tod	stomale Ulzeration	Tracheoösophageale Fistel
Hypoxämie	akzidentielle <i>Dekanülierung</i>	akzidentielle <i>Dekanülierung</i>
Hyperkapnie	Dysphagie	Dysphagie

Tabelle 2 Einteilung in sofortige, frühe und Spät komplikationen der Tracheotomie nach Cheung 2014 (68)

Prozedurassoziiert		
Pneumothorax (<i>nach Röntgen bis 17%</i>)		
Blutung (<i>meist V. jugularis ant.</i>)		
Kanülendislokation (<i>via falsa</i> , Adipositas als Risikofaktor, potentielle Verletzung Ösophagus/Trachea)		
<i>posteriore</i> Trachealperforation		
Schilddrüsenverletzung (<i>Ligatur des Isthmus bei offener Technik empfohlen</i>)		
Verletzung N. laryngeus recurrens (<i>selten</i>)		
Kardiopulmonaler Stillstand (<i>selten</i>)		
Pflegeassoziiert		
Kanülendislokation (<i>höheres Risiko bei der PDT</i>)		
Stomainfektion (<i>üblicherweise innerhalb von 24h</i>)		
Nekrotisierende Infektion (<i>unüblich</i>)		
Mediastinitis (<i>selten, aber Lebensgefährlich</i>)		
Pneumonie (<i>zumeist mit Keimen des Trachealbaums</i>)		
Tracheitis		
Sternoclaviculare Osteomyelitis (<i>selten</i>)		
Tracheoösophageale Fistel (<i>selten, tritt nach posteriorer Trachealverletzung auf</i>)		
Blutung (<i>Verspätete Blutung aus A. brachiocephalica</i>)		
Nach-Dekanülierung		
Trachealstenose (<i>Strikturen in 3 Arealen: subglottisch, Stoma, Cuff-assoziiert</i>)		
Verzögerte Wundheilung des Tracheostomaverschlusses		
Kosmetisch störende Wunden		
Tracheomalazie oder Trachealgranulome		
Stimmveränderung		

Tabelle 3 Tracheotomie assoziierten Komplikationen, Einteilung in Prozedurassoziiert, Pflegeassoziiert und Nach-Dekanülierung nach Cipriano 2015 (67)

2.5 Indikationen und Kontraindikationen der Tracheotomie

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Indikationen der Tracheotomie von der Akutbehandlung von Atemwegsobstruktionen weitestgehend in die intensivmedizinischen Bereiche verlagert. Die Indikation zur Durchführung einer Notfalltracheotomie besteht heute nur mehr in Ausnahmesituationen und kann meist durch die Durchführung einer endotrachealen Intubation verhindert werden. (10, 12) Im Notfall ist eine Koniotomie gegen eine Notfall-Tracheotomie abzuwägen, wobei nur in Einzelfällen die Tracheotomie vorzuziehen ist. (69, 70) Die Koniotomie ist nach Untersuchungen mit einer hohen Komplikationsrate verbunden, stellt jedoch die Methode der ersten Wahl im *cannot intubate, cannot ventilate* Szenario dar. (70, 71)

Die Liste der Indikationen zur Durchführung einer Tracheotomie wird inzwischen von intensivmedizinischen Indikationen angeführt. Während die *PDT* als Domäne der Intensivmediziner angesehen wird, liegt die *ST* vor allem in den Händen der Hals-Nasen- Ohrenärzte und Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgen.(10) Zwischen plastischen und nicht plastischen Anwendungen der *ST* wird im folgenden Absatz nicht weiter unterschieden. Vorteil der *PDT* gegenüber der *ST* ist die mögliche bettseitige Durchführung auf zum Beispiel der Intensivstation.

Eine frühzeitige Tracheotomie:

- führt zu einer Verkürzung des Weanings und der Beatmungsdauer,
- reduziert das Auftreten nosokomialer Infektionen und
- verkürzt die Verweildauer des Patienten auf der Intensivstation.
- bringt eine Reduktion des Bedarfs an Sedativa,
- verhindert endolaryngeale Komplikationen (Intubationsgranulome, Druckulzera, Ankylosen im Krikoarytenoidgelenk, ..)(10)

Die technisch einfache Durchführbarkeit der heute bettseitig verfügbaren Tracheotomieverfahren, die auch für nicht chirurgisch ausgebildete Mediziner leicht erlernbar sind, hat dazu geführt, die Indikationsschwelle insgesamt zu senken und den Zeitpunkt der Tracheotomie nach vorne zu verlegen. (12) Resultat ist, dass die Tracheotomie mit 31.000 durchgeführten Operationen die häufigste chirurgische Prozedur auf vielen Intensivstationen ist und inzwischen 24% der intensivstationierten Patienten tracheotomiert werden. (10)

Die Indikation zur perkutanen dilatativen Tracheotomie kann heute früh gestellt werden. Bei Unklarheit über Intubationsdauer ist die *PDT* ohne Folgeeingriff

reversibel, da sich das angelegte Tracheostoma nach Dekanülierung selbstständig verschließt. Sollte sich im Verlauf nach Anlage einer *PDT* die permanente *Tracheostomie* notwendig zeigen kann die *PDT* in eine *ST* umgewandelt werden. (12)

Ist die Anlage einer *PDT* absolut oder relativ kontraindiziert, ist die *ST* Mittel der Wahl. Als *absolute* Kontraindikation der *PDT* gelten:

- die Unmöglichkeit der Identifikation von Ring- und Schildknorpel,
- der akute respiratorische Notfall,
- eine nicht beherrschbare Gerinnungsstörung,
- schwere Gasaustauschstörungen,
- ein fehlend adulter Habitus und Kinder,
- Dysphagie und Aspiration,
- ein vorbekannter problematischer Atemweg zur Intubation.

Relative Kontraindikation der *PDT* sind eine vorliegende Adipositas und die Planung eines permanent anzulegenden Tracheostomas. (21)

Als Indikationen zur *ST* gelten neben den Kontraindikationen der *PDT* das Vorliegen eines Tumors im Kopf-Hals-Bereich und große Tumoroperation der Trachea, Schilddrüse, Larynx, Pharynx und der Mundhöhle mit und ohne Verwendung peripherer und lokal gestielter Lappenplastiken. (72-74) Die Tracheotomie dient hier dem postoperativen Schutz vor Asphyxie durch Schwellung und, bei zu erwartender Dysphagie, zur Verhinderung einer Aspiration. (75)

Neben onkologischen Indikationen sind auch traumatologische Ursachen als Indikation der Tracheotomie zu nennen. Bei vorliegender Atemwegsobstruktion oder einer zu erwartenden Obstruktion, soll zum Beispiel bei komplexen Mittelgesichts- oder Mandibulafrakturen im Zuge oder direkt nach der operativen Versorgung, auch aus Gründen der Schonung bei vorliegender *IMF* (intermaxilläre Fixation), eine Tracheotomie erwogen werden. (10)

Die *ST* war als erste erfolgreiche Behandlungsoption eines OSAS (obstruktives Schlafapnoe-Syndrom) geführt und soll in ausgewählten Fällen, nach Meinung der Autoren der AWMF Leitlinie *HNO spezifische Therapie des OSAS*, als *ultima ratio* Anwendung finden. (76)

Bei neurologisch erkrankten Patienten mit vorliegender Aspiration soll aus Gründen der Handhabung der Trachealkanülen und Tracheobronchialtoilette eine *ST* zur Anwendung kommen. Weitere Indikationen stellen Stenosen unterschiedlicher Genese des supraglottischen, glottischen und subglottischen Bereichs sowie trachealen Raumes dar. (10)

Die Kontraindikationen der *ST* sind als *relative* Kontraindikationen zu verstehen und sind festgelegt durch schwere Weichteilinfekte im Operationsgebiet und nicht zu behobende Gerinnungsstörungen. (21)

Die *ST* ist nicht als konkurrierende, sondern ergänzende therapeutische Option des Atemwegsmanagements zur *PDT* zu sehen und sollte anhand der Indikation zwischen den ausführenden Fachabteilungen diskutiert werden. (77, 78)

3 Zielsetzung der Arbeit

Vor der Übernahme einer neuen Technik in die klinische Routine muss ihre Sicherheit im Vergleich zu etablierten Techniken überprüft werden. Ziel dieser Arbeit ist es zu überprüfen, ob die Visiertracheotomie *VT* sicher ist und in den klinischen Alltag übernommen werden kann.

3.1 Primäre Zielparameter

Als primäre Zielparameter dieser Arbeit gilt die Betrachtung der postoperativen Komplikationen der Visiertracheotomie *VT* im Vergleich zur Björktracheotomie *BTS*. Die *BTS* ist bereits durch multiple Studien als komplikationsarm, also sicher beschrieben und belegt. (2-6, 8, 56) Über den Vergleich mit der Anzahl aufgetretener Komplikationen der *BTS* soll nun die Sicherheit der *VT* belegt werden. Zum einen soll die Quantität der ereigneten Komplikationen postoperativ nach getrennter Betrachtung der *VT* und *BTS* und zum zweiten die Qualität, also die Art der aufgetretenen Komplikation beider Tracheotomieformen verglichen werden. In Betrachtung der primären Zielparameter soll auch die Schwere der aufgetretenen Komplikationen beurteilt werden. Hier ist zu sagen, dass die Qualität der Komplikationen der *ST* durch diverse Studien belegt, zumeist als leicht eingestuft wurden und schwere oder lebensbedrohliche Komplikationen zumeist ausblieben. (79, 80)

Die Hauptfragestellung wurde mittels logarithmischer Regression getestet, der p-Wert ist hier für den Effekt von Tracheotomietechnik auf Komplikation interpretiert. Dabei wurde die Hospitalisierungsdauer statistisch adjustiert.

3.2 Sekundäre Zielparameter

Als sekundärer Zielparameter wird die Frage beantwortet, ob nach durchgeführter Tracheotomie ein Verschluss durchgeführt werden konnte. Zu untersuchen war, ob das Tracheostoma im Verlauf bei der VT oder BTS häufiger verschlossen wurde.

Die sekundären Zielparameter verwendeten kein multiples Testen, deshalb sind p-Wert Interpretationen vorsichtig anzuwenden. Hier kann nicht von statistischer Signifikanz, lediglich von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Ereignis ausgegangen werden. Der Chi-Quadrat Test kann in den Fällen verwendet werden, wo binäre Daten von nur zwei Gruppen verglichen werden.

3.3 Nebenfragestellungen

Aus den Operationsberichten sollte auch die Höhe der Tracheotomie eruiert werden, das heißt also, zwischen welchen Trachealspangen die Tracheotomie durchgeführt wurde. Fraglich war, ob sich hier ein Trend ableiten lies. Dieser Fragestellung wurde statistisch deskriptiv nachgegangen.

Auch die Häufigkeit und Wirkstoff der eingesetzten peri- und postoperativen Antibiotika waren für uns von Interesse. Auch wurde hier die deskriptive Statistik als Auswertungsmethode gewählt.

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign

4.1.1 Studienmodell

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine unizentrische nicht randomisierte retrospektive Kohortenstudie zum Vergleich der postoperativen Komplikationen von *BTS* und *VT* innerhalb der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie des Mutterhauses der Borromäerinnen Trier Mitte im Beobachtungszeitraum von 13.01.2012 bis 20.12.2015. Insgesamt konnten 248 Patienten, 139 *BTS* und 109 *VT* in die Arbeit miteinbezogen werden.

4.1.2 Ausgeschlossene Patienten

Die anfängliche Fallzahl nach Sichtung der Patientendaten und Erstellung der ersten Exceltabelle belief sich auf 324 tracheotomierte Patienten. Nach Ausschluss der im Beobachtungszeitraum Verstorbenen, Suizidalen, Re-Tracheotomierten Patienten, Patienten mit totaler oder funktioneller Laryngektomie, bei nicht nachvollziehbarer Dokumentation, sowie Patienten wo eine perkutane *Dilatationstracheotomie* durchgeführt worden war, erhielten wir insgesamt 76 Fälle, die von der Analyse ausgeschlossen wurden.

4.1.3 Gruppengröße

Die Einschlusskriterien wurden von insgesamt 248 Patienten erfüllt, sie hatten im oben genannten Beobachtungszeitraum von 4 Jahren, entweder eine Visiertracheotomie erhalten, oder waren mit der *BTS* tracheotomiert worden. (siehe Tabelle 4 Einschluss- und Ausschlussfallzahl)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Ausschluss	76	23,5	23,5	23,5
Einschluss	248	76,5	76,5	100,0
Gesamt	324	100,0	100,0	

Tabelle 4 Einschluss- und Ausschlussfallzahl der tracheotomierten Patienten im Zeitraum 2012-2015 in der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie des Mutterhauses der Borromäerinnen Trier

Mitte

Ausgewählt wurden mit welcher Technik die Tracheotomien durchgeführt worden waren. Nach Aufarbeitung der Patientendaten in unserem EDV System anhand der Operationsberichte wie in Kapitel 4.2 beschrieben, kamen wir zu insgesamt 109 durchgeführten *VT* und 139 *BTS* im Zeitraum von 2012 bis 2015. Daraus ergibt sich eine ähnliche Gruppengröße beider Tracheotomietechniken im Verhältnis 56 % zu 44% zugunsten der *BTS*.

4.2 Datenerarbeitung

Anhand klinischer Daten sollte die Sicherheit einer bereits etablierten Tracheotomieform im Vergleich zu einer „neuen“ Tracheotomieform bewiesen werden. Die *BTS* ist in vielen Studien bereits als sichere Tracheotomieform belegt. Hier konnte 1983 mitunter durch die dänische Gruppe um Tommerup auch im *follow up* die Sicherheit des Verfahrens gezeigt werden. (47, 81) In unserer Klinik führen wir sowohl die *BTS* als auch seit einigen Jahren hinzukommend, die *VT* durch. Für die Lukrierung der Daten ist es wichtig, den Ablauf unserer Operationen und somit auch deren Dokumentation zu kennen. Nach Planung und Durchführung einer Operation erfolgt eine patientenspezifische digitale Kodierung der Diagnosen im Sinne eines *ICD-10 Codes (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme)* und hinsichtlich der Prozeduren eine Kodierung als *OPS Schlüssel*. (82, 83) Nach der Kodierung geben wir in unserer OP Maske als Freitext die genau durchgeführte Operation ins System ein. Es erfolgt eine anschließend automatisierte Erstellung eines Kurzprotokolls unseres EDV Systems MCC© der Firma Meierhofer AG. (84) Dieses Protokoll enthält nun die Daten: Patientennamen, Geburtsdatum, OP-Datum, Diagnosen und *ICD-10* Kodierungen, die *OPS* Prozedurenschlüssel, den oben erwähnten Freitext über die genau durchgeführte Operation und den Namen des Operateurs. Bei Dokumentation einer Tracheotomie wird üblicherweise der Wortlaut „Visiertracheotomie“ oder „Björktracheotomie“ zur Unterscheidung der plastischen Tracheotomieform in das OP Protokoll eingefügt. Dieser Umstand ermöglicht eine Datenlukrierung und die retrospektive Unterscheidung beider Tracheotomieformen in der Dokumentation. Im Anschluss an diesen Schritt wird ein OP Bericht diktiert, der nach Abschrift durch unseren Schreibdienst, manueller Korrektur und Freigabe durch den Operateur digital unveränderbar im System gespeichert wird. Bei im OP Protokoll fehlender Bezeichnung der Tracheotomieform wurde die angewandte Technik in dem OP Bericht nachvollzogen.

Nach der Idee zur Datenlukrierung forderten wir die, aus dem System gefilterten Patientendaten zwischen den Jahren 2012 und 2016 anhand der Kodierung *OPS 5-311* (temporäre Tracheotomie) und *OPS 5-312* (permanente *Tracheostomie*) an. Hier wurde eine Exceltabelle generiert, somit erhielten wir Namen, Fallnummer im System, Geburtsdatum, Durchführungsdatum, Beginn- und Enddatum des

stationären Aufenthalts, den *OPS* Schlüssel, die Anästhesieform (Lokalanästhesie versus Narkose) und das Patientenalter.

Dieses Excelsheet war der Beginn der digitalen Recherche, welche die Grundlage dieser Arbeit bildet. Anhand der Fallnummer wurde manuell jeder Patient und dessen expliziten Tracheotomie beinhaltenden stationären Aufenthalt im System aufgerufen und das bestehende Excelsheet um folgende Inhaltsspalten erweitert: Lokalisation der Tracheotomie (zwischen welchen Trachealspangen), Komplikation (Ja/Nein), Art_Kompl (Freitext), AB_periOP (Antibiose Ja/Nein), Verschluss (Ja/Nein), Tag Verschluss, perioperative Antibiose (Wirkstoff), Sonstiges, Einschluss in Studie (Ja/Nein) und Art_Eingriff (*VT/BTS*). Hier wurden sukzessive nach Fallaufruf über oben genannte Dokumentationstools primär im Operationsbericht zwischen *VT* und *BTS* unterschieden, um vorerst grob eine Abschätzung hinsichtlich der Anzahl der durchgeführten Tracheotomieformen zu treffen. Die Anzahl der durchgeführten *VT* im Zeitraum zwischen 2012 und 2015 betrug 109 Patienten, während im selben Zeitraum 139 Patienten mit der *BTS* tracheotomiert wurden.

5 Ergebnisse - Resultate

5.1 Beschreibung des Studienkollektivs

	Visiertracheotomie	Björktracheotomie	Alle, Gesamt, oÄ.
Gruppengröße, Anzahl, oÄ.	109 (44%)	139 (56%)	248 (100%)
Geschlecht			
männlich n(%)	76 (30,7%)	109 (43,9%)	185 (74,6%)
weiblich n(%)	33 (13,3%)	30 (12,1%)	65 (25,4%)
Alter			62,4 (+- 12,7 SD)

Tabelle 5 Beschreibung des Patientenkollektivs, der Geschlechterverteilung, durchgeführte Technik und Alter

Insgesamt wurden im Zeitraum 2012 bis 2015 in der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie des Mutterhauses der Borromäerinnen Trier Mitte 185 Männer und 63 Frauen tracheotomiert, in einem Verhältnis von 74,6 % zu 25,4 %. (siehe Tabelle 5 Beschreibung des Patientenkollektiv)

Die Geschlechterverteilung der einzelnen Techniken zeigte eine annähernd homogene Verteilung bei den weiblich tracheotomierten Patientinnen, hier wurden 33 Frauen mittels *VT* und 30 weibliche Patienten mittels *BTS* tracheotomiert. Bei den männlichen tracheotomierten Patienten war die *BTS* häufiger angewandt worden, in absoluten Prozent fielen hier 43,9 Prozent auf die *BTS*, 30,7 absolute Prozent entfielen auf die männlich mittels *VT* operierten. (siehe Tabelle 5 Beschreibung des Patientenkollektiv und Abbildung 12 graphische Darstellung der Verteilung der tracheotomierten Patienten bezogen auf Technik und Geschlecht)

Das Patientenalter war annähernd Gauß-verteilt (siehe Abbildung 13 graphische Darstellung der Altersverteilung), das minimale Alter lag bei 7 Jahren, das maximale Alter bei 92 Jahren, der Mittelwert lag über beide Geschlechter bei 62,4 (SD 12,7). (siehe Tabelle 5 Beschreibung des Patientenkollektiv)

Es lag bezogen auf das Alter der tracheotomierten Patienten über beide Geschlechter eine annähernd homogene Verteilung vor. In der Untersuchung zeigte sich ein Mittelwert von 60 Jahren bei den weiblichen und 63 Jahren bei den

männlichen behandelten Patienten. (siehe Abbildung 14 Boxplot der tracheotomierten Patienten bezogen auf Geschlecht und Alter)

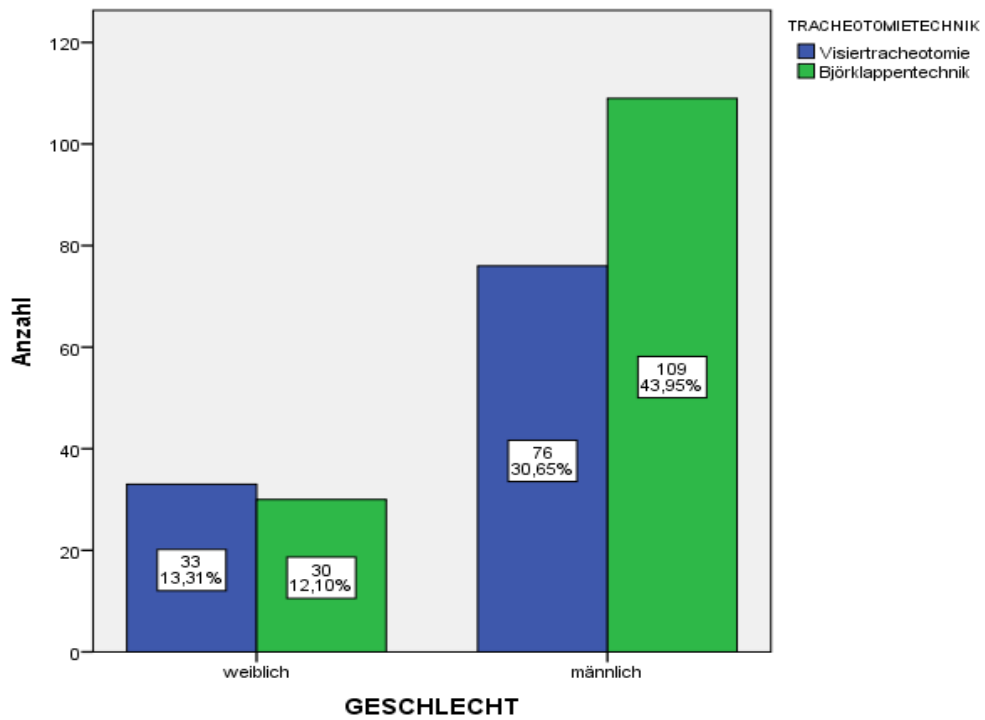


Abbildung 12 graphische Darstellung der Verteilung der tracheotomierten Patienten bezogen auf Technik und Geschlecht

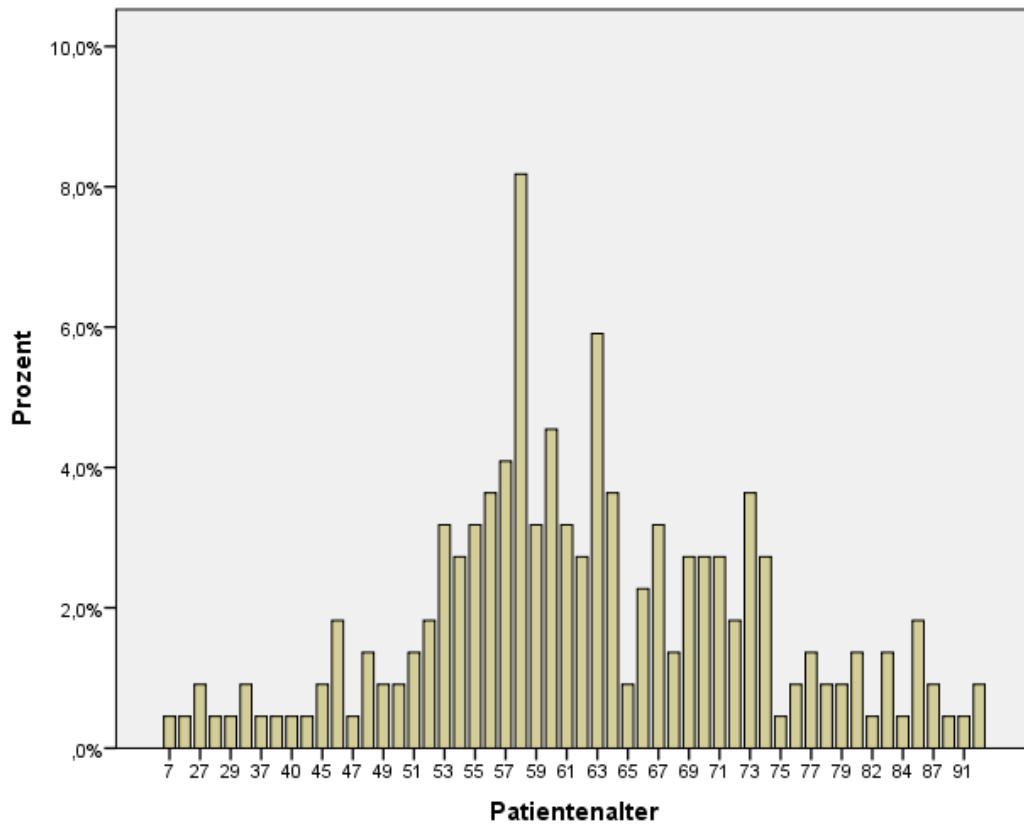


Abbildung 13 graphische Darstellung der Altersverteilung der im Zeitraum 2012-2015 tracheotomierten Patienten

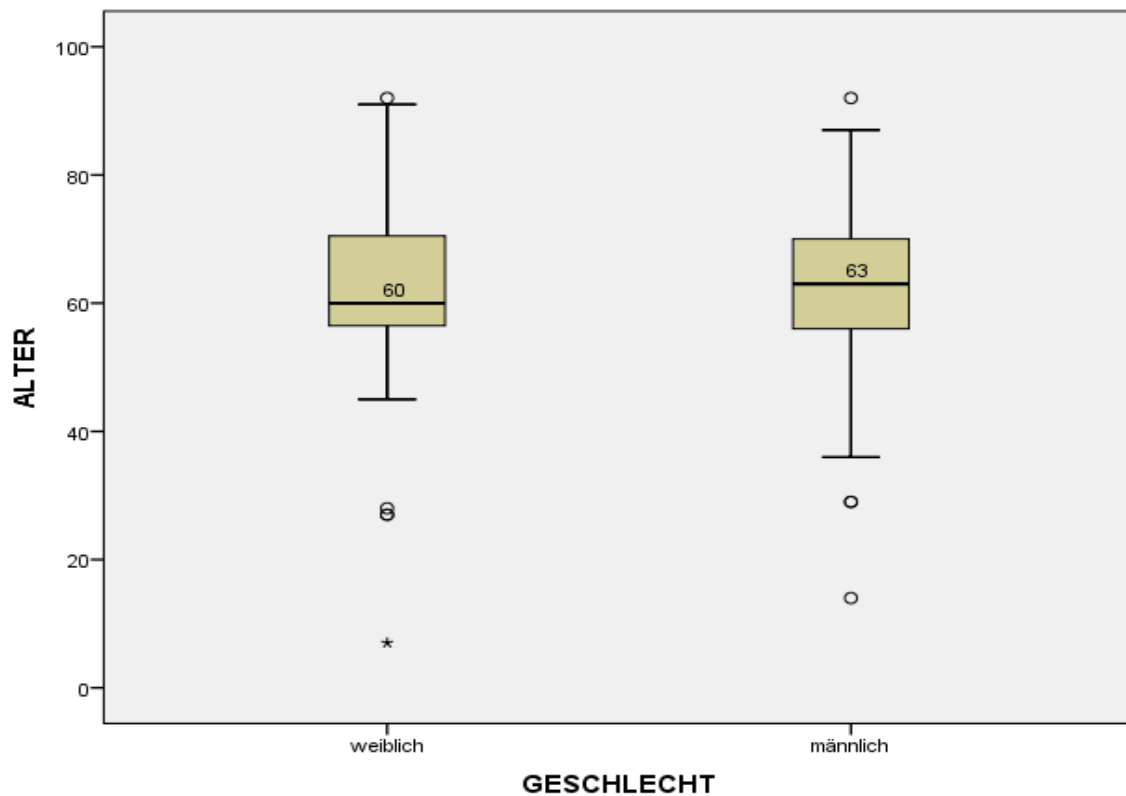


Abbildung 14 Boxplot der tracheotomierten Patienten bezogen auf Geschlecht und Alter

Im Verlauf wurden in den letzten Jahren in unserer Klinik bezogen auf die durchgeführten chirurgischen Tracheotomien in der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie des Mutterhauses der Borromäerinnen Trier Mitte, ein Zuwachs an durchgeführten VT und ein Rückgang der *BTS* verzeichnet. Beide Anwendungen standen im chronologisch indirekt proportionalen Zusammenhang. Während im Jahr 2012 7 Patienten mittels *VT* tracheotomiert wurden, stieg die Zahl der mittels *VT* tracheotomierten Patienten im Jahr 2013 auf 18, 2014 auf 22 und 2015 auf 44 Fälle an. Die *BTS* wurde 2012 39 Mal, 2013 bei 45 Patienten, 2014 52 Mal und 2015 nur mehr 16 Mal durchgeführt. (siehe Abbildung 15 graphische Darstellung der durchgeführten Tracheotomie-technik in den Jahren 2012-2015)

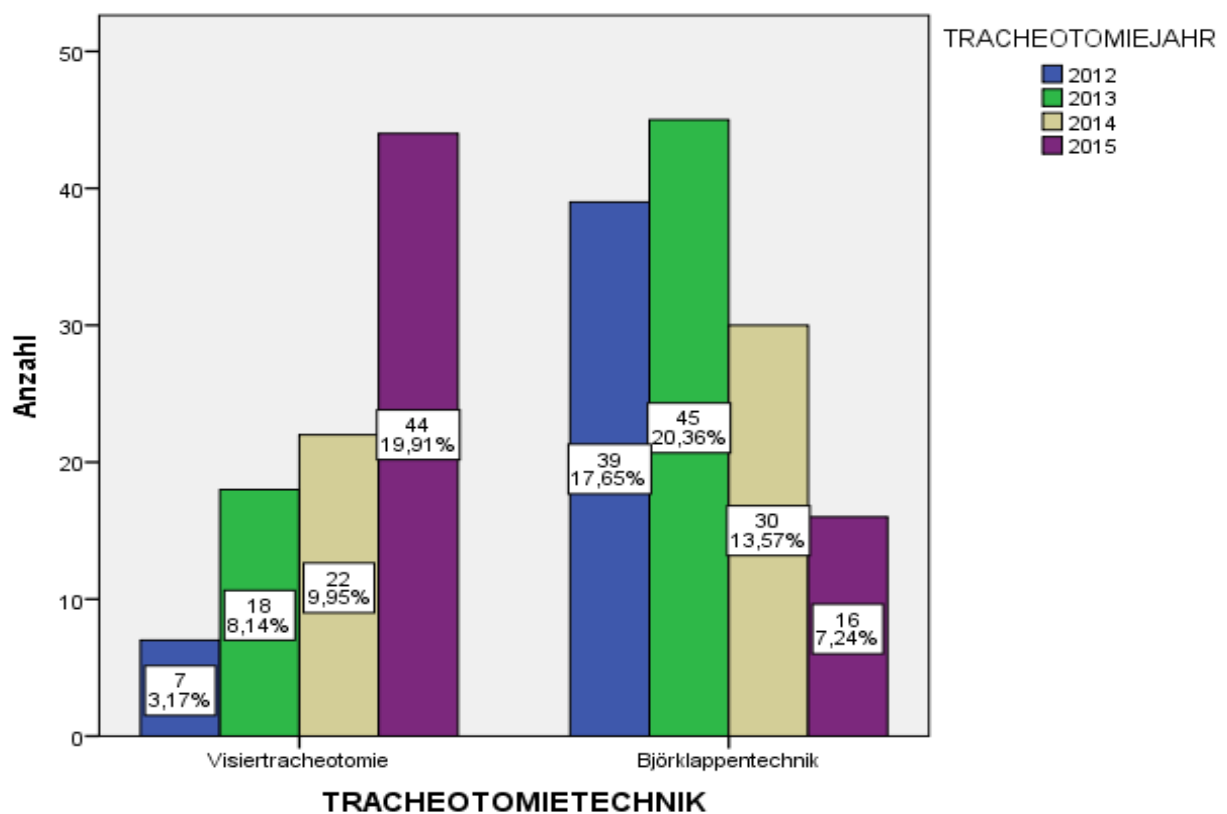


Abbildung 15 graphische Darstellung der durchgeführten Tracheotomie-technik in den Jahren 2012-2015

5.1.1 Komplikationen der Tracheotomieformen

Im Beobachtungszeitraum kam es beim Studienkollektiv von 248 Tracheotomierten zu insgesamt unter 10 Prozent perioperativ aufgetretener Komplikationen. Insgesamt 22 Studienteilnehmer erlitten über beide Tracheotomieformen postoperativ Operationsassoziierte Komplikationen. Bei den *VT* kam es postoperativ in 8,3% und bei den *BTS* in 9,4 % zum Auftreten einer Komplikation. (siehe Tabelle 6)

	<i>VT</i>	<i>BTS</i>	Alle, Gesamt, oÄ.
Komplikationen			
Ja	9 (8,3%)	13 (9,4%)	
Nein	98 (89,9%)	124 (89,2%)	
Komplikationsart			
Infektion	5 (22,73%)	4 (18,18%)	
Blutung	2 (9,09%)	0	
Emphysem	1 (4,55%)	1 (4,55%)	
Dehiszenz	1 (4,55%)	5 (22,73%)	
Trachealstenose	0	1 (4,55%)	
Fistel	0	1 (4,55%)	
Hämatom	0	1 (4,55%)	
Gesamt	9 (8,3%)	13 (9,4%)	22 (8,9%)

Tabelle 6 tabellarische Darstellung über Komplikation und Komplikationsart im Vergleich zwischen Visiertracheotomie und Björktracheotomie

Differenziert betrachtet kam es bei beiden Verfahren quantitativ insgesamt am häufigsten zu einer postoperativen Wundinfektion (VT 5 Fälle versus *BTS* 4 Fälle) mit den Kardinalsymptomen Rötung, Schwellung, lokaler Überwärmung und Pusexprimat. Diese bildeten sich ausnahmslos im Verlauf zurück. Auffallend bei der Auswertung war, dass postoperativ beim Vergleich beider Tracheotomieverfahren es bei der *BTS* auffallend oft zur Ausprägung einer Dehiszenz kam (VT 1 Fall versus *BTS* 5 Fälle). (siehe Tabelle 6 und Abbildung 16)

Zu Komplikationen wie zum Beispiel Tracheostomablutung (VT 2 Fall versus *BTS* 0 Fälle), Hautemphysem, Trachealstenose, tracheokutaner Fistel oder Hämatom kam es insgesamt seltener. (siehe Tabelle 6 tabellarische Darstellung über Komplikation und Komplikationsart im Vergleich zwischen Visiertracheotomie und Björklappentechnik)

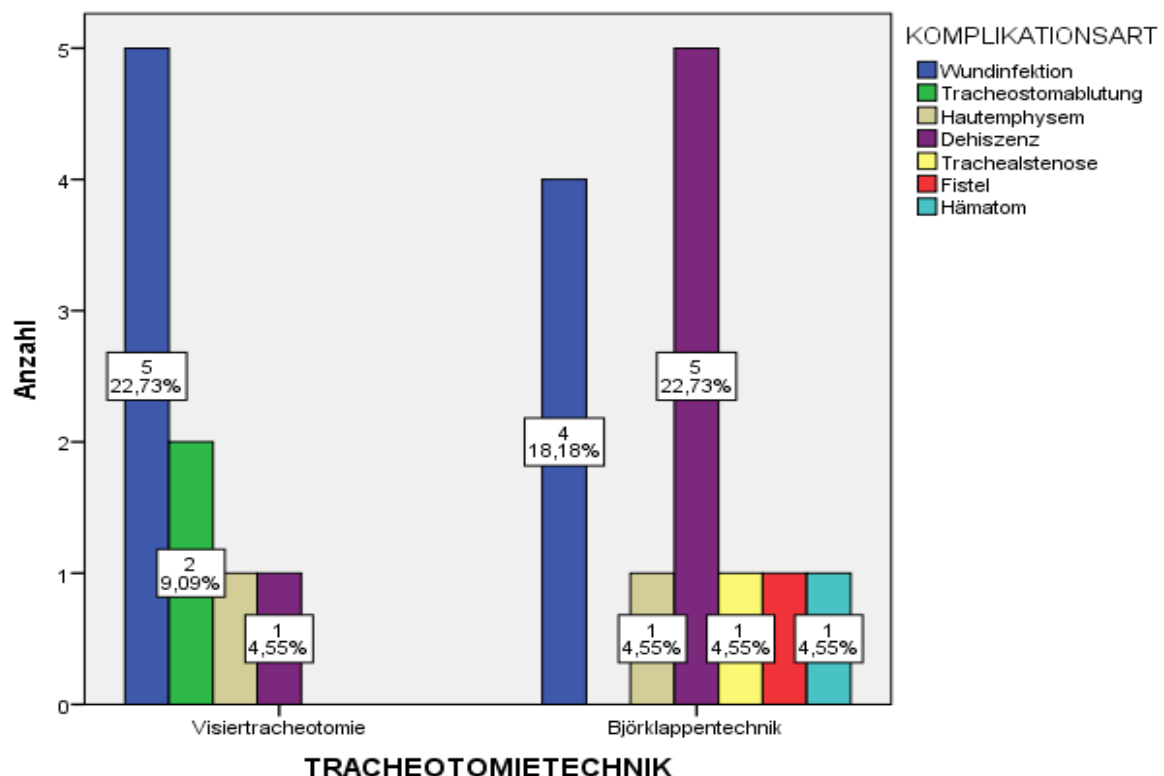


Abbildung 16 graphisch quantitative Auswertung der Komplikationsart und Häufigkeit bezogen auf die Tracheotomietechnik VT und *BTS*

5.1.2 Postoperativer Verlauf und Tracheostomaverschluss

Vor Auswertung der Daten wurde der Frage nachgegangen, ob sich die Wiederverschließbarkeit und die Anzahl der Verschlüsse der Tracheostoma unterschieden. Für uns relevant waren die Fälle, welche direkt innerhalb des ersten stationären Aufenthaltes, in welchem die Tracheotomie erfolgte, auch wieder verschlossen werden konnten. Nach Sichtung und Auswertung zeigte sich, dass insgesamt 50,8 Prozent der Patienten beider Tracheotomieformen im direkt stationären Verlauf einen Verschluss ihrer Tracheostoma erhielt. (siehe Tabelle 7 tabellarische Darstellung der Häufigkeit eines Tracheostomaverschlusses über beide Techniken differenziert innerhalb des stationären Aufenthaltes)

	<i>VT</i>	<i>BTS</i>	Alle, Gesamt, oÄ.
Tracheostomaverschluss			
Ja	74 (67,9%)	52 (37,4%)	126 (50,8%)
Nein	33 (30,3%)	85 (61,2%)	118 (47,6%)

Tabelle 7 tabellarische Darstellung der Häufigkeit eines Tracheostomaverschlusses über beide Techniken differenziert innerhalb des stationären Aufenthaltes

Im Vergleich beider Tracheotomieformen fiel auf, dass im Zuge einer angelegten Visiertracheotomie häufiger ein Verschluss durchgeführt wurde. Ein Wiederverschluss ist hier mit 67,9 Prozent aller angelegten Visiertracheotomien anzugeben, wohingegen bei der *BTS* in nur 37,4 Prozent wieder verschlossen wurde. (siehe Tabelle 7 tabellarische Darstellung der Häufigkeit eines Tracheostomaverschlusses über beide Techniken differenziert innerhalb des stationären Aufenthaltes)

5.1.3 Nebenfragestellung perioperative Antibiotikagabe

In den meisten Fällen wurden perioperativ (im Zeitraum 3 Tage vor OP bis 21 Tage danach) Antibiotika verabreicht, wobei bei gerade Tumoroperationen und Neck Dissektion, sowie mikrovaskulär gestielter Lappen zur Defektdeckung perioperativ häufig Antibiotikagaben notwendig sind. Die folgend angeführte Tabelle (siehe Tabelle 8 Aufschlüsselung der Wirkstoffe und perioperativer Antibiose) zeigt eine sehr breite antibiotische Abdeckung bei 83,9 Prozent aller tracheotomierten Patienten. Am häufigsten wurde Piperazillin/Tazobactam in insgesamt 57,2 Prozent aller Antibiotikagaben eingesetzt. (siehe Tabelle 8 Aufschlüsselung der Wirkstoffe und perioperativer Antibiose)

Festzustellen war, dass ausnahmslos alle 22 komplikativ verlaufenen Tracheotomie Patienten antibiotisch abgedeckt waren.

	Häufigkeit n	Prozent	Gültige Prozepte	Kumulierte Prozepte
Gültig Ceftriaxon	29	11,7	13,9	13,9
Clindamycin	43	17,3	20,7	34,6
Piperazillin/Tazobactam	119	48,0	57,2	91,8
Cefuroxim	6	2,4	2,9	94,7
Levofloxacin	1	,4	,5	95,2
Ampicillin/Sulbactam	5	2,0	2,4	97,6
Meropenem	4	1,6	1,9	99,5
Ciprofloxacin	1	,4	,5	100,0
Gesamt	208	83,9	100,0	
Gesamt	248	100,0		

Tabelle 8 Aufschlüsselung der Wirkstoffe und perioperativer Antibiose bei den tracheotomierten Patienten

5.1.4 Nebenfragestellung Höhe der Tracheotomie

Auch wenn retrospektiv bei 50 Patienten anhand der Operationsdokumentation nicht die genaue Lage der angewandten Tracheotomie, also zwischen welchen Trachealspangen die Trachea inzidiert wurde, nachvollziehbar war, ist dennoch ein Trend zu beobachten. Am häufigsten (81,9 Prozent) erfolgte der Zugang zur Trachea über beide Techniken, zwischen 2. und 3. Trachealspange. Mit 81,9 Prozent wurde hier vor 14,6 Prozent zwischen 1. und 2. Trachealknorpel und 3,5 Prozent zwischen 3. und 4. Trachealknorpel, das interkartilaginäre Bindegewebe inzidiert. (siehe Tabelle 9 tabellarische Darstellung über Eröffnungshöhe der Trachea bei den durchgeführten Tracheotomien (VT und BTS))

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
zwischen 1. und 2. Trachealspange	29	11,6	14,6	14,6
zwischen 2. und 3. Trachealspange	163	65,5	81,9	96,5
zwischen 3. und 4. Trachealspange	7	2,8	3,5	100,0
Gesamt	199	79,9	100,0	
Gesamt	249	100,0		

Tabelle 9 tabellarische Darstellung über Eröffnungshöhe der Trachea bei den durchgeführten Tracheotomien (VT und BTS)

5.2 Explorative Analyse der Fragestellungen

5.2.1 Primäre Zielparameter

Als Hauptfragestellung galt in dieser Arbeit, ob bei *VT* im Vergleich zur *BTS* postoperativ mehr oder weniger Komplikationen auftraten. Hinsichtlich unserer explorativen Fragestellung war primär die Wahl des geeigneten Tests notwendig. Als abhängige kategoriale Variable wollten wir den Zusammenhang der Art der Tracheotomie (also 1=*VT* oder 2=*BTS*) mit einer Covariablen (Komplikation 1/0=JA/NEIN), und als adjuvante Variable die Hospitalisierungsdauer (fortlaufend=stetig Tage [1;522]) statistisch ermitteln. Als geeignetes Testverfahren wählten wir die Logistische Regression.

Bei 218 in die rechnerische Analyse einbezogenen Patienten, ergaben sich bei abhängiger Variable Komplikation auf die unabhängige Variable Tracheotomietechnik ein Regressionskoeffizient B von 0,458 bei einer Signifikanz von 0,373. Dies bedeutet von interpretativer Seite, dass bei einem Signifikanzniveau von 0,05 kein wahrscheinlicher Zusammenhang zwischen gewählter Technik und dem Auftreten einer postoperativen Komplikation besteht. Dies bedeutet, dass wir die Sicherheit der *VT* und der *BTS* in unserer statistischen Analyse als etwa gleich sicher betrachten können.

5.2.2 Sekundäre Zielparameter

Als Nebenthese galt eine gleichartige Wiederverschließbarkeit beider Tracheotomieformen. Zu eruieren war es, in welchem Zusammenhang die Tracheotomietechnik mit dem Wiederverschluss des Tracheostomas innerhalb eines stationären Aufenthalts stand. Hierbei handelt es sich um zwei kategoriale (binomiale) Variablen, welche unverbunden sind. Da die Fallzahl größer als 60 war, wurde dafür der Chi-Quadrat Test gewählt. Als Nullhypothese galt, dass die Wiederverschließbarkeit beider Verfahren gleich ist.

Es konnte ein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen Technik und dem Wiederverschluss gezeigt werden ($p=0.000$). Hiermit kann die Nullhypothese verworfen werden, der Verschluss ist in beiden Verfahren nicht gleich und ein Vorteil kann anhand der Verteilung der Visiertracheotomie zugesprochen werden. In anderen Worten nehmen wir anhand unseres Rechenmodells eine leichtere Wiederverschließbarkeit der Visiertracheotomie an und konnten dies mittels oben genannter Analyse rechnerisch beweisen.

6 Diskussion

6.1 Ergebnisdiskussion

Als Untersuchungsdesign zur Verarbeitung der Daten diente uns die retrospektive klinische Kohortenstudie. Insgesamt wurden Fälle analysiert, die zwischen Anfang 2012 und Ende 2015 einer Visiertracheotomie *VT* oder einer Björktracheotomie *BTS* unterzogen wurden. In den allermeisten Fällen handelte es sich um eine Tracheotomie im Zuge einer großen Kopf-Hals Tumoroperation. Auch in traumatologischen Fällen der *MKG* wie zum Beispiel bei einer Reposition und Osteosynthesenanbringung bei LeFort Fraktur Grad III beidseits, wurde eine Tracheotomie zur passageren Sicherstellung des Atemweges durchgeführt. In selteneren Fällen wurde bei Langzeitbeatmung konsiliarisch eine Tracheotomie durchgeführt. Noch seltenerer wurden Patienten einer Tracheotomie unterzogen, wo bei entzündlicher Atemwegsverlegung im Oropharynx oder Larynx passager eine Atemwegssicherung notwendig war.

Hierzu konnten wir im Zeitraum von 4 Jahren retrospektiv eine solide Fallzahl generieren. Insgesamt wurden 248 Patienten, welche entweder mittels *BTS* oder *VT* tracheotomiert wurden, in die Untersuchung eingeschlossen. Eine Schwäche hierbei ist das retrospektive Studiendesign, welches gewisse Rückschlüsse bei fehlender oder inadäquater Dokumentation nicht mehr zulässt. Die Kernfragen dieser Arbeit waren aus den bestehenden Fällen jedoch gut zu beantworten.

Einschluss und Ausschlusskriterium waren primär die Selektion nach *OPS* Prozedur 5-311 und 5-312 (=passagere und permanente Tracheotomie) und orientierte sich bei den 324 Tracheotomiefällen zwischen 2012 und 2015 an der vermerkten Technik im Operations – Dokumentationssystem. Wir unterschieden hier zwischen Björktracheotomie und Visiertracheotomie, addiert erhielten wir nach *OPS* Kodierungssuche insgesamt 324 tracheotomierte, nach Ausschluss 109 *VT* versus 139 *BTS*. Ausgeschlossen wurden aus der Erstlistung insgesamt 76 Personen, also 23,5 Prozent des vorselektierten Patientenlientels. Gründe für einen Ausschluss waren nicht nachvollziehbarer Fall (44,29%), im Untersuchungszeitraum Verstorben (28,6%), totale oder partielle Laryngektomie (20%), Suizid (2,9%) und Patienten

welche mittels einer anderen Technik als *BTS* oder *VT* tracheotomiert worden waren (4,29%).

Im Vergleich zu unserer Referenzstudie von Probst et al. konnte in dieser Arbeit mit einer mehr als zweifach größeren Studienpopulation, über einen viermal so langen Beobachtungszeitraum gearbeitet werden. (9) Bei den durchgeführten Laryngoskopien von Probst et al. konnten auch später postoperativ aufgetretene Komplikationen wie zum Beispiel Trachealstenosen untersucht werden, wozu wir aufgrund nicht durchgeführter Nachbeobachtung nicht in der Lage sind.

Die zwei Vergleichsgruppen unserer Studie, bestehend aus 109 *VT* und 139 *BTS* sind bei beinahe gleich großer Gruppenpopulation statistisch gut verteilt. Unsere 248 Probanden sind im Vergleich zu Studien ähnlicher Fragestellungen als quantitativ gutes Mittelmaß zu sehen. Andere Studien haben in ihren Untersuchungen ähnliche Fallzahlen wie zum Beispiel Fiorini et al. 304 Patienten (85), Oreadi et al. 192 Patienten (86) und 213 Patienten bei Bowen et al. (87) in ihre Untersuchungen einbezogen.

Die Geschlechterverteilung unserer Tracheotomierten ergab insgesamt ein Verhältnis Männer zu Frauen 74:26 %, annähernd ein 3:1 Verhältnis. Dies lässt sich insofern erklären, als wir am häufigsten im Zuge einer Tumoroperation tracheotomierten und sich die Inzidenz von Kopf-Hals Tumoren geschlechterspezifisch unterscheidet. In der Literatur in unterschiedlichen Quellen wurde eine ähnliche Inzidenzverteilung der Geschlechter beim Auftreten von Kopf-Halskarzinomen angegeben. Halmos et al. führten in ihrer Studie der in den Niederlanden zwischen 2010 und 2014 an Kopf-Halskarzinomen erkrankten Patienten eine prozentuelle Verteilung von 67:33 zwischen Männern zu Frauen an. (88) Die epidemiologischen Trends in den USA bei der Inzidenz von Kopf-Halskarzinomen im Zeitraum von 2002 bis 2014 wurden von Mourad et al. untersucht und mit einem Verhältnis Männer zu Frauen von 70,3:29,7 Prozent angegeben, was mit unserer Untersuchung ebenfalls korreliert. (89) In der Studie von Tataru et al. ist beim Larynxkarzinom ein Verhältnis von Erkrankungsfällen Männer zu Frauen im Verhältnis von bis zu 6:1 beschrieben, Mundhöhlenkarzinome traten im Verhältnis 2:1 auf. (90) In unserer Untersuchung kam es zu keiner statistischen Zunahme der Tracheotomien über den Untersuchungszeitraum (N=45, 2012; N=63, 2013; N=52, 2014; N=60, 2015).

Es zeigte sich in unserer Auswertung, dass wir bei der Technik die weiblichen Patienten gleich häufig mit *VT* wie mit *BTS* tracheotomierten. Bei den Männern wurde die *BTS* häufiger angewandt. Am ehesten ist dies dadurch zu erklären, dass Männer häufig einen höheren BMI haben (91) und man deshalb bei volumenvergrößertem Subkutanfettgewebe sicherheitsbedingt eine „Rutschbahn“ in die Trachea schaffen will und deshalb hier die *BTS* zu favorisieren ist. Damit verhindert man das Entstehen einer *via falsa*. (10) Eine weitere Erklärung wäre, dass man bei Männern aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Kopf-Hals Tumoren häufiger eine permanente *Tracheostomie* anlegt und wir deshalb öfter die *BTS* verwendeten.

Das Durchschnittsalter der tracheotomierten Patienten bei annähernder Normalverteilung lag bei 62 Jahren (SD +-12,67), der jüngste Patient war 7 Jahre und der älteste 92 Jahre alt. Tataru et al. kamen in ihrer Studie zur Altersverteilung von Kopf-Halsmalignomen zu einem Erkrankungsgipfel zwischen 45 und 64 beim Oropharynxkarzinom und einem Erkrankungsgipfel über 65 Jahren bei anderen Kopf-Hals- Tumoren, was auch unserer Altersverteilung nahekommt. (90)

Bei unseren durchgeführten Tracheotomien ist die häufigste Zugangshöhe zur Trachea zwischen dem 2. und 3. Trachealknorpel (81,9%). Das bedeutet, dass aufgrund der Zugangshöhe zumeist der Schilddrüsenisthmus durchtrennt und ligiert werden muss. Dies hat den Vorteil, dass es dadurch postoperativ zu weniger Nachblutungen kommt. (8, 10) Zusätzlich ist das Risiko einer subglottischen Trachealstenose ohne Affektion des Ringknorpels niedriger, weshalb auch Stenosen bei Anwendungen wie der *PDT* quantitativ häufiger vorkommen. (92) In anatomischen Ausnahmefällen, in unserem Fall in 14,6 % der Tracheotomien wird zwischen 1. und 2. Trachealspange tracheotomiert. Dies kann der Fall sein, wenn man bewusst den Isthmus schonen will, oder zum Beispiel der Larynx sehr tief nach intrathorakal eintaucht. (10) Auch kann man diesen höheren Zugangsweg schaffen, wenn der Truncus brachiocephalicus sehr hoch aufsteigt und ein postoperatives Arrosionsrisiko mit Blutungsrisiko geschaffen würde. In diesen Fällen würde man als Mittel der Wahl eine *BTS* verwenden um eine sichere Gewebebrücke zu schaffen.(10) Ein tiefer Zugang zwischen 3. und 4. Trachealspange ist insgesamt selten, in unserer Studie in 3,5 % der Fälle.

In unseren Daten zeichnete sich ein Trend ab, nämlich dass die *VT* in den Jahren 2012 bis 2015 von ursprünglich 3,2 Prozent der Fälle in 20 Prozent der absoluten Fälle angewandt wurde, wohingegen die *BTS* 2015 einen Rückgang von 20,4 Prozent in nur mehr 7 Prozent der absoluten Fälle angewandt wurde.

In unserer Abteilung stieg die Zahl der durchgeführten *VT* also kontinuierlich zwischen 2012 und 2015 an, während wir die *BTS* in abnehmender Zahl durchführten. Als Grund hierfür ist erstmal die Einführung der Technik in unserer Abteilung zu nennen. Unsere Operateure mussten von der bekannten *BTS* langsam Abstand nehmen und als „Standard“ die *VT* einführen, weshalb dieser Trend hierdurch teilweise erklärbar ist. Ein komplettes Ablösen der *BTS* sehen wir als unwahrscheinlich. Die *BTS* behält wie oben genannt, bei adipösen Patienten, großen Strumae oder Personen mit anatomischen Varianten zum Beispiel einem hochstehenden Truncus brachiocephalicus oder bei bewusstem Erhalt des Schilddrüsenisthmus, ihren Vorteil. (10, 20)

Ein plastischer Wiederverschluss der angelegten Tracheotomien erfolgte in insgesamt 51,6 Prozent der Fälle innerhalb desselben stationären Aufenthalts. Zumeist handelt es sich hierbei um Patienten, welche nach einer onkologischen Operation im Kopf-Hals Bereich nach vorhandenem sicherem Atemweg und sicherem Kostenaufbau ohne Aspiration, keine Tracheotomie mehr benötigten. Es zeigte sich in der Auswertung ein Wiederverschluss der *BTS* in 38 Prozent der Fälle, wohingegen 69 Prozent der *VT* primär wiederverschlossen werden konnte. Das kann daran liegen, dass geplant temporäre Tracheotomien direkt mittels *VT* tracheotomiert wurden, um postoperativ den Wiederverschluss zu erleichtern. Ebenfalls ist anzunehmen, dass bei primär als permanente *Tracheostomien* angelegte, eher mittels *BTS* tracheotomiert werden um ein langfristig erwiesenes „sicheres“ Tracheostoma zu erhalten. (16, 20, 93) Nachteilig zum Wiederverschluss der *BTS* wird zum einen die Devaskularisation der durchtrennten Trachealspangen zur Schaffung des Björk-Läppchens und zum zweiten die konsekutive Degradierung dieses und damit Gefahr der Entstehung einer Trachealstenose. (9, 10)

Die perioperative Antibiotikaabdeckung war in unserem Fall mit 83,9 Prozent aller tracheotomierten Patienten anzugeben. Dieser hohe Anteil resultiert aus der Studienlage, die postoperative Wundinfektionen als gehäuft bei großen

Tumoroperationen ohne antibiotische Abdeckung nachgewiesen haben. (94, 95) Bisher konnte jedoch noch kein kausaler Zusammenhang zwischen Rauchen, präoperative Radiotherapie oder Chemotherapie, präoperative Hospitalisierungsdauer, Operationsdauer und Anzahl an erhaltenen Bluttransfusionen sowie Ausprägung einer Wundinfektion gefunden werden. (94, 95) Einige Autoren sind der Meinung, dass zum Beispiel Clindamycin bei Penicillinallergikern sogar zu einer quantitativen Erhöhung der postoperativen Wundinfektionen führt und empfehlen die Gabe von Cefuroxim. (96) Leitliniengerechte Therapie bei oropharyngealen Karzinomen wäre eine Kombination aus 1. oder 2. Generation eines Cephalosporin gegen gramnegative und grampositive Bakterien und Metronidazol, um damit auch die Anaerobier antibiotisch zu erfassen. (96, 97) In unserem Fall wurden 20,7 Prozent der Patienten mit Clindamycin perioperativ antibiotisch abgedeckt. Cefuroxim und Ceftriaxon als 2. und 3. Generation der Cephalosporine (98) mit breitem Wirkspektrum kamen bei insgesamt 17 Prozent der Operationen zum Einsatz. Am häufigsten erfolgte eine perioperative Abdeckung mit Piperazillin/Tazobactam (in 57,2 Prozent), diese wirkstoffkombinierte Arznei ist aufgrund seiner Wirksamkeit im Grampositiven/Gramnegativen, als auch im Bereich der Anaerobier und Verhinderung der Resistenzbildung wirksam. Insgesamt hatten alle komplikativ verlaufenen Tracheotomien (Wundinfektion, Dehiszenz, Blutung, Trachealstenose, Fistel, Hämatom) perioperative Antibiotikagaben erhalten, was die These offenlässt, ob eine perioperative Antibiotikagabe einen Einfluss auf die Entwicklung einer postoperativen Wundinfektion am Tracheostoma hat.

6.2 Diskussion der Hypothesen

6.2.1 Die klinische Sicherheit der Visiertracheotomie

In der Studiendauer von 4 Jahren lag in unserer Untersuchung, die Komplikationsrate der *VT* und der *BTS* unter 10 Prozent (8,4 % *VT* versus 9,5 % *BTS*), weshalb die *VT* als chirurgisch sicher anzusehen sind. Die *BTS* wird in diversen Studien konsensuell als sichere Methode belegt. (2-8, 56)

Nach der Meinung von Probst et al. handelt es sich bei der *VT* ebenfalls um ein sicheres Verfahren und besticht von Seiten der Wiederverschließbarkeit und hinsichtlich des Auftretens postoperativer subglottischer Trachealstenosen. Dies liegt in primärer Wundheilung und fehlender Spangennekrosen begründet. (9)

Wir konnten die Sicherheit der *VT* im Vergleich zur bewährten *BTS* hinsichtlich des Auftretens postoperativer Komplikationen statistisch mittels logistischer Regression belegen. Hier ergab sich kein statistischer Zusammenhang zwischen angewandter Technik (*VT* versus *BTS*) und Auftreten einer Komplikation, was bedeutet, dass ein Vorteil eines der beiden Verfahren hinsichtlich der Entwicklung einer Komplikation nicht anzunehmen ist. Das häufigere Auftreten von zum Beispiel Dehiszenz bei der *BTS* ist aufgrund der häufigen Degeneration des angelegten Lappchens aus der Trachea mangels Perfusion nachvollziehbar und logisch.(10) Schwerwiegendere Komplikationen blieben aus, Tracheotomie assoziierte Tode waren in unserem Beobachtungszeitraum keine aufgetreten. In einer großangelegten Studie von Klemm et al. war hinsichtlich der durchgeführten Tracheotomien ein Risiko von 0,62 Prozent Tracheotomie assoziierter Mortalität beschrieben. (7)

Betrachtet man die Arten der Komplikation über die Techniken differenziert, zeigt sich, dass eine Wundinfektion bei beiden Techniken beinahe gleich häufig war (*VT* 4 versus *BTS* 5). Ebenso beim postoperativen Hautemphysem war die Häufigkeit unter beiden Techniken gleich (*VT* 1 versus *BTS* 1). Hieraus ergibt sich also aus unserer Beobachtung kein Vorteil bei Anwendung der Visiertracheotomie. Allerdings wäre eine differenziertere Betrachtung in Form einer prospektiven Untersuchung angezeigt. Es zeigten sich auch Komplikationen, die nur bei einer Technik aufgetreten waren. Bei der *VT*, traten isoliert zwei Tracheostomablutungen auf, diese kamen bei der *BTS* in unseren Fällen nicht vor, wohingegen in der Literatur in gleicher Anzahl Tracheostomablutungen bei *BTS* beschrieben sind, hier zum Beispiel

bei Freiburg-Hoffmeister et al. In ihrer Studie traten ebenfalls Dislokation des Tubus, Emphyse und Weichteilinfektionen auf. (99) Eine Trachealstenose (*VT* 0 versus *BTS* 1) und eine tracheokutane Fistel nach Wiederverschluss traten innerhalb unserer Beobachtung bei der *BTS* isoliert auf. Diese Beobachtung ist aufgrund des retrospektiven Studiendesigns und der Dokumentationsdichte der Patientenakten nicht als sicher anzusehen. Diese Komplikation ist als Komplikation des Tracheostomaverschlusses und nicht der Tracheotomie zu sehen.

Die Häufigkeit einer Wunddehiszenz war bei der *BTS* auffallend hoch (*VT* 0 versus *BTS* 5), während sie bei der Visiertracheotomie im Untersuchungszeitraum nicht auftrat. Für uns erklärt sich das über den Umstand, dass häufig das *kaudal* gestielte tracheale Fenster degeneriert und unter bestehender Spannung abreißt, das kann bei der Visiertracheotomie in niedrigerem Risiko auftreten. Hierbei kann aber auch eine größere Spannung bei adipösem Hals und deshalb angelegter *BTS* dafür verantwortlich sein, dass es zu einem Ausreißen der tracheokutanen Anastomose kommt. Insgesamt sehen wir hinsichtlich des Auftretens von postoperativen Dehiszenzen einen Vorteil der *VT* gegenüber der *BTS*. Auch dies muss insofern kritisch gesehen werden, als es präoperativ zu einer Selektionsbias kommt, weil bei adipösen Patienten und bei Re-Trachotomien die *BTS* als Methode der Wahl eingesetzt wird.

6.2.2 Der Wiederverschluss der Visiertracheotomie

Anhand der aufgezeigten Testung nach dem Chi Quadrat Test kann ein Vorteil des Wiederverschlusses bei der Technik Visiertracheotomie gezeigt werden. Das deckt sich mit unseren Erfahrungen und ebenso mit den Erfahrungen von Probst et al. (9, 10)

Nicht nur die chirurgische Durchführung des Wiederverschluss bei erhaltenen Trachealspangen und spannungsfreier Readaptation kann hier als Vorteil genannt werden. (10) Das Auftreten von postoperativen Trachealstenosen bei der *VT* erscheint uns aufgrund der minimierten Degeneration von Trachealgewebe durch Kappung der Vaskularisation des gebildeten trachealen Läppchens bei der *BTS im Falle der VT* unwahrscheinlicher. Diese Annahme bedarf allerdings weiterführender prospektiv angelegter Studien. Es erscheint logisch, dass bei primär minimalinvasiverem Vorgehen, wie es ja bei der Schonung von trachealem Knorpel

und Erhalt der circumferenten Blutversorgung der Fall ist, im Anschluss weniger Probleme bei Verschluss des Tracheostomas, auftreten.

6.3 Resümee

6.3.1 Die Sicherheit der Björktracheotomie *BTS*

Die Sicherheit der *BTS* ist in vielen klinischen Studien belegt. (2-6, 8, 56) Mitunter ein Grund ist die einfache postoperative Handhabung und auch die Möglichkeit der Nutzung als passagere Tracheotomieform. Insgesamt handelt es sich um ein etabliertes Verfahren mit breitem Indikationsspektrum. In den vorliegenden Studien liegt eine starke Streuung der Angabe über das postoperative Auftreten von Komplikationen vor. Hier sind Komplikationsraten zwischen 2,7 Prozent und 40 Prozent beschrieben. Auch die aufgetretene Schwere der Komplikationen zeigt studienabhängige Unterschiede. Die meisten Studien zeigten eine postoperative Komplikationsrate bei chirurgisch angelegten Tracheotomien um 10 Prozent und wiesen kein Auftreten von Tracheotomie assoziierter Tode nach. (2-6, 8) Eine groß angelegte epidemiologische Studie von Klemm et al. kam jedoch zum Schluss, dass in 0.62% der Patienten nach chirurgischer Tracheostomaanlage (bei 25056 Patienten) vor allem durch Blutungen und einer *via falsa* zu Tode kommen. (7)

Der Wiederverschluss der *BTS* ist unter anderem durch Hammarfjord et al. als sicher belegt. (5) Wir teilen diese Erfahrungen und kommen in unserer Studie zu demselben Ergebnis, erfreulicherweise konnten wir keine Tracheotomie assoziierten Tode nachweisen. Die *BTS* ist als sichere Tracheotomieform im Zuge von zum Beispiel großen Tumoroperationen anzusehen, welche zumeist komplikationslos wiederverschlossen werden, kann.

6.3.2 Erfahrungen mit der Visiertracheotomie

Innerhalb der letzten etwa 8 Jahre nimmt die Durchführung der *VT* in unserer Abteilung sukzessive im Vergleich zur *BTS* zu. Vor allem im Zuge großer Tumoroperationen im Kopf- Halsbereich hat sich diese Technik auch hinsichtlich ihrer Wiederverschließbarkeit bewährt. Die *BTS* wird jedoch immer wieder angewandt. Vor allem bei adipösen Patienten mit tiefen Tracheostomakanälen kann die *BTS* zum Schutz vor einer *via falsa* und einem instabilen Tracheostomakanal eingesetzt werden. Auch bei der Anlage von permanenten Tracheostoma sollte der Operateur die Anwendung einer *BTS* erwägen. (10) Der Vorteil der *VT* ist als interkartilaginäre

und knorpelerhaltende Technik vorwiegend die Schonung der Trachealspangen. Wir wissen aus der Physiologie, dass die Trachealspangen aus einem circumferenten Gefäßnetz ernährt werden. (40) Nach dem Prinzip *so wenig wie möglich aber so viel wie nötig*, ist die VT in ihrer Technik hinsichtlich der Schonung des physiologischen Gewebes als plastische Tracheotomieform in unseren Augen bei schlanken Patienten ungeschlagen. Sie ist sowohl als permanente als auch als passagere Tracheotomieform nutzbar und ermöglicht dem Tracheostoma eine primäre Wundheilung, wohingegen der Tracheallappen der BTS sekundär einheilt und häufig nekrotisiert. Dieser Nachteil ist bei der perkutanen *Dilatationstracheotomie* ebenfalls zu nennen, hier kommt es durch die radiäre Krafteinwirkung der Dilatatoren oft zu Spangennekrosen und Fehler Orts eingeeiltem Gewebe, was im Verlauf das Risiko einer Trachealstenose birgt. (9) Beim Wiederverschluss fehlt bei der BTS oft der *kaudal* gestielte Lappen oder degeneriert nach Einnaht, was eine Trachealstenose im Verlauf möglich und wahrscheinlicher macht, als ein Visier das frei readaptiert werden kann und durch die erhaltenen Trachealspangen in ihrem bindegewebigen „Bett“ eine nochmalige primäre Einheilung möglich macht. Die Sicherheit der VT konnten wir nach unserer Meinung in dieser Arbeit belegen. Der von Probst et al. (9) in ihrer Studie von 2004 geforderte höhere Patientenzahl konnten wir in dieser Arbeit mit 109 Visiertracheotomiefällen nachkommen, auch die Beobachtungsdauer von 4 Jahren überschreitet die einjährige klinische Studiendauer der Kollegen. Im Studiensetting ist unsere Untersuchung aufgrund der unterschiedlichen Beobachtungsdauer und der nicht im *follow up* Laryngo-tracheoskopierte Patienten, mit Sicherheit hinsichtlich der aufgetretenen Stenosen weniger aussagekräftig.

6.4 Ausblick

Wir empfehlen weiterführende Untersuchungen zum Beispiel im Sinne einer prospektiv angelegten Studie hinsichtlich der Sicherheit und Wiederverschließbarkeit der VT und dem Auftreten postoperativer Trachealstenosen. Insgesamt ist bei der VT von einem sicheren und einfachen Tracheotomieverfahren zu sprechen, das zunehmend auch in anderen Kliniken Einzug hält und langsam aber doch die BTS in vielen Indikationen ablösen wird. Ein *follow up* der posttherapeutischen Trachealstenosen nach Tracheostomaverschluss ist in weiterführenden Studien zu empfehlen.

7 Literaturverzeichnis

1. Bjork VO, Engstrom CG. The treatment of ventilatory insufficiency after pulmonary resection with tracheostomy and prolonged artificial ventilation. *The Journal of thoracic surgery*. 1955;30(3):356-67.
2. Goldenberg D, Ari EG, Golz A, Danino J, Netzer A, Joachims HZ. Tracheotomy Complications: A Retrospective Study of 1130 Cases. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2000;123(4):495-500.
3. Malata CM, Foo IT, Simpson KH, Batchelor AG. An audit of Björk flap tracheostomies in head and neck plastic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1996;34(1):42-6.
4. Halfpenny W, McGurk M. Analysis of tracheostomy-associated morbidity after operations for head and neck cancer. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 38(5):509-12.
5. Hammarfjord O, Chee N, Norton J, Stassen LFA. Tracheostomies for oral and maxillofacial oncology operations: a retrospective study of 125 cases of early primary closure of the tracheostomy site. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 51(6):e95.
6. Castling B, Telfer M, Avery BS. Complications of tracheostomy in major head and neck cancer surgery; a retrospective study of 60 consecutive cases. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 32(1):3-5.
7. Klemm E, Nowak AK. Tracheotomy-Related Deaths. *Deutsches Arzteblatt international*. 2017;114(16):273-9.
8. Haspel AC, Coviello VF, Stevens M. Retrospective study of tracheostomy indications and perioperative complications on oral and maxillofacial surgery service. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2012;70(4):890-5.
9. Probst G, Dubiel S, Deitmer T. Die knorpelerhaltende interkartilaginäre Visiertracheotomie. Mitteilung erster Erfahrungen mit einem alternativen, schonenden, konservativen Operationsverfahren. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2004;83(07):461-5.
10. Schneider-Stickler B, Kress P. *Tracheotomie und Tracheostomaversorgung*: Springer; 2018.
11. Löwenthal SS, W. Die Tracheostomie [cited 2017]. Available from: <http://www.chirurgie-ffm-hoechst.de/chirurgischeklinik/spezialitäten/endoskopie/tracheostomie.htm>.
12. Bartels H, Bogdanski R. Tracheotomie, Tracheostomie. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2011;90(12):766-83.
13. Boyd A. Chevalier Jackson: The Father of American Bronchoesophagoscopy. *Annals of Thoracic Surgery*. 1994;57(502).
14. Durbin C. Techniques for Performing Tracheostomy. *Respir Care*. 2005;2005(50(4)):488-96
15. Jackson C. Tracheotomy. *The Laryngoscope*. 1909;April 1909.
16. Sosath J. Die geschichtliche Entwicklung der Perkutanen Dilatativen Tracheotomieverfahren im historischen Kontext 2007. Available from: <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/binary/J4PK6XBHF2NQEKP5TCKV6NVKTAAYDPIN/full/1.pdf>.
17. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest*. 1985;87(6):715-9.
18. Griggs WM. Cricothyrotomy concern. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 1997;4(10):1006-7.
19. Fantoni A, Di Teodoro A. [A new type of cannula for the maintenance of tracheostomy in patients with chronic respiratory insufficiency]. *Minerva anesthesiologica*. 1967;33(11):789-90.
20. Hammarfjord O, Ekanayake K, Norton J, Stassen LFA. Limited dissection and early primary closure of the tracheostomy stoma in head and neck oncology operations: a retrospective study of 158 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015;44(3):297-300.
21. Gill-Schuster D. Atemwegswegsmanagement. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2016;9.2016:640ff.
22. *Klinisches Wörterbuch Psyhyrembel*. Walter de Gruyter; Auflage: 261, neu bearb A (September 2007): deGruyter; 2007. p. 2200.
23. Wikipedia-Autoren. Tracheotomie. In: Wikipedia, editor. 2007.
24. McClelland RM. Tracheostomy: its management and alternatives. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1972;65(4):401-4.
25. Booth JB. Tracheostomy and tracheal intubation in military history. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2000;93(7):380-3.
26. Unbekannt. Homer: Wikipedia; 2018. Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Homer>.
27. Unbekannt. Haltenraum2016. Available from: <http://haltenraum.com/article/antonio-musa-brassavola>.
28. Unknown. Lorenz Heister Wikipedia2018. Available from: https://de.wikipedia.org/wiki/Lorenz_Heister.

29. Chirurgie [Internet]. 1763. Available from: <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/LWV46KCG727A3J2DNFSYSXI7KFOLFMI>.
30. Aaron. Tracheostomy history Aarons Tracheostomy page. Available from: <http://tracheostomy.com/resources/history/index.htm>.
31. Kienast S. Sicherheit und Durchführbarkeit einer Tracheotomie bei Intensivpatienten unter laufender extrakorporaler kardiopulmonaler Unterstützungstherapie 2011.
32. Frost EA. Tracing the tracheostomy. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*. 1976;85(5 Pt.1):618-24.
33. Cooley D. In Memoriam Viking Olov Björk2009. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2720303/pdf/20090800s00001p271.pdf>.
34. Braun. zervikale Stabilisierung 2018. Available from: <https://www.bbraun.de/de/produkte-und-therapien/degenerative-wirbelsaeulenerkrankungen/zervikale-stabilisierung.html>.
35. Böhm AS. Operationen bei ankylosierender Spondylitis (Morbus Bechterew). *Springer Rheumatologie*. 2017(20/2017).
36. Fanghänel JP, F.; Anderhuber, F.; Nitsch, R.; Waldeyer, A. J.; Waldeyer – Anatomie des Menschen: deGruyter; 2009.
37. Schünke MS, E.; Schuhmacher, U.; Sprache Stimme Gehör. Prometheus: Thieme; 2014.
38. Schünke MS, E.; Schuhmacher, U.; Kopf, Hals und Neuroanatomie. Thieme New York2009.
39. Mai JK. Projektion Larynx. <http://teaching.thehumanbrain.info/theorie.php?theo=182012>.
40. Probst RG, G.; Iro, H. Hals-Nasen-Ohrenheilkunde: Thieme New York; 2004.
41. Carter V. Kehlkopfmuskeln. *Lecturio*; 2016.
42. Fleming B. Thyroid Anatomy. In: supply Tb, editor. 2016.
43. Furlow PW, Mathisen DJ. Surgical anatomy of the trachea. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2018;7(2):255-60.
44. Netzer A, Ostrovsky D, Bar R, Westerman ST, Golz A. Protection of high-riding aberrant innominate artery during open tracheotomy. *The Journal of laryngology and otology*. 2010;124(8):892-5.
45. Dave VJ, Upadhya IB. Aberrant innominate artery may complicate a potentially safe surgery. *BMJ case reports*. 2016;2016.
46. Acklin YP, Furrer M. [Acute bleeding from the innominate artery after removal of percutaneous tracheotomy]. *Der Unfallchirurg*. 2010;113(9):761-3.
47. Berghaus A, Handrock M, Matthias R. [Our concept of the formation and closure of a tracheostoma]. *Hno*. 1984;32(5):217-20.
48. Mehta C, Mehta Y. Percutaneous Tracheostomy. *Annals of Cardiac Anaesthesia*. 2017;20(Suppl 1):S19-S25.
49. Karimpour HA, Vafaii K, Chalechale M, Mohammadi S, Kavianezhad R. Percutaneous Dilatational Tracheostomy via Griggs Technique. *Archives of Iranian medicine*. 2017;20(1):49-54.
50. Carrer S, Basilio S, Rossi S, Bosu A, Bernorio S, Vaghi GM. Outcomes of percutaneous tracheostomy. *Minerva anesthesiologica*. 2009;75(11):607-15.
51. Henderson W. Percutaneous Dilational Tracheostomy in a Community Intensive Care Unit. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*. 2008;34(3):294-8.
52. Rao BK, Pande R, Sharma SC, Ray S, Lakshmi B, Singh VK, et al. Percutaneous tracheostomy. *Ann Card Anaesth*. 2003;6(1):19-26.
53. Werner TR. HNO Operationslehre: Thieme; 2006.
54. Kinley CE. A Technique of Tracheostomy. *Canadian Medical Association Journal*. 1965;92(2):79-81.
55. Gerhardt H. Diskussionsbemerkung: Kongreß zur Prophylaxe und Therapie von Stenosen des Larynx und der Halstrachea. Berlin (DDR) 10/19821982.
56. Gysin C, Dulguerov P, Guyot J-P, Perneger TV, Abajo B, Chevrolet J-C. Percutaneous Versus Surgical Tracheostomy: A Double-Blind Randomized Trial. *Annals of Surgery*. 1999;230(5):708-.
57. Hammarfjord O, Ekanayake K, Norton J, Stassen LF. Limited dissection and early primary closure of the tracheostomy stoma in head and neck oncology operations: a retrospective study of 158 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015;44(3):297-300.
58. Higgins KM, Punthakee X. Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy. *The Laryngoscope*. 2007;117(3):447-54.
59. Koltai PJ. Starplasty: a new technique of pediatric tracheotomy. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*. 1998;124(10):1105-11.

60. Pucher B, Szydłowski J, Ryglewicz M, Grzegorowski M. ["Starplasty" tracheotomy in children of Pediatric ENT Department of Poznan University of Medical Sciences]. *Otolaryngologia polska = The Polish otolaryngology*. 2013;67(2):100-4.
61. Schwarz Y, Muhanna N, Raveh D, Shaul C, Shahroor S, Peleg U, et al. Starplasty tracheostomy: case series and literature review. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*. 2017;274(5):2261-6.
62. Solares CA, Krakovitz P, Hirose K, Koltai PJ. Starplasty: revisiting a pediatric tracheostomy technique. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2004;131(5):717-22.
63. D'Souza JN, Levi JR, Park D, Shah UK. Complications Following Pediatric Tracheotomy. *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery*. 2016;142(5):484-8.
64. Lippert D, Hoffman MR, Dang P, McMurray JS, Heatley D, Kille T. Care of pediatric tracheostomy in the immediate postoperative period and timing of first tube change. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014;78(12):2281-5.
65. Rogers SN, Russell L, Lowe D. Patients' experience of temporary tracheostomy after microvascular reconstruction for cancer of the head and neck. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 55(1):10-6.
66. Coyle MJ, Shrimpton A, Perkins C, Fasanmade A, Godden D. First do no harm: should routine tracheostomy after oral and maxillofacial oncological operations be abandoned? *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 50(8):732-5.
67. Cipriano A, Mao ML, Hon HH, Vazquez D, Stawicki SP, Sharpe RP, et al. An overview of complications associated with open and percutaneous tracheostomy procedures. *International journal of critical illness and injury science*. 2015;5(3):179-88.
68. Cheung NH, Napolitano LM. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes. *Respir Care*. 2014;59(6):895-915; discussion 6-9.
69. Dillon JK, Christensen B, Fairbanks T, Jurkovich G, Moe KS. The emergent surgical airway: cricothyrotomy vs. tracheotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42(2):204-8.
70. Fachgesellschaften AdWM. S1 Leitlinie zum Atemwegsmanagement 2015.
71. Bair AE, Panacek EA, Wisner DH, Bales R, Sakles JC. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *The Journal of emergency medicine*. 2003;24(2):151-6.
72. Du E, Smith RV, Ow TJ, Tassler AB, Schiff BA. Tumor Debulking in the Management of Laryngeal Cancer Airway Obstruction. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2016;155(5):805-7.
73. Bartella AK, Kamal M, Berman S, Steiner T, Frolich D, Holzle F, et al. Role of Swallowing Function of Tracheotomized Patients in Major Head and Neck Cancer Surgery. *The Journal of craniofacial surgery*. 2018;29(2):e122-e4.
74. Leiser Y, Barak M, Ghantous Y, Yehudai N, Abu El-Naaj I. Indications for Elective Tracheostomy in Reconstructive Surgery in Patients With Oral Cancer. *The Journal of craniofacial surgery*. 2017;28(1):e18-e22.
75. Cai Q, Liu YH, Wu KL, Wu J, Zhao Y, Yao CY. [Preoperative airway management and perioperative period asphyxia prevention in patients with tumors invasion in the cervical tracheal]. *Lin chuang er bi yan hou tou jing wai ke za zhi = Journal of clinical otorhinolaryngology, head, and neck surgery*. 2017;31(23):1806-9.
76. S2e Leitlinie - HNO-spezifische Therapie der obstruktiven Schlafapnoe bei Erwachsenen [Internet]. AWMF. 2015.
77. Bittner EA, Schmidt UH. The ventilator liberation process: update on technique, timing, and termination of tracheostomy. *Respir Care*. 2012;57(10):1626-34.
78. De Leyn P, Bedert L, Delcroix M, Depuydt P, Lauwers G, Sokolov Y, et al. Tracheotomy: clinical review and guidelines. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2007;32(3):412-21.
79. Johnson-Obaseki S, Veljkovic A, Javidnia H. Complication rates of open surgical versus percutaneous tracheostomy in critically ill patients. *The Laryngoscope*. 2016;126(11):2459-67.
80. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest*. 2000;118(5):1412-8.
81. Tommerup B, Borgeskov S. Endoscopic evaluation at follow-up after Bjork tracheostoma. *Scandinavian journal of thoracic and cardiovascular surgery*. 1983;17(2):181-4.

82. Information D-DifMDu. ICD-10 2015. Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/icd/icd-10-who/>.
83. Information D-DifMDu. OPS 2019. Available from: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2019/>.
84. AG M. M-Kis 2019. Available from: https://www.meierhofer.com/de_de/produkte/kis-akut.
85. Fiorini FR, Santoro R, Deganello A, Mannelli G, Meccariello G, Gallo O. Is open tracheotomy performed by residents in otorhinolaryngology a safe procedure? A retrospective cohort study. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*. 2015;272(6):1483-9.
86. Oreadi D, Carlson ER. Morbidity and mortality associated with tracheotomy procedure in a university medical centre. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;41(8):974-7.
87. Bowen CP, Whitney LR, Truwit JD, Durbin CG, Moore MM. Comparison of safety and cost of percutaneous versus surgical tracheostomy. *The American surgeon*. 2001;67(1):54-60.
88. Halmos GB, Bras L, Siesling S, van der Laan B, Langendijk JA, van Dijk BAC. Age-specific incidence and treatment patterns of head and neck cancer in the Netherlands-A cohort study. *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery*. 2018;43(1):317-24.
89. Mourad M, Jetmore T, Jategaonkar AA, Moubayed S, Moshier E, Urken ML. Epidemiological Trends of Head and Neck Cancer in the United States: A SEER Population Study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2017;75(12):2562-72.
90. Tataru D, Mak V, Simo R, Davies EA, Gallagher JE. Trends in the epidemiology of head and neck cancer in London. *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery*. 2017;42(1):104-14.
91. Heo YH, Yagi S, Toriyama K, Takanari K, Fujimoto Y, Nishio N, et al. Relationship between BMI and Postoperative Complications with Free Flap in Anterolateral Craniofacial Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2016;4(3):e636.
92. Kim SS, Khalpey Z, Hsu C, Little AG. Changes in Tracheostomy- and Intubation-Related Tracheal Stenosis: Implications for Surgery. *The Annals of thoracic surgery*. 2017;104(3):964-70.
93. Durbin CG, Jr. Early complications of tracheostomy. *Respir Care*. 2005;50(4):511-5.
94. Cohen LE, Finnerty BM, Golas AR, Ketner JJ, Weinstein A, Boyko T, et al. Perioperative Antibiotics in the Setting of Oropharyngeal Reconstruction: Less Is More. *Annals of plastic surgery*. 2016;76(6):663-7.
95. Cloke DJ, Green JE, Khan AL, Hodgkinson PD, McLean NR. Factors influencing the development of wound infection following free-flap reconstruction for intra-oral cancer. *British journal of plastic surgery*. 2004;57(6):556-60.
96. Pool C, Kass J, Spivack J, Nahumi N, Khan M, Babus L, et al. Increased Surgical Site Infection Rates following Clindamycin Use in Head and Neck Free Tissue Transfer. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2016;154(2):272-8.
97. Cannon RB, Houlton JJ, Mendez E, Futran ND. Methods to reduce postoperative surgical site infections after head and neck oncology surgery. *The Lancet Oncology*. 2017;18(7):e405-e13.
98. PharmaWiki. Cephalosporine: PharmaWiki; 2017 [cited 2017]. Available from: <http://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Cephalosporine>.
99. Freburg-Hoffmeister DL, Hardeman JH, Dolwick MF, Widmer CG. Evaluation of Early Postoperative Complications Following Tracheotomy. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2017.

Appendix 1 ELS Kongress Genua Juni 2016 - Postervorstellung

VISOR TRACHEOTOMY Conserving tracheal cartilage and safe?

Introduction: For decades the Bjoerk-flap tracheostomy has been the standard procedure to create a reliable epithelialized tracheostomy in head and neck tumor surgery. Creating the Bjoerk-flap requires splitting 1-2 tracheal rings causing potential tracheal instability and tissue trauma. (Pic. 2) As a surgical alternative the visor tracheostomy allows to create an epithelialized tracheostomy without splitting tracheal rings. (Pic. 1) The aim of this work was to prove the safety of the visor tracheostomy method due to peri- and early postoperative complications.

Material and Methods: Data from surgical protocols and patient charts during 3 years were evaluated. Complications such as wound infection, bleeding, emphysema, fistula and trachostoma stenosis tracheostomies with Bjoerk-flap method (n=111) and visor tracheostomies (N=45) were compared.

Results: The results of our clinical data showed no significant differences due to risk and complications between the two compared techniques (p=0.003). The data proved the safety of this "new method", especially in early postoperative complication rate. (Tab. 1)

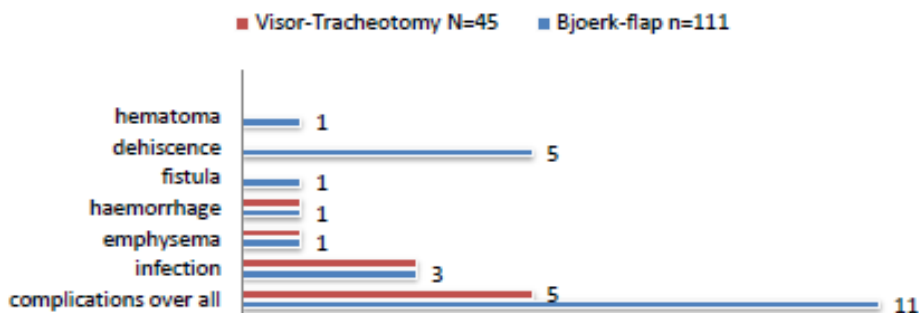


Pic. 1 Visor tracheotomy with incision between the 2nd and 3rd tracheal ring without splitting the tracheal rings.



Pic. 2 The Bjoerk- flap technique.

complications of Visor tracheotomy vs. Bjoerk-flap technique



Tab. 1 The different complications in early postoperative period due to the different method's.

Fiedler Lukas, Kress Peter

Lukas.Fiedler@mutterhaus.de



KLINIKUM
MUTTERHAUS DER BORROMÄERINNEN

Appendix 2 Lebenslauf

Dr. med. univ. Lukas Sebastian Fiedler

	*06. September 1988 in Leoben, Österreich
	Studium
2009-2015	Medizinische Universität Graz Studium der Humanmedizin
26.Juni 2015	Graduation [Dr. med. univ.] <i>„Einsatz von Tissue Engineering in der Plastischen und Rekonstruktiven Chirurgie in Bezug auf den kraniofazialen Bereich“</i>
04.August 2015	Erlangung der deutschen Approbation als Arzt
	Klinische Erfahrung
04-08/2019	EAFPS short term fellowship in head/face and neck reconstructive/microvascular and cosmetic surgery, Newcastle upon Tyne, UK
08/2015 bis heute	Klinikum Mutterhaus der Borromäerinnen Trier Mitte, Abteilung für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde und Kopf- Halschirurgie, Weiterbildung zum Facharzt für HNO und Kopf- Halschirurgie
05-07/2015	Praxis für Allgemeinmedizin Dr. Dettelbacher, Turnusarzt, Graz
12/2014 - 04/2015	Klinikum Passau, Praktisches Jahr, Fachabteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe, Fachabteilung für Viszeral- Thorax- und Kinderchirurgie, Fachabteilung für Innere Medizin- Kardiologie

Fortbildungen, Weiterbildungen und Zertifikate

06/2019	Zertifizierung in Risk Management-Certified Risk Associate (CRA) durch die OCRM
08/2018	Zertifizierter Anwender für ästhetische Botulinum-Toxin-Therapie durch die DGBT
07/2018	Sonographie der Kopf-Hals-Region Kurse I, II und III der Uniklinik Erlangen
03/2016	Laserschutzzertifikat durch die TU Kaiserslautern

Publikationen und Vorstellungen

2020	4 th International Conference on Ear Nose and Throat Sydney, Australia- ePoster- Iatrogenic subcutaneous emphysema of the face and neck after professional dental Air-flow® cleaning- A rare condition caused by a very uncommon source
2017	IFOS Weltkongress, Präsentation " <i>Visor tracheotomy – Conserving tracheal cartilage and safe?</i> "
2016	ELS Kongress, Posterpräsentation " <i>Visor tracheotomy – Conserving tracheal cartilage and safe?</i> "

Sprachkenntnisse

	Muttersprache:	Deutsch
	Englisch (verhandlungssicher)	
07/2019	IELTS Academic Score 7.0 (L 7,5; R 6.5; W 6.0; S 8.0)	

Auslandsaufenthalte

04-08/2019	EAFPS short term fellowship in head/face and neck reconstructive/microvascular and cosmetic surgery, Newcastle upon tyne, UK
08/2014	EWHA Womens University Seoul, Korea, Rotationspraktikum (HNO, Augenheilkunde, Kardiologie, Pulmologie), Südkorea