

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Professor Dr. med. A. Berghaus

**Notfallcricothyroidotomie mit Haushaltsmitteln:  
Fakt oder Fiktion?  
Eine experimentelle Post-mortem-Studie**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Astrid Mechthild Huber

aus  
Rotthalmünster

2016

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter:	PD Dr. med. Klaus Stelter
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. Matthias Siebeck Prof. Dr. med. Karl-Georg Kanz
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. Christian Braun
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung:	15. Dezember 2016

In Liebe und Dankbarkeit  
meinen Eltern und meiner Oma gewidmet



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	V
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	VI
<b>1. Einführung</b> .....	1
1.1 Historische Entwicklung, Bedeutung und Einsatzgebiete der Koniotomie.....	1
1.2 Notfallkoniotomie mit Haushaltsmitteln in Film, Presse, Internet und wissenschaftlichen Publikationen.....	2
1.3 Fragestellung.....	5
<b>2. Material und Methoden</b> .....	6
2.1 Ablauf der Studie.....	6
2.2 Studiendesign.....	16
2.3 Eckdaten.....	17
2.4 Ethikantrag.....	17
2.5 Statistik.....	18
2.6 Anonymisierung und Datenschutz.....	19
<b>3. Ergebnisse</b> .....	20
3.1. Lungenfunktionsmessungen der Kugelschreiber.....	20
3.2. Versuchsdurchführung Rechtsmedizin, Präparation und Ergebnis.....	27
3.3. Zusammenfassende Übersichtstabelle über die Koniotomieversuche.....	74
<b>4. Diskussion</b> .....	77
4.1. Eignung der Kugelschreiber als Hilfsmittel zur Notfallkoniotomie.....	77
4.2. Eignung der Messer als Hilfsmittel zur Notfallkoniotomie.....	89
4.3. Punktionserfolg und Versuchsdauer abhängig vom Kenntnisstand der Probanden.....	91
4.4. Begleitverletzungen in der Präparation und Langzeitkomplikationen.....	94
4.5. Erfolgs- und Komplikationsraten der Koniotomie.....	100
4.6. Koniotomieversuch eines erfahrenen HNO-Arztes.....	105
4.7. Einschränkungen der Studie.....	108
4.8. Fazit für die Praxis.....	109
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	111
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	113
<b>7. Bisherige Publikation der Arbeit</b> .....	121
<b>8. Danksagung</b> .....	123
<b>9. Anhang</b> .....	124

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
BF	breathing frequency (Atemfrequenz)
BMI	Body-Mass-Index
C	Celsius
cm	Zentimeter
E	Energie
ERV	Expiratorisches Reservevolumen
FEV1	expiratorische Einsekundenkapazität
FIV1	inspiratorische Einsekundenkapazität
FVC	forcierte Vitalkapazität
HDT	Hautdurchtrennung
ITGV	Intrathorakales Gasvolumen
kg	Kilogramm
l	Liter
Lig.	Ligamentum
m	Masse
M.	Musculus
MEF	maximum expiratory flow (maximaler expiratorischer Fluss)
min	Minute
mL	Milliliter
MMEF	maximum mean expiratory flow (maximaler mittlerer Ausatemungsfluss)
Mm.	Musculi
mm	Millimeter
MV	Minutenvolumen
MMV	maximales Atemminutenvolumen

---

N.	Nervus
PEF	peak expiratory Flow (maximaler expiratorischer Fluss)
PIF	peak inspiratory flow (maximaler inspiratorischer Fluss)
RV	Residualvolumen
R tot	total Resistance (gesamter Atemwegswiderstand)
SR tot	specific Resistance (spezifischer Atemwegswiderstand)
TLC	total lung capacity (totale Lungenkapazität)
v	Geschwindigkeit
V.	Vena
VC	vital capacity (Vitalkapazität)
VC ex	expiratory vital capacity (expiratorische Vitalkapazität)
VC in	inspiratory vital capacity (inspiratorische Vitalkapazität)
VC max	maximum vital capacity (maximale Vitalkapazität)
VT	Tidalvolumen

Hinweis zur Verwendung des generischen Maskulins:

Das aus Gründen der besseren Lesbarkeit vornehmlich verwendete generische Maskulin schließt gleichermaßen weibliche und männliche Personen ein.





## 1. Einführung

### *1.1 Historische Entwicklung, Bedeutung und Einsatzgebiete der Koniotomie*

Die Notfallcricothyroidotomie, auch unter der Bezeichnung Koniotomie bekannt, ist eine sehr selten durchgeführte Maßnahme, welche der akuten Sicherung der oberen Atemwege dient.

Erstmals wurde diese Art der Atemwegssicherung von dem französischen Chirurgen und Anatomen Vicq d'Azyr im Jahre 1805 beschrieben<sup>12, 97</sup>, im Jahre 1852 schließlich wurde erstmalig eine erfolgreiche Cricothyroidotomie durchgeführt<sup>3</sup>. Man stand dieser Art der Atemwegssicherung allerdings lange Zeit sehr kritisch gegenüber, besonders als Chevalier Jackson im Jahre 1921 bei einer Fallstudie mit 200 Patienten, die Cricothyroidotomie als eine der Hauptursachen für die Entstehung einer Larynxstenose als Spätkomplikation ins Feld führte<sup>59</sup>. Diese Meinung hielt sich über Jahrzehnte hinweg hartnäckig, bis Brantigan und Grow im Jahre 1976 erstmals eine breiter angelegte Studie an 655 Patienten durchführten, welche belegte, dass eine Koniotomie als elektiver Eingriff durchaus als sichere Methode anzusehen ist, lediglich mit einer Komplikationsrate von 6,1% einhergehend<sup>20</sup>. Infolge dessen wurden viele weitere Studien<sup>18, 21, 33, 41, 46, 48, 71, 83, 106</sup> durchgeführt, wobei sich deutliche Unterschiede bezüglich der Komplikationsraten zeigten, welche zwischen 2,6%<sup>21</sup> und 40%<sup>19, 28, 32, 33, 53, 71, 82, 91</sup> lagen. An Komplikationen, welche im Rahmen einer Cricothyroidotomie auftreten können, sind hauptsächlich Verletzungen an Trachea, Kehlkopf und Ösophagus<sup>6, 40, 41, 51, 71</sup> Schilddrüsenverletzungen und infolgedessen Blutungen, Aspiration, subkutane bzw. mediastinale Emphysembildung<sup>6</sup> sowie langfristig aufgrund von Vernarbungen subglottische Stenosen und Stimmbanddysfunktion<sup>17, 32, 41, 59, 75, 95</sup> zu nennen. Absolute Kontraindikationen für eine Koniotomie gibt es in Notfallsituationen zur Herstellung einer suffizienten Beatmungssituationen nicht, als relative Kontraindikationen sind Durchtrennungsverletzungen der Trachea, Larynxfraktur, Blutungsdiathese, sowie Infektionen an der Einstichstelle zu nennen<sup>3</sup>. Folglich kommt die Koniotomie im prähospitalen Traumamanagement nur selten zum Einsatz, die angegebene Häufigkeit schwankt zwischen 2,1% - 14,9%<sup>45, 71, 82, 108</sup>.

Die Koniotomie außerhalb der Klinik wird also häufig nur als ultima ratio angewandt, auch wenn die Durchtrennung des Lig. cricothyroideum und die Herstellung eines Zugangs zu den Atemwegen im Notfall lebensrettend sein kann, vor allem, wenn eine oro- bzw. nasopharyngeale Intubation aufgrund von Begleitverletzungen, wie massiven Gesichtsfrakturen, HWS-Verletzungen oder Obstruktion der oberen Atemwege unmöglich ist<sup>33, 53, 71, 93</sup>. Bei professionellen Rettungsdiensten gilt die endotracheale Intubation unbestritten als Methode der ersten Wahl zur notfallmäßigen Atemwegssicherung<sup>60, 102</sup>. Zwar kann die endotracheale Intubation durch theoretische Schulungen, Übungen an Modellen, Leichnamen und in klinischen Alltagssituationen leicht erlernt werden<sup>34, 49, 96</sup>, allerdings wird dafür eine Mindestausstattung an Instrumentarium (Tubus und Laryngoskop) sowie eine gewisse Erfahrung benötigt, womit die Laien- und Ersthelferanimation nicht ausgestattet ist. Deswegen wird in diesem Rahmen der Luftröhrenschnitt bei frustraner Mund-zu-Mund oder Mund-zu-Nase-Beatmung empfohlen<sup>5</sup>. Für den professionellen Rettungsdienst stehen hierfür eine große Auswahl an möglichen Notfalltracheotomiekanülen bzw. Punktionssets zur Verfügung<sup>32, 42, 43</sup>. Diese sind in der Laienanimation nicht verfügbar, weswegen es gerade in dieser Situation von Bedeutung sein kann, dass nichtmedizinische, schnell verfügbare und

weit verbreitete Hilfsmittel zum Einsatz kommen. Wie wichtig eine schnelle Atemwegssicherung durch Laien sein kann, zeigte sich in Autopsien. In Australien beispielsweise starben 7% der Verkehrsunfallopfer alleine an einer Atemwegsverletzung, ohne eine andere schwerwiegende Verletzung aufgewiesen zu haben<sup>57</sup>. Eine andere Autopsiestudie zeigt, dass bis zu 50% der Patienten mit nicht lebensbedrohlichen Verletzungen nur aufgrund einer Atemwegsobstruktion starben<sup>58</sup>.

## ***1.2 Notfallkoniotomie mit Haushaltsmitteln in Film, Presse, Internet und wissenschaftlichen Publikationen***

In der paramedizinischen Welt existiert die weit verbreitete Meinung, dass eine Eröffnung der Luftröhre und anschließende Beatmung auch mit gewöhnlichen Haushaltsmitteln, wie einem Kugelschreiber oder einem Taschenmesser und Strohhalm möglich sei. Diese Gerüchte rühren nicht von ungefähr, dieses Wissen ist Bestandteil von Publikationen und Survival-Büchern<sup>6, 10, 24, 89</sup> und darin zum Teil sogar anschaulich mit Bildmaterial unterlegt.

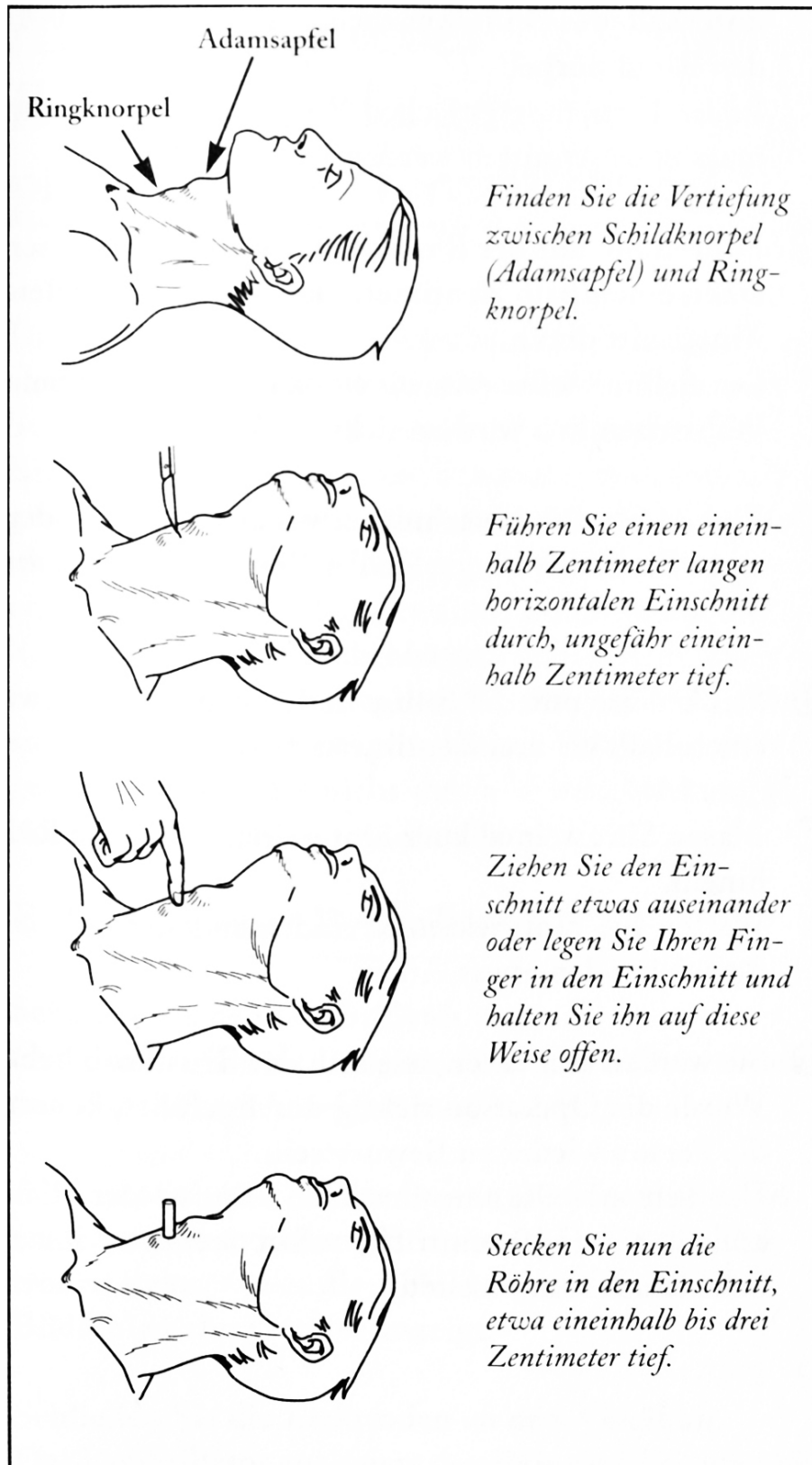


Abb. 1: Grafische Darstellung der Durchführung eines Luftröhrenschnitts (entnommen aus: Piven J, Borgenicht D, Schossig M (2000): Das Survival-Buch: Überleben in Extremsituationen, Econ Ullstein, München, 91)

Darüber hinaus findet sich das Thema auch in den Artikeln bzw. Onlineausgaben bekannter Zeitschriften in Deutschland und Österreich<sup>37, 98, 104</sup> und immer wieder werden erfolgreiche Punktionen der Luftröhre mit Kugelschreibern auch in Spielfilmen und Fernsehserien gezeigt, wie zum Beispiel in dem Thriller „Saw V“<sup>73</sup>, der Arztserie Dr. House, Staffel 8, Film 1, „Twenty Vicodin“<sup>14</sup>, dem Spielfilm „Nachtzug nach Lissabon“<sup>64</sup> und zuletzt in der im Mai 2015 ausgestrahlten Tatortfolge „Erkläre Chimäre“<sup>52</sup>. Insofern ist es auch nicht verwunderlich, dass ebendieses Thema immer wieder auch zum Objekt kontroverser Diskussionen in diversen Internetforen wird<sup>27, 39, 50, 81, 105</sup>.

Bei der Durchsicht wissenschaftlich fundierter Quellen stellt man allerdings fest, dass, obwohl dieses Thema in der breiten Öffentlichkeit sehr präsent ist, hierzu kaum Publikationen existieren. Die meisten Publikationen bezüglich notfallmäßig außerhalb des Krankenhauses durchgeführter Koniotomien beziehen sich auf professionelles, für diese Situationen zugeschnittenes, medizinisches Equipment<sup>85, 101, 103</sup>. Es gibt lediglich drei Publikationen<sup>2, 79, 84</sup>, welche alternative, haushaltsübliche Hilfsmittel, die für diesen Zweck dienlich sind, untersuchen.

Owens et al.<sup>84</sup> untersuchten verschiedene in England handelsübliche Kugelschreiber, nachdem diese am besten den Anforderungen als Ersatz eines konventionellen Tubus entsprachen. Gefordert wurden eine schnelle Einsatzbereitschaft, ein schmaler Durchmesser, um die Haut und das Lig. cricothyroideum durchdringen zu können, ein minimaler Durchmesser an der schmalsten Stelle von 3 mm, um einen ausreichenden Luftfluss zu gewährleisten, eine gewisse Länge, um das Ligament zu punktieren und gleichzeitig eine Mund-zu-Tubus-Beatmung zuzulassen, eine Materialfestigkeit, um einem Kollabieren vorzubeugen und schließlich einen geringen Luftwiderstand. Lediglich zwei von acht getesteten Kugelschreibern erfüllten alle Kriterien, um damit einen erfolgreichen Beatmungsweg zu konstruieren. Die Punktionsfähigkeit des Lig. cricothyroideum wurde nicht getestet.

Adams und Whitlock<sup>2</sup> wiederum untersuchten, aufbauend auf einem realen Fall bei welchem ein Verkehrsunfallopfer von einem zufällig anwesenden Arzt mithilfe eines Taschenmessers erfolgreich koniotomiert und anschließend über den Trinkhalm einer Sportflasche beatmet wurde, die Durchflussraten der Strohhalmes zweier Sportflaschen im Vergleich zu der Hülse eines Kugelschreibers und zweier Standard-Cricothyroidotomie-Tuben. Der Kugelschreiber weist hierbei eine viel zu hohe Resistance und somit einen zu geringen Luftfluss auf im Gegensatz zu den beiden Trinkhalmen. Ob eine Koniotomie mithilfe dieser Behelfsinstrumente angelegt werden könne, wurde nicht überprüft.

Neill und Anderson<sup>79</sup> initiierten eine Studie mit neun Medizinstudenten und Assistenzärzten, welche mit Hilfe eines Skalpells und einer Kugelschreiberhülse eine Cricothyroidotomie an 14 fixierten Leichnamen durchführen sollten. Die Probanden hatten also bereits medizinisch-anatomische Vorkenntnisse. Darüber hinaus waren die Leichname fixiert, und der Schnitt durch die Haut und darunterliegenden Strukturen wurde mit Hilfe eines chirurgischen Skalpells angelegt, ohne dass ein vorheriger, alleiniger Punktionsversuch mit Hilfe des Kugelschreibers stattgefunden hatte.

### ***1.3 Fragestellung***

Basierend auf den vorhergehenden Ausführungen ergibt sich die Fragestellung, ob Laien in der Lage sind

1. mit Hilfe eines **Kugelschreibers eine Punktionscricothyroidotomie anzulegen.**
2. mit Hilfe eines **Taschenmessers und eines Kugelschreibers eine chirurgische Koniotomie anzulegen** und diese mit den genannten Instrumenten offenzuhalten.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Ablauf der Studie

Ziel der Studie war es, zu untersuchen, ob es einem Laien gelingt, allein mit Hilfe eines Kugelschreibers, eine Koniotomie durchzuführen bzw. ob unter zusätzlicher Zuhilfenahme eines haushaltsüblichen Messers eine chirurgische Koniotomie angelegt und offengehalten werden kann.

Im Rahmen der Studie wurden drei Kugelschreiber verwendet, welche sich durch ihren Hülsendurchmesser und ihre Spitze voneinander unterschieden und somit den unterschiedlichen, damit erzielbaren Flussraten, Rechnung tragen sollen.

Die für die Studie eingesetzten Kugelschreiber waren:

1. Der an den Kliniken der LMU verwendete K15 von Schneider aus opakem Kunststoff mit einem Hülseninnendurchmesser an der Spitze von 2 mm.



Abb. 2: Kugelschreiber Schneider K15 (aus [www.schneiderpen.de](http://www.schneiderpen.de))



Abb. 3: Kugelschreiber Schneider K15

2. Der ebenfalls an den Kliniken der LMU verwendete Ritter-Pen 01711 Classic mit einer entfernbaren Metallhülse im vorderen Bereich und einem Hülseninnendurchmesser an der Spitze von 3 mm mit Metallhülse bzw. 4,5 mm Plastikhülseinnendurchmesser nach Entfernung des Metalls.



Abb. 4: Kugelschreiber Ritter 01711 Classic (aus Pen-Builder von [www.ritter-pen.de](http://www.ritter-pen.de))



Abb. 5: Kugelschreiber Ritter 01711 Classic

3. Der Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique aus schwarzem Edelholz mit Edelstahlhülse, einer der meistverkauften Kugelschreiber weltweit, mit einem Hülseninnendurchmesser an der Spitze von 4,5 mm mit der Edelstahlhülse bzw. 6,5 mm nach Entfernung selbiger.



Abb. 6: Kugelschreiber Meisterstück Platinum Line Classique M164P, Ident.No.02866© Montblanc Simplo GmbH 2011 (aus [www.montblanc.com](http://www.montblanc.com))

Zunächst wurde die Eignung der für die anschließende Punktion verwendeten Kugelschreiber festgestellt. Die Eignung des jeweiligen Kugelschreibers wurde durch den kleinsten Innendurchmesser der Kugelschreiberhülse sowie durch die Flussrate der Atemluft, welche durch die Kugelschreiberhülse zu erzielen ist, festgelegt. Um die Flussrate objektiv und reproduzierbar testen zu können, wurden die Kugelschreiber einer spirometrischen Messung unterzogen. Die Messungen wurden mit dem MasterScreen™ Body Plethysmographen der Firma VIASYS Healthcare GmbH durchgeführt.

Für die Versuchsdurchführung wurden die Kugelschreiber zerlegt, da lediglich das Vorderteil des Schreibgeräts und somit der durch die Kugelschreiberhülse erzielbare Fluss von Bedeutung sind.

Normalerweise werden spirometrische Messungen durchgeführt, indem die Lippen des Probanden das Plastikverbindungsstück zum Messgerät vollständig umschließen. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, wurde über das Plastikverbindungsstück des Lungenfunktionsmessgeräts ein elastischer Gummihandschuh gestülpt, die andere Seite des Gummischlauchs wurde mit der Kugelschreiberhülse verbunden und beide Seiten wurden nochmals mit Klebeband fixiert, sodass seitlich keine Luft mehr entweichen konnte.





Abb. 7: Material zur Verbindung des Lungenfunktionsmundstücks (rechts oben) mit der Kugelschreiberhülse



Abb. 8: Konstruktion aus Kugelschreiberhülse und Mundstück

Um keine verfälschten Ergebnisse bei den Messungen zu erhalten, wurde die Elastizität des Gummimaterials ausgeglichen, indem Klebeband verwendet wurde, welches eine Ausdehnung des dazwischengeschalteten Gummimaterials verhinderte und die gesamte Konstruktion versteifte.



Abb. 9: Endgültige Konstruktion zur spirometrischen Messung

Insgesamt wurden vier Probanden zur Messung der Flussrate durch die Kugelschreiberhülle im Rahmen der Lungenfunktionsuntersuchung herangezogen, wobei zwei Probanden weiblich und zwei Probanden männlich waren, um einer geschlechterspezifisch differierenden Flussrate Rechnung zu tragen.



Abb. 10: Versuchsanordnung der spirometrischen Messung mit Probanden

Vorausgesetzt, der Innendurchmesser der Kugelschreiberhülse war groß genug ( $>3$  mm), um einen effektiven Gasaustausch<sup>31, 78</sup> und eine ausreichende Expiration<sup>36</sup> zuzulassen bzw. sich in der Spirometrie ein ausreichender Fluss erzeugen ließ ( $>10$  Liter/min)<sup>84</sup>, wie in der Arbeit von Owens et al. gefordert, wurde mit dem nun zusammengebauten Kugelschreiber eine transkutane Direktpunktion des Ligamentum cricothyroideum versucht, dessen genaue Lokalisation in den Abbildungen 11 und 12 bildtheoretisch, sowie in Abbildung 13 an einem fixierten Leichnam veranschaulicht ist.

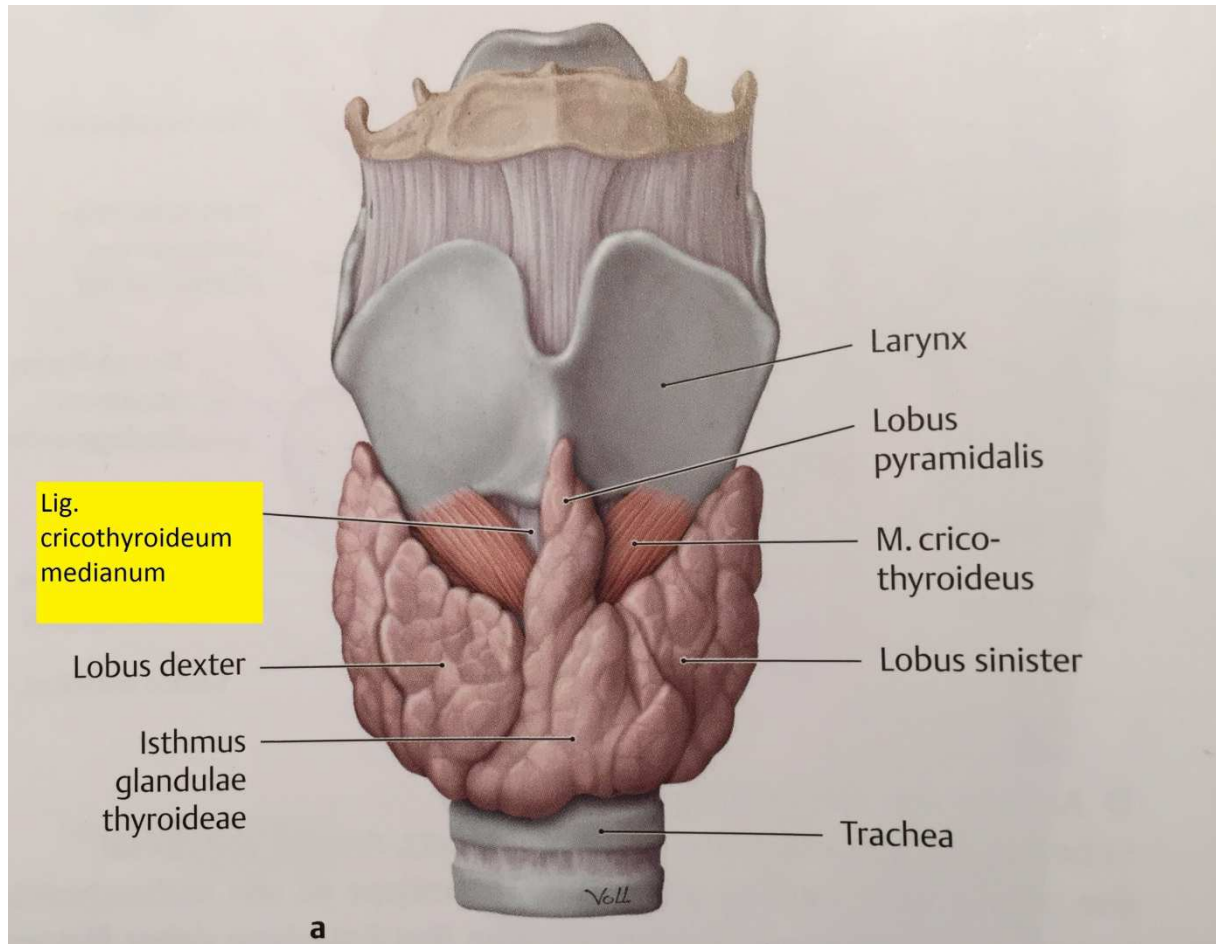


Abb. 11: Anatomie der Halsregion mit Lokalisation des Lig. cricothyroideum medianum (modifiziert & entnommen aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U (2009): Prometheus Lernatlas der Anatomie Kopf, Hals und Neuroanatomie. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart, 200)

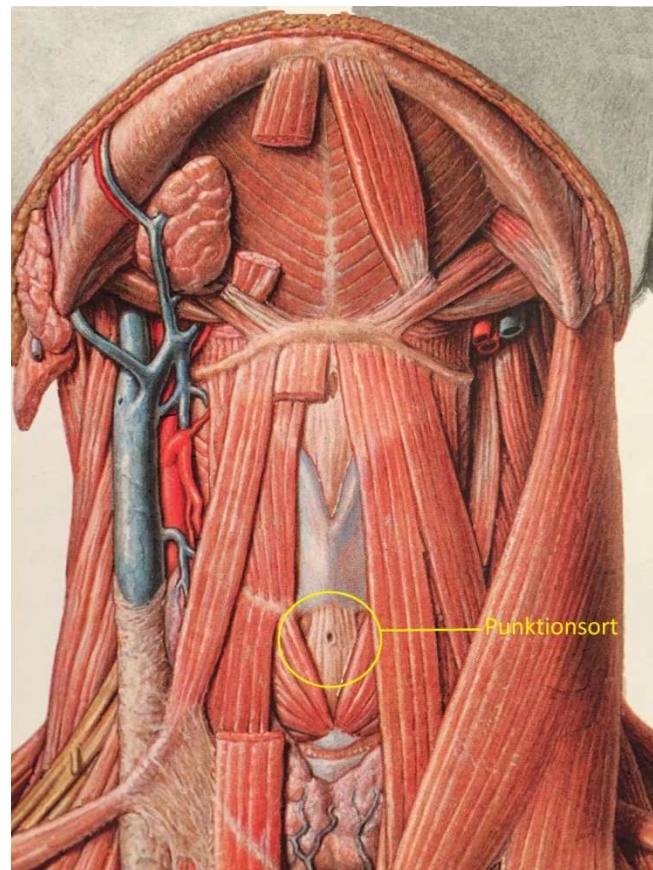
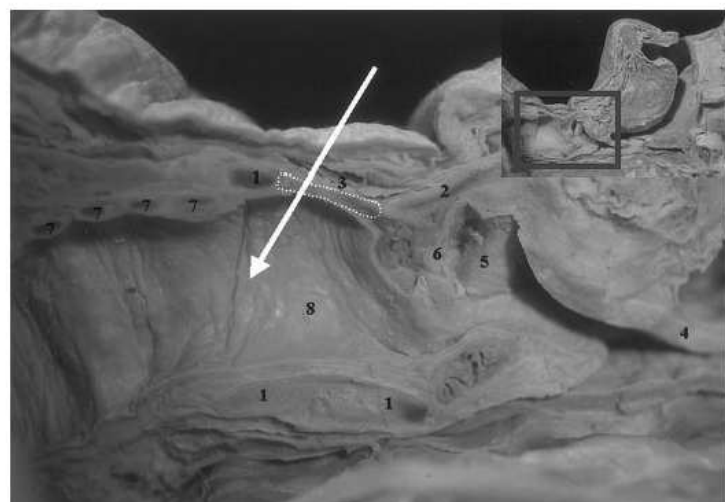


Abb. 12: Anatomie der Halsregion mit markiertem Zielpunktionsort der Koniotomie am Lig. cricothyroideum (modifiziert & entnommen aus: Putz R, Pabst R (2000): Sobotta Atlas der Anatomie des Menschen Band 1 Kopf, Hals, obere Extremität. 21. Auflage, Urban & Fischer, München / Jena, 141)



**Fig. 1.** Sagittal section of the larynx (with an orientation box in the right upper corner). 1, cricoid cartilage; 2, thyroid cartilage; 3, cricothyroid membrane; 4, epiglottis; 5, vestibular fold; 6, vocal fold; 7, tracheal cartilages; 8, infraglottic cavity. The solid arrow represents the ideal position (inferior half of the cricothyroid membrane) and direction (downward) of the placement of the needle/tube.

Abb. 13: Lokalisation des Lig. cricothyroideum am fixierten Leichnam mit Pfeilmarkierung der idealen Lokalisation (untere Hälfte des Ligaments) und Einstichrichtung (nach kaudal gerichtet) einer Koniotomie (entnommen aus: Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Cricothyroidotomy: a clinical anatomy review. *Clinical anatomy* (New York, NY) 2004;17(6):481)

Die Punktion wurde an insgesamt zehn nicht-fixierten und nicht vorsezierten Leichnamen am Institut für Rechtsmedizin der LMU München durchgeführt, wobei das postmortale Intervalle der Leichname unter fünf Tagen lag und die Körper während dieser Zeitspanne auf 8°C heruntergekühlt wurden. In einigen Fällen wurde bei den für diese Studie von den Angehörigen freigegeben Verstorbenen auch eine Spende von Herzgewebe für ein weiteres wissenschaftliches Projekt entnommen. In diesen Fällen erfolgte eine Entnahme des Herzens über einen eigenen Zugang am Brustkorb, die Atemwege wurden dabei geschont. In diesen Fällen (Versuche 2, 4, 5) konnte dadurch der Beatmungserfolg zusätzlich durch die Lungenentfaltung verifiziert werden. Für die Versuchsdurchführung wurden die Leichname auf den Rücken gelagert, der Rest des Körpers / Kopfes wurde mit sterilen Tüchern abgedeckt, lediglich die Halsregion bis zur Drosselgrube war unbedeckt. Jede einzelne Punktion wurde dabei von einer anderen Person, ohne medizinische Vorkenntnisse oder lediglich mit medizinischen Basiskenntnissen, jedoch ohne Erfahrungen im chirurgischen Bereich vor allem, was einen Hautschnitt anbelangt, vorgenommen. Die Zuteilung der Kugelschreiber und Messer zu den jeweiligen Probanden erfolgte vor Versuchsbeginn randomisiert per Los.

Um eine ausgewogene Geschlechter- bzw. Gewichtsverteilung zu erhalten, sollten fünf der zehn Leichname weiblich, fünf männlich, sowie die eine Hälfte adipös und die andere Hälfte kachektisch sein. Zur besseren interindividuellen Vergleichbarkeit wurden vor der eigentlichen Versuchsdurchführung die Körpergröße und das Körpergewicht bestimmt und daraus der Body-Mass-Index (Körpergewicht in kg / Körpergröße in Metern<sup>2</sup>) errechnet, darüber hinaus wurden die Halslänge (Maß zwischen Schildknorpeloberrand und Drosselgrube) und der Halsumfang (auf Höhe des Schildknorpels) dokumentiert. Vor der Versuchsdurchführung wurde von Herrn Dr. Braun, Facharzt für Rechtsmedizin, sichergestellt, dass der Schildknorpel an allen Leichen eindeutig von außen ertastet werden konnte.

Die den Versuch durchführenden Probanden wurden zu Beginn über folgendes Szenario aufgeklärt: Sie sind mit einem Bekannten unterwegs beim Wandern. Plötzlich wird dieser von einer Wespe im Rachenraum gestochen. Der Rachen schwillt binnen kürzester Zeit an, ihr Bekannter atmet immer angestrengter, verliert nach zwei Minuten das Bewusstsein und das Gesicht verfärbt sich blau. Eine Mund-zu-Mund Beatmung ist aufgrund des angeschwollenen Rachenraums unmöglich. Die einzigen beiden Hilfsmittel, welche Sie schnell zur Hand haben, sind ein handelsüblicher Kugelschreiber, sowie ein Taschenmesser. Versuchen Sie zuerst mit dem Kugelschreiber, falls dies alleine damit nicht möglich ist, unter zusätzlicher Zuhilfenahme des Taschenmessers einen Zugang zu den Atemwegen in Form einer sogenannten „Koniotomie“ herzustellen und ihren Bekannten darüber zu beatmen. Agieren Sie so schnell als es Ihnen möglich ist, um ihren Bekannten zu retten. Wenn Sie meinen, einen erfolgreichen Zugang zu den Atemwegen hergestellt zu haben, teilen Sie dies bitte dem Team der Rechtsmedizin mit.

Vorab wurde den Probanden als hilfreicher Orientierungspunkt lediglich der Schildknorpel gezeigt. Weitere Anweisungen und Hinweise bzw. Übungsversuche standen den Probanden nicht zur Verfügung.

Sollte die Punktion und anschließende Beatmung alleine mit Hilfe des Kugelschreibers gelingen, würde die Studie abgebrochen, da bewiesen wäre, dass eine Notfall-Koniotomie alleine mit Hilfe eines Kugelschreibers möglich wäre.

Sollte die Haut oder das Ligamentum jedoch zu derb für die Punktion mit einem der drei Kugelschreiber sein, so sollte versucht werden, die Kutis, Subkutis und anschließend das Ligament selbst mit einem handelsüblichen Taschenmesser zu durchtrennen.

Dabei wurden die folgenden, international eingesetzten Messer auf ihre Koniotomiefähigkeit hin überprüft:

1. Der Bestseller unter den „Swiss Army Knifes“ von Victorinox



Abb. 14: ©Victorinox 1.3603 Spartan Red (aus [www.victorinox.com](http://www.victorinox.com))

2. Das Leatherman Wave, das beliebteste Multi-Tool-Modell des amerikanischen Herstellers



Abb. 15: ©Leatherman Wave (aus [www.leatherman.de](http://www.leatherman.de))

3. Das simple und preiswerte Klappmesser Opinel N°7 aus Frankreich



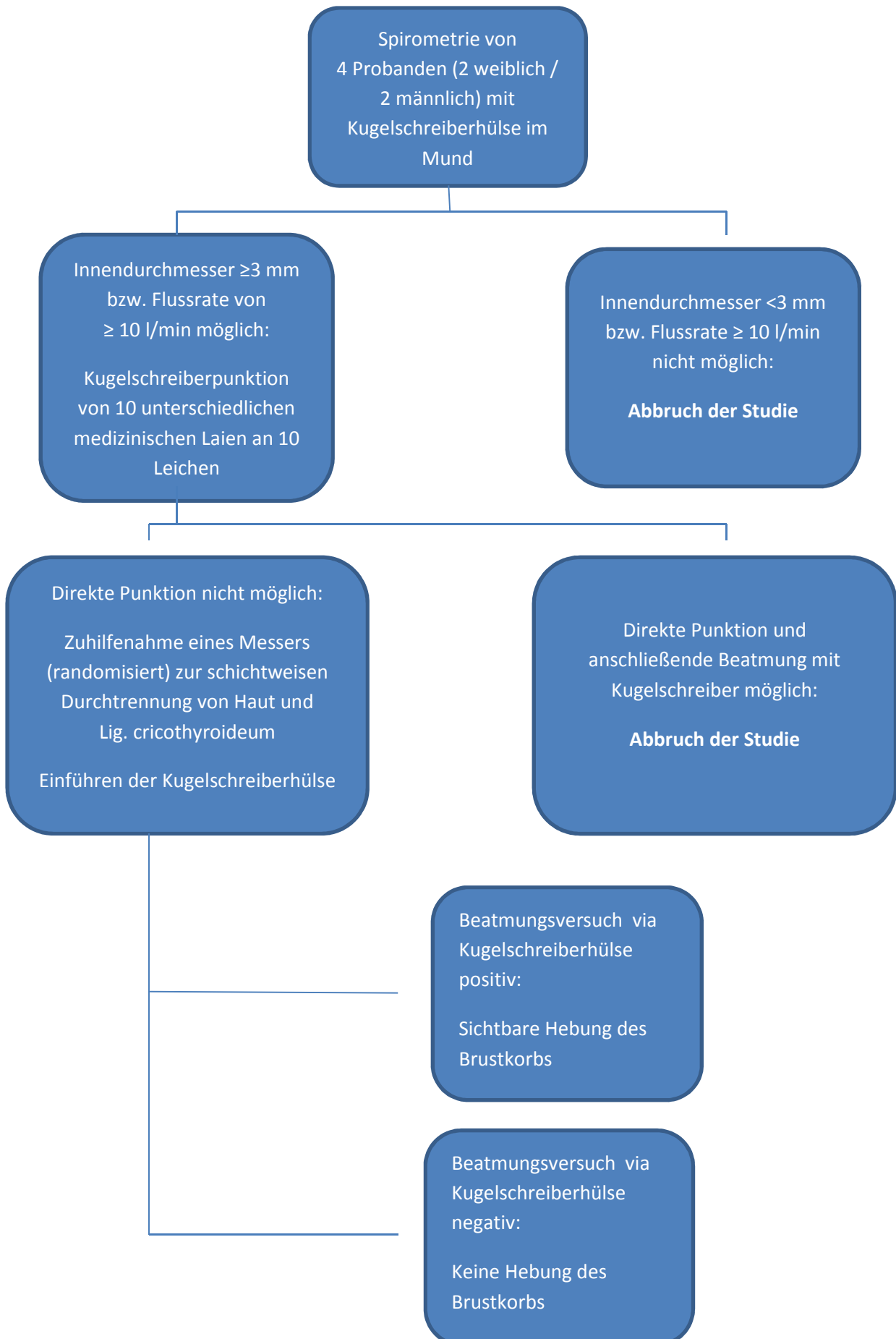
Abb. 16: ©Opinel N°7 stainless (aus [www.opinel.com](http://www.opinel.com))

Sollte die Punktion nicht alleine mit Hilfe des Kugelschreibers erfolgreich vollendet werden, konnte der die Punktion durchführende Proband hierbei selbstständig entscheiden, ab wann er den Zeitpunkt für richtig erachtet, unter Zuhilfenahme des Messers weiter fortzufahren, um somit eine klassische Cricothyroidotomie nach Vicq d'Azyr, einem französischen Chirurg und Anatom, durchzuführen<sup>12</sup>. Dabei wird nach einer transversen Hautinzision das Ligamentum cricothyroideum durchtrennt und das Messer rotiert, um die Inzisionsöffnung zu erweitern. Anschließend wird die Kugelschreiberhülse eingeführt.

Bei beiden Vorgehensweisen, ob mit dem Kugelschreiber alleine oder mit Hilfe des Kugelschreibers und Messers, wurde die erfolgreich hergestellte Beatmungssituation anhand einer probeweisen Beatmung via Kugelschreiberhülse und Heben des Brustkorbs verifiziert. Darüber hinaus wurde die Zeit, die für das Anlegen einer erfolgreichen Cricothyroidotomie benötigt wurde, also ab dem Zeitpunkt, als der Proband den Kugelschreiber in die Hand nahm bis zu dem Zeitpunkt, als der Proband der Meinung war, eine erfolgreiche Beatmungssituation geschaffen zu haben, gestoppt.

Anschließend wurde der Punktionsbereich schichtweise präpariert, um eventuelle, beim Punktionsversuch entstandene Verletzungen, zu dokumentieren.

## 2.2 Studiendesign





### **2.3 Eckdaten**

<u>Beginn und Dauer:</u>	Spirometriemessungen: 16.05. – 06.06. 2012  Punktionsversuche Rechtsmedizin: 07.08.2012 – 18.09.2013
<u>Einschlusskriterien:</u>	Probanden Punktionsversuche: Keine medizinischen Vorkenntnisse bzw. medizinisches Basiswissen ohne chirurgische Erfahrungen  Leichen Rechtsmedizin: 10 Leichen, wobei 5 männlich und 5 weiblich bzw. 5 adipös und 5 kachektisch sein sollten
<u>Ausschlusskriterien:</u>	Probanden Punktionsversuche: Über Basiswissen hinausgehende medizinische Kenntnisse, sowie chirurgische Erfahrung (insbesondere bei der Durchführung von Hautschnitten)  Leichen Rechtsmedizin: Gesicherte Infektionskrankheiten  Zur generellen Minimierung des Infektionsrisikos, wird, zusätzlich zur üblichen Schutzkleidung (Kittel, Schürze, dicke Handschuhe), ein Mundschutz mit integrierter Augenschutzfolie getragen.
<u>Endpunkt:</u>	Nach der Durchführung von zehn Punktionsversuchen an zehn verschiedenen Kadavern, kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob eine Punktion des Lig. cricothyroideum bzw. die nachfolgende Beatmung, alleine mit Hilfe eines handelsüblichen Kugelschreibers oder unter Zuhilfenahme eines Messers für medizinische Laien möglich ist oder ob diese Annahme verworfen werden muss.

### **2.4 Ethikantrag**

Vor Beginn dieser Post-Mortem-Studie wurde ein Antrag zur Beurteilung ethischer und rechtlicher Fragen dieses medizinischen Forschungsvorhabens an Leichnamen bei der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität unter der Nummer 336-13 eingereicht und bewilligt.

Die Studie wurde an Verstorbenen durchgeführt, da die Versuchsdurchführung an lebenden gesunden oder auch erkrankten Personen ethisch nicht vertretbar gewesen wäre. Allerdings haben die Verstorbenen in den seltensten Fällen bereits zu Lebzeiten einer solchen Maßnahme zugestimmt. Aufgrund dessen werden die, gemäß der gesetzlichen Grundlage mit dem Totensorgerecht betrauten, nächsten Angehörigen über die wissenschaftliche Fragestellung und den damit verbundenen Eingriff, sowie die sich daran anschließende Rekonstruktion telefonisch aufgeklärt und darauf hingewiesen, dass eine Zustimmung dem vermuteten Willen des Verstorbenen entsprechen muss (beispielsweise dem Wunsch, nach dem Tod Forschung

und Wissenschaft zu unterstützen). Dies geschieht in Analogie zur therapeutischen Gewebeentnahme, wie sie im Transplantationsgesetz geregelt ist. Darüber hinaus erfolgt der Hinweis, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und keine Nachteile aus der Nichtteilnahme an der Studie entstehen. Zur Abstimmung innerhalb des Familienkreises kann eine Bedenkzeit verabredet werden. Die telefonische Einwilligung der Angehörigen, sowie die Daten der Probanden werden auf einem Standardformular protokolliert und archiviert.

(siehe Anhang Nr.1: Aufklärungsinhalt für die Angehörigen zur Durchführung der Studie; siehe Anhang Nr. 2: Informationen zur Aufklärung über Gewebespende am Institut für Rechtsmedizin München; siehe Anhang Nr. 3: Dokumentationsbogen Einwilligung / Ablehnung Gewebespende)

## **2.5 Statistik**

Es handelt sich hierbei um eine experimentelle Studie. Die Hypothese lautet, dass eine direkte Cricothyroidotomie mit Luftflussraten über 10 l/min bei einem Leichnam nur mit Hilfe eines handelsüblichen Kugelschreibers durch einen medizinischen Laien möglich ist. Sollte dies bei einer der zehn Leichen gelingen, muss die Hypothese angenommen werden. Sollte das nicht gelingen, so muss die Hypothese nicht zwangsläufig abgelehnt werden, da

1. die Beschaffenheit und Dicke des Gewebes über dem Lig. cricothyroideum individuell sehr unterschiedlich ist.
2. es eine Vielzahl an Kugelschreibern gibt, die möglicherweise besser geeignet sind.

Um diesem Problem Rechnung zu tragen, werden drei verschiedene Kugelschreiber (billig und teuer) und zehn Leichen von unterschiedlichem Geschlecht und Gewichtsklasse (kachektisch und adipös) herangezogen.

Die Fallzahl von zehn Leichen wurde bewusst gewählt, da zum einen die Studie in einem begrenzten zeitlichen Rahmen durchgeführt werden soll, zum anderen kommt hierbei erschwerend die Tatsache hinzu, dass sich nicht jede Leiche für diesen Studienzweck eignet. Die Voraussetzung ist, dass das postmortale Intervall der Leiche maximal fünf Tage beträgt bzw. die Leiche / der Halsabschnitt gut erhalten sein sollten. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien fällt ein Großteil der Leichen bereits aus dem möglichen, in Frage kommenden Studienkreis heraus.

Ziel ist es, mithilfe der zehn Leichen einen Erkenntnisgewinn darüber zu erlangen, ob es medizinischen Laien grundsätzlich überhaupt möglich ist, eine Koniotomie mittels eines Kugelschreibers durchzuführen.

Sollte dies in keinem der zehn Fälle gelingen, so darf mit einer gewissen Fehlerwahrscheinlichkeit 1. Art angenommen werden, dass dies auch unter Einbeziehung einer größeren Fallzahl nicht möglich ist.

Kann in einem oder mehreren Fällen eine erfolgreiche Koniotomie erzielt werden, so wäre bewiesen, dass die Kugelschreiber-Koniotomie prinzipiell möglich ist.

## ***2.6 Anonymisierung und Datenschutz***

Die Angehörigen des Verstorbenen werden im Voraus über die Studie aufgeklärt und müssen in diese einwilligen (siehe Anhang Nr. 1-3).

Für die Durchführung des Versuchs wird der Leichnam auf den Rücken gelagert, anschließend wird der gesamte Körper mit sterilen Tüchern abgedeckt, sodass nur die Halsregion (vom Kinn bis zum oberen Drittel des Brustbeins) sichtbar ist. Der auf dem Fußzettel notierte Name des Verstorbenen wird ebenfalls abgedeckt. Die bei der Versuchsdurchführung angefertigten Lichtbilder beziehen sich nur auf die Halsregion, sollten sich in diesem Bereich allerdings eindeutige Identifizierungsmerkmale, beispielsweise eine Tätowierung oder Narben, befinden, stellt dies bereits vor einem eventuellen Angehörigenkontakt einen Ausschlussgrund von der Studie dar. Die Abdeckung wird erst dann entfernt, wenn alle am Versuch beteiligten Personen den Raum verlassen haben.

Für die Studiendurchführung und Ergebnisauswertung werden lediglich Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht, Halslänge und -umfang, sowie das postmortale Intervall gespeichert und in irreversibel anonymisierter Form verschlüsselt. Die Weitergabe persönlicher Daten an Dritte ist strikt untersagt, ebenso sind die mit der Studie betrauten Personen zur strengen Vertraulichkeit und Beachtung des Datenschutzes verpflichtet. Für die geplante Publikation in medizinischen Fachjournalen werden alle Daten anonymisiert!

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Lungenfunktionsmessungen der Kugelschreiber

Im Rahmen der durchgeführten Messungen wurde initial bei jedem der vier Probanden eine Bodyplethysmographie durchgeführt, um grundsätzlich die individuellen Gasvolumina und Flussraten bestimmen zu können, ohne dass ein Kugelschreiber vorgeschaltet war, um gravierende, das Studienergebnis beeinflussende, respiratorische Einschränkungen im Vorhinein ausschließen zu können.

Dabei wurden im Rahmen der Lungenfunktion lediglich zwei (Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P / Ritter 01711 Classic) der drei zur Verfügung stehenden Kugelschreibermodelle getestet, da das Modell Schneider K15 aufgrund der Nichterfüllung des im Studiendesign geforderten Kriteriums Innendurchmesser  $\geq 3$  mm bereits aus der Versuchsdurchführung ausgeschlossen wurde.

Die erste weibliche Probandin (23 Jahre, 167 cm, 57 kg) wies in der Bodyplethysmographie eine Vitalkapazität von 4,02 l (99,5% des Sollwerts) eine FEV<sub>1</sub> von 3,58 l (102,6% des Sollwerts) und einen PEF von 8,52 l (113,7% des Sollwerts) auf.

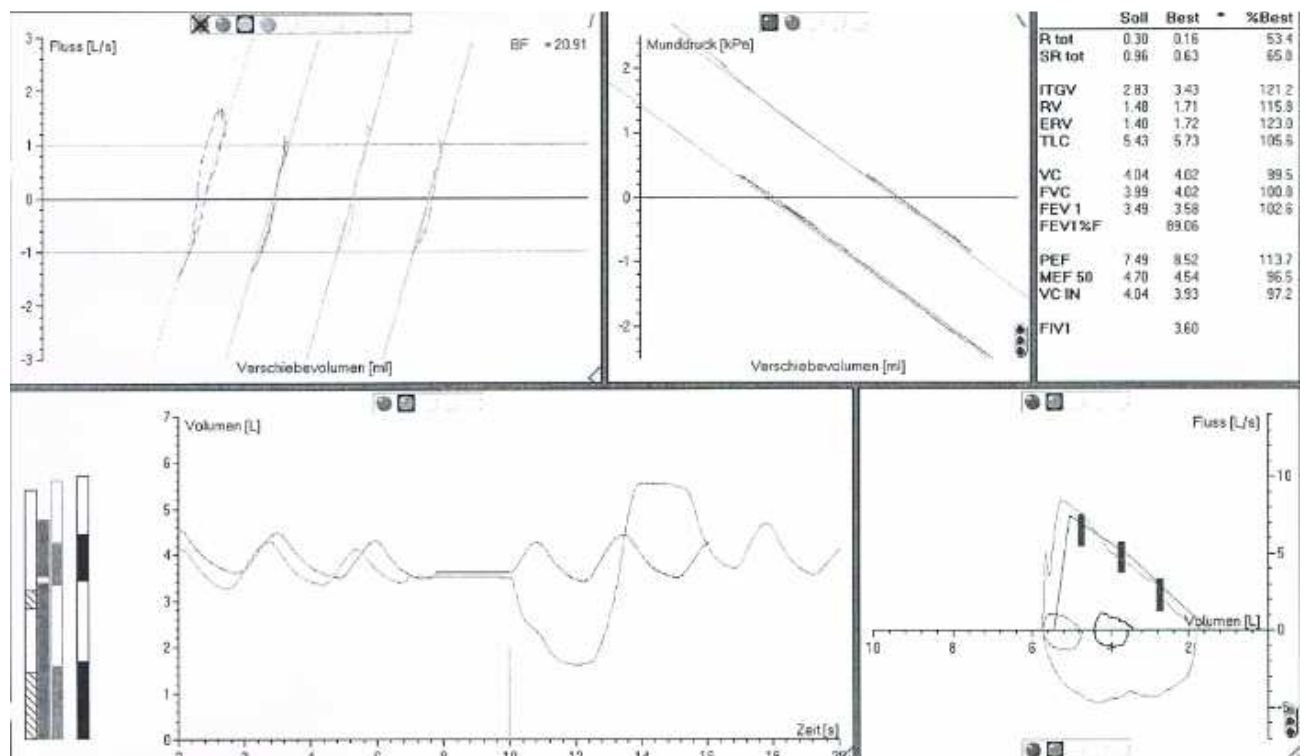


Abb. 17: Bodyplethysmographieergebnisse Probandin 1 (♀ / 23 Jahre)

Anschließend wurden die Lungenfunktionsmessungen unter Vorschaltung der jeweiligen Kugelschreiberhülsen vorgenommen, wobei sich beim Modell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P über die Metallhülse eine maximale Flussrate von 1,36 l/s (18,1% des Sollwerts) erzielen ließ, mit dem Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic wurde über die Plastikhülse eine Flussrate von 3,26 l/s (43,5% des Sollwerts) erreicht.

Tabelle 1: Ergebnisse der forcierten Spirometrie Probandin 1

## Montblanc

	Soll	Best	%B/S
VT	0,41		
BF	20,00		
MV	8,14		
ERV	1,40		
VC IN	4,04	3,41	84,3
VC EX	4,04	8,13	201,0
VC MAX	4,04	8,13	201,0
FVC	3,99	8,13	203,6
FEV 1	3,49	1,34	38,3
FEV1% M	84,35	4	19,5
FEV1%F		16,4	4
MEF 75	6,45	1,09	16,8
MEF 50	4,70	1,01	21,5
MEF 25	2,27	0,92	40,5
PEF	7,49	1,36	18,1
MMEF	4,20	1,07	25,5
FIV1		0,62	
PIF		0,63	
MVV	123,40		

## Ritter 01711 Classic

	Soll	Best	%B/S
VT	0,41		
BF	20,00		
MV	8,14		
ERV	1,40		
VC IN	4,04	4,00	99,0
VC EX	4,04	6,24	154,5
VC MAX	4,04	6,24	154,5
FVC	3,99	6,24	156,4
FEV 1	3,49	2,58	73,9
FEV1% M	84,35	1	49,0
FEV1%F		41,3	1
MEF 75	6,45	2,35	36,5
MEF 50	4,70	2,22	47,1
MEF 25	2,27	2,56	112,9
PEF	7,49	3,26	43,5
MMEF	4,20	2,27	54,2
FIV1		1,43	
PIF		1,46	
MVV	123,40		

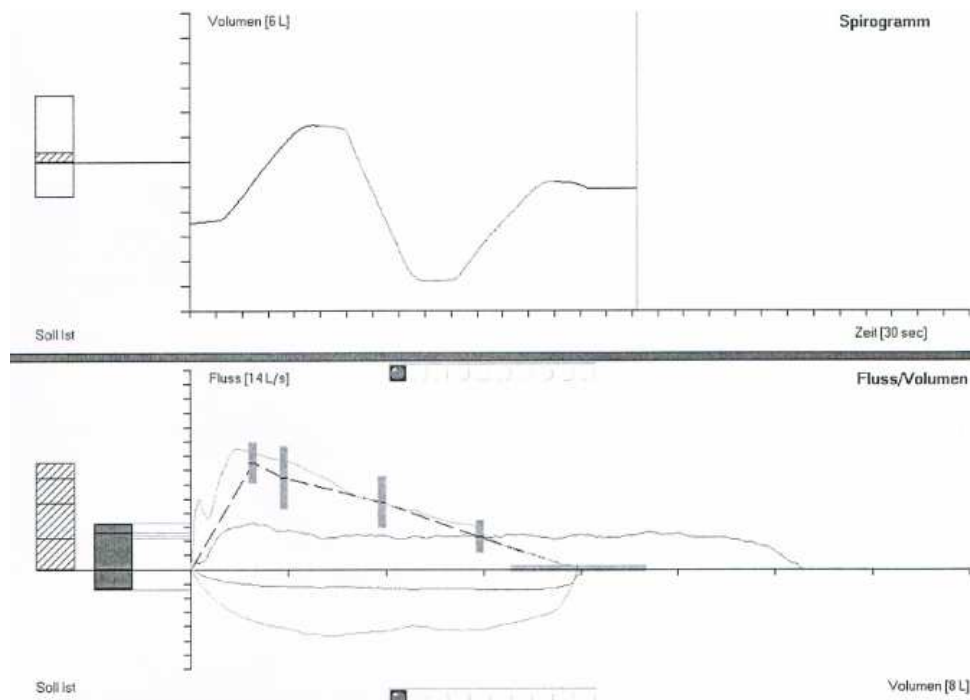


Abb. 18: Fluss-Volumen-Diagramm mit Modell Ritter 01711 Classic Probandin 1

Die zweite weibliche Probandin (26 Jahre, 167 cm, 55 kg) erzielte in der Bodyplethysmographie eine Vitalkapazität von 3,86 l (99,5% des Sollwerts) eine FEV<sub>1</sub> von 3,65 l (109,0% des Sollwerts) und einen PEF von 8,04 l (110,1% des Sollwerts).

In den Lungenfunktionsmessungen unter Zuhilfenahme der einzelnen Kugelschreiberhülsen, konnte beim Modell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P eine Spitzenflussrate von 0,54 l/s (7,4% des Sollwerts) gemessen werden, mit der Hülse des Kugelschreibermodells Ritter 01711 Classic ließ sich eine Flussrate von 1,92 l/s (26,3% des Sollwerts) erzielen.

Tabelle 2: Ergebnisse der forcierten Spirometrie Probandin 2 (♀ / 26 Jahre)

Montblanc

	Soll	Best	%B/S
<b>VT</b>	0,39		
<b>BF</b>	20,00		
<b>MV</b>	7,86		
<b>ERV</b>	1,33		
<b>VC IN</b>	3,88	2,70	69,7
<b>VC EX</b>	3,88	3,40	87,6
<b>VC MAX</b>	3,88	3,40	87,6
<b>FVC</b>	3,83	3,40	88,6
<b>FEV 1</b>	3,35	0,54	16,0
<b>FEV1% M</b>	84.16	15,8 1	18,8
<b>FEV1%F</b>		15,8 1	
<b>MEF 75</b>	6,33	0,43	6,8
<b>MEF 50</b>	4,60	0,40	8,7
<b>MEF 25</b>	2,21	0,35	15,7
<b>PEF</b>	7,30	0,54	7,4
<b>MMEF</b>	4,12	0,42	10,1
<b>FIV1</b>		0,44	
<b>PIF</b>		0,41	
<b>MVV</b>	118,1		

Ritter 01711 Classic

	Soll	Best	%B/S
<b>VT</b>	0,39		
<b>BF</b>	20,00		
<b>MV</b>	7,86		
<b>ERV</b>	1,33		
<b>VC IN</b>	3,88	2,39	61,7
<b>VC EX</b>	3,88	5,03	129,6
<b>VC MAX</b>	3,88	5,03	129,6
<b>FVC</b>	3,83	5,03	131,2
<b>FEV 1</b>	3,35	1,76	52,6
<b>FEV1% M</b>	84.16	34,9 9	41,6
<b>FEV1%F</b>		34,9 9	
<b>MEF 75</b>	6,33	1,81	28,7
<b>MEF 50</b>	4,60	1,71	37,1
<b>EF 25</b>	2,21	1,42	64,3
<b>PEF</b>	7,30	1,92	26,3
<b>MMEF</b>	4,12	1,63	39,5
<b>FIV1</b>		0,76	
<b>PIF</b>		0,75	
<b>MVV</b>	118,1		

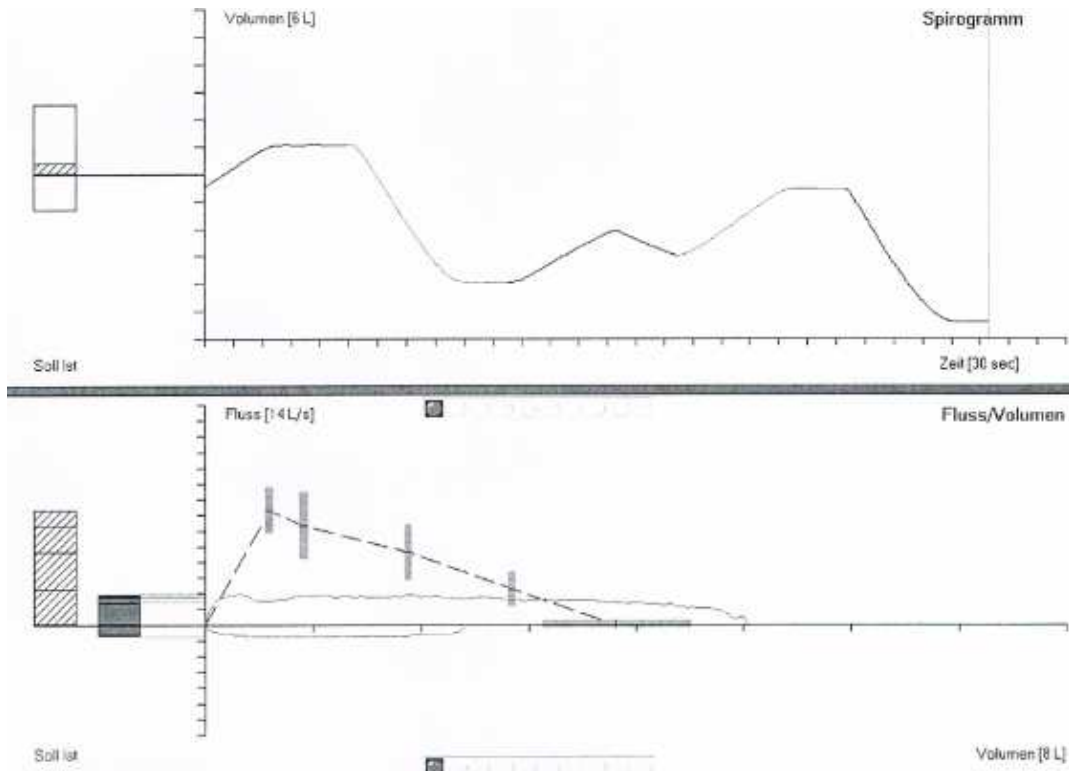


Abb. 19: Fluss-Volumen-Diagramm mit Modell Ritter 01711 Classic Probandin 2

Der erste männliche Proband (24 Jahre, 172 cm, 65 kg) erreichte in der bodyplethysmographischen Messung eine Vitalkapazität von 4,63 l (82,2% des Sollwerts), eine FEV1 von 3,97 l (87,8% des Sollwerts) und einen PEF von 7,96 l (78,6% des Sollwerts).

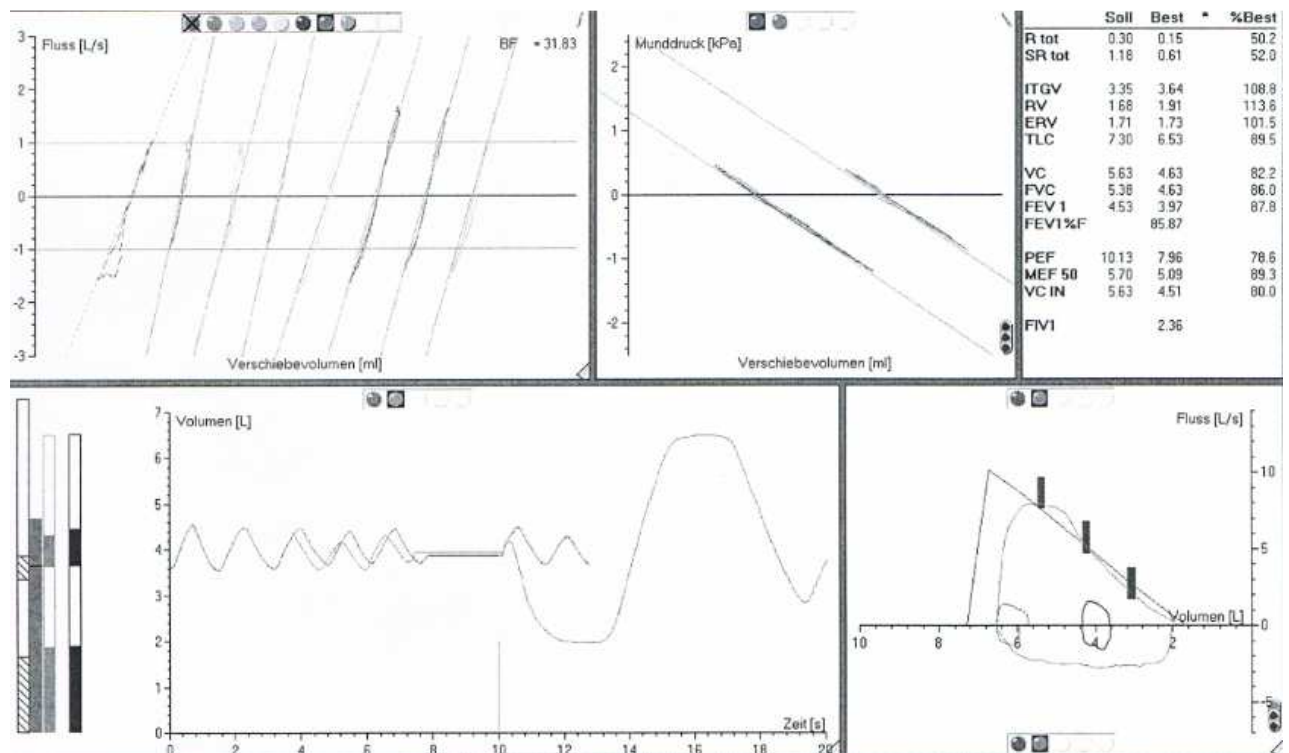


Abb. 20: Bodyplethysmographieergebnisse Proband 3 (♂ / 24 Jahre)

In den folgenden spirometrischen Messungen mit den jeweiligen Kugelschreiberhülsen ließ sich beim Modell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P ein Spitzenfluss von 0,71 l/s (7,1% des Sollwerts) messen, beim Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic betrug selbige 2,10 l/s (20,7% des Sollwerts).

Tabelle 3: Ergebnisse der forcierten Spirometrie Proband 3

## Montblanc

	Soll	Best	%B/S
VT	0,52		
BF	20,00		
MV	10,43		
ERV	1,71		
VC IN	5,63	3,97	70,5
VC EX	5,63	6,37	113,1
VC MAX	5,63	6,37	113,1
FVC	5,38	6,37	118,4
FEV 1	4,53	0,67	14,8
FEV1%	82,71	10,4	12,7
M		9	
FEV1%F		10,4	
		9	
MEF 75	8,63	0,65	7,5
MEF 50	5,70	0,57	10,0
MEF 25	2,71	0,52	19,3
PEF	10,13	0,71	7,0
MMEF	5,12	0,58	11,2
FIV1		0,41	
PIF		0,34	
MVV	158,9		

## Ritter 01711 Classic

	Soll	Best	%B/S
VT	0,52		
BF	20,00		
MV	10,43		
ERV	1,71		
VC IN	5,63	4,39	78,0
VC EX	5,63	6,90	122,6
VC MAX	5,63	6,90	122,6
FVC	5,38	6,90	128,3
FEV 1	4,53	2,05	45,3
FEV1%	82,71	29,7	35,9
M		2	
FEV1%F		29,7	
		2	
MEF 75	8,63	1,93	22,4
MEF 50	5,70	1,75	30,7
MEF 25	2,71	1,75	64,8
PEF	10,13	2,10	20,7
MMEF	5,12	1,83	35,7
FIV1		1,02	
PIF		1,02	
MVV	158,9		



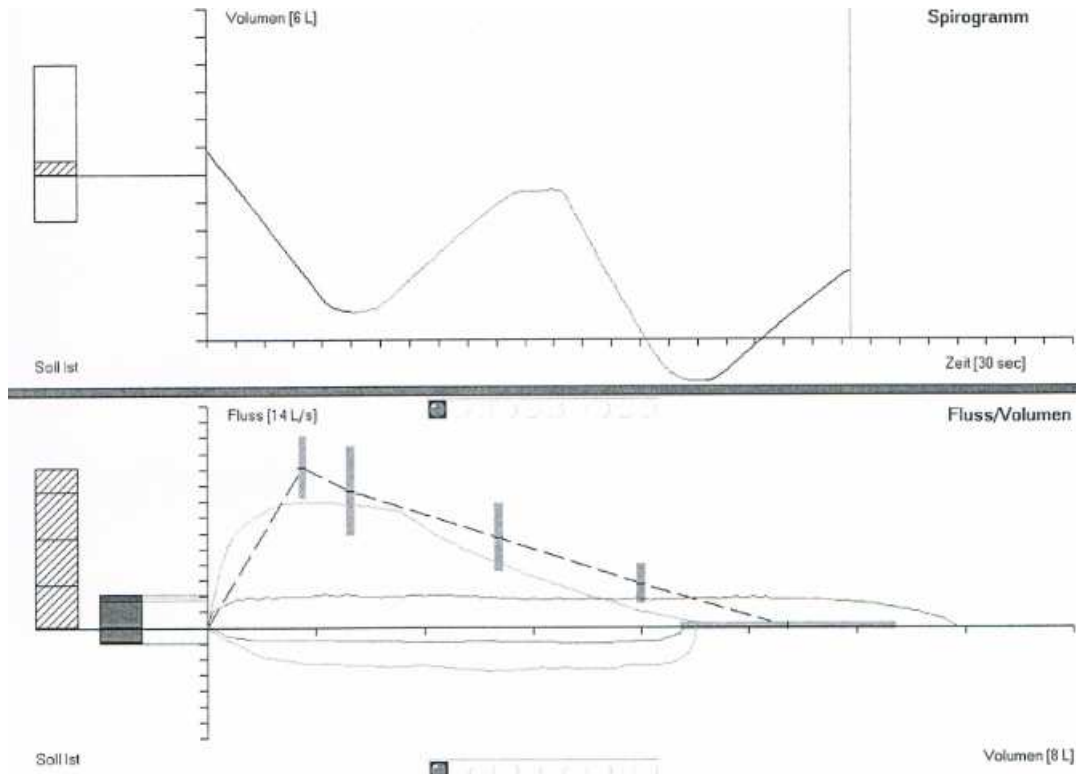


Abb. 21: Fluss-Volumen-Diagramm mit Modell Ritter 01711 Classic Proband 3

Der zweite männliche Proband (37 Jahre, 183 cm, 80 kg) wies in der bodyplethysmographischen Messung eine Vitalkapazität von 5,71 l (104,2% des Sollwerts), eine FEV1 von 4,59 l (106,5% des Sollwerts) und einen PEF von 12,90 l (131,6% des Sollwerts) auf.

Die spirometrischen Messungen unter Verwendung der Kugelschreiberhülsen ergaben beim Modell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P einen Spitzenfluss von 1,46 l/s (14,9% des Sollwerts), das Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic erzielte einen Spitzenfluss von 3,49 l/s (35,6% des Sollwerts).

Tabelle 4: Ergebnisse der forcierten Spirometrie Proband 4 (♂ / 37 Jahre)

Montblanc

	Soll	Best	%B/S
VT	0,57		
BF	20,00		
MV	11,43		
ERV	1,54		
VC IN	5,48	5,64	103,0
VC EX	5,48	11,47	209,4
VC MAX	5,48	11,47	209,4
FVC	5,24	11,47	219,0
FEV 1	4,31	1,13	26,2
FEV1%M	80,55	9,84	12,2
FEV1%F		9,84	
MEF 75	8,45	1,19	14,0
MEF 50	5,44	1,06	19,5
MEF 25	2,47	1,00	40,2
PEF	9,80	1,46	14,9
MMEF	4,66	1,04	22,2
FIV1		0,66	
PIF		0,61	
MVV	150,2		

Ritter 01711 Classic

	Soll	Best	%B/S
VT	0,57		
BF	20,00		
MV	11,43		
ERV	1,54		
VC IN	5,48	5,45	99,5
VC EX	5,48	8,46	154,4
VC MAX	5,48	8,46	154,4
FVC	5,24	8,46	161,4
FEV 1	4,31	3,07	71,2
FEV1%M	80,55	7	45,0
FEV1%F		7	
MEF 75	8,45	2,92	34,5
MEF 50	5,44	2,68	49,3
MEF 25	2,47	2,44	98,5
PEF	9,80	3,49	35,6
MMEF	4,66	2,64	56,6
FIV1		1,53	
PIF		1,53	
MVV	150,2		

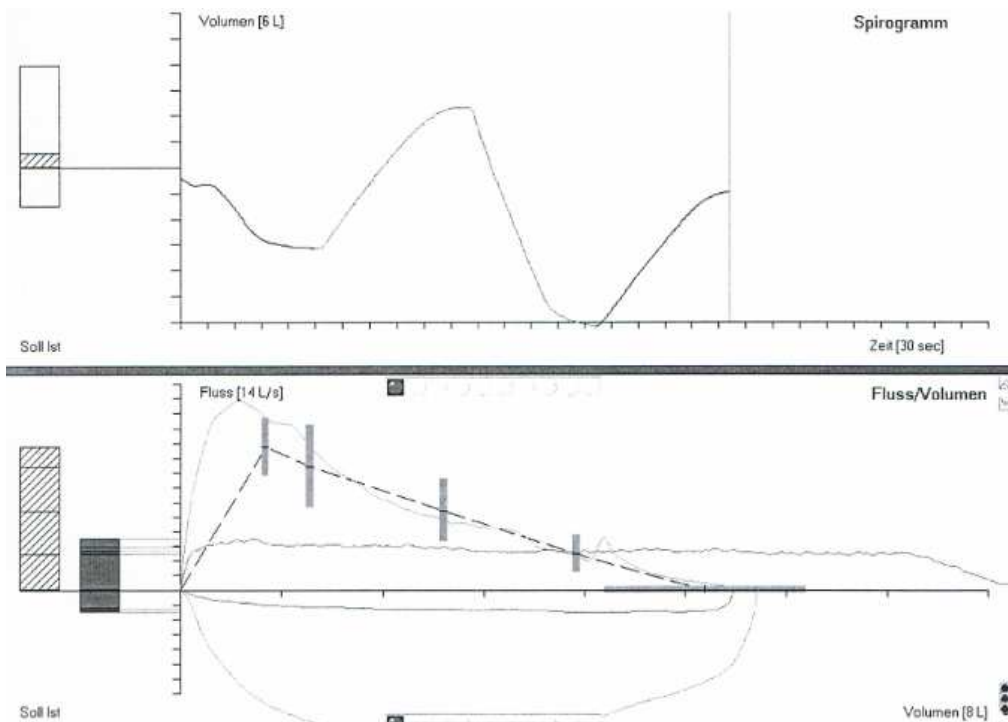


Abb. 22: Fluss-Volumen-Diagramm mit Modell Ritter 01711 Classic Proband 4

Mit beiden, in den spirometrischen Messungen verwendeten Hülsen der Kugelschreibermodelle konnte der geforderte Spitzenfluss  $\geq 10$  l/min erzielt werden (Tabelle 5), sodass beide Modelle für die anschließenden praktischen Versuche an den Leichnamen in der Rechtsmedizin zum Einsatz kamen.

Tabelle 5: Abmessungen und Mittelwerte der spirometrischen Messungen der Kugelschreiberhülsen

Kugelschreiber	Außendurchmesser Kugelschreiberhülse (mm)	Minimalster Innendurchmesser Kugelschreiberhülse (mm)	Hülsenlänge (mm)	FEV1 (l/min)	PEF (l/min)
Schneider K15	3,0	1,3	68,5	Ø	Ø
Ritter 01711 Classic	5,0	4,5	80,5	142,2	161,4
Montblanc M164P	7,0	6,5	72,5	55,2	61,2

### ***3.2 Versuchsdurchführung Rechtsmedizin, Präparation und Ergebnis***

#### ***1. Koniotomieversuch***

##### ***Versuchsdurchführung***

Der erste Koniotomieversuch wurde von einer 24-jährigen Studentin der Kommunikationswissenschaften durchgeführt, welche angab, weder über chirurgische noch notfallmedizinischen Kenntnisse zu verfügen.

Beim Verstorbenen handelte es sich um einen 67 Jahre alten, männlichen Probanden (Größe: 177 cm, Gewicht: 57,5 kg, BMI: 18,4; Postmortales Intervall: 72 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 36 cm).

Für die Versuchsdurchführung wurden der Kugelschreiber Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P, sowie das Klappmesser Opinel N°7 verwendet.

Die Studentin tastete zunächst orientierend die Halsstrukturen, setzte anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine im Bereich der Halsmitte an und führte die Punktion zunächst unter Druck- anschließend mit kombinierten Druck- und Drehbewegungen für 2,5 min aus.



Abb. 23: Punktionsversuch mit Montblanc Kugelschreiber an Leichnam Nr. 1

Nach erfolgreich geglaubter Punktion konnte beim anschließenden Beatmungsversuch über die Hülse keine Hebung des Brustkorbs erzeugt werden, obwohl mit dem Kugelschreiber Epidermis und Dermis durchtrennt worden waren. Die Studentin entschloss sich anschließend dazu, zusätzlich das vor Beginn des Versuchs zugestellte Messer zu Hilfe zu nehmen. Es wurde über der an der Haut sichtbaren Punktionsstelle ein querer Schnitt mit mehreren Schnittbewegungen angelegt und dabei das Lumen der Trachea eröffnet.



Abb. 24: Kugelschreiberhülse in situ

Der anschließend durchgeführte Beatmungsversuch verlief zunächst erfolglos, da durch die zu großzügig angelegte Schnittbreite an der Trachea (2 cm) die Luft seitlich neben dem Kugelschreiber entweichen konnte. Durch den manuellen Verschluss des seitlichen Lecks konnte allerdings eine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt werden, welche sich an

einer seitengleichen Hebung des Brustkorbes verifizieren ließ. Die Gesamtzeit bis zur Herstellung einer erfolgreichen Beatmungssituation betrug 4 Minuten.

### ***Präparation und Ergebnis***

Bei der anschließenden Präparation zeigte sich ein oberflächlicher Hautschnitt von 4,6 cm Länge.



Abb. 25: Ausmessen des oberflächlichen Hautschnittes mit einer Länge von 4,6 cm

Daraufhin wurde die Punktionsstelle schichtweise bis zum Schild- bzw. Ringknorpel freipräpariert, Haut, Unterhautfettgewebe und Platysma waren durchtrennt worden, am Lig. cricothyroideum war ein Schnitt von 2 cm Länge gesetzt worden.



Abb. 26: Schichtweise Präparation des Unterhautfettgewebes und der Halsmuskulatur

Der M. sternocleidomastoideus, sowie der M. omohyoideus waren beidseits unverletzt, auch größere Gefäße waren verschont worden, allerdings war der M. sternohyoideus beim Punktionsversuch mit dem Messer links annähernd durchtrennt und rechtsseitig medial angeschnitten worden.



Abb. 27: Verletzung Mm. sternohyoidei beidseits

Ebenfalls war der M. cricothyroideus links- und rechtsseitig angeschnitten worden.



Abb. 28: Verletzung Mm. cricothyroidei beidseits

Die Schnittlokalisation zwischen Schild- und Ringknorpel präsentierte sich als regelrecht für eine Koniotomie, auch die Rückseite der Trachea war nicht tangiert worden.



Abb. 29: Abschließender Präparationssitus mit Schnittlokalisation zwischen Schild- und Ringknorpel

## 2. Koniotomieversuch

### Versuchsdurchführung

Der zweite Punktionsversuch wurde von einer 26-jährigen Rechtsreferendarin ohne medizinische Vorkenntnisse durchgeführt.

Beim Verstorbenen handelte es sich um einen 76 Jahre alten, männlichen Probanden (Größe: 166 cm, Gewicht: 87 kg, BMI: 31,6; Postmortales Intervall: 120 h, Halslänge: 5,5 cm, Halsumfang: 40 cm).

Für den Versuch wurden der Kugelschreiber Ritter 01711 Classic, sowie das Schweizer Taschenmesser Victorinox 1.3603 Spartan Red verwendet.

Die durchführende Person tastete zunächst die Halsstrukturen, um anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine unter kraftvollen Druckbewegungen ins Halsgewebe einzubringen. Hierbei brach der Kugelschreiber im Bereich der Gewindemitte.

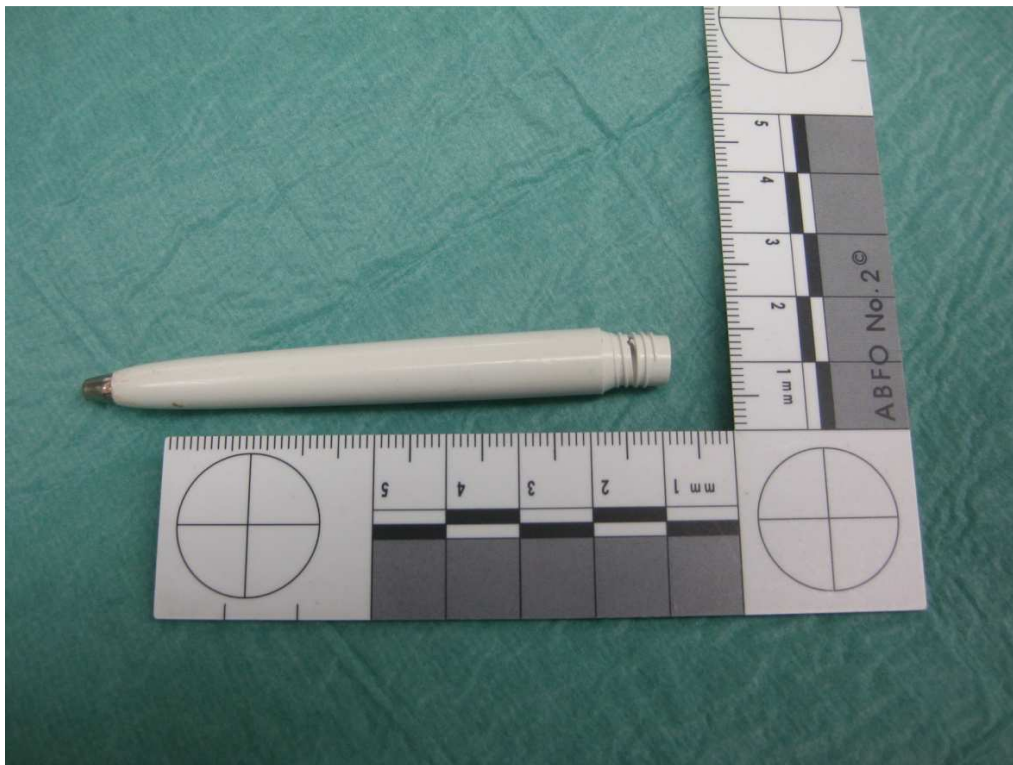


Abb. 30: Bruch des Gewindes von Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic

Nach zwei Versuchsminuten ohne ein erfolgreiches Vordringen des Kugelschreibers in die Dermis entschied sich die Probandin zu einem Wechsel auf das Schweizer Taschenmesser, wobei die Schnitlanlage vorwiegend unter Ausübung von Druck und Drehbewegungen durchgeführt wurde. Nach weiteren 60 Sekunden schließlich wurde das Messer nach erfolgreich geglaubter Punktions entfernt und die Kugelschreiberhülse in die Punktionsstelle eingebracht.





Abb. 31: Halssitus mit in Punktionsstelle befindlicher Kugelschreiberhülse nach Beendigung des Punktionsversuchs

Der anschließend durchgeführte Beatmungsversuch präsentierte sich als erfolgreich, der Thorax hob sich seitengleich. Geringfügig neben der Punktionsstelle entweichende Luft konnte unter manueller Fixation gut unterbunden werden. Die Gesamtzeit bis zur Herstellung einer erfolgreichen Beatmungssituation betrug 3 Minuten.

#### ***Präparation und Ergebnis***

Bei Begutachtung der primären, alleine mit Hilfe des Kugelschreibers durchgeführten Punktion war ersichtlich, dass der Kugelschreiber zwar die Haut und das Unterhautfettgewebe durchdrungen hatte, das Lig. cricothyroideum allerdings nicht punktiert hatte.

Nachdem eine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt worden war, erfolgte die Präparation der Halsstrukturen. Das Lig. cricothyroideum präsentierte sich hierbei als längs

eröffnet, was auf die Drehung des Messers während des Punktionsversuchs zurückzuführen ist.



Abb. 32: Halssitus nach Präparation mit längs eröffnetem Lig. cricothyroideum

Das Lig. cricothyroideum war mit dem Messer auf einer Länge von 0,6 cm eröffnet worden. Relevante Verletzungen der Halsstrukturen waren nicht vorhanden, lediglich die Schleimhaut der Larynxhinterwand wies einen oberflächlichen 3 mm breiten schlitzförmigen Einstich auf. Auch ein beim Leichnam als Standardvariante der Schilddrüsenanlage vorhandener Lobus pyramidalis war nicht verletzt worden.



Abb. 33: Schlitzförmiger, querer Einstich an trachealer Rückwand

Die Punktionsstelle war im Bereich des Lig. cricothyroideum gewählt worden, ein Zugang zu den oberen Atemwegen konnte durch den Einsatz von Kugelschreiber und Messer erfolgreich angelegt werden.

### **3. Koniotomieversuch**

#### ***Versuchsdurchführung***

Der dritte Versuch wurde von einem 32-jährigen Piloten durchgeführt, der als medizinische Vorkenntnisse Basiswissen in Bezug auf Erste Hilfemaßnahmen angab.

Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 68-jährige, weibliche Probandin (Größe: 160 cm, Gewicht: 95 kg, BMI: 37; Postmortales Intervall: 120 h, Halslänge: 3,5 cm, Halsumfang: 38,5 cm).

Für den Versuch wurde das Kugelschreibermodell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P verwendet, ein Messer kam nicht zum Einsatz.

Die durchführende Person tastete zunächst die Strukturen am kurzen, gewebereichen Hals.

Anschließend konnte der Kugelschreiber mühelos unter leichten Druckbewegungen ins Gewebe eingebracht werden, der nach 30 Sekunden durchgeführte Test auf eine erfolgreiche Beatmung verlief negativ. Die sondierte Einstichtiefe des Kugelschreibers in die Subcutis nach dem ersten Punktionsversuch betrug 2,2 cm.

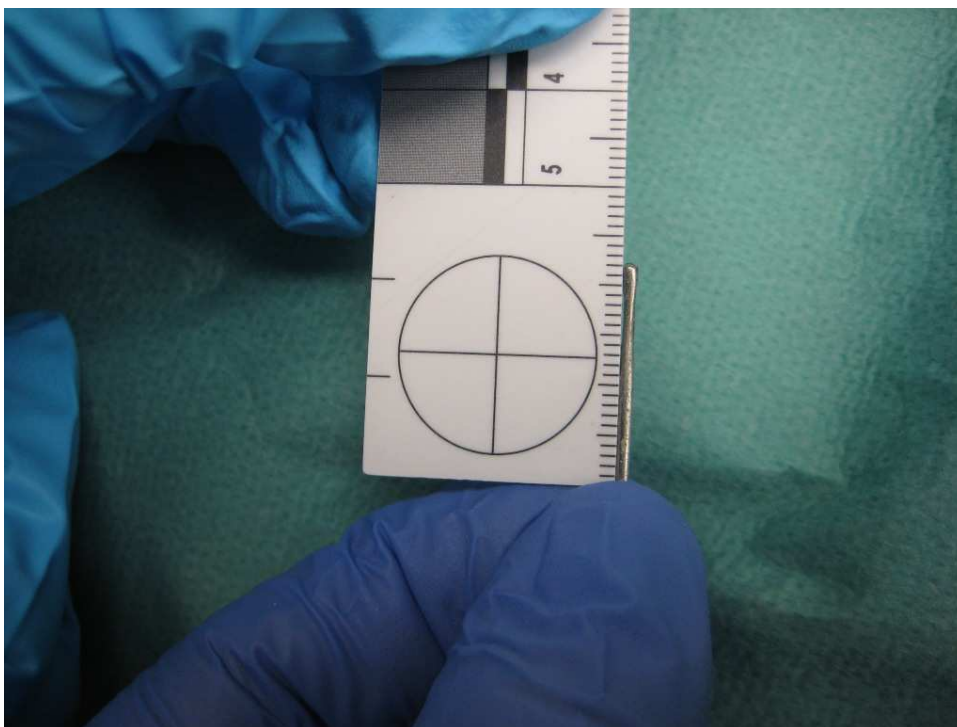


Abb. 34: Sondierung und Ausmessung der Einstichtiefe nach erfolglosem Punktionsversuch

Daraufhin wurde der Kugelschreiber erneut an derselben Einstichstelle eingebracht und weitere 20 Sekunden in die Tiefe sondiert. Der nach erfolgreich geglaubter Punktion durchgeführte Beatmungsversuch war weiterhin negativ, die sondierte Einstichtiefe betrug

nun 3,4 cm, wobei der Kugelschreiber von außen eine Abweichung von der Mittellinie nach links erkennen ließ.



Abb. 35: Abweichung des Kugelschreibers von der Mittellinie

Der dritte Punktionsversuch wurde erneut an derselben Einstichstelle vorgenommen, nun wurde die Kugelschreiberhülle unter kreisenden Bewegungen ins Halsgewebe eingebracht, der abschließende, nach 2 Minuten durchgeführte Beatmungsversuch stellte sich als negativ dar, eine sichtbare Hebung des Brustkorbs blieb aus und die 32-jährige Versuchsperson entschied sich dafür, den Versuch abubrechen.

### ***Präparation und Ergebnis***

Anschließend erfolgte die Präparation zur Darstellung der durchdrungenen bzw. verletzten Strukturen und zur Verifizierung der Lokalisation des Einstichlochs. Die Kugelschreibermine hatte sowohl die Haut, als auch das Unterhautfettgewebe und das Platysma durchdrungen. Bei der Präparation in die Tiefe konnte eine Durchstechung des linksseitigen M. sternohyoideus dargestellt werden.



Abb. 36: Durchstechungsverletzung des linksseitigen M. sternohyoideus

Die weitere Präparation erbrachte das Ergebnis, dass der Kugelschreiber unterhalb des Schild- bzw. Ringknorpels auf Höhe der Trachealspangen ins Gewebe eingebracht wurde. Der Einstichkanal verlief auf Höhe des linken Schilddrüsenlappenunterrands, ohne diesen jedoch zu verletzen. Die Trachea wurde beim Punktionsversuch nicht eröffnet, die Kugelschreibermine befand sich bezüglich ihrer endgültigen Lokalisation im paratrachealen Bindegewebe, ohne dabei größere Gefäß- bzw. Nervenstraßen zu verletzen.



Abb. 37: Simulation des Verlaufs des Einstichkanals links der Trachea nach Präparation

#### **4. Koniotomieversuch**

##### ***Versuchsdurchführung***

Der vierte Koniotomieversuch wurde von einem 25-jährigen Jurastudenten durchgeführt, welcher angab, keine medizinischen Vorkenntnisse zu besitzen.

Beim Verstorbenen handelte es sich um einen 86-jährigen, männlichen Probanden (Größe: 165 cm, Gewicht: 65 kg, BMI: 23,9 ; Postmortales Intervall: 72 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 41,5 cm).

Für den Versuch wurde der Kugelschreiber MontBlanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P verwendet, ein Messer kam bei diesem Versuch nicht zum Einsatz.

Die durchführende Person inspizierte zunächst die Halsregion, tastete anschließend die Halsstrukturen, wobei Schild- und Ringknorpel deutlich aus dem Relief der Halsregion hervorragten.



Abb. 38: Anatomie der Halsregion bei Proband Nr. 4 (♂ / 86 Jahre)

Anschließend setzte die durchführende Person den Kugelschreiber mittig im Bereich zwischen Schild- und Ringknorpel an und brachte den Kugelschreiber mit kraftvollen, nach kranial und kaudal gerichteten Druck- und Drehbewegungen unter Fixierung der knorpeligen Strukturen ins Gewebe ein, wobei die Mine des Kugelschreibers vom Studenten dauerhaft nach unten gedrückt wurde, da die Kugelschreibermine unter Druckbewegung die Tendenz hatte, sich selbstständig einzufahren.

Nach 5 Minuten wurde der Versuch vom durchführenden Probanden aufgrund der Annahme einer erfolgreich durchgeführten Koniotomie beendet.

Der im Anschluss daran durchgeführte Beatmungsversuch über die Kugelschreiberhülse bestätigte durch seitengleiche Entfaltungsbewegungen der Lungen am bereits zuvor eröffneten Thorax die erfolgreiche Punktion.



Abb. 39: Erfolgreicher Beatmungsversuch durch seitengleiche Belüftung der beiden Lungenflügel

### *Präparation und Ergebnis*

Die Größe der an der Haut sichtbaren Einstichstelle des Kugelschreibers betrug dabei 9 mm und konnte bis 5,5 cm in die Tiefe sondiert werden.



Abb. 40: 9 mm messender, oberflächlicher Hautdefekt nach Punktion

Die schichtweise Präparation in die Tiefe der Halsstrukturen zeigte, dass die oberen Atemwege im Bereich des Lig. cricothyroideum auf einer Länge von 1,5 cm eröffnet worden waren. Eine Verletzung eines größeren Gefäßes bzw. der Schilddrüse lagen nicht vor, allerdings ließen sich eine Durchstechungsverletzung des linksseitigen M. sternohyoideus, sowie eine Fraktur des vorderen, verknöcherten Ringknorpelanteils (Arcus cartilaginis cricoideae) rechtsseitig der Mittellinie freipräparieren.

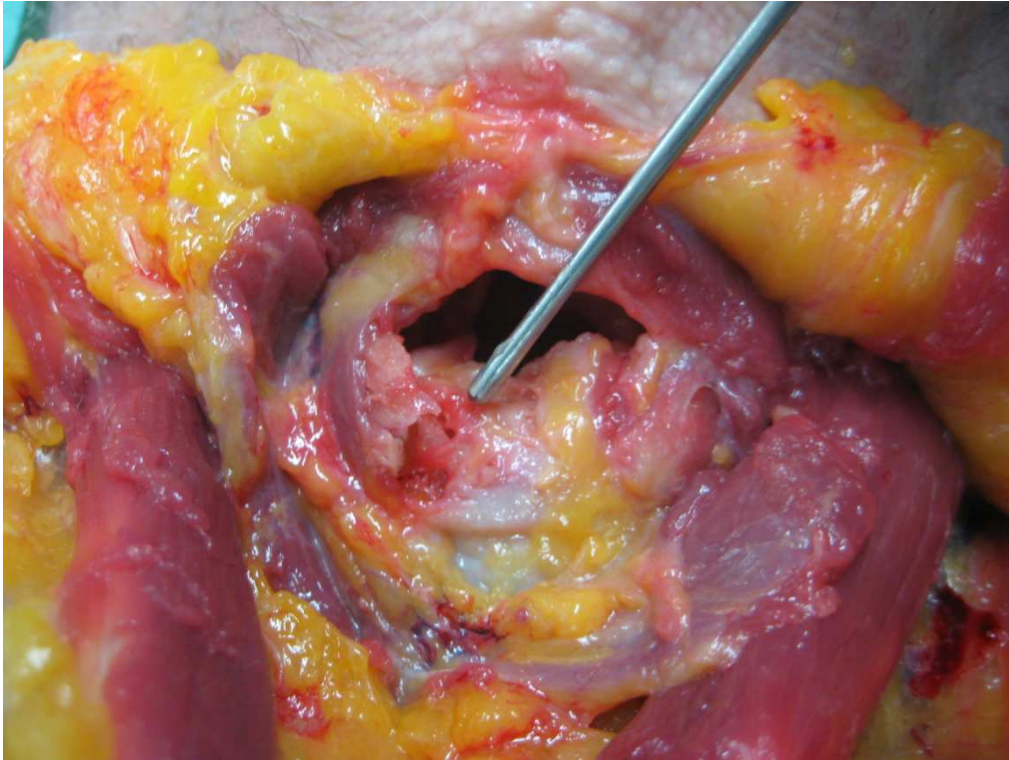


Abb. 41: Sondenmarkierung der Fraktur des vorderen Ringknorpelanteils

Darüberhinaus war auch die Larynxhinterwand mit einem 1 cm messenden, längs gerichteten, schlitzförmigen Einstich verletzt worden, über welchen eine Sondierung bis auf die verknöcherte Lamina des hinteren Ringknorpelanteils (Lamina cartilaginis cricoideae) möglich war.



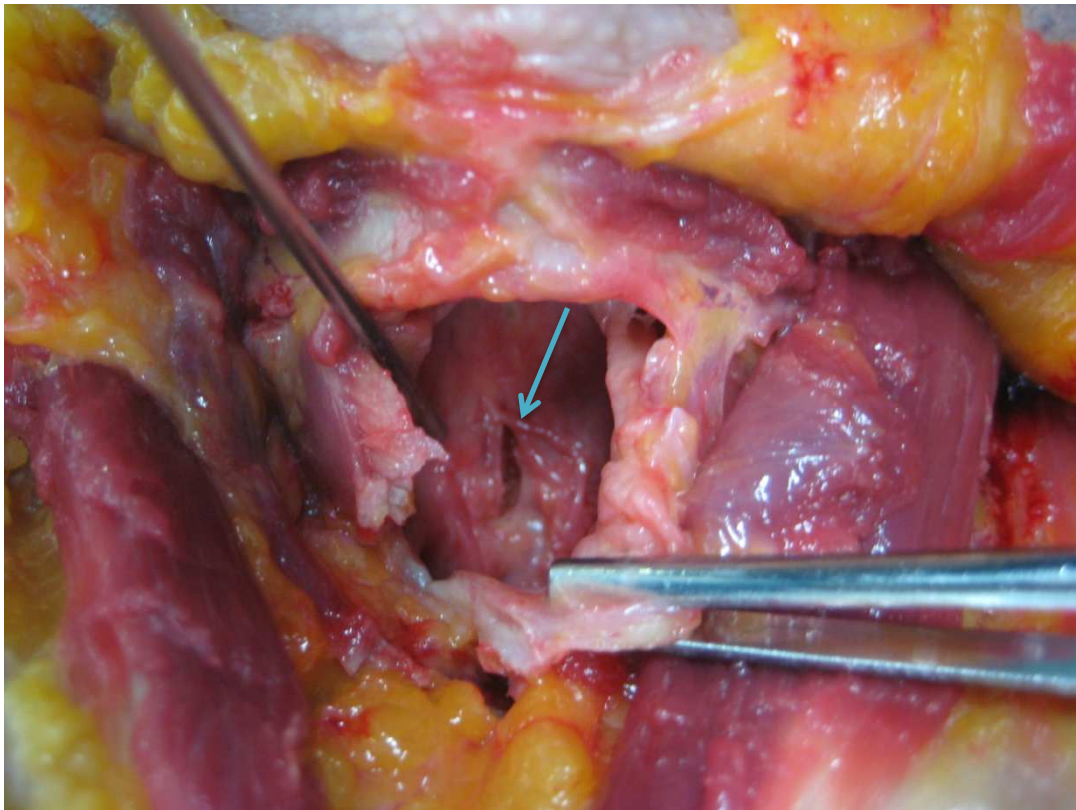


Abb. 42: Längs gerichteter, schlitzförmiger Defekt an Larynxhinterwand

## **5. Koniotomieversuch**

### ***Versuchsdurchführung***

Der fünfte Versuch wurde von einer 41-jährigen Polizistin durchgeführt, welche in medizinischer Hinsicht auf Grundkenntnisse in Ersten Hilfemaßnahmen zurückgreifen konnte, chirurgische oder notfallmedizinische Kenntnisse wurden verneint.

Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 63 Jahre alte, weibliche Probandin (Größe 175 cm, Gewicht: 56 kg, BMI: 18,3; Postmortales Intervall: 84 h, Halslänge: 7,5 cm, Halsumfang: 35 cm).

Für die Versuchsdurchführung wurden der Kugelschreiber Ritter 01711 Classic, sowie das Leatherman Wave Messer eingesetzt.

Die den Versuch ausführende Person tastete zunächst die anatomischen Strukturen des Halses, setzte anschließend allein die Hülse des Kugelschreibers, nachdem die Mine zuvor entfernt worden war, im Bereich oberhalb der Fossa jugularis an und versuchte die Punktion unter Ausübung eines senkrechten Drucks mit den Handflächen auf die Kugelschreiberhülse auszuführen. Nach einer Versuchsminute war von außen lediglich eine Abdruckstelle der Kugelschreiberhülse auf der Hautoberfläche sichtbar, eine relevante Durchstechung der Haut war nicht erkennbar.

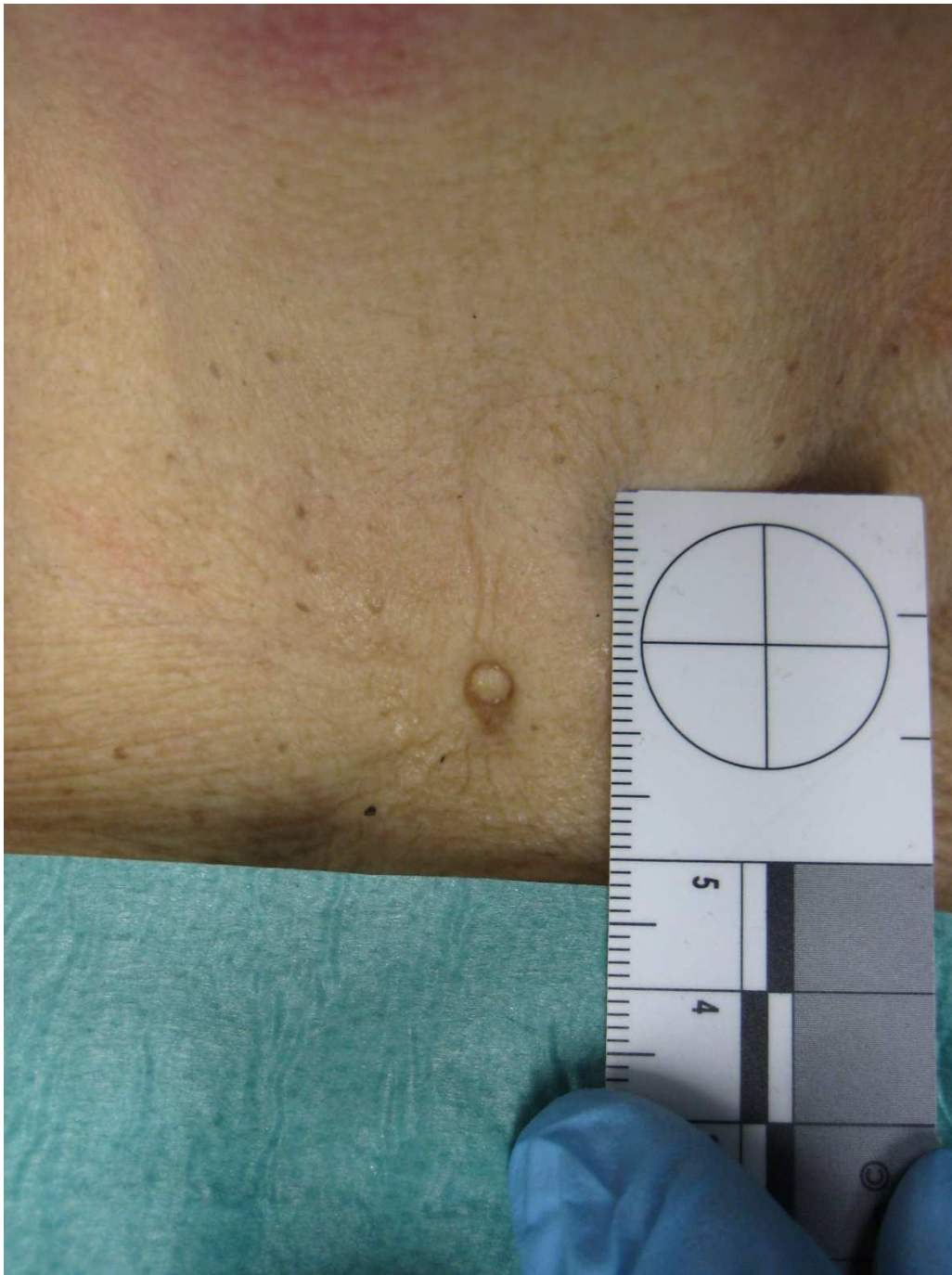


Abb. 43: Druckstelle von stumpfer Kugelschreiberhülse oberhalb der Drosselgrube

Daraufhin entschied sich die durchführende Person dazu, die Mine in den Kugelschreiber einzusetzen und mit ausgefahrener Kugelschreibermine einen erneuten Punktionsversuch durchzuführen, wobei im Rahmen der Druckbewegungen die Mine z-förmig komprimiert wurde.

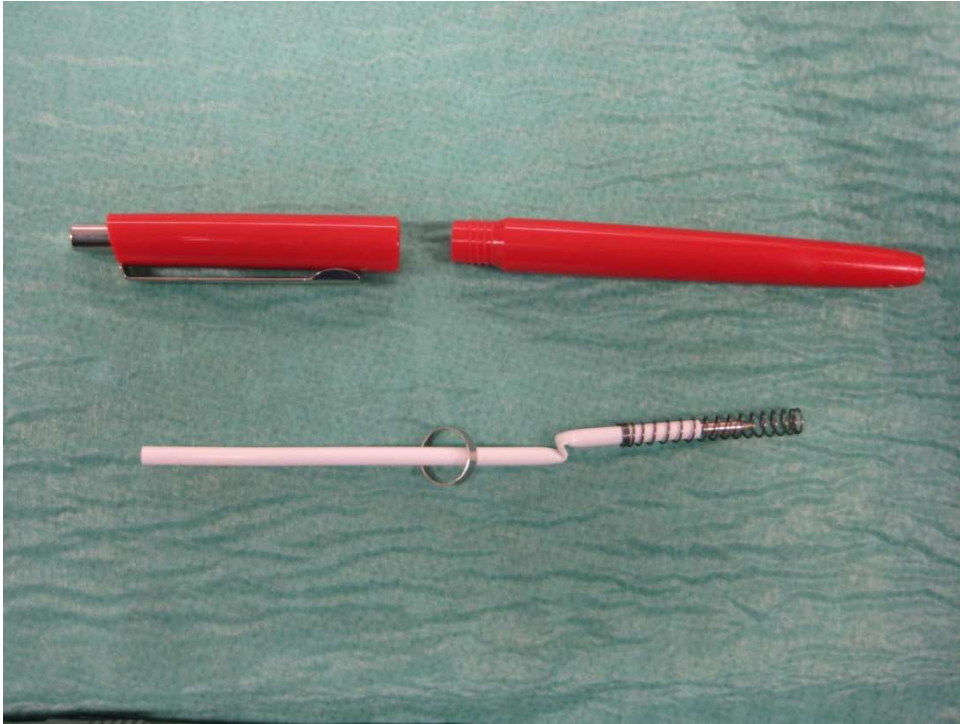


Abb. 44: Z-förmige Kompression der Kugelschreibermine bei Punktionsversuch

Nach insgesamt 2 Minuten versuchsweisem Punktieren alleine mit Hilfe des Kugelschreibers und ohne Erzeugung eines relevanten Punktionszugangs über die Epidermis hinaus, entschloss sich die Versuchsperson dazu, das Messer zu Hilfe zu nehmen.

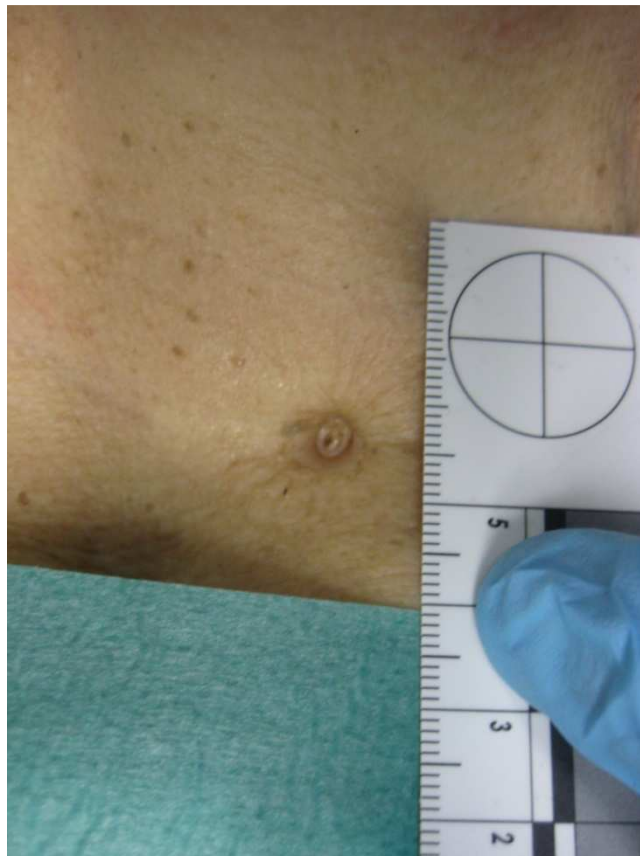


Abb. 45: Punktionsstelle nach 2 Minuten unter alleinigem Einsatz des Kugelschreibers

Unter dem Einsatz des Leatherman Messers wurde über der mit dem Kugelschreiber vormarkierten Punktionsstelle ein senkrechter Schnitt von 3,5 cm Länge angelegt. Nach 2 Minuten 50 Sekunden wurde ein erster Beatmungsversuch durchgeführt, welcher erfolglos war.

Daraufhin unternahm die Versuchsperson einen weiteren Punktionsversuch kranial der initial angelegten Punktionsstelle, wobei nach erneut erfolglosem initialen Einsatz des Kugelschreibers, das Leatherman Messer verwendet wurde. Nach einer Gesamtdauer von 8 Minuten 50 Sekunden schließlich konnte eine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt werden. Allerdings ist hierbei anzumerken, dass die Beatmung dadurch erschwert wurde, dass Nebenluft aus der initialen, weiter kaudal angelegten Punktionsstelle entwich. Die kaudal befindliche Eröffnung der Trachea ließ sich manuell von außen allerdings gut komprimieren, sodass eine Entfaltung der Lungen erreicht werden konnte.



Abb. 46: Platzierte Kugelschreiberhülse mit erfolgreichem Beatmungsversuch (kaudal der Hülse ist der Längsschnitt, der im Rahmen des ersten Punktionsversuchs angelegt worden war, sichtbar)

### ***Präparation und Ergebnis***

Anschließend wurde die Präparation an beiden Punktionsstellen zur Detektion der durchdrungenen bzw. verletzten Strukturen vorgenommen.

An der ersten Punktionsstelle oberhalb der Drosselgrube konnte eine Eindringtiefe von 3,5 cm sondiert werden. Die Präparation ergab, dass im Rahmen des Punktionsversuch an dieser Lokalisation der rechte M. sternohyoideus, sowie der rechte Schilddrüsenlappen im inneren Randbereich verletzt worden waren.

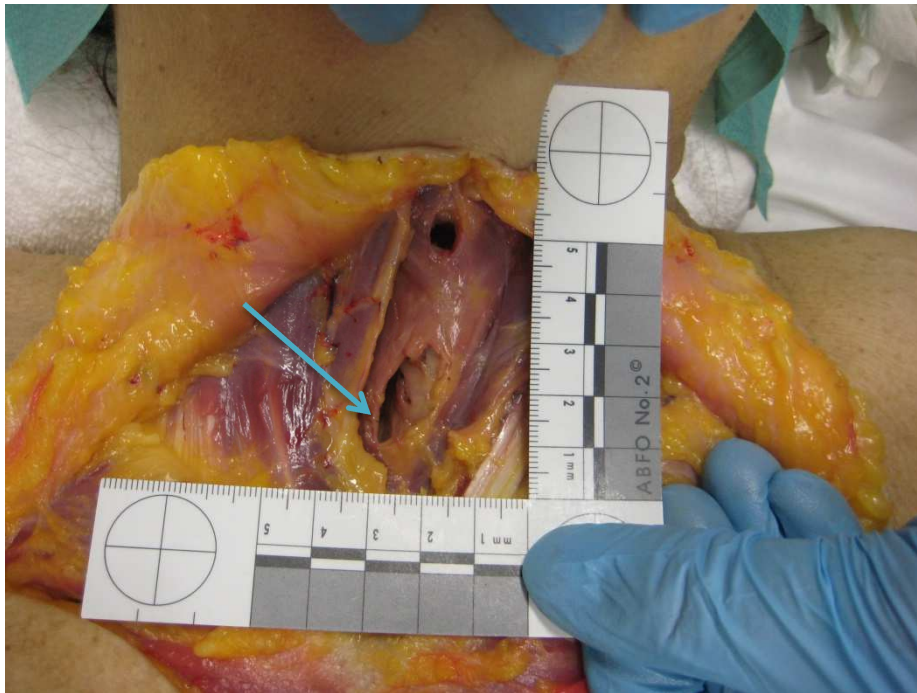


Abb. 47: Verletzung des rechten M. sternohyoideus und des rechten Schilddrüsenlappens

Darüberhinaus wies auch die Trachea eine zweifache Einstichverletzung auf.

Bei Präparation des kranial der ersten Punktionsstelle lokalisierten zweiten Punktionsortes ergab sich eine sondierte Eindringtiefe des Kugelschreibers von 5,5 cm. Die Punktionsstelle befand sich an der Ziellokalisation im Bereich des Lig. cricothyroideum, wobei sich ein oberflächlicher senkrechter Einschnitt am vorderen Anteil des Ringknorpels zeigte. Verletzungen von Gefäß-/Nervenstrukturen bzw. im Kehlkopfinneren waren nicht abgrenzbar.

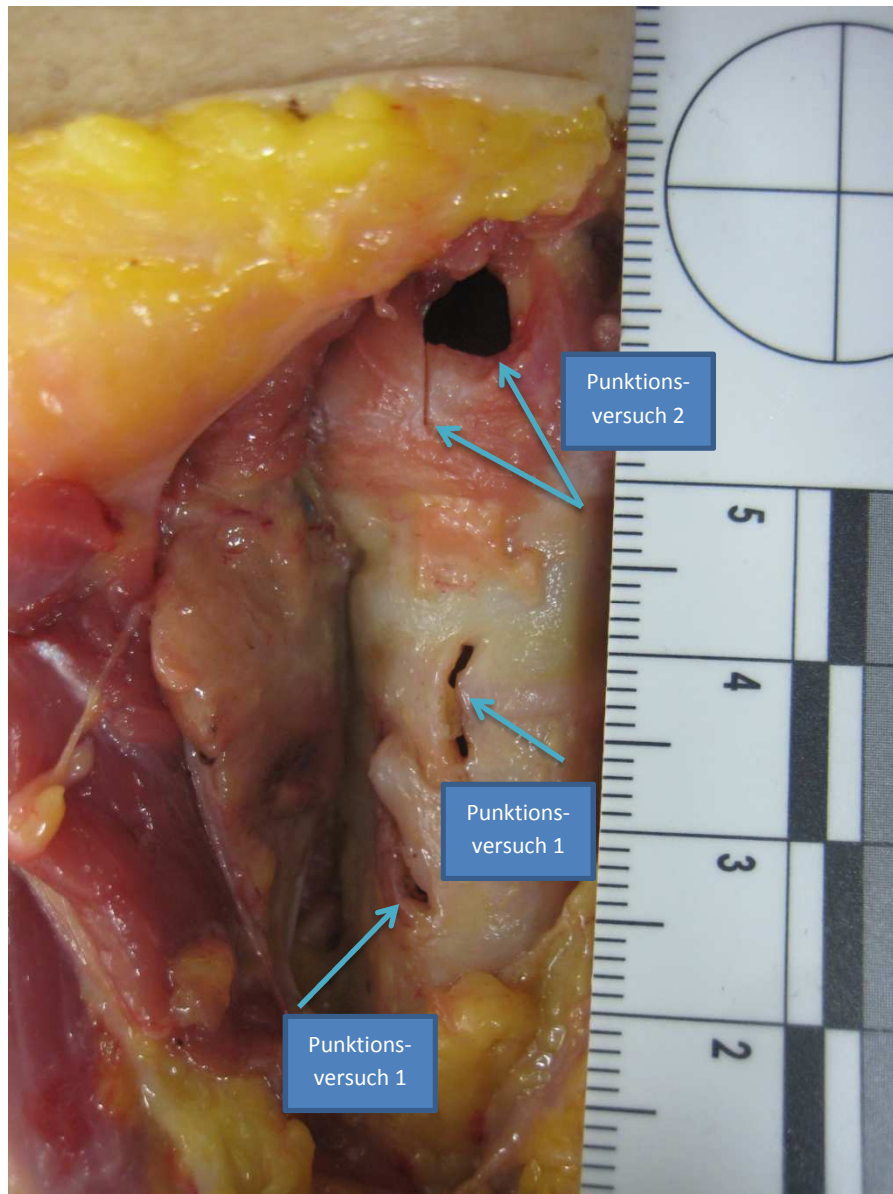


Abb. 48: Präparationssitus mit zweifacher kaudaler Einstichverletzung der Trachea (Punktionsstelle 1) und rundlichem Punktionsdefekt an Lig. cricothyroideum kranial (Punktionsstelle 2), sowie senkrechtem Einschnitt am vorderen Ringknorpelanteil

## 6. Koniotomieversuch

### *Versuchsdurchführung*

Der sechste Versuch wurde von einer 34-jährigen Grundschullehrerin durchgeführt, welche an medizinischen Vorkenntnissen angab, einen Kurs in lebensrettenden Sofortmaßnahmen besucht zu haben. Chirurgische und notfallmedizinische Kenntnisse beständen keine.

Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 68-jährige weibliche Probandin (Größe 158 cm, Gewicht: 54 kg, BMI: 21,6; Postmortales Intervall: 44 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 39 cm).

Es wurden für den Versuch das Kugelschreibermodell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P, sowie das Schweizer Taschenmesser Victorinox 1.3603 Spartan Red verwendet.

Zunächst tastete die durchführende Person die Halsstrukturen, um anschließend den Kugelschreiber auf Halsmitte mit ausgefahrener Mine und kraftvollen Dreh- und Druckbewegungen ins Gewebe einzubringen. Nach 1 Minute 30 Sekunden war ein 9 mm x 6 mm messendes Einstichloch an Haut und subkutanem Fettgewebe sichtbar, der nachfolgende Beatmungsversuch gestaltete sich allerdings als negativ.

Beim zweiten Punktionsversuch wurde der Kugelschreiber kranial der ersten Punktionsstelle angesetzt und der Kugelschreiber unter Fixierung von Schild- und Ringknorpel ins Gewebe gedreht bzw. -drückt. Nach einer weiteren Minute waren nun zwei zervikal lokalisierte Einstiche erkennbar, wobei das zweite (kraniale) Einstichloch 9 mm x 7 mm maß. Auch der zweite Beatmungsversuch blieb erfolglos.



Abb. 49: Einstichlöcher nach zwei Punktionsversuchen (Versuch 1: kaudal lokalisiert, Versuch 2: kranial lokalisiert)

Die Versuchsperson entschied nun, nach den erfolglosen beiden ersten Punktionsversuchen, das Messer zu Hilfe zu nehmen. In den darauffolgenden 5 Minuten wurde mit Hilfe des Messers und der stumpfen Palpation mit dem Zeigefinger versucht, das Tracheallumen zu punktieren. Nach einer Gesamtdauer von 7 Minuten 20 Sekunden konnte schließlich eine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt werden, wobei aufgrund des breit angelegten, horizontalen Schnittes, ein Luftstrom seitlich der Kugelschreiberhülse entweichen konnte;

deren Vorbeiströmen konnte unter Verschluss und Fixierung mit den Händen jedoch unterdrückt werden.

### ***Präparation und Ergebnis***

Bei der anschließenden Präparation präsentierte sich ein oberflächlicher Hautdefekt, 4,7 cm x 2,2 cm messend.



Abb. 50: Oberflächlicher Hautdefekt 4,7 cm x 2,2 cm messend

Haut, subkutanes Fettgewebe und Platysma waren druchtrennt worden. Der M. sternohyoideus wurde rechtsseitig über die gesamte Länge hinweg durchtrennt, linksseitig auf einer Länge von 0,5 cm angeschnitten.





Abb. 51: Durchtrennung des rechtsseitigen M. sternohyoideus

Ebenfalls auf der rechten Seite war eine oberflächliche Schilddrüsenvene verletzt worden.



Abb. 52: Verletzung einer oberflächlichen Schilddrüsenvene

Größere Gefäß- bzw. Nervenstrukturen waren nicht verletzt worden,  
Die Schnittführung verlief zwischen der 1. und 2. Trachealspange auf Höhe des oberen Schilddrüsenpols, ohne diesen bzw. die tracheale Rückwand angeschnitten zu haben, mit einer maximalen horizontalen Schnittbreite von 11 mm.



Abb. 53: Schnittführung im Verlauf der kranialen Trachealspangen mit einer Schnittbreite von 1,1 cm

## **7. Koniotomieversuch**

### ***Versuchsdurchführung***

Der siebte Versuch wurde von einem 29-jährigen Einzelhandelskaufmann durchgeführt, welcher angab, keinerlei medizinische Vorkenntnisse zu besitzen.

Beim Verstorbenen handelte es sich um einen 86-jährigen männlichen Probanden (Größe 163 cm, Gewicht: 78 kg, BMI: 29,4; Postmortales Intervall: 65 h, Halslänge: 8 cm, Halsumfang: 45 cm).

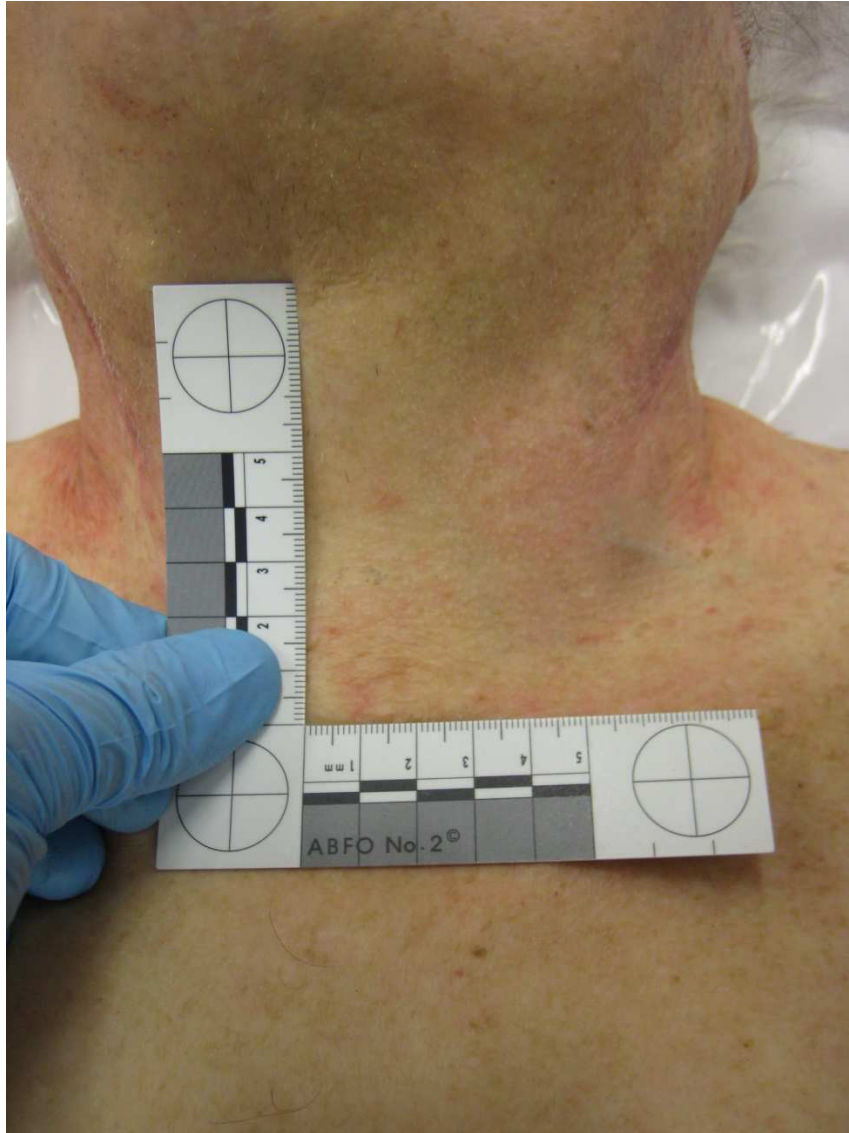


Abb. 54: Ausmessen der Halslänge zwischen Schildknorpeloberrand und Drosselgrube

Es kamen für den Versuch das Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic, sowie das Messer Opinel N°7 zum Einsatz.

Die durchführende Person tastete die anatomischen Halsstrukturen und brachte anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine unter Fixierung der Knorpelstrukturen unter kräftigen Druck- und Drehbewegungen ins Halsgewebe ein. Nach Ablauf von 1 Minute 30 Sekunden ohne dass ein Eindringen ins subkutane Gewebe erzielt werden konnte entschied sich der Proband für einen Wechsel auf das Messer. Der von außen sichtbare Hautdefekt maß zu dieser Zeit 6 mm x 4 mm.



Abb. 55: Von außen sichtbarer Hautdefekt unter Zuhilfenahme des Kugelschreibers (nach 1 Minute 30 Sekunden)

Die den Versuch durchführende Person legte einen senkrechten Schnitt bis zur Drosselgrube an und erweiterte diesen unter stumpfer Palpation mit dem Zeigefinger in die Tiefe. Anschließend wurde der Kugelschreiber in das nunmehr eröffnete Gewebe kraftvoll hineingedrückt, wobei das Kugelschreibergewinde brach.

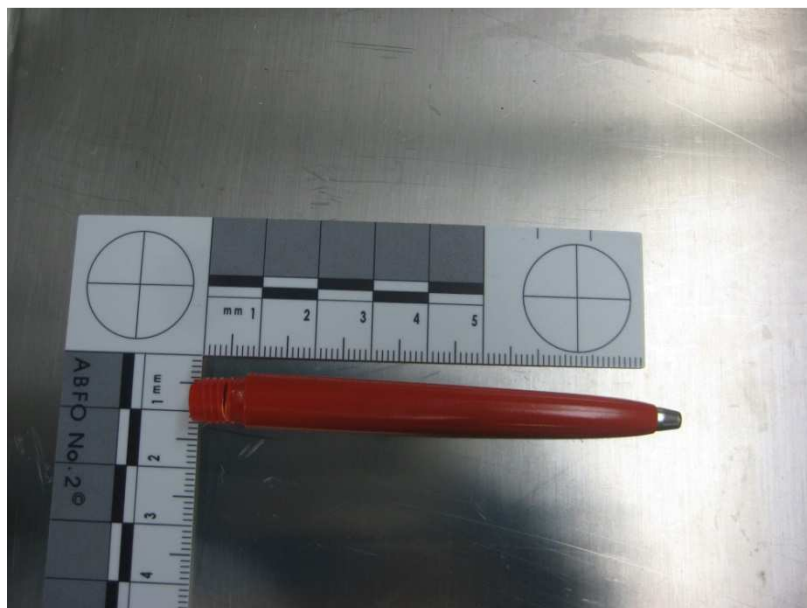


Abb. 56: Bruchstelle im Bereich des unteren Drittels des Kugelschreiberhülsengewindes

Nachdem der hintere Anteil der Kugelschreiberhülse und die Mine entfernt worden war, zeigte sich nach einer Gesamtdauer von 3 Minuten 10 Sekunden der Erfolg der durchgeführten Punktion an einer deutlichen Hebung des Brustkorbs beim Beatmungsversuch.

### *Präparation und Ergebnis*

Bei der anschließend durchgeführten Präparation zeigte sich ein oberflächlicher Schnitt in senkrechter Richtung mit einer Länge von 5,7 cm.



Abb. 57: Blick auf die Halsstrukturen nach Beendigung des Versuchs und Ausmessen des oberflächlich angelegten, senkrechten Schnitts

Haut, subkutanes Fettgewebe und Platysma waren durchtrennt worden, der Schilddrüsen-isthmus war bei der Schnitthanlage verletzt worden



Abb. 58: Verletzung des Schilddrüsenisthmus

Die Präparation zeigte, dass der Schnitt zwischen der 1. und 2. Trachealspange, im Sinne einer Tracheotomie, angelegt worden war.

Die restlichen Halsstrukturen, insbesondere die tracheale Rückwand bzw. größere Gefäß- und Nervenstrukturen waren unverletzt geblieben.

## **8. Koniotomieversuch**

### ***Versuchsdurchführung***

Der achte Koniotomieversuch wurde von einem 45-jährigen Schreiner durchgeführt, welcher angab, keinerlei medizinische Vorkenntnisse zu besitzen, jedoch in einer Ausgabe der US-amerikanischen Fernsehserie Gray's Anatomy gesehen zu haben, wie die Luftröhre mit Hilfe eines Kugelschreibers punktiert worden war.

Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 82-jährige weibliche Probandin (Größe 154 cm, Gewicht: 80 kg, BMI: 33,7; Postmortales Intervall: 45 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 42,5 cm), welche 22 Jahre zuvor thyreoidektomiert worden war, wobei sich inspektorisch eine reizlose Narbe (Kocher-Kragenschnitt) in loco typico präsentierte.

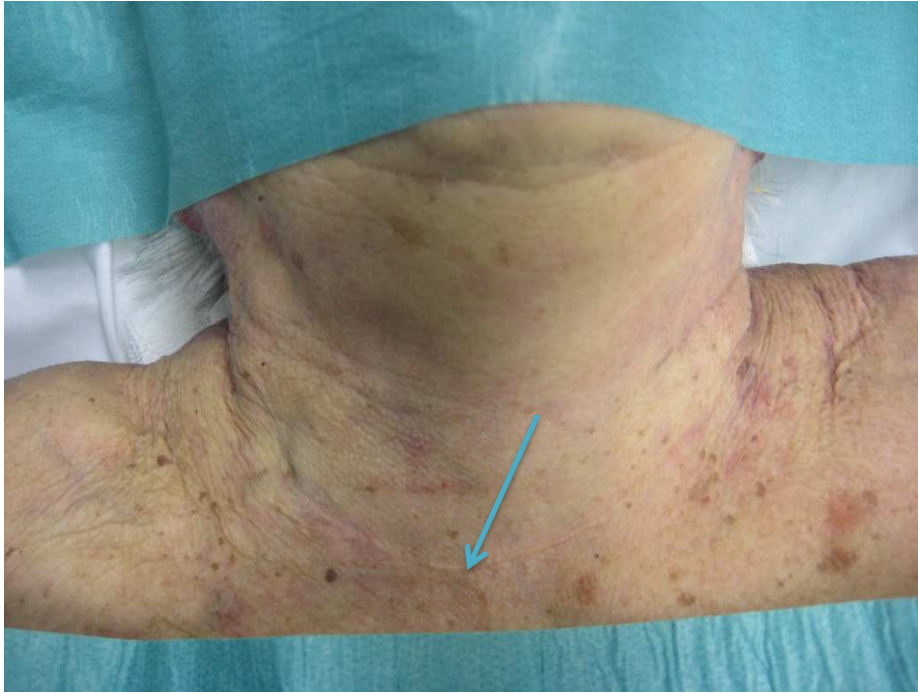


Abb. 59: Blick auf die Halsregion mit Thyroidektomie-Narbe

Für den Versuch wurde das Kugelschreibermodell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P verwendet, als Messer kam das Modell Leatherman Wave zum Einsatz.

Die versuchsdurchführende Person tastete zunächst die Halsstrukturen um die Kehlkopfregion, stach anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine kraftvoll im Bereich der Drosselgrube ein. Nach 50 Sekunden wurde ein erster, erfolgloser Beatmungsversuch unternommen. Die Kugelschreiberhülse war dabei 3,5 cm weit ins subkutane Gewebe eingebracht worden, der an der Haut sichtbare Defekt betrug 8 mm x 5 mm.



Abb. 60: Ausmessen des Hautdefekts nach dem ersten Punktionsversuch

Die Versuchsperson entschied sich daraufhin, das Leatherman Wave Messer zum Einsatz zu bringen und legte einen waagerechten Schnitt über der initialen, mit dem Kugelschreiber angelegten Punktionsstelle an, schnitt anschließend beherzt in senkrechter Richtung in die Tiefe.





Abb. 61: Anlage eines waagerechten Schnitts oberhalb der Fossa jugularis

Daraufhin wurde über die angelegte Schnittstelle stumpf mit dem Finger in kaudaler Richtung palpirt und der Kugelschreiber ebenfalls nach schräg-kaudal gerichtet eingebracht. Der nach 50 Sekunden durchgeführte Beatmungsversuch blieb weiterhin erfolglos.

Der Proband versuchte nochmal an derselben Stelle einen Zugang zu den Atemwegen herzustellen, indem er stumpf mit den Fingern in der angelegten Punktionsstelle in die Tiefe palpirt, anschließend das gesamte Messer mit der ausgefahrenen Klinge von 9 cm ins Mediastinum vorschob und schließlich den Kugelschreiber annähernd zur Gänze nach kaudal gerichtet ins Mediastinum vorschob. Nach einer Gesamtdauer von nunmehr 8 Minuten wurde eine weitere probeweise Beatmung vorgenommen, welche allerdings keinen Erfolg zeigte.

In Anbetracht der bisherigen erfolglosen Beatmungsversuche entschloss sich der Proband, die Punktionsrichtung nach kranial zu verändern.

Der Kugelschreiber wurde nun in senkrechter Richtung an dem bereits vorhandenen Hautschnitt unter Ausübung von Druckbewegungen, zunächst ohne Fixierung der Trachea, in das Halsgewebe eingebracht, wobei der Kugelschreiber abrutschte und links neben der Trachea im Halsweichteilgewebe plazierte wurde.

Anschließend wurde ein nochmaliger Versuch unternommen, bei welchem die Trachea nun manuell fixiert wurde. Nun erreichte der Kugelschreiber das tracheale Lumen, allerdings konnte keine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt werden, nachdem die Luft aus dem weiter kaudal vorhandenen Defekt von den anfänglichen, zu tief angelegten Punktionsversuchen, entwich und auch unter manueller Kompression nicht ausreichend verschlossen werden konnte, um eine Hebung des Brustkorbes hervorzurufen. Die Gesamtdauer des Versuch, ohne dass eine erfolgreiche Beatmung hergestellt werden konnte, betrug 11 Minuten 30 Sekunden.

### *Präparation und Ergebnis*

Die anschließende Präparation zeigte einen 5,5 cm messenden waagerechten Schnitt, wobei der rechte M. sternocleidomastoideus in seinen medialen Anteilen durchtrennt und eine oberflächliche Vene auf der linken Seite verletzt worden war.

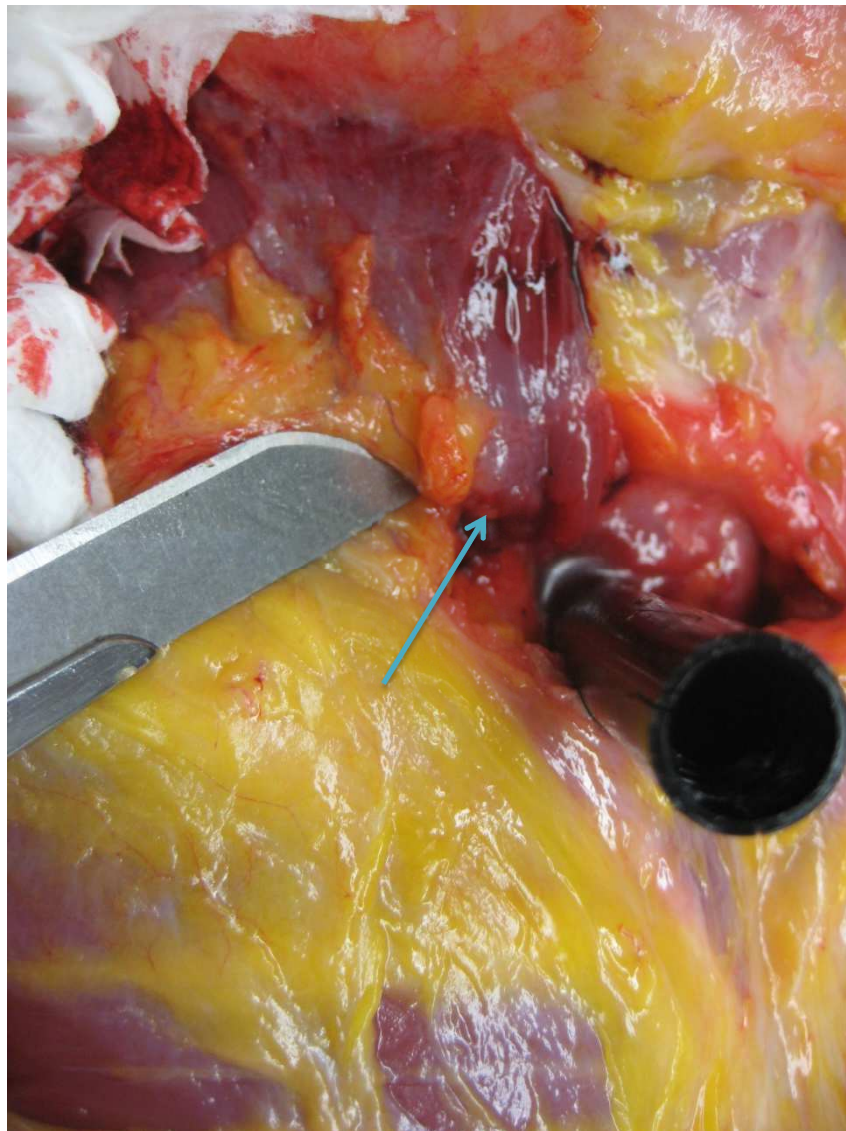


Abb. 62: Verletzung des rechten M. sternocleidomastoideus in seinen medialen Anteilen

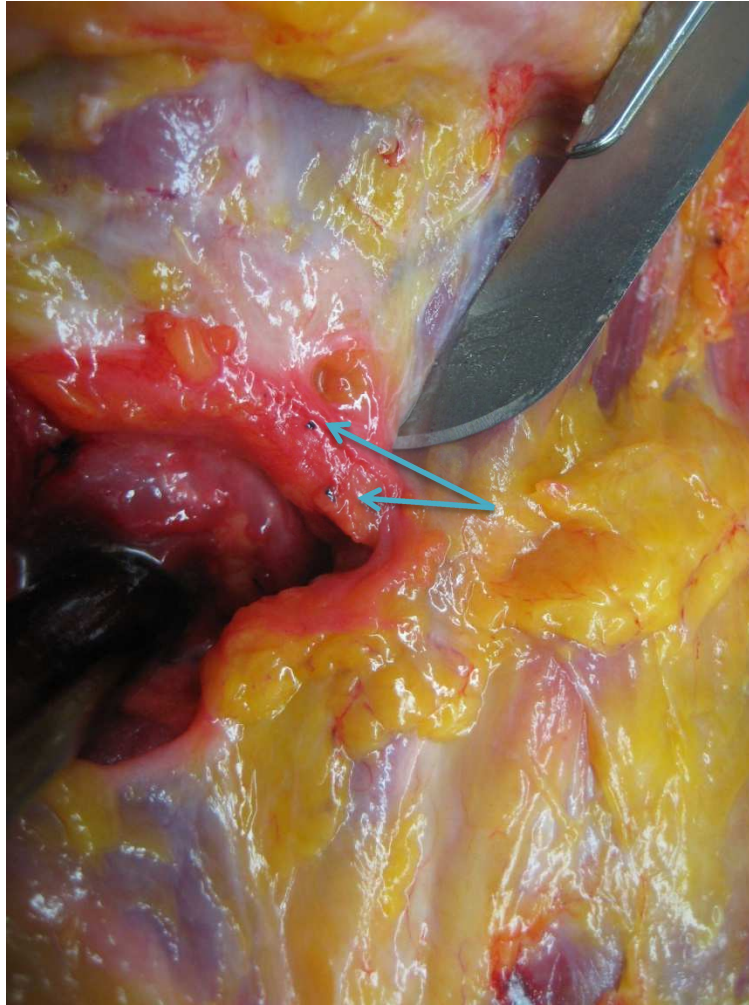


Abb. 63: Durchtrennung einer oberflächlichen Halsvene

Der Leichnam war bereits thyreoidektomiert worden, ansonsten wäre bei der gewählten Vorgehensweise mit schweren Verletzungen an der Schilddrüse zu rechnen gewesen.

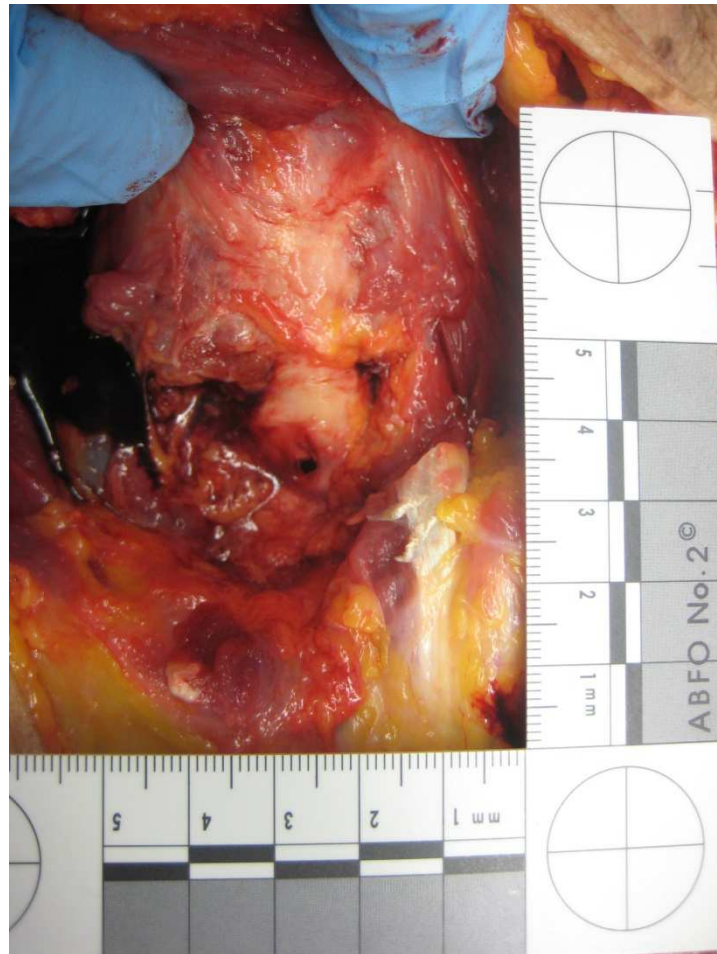


Abb. 64: Blick auf eröffnete Halsweichteile bei Z.n. Thyroidektomie

Bei weiterer Präparation ließ sich ein 3 mm x 3 mm messender Defekt zwischen der 3. und 4. Trachealspange erkennen, als Korrelat des zuletzt angelegten Punktionsversuchs. Weiter kaudal, im Bereich zwischen der 5. und 6. Trachealspange konnte ein retrosternal befindlicher, scharfrandiger Defekt von 7 mm x 2 mm freipräpariert werden, in Einklang zu bringen mit dem blinden Vorschieben der Messerklinge während des ersten, zu tief angelegten Punktionsversuchs. Über diesen Defekt in der Trachea konnte die Luft bei der Beatmung entweichen, was eine erfolgreiche Beatmung schlussendlich unmöglich machte.

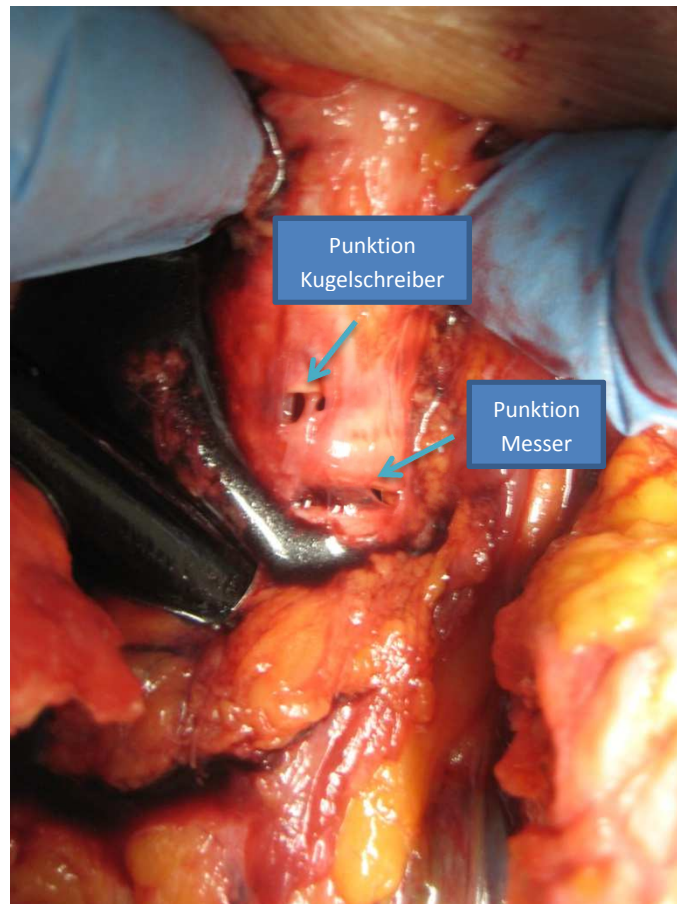


Abb. 65: Blick auf Trachea mit zwei eröffneten Lumina (3 mm x 3 mm messender kranialer Defekt durch Kugelschreiberpunktion angelegt, 7mm x 2mm messender kaudaler Defekt durch initialen blinden Punktionsversuch mit Messer hervorgerufen)

Darüber hinaus konnte als Begleitverletzung des ersten Punktionsversuchs, eine bis ins Mediastinum reichende Wundhöhle mit einer Tiefe von 9 cm stumpf palpiert werden, welche direkt über dem Aortenbogen endete. Die Larynxhinterwand, ebenso wie größere Gefäße und die Brusthöhlen waren unversehrt geblieben.

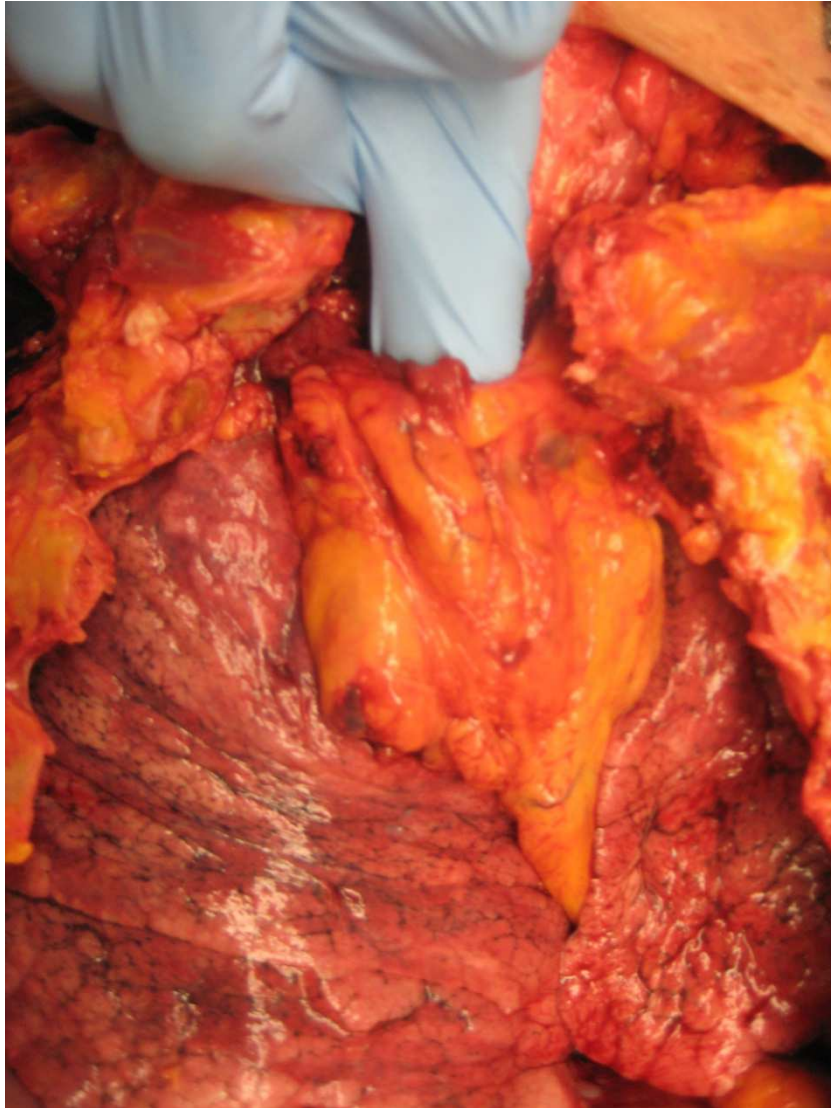


Abb. 66: Stumpfe Palpation der bis ins Mediastinum reichenden Wundhöhle

## ***9. Koniotomieversuch***

### ***Versuchsdurchführung***

Der neunte Koniotomieversuch wurde von einer 25-jährigen Bankkauffrau durchgeführt, welche medizinische Vorkenntnisse verneinte.

Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 74 Jahre alte, weibliche Probandin (Größe: 179 cm, Gewicht: 59 kg, BMI: 18,4; Postmortales Intervall: 37 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 36,5 cm).

Für die Versuchsdurchführung wurden der Kugelschreiber Ritter 01711 Classic, sowie das Schweizer Taschenmesser Victorinox 1.3603 Spartan Red verwendet.

Nachdem die versuchsdurchführende Person zunächst die Halsstrukturen ertastet hatte, setzte sie den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine im Bereich der Halsmitte an und führte kombinierte Druck- und Drehbewegung unter Fixierung der Haut und der darunterliegenden Knorpelstrukturen über eine Dauer von 2 Minuten 30 Sekunden durch.

Äußerlich war nun die Abdruckmarke der Kugelschreiberhülle sowie ein 1 mm messender Hautdefekt in der Mitte erkennbar.

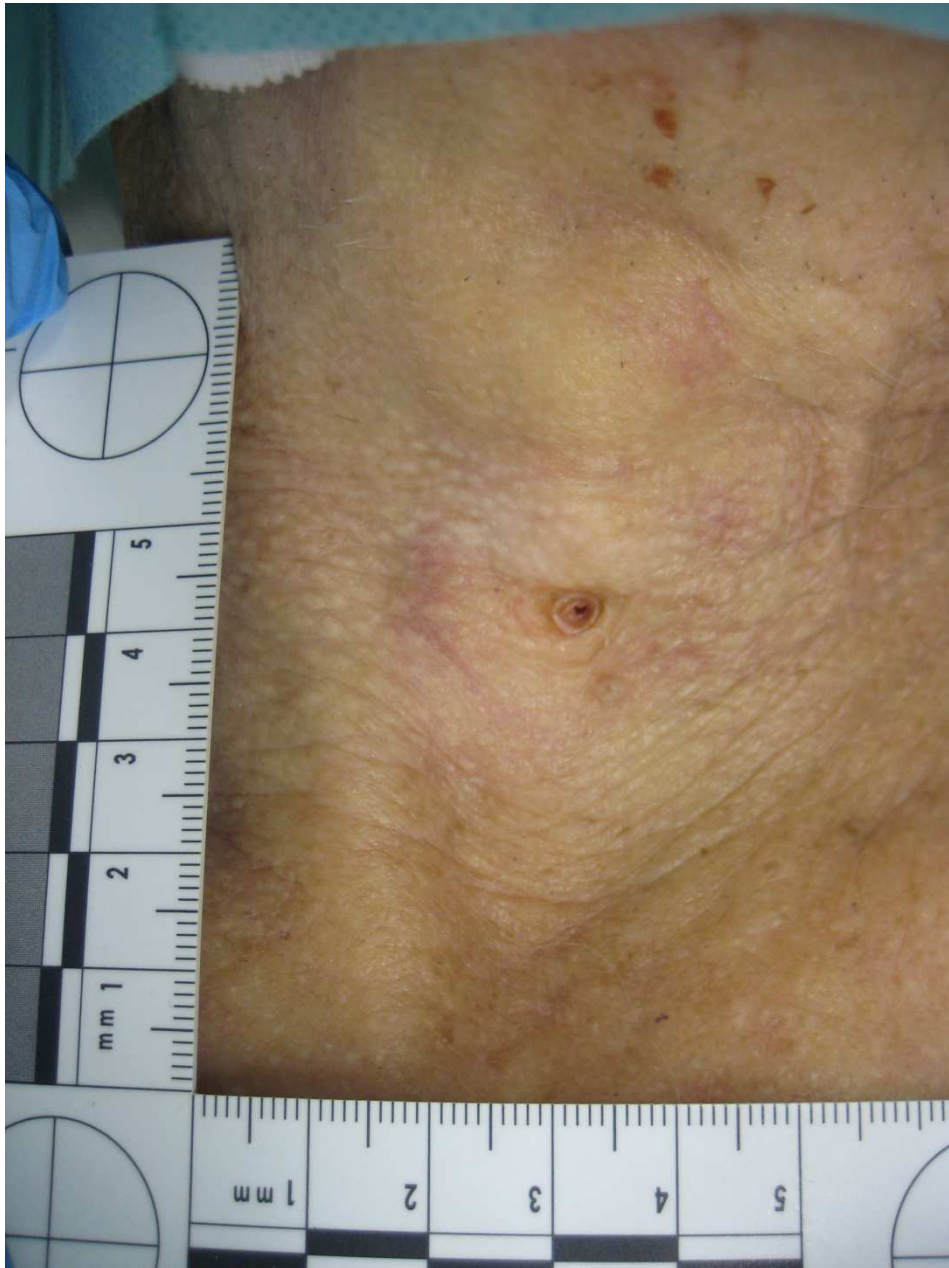


Abb. 67: Äußerlicher Hautdefekt nach Punktionsversuch mit Kugelschreiber

Die Probandin entschied daraufhin, das Messer zu Hilfe zu nehmen und legte im Bereich des Einstichlochs einen waagerechten Schnitt an, wobei die Schnittrichtung anschließend gewechselt und der Schnitt in senkrechter Richtung nach kaudal verlängert wurde. Der angelegte Hautschnitt wurde wechselweise durch stumpfe Palpation mit dem rechten Zeigefinger bzw. der Kugelschreiberhülle, mit nun eingefahrener Mine, in die Tiefe erweitert. Nach einer Gesamtdauer von 5 Minuten wurde ein erster Beatmungsversuch unternommen, wobei die Kugelschreiberhülle 2,1 cm tief ins Halsgewebe eingedrungen war.



Abb. 68: Abmessung der Eindringtiefe des Kugelschreibers in Halsgewebe vor erstem Beatmungsversuch

Der erste Beatmungsversuch verlief negativ, wobei ein deutlicher Widerstand bei dem Versuch, Luft durch die Kugelschreiberhülse zu applizieren, imponierte.

Die Probandin führte nun erneut das Messer in die zuvor angelegte Schnittstelle, wobei das Messer widerstandslos mehrere Zentimeter in die Tiefe eingebracht werden konnte, bevor es auf einen harten Widerstand traf. Daraufhin wurde das Messer entfernt und die Punktionsstelle wechselweise mit der ausgefahrenen Kugelschreibermine und dem Zeigefinger sondiert. Nachdem die Probandin nicht sicher war, das tracheale Lumen tatsächlich eröffnet zu haben, wurde der Schnitt mit dem Messer nochmals in horizontaler und kaudaler Richtung erweitert, um eine bessere Sicht auf die Halsstrukturen zu erhalten. Nach einer Gesamtdauer von 9 Minuten 30 Sekunden wurde der Versuch beendet und eine probeweise Beatmung durchgeführt, welche sich als positiv erwies, sofern das umliegende Gewebe um die Kugelschreiberhülse komprimiert wurde, um die Luft aufgrund des zu groß angelegten Schnittes am Vorbeiströmen zu hindern.



### *Präparation und Ergebnis*

Bei der im Anschluss daran durchgeführten Präparation zeigte sich ein T-förmiger Hautdefekt mit einer Breite von 3,2 cm und einer Höhe von 2,5 cm, die sondierte Tiefe über Hautniveau betrug 3,3 cm.



Abb. 69: T-förmiger Defekt im Halsgewebe

Es zeigte sich eine beiderseitige Verletzung des M. sternohyoideus in seinen medialen Anteilen, sowie eine Durchtrennung der beiden Mm. cricothyroidei.

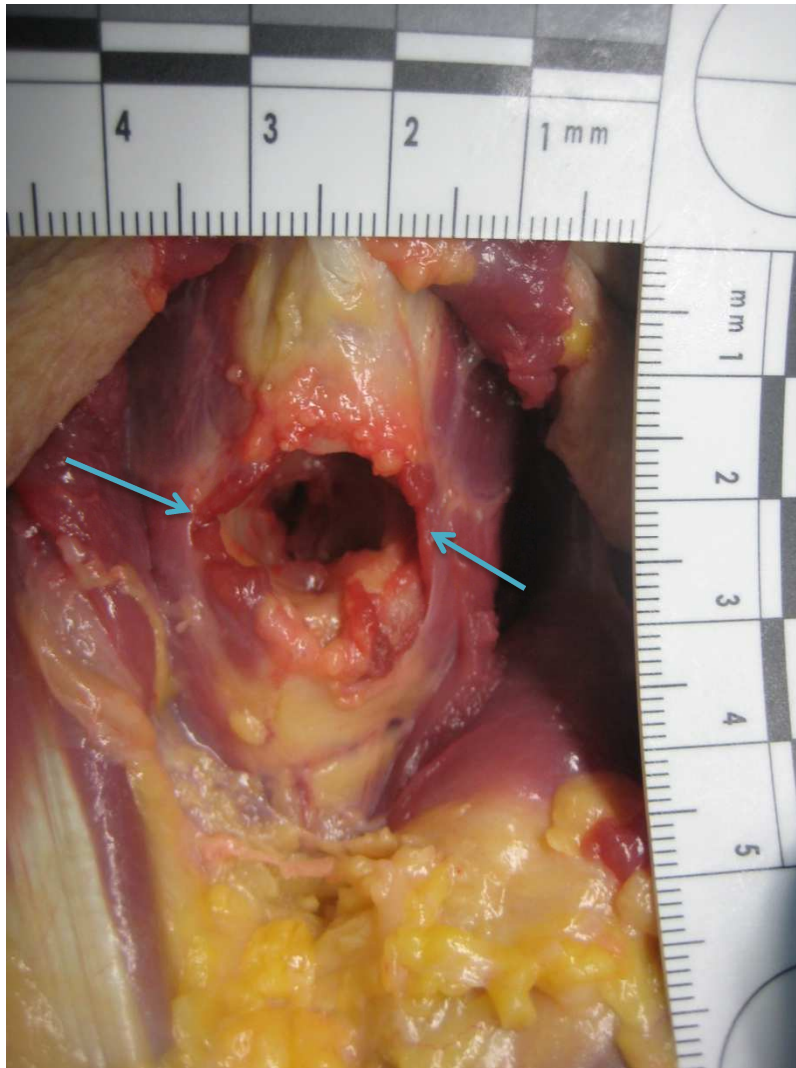


Abb. 70: Durchtrennung der medialen Anteile des M. sternohyoideus beidseits und komplette Durchtrennung der Mm. cricothyroidei

Die Zielstruktur der Punktion, das Lig. cricothyroideum war um Unterrand des Schildknorpels auf einer Breite von 2 cm eröffnet worden.

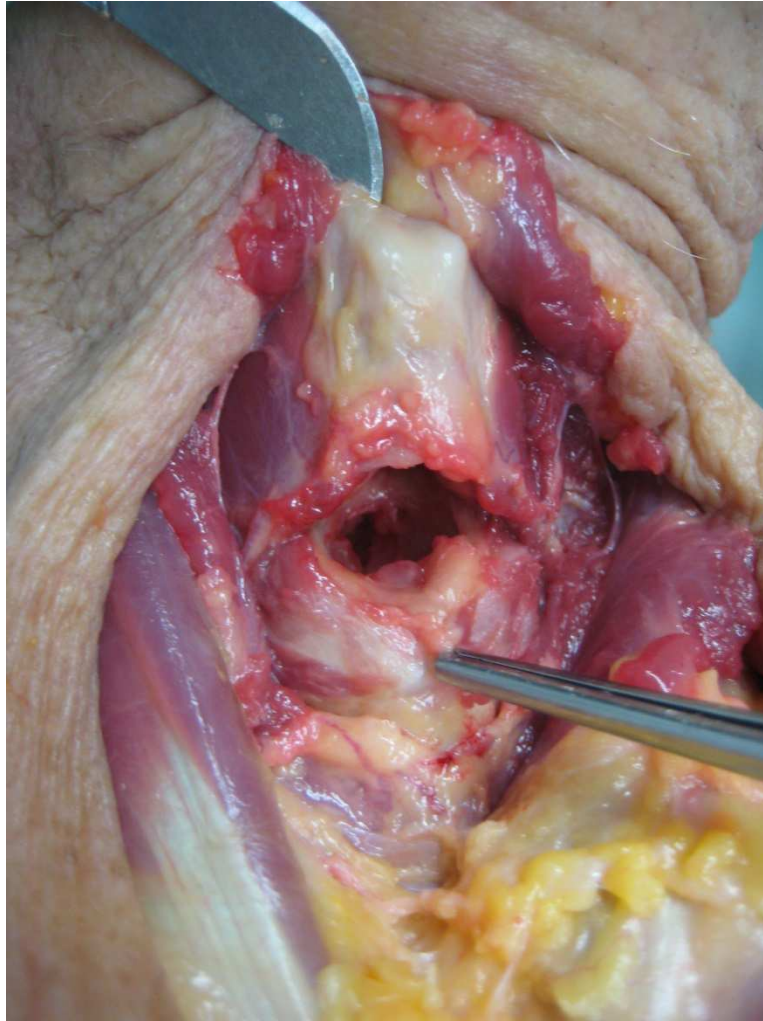


Abb. 71: Eröffnung des Lig. cricothyroideum (gehalten mit Pinzettenspitze)

Der Ringknorpel wies beidseits im vorderen Anteil nicht unterblutete, also postmortal im Rahmen des Punktionsversuchs verursachte Frakturen auf. Darüber hinaus war an der Schleimhaut der Larynxhinterwand ein 0,8 cm breiter und 0,9 cm hoher Defekt gesetzt worden, welcher auf die Schleimhaut beschränkt blieb und die dahinterliegenden Strukturen, insbesondere die Speiseröhre, nicht miteinbezogen hatte. Ebenso waren keine größeren Gefäß-, Nervenbündel verletzt worden.

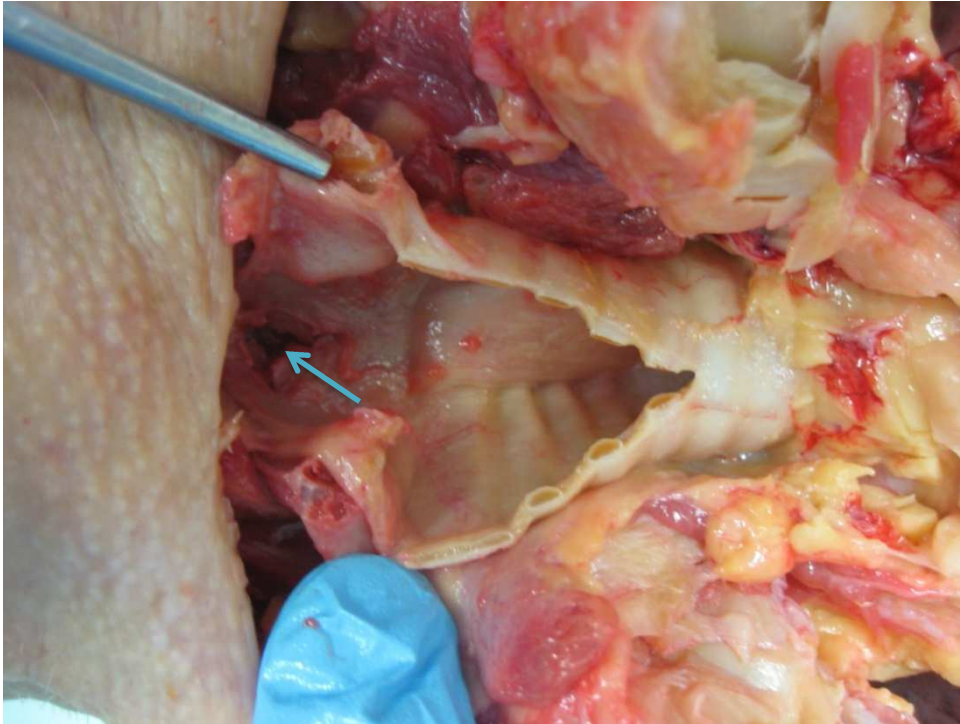


Abb. 72: Beidseitige, nicht unterblutete Fraktur des Ringknorpels und Defekt an Larynxhinterwand

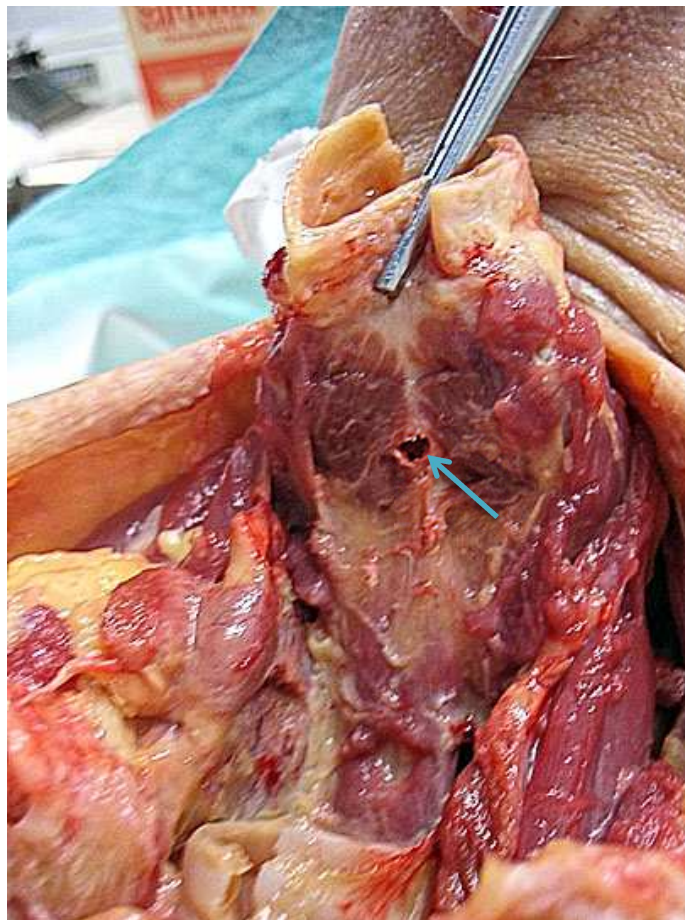


Abb. 73: Blick auf die Dorsalseite des freipräparierten Ringknorpels mit rundlichem Defekt

## 10. Koniotomieversuch

### Versuchsdurchführung

Der zehnte Versuch wurde von einer 37-jährigen Architektin durchgeführt, welche an medizinischen Vorkenntnissen angab, einen Kurs in lebensrettenden Sofortmaßnahmen besucht zu haben. Chirurgische und notfallmedizinische Kenntnisse wurden verneint.

Beim Verstorbenen handelte es sich um einen 74-jährigen männlichen Probanden (Größe 183 cm, Gewicht: 105 kg, BMI: 31,4; Postmortales Intervall: 58 h, Halslänge: 8 cm, Halsumfang: 46 cm).

Es wurden für den Versuch das Kugelschreibermodell Ritter 01711 Classic, sowie das Messermodell Leatherman Wave verwendet.

Zunächst tastete die Probandin mit beiden Händen die Strukturen des Halses, setzte anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine im unteren Halsdrittel an und übte kraftvolle Druckbewegungen mit der rechten Hand aus, wobei die linke Hand währenddessen die Kehlkopfstrukturen fixierte. Nach 4 Minuten 45 Sekunden erfolglosen Punktierens mit dem Kugelschreiber entschloss sich die versuchsdurchführende Person, das Leatherman Messer zum Einsatz zu bringen.

Bei äußerlicher Inspektion waren die Abdruckmarke der Kugelschreiberhülse, sowie ein 1mm großer mittiger Defekt der Epidermis erkennbar.

Das Messer wurde nun an der Kugelschreiberpunktionsstelle angesetzt, anschließend ein senkrechter Schnitt in Richtung Drosselgrube angelegt. Daraufhin erfolgte der Wechsel auf den Kugelschreiber, welcher an der Schnittstelle unter Druck- und Drehbewegungen eingeführt wurde, wobei aus der Einstichstelle Blut austrat.



Abb. 74: Aus der Punktionsstelle austretendes Blut

Nach einer Gesamtdauer von nunmehr 6 Minuten vermutete die Probandin, eine erfolgreiche Punktion durchgeführt zu haben, ein über die Hülse durchgeführter Beatmungsversuch verlief allerdings negativ, die Kugelschreiberhülse war dabei 3,7 cm tief in die Punktionsstelle eingedrungen.

Im Anschluss daran, versuchte die Probandin einen erneuten Punktionsversuch mit Hilfe des Kugelschreibers, wobei die Sichtbedingungen durch das austretende Blut erschwert waren. Nach Sondieren der initial angelegten Punktionsstelle und nochmaligen Eindrehbewegungen des Kugelschreibers ins Halsgewebe wurde nach einer Gesamtdauer von 7 Minuten 50 Sekunden ein erneuter Beatmungsversuch unternommen, welcher sich nunmehr mittels einer Hebung des Brustkorbs als erfolgreich präsentierte.

### ***Präparation und Ergebnis***

Bei der anschließenden Präparation zeigte sich ein äußerlicher Defekt 1,1 cm in die Höhe und 0,9 cm in die Breite messend, welcher bis auf eine Tiefe von 4 cm sondiert werden konnte.



Abb. 75: Hautdefekt bei Inspektion 1,1 cm x 0,9 cm messend

Haut, subkutanes Fettgewebe und Platysma waren durchtrennt worden, Verletzungen der Muskulatur konnten bei der Präparation nicht verifiziert werden, allerdings war die mittlere

von drei oberflächlich verlaufenden, blutgefüllten Venen verletzt worden, als Korrelat für den Blutaustritt während des Punktionsversuchs.



Abb. 76: Verletzung einer oberflächlichen Halsvene mit Blutaustritt

Die die Punktionsstelle umgebende Blutung setzte sich ins Bindegewebe und bei weiterer Präparation der Muskulatur, des Kehlkopfes und der Schilddrüse auch in die Bindegewebsspalten auf einen Gesamtdurchmesser von 5 cm fort.

Die Punktionsstelle befand sich 2 mm rechts der Mittellinie zwischen der 2. und 3. Trachealspange, wobei der rechte Schilddrüsenlappen knapp geschont worden war.

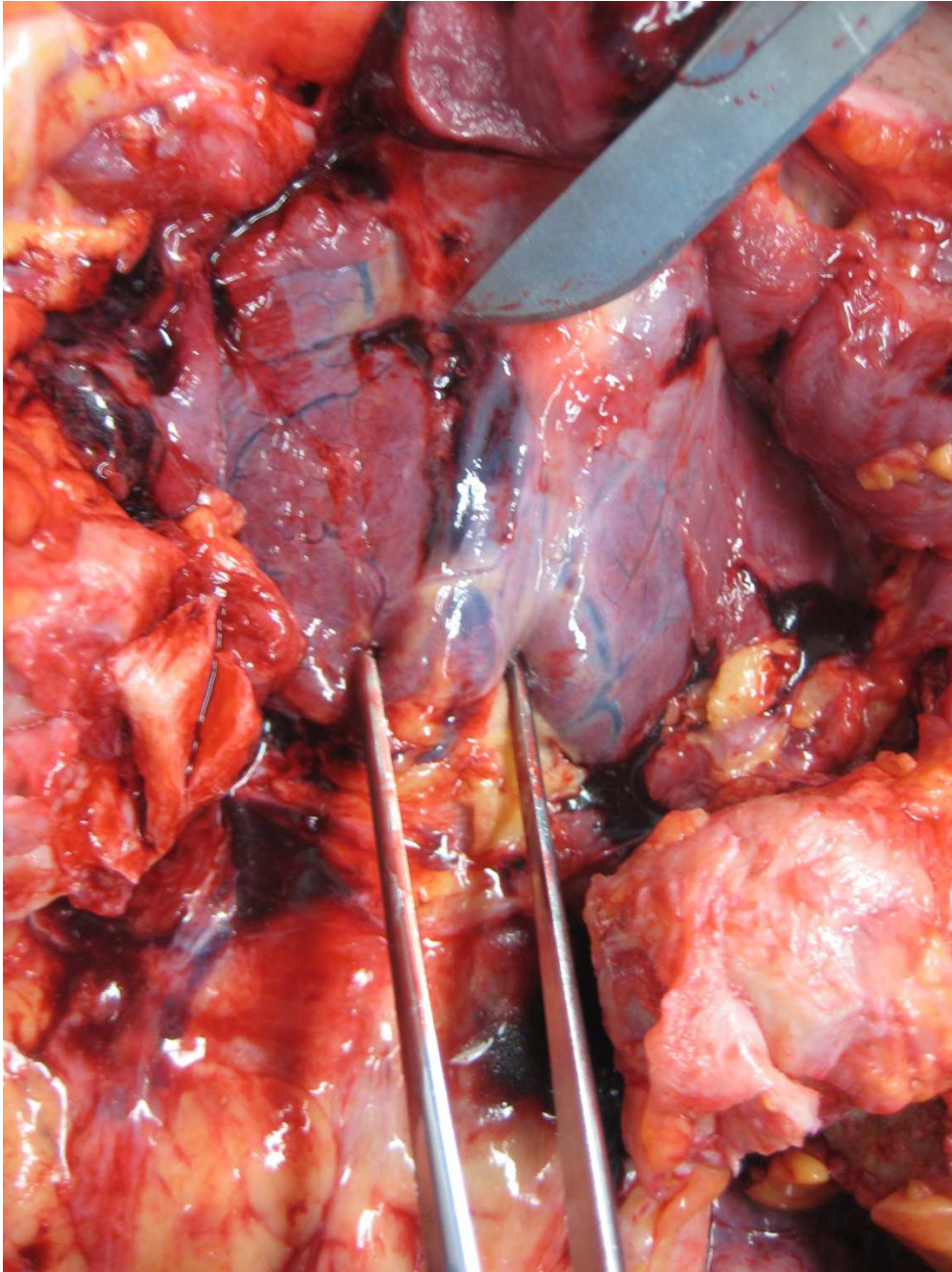


Abb. 77: Punktionsstelle unter Schonung des rechten Schilddrüsenlappens (markiert durch Skalpellspitze)

Die Präparation der Trachea erbrachte einen vorderseitigen Defekt von 7 mm Durchmesser, welcher sich am gegenüberliegenden membranösen Anteil der Trachealrückwand fortsetzte, hier mit einem Durchmesser von 4 mm, allerdings ohne die Rückwand zu durchdringen.





Abb. 78: Defekt der Paries membranaceus tracheae

Die Kugelschreibermine war beim Punktionsversuch z-förmig komprimiert worden.



Abb. 79: Z-förmige Kompression der Kugelschreibermine beim Punktionsversuch

Tabelle 6: Ergebnistabelle der zehn Koniotomieversuche

## 3.3 Zusammenfassende Übersichtstabelle über Koniotomieversuche

Nummer	Alter Versuchsperson	Geschlecht Versuchsperson	Leichnam: Geschlecht BMI, Halslänge / -umfang	Kugelschreiber	Messer	Versuchsdauer	Koniotomie erfolgreich	Verletzungen
1. Versuch	24 Jahre	♀	♂, BMI: 18,4 Halslänge: 7 cm Halsumfang: 36 cm	MontBlanc	Opinel 07	4 Minuten	ja	Mm. sternohyoidei, Mm. cricothyroidei
2. Versuch	26 Jahre	♀	♂, BMI: 31,6 Halslänge: 5,5 cm Halsumfang: 40 cm	Ritter Classic	Victorinox	3 Minuten	ja	Schleimhaut Larynxhinterwand
3. Versuch	32 Jahre	♂	♀, BMI: 37 Halslänge: 3,5 cm Halsumfang: 38,5 cm	MontBlanc	∅	2 Minuten	nein	M. sternohyoideus links
4. Versuch	25 Jahre	♂	♂, BMI: 23,9 Halslänge: 7 cm Halsumfang: 41,5 cm	MontBlanc	∅	5 Minuten	ja	M. sternohyoideus links, Fraktur vorderer Ringknorpel, Schleimhaut Larynxhinterwand
5. Versuch	41 Jahre	♀	♀, BMI: 18,3 Halslänge: 7,5 cm Halsumfang: 35cm	Ritter Classic	Leatherman	8 Minuten 50 Sekunden	ja	M. sternohyoideus rechts, rechter Schilddrüsenlappen, Trachea, Ringknorpel
6. Versuch	34 Jahre	♀	♀, BMI: 21,6 Halslänge: 7 cm Halsumfang: 39 cm	MontBlanc	Victorinox	7 Minuten 20 Sekunden	nein	Mm. sternohyoidei, Schilddrüsenvene
7. Versuch	29 Jahre	♂	♂, BMI: 29,4 Halslänge: 8 cm Halsumfang: 45 cm	Ritter Classic	Opinel 07	3 Minuten 10 Sekunden	nein	Schilddrüsenisthmus
8. Versuch	45 Jahre	♂	♀, BMI: 33,7 Halslänge: 7 cm Halsumfang: 42,5 cm	MontBlanc	Leatherman	11 Minuten 30 Sekunden	nein	M. sternocleidomastoideus rechts, oberflächliche Halsvene, Trachea, Wundhöhle bis Mediastinum
9. Versuch	25 Jahre	♀	♀, BMI: 18,4 Halslänge: 7 cm Halsumfang: 36,5 cm	Ritter Classic	Victorinox	9 Minuten 30 Sekunden	ja	Mm. sternohyoidei, Mm. cricothyroidei, Ringknorpelfraktur beidseits, Schleimhaut Larynxhinterwand
10. Versuch	37 Jahre	♀	♂, BMI: 31,4 Halslänge: 8 cm Halsumfang: 46 cm	Ritter Classic	Leatherman	7 Minuten 50 Sekunden	nein	oberflächliche Halsvene, Trachealknorpel, Schleimhaut Larynxhinterwand

Das Durchschnittsalter der beim Versuch eingesetzten Leichen betrug 74 Jahre, wobei 50% weiblichen und 50% männlichen Geschlechts waren. Der Body-Mass-Index reichte von 18,3 kg/m<sup>2</sup> bis 37 kg/m<sup>2</sup> und betrug im Mittel 26,4 kg/m<sup>2</sup>.

Fünf der zehn Versuchspersonen (50%) schafften es letztlich, alleine mit Hilfe des jeweiligen Kugelschreibers und der darin enthaltenen Mine die Haut zu penetrieren und bis in die Subcutis einzudringen. Von den sechs weiblichen Versuchspersonen legten vier (67%) eine Koniotomie, zwei (33%) eine Tracheotomie an. Bei den vier männlichen Versuchspersonen legte ein Proband (25%) eine erfolgreiche Koniotomie an, ein Proband (25%) erzielte eine Tracheotomie, zwei Probanden (50%) hingegen scheiterten an der Herstellung einer erfolgreichen Beatmungssituation.

Die Versuchsdauer bis zur Herstellung einer erfolgreich geglaubten Beatmungssituation variierte dabei zwischen 120 Sekunden und 680 Sekunden, betrug im Mittel 373 Sekunden. In fünf Versuchen (50%) konnte eine erfolgreiche Koniotomie an der vorhergesehenen Lokalisation zwischen Schild- und Ringknorpel angelegt werden, drei Versuchspersonen (30%) wählten die Einstichstelle zu tief, legten also eine Tracheotomie an der Luftröhre an, wobei auch hiermit eine erfolgreiche Beatmungssituation etabliert werden konnte. In zwei (20%) Versuchen hingegen konnte keine erfolgreiche Beatmungssituation hergestellt werden. Eine erfolgreiche Koniotomie (4. Versuch) alleine mit Hilfe des Kugelschreibers anzulegen, ohne dabei zusätzlich ein Messer zum Einsatz zu bringen, schaffte lediglich ein Proband (10%) unter Verwendung des Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P Kugelschreibers. Hierfür waren 5 Minuten, drei Versuchsansläufe und ein erhebliches Maß an Geduld, Kraftausübung und Technik aus kombinierten Druck- und Drehbewegungen unter Fixierung des umliegenden Gewebes notwendig.

In acht der zehn Versuche wurde ein Messer verwendet, wobei in vier Versuchen (50%) der Hautschnitt horizontal, in drei Versuchen vertikal (37,5%) und in einem Versuch (12,5%) kombiniert horizontal und vertikal angelegt wurde.

An Begleitverletzungen bei den einzelnen Versuchen präsentierten sich am häufigsten (sieben aus zehn Versuchen) muskuläre Verletzungen, zumeist (60%) war der M. sternohyoideus von einer partiellen oder kompletten Durchtrennung betroffen, in zwei Versuchen (20%) wurde der M. cricothyroideus durchtrennt und ein Proband (10%) durchtrennte die medialen Anteile des M. sternocleidomastoideus. Die Trachealknorpel waren in drei Fällen (30%) in Form von Einstichverletzungen betroffen, die Schleimhaut der Larynxhinterwand war in vier Versuchen oberflächlich verletzt worden, eine Mitbeteiligung des Ösophagus trat jedoch in keinem dieser Fälle auf. Darüber hinaus ließen sich in drei Versuchen (30%) Ringknorpelfrakturen nachweisen.

Zu Gefäßverletzungen kam es in drei Fällen (30%), wobei oberflächliche Halsvenen und in einem Fall eine oberflächliche Schilddrüsenvene verletzt worden waren. Ein Leichnam war zu Lebzeiten thyreoidektomiert worden, bei allen anderen Kadavern befand sich Schilddrüsen-gewebe in situ. In zwei Versuchen (20%) wurde das Schilddrüsen-gewebe verletzt, ein Mal im inneren Randbereich des rechten Schilddrüsenlappens, das andere Mal im Bereich des Schilddrüsenisthmus.

Tabelle 7: Begleitverletzungen anatomischer Strukturen

Knorpel- /Weichteil- verletzungen		Gefäßverletzungen		Muskuläre Verletzungen	
Struktur	Anzahl	Struktur	Anzahl	Struktur	Anzahl
Trachealknorpel	3	Schilddrüsen- vene	1	M. sternohyoideus	6
Schleimhaut Larynxhinter- wand	4	Oberflächliche Halsvenen	2	M. cricothyroideus	2
Ringknorpel	3			M. sternocleido- mastoideus	1
Schilddrüsen- lappen	1				
Schilddrüsen- isthmus	1				
Ösophagus- perforation	Ø				

## 4. Diskussion

### 4.1 Eignung der Kugelschreiber als Hilfsmittel zur Notfallkoniotomie

Es wurden bereits viele Empfehlungen und Algorithmen (siehe Anhang Nr. 4: Difficult Airway Algorithm) publiziert, wie in kritischen Beatmungssituationen vorgegangen werden sollte<sup>5, 53, 54, 80, 87</sup>, wobei als ultima ratio einer ‚cannot ventilate, cannot intubate‘ Situation, die Cricothyroidotomie<sup>3, 16, 17, 30, 53, 54, 68, 85, 86, 100</sup> empfohlen wird.

Allerdings ist im prähospitalen Setting notfallmedizinisches Equipment zur Durchführung dieser in den seltensten Fällen direkt verfügbar, weswegen in diesem Fall, mangels entsprechender Ausrüstung, vorhergehendem Training oder entsprechender Expertise, Improvisationsvermögen gefragt ist.

Welcher Gegenstand würde sich also für das Anlegen einer Notfallcricothyroidotomie nicht besser anbieten, als ein gewöhnlicher Kugelschreiber: Die meisten Menschen tragen diesen bei sich bzw. haben ihn schnell zur Hand, die Handhabung ist selbsterklärend, die Kugelschreibermine ist im Regelfall spitz genug, um die Haut bzw. das Ligamentum cricothyroideum zu durchdringen und die Kugelschreiberhülse stellt den idealen Platzhalter zwischen der Außenwelt und der Luftröhre dar und ermöglicht darüber hinaus eine Mund-zu-Kugelschreiberhülsenbeatmung.

Die Theorie, dass Kugelschreiber alleine, ohne den Einsatz eines weiteren Hilfsmittels für eine Koniotomie herangezogen werden können, nähren etliche Filme<sup>14, 35, 52, 64, 73, 99</sup>, Bücher<sup>6, 10, 89</sup>, sowie Legenden in den Medien von heroischen Lebensrettern<sup>27, 37, 39, 50, 81, 98, 104, 105</sup>.

Dass Kugelschreiber zumindest in der Theorie für eine Beatmung tauglich sind wurde von Owens et al.<sup>84</sup> untersucht. Es zeigte sich, dass nicht alle der in dieser Studie getesteten Kugelschreiber für eine Koniotomie in Frage kommen: Die Voraussetzungen, welche für einen erfolgreichen Einsatz der Kugelschreiber als Koniotomie-Instrument erfüllt sein müssen, bestehen demnach darin, dass der Kugelschreiber schnell in seine Einzelteile zerlegt werden kann, von seinen Maßen her passend ist, um das Lig. cricothyroideum zu durchdringen und dabei gleichzeitig einen effektiven Gasaustausch zuzulassen und schließlich einen geringen Atemwegswiderstand aufweist. Als Voraussetzung wird demnach ein minimaler Innendurchmesser von 3 mm gefordert, unter diesem Wert kann kein effektiver Gasaustausch stattfinden<sup>31, 78</sup> nachdem die Ausatmung (gemäß des Hagen-Poiseuille'schen Gesetzes, welches besagt, dass der Atemfluss direkt proportional zur 4. Potenz des Radius ist) überproportional erschwert wird<sup>36</sup>. Das minimale Atemminutenvolumen, als Garantie für eine effektive Beatmung über die Kugelschreiberhülse, sollte 10 l/min betragen<sup>84</sup>. Der äußere Durchmesser des Kugelschreibers sollte wiederum den Wert von 8 mm nicht überschreiten<sup>4, 17, 18, 20, 71</sup>, nachdem die Ausdehnung des Lig. cricothyroideum zwischen Ring- und Schildknorpel in der Literatur mit durchschnittlich 9-10 mm angegeben wird<sup>17, 62, 79</sup> und bei Überschreitung des Maßes von 8 mm eine erhöhte Gefahr von Knorpelverletzungen<sup>79</sup> und infolgedessen Dysphonie<sup>17</sup> besteht. Dieser direkte Zusammenhang zwischen dem Durchmesser des Koniotomie-Instruments und der sich daraus ergebenden Komplikationen wurde bereits von Abbrecht et al.<sup>1</sup> an betäubten Hunden nachgewiesen.

Von den drei initial für unsere Studie zur Verfügung stehenden Kugelschreibern fiel bereits ein Kugelschreiber (Schneider K15) zur Versuchsdurchführung heraus, da die Anforderung des Mindestinnendurchmessers von 3 mm nicht erfüllt wurde. Die beiden anderen Kugelschreiber (Ritter 01711 Classic, Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P) erfüllten die Abmessungen (siehe Tabelle 5) und wiesen auch in den daraufhin durchgeführten spirometrischen Messungen mit Atemminutenvolumina  $>10$  l/min die geeigneten Voraussetzungen zur Durchführung einer Koniotomie auf.

In unserer Studie wurde folglich erstmals die Möglichkeit untersucht, ob alleine unter Zuhilfenahme eines Kugelschreibers die Anlage einer Notfallcricothyroidotomie möglich wäre. Eine ähnliche Studie hierzu wurde bis dato lediglich von Neill und Anderson<sup>79</sup> publiziert, welche untersuchten, ob es Medizinstudenten bzw. Assistenzärzten möglich wäre, mit Hilfe eines Kugelschreibermodells eine Notfallkoniotomie anzulegen. Im Unterschied zu unserer Studie allerdings wurde den Probanden für die Anlage des Schnittes durch Haut-, Weichteilgewebe und das Lig. cricothyroideum ein Skalpell zur Verfügung gestellt, bevor sie durch den angelegten Schnitt die Kugelschreiberhülse einführten. Außerdem waren die Kadaver in dieser Studie formalinfixiert und dadurch viel härter und zäher als frische Kadaver. Eine Aussage über die Penetrationsfähigkeit eines Kugelschreibers konnte daher nicht erfolgen.

Dass Kugelschreiber und Stifte jedoch durchaus in der Lage sind, die Haut bzw. das Weichteilgewebe zu durchdringen, wurde bereits in mehreren Studien nachgewiesen. Byard et al.<sup>23</sup> überprüften im forensischen Institut Kadavern von Schweinen die Möglichkeit, das Haut- und Weichteilgewebe des Halses mit Haushaltsmitteln zu durchdringen. Dabei kam unter anderem ein handelsüblicher Kugelschreiber zum Einsatz, welcher kraftvoll in den Halsbereich hineingestoßen wurde, wobei die Spitze tief im Weichteilgewebe direkt neben der A. carotis interna zu liegen kam.

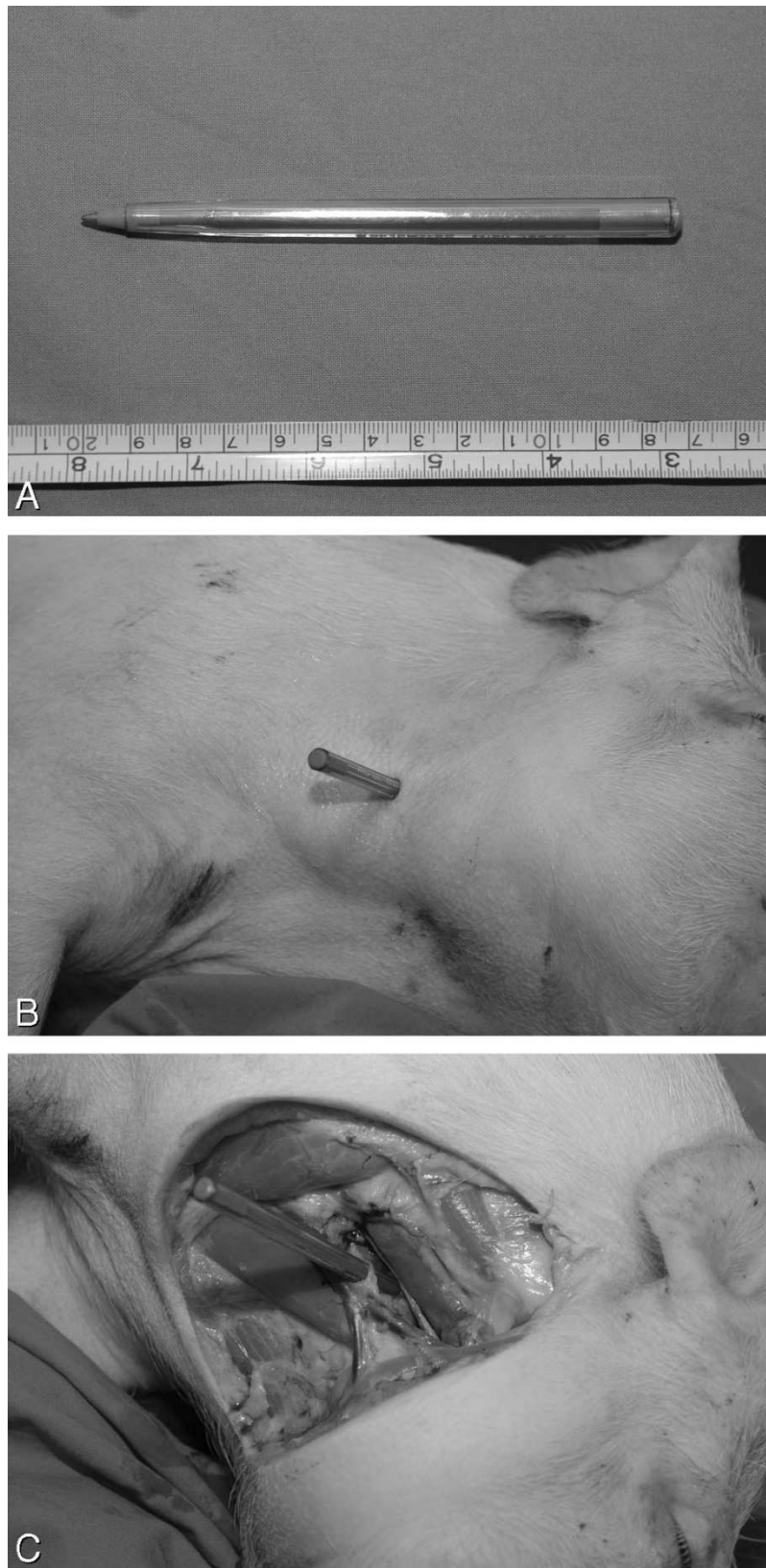


Abb. 80: Punktionsversuch des Nackens eines Schweinekadavers mit Hilfe eines Kugelschreibers (entnommen aus Byard RW, Cains GE, Gilbert JD. Use of a pig model to demonstrate vulnerability of major neck vessels to inflicted trauma from common household items. The American journal of forensic medicine and pathology 2007;28(1):31-4.)

Piqueras et al.<sup>88</sup> veröffentlichten einen Fallbericht von einem Kind, welches mit seiner Wirbelsäule auf einen Bleistift gefallen war, der sich zwischen den Wirbelkörpern L5/S1 bis in den Retroperitonealraum gebohrt hatte. Hoffman et al.<sup>55</sup> publizierten einen Fallbericht eines Mädchens, welches im Brustbereich auf einen gespitzten Bleistift gefallen war und eine 6 mm tiefe Stichwunde davongetragen hatte. Diesen beiden Fallbeispielen allerdings ist hinzuzufügen, dass die einwirkende kinetische Energie ( $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ) aufgrund der Geschwindigkeit der Krafteinwirkung um ein Wesentliches höher war<sup>92</sup>, als bei unserer Studie, bei welcher kontrolliert Kraft und Druck ausgeübt wurde, ohne eine wesentliche Geschwindigkeitskomponente aufzuweisen.

Bayard et al.<sup>23</sup> gingen in ihrer Studie davon aus, dass die Haut dem Eindringen des Stiftes den meisten Widerstand entgegensetzen würde. Sollte die Haut erstmal durchdrungen sein, wäre die Passage durch Weichteil- und Muskelgewebe relativ einfach<sup>92</sup>.

Diese Annahme konnte durch unsere Studie ebenfalls bestätigt werden und hängt durchaus vom verwendeten Kugelschreibermodell ab. Unter Verwendung des Kugelschreibermodells von Ritter konnte in keinem der fünf damit durchgeführten Versuche die Dermis durchdrungen werden, es zeigte sich lediglich eine tiefe Abdruckmarke auf der Hautoberfläche bzw. eine punktuelle Schädigung der Epidermis. Eine Durchtrennung aller Hautschichten und ein Eindringen der Kugelschreibermine und Hülsenpitze in das Unterhautfettgewebe ließ sich ausschließlich bei Verwendung des Modells von Montblanc detektieren, was durchaus der stabileren Verarbeitung der Kugelschreiberhülle bzw. der Stabilität des Hülsenkopfs geschuldet sein kann.



Abb. 81: Kugelschreiberhülle in situ nach Durchdringen von Haut und Weichteilgewebe



Tabelle 8: Erfolg der Hautdurchtrennung der jeweiligen Kugelschreiber

Versuchsnummer	Kugelschreibermodell	HDT erfolgreich	HDT nicht erfolgreich
1. Versuch	Montblanc	x	
2. Versuch	Ritter		x
3. Versuch	Montblanc	x	
4. Versuch	Montblanc	x	
5. Versuch	Ritter		x
6. Versuch	Montblanc	x	
7. Versuch	Ritter		x
8. Versuch	Montblanc	x	
9. Versuch	Ritter		x
10. Versuch	Ritter		x

HDT erfolgreich: Kugelschreibermine und –hülse dringen in die Subcutis ein

HDT nicht erfolgreich: Kugelschreibermine und –hülse dringen nicht in Subcutis ein, maximaler beobachtbarer Effekt ist eine Abdruckmarke bzw. punktförmiger Defekt der Epidermis durch Kugelschreiberminenspitze

Problematisch wurde es allerdings, als der Kugelschreiber die Zielstruktur, das derbe Lig. cricothyroideum, durchdringen sollte. Hieran scheiterten neun Probanden, weswegen sich acht von ihnen während des Versuchs, als sie mit dem Kugelschreiber alleine keine Punktionsmöglichkeit gegeben sahen, dazu entschlossen, das ihnen vor Versuchsbeginn zugestellte Messer zu Hilfe zu nehmen. Mithilfe der beiden Instrumente konnte zumindest in vier Fällen eine erfolgreiche Koniotomie und in weiteren drei Fällen eine Tracheotomie erreicht werden. Lediglich ein Proband, ein 25-jähriger Jurstudent, schaffte es, nur mit Hilfe des Kugelschreibers ohne den Einsatz eines Messers, eine erfolgreiche Koniotomie anzulegen. Allerdings waren hierfür drei Versuchsansläufe, ein erheblicher Einsatz von Kraftausübung und Geduld, und fünf Minuten Zeitaufwand notwendig. Eine Zeitspanne, welche im Rahmen einer Reanimation unter Einhaltung einer minimalen Hypoxiezeit bezüglich des neurologischen Outcomes bzw. der Überlebensrate von nur 9% zu lang wäre<sup>67</sup>.

Natürlich stellt ein Kugelschreiber nicht das einzig mögliche nichtmedizinische Hilfsmittel dar, um eine Notfallkoniotomie anzulegen. Die Publikation von Platts-Mills et al.<sup>90</sup> beispielsweise beschrieb den erfolgreichen Einsatz von Dorn und Tropfkammer eines Infusionsbestecksystems als provisorisches Koniotomieinstrument an Leichen, wobei der Vorteil hierin bestand, dass die Tropfkammer direkt an einen Beatmungsbeutel angeschlossen werden konnte. Carlton et al.<sup>24</sup> hatten bereits im Jahr 1980 ein ähnliches System, bestehend aus dem Dorn eines Infusionssystems als Punktionsmittel, verbunden mit dem Adapter eines Endotrachealtubus als Verbindungsstück zu einem Beatmungsbeutel beschrieben. Auch hier wurde mit dem Vorteil argumentiert, dass sich diese Behelfskonstruktion an ein

Beatmungssystem konnektieren ließe. In dem Buch „Field guide to wilderness medicine“<sup>6</sup> werden verschiedenste Möglichkeiten für improvisierte Koniotomiehilfsmittel beschrieben, beispielsweise 1 mL- oder 3mL- fassende Spritzen, Tropfkammer und Dorn eines Infusionsbestecks, sowie Taschenlampen, Kugelschreiberhülsen und intravenöse Katheter zum Offenhalten des initial durch ein Messer geschaffenen Lumens.

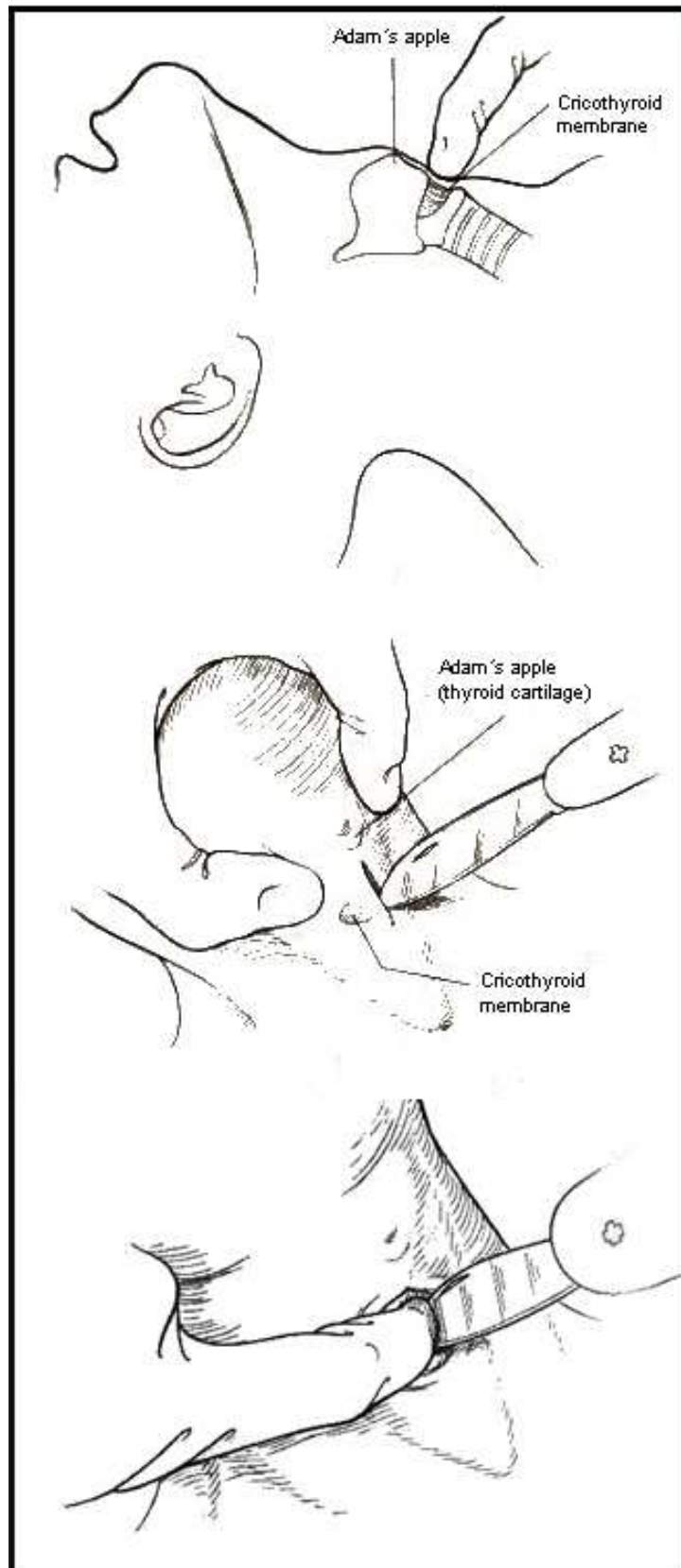


Abb. 82: Beschreibung des Tastens der anatomischen Strukturen und Anlegen eines Schnittes zur Koniotomie (entnommen aus: Auerbach PS, Donner HJ, Weiss EA. Field guide to wilderness medicine. Philadelphia: Mosby, Elsevier; 2008.115-6.)

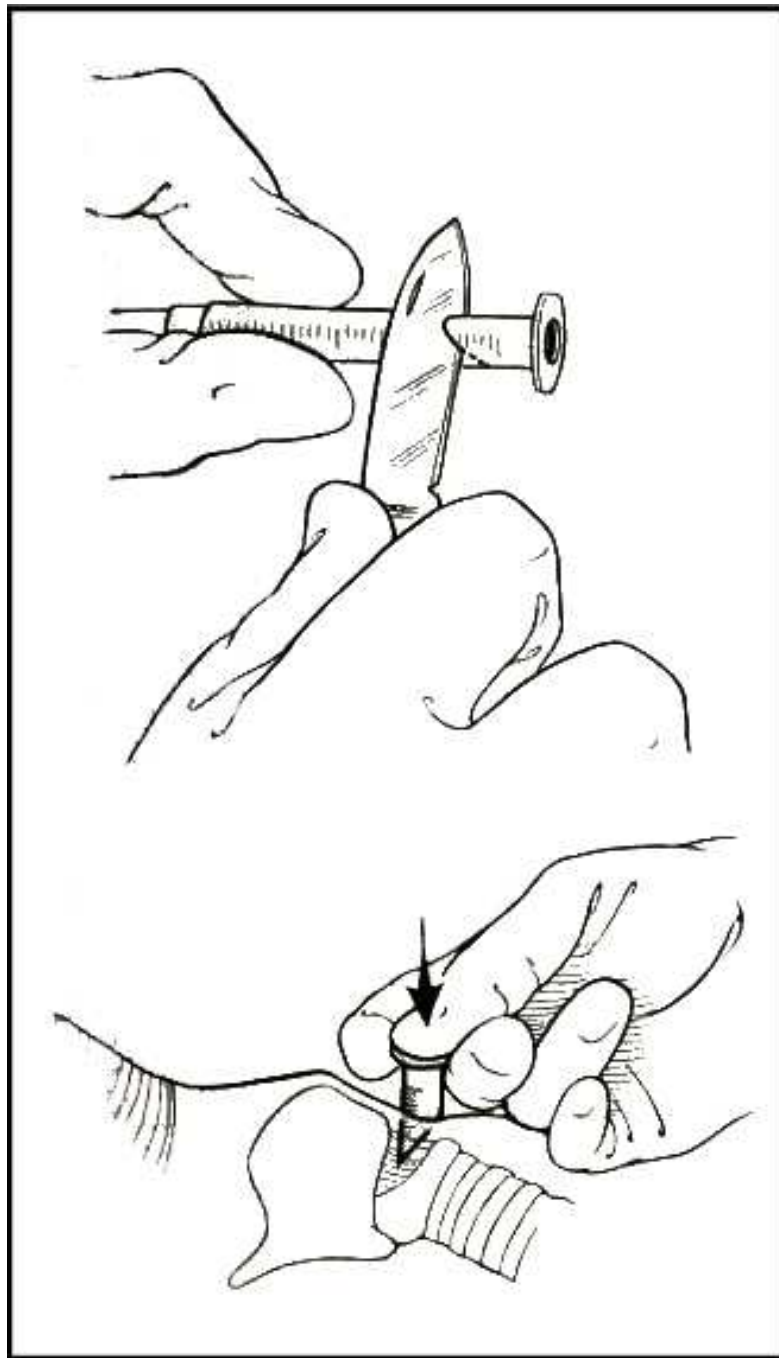


Abb. 83: Präparation und Verwendung einer Spritze zur Koniotomie (entnommen aus: Auerbach PS, Donner HJ, Weiss EA. Field guide to wilderness medicine. Philadelphia: Mosby, Elsevier; 2008.117.)

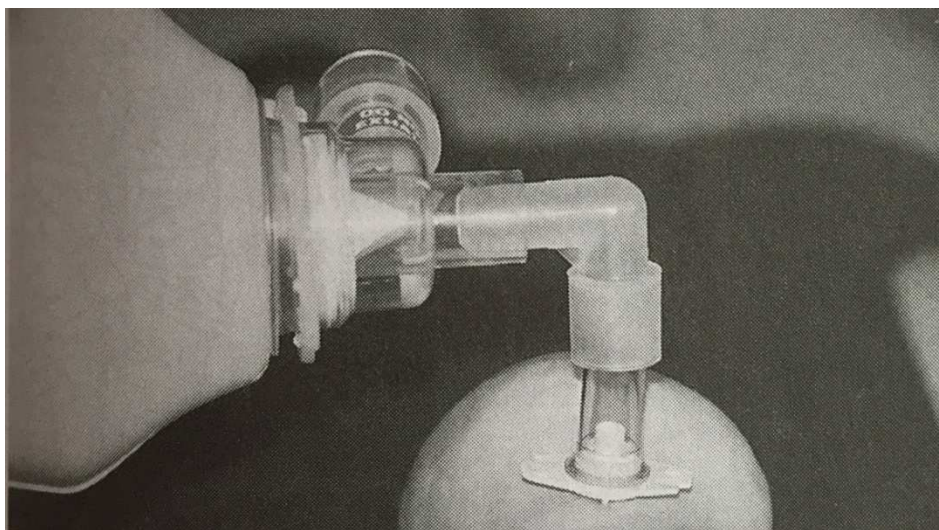
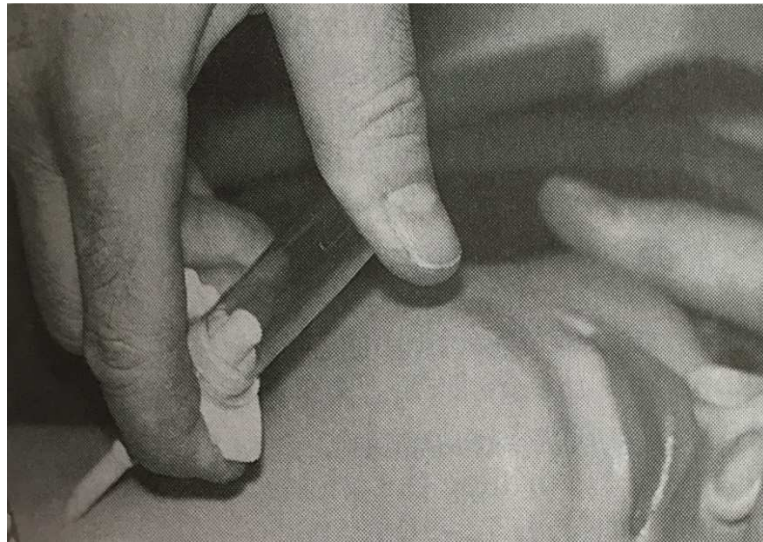
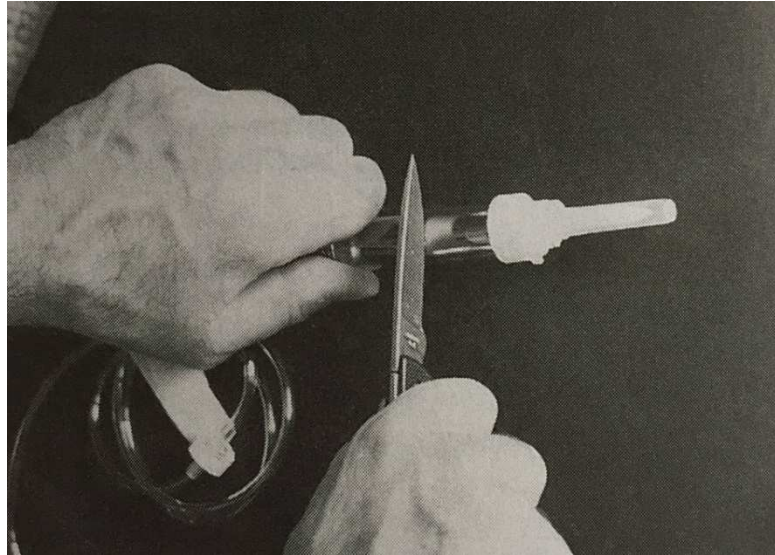


Abb. 84: Herstellung eines improvisierten Koniotomiehilfsmittels aus einem Infusionsbesteck und Konnektion an einen Beatmungsbeutel (entnommen aus: Auerbach PS, Donner HJ, Weiss EA. Field guide to wilderness medicine. Philadelphia: Mosby, Elsevier; 2008.118-9.)

In dem im Jahr 2000 erschienenen “Survival-Buch”<sup>89</sup> wird der Luftröhrenschnitt für Laien erklärt und anschaulich mit Bildmaterial unterlegt (siehe Abb. 1), wobei als Hilfsmittel zur Schnitthanlage eine Rasierklinge oder ein scharfes Messer empfohlen wird, zum Offenhalten sollen entweder Strohhalme, Kugelschreiberhülse oder ein zu einer Röhre gerolltes Stück Papier bzw. Karton verwendet werden. Die Publikation von Adams und Whitlock<sup>2</sup> greift auch auf einen Strohalm als Koniotomiehilfsmittel zurück (siehe Abb. 88). Es wird darin ein Fallszenario eines Autounfalls geschildert, bei welchem eine erfolgreiche Notfallcricothyroidotomie mit der Zuhilfenahme eines Taschenmessers durchgeführt wurde, als Tubusersatz wurde der Trinkhalm einer Sportflasche eingeführt. Daraufhin wurden zwei Trinkhalme und eine Kugelschreiberhülse bezüglich ihres Atemwegswiderstandes in der Lungenfunktion miteinander verglichen und der Kugelschreiber zugunsten der Trinkhalme aufgrund eines deutlich höheren Atemwegswiderstands abgelehnt.

In der hier vorliegenden Studie wurde bewusst der Kugelschreiber als Koniotomiehilfsmittel ausgewählt und nicht die anderen oben erwähnten Hilfsmittel. Zum einen, weil in dem konstruierten Szenario ausschließlich ein medizinischer Laie als Hilfsperson anwesend ist. Ein Laie verfügt in der Regel nicht über medizinische Hilfsmittel, wie Infusionsbesteck, Spritzen oder Infusionskatheter, welche er zu diesem Zwecke präparieren könnte. Zum anderen sind Kugelschreiber sehr weit verbreitet, die meisten Menschen tragen einen bei sich bzw. haben diesen schnell zur Hand. Strohhalme, wie in der Publikation von Adams und Whitlock<sup>2</sup> erwähnt, sind im Normalfall eher selten verfügbar. Die Tatsache, dass in ihrer Publikation der Einsatz eines Kugelschreibers aufgrund eines zu hohen Atemwegswiderstand abgelehnt wird, beruht auf der Tatsache, dass lediglich ein Kugelschreiber geprüft wurde. Auch in unserer Studie fiel ein Kugelschreiber aufgrund des zu geringen Innendurchmessers von 1,3 mm aus der Versuchsanordnung heraus, die beiden anderen Kugelschreibermodelle erfüllten allerdings die Kriterien eines ausreichenden Atemminutenvolumens.

Betrachtet man nun die Unterschiede zwischen den beiden zur Koniotomie eingesetzten Kugelschreiber, so scheint das Modell Ritter 01711 Classic auf den ersten Blick erfolgreicher im Vergleich zum Kugelschreibermodell Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P.

Tabelle 9: Erfolgsraten der jeweiligen Kugelschreiber

Erfolg (n = 10)	Koniotomie	Tracheotomie
Ritter 01711 Classic	3	2
Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P	2	1

Allerdings wird die Aussagekraft dahingehend eingeschränkt, dass in acht der zehn Versuche zusätzlich noch ein Messer zum Einsatz kam, da die alleinige Punktion mit dem Kugelschreiber keinen Erfolg brachte, sodass zusammenfassend gesagt werden kann, dass der

Punktionserfolg nicht alleine auf das eingesetzte Kugelschreibermodell zurückgeführt werden kann.

Beide Kugelschreiberminen zeigten die Tendenz auf, sich unter Ausübung von Druck selbstständig einzufahren. Mit der bloßen Kugelschreiberhülse gestaltete sich die Durchdringung der Haut allerdings als unmöglich, da die Auflagefläche zu groß war, um entsprechenden Druck ausüben zu können.



Abb. 85: Abdruckmarke des Kugelschreibers am Hals bei eingefahrener Kugelschreibermine

Diese Problematik wurde allerdings von allen Probanden zügig erkannt und sie wirkten dem entgegen, indem sie die Mine während des Versuchs nach unten gedrückt hielten (Ritter 01711 Classic) bzw. die Drehmechanik manuell fixierten (Montblanc Meisterstück Platinum Line Classique M164P).

Unterschiede zeigten sich letztlich auch in der Verarbeitung der beiden Kugelschreibermodelle. Während das Modell Ritter unter Kraftausübung bei zwei Versuchen im Gewindebereich brach und die Mine bei zwei Versuchen z-förmig komprimiert wurde, blieb das Modell Montblanc bei allen vier Versuchen unbeschädigt. Dies ist mitunter auch am deutlichen Preisunterschied zwischen den beiden Kugelschreibermodellen festzumachen, es zeigte sich allerdings keine Relevanz im Hinblick auf den Erfolg der jeweiligen Versuche.

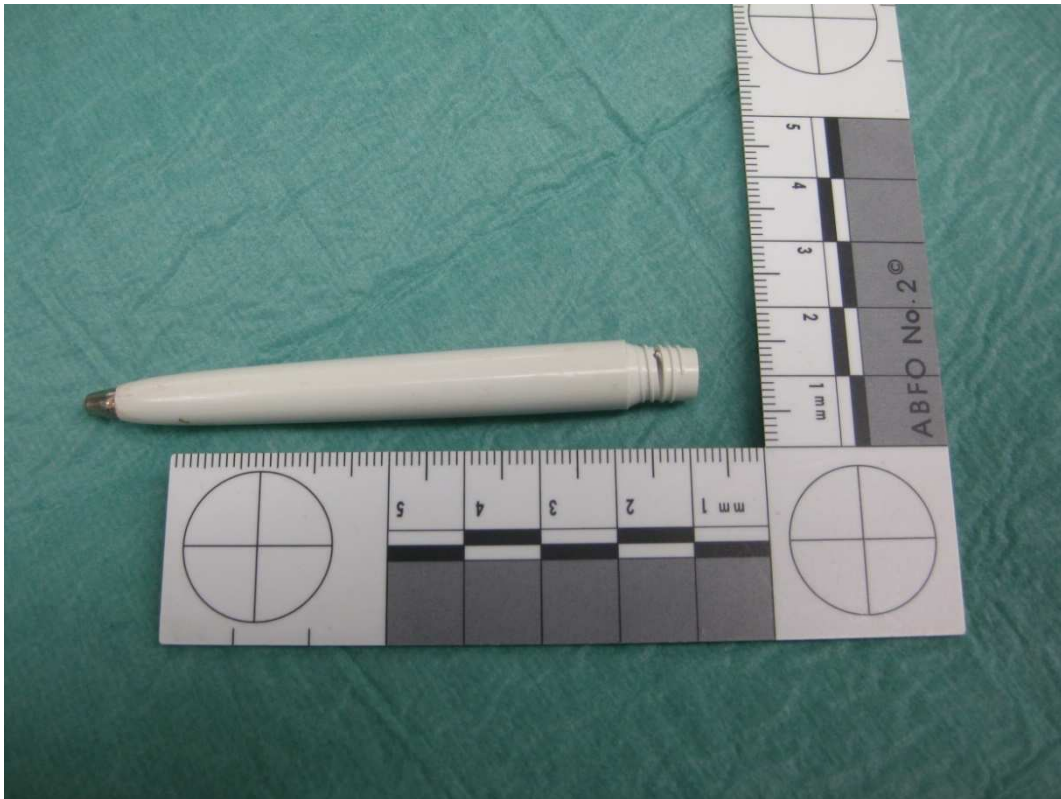


Abb. 86: Bruch des Kugelschreibergewindes von Model Ritter Classic 01711

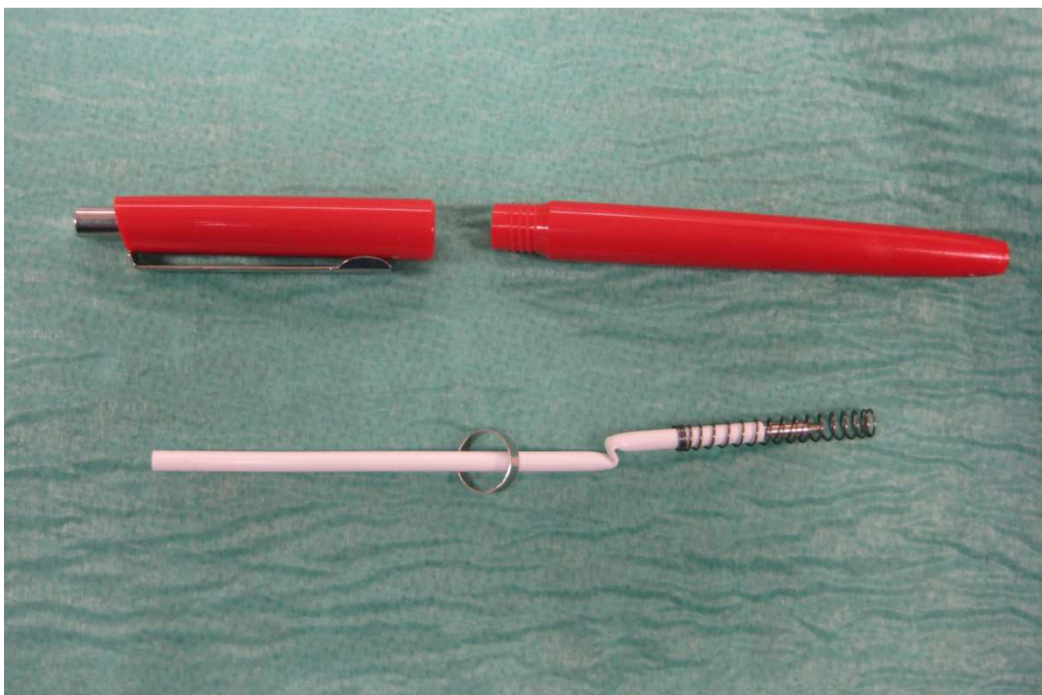


Abb. 87: Z-förmige Kompression der Kugelschreibermine bei Modell Ritter Classic 01711



## 4.2 Eignung der Messer als Hilfsmittel zur Notfallkoniotomie

Acht der zehn Probanden (80%) griffen während des Versuchs letztlich auf ein Messer zurück, nachdem sie erkennen mussten, dass die zügige Herstellung eines Zugangs zu den Atemwegen alleine unter Einsatz des Kugelschreibers nicht möglich wäre.

Lediglich zwei Probanden verzichteten auf den Einsatz eines Messers, wobei der erste Proband nach zwei Minuten glaubte, die Trachea erfolgreich punktiert zu haben. Der Beatmungsversuch verlief allerdings negativ und auch in der darauffolgenden Präparation zeigte sich eine Fehllage des Kugelschreibers im paratrachealen Weichteilgewebe. Der zweite Proband wiederum schaffte die Anlage einer erfolgreichen Koniotomie alleine unter Einsatz des Kugelschreibers nach fünf Minuten.

Dass ein Messer als Voraussetzung für die Anlage einer chirurgisch offenen Koniotomie vorhanden sein muss, wird in etlichen Publikationen erwähnt. Adams und Whitlock<sup>2</sup> empfehlen ein „gutes Messer“ für die Punktion und in ihrem Fallbericht wurde der Schnitt zur Koniotomie bei dem verunfallten Autofahrer, dessen obere Atemwege verlegt waren, unter Zuhilfenahme eines Taschenmessers durchgeführt.

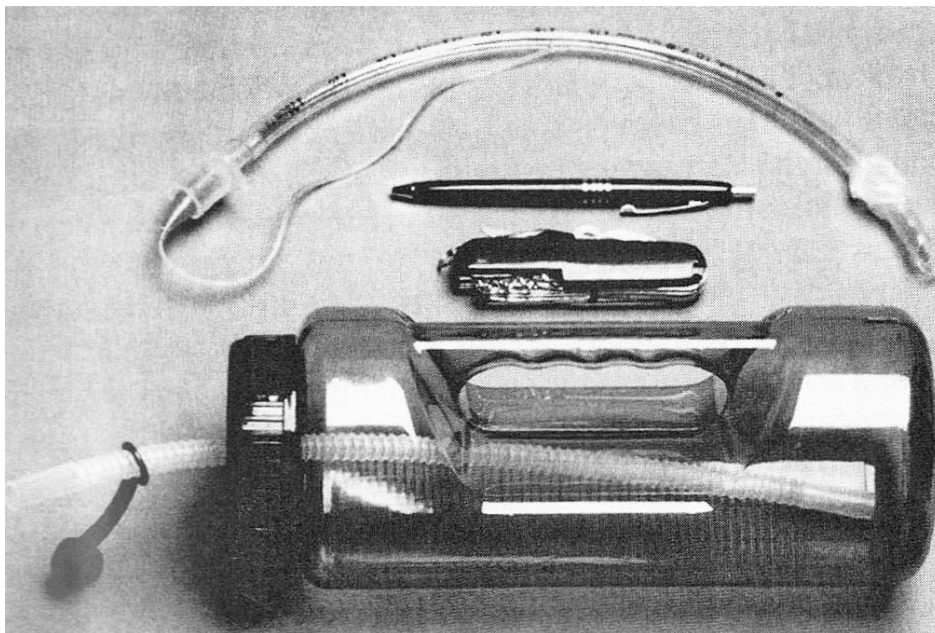


Abb. 88: Hilfsmittel, die zur Durchführung einer Notfallkoniotomie auf der Straße verwendet wurden (Kugelschreiber, Taschenmesser, Trinkhalm einer Sportflasche, der Tubus am oberen Bildrand wurde zum Vergleich mit abgebildet) (entnommen aus: Adams BD, Whitlock WL. Bystander cricothyroidotomy performed with an improvised airway. *Military medicine* 2002;167(1):77.)

Den Einsatz eines Taschenmessers zur Anlage einer Notfallkoniotomie empfiehlt auch der „Field guide to wilderness medicine“<sup>6</sup> (siehe Abb. 82) und das „Survival-Buch“<sup>89</sup> spricht sich für die Zuhilfenahme einer Rasierklinge oder eines sehr scharfen Messers aus.

In den meisten medizinischen Publikationen wird allerdings ein professionelles Skalpell zur Anlage des Hautschnittes bzw. zur Durchtrennung des Lig. cricothyroideum verwendet<sup>11, 24, 25.</sup>

53, 69, 79, 85, 90, 93. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass ein medizinischer Laie in einer Notfallsituation ein Skalpell bei sich trägt, weswegen das Augenmerk in dieser Studie darauf gelegt wurde, ein weit verbreitetes Haushaltsmittel, wie ein handelsübliches Taschenmesser, zum Einsatz kommen zu lassen. Die meisten Menschen tragen ebensolches bei sich und können bei Bedarf schnell darauf zurückgreifen.

Dass die Herstellung einer erfolgreichen Beatmungssituation mit Hilfe des Einsatzes von Messer und Kugelschreiber möglich ist, zeigte sich in unserer Studie. Von den acht Probanden, welche auf das vor dem Versuch zugestellte Messer zurückgriffen, schafften es sieben Probanden (87,5%) die Luftröhre im Sinne einer Koniotomie bzw. Tracheotomie zu punktieren, lediglich ein Proband scheiterte.

Die drei für die Versuchsdurchführung ausgewählten Messer (Victorinox 1.3603 Spartan Red, Leatherman Wave, Opinel N°7) zeigten keine wesentlichen Unterschiede bezüglich des Versuchsergebnisses.

Lediglich das Modell des französischen Herstellers Opinel, welches bei zwei Versuchen zum Einsatz kam, präsentierte sich als vergleichsweise stumpf bei der Anlage des Hautschnittes, sodass mehrmalige Schnittversuche an der identischen Hautstelle angelegt werden mussten, bis die Haut durchtrennt worden war. Dem ist allerdings keine Relevanz beizumessen, da die weitere Durchdringung des tiefer gelegenen Weichteilgewebes problemlos möglich war und auch die Versuchsdauer von 240 Sekunden und 190 Sekunden beide Male unter dem Gesamtmittelwert von 373 Sekunden lagen.



Abb. 89: Probleme bei der initialen Anlage des Hautschnittes mit dem Messer des Modells Opinel N°7

### ***4.3 Punktionserfolg und Versuchsdauer abhängig vom Kenntnisstand der Probanden***

Im Gegensatz zur Studie von Adams und Whitlock<sup>2</sup>, in welcher ein Arzt eine Notfallkoniotomie mit Taschenmesser und Strohhalm durchführte, der Studie von Platts-Mills et al.<sup>90</sup>, in welcher sich Ärzte an Koniotomien mit einem Infusionssystem an Leichen versuchten und der Studie von Neill und Anderson<sup>79</sup>, in welcher Medizinstudenten und Assistenzärzte mit einem Skalpell und einer Kugelschreiberhülse eine Koniotomie an Leichen anlegten, partizipierten an unserer Studie ausschließlich medizinische Laien ohne Grundwissen bezüglich anatomischer Strukturen bzw. chirurgischer Techniken. Um den Probanden einen gewissen Anhaltspunkt zu liefern, wurde ihnen lediglich der Schildknorpel als hilfreicher Orientierungspunkt vor Versuchsbeginn gezeigt, die Wahl der engültigen Einstichstelle oblag letztlich den Probanden.

In der Studie von Neill und Anderson<sup>79</sup> führten neun Probanden insgesamt vierzehn Versuche durch, was wiederum bedeutet, dass zumindest einige der Probanden den Versuch wiederholten. In dieser Studie war nur einen Versuch pro Proband zulässig, um einen Lerneffekt zu vermeiden, der zuvor in den Studien von Eisenburger et al.<sup>38</sup> und Wong et al.<sup>107</sup> nachgewiesen worden war.

Etliche Autoren fordern anatomische Kenntnisse und Basiskenntnisse über die Technik der Cricothyroidotomie als Voraussetzung für die erfolgreiche Anlage dieser<sup>4, 9, 17, 29, 44, 72, 100</sup>.

Es ist zwar einerseits einleuchtend, dass es medizinischen Laien Schwierigkeiten bereiten dürfte, die exakte Lokalisation für eine Koniotomie zu finden, aber andererseits war gerade die Tatsache, wie Laien sich aus der Intuition heraus verhalten und den Versuch durchführen würden, von besonderem Interesse, da dies bis dato von noch keiner anderen Studie untersucht worden war.

Alle Versuchsteilnehmer orientierten sich zunächst durch Inspektion und Palpation der Halsstrukturen, um eine geeignete Punktionsstelle zu finden. In acht Fällen entschieden sich die Probanden aufgrund der Erfolglosigkeit der Punktion mit dem Kugelschreiber, das Messer zu Hilfe zu nehmen.

In vier Fällen wurde der Hautschnitt horizontal angelegt, in drei Fällen vertikal und in einem Fall kombiniert horizontal und vertikal.



Abb. 90: Horizontal angelegter Hautschnitt über dem Lig. cricothyroideum

Auch die Literatur äußert sich hierzu widersprüchlich. Der Erstbeschreiber der Cricothyroidotomie aus dem Jahr 1805, Vicq d'Azyr, war der Meinung, der Hautschnitt müsse initial horizontal angelegt werden zwischen Schild- und Ringknorpel. Anschließend solle die Membran mit dem Messer punktiert und das Messer in die Vertikale rotiert werden, um die Inzisionsöffnung zu erweitern. Auch DeLaurier et al.<sup>33</sup> führten in ihrer Studie über die Rolle der Koniotomie im akuten Atemwegsmanagement den Hautschnitt in horizontaler Richtung durch. Bei der von Paix und Griggs<sup>85</sup> durchgeführten Studie wurde eine neuartige und vereinfachte Möglichkeit der chirurgischen Notfallkoniotomie („Skalpelli-Finger-Tubus-Methode“) untersucht, wobei der Hautschnitt auch hier in horizontaler Richtung angelegt wurde.

Andere Studien<sup>3, 12, 25, 32, 38, 53, 66, 69, 71, 76, 77, 90, 93</sup> allerdings belegen den Vorteil der vertikalen Hautinzision, wobei das Ligamentum cricothyroideum im darauffolgenden Schritt in horizontaler Richtung durchtrennt werden sollte: Das Blutungsrisiko wird dadurch deutlich reduziert, denn gerade bei der Anlage des Hautschnittes in horizontaler Richtung treten

teilweise massive Hämorrhagien aufgrund der oberhalb des Ligaments verlaufenden Gefäße<sup>65</sup> auf. Die Blutungen aus den Gefäßen können teilweise so ausgeprägt sein, dass sie einer Ligatur bedürfen<sup>71</sup>. Darüber hinaus kann ein vertikaler Hautschnitt problemlos nach kranial oder kaudal verlängert und korrigiert werden, wenn man diesen initial an der falschen Stelle angelegt hat<sup>76</sup>. Bei einer horizontalen Schnittanlage ist dies wiederum nicht möglich, und trägt dazu bei, dass der Tubus häufig an einer falschen Stelle platziert wird, insbesondere dann, wenn die anatomischen Richtstrukturen (Schild- und Ringknorpel) nicht eindeutig zu identifizieren sind<sup>71</sup>.



Abb. 91: Darstellung der idealen Lokalisation des Hautschnittes: Vertikal und mittig lokalisiert zwischen Schild- und Ringknorpel (entommen aus: Helm M, Gries A, Mutzbauer T. Surgical approach in difficult airway management. Best practice & research Clinical anaesthesiology 2005;19(4):629.)

Nach dem vertikal angelegten Hautschnitt sollte die Membrana cricothyroidea in horizontaler Richtung durchtrennt werden. Dabei sollte man darauf achten, den Schnitt in der unteren Hälfte der Membran, entlang des Oberrandes des Ringknorpels durchzuführen, da die A. cricothyroidea, ein Ast der A. thyroidea superior, für gewöhnlich im Bereich der oberen Membranhälfte verläuft<sup>17</sup> und die Verletzungsgefahr für die Stimmbänder minimiert wird<sup>12, 94, 100</sup>.

Die Erfolgsraten der Koniotomieversuche in unserer Studie wurden allerdings nicht von der Richtung des Hautschnittes beeinflusst. Bei den vier horizontal angelegten Schnitten, wurden zwei Koniotomien, eine Tracheotomie und ein nicht gelungener Punktionsversuch beobachtet, wohingegen bei den drei vertikal gerichteten Hautschnitten eine Koniotomie und zwei Tracheotomien durchgeführt worden waren. Bei der Präparation zeigte sich in keinem der zehn Versuche eine relevante Verletzung eines Blutgefäßes, lediglich in drei Fällen waren oberflächliche venöse Gefäße verletzt worden, dies allerdings unabhängig von der Richtung der Schnittanlage.

Die durchschnittliche Versuchsdauer in unserer Studie lag bei 373 Sekunden (Minimum 120 Sekunden, Maximum 680 Sekunden). In der Literatur werden unterschiedliche Orientierungsmarken für die Zeitdauer einer Koniotomie angegeben, diese reichen von 30 Sekunden für das Anlegen einer chirurgischen Koniotomie von einem erfahrenem Mediziner<sup>22</sup> bis hin zu 180 Sekunden, durchgeführt von in dieser Technik noch nicht geübten Assistenzärzten der Anästhesie<sup>76</sup>. Paix und Griggs<sup>85</sup> wiederum fordern, dass eine Koniotomie innerhalb von 60 Sekunden durchgeführt werden sollte. Die Tatsache, dass die Zeitdauer in unserer Studie von den in der Literatur publizierten Angaben deutlich abweicht liegt zum einen darin begründet, dass ausschließlich medizinische Laien an den Versuchen teilnahmen, welche eine größere Zeitspanne benötigten, um sich an den anatomischen Strukturen des Halses zu orientieren und eine geeignete Punktionsstelle zu wählen. Zum anderen wurde als Koniotomiehilfsmittel zunächst der Kugelschreiber verwendet, wobei in acht der zehn durchgeführten Versuche der Wechsel auf ein Messer stattfand. Die durchschnittliche Dauer der Punktionsversuche mit dem Kugelschreiber alleine betrug 138 Sekunden (Minimum 50 Sekunden, Maximum 285 Sekunden). In nur einem Fall ließ sich eine erfolgreiche Punktion mit dem Kugelschreiber ohne Einsatz eines Messers erzielen, dies allerdings erst nach einer Versuchsdauer von insgesamt 300 Sekunden. Es kann für die praktische Umsetzung geschlussfolgert werden, dass die Versuchsdauer deutlich reduziert werden könnte, wenn die Schnitthanlage an Haut und Ligament bereits von vornherein mit einem Messer erfolgen würde und die Kugelschreiberhülse nach Durchtrennung des Lig. cricothyroideum in die Trachea eingeführt werden würde. Dies wurde in unserer Versuchsreihe nicht getestet, jedoch versuchten Platts-Mills et al.<sup>90</sup> eine Punktionscricothyroidotomie an Leichen mit dem Dorn eines Infusionssystems anzulegen. An einem Leichnam wurde vor der Punktion mit dem Dorn ein Hautschnitt angelegt und man stellte fest, dass das Einbringen des Dorns dadurch wesentlich erleichtert wurde, was nicht zuletzt auch mit einer Zeitersparnis in Einklang zu bringen wäre, welche für diesen Versuch allerdings nicht registriert wurde. Dass ein hoher Hautwiderstand für die Durchführung einer Punktionskoniotomie, selbst unter Zuhilfenahme einer Metallnadel („Quicktrach“-Koniotomiebesteck) problematisch sein kann, zeigten Frei et al.<sup>43</sup> in ihrer Studie an Leichen auf und postulierten, dass dies zu einer zeitlichen Verzögerung bei der Herstellung der Beatmungssituation führen kann. Diese Vermutung wurde bestätigt, indem eine signifikante Reduktion der Versuchsdauer durch eine vorausgehende Inzision der Haut mit einem Skalpell bewirkt werden konnte.

#### ***4.4 Begleitverletzungen in der Präparation und Langzeitkomplikationen***

Die Gefahr bei einer Koniotomie lebensbedrohliche Verletzungen zu verursachen ist gering, da im Bereich des Lig. cricothyroideum keine großen Arterien, Venen oder Nerven verlaufen<sup>17</sup>. Insbesondere die bedeutenden Gefäß-/Nervenstrukturen des Halsbereichs (A. carotis communis, V. jugularis interna, N. phrenicus) befinden sich geschützt lateral und dorsal der Larynxhinterwand<sup>43</sup>. Im Vergleich zur Tracheotomie, welche in Notfallsituationen aufgrund des höheren Zeitaufwands<sup>85</sup> und einer höheren Morbidität und Mortalität im Vergleich zur Koniotomie ohnehin nicht empfohlen wird<sup>24</sup> und mit einer höheren Komplikationsrate assoziiert ist<sup>6, 43, 47</sup>, ist der Ösophagus bei der Koniotomie durch den ringförmigen Verlauf des Cartilago cricoidea vor Verletzungen geschützt<sup>17, 20, 24</sup>.

Nach der Versuchsdurchführung wurde zur Detektion der beim Versuch hervorgerufenen Verletzungen eine Präparation der anatomischen Strukturen vorgenommen (siehe Tabelle 7). Muskuläre Strukturen (M. sternohyoideus, M. cricothyroideus, M. sternocleidomastoideus) waren bei sieben Leichen (70%) verletzt worden, wobei der Musculus sternohyoideus am häufigsten von einer Verletzung betroffen war (60%). In der Studie von Neill und Anderson<sup>79</sup>, in welcher Medizinstudenten und Assistenzärzte an 14 Leichen eine Koniotomie mit Skalpell und Kugelschreiberhülse vorgenommen hatten, zeigten sich ähnliche Verletzungen der muskulären Strukturen, hierbei wurden sogar 15 muskuläre Verletzungen in 14 Versuchen registriert. Allerdings waren in ihrer Studie auch der M. sternothyroideus und M. thyroatenoideus verletzt worden, welche in keinem unserer Versuche betroffen waren.



Abb. 92: Durchtrennung der Mm. sternohyoidei bds.

In drei Fällen (30%) kam es zu einer Verletzung von Gefäßen, wobei einmal eine Schilddrüsenvene und in den beiden anderen Fällen eine oberflächliche Halsvene betroffen waren. Im Gegensatz zur Studie von Neill und Anderson<sup>79</sup> wurden allerdings keine arteriellen Gefäße (A. thyroidea inferior, A. cricothyroidea) verletzt.



Abb. 93: Sickerblutung aus der Verletzung einer oberflächlichen Schilddrüsenvene

Zu bedeutenden Blutungen hätte beim lebenden Menschen allerdings die Verletzung des gut durchbluteten Schilddrüsenorgans führen können, welche zwei Mal (20%) zu beobachten waren, in einem Fall war der Schilddrüsenisthmus, im anderen Fall der rechte Schilddrüsenlappen verletzt worden.



Abb. 94: Markierung der Verletzung des Schilddrüsenisthmus mit der Skalpellspitze



Der gelegentlich (die Angaben zur Inzidenz schwanken zwischen 40%<sup>17</sup> und 65%<sup>15</sup>) als Standardvariante der Schilddrüse vorhandene Lobus pyramidalis wurde bei einem Leichnam als Zufallsbefund bei der Präparation entdeckt, ohne jedoch verletzt worden zu sein.

Ein Leichnam war zu Lebzeiten thyreoidektomiert worden, bei den anderen neun Leichen war die Schilddrüse noch vorhanden. Bei der nach Beendigung des Versuchs durchgeführten Präparation des thyreoidektomierten Leichnams zeigte sich ein durch das Messer verursachter Stichkanal, der bei erhaltener Schilddrüse mit größter Wahrscheinlichkeit zu erheblichen Verletzungen an selbiger geführt hätte.

Schilddrüsenverletzungen lassen sich allerdings auch im Rahmen konventionell durchgeführter chirurgischer bzw. Punktionskoniomien beobachten<sup>32, 43, 53, 76</sup> und sind eine nicht zu unterschätzende Komplikation, da die Sicht auf das Gewebe und die Lokalisierung der Membrana cricothyroidea durch eine Blutung deutlich erschwert werden kann und der Operateur nicht mehr in der Lage ist, die anatomischen Strukturen kontrolliert zu eröffnen<sup>32</sup>.

Die Schleimhaut an der Larynxhinterwand zeigte in vier Fällen (40%) oberflächliche Verletzungen auf.

Verletzungen der Larynxschleimhaut im Rahmen einer Koniotomie wurden auch in anderen Studien beschrieben<sup>3, 6, 17, 43, 90 43</sup>.

In der von Frei et al. durchgeführten Studie mit dem „Quicktrach“-Koniotomiebesteck zur Anlage einer Punktionscricothyroidotomie wurden in zwei von 55 Fällen Schleimhautverletzungen an der Larynxhinterwand detektiert (3,6%). Die wesentlich geringere Rate an Schleimhautverletzungen im Vergleich zu unserer Studie ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass dieses Koniotomiebesteck einen Stopper aufweist, welcher ein zu tiefes Eindringen der Nadel und dementsprechend ein Touchieren der Larynxhinterwand verhindert. In unserer Studie existierte kein vergleichbares Sicherheitshilfsmittel. Die medizinischen Laien erkannten oftmals nicht, dass sie bereits das tracheale Lumen eröffnet hatten und führten das Messer weiterhin in die Tiefe ein, bis sie einen Widerstand, in Form der Larynxhinterwand, spürten. In Versuch Nr. 4, bei welchem die Koniotomie alleine mit Hilfe des Kugelschreibers gelang, wurde bei der Präparation ebenfalls ein schlitzförmiger Defekt an der Larynxhinterwand manifest, welcher in diesem Fall durch die kraftvolle Insertion der Kugelschreibermine hervorgerufen wurde.

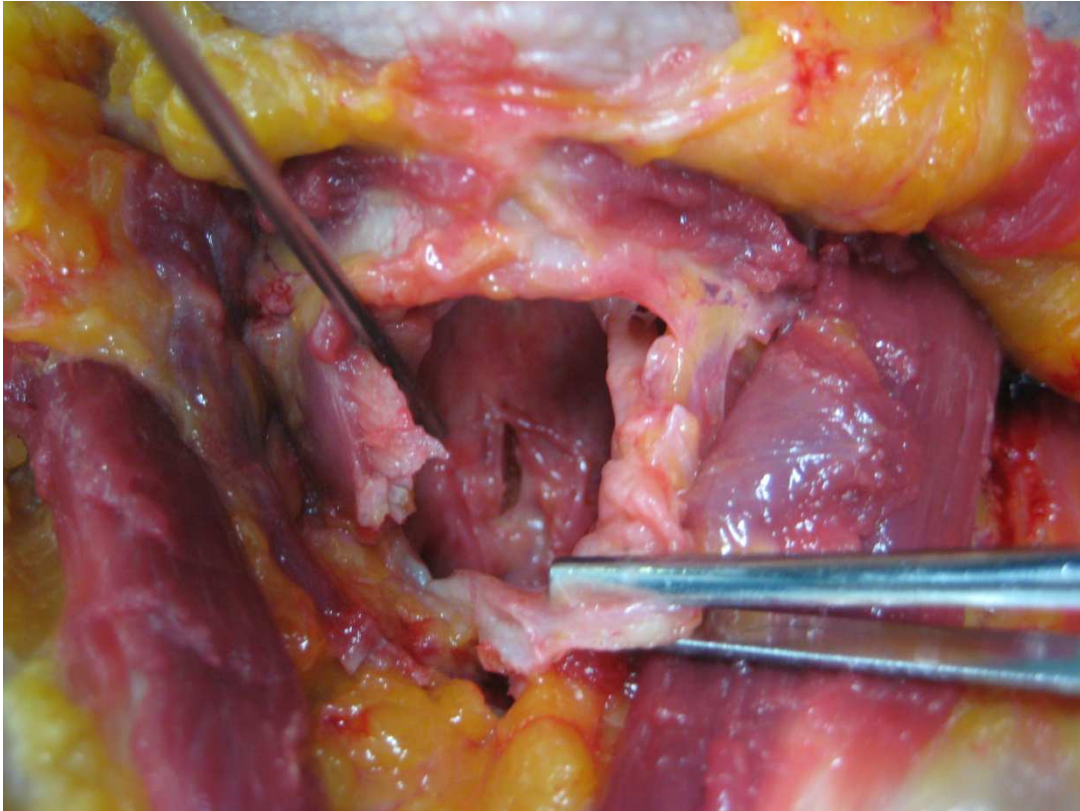


Abb. 95: Schlitzförmiger Defekt an der Larynxhinterwand durch Kugelschreibermine

Der Ösophagus als direkt hinter der Trachea lokalisierte Struktur war in keinem der zehn Versuche verletzt worden.

Verletzungen der Knorpelstrukturen ließen sich in sechs Fällen (60%) nachweisen, wobei in zwei Fällen eine komplette Ringknorpelfraktur nachzuweisen war, in einem Fall war der Ringknorpel durch das Messer oberflächlich verletzt worden, in drei Fällen waren die trachealen Knorpelspannen, zum Teil sogar mehrfach, verletzt worden.

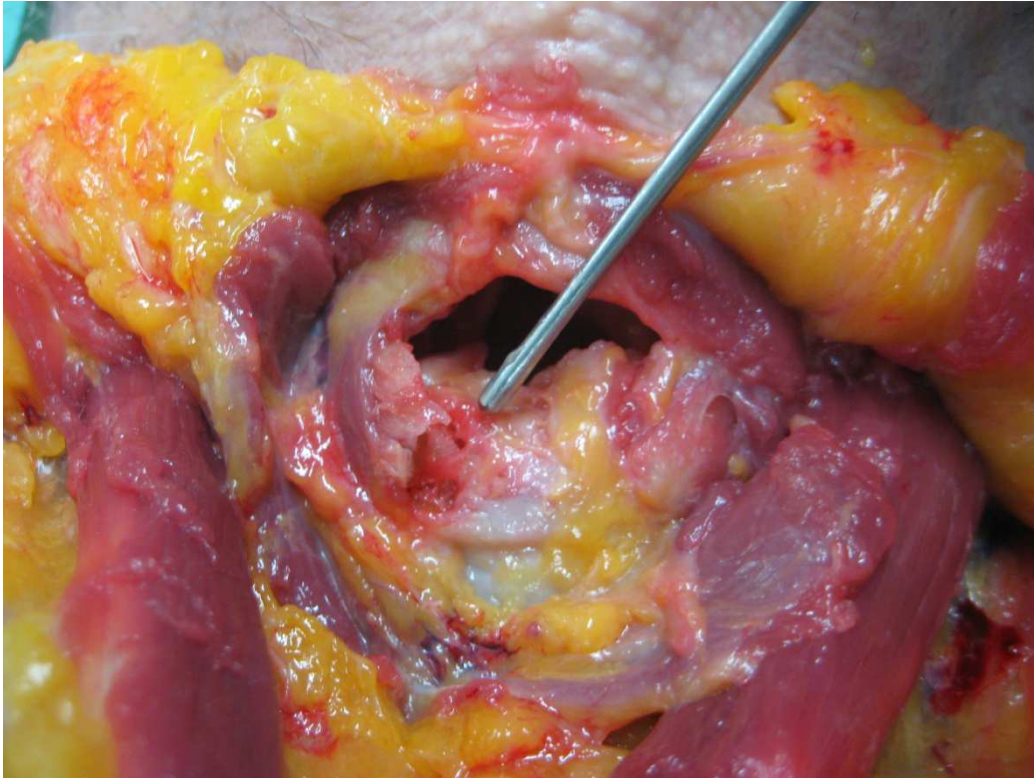


Abb. 96: Fraktur des verknöcherten Ringknorpels

Dass insbesondere die Knorpelstrukturen (Schild-, Ringknorpel, Trachealspangen) des Larynx im Rahmen einer Koniotomie von Verletzungen betroffen sind, wird häufig in der Literatur erwähnt<sup>3, 12, 17, 25, 26, 32, 33, 43, 53, 71, 76</sup>.

Die Häufigkeitsangaben in der Literatur zu den begleitenden Knorpelverletzungen bei einer Koniotomie schwanken zwischen 10%<sup>25</sup> und 29%<sup>79</sup>, sind also deutlich niedriger als in unserer Studie (60%).

Die höhere Komplikationsrate in unserer Studie ist zum einen dadurch erklärbar, dass während des initialen Versuchs, eine Beatmungssituation mit Hilfe des Kugelschreibers herzustellen, sehr kraftvolle Dreh- und Druckbewegungen auf das Gewebe ausgeübt wurden. Diese Krafteinwirkung übertrug sich auf die Knorpelstrukturen, welche dieser nicht dauerhaft standhielten. In unserer Studie wurden zudem keine medizinischen Koniotomieinstrumente verwendet, durch deren Gebrauch die traumatische Einwirkung auf das Gewebe deutlich minimiert hätte werden können. Zum anderen sind auch die Lagerungsbedingungen und somit Gewebekonsistenz der für den Versuch eingesetzten Leichen in Betracht zu ziehen. Während die Leichen in der Studie von Chan et al.<sup>25</sup> mit der geringen Komplikationsrate von nur 10% gefroren waren, wurden die Leichname in dieser Studie lediglich auf eine Temperatur von 8°C heruntergekühlt, wodurch auch die Flexibilität des Gewebes deutlich voneinander differiert.

Alle oben erwähnten Verletzungen sind von ihrem Ausprägungsgrad her keinesfalls als so gravierend einzustufen, als dass sie zum Tod der im Eingangsszenario erwähnten Person (Obstruktion der oberen Atemwege aufgrund eines Wespenstichs im Mundraum) geführt hätten. Hier ist vielmehr zu sehen, dass der Vorteil, eine erfolgreiche Beatmungssituation

hergestellt zu haben, den Nachteil der entstandenen Begleitverletzungen deutlich überwiegt. Dies spiegelt sich auch in der Sichtweise vieler anderer Arbeitsgruppen<sup>17, 33, 43, 53</sup> wider, welche betonen, dass Atemwegsobstruktionen unweigerlich innerhalb kürzester Zeit zu irreparablen Schäden bzw. zum Tod führen, sollten sie nicht behoben werden. Die Begleitverletzungen sind unter diesem Aspekt zu vernachlässigen.

Neben den bereits erwähnten akuten Verletzungen und Komplikationen zeigen sich gelegentlich auch Langzeitkomplikationen nach der Anlage einer Koniotomie. Dazu zählen Dysphonie und Heiserkeit (insbesondere nach Frakturen von Schild- oder Trachealknorpel)<sup>12, 17, 46, 53, 71</sup>, Entstehung einer tracheoösophagealen Fistel nach Ösophagusperforation<sup>17, 74</sup>, Infektionen<sup>32, 53, 85, 93</sup>, sowie die Ausbildung einer subglottischen Stenose<sup>3, 12, 17, 20, 32, 41, 53, 82, 95, 106</sup>.

Chevalier Jackson führte Anfang des 20. Jahrhunderts die Larynxstenose als eine häufige Langzeitkomplikation nach Koniotomie ins Feld und riet deshalb von dieser Methode der Atemwegssicherung ab<sup>59</sup>. Mittlerweile konnte allerdings durch andere Studien<sup>18, 20, 33, 41, 106</sup> bewiesen werden, dass die subglottische Stenose eine seltene Komplikation ist, welche häufiger sogar nach vorherigen Intubationen auftritt<sup>63</sup>.

Natürlich ist es in unserer Studie an Leichen nicht möglich, den Langzeiteffekt der durchgeführten Koniotomien zu untersuchen. Betrachtet man allerdings die Verletzungen, so ist festzustellen, dass es in keinem der zehn Versuche zu einer Verletzung der Stimmbandebene oder des Schildknorpels gekommen war, die Hauptursachen für die Entstehung von Dysphonie und Heiserkeit. Auch der Ösophagus war in keinem der zehn Versuche tangiert worden, sodass die Entstehung einer ösophago-trachealen Fistel unwahrscheinlich ist. Auch wenn eine der oben erwähnten Langzeitkomplikationen bei dem fiktiven Patienten unseres Eingangsszenarios aufgetreten wäre, so hätte dieser von der Herstellung einer ausreichenden Oxygenierung zur Vermeidung gravierender Organschäden deutlich profitiert im Vergleich zur minderen Schwere der provozierbaren Verletzungen im Rahmen einer Koniotomie.

#### ***4.5 Erfolgs- und Komplikationsraten der Koniotomie***

Letztlich konnten in den zehn Versuchen unserer Studie fünf Koniotomien erfolgreich angelegt werden (50%), drei Mal wurde unbeabsichtigt eine Tracheotomie (30%) durchgeführt, zwei Probanden (20%) scheiterten an der Anlage einer erfolgreichen Beatmungssituation. Beim ersten missglückten Versuch war die Kugelschreiberhülse im paratrachealen Weichteilgewebe lokalisiert.



Abb. 97: Lokalisation des Kugelschreibers linksseitig der Trachea im paratrachealen Weichteilgewebe

Im zweiten nicht erfolgreichen Versuch befand sich die Kugelschreiberhülse zwar im trachealen Lumen, allerdings entwich die Luft durch die weiter kaudal lokalisierten Defekte an der Trachea, die während des Punktionsversuchs entstanden waren, und welche nicht ausreichend komprimiert werden konnten zur Herstellung einer erfolgreichen Beatmungssituation.

In fünf weiteren Versuchen ist die Trachea während der Versuchsdurchführung mit dem Messer äußerst großzügig eröffnet worden bzw. sind durch weitere andernorts angelegte Punktionsversuche Stellen geschaffen worden, durch die Nebenluft beim Beatmungsversuch entweichen konnte. Allerdings konnten diese Stellen im Gegensatz zu obigen misslungenem Versuch ausreichend komprimiert werden, sodass ausreichend Luft in die Lungen appliziert und eine Hebung des Brustkorbes bzw. Entfaltung der Lungen erzielt werden konnte.

Tabelle 10: Nebenluftentstehung im Rahmen des Einsatzes von Kugelschreiber und Messer

Versuchsnummer	Kugelschreibermodell	Messer	Nebenluft ja	Nebenluft nein
1. Versuch	Montblanc	ja	x	
2. Versuch	Ritter	ja	x	
3. Versuch	Montblanc	nein	nicht erfolgreich	
4. Versuch	Montblanc	nein		x
5. Versuch	Ritter	ja	x	
6. Versuch	Montblanc	ja	x	
7. Versuch	Ritter	ja		x
8. Versuch	Montblanc	ja	Eigentlich Tracheotomie, aber massive Nebenluft durch 2. Defekt => als nicht erfolgreich gewertet	
9. Versuch	Ritter	ja	x	
10. Versuch	Ritter	ja		x

Nebenluft ja: Nebenluft entweicht bei der Beatmung durch zu großen Defekt an Trachea oder im Verlauf gesetzte zusätzliche Defekte

Nebenluft nein: keine Problematik wie oben beschrieben

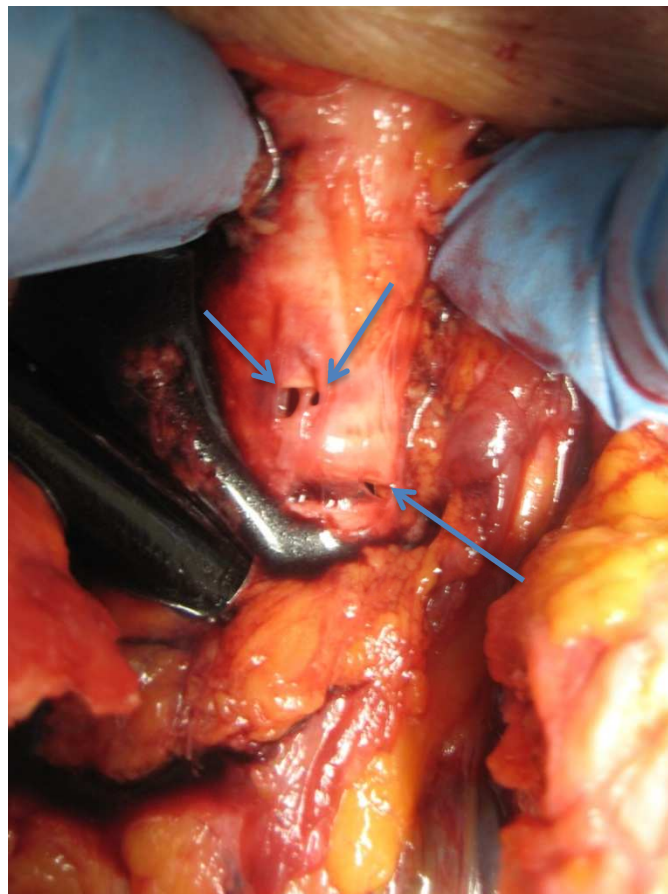


Abb. 98: Misslungene Beatmungssituation aufgrund mehrerer trachealer Defekte

Die Erfolgsraten von Koniotomieversuchen an Leichen schwanken auch in der Literatur erheblich (65%-100%)<sup>11, 25, 26, 32, 38, 93</sup>, wobei all diese Versuche von Ärzten mit einem Mindestgrad an Training und Erfahrung und entsprechendem medizinischen Equipment vorgenommen wurden. Lediglich in der Studie von Neill und Anderson<sup>79</sup> wurden anstelle eines professionellen medizinischen Koniotomieinstruments ein Skalpell und eine Kugelschreiberhülse zur Anlage einer Koniotomie an Leichen verwendet. Die Erfolgsrate lag in dieser Studie bei 57% (8 von insgesamt 14 Versuchen gelangen), wobei anzumerken ist, dass auch eine erfolgreiche Tracheotomie zu der Rate hinzugezählt wurde. Würde dies in unserer Studie mit berücksichtigt, so würde sich die Erfolgsrate deutlich von 50% auf 80% steigern. Darüber hinaus ist anzumerken, dass in allen vorhergehenden Studien (auch bei Neill und Anderson<sup>79</sup>) entweder Ärzte, oder zumindest Personen mit medizinischen Kenntnissen bezüglich Anatomie und Anwendung der Koniotomieinstrumente, beteiligt waren. Umso höher kann diese Erfolgsrate von 50% (Koniotomie) bzw. 80% (Koniotomie und Tracheotomie) in unserer Studie gewertet werden, die erste Studie dieser Art, welche ausschließlich von medizinischen Laien durchgeführt wurde.

Ein Erklärungsansatz für die Tatsache, dass die Versuchspersonen in 30% der Fälle statt einer Koniotomie eine Tracheotomie anlegten, mag sein, dass für einen medizinischen Laien dieser Begriff kaum vertraut sein dürfte. Im eingangs geschilderten Szenario (Person mit Obstruktion der oberen Atemwege nach Wespenstich) wurde der Begriff zwar erwähnt, jedoch nicht weiter ausgeführt und als hilfreicher Orientierungspunkt wurde den Probanden lediglich der Schildknorpel (welcher bei allen Leichen eindeutig zu tasten war) gezeigt. Dass eine Tracheotomie, welche in Notfallsituationen ohnehin nicht empfohlen wird<sup>6, 24, 43, 47, 85</sup>, mit einem Kugelschreiber sehr schwierig zu realisieren ist, zeigte sich im direkten Punktionsversuch der Trachea. In einem Fall wurde nach der Präparation der Halsstrukturen versucht, die Trachea unter Sicht direkt mit dem Kugelschreiber zu punktieren, was aufgrund der Mobilität und der flexiblen Knorpelstrukturen kaum möglich war. Die Kugelschreiberspitze rutschte wiederholt an der knorpeligen Oberfläche ins paratreacheale Weichteilgewebe ab.

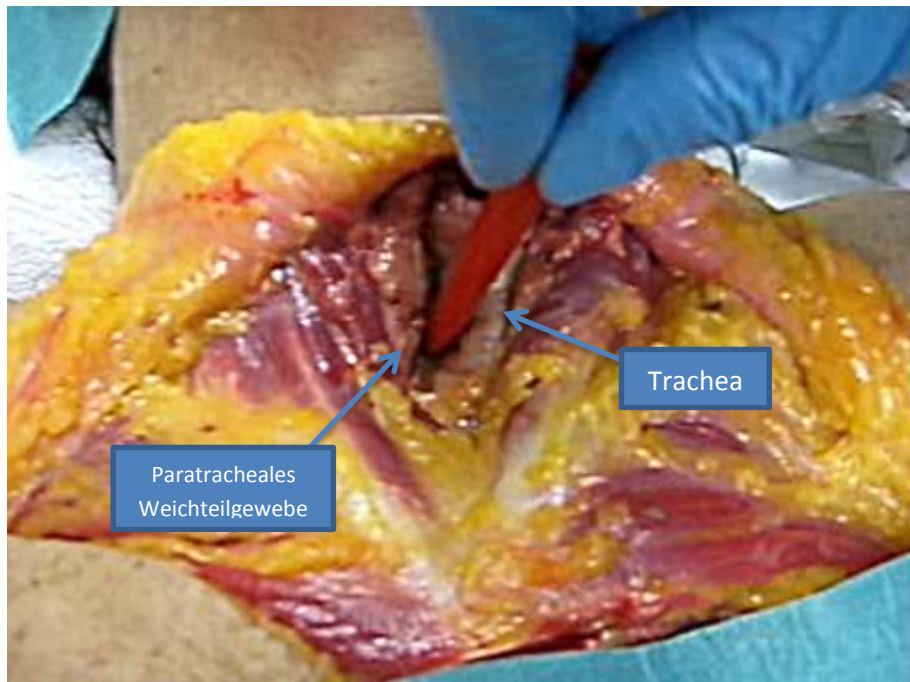


Abb. 99: Simulation einer direkten Punktion der Trachea mit Kugelschreiberhülse und Abrutschen dieser ins paratracheale Weichteilgewebe

Natürlich dürfen neben dem Erfolg der Koniotomieversuche auch die damit assoziierten Komplikationen nicht außer Betracht gelassen werden.

Die in der Literatur angegebenen Komplikationsraten sind sehr unterschiedlich und bewegen sich zwischen 2,6%<sup>21</sup> und 40%<sup>19, 26, 28, 32, 33, 53, 71, 82, 91</sup>. Hierbei ist es allerdings wichtig, zu unterscheiden, ob die Koniotomie elektiv unter kontrollierten Bedingungen in der Klinik stattfindet, oder als Notfallkoniotomie im präklinischen Setting durchgeführt wird, da die Komplikationsrate bei letzterer Situation natürlich deutlich höher liegt<sup>17, 25, 53, 71, 100</sup>. Dies ist mitunter auch darauf zurückzuführen, dass Notfallkoniotomien nur selten durchgeführt werden und es den Operateuren somit sowohl an Training als auch an Beibehaltung des erlernten Procederes fehlt<sup>7, 90</sup>.

Zu den Komplikationen werden in der Literatur jegliche, bei der Versuchsdurchführung entstandenen, akute Verletzungen (Blutung, Knorpelverletzung/-fraktur, falscher Punktionsort, Verletzung an Trachea, Ösophagus bzw. Schilddrüse, Aspiration, subkutanes bzw. mediastinales Emphysem, Stimmbandverletzung, Nervenläsion, Larynxläsion, Pneumothorax) gezählt, sowie auch die Langzeitkomplikationen (tracheale Stenose, Dysphonie, Heiserkeit, ösophagotracheale Fistel, Infektion) im weiteren Verlauf<sup>3, 6, 12, 17, 25, 26, 32, 33, 71, 76, 85, 90</sup>.

Bei Versuchen mit Leichen können nicht alle der Komplikationen, beispielsweise Blutungen oder Nervenverletzungen und insbesondere die Langzeitkomplikationen manifest werden. Betrachtet man die Verletzungen, welche bei den zehn Versuchen unserer Studie hervorgerufen wurden (siehe Tabelle 6), so ist ersichtlich, dass bei jedem Versuch mindestens eine oder sogar mehrere Strukturen gleichzeitig verletzt wurden. Es gab keinen Versuch in welchem nicht mindestens eine Begleitverletzung entstand, sodass man von einer Komplikationsrate von 100% sprechen könnte. Allerdings muss man dies wiederum in dem Kontext sehen, in welchem die Maßnahme durchgeführt wird. Meist ist die Koniotomie die



letzte Option, um eine erfolgreiche Beatmungssituation herstellen und somit Leben retten zu können, sodass die Begleitverletzungen hierbei kaum eine Rolle spielen dürften.

#### ***4.6 Koniotomieversuch eines erfahrenen HNO-Arztes***

Nach Beendigung der Versuchsreihe mit zehn medizinischen Laien, wurde zum Abschluss noch ein Versuch an einem elften Leichnam von Herrn PD Dr. Stelter, einem erfahrenen und bereits seit über zehn Jahren in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde tätigen Arzt, durchgeführt. Beim Verstorbenen handelte es sich um eine 87 Jahre alte, weibliche Person (Größe 165 cm, Gewicht: 91 kg, BMI: 33,4; Postmortales Intervall: 60 h, Halslänge: 7 cm, Halsumfang: 41 cm).

Für die Versuchsdurchführung kam der Kugelschreiber Ritter 01711 Classic zum Einsatz, ein Messer wurde bei diesem Versuch nicht verwendet.

Die den Versuch ausführende Person tastete zunächst die Halsstrukturen, setzte anschließend den Kugelschreiber mit ausgefahrener Mine und unter Fixierung des Kehlkopfes auf der Haut an und brachte diesen mit kräftigen Druck- und Drehbewegungen ins Gewebe ein.



Abb. 100: Orientierendes ertasten der Halsstrukturen zu Versuchsbeginn

Nach 40 Sekunden wurde der Punktionsversuch als erfolgreich gewertet und die Mine des Kugelschreibers entfernt.



Abb. 101: Kugelschreiberhülse in situ nach 40 Sekunden

Der Beatmungsversuch über die Kugelschreiberhülse verlief allerdings negativ, sichtbare Thoraxhebungen blieben aus.

Bei der anschließend durchgeführten Präparation zeigte sich an der Einstichstelle ein 1 mm x 5 mm messendes Loch. Daraufhin wurde die Punktionsstelle bis in die Tiefe freipräpariert. Es zeigte sich, dass die Punktion an der exakten Lokalisation zwischen Schild- und Ringknorpel durchgeführt worden war, allerdings hatte der Kugelschreiber das Ligamentum conicum nicht durchdrungen, sondern war seitlich ins paratracheale Gewebe abgerutscht. Die Einstichstelle verlief oberhalb der Schilddrüse, ohne diese verletzt zu haben. In der Präparation zeigten sich keine Verletzungen von Begleitstrukturen.



Abb. 102: Verlauf des Einstichs im paratrachealen Weichteilgewebe

Nachdem die Strukturen des Halses und insbesondere das Ligamentum conicum freipräpariert worden waren, versuchte PD Dr. Stelter den Kugelschreiber samt Mine unter Sicht durch das Ligament in die Trachea einzubringen, was problemlos möglich war.

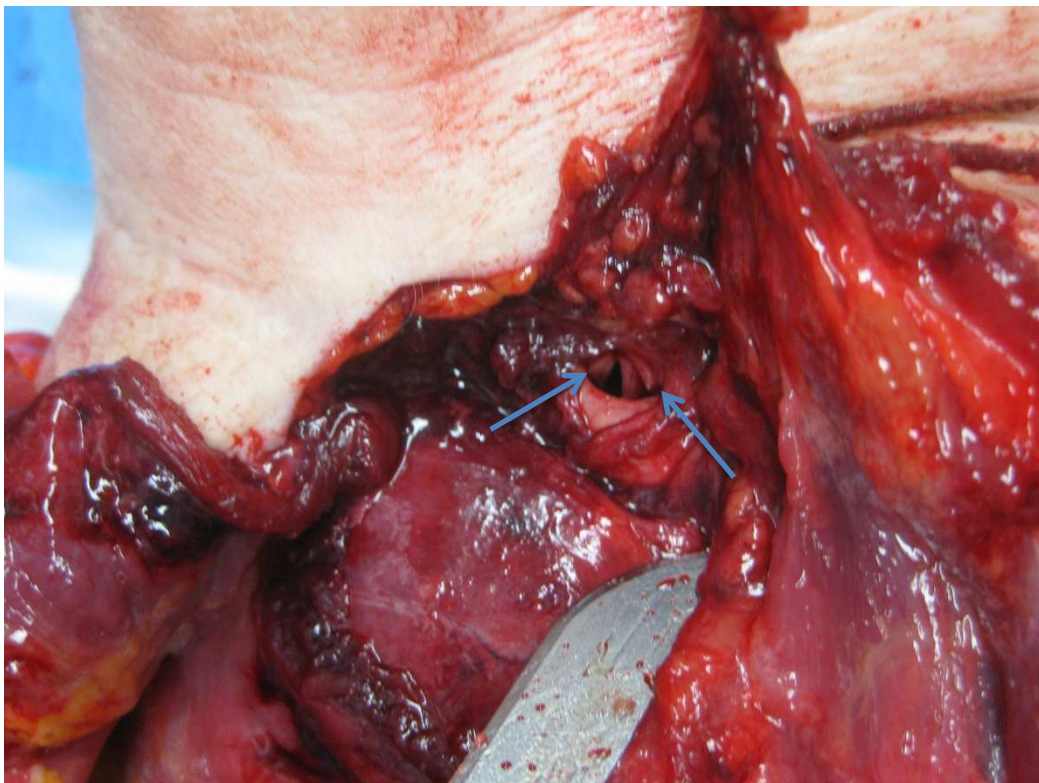


Abb. 103: Blick auf das eröffnete Lig. conicum nach direktem Punktionsversuch mit Kugelschreiber

Als Fazit aus diesem Versuch, der außerhalb der obigen Versuchsreihe durchgeführt worden war, lässt sich anmerken, dass eine Koniotomie alleine unter Zuhilfenahme eines Kugelschreibers selbst für einen darin geschulten und erfahrenen Hals-Nasen-Ohrenarzt nicht möglich ist. Zwar könnte die Membrana cricothyroidea mit einem Kugelschreiber eröffnet werden, wie aus dem direkten Punktionsversuch ersichtlich wurde, allerdings ist dies ohne eine direkte Sicht auf das Ligament kaum möglich, da der Kugelschreiber die Tendenz hat, ins paratracheale Weichteilgewebe abzurutschen.

Aus diesem Versuch lassen sich keine allgemeingültigen Schlüsse ziehen. Hierfür wäre eine neue Studie mit einer größeren Versuchsanzahl notwendig, die darüber Aufschluss geben könnte, inwiefern es erfahrenen Hals-Nasen-Ohrenärzten als Spezialisten für konventionelle Koniotomien mit dafür gebräuchlichen Instrumenten gelänge, eine Koniotomie alleine mit Hilfe eines Kugelschreibers durchzuführen.

#### ***4.7 Einschränkungen der Studie***

Bei Studien, welche an Leichen durchgeführt werden, gibt es allgemeine Einschränkungen, welche erwähnenswert sind.

Studien an Leichen unterscheiden sich natürlich von realen Patienten im prähospitalen Setting, nachdem sowohl die Lagerung, als auch die Operationsfeldausleuchtung in der Rechtsmedizin optimiert sind und deutlich von der realen Situation außerhalb der Klinik differieren<sup>76</sup>. Darüber hinaus unterscheidet sich die Situation dadurch, dass Leichen keine Bewegungen ausführen<sup>26, 90</sup> und die individuelle Stressreaktion des Operateurs deutlich höher ausfallen dürfte, sollte der Atemwegszugang bei einer lebenden Person nicht gelingen, als wenn diese Situation bei einem Leichnam vorliegt<sup>76, 90</sup>. Insbesondere eine Blutung mit Sichtbehinderung auf das Gewebe, als akute Komplikation bei lebenden Personen, kann bei Leichen, die ja über keinen Kreislauf mehr verfügen, nicht detektiert werden und vereinfacht das Procedere bei Letzteren<sup>25, 32, 38, 76, 79, 90, 93</sup>. Die Anlage einer Koniotomie bei lebenden Personen kann auch dadurch verkompliziert sein, dass Begleiterkrankungen, wie eine Koagulopathie bzw. eine Hypertension mit erhöhter Blutungsneigung bestehen, welche bei Leichen nicht zur Ausprägung kommen<sup>38</sup>. Darüber hinaus werden auch mit einer gewissen Latenzzeit auftretende Komplikationen und Langzeitkomplikationen, welche bei lebenden Personen recht schnell auffallen würden, wie Infektionen, subglottische Stenosen und Nervenverletzungen, bei Leichen nicht manifest<sup>25, 61, 70, 93</sup>.

Nachteilig kann sich bei Studien an Leichen die veränderte Konsistenz des Gewebes (Festigkeit und Elastizität) auswirken, welche eine exakte Lokalisation anatomisch prominenter Strukturen, insbesondere des Schild- und Ringknorpels erschweren kann<sup>25, 26, 32, 79</sup>. Diese Problematik wurde in unserer Studie dadurch ausgeschlossen, dass zum einen nur Leichname eingeschlossen wurden, bei welchen der Schildknorpel als Orientierungshilfe eindeutig getastet werden konnte, zum anderen kommt dies vor allem bei Leichnamen zum

Tragen, die gefroren bzw. in Formalinlösung fixiert sind. Die Leichname in der hier vorliegenden Studie waren weder gefroren, noch in Lösung fixiert, sondern lediglich auf 8°C heruntergekühlt, sodass die Textur des Gewebes derer von lebendigen Personen relativ ähnlich war. Andere Autoren<sup>26, 79</sup> erwähnen auch das Problem, dass eine Verifizierung der richtigen Lage der Punktionskanüle mittels einer Beatmung und anschließender Hebung des Brustkorbes nicht möglich ist aufgrund der veränderten Gewebetextur durch Einfrieren oder Fixieren. Aufgrund der bereits erwähnten Tatsache, dass die Leichen in unserer Studie gekühlt waren, war eine Beatmung und somit Verifizierung der richtigen Lage der Kugelschreiberhülse, problemlos möglich. Die Zeit, welche bis zur erfolgreichen Anlage einer Koniotomie benötigt wird, ist durch den Einsatz von Leichen als Studienpopulation im Vergleich zu lebenden Personen nicht verfälscht, wie in mehreren Studien an Leichen und Tieren nachgewiesen werden konnte<sup>8, 56</sup>.

Die Durchführung der Studie an lebenden Personen wäre ethisch natürlich nicht vertretbar und trotz der oben erwähnten Limitationen ist die Studiendurchführung an Leichnamen lebenserhalter und kommt dem Alltag näher als es die Durchführung der Versuche an künstlichen Simulationsgeräten vermag<sup>26</sup>.

Ein weiteres Problem, welches Platts-Mills et al.<sup>90</sup> in ihrer Studie erwähnen und welches sich auch in unserer Studie zeigte, war, dass eine signifikante Hebung des Brustkorbs bei einer Beatmung über die Kugelschreiberhülse nur dadurch erzeugt werden konnte, dass Mund und Nase des Leichnams manuell verschlossen wurden, um ein Entweichen der Luft darüber unmöglich zu machen. Nachteilig ist hierbei, dass für dieses Procedere eine zweite Assistenzperson erforderlich ist.

Schlussendlich wurde die Studie nur an einer begrenzten Population von zehn Leichnamen durchgeführt. Eine statistische Auswertung ist bei dieser geringen Studiengröße nicht gewinnbringend, es darf allerdings mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit 1. Art angenommen werden, dass eine Notfallkoniotomie nur mit Hilfe eines Kugelschreibers auch unter Einbeziehung einer größeren Fallzahl nicht sinnvoll (erfolgreiche Beatmung nach 60 Sekunden) möglich ist. Unter Zuhilfenahme eines handelsüblichen Taschenmessers hingegen kann in den meisten Fällen ein erfolgreicher Zugang zu den oberen Atemwegen geschaffen werden.

#### ***4.8 Fazit für die Praxis***

Als Fazit für die Praxis lässt sich festhalten, dass eine Koniotomie für Laien alleine unter Zuhilfenahme eines Kugelschreibers nicht möglich ist, orientiert man sich an der für ein gutes neurologisches Outcome vertretbaren Hypoxiezeit<sup>67</sup>.

Auffällig war bei den Versuchen, dass medizinische Laien Schwierigkeiten hatten, die exakte Lokalisation zur Anlage der Koniotomie zu finden, dies natürlich nachvollziehbarer Weise, nachdem die Probanden ja über keinerlei anatomische Kenntnisse verfügten. Eine denkbare Option wäre beispielsweise, dass die Lokalisation einer Koniotomie in Erste-Hilfe-Kursen gezeigt und das Auffinden und Ertasten von Schild- und Ringknorpel eingeübt werden würde.

Unter Zuhilfenahme eines handelsüblichen Taschenmessers hingegen kann in den meisten Fällen ein erfolgreicher Zugang zu den oberen Atemwegen geschaffen werden.

Die Anlage einer Notfallkoniotomie für Laien stellt ein schwieriges Unterfangen dar und wird insbesondere in Deutschland wohl kaum standardmäßig zum Einsatz kommen bei einer Arztdichte (Einwohner je berufstätigen Arzt) von 221 im Jahr 2014 (siehe Anhang Nr. 5) und einer Hilfsfrist (durchschnittliche Zeit zwischen der Notfallmeldung bei der Rettungsleitstelle und dem Eintreffen des Rettungsdienstes am Einsatzort) von idealerweise 10 Minuten, maximal jedoch 15 Minuten<sup>13</sup>. Zu erwähnen sei allerdings ein Fallbericht<sup>2</sup> aus den USA, in welchem ein Autofahrer bei einem Unfall schwer verletzt wurde. Ein Arzt, der zufällig sofort zu Stelle war, rette den Verunfallten durch eine Koniotomie mittels eines Taschenmessers und dem Strohalm einer Trinkflasche, nachdem die oberen Atemwege aufgrund einer Unterkieferfraktur und durch Blut verlegt waren. Der Rettungsdienst hätte zu diesem Zeitpunkt noch weitere 20 Minuten bis zum Eintreffen am Unfallort benötigt, was der Patient nicht überlebt hätte. Somit ist diesem Procedere eine gewisse Praxisrelevanz, selbst in unseren Breitengraden, nicht abzuspochen.

Eine noch größere Bedeutung in der Praxis ist vor allem in entlegeneren Gebieten gegeben. Passiert eine Situation wie in dem Eingangsszenario erwähnt, in Wüstengebieten, in einem Regen- oder Urwald beispielsweise, so muss man sich anderweitig behelfen, nachdem medizinisch geschultes Personal und dementsprechendes Equipment nicht bzw. nicht ausreichend schnell verfügbar sein dürften. Gerade in solch einer Situation können sich anatomische Grundkenntnisse bzw. die Verfügbarkeit von Kugelschreiber und Taschenmesser als überlebenswichtig herausstellen.

## 5. Zusammenfassung

Eine akute Obstruktion der oberen Atemwege ist eine selten auftretende Situation, welche sich allerdings sehr schnell zu einem lebensbedrohlichen Zustand entwickeln kann. Im Krankenhaus kommen Techniken, wie Tracheotomien, Punktionskoniotomien und chirurgischen Koniotomien zur Atemwegssicherung zum Einsatz. Im prähospitalen Setting hingegen steht das medizinische Equipment hierfür, insbesondere wenn die Erste-Hilfemaßnahmen von Laien durchgeführt werden, meist nicht zur Verfügung. Gerade in diesen Fällen ist es von Interesse mit nichtmedizinischen Hilfsmitteln einen Zugang zu den Atemwegen zu schaffen. Nach Durchsicht der aktuellen Literatur fiel auf, dass lediglich drei Studien existieren, welche Notfallkoniotomien mit Haushaltsmitteln untersuchen. Es war allerdings in keiner der Studien überprüft worden, ob Laien in der Lage wären, eine Koniotomie mit nichtmedizinischem Equipment durchzuführen. Ein alleiniger Punktionsversuch des Lig. cricothyroideum mit einem Kugelschreiber ist bis dato noch nie versucht worden.

Ziel der hier vorliegenden Studie war es also, unter Hinzuziehung dreier unterschiedlicher Kugelschreibermodelle zu überprüfen, ob es medizinischen Laien damit gelingen würde, eine Punktionscricothyroidotomie an einem Leichnam anzulegen. Sollte dies allein mit dem Kugelschreiber nicht möglich sein, so würde unter Zuhilfenahme dreier unterschiedlicher Taschenmesser (Victorinox 1.3603 Spartan Red, Leatherman Wave, Opinel N°7 stainless) und eines Kugelschreibers versucht werden, eine chirurgische Koniotomie anzulegen und diese mit den genannten Instrumenten offenzuhalten.

Die drei ausgewählten Kugelschreibermodelle (Schneider K15, Ritter 01711 Classic, Montblanc Platinum Line Classique M164P) unterschieden sich durch ihren Hüsendurchmesser voneinander. Um die mit den Kugelschreibern erzielbaren Luftflussraten zu verifizieren, wurden die Kugelschreiberhülsen einer spirometrischen Messung im Bodyplethysmographen unterzogen. Das Kugelschreibermodell von Schreiber konnte bereits vorher von den Messungen ausgeschlossen werden, da der für einen effektiven Gasaustausch geforderte minimale Innendurchmesser von 3 mm an der Hülsenspitze unterschritten wurde. Mit den beiden anderen Modellen ließen sich jedoch Flussraten von  $\geq 10$  l/min erzielen, sodass sie bei den nachfolgenden Versuchen zum Einsatz kamen. Der erfolgreich hergestellte Zugang zu den Atemwegen wurde über einen Beatmungsversuch über die Kugelschreiberhülse und die sichtbare Hebung des Brustkorbs überprüft. Im Anschluss daran erfolgte die Präparation der Halsstrukturen, um die richtige Lage der Kugelschreiberhülse zu verifizieren und beim Versuch entstandene Begleitverletzungen zu dokumentieren.

Die folgenden Versuche wurden am Institut für Rechtsmedizin von zehn medizinischen Laien an zehn Leichnamen unterschiedlichen Geschlechts und Körpergewichts durchgeführt.

In acht Fällen kam, nachdem der initiale Punktionsversuch mit dem Kugelschreiber erfolglos war, zusätzlich eines der Taschenmesser zum Einsatz. Lediglich in zwei Versuchen wurde auf den Einsatz des Messers verzichtet und in einem dieser Versuche gelang die Herstellung einer Punktionscricothyroidotomie alleine unter Zuhilfenahme des Kugelschreibers. Hierfür wurde allerdings ein erhebliches Maß an Kraft, Ausdauer und Zeit ( $\geq 5$  Minuten) benötigt.

In der Hälfte der Fälle war die Koniotomie erfolgreich an der dafür vorgesehenen Lokalisation zwischen Schild- und Ringknorpel angelegt worden, in drei Fällen war der Schnitt zu tief angesetzt worden und infolgedessen eine Tracheotomie durchgeführt worden,

in zwei Fällen scheiterten die Probanden an der Herstellung eines Atemwegs Zugangs. Bei der Präparation zeigten sich häufig Verletzungen der muskulären Strukturen, insbesondere des M. sternohyoideus. Auch Knorpelverletzungen waren in sechs Fällen zu beobachten, hierbei waren vor allem der Ringknorpel bzw. die trachealen Knorpelspannen betroffen. Kleinere venöse Gefäße wurden in drei Fällen durchtrennt und zwei Mal wurde Schilddrüsengewebe verletzt. Keine dieser Verletzungen war allerdings vom Schweregrad her so ausgeprägt, dass sie eine durch die Verlegung der Atemwege akut gefährdete Person zusätzlich gefährdet hätten. Der Vorteil des erfolgreich hergestellten Atemwegs Zugangs überwog gegenüber den Begleitverletzungen.

Schlussendlich konnte festgestellt werden, dass die Anlage einer Koniotomie alleine unter Zuhilfenahme eines handelsüblichen Kugelschreibers für Laien praktisch unmöglich ist, da das Lig. cricothyroideum einen zu hohen Widerstand bietet. Hingegen ist die Inzision von Haut und Ligament mit einem scharfen Werkzeug, wie den hier verwendeten Taschenmessern, auch von Laien einfach und relativ sicher durchzuführen. Anschließend eignen sich, in Abhängigkeit des Hülsendurchmessers, zumindest einige handelsübliche Kugelschreiber als Kanüle zum Offenhalten der angelegten Koniotomie, sowie zur Beatmung über die Kugelschreiberhülse.



## 6. Literaturverzeichnis

1. Abbrecht PH, Kyle RR, Reams WH, Brunette J. Insertion forces and risk of complications during cricothyroid cannulation. *The Journal of emergency medicine* 1992;10(4):417-26.
2. Adams BD, Whitlock WL. Bystander cricothyroidotomy performed with an improvised airway. *Military medicine* 2002;167(1):76-8.
3. Akulian JA, Yarmus L, Feller-Kopman D. The role of cricothyrotomy, tracheostomy, and percutaneous tracheostomy in airway management. *Anesthesiology clinics* 2015;33(2):357-67.
4. American Association of Clinical Anatomists EAC. The clinical anatomy of several invasive procedures. *Clinical anatomy (New York, NY)* 1999;12:43-54.
5. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, Hagberg CA, Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Nickinovich DG, Ovassapian A. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013;118(2):251-70.
6. Auerbach PS, Donner HJ, Weiss EA. *Field guide to wilderness medicine*. Philadelphia: Mosby, Elsevier; 2008. 922 p.
7. Bainton CR. Cricothyrotomy. *International anesthesiology clinics* 1994;32(4):95-108.
8. Bair AE, Sakles JC. A comparison of a novel cricothyrotomy device with a standard surgical cricothyrotomy technique. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 1999;6(11):1172-4.
9. Beahrs OH, Chase RA, Ger R. Gross anatomy in medical education. *The American surgeon* 1986;52(5):227-32.
10. Beers MH. *The Merck manual of diagnosis and therapy*. Rahway, NJ: Merck Research Laboratories; 1999.
11. Benkhadra M, Lenfant F, Nemetz W, Anderhuber F, Feigl G, Fasel J. A comparison of two emergency cricothyroidotomy kits in human cadavers. *Anesthesia and analgesia* 2008;106(1):182-5, table of contents.
12. Bennett JD, Guha SC, Sankar AB. Cricothyrotomy: the anatomical basis. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh* 1996;41(1):57-60.
13. Biese A, Lüttgen R. *Handbuch des Rettungswesens*. Aachen: Mendel.
14. Blake P. Dr. House "Twenty Vicodin". 2011 03.10.2011. Report No.
15. Blumberg NA. Observations on the pyramidal lobe of the thyroid gland. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde* 1981;59(26):949-50.

16. Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J, Crinquette V, Cros AM, Dubreuil M, Eurin B, Haberer JP, Pottecher T, Thorin D, Ravussin P, Riou B. [Difficult intubation. French Society of Anesthesia and Intensive Care. A collective expertise]. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation* 1996;15(2):207-14.
17. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Cricothyroidotomy: a clinical anatomy review. *Clinical anatomy (New York, NY)* 2004;17(6):478-86.
18. Boyd AD, Romita MC, Conlan AA, Fink SD, Spencer FC. A clinical evaluation of cricothyroidotomy. *Surg Gynecol Obstet* 1979;149(3):365-8.
19. Brantigan CO, Grow JB, Sr. Cricothyroidotomy revisited again. *Ear, nose, & throat journal* 1980;59(7):289-95.
20. Brantigan CO, Grow JB, Sr. Cricothyroidotomy: elective use in respiratory problems requiring tracheotomy. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery* 1976;71(1):72-81.
21. Brantigan CO, Grow JB, Sr. Subglottic stenosis after cricothyroidotomy. *Surgery* 1982;91(2):217-21.
22. Breitmeier D, Schulz Y, Wilke N, Albrecht K, Haeseler G, Panning B, Troger HD, Piepenbrock S. [Cricothyroidotomy training on cadavers - experiences in the education of medical students, anaesthetists, and emergency physicians]. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 2004;39(2):94-100.
23. Byard RW, Cains GE, Gilbert JD. Use of a pig model to demonstrate vulnerability of major neck vessels to inflicted trauma from common household items. *The American journal of forensic medicine and pathology* 2007;28(1):31-4.
24. Carlton DM, Jr., Zide MF. An easily constructed cricothyroidotomy device for emergency airway management. *Journal of oral surgery (American Dental Association : 1965)* 1980;38(8):623-4.
25. Chan TC, Vilke GM, Bramwell KJ, Davis DP, Hamilton RS, Rosen P. Comparison of wire-guided cricothyrotomy versus standard surgical cricothyrotomy technique. *The Journal of emergency medicine* 1999;17(6):957-62.
26. Clancy MJ. A study of the performance of cricothyroidotomy on cadavers using the Minitrach II. *Archives of emergency medicine* 1989;6(2):143-5.
27. COSMIQ. 2009 [04.03.2016]. Available from: <http://www.cosmiq.de/qa/show/2244669/koennte-man-einen-luftroehrenschnitt-mit-einem-kugelschreiber-verueben/>.
28. Craven RM, Vanner RG. Ventilation of a model lung using various cricothyrotomy devices. *Anaesthesia* 2004;59(6):595-9.
29. Crisp AH. The relevance of anatomy and morbid anatomy for medical practice and hence for postgraduate and continuing medical education of doctors. *Postgraduate medical journal* 1989;65(762):221-3.

30. Crosby ET. Airway management in adults after cervical spine trauma. *Anesthesiology* 2006;104(6):1293-318.
31. Dallen LT, Wine R, Benumof JL. Spontaneous ventilation via transtracheal large-bore intravenous catheters is possible. *Anesthesiology* 1991;75(3):531-3.
32. Davis DP, Bramwell KJ, Hamilton RS, Chan TC, Vilke GM. Safety and efficacy of the Rapid Four-Step Technique for cricothyrotomy using a Bair Claw. *The Journal of emergency medicine* 2000;19(2):125-9.
33. DeLaurier GA, Hawkins ML, Treat RC, Mansberger AR, Jr. Acute airway management. Role of cricothyroidotomy. *The American surgeon* 1990;56(1):12-5.
34. DeLeo BC. Endotracheal intubation by rescue squad personnel. *Heart & lung : the journal of critical care* 1977;6(5):851-4.
35. Driver O, McNaughton K, McRae K, Hughes I, Barr R, Cawthorn G. Shortland Street, Series 21, Episode 5104 / 5105. 2012 10.10.2012. Report No.
36. Dworkin R, Benumof JL, Benumof R, Karagianes TG. The effective tracheal diameter that causes air trapping during jet ventilation. *Journal of cardiothoracic anesthesia* 1990;4(6):731-6.
37. Dworschak M. Kugelschreiber gegen Atmennot 2000 [03.03.2016]. Available from: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-17649349.html>.
38. Eisenburger P, Laczika K, List M, Wilfing A, Losert H, Hofbauer R, Burgmann H, Bankl H, Pikula B, Benumof JL, Frass M. Comparison of conventional surgical versus Seldinger technique emergency cricothyrotomy performed by inexperienced clinicians. *Anesthesiology* 2000;92(3):687-90.
39. ENT Blog. Best Ballpoint Pen for Emergency Cricothyroidotomy? 2011 [04.03.2016]. Available from: <http://fauquierent.blogspot.de/2011/09/best-ballpoint-pen-for-emergency.html>.
40. Erlandson MJ, Clinton JE, Ruiz E, Cohen J. Cricothyrotomy in the emergency department revisited. *The Journal of emergency medicine* 1989;7(2):115-8.
41. Esses BA, Jafek BW. Cricothyroidotomy: a decade of experience in Denver. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1987;96(5):519-24.
42. Fikkers BG, Staatsen M, Lardenoije SG, van den Hoogen FJ, van der Hoeven JG. Comparison of two percutaneous tracheostomy techniques, guide wire dilating forceps and Ciaglia Blue Rhino: a sequential cohort study. *Critical care (London, England)* 2004;8(5):R299-305.
43. Frei FJ, Meier PY, Lang FJ, Fasel JH. [Cricothyrotomy using the Quicktrach coniotomy instrument set]. *Anesthesie, Intensivtherapie, Notfallmedizin* 1990;25 Suppl 1:44-9.
44. Ger R, Evans JT. *Tracheostomy: An anatomico-clinical review*. Hoboken: Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company.

45. Gerich TG, Schmidt U, Hubrich V, Lobenhoffer HP, Tscherne H. Prehospital airway management in the acutely injured patient: the role of surgical cricothyrotomy revisited. *The Journal of trauma* 1998;45(2):312-4.
46. Gleeson MJ, Pearson RC, Armistead S, Yates AK. Voice changes following cricothyroidotomy. *The Journal of laryngology and otology* 1984;98(10):1015-9.
47. Greene DA. Tracheostomy or not? *Jama* 1975;234(11):1150-1.
48. Greisz H, Qvarnstorm O, Willen R. Elective cricothyroidotomy: a clinical and histopathological study. *Critical care medicine* 1982;10(6):387-9.
49. Guss DA, Posluszny M. Paramedic orotracheal intubation: a feasibility study. *The American journal of emergency medicine* 1984;2(5):399-401.
50. gutefrage.net. Wie führe ich einen Luftröhrenschnitt durch? 2007 [04.03.2016]. Available from: <http://www.gutefrage.net/frage/wie-fuehre-ich-einen-luftroehrenschnitt-durch>.
51. Hawkins ML, Shapiro MB, Cue JI, Wiggins SS. Emergency cricothyrotomy: a reassessment. *The American surgeon* 1995;61(1):52-5.
52. Heidelbach K. Tatort "Erkläre Chimäre". 2015 31.05.2015. Report No.
53. Helm M, Gries A, Mutzbauer T. Surgical approach in difficult airway management. *Best practice & research Clinical anaesthesiology* 2005;19(4):623-40.
54. Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004;59(7):675-94.
55. Hoffman D, Sharieff G. Pencil stab wound results in pneumonia and pleural effusion. *The American journal of emergency medicine* 2000;18(3):345-6.
56. Holmes JF, Panacek EA, Sakles JC, Brofeldt BT. Comparison of 2 cricothyrotomy techniques: standard method versus rapid 4-step technique. *Annals of emergency medicine* 1998;32(4):442-6.
57. Hossack DW. The pattern of injuries received by 500 drivers and passengers killed in road accidents. *The Medical journal of Australia* 1972;2(4):193-5.
58. Hussain LM, Redmond AD. Are pre-hospital deaths from accidental injury preventable? *BMJ (Clinical research ed)* 1994;308(6936):1077-80.
59. Jackson C. High tracheostomy and other errors: the chief causes of chronic laryngeal stenosis. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1921;32:392.
60. Jacobs LM, Berrizbeitia LD, Bennett B, Madigan C. Endotracheal intubation in the prehospital phase of emergency medical care. *Jama* 1983;250(16):2175-7.

61. Jacobson LE, Gomez GA, Sobieray RJ, Rodman GH, Solotkin KC, Misinski ME. Surgical cricothyroidotomy in trauma patients: analysis of its use by paramedics in the field. *The Journal of trauma* 1996;41(1):15-20.
62. Kress TD, Balasubramaniam S. Cricothyroidotomy. *Annals of emergency medicine* 1982;11(4):197-201.
63. Kuriloff DB, Setzen M, Portnoy W, Gadaleta D. Laryngotracheal injury following cricothyroidotomy. *The Laryngoscope* 1989;99(2):125-30.
64. Latter G, Herrmann U. Nachtzug nach Lissabon. 2013 07.03.2013. Report No.
65. Little CM, Parker MG, Tarnopolsky R. The incidence of vasculature at risk during cricothyroidostomy. *Annals of emergency medicine* 1986;15(7):805-7.
66. Little CM, Parker MG, Tarnopolsky R. Modification of cricothyroidostomy. *Annals of emergency medicine* 1986;15(10):1254-5.
67. Lund I, Skulberg A. Cardiopulmonary resuscitation by lay people. *Lancet (London, England)* 1976;2(7988):702-4.
68. Mace SE. Cricothyrotomy. *The Journal of emergency medicine* 1988;6(4):309-19.
69. MacIntyre A, Markarian MK, Carrison D, Coates J, Kuhls D, Fildes JJ. Three-step emergency cricothyroidotomy. *Military medicine* 2007;172(12):1228-30.
70. McCarthy MC, Ranzinger MR, Nolan DJ, Lambert CS, Castillo MH. Accuracy of cricothyroidotomy performed in canine and human cadaver models during surgical skills training. *Journal of the American College of Surgeons* 2002;195(5):627-9.
71. McGill J, Clinton JE, Ruiz E. Cricothyrotomy in the emergency department. *Annals of emergency medicine* 1982;11(7):361-4.
72. McMinn RMH. Photographischer Atlas der Anatomie des Menschen für Studierende und Ärzte. Stuttgart u.a.: Schattauer; 1988. 342 S. : p.
73. Melton P, Dunstan M. Saw V. 2008 24.10.2008. Report No.
74. Miklus RM, Elliott C, Snow N. Surgical cricothyrotomy in the field: experience of a helicopter transport team. *The Journal of trauma* 1989;29(4):506-8.
75. Milner SM, Bennett JD. Emergency cricothyrotomy. *The Journal of laryngology and otology* 1991;105(11):883-5.
76. Mutzbauer TS, Munz R, Helm M, Lampl LA, Herrmann M. [Emergency cricothyrotomy--puncture or anatomical preparation? Peculiarities of two methods for emergency airway access demonstrated in a cadaver model]. *Der Anaesthetist* 2003;52(4):304-10.

77. Narrod JA, Moore EE, Rosen P. Emergency cricothyrostomy--technique and anatomical considerations. *The Journal of emergency medicine* 1985;2(6):443-6.
78. Neff CC, Pfister RC, Van Sonnenberg E. Percutaneous transtracheal ventilation: experimental and practical aspects. *The Journal of trauma* 1983;23(2):84-90.
79. Neill A, Anderson P. Observational cadaveric study of emergency bystander cricothyroidotomy with a ballpoint pen by untrained junior doctors and medical students. *Emergency medicine journal : EMJ* 2013;30(4):308-11.
80. Neumar RW, Otto CW, Link MS. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care.
81. Nickson C. Can your ballpoint pen own the airway? 2012 [04.03.2016]. Available from: <http://lifeinthefastlane.com/can-your-ballpoint-pen-own-the-airway/>.
82. Nugent WL, Rhee KJ, Wisner DH. Can nurses perform surgical cricothyrotomy with acceptable success and complication rates? *Annals of emergency medicine* 1991;20(4):367-70.
83. O'Connor JV, Reddy K, Ergin MA, Griep RB. Cricothyroidotomy for prolonged ventilatory support after cardiac operations. *The Annals of thoracic surgery* 1985;39(4):353-4.
84. Owens D, Greenwood B, Galley A, Tomkinson A, Woolley S. Airflow efficacy of ballpoint pen tubes: a consideration for use in bystander cricothyrotomy. *Emergency medicine journal : EMJ* 2010;27(4):317-20.
85. Paix BR, Griggs WM. Emergency surgical cricothyroidotomy: 24 successful cases leading to a simple 'scalpel-finger-tube' method. *Emergency medicine Australasia : EMA* 2012;24(1):23-30.
86. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103(1):33-9.
87. Piepho T, Cavus E, Noppens R. S1 guidelines on airway management. Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
88. Piqueras C, Martinez-Lage JF, Almagro MJ, Ros De San Pedro J, Torres Tortosa P, Herrera A. Cauda equina-penetrating injury in a child. Case report. *Journal of neurosurgery* 2006;104(4 Suppl):279-81.
89. Piven J, Borgenicht D, Schossig M. *Das Survival-Buch: Überleben in Extremsituationen*. München: Econ Ullstein; 2000. 181 p.
90. Platts-Mills TF, Lewin MR, Wells J, Bickler P. Improvised cricothyrotomy provides reliable airway access in an unembalmed human cadaver model. *Wilderness & environmental medicine* 2006;17(2):81-6.

91. Salvino CK, Dries D, Gamelli R, Murphy-Macabobby M, Marshall W. Emergency cricothyroidotomy in trauma victims. *The Journal of trauma* 1993;34(4):503-5.
92. Saukko P, Knight B. The pathology of wounds. In: Knight's Forensic Pathology. Third ed 2004. 662 p.
93. Schaumann N, Lorenz V, Schellongowski P, Staudinger T, Locker GJ, Burgmann H, Pikula B, Hofbauer R, Schuster E, Frass M. Evaluation of Seldinger technique emergency cricothyroidotomy versus standard surgical cricothyroidotomy in 200 cadavers. *Anesthesiology* 2005;102(1):7-11.
94. Scott-Conner CEH. Operative anatomy. Philadelphia: Lippincott; 1993. 694 p.
95. Sise MJ, Shackford SR, Cruickshank JC, Murphy G, Fridlund PH. Cricothyroidotomy for long-term tracheal access. A prospective analysis of morbidity and mortality in 76 patients. *Annals of surgery* 1984;200(1):13-7.
96. Stewart RD, Paris PM, Winter PM, Pelton GH, Cannon GM. Field endotracheal intubation by paramedical personnel. Success rates and complications. *Chest* 1984;85(3):341-5.
97. Suresh M, Preston RL, Fernando R, Mason CLT. Shnider and Levinson's Anesthesia for Obstetrics: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2012. 861 p.
98. Tinsobin E. "Atemnot? Luftröhrenschnitt!" 2011 [03.03.2016]. Available from: <http://derstandard.at/1310512194529/Mythen-der-Lebensrettung-Atemnot-Luftroehrenschnitt>.
99. Tyne G. M\*A\*S\*H\* Mulcahy's War. 1976 16.11.1976. Report No.
100. Walls RM. Cricothyroidotomy. *Emergency medicine clinics of North America* 1988;6(4):725-36.
101. Wang HE, Mann NC, Mears G, Jacobson K, Yealy DM. Out-of-hospital airway management in the United States. *Resuscitation* 2011;82(4):378-85.
102. Wang HE, Simeone SJ, Weaver MD, Callaway CW. Interruptions in cardiopulmonary resuscitation from paramedic endotracheal intubation. *Annals of emergency medicine* 2009;54(5):645-52.e1.
103. Warner KJ, Sharar SR, Copass MK, Bulger EM. Prehospital management of the difficult airway: a prospective cohort study. *The Journal of emergency medicine* 2009;36(3):257-65.
104. Weber N. "Tatort"-Faktencheck: Können Kugelschreiber Leben retten? 2015 [03.03.2016]. Available from: <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/tatort-muenster-im-faktencheck-was-ist-der-bolustod-a-1036085.html>.
105. Wer-weiss-was.de. Notfall-Luftröhrenschnitt 2003 [04.03.2016]. Available from: <http://www.wer-weiss-was.de/t/notfall-luftroehrenschnitt/1783900>.
106. Weymuller EA, Jr., Cummings CW. Cricothyroidotomy: the impact of antecedent endotracheal intubation. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1982;91(4 Pt 1):437-9.

107. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF. What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy?: a study in mannequins. *Anesthesiology* 2003;98(2):349-53.

108. Xeropotamos NS, Coats TJ, Wilson AW. Prehospital surgical airway management: 1 year's experience from the Helicopter Emergency Medical Service. *Injury* 1993;24(4):222-4.



## 7. Bisherige Publikation der Arbeit

Teile dieser Dissertation wurden auf der 86. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. von 13.-16.05.2015 in Berlin von Herrn PD Dr. med. Klaus Stelter als Posterpräsentation vorgestellt.

### Digitale Posterausstellung

### Rotunde (Übergang Estrel CC)

- 510. Standardisierte Gerinnungsanamnese vor Tonsillektomie und Adenotomie im Kindesalter  
B. A. Stuck, M. Königstein, C. Umbreit, U. Walliczek et al., Essen/Mannheim
- 511. EpCAM Expression und Funktion in Primärkarzinomen und disseminierten Tumorzellen des Oesophagus  
O. Gires, A. Berghaus, N. Stoecklein, C. Driemel et al., München/Düsseldorf
- 512. Endoskopie der Atemwege – Möglichkeiten zur Simulation 2015  
A. Nowak, S. Koscielny, Dresden/Jena
- 513. Notfallcricothyroidotomie mit Haushaltsmitteln: Fakt oder Fiktion? Eine experimentelle Post-Mortem-Studie  
K. Stelter, A. Huber, C. Braun, Rosenheim/München
- 514. Späte Komplikation nach Tracheotomie  
Marja Loderstedt, J. Schumacher, M. Seidensticker, C. Arens, Magdeburg
- 515. Interdisziplinäre Kompetenzentwicklung im Umgang mit tracheotomierten Patienten für Pflegende und Therapeuten  
Kristina Lippach, E. Kadic, K. Schmalholz, München
- 516. Tracheobronchial foreign body in children – 10 years experience  
N. Balica, M. Poenaru, A. Marin, G. Iovanescu et al., Timisoara (RO)

### Allergologie/ Umweltmedizin/Immunologie

- 517. Eosinophile tissue infiltration as predictor in nasosinus mucous membrane disease  
R. Arslanagic, S. Arslanagic, Sarajevo (BIH)
- 517a. The use of Omalizumab in the treatment of nasal polyps  
Anna Yakinthou, D. Tsavlis, I. Megas, Thessaloniki (GR)
- 518. ASS-induzierte Asthmaanfälle nach ASS-Desaktivierung – Fallbericht einer seltenen Komplikation  
Silke Doktorowski, P. Creutz, U. Förster-Ruhrmann, H. Olze, Berlin
- 519. Exhalierendes NO als Verlaufsparemeter für die ASS-Desaktivierung?  
G. Mühlmeier, H. Maier, Ulm
- 520. ASS-Desaktivierungen: Gibt es einen Zusammenhang zwischen den ASS-induzierten Reaktionen bei Desaktivierung und dem initialen Schweregrad der Erkrankung bei Samter Trias-Patienten?  
S. Zappe, M. Krause, U. Förster, H. Olze, Berlin
- 521. Beitrag vom Autor zurückgezogen
- 522. Nosologie, Komorbiditäten und Kausalitäten der chronischen Rhinosinusitis  
Selma Hisir, H. Maier, G. Mühlmeier, Ulm

Ebenfalls Teile der Studie sind bei der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin zur Vorstellung auf der 95. Jahrestagung der DGRM in Heidelberg (30.08.-03.09.2016) eingereicht:

**Notfall-Koniotomie mit dem Kugelschreiber – Rechtsmedizinische Betrachtung einer urbanen Legende**

Christian Braun, Ulrich Kisser, Astrid Huber, Matthias Graw, Klaus Stelter

Ein Teil der Studie (der Versuchsablauf mit den Kugelschreibern) wurde am 19. April 2016 im Emergency Medicine Journal publiziert:

**Bystander cricothyrotomy with ballpoint pen: a fresh cadaveric feasibility study**

Kisser U, Braun C, Huber A, et al.

*Emerg Med J. Published Online First: 04/19/2016. doi:10.1136/emmermed-2015-205659*

Schließlich ist das Paper beim Resuscitation Journal eingereicht und wird derzeit für eine Publikation geprüft:

**Bystander cricothyrotoidotomy with household devices – a fresh cadaveric feasibility study**

Christian Braun, Ulrich Kisser, Astrid Huber, Klaus Stelter (under review)

## 8. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Herrn **PD Dr. med. Klaus Stelter** bedanken. Er stand mir mit guten Ratschlägen bei, hatte immer ein offenes Ohr für all meine Fragen und Anliegen und gab mir mit seiner fröhlichen Art, seiner Begeisterung und seinem großartigem Engagement fortwährend neue Motivation für die Durchführung der Arbeit. Einen vorbildlicheren Doktorvater hätte ich mir nicht wünschen können und nicht zuletzt deswegen ist auch der Wunsch entstanden, HNO-Ärztin zu werden.

Ein großer Dank gilt auch meinem Mitbetreuer in der Rechtsmedizin, Herrn **Dr. med. Christian Braun**. Er hat mich während der Versuche an den Leichnamen und der Präparation hervorragend betreut und mich mit viel Geduld und Engagement die ganze Zeit über unterstützt.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn **Fabian Kriner**, Präparator am Institut für Rechtsmedizin der LMU München, für seine Unterstützung mit den Leichnamen.

Frau **Elisabeth Becker** vom Lungenfunktionslabor in Großhadern möchte ich danken für ihre Unterstützung bei den Lungenfunktionsuntersuchungen und -messungen.

Mein Dank gilt auch Herrn **Prof. Dr. med. A. Berghaus** und Herrn **Prof. Dr. med. M. Graw**, dass sie es mir ermöglicht haben, diese Studie an ihren Instituten durchzuführen

Herrn **Frank den Daas**, der Firma Ritter-Pen GmbH, Herrn **Torsten Sommer**, der Firma Leatherman ® Inc, sowie Herrn **Urs Wyss**, der Firma Victorinox AG möchte ich danken für die kostenlose Zurverfügungstellung ihrer Produkte für die Dauer der Studie.

Vielen Dank an alle, die zum Gelingen der Studie maßgeblich beigetragen haben, jedoch nicht namentlich erwähnt werden. Zu nennen sind hier die freiwilligen Probanden, welche sich die Zeit nahmen, die Versuche in der Rechtsmedizin durchzuführen und auch meine Freunde, die mir immer zur Seite standen.

Bedanken möchte ich mich zudem bei meinem Freund **Patrick Pfisterer**, für sein Verständnis, seine Geduld, seine Aufmunterungen und nicht zuletzt auch für die Versorgung mit der für das Schreiben der Arbeit notwendigen Nervennahrung.

Mein besonderer Dank gilt schließlich meiner Familie, allen voran meinen Eltern **Mechthild und Max Huber** sowie meiner mittlerweile verstorbenen Oma **Thekla Lanzl**. Eure Liebe, euer Rückhalt und eure unermüdliche Unterstützung haben mich auf meinem bisherigen Lebensweg begleitet und diesen überhaupt erst möglich gemacht.

## 9. Anhang

**INSTITUT FÜR RECHTSMEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN**

Vorstand: Prof. Dr. med. Matthias Graw

Nußbaumstr. 26 · D-80336 München  
Postfach 15 10 23 · D-80046 München  
Tel.: +49 (0)89 2180-73 011 · Fax: -73 009  
E-Mail: [rechtsmedizin@med.uni-muenchen.de](mailto:rechtsmedizin@med.uni-muenchen.de)

### **Experimentelle Studie:**

#### **Notfallcricothyroidotomie mit Haushaltsmitteln: Fakt oder Fiktion?**

Es handelt sich um eine prospektive Studie zur Durchführung einer Notfallcricothyroidotomie, die nach staatsanwaltschaftlicher Freigabe und mit Einverständnis der Totensorgeberechtigten nach einer Leichenschau am Institut für Rechtsmedizin der LMU München (Vorstand: Prof. Dr. M. Graw) durchgeführt wird.

#### Nutzen

Sollte eine Cricothyroidotomie alleine mit Hilfe eines Kugelschreibers möglich sein, so könnte dieses wertvolle und in Einzelfällen sogar überlebenssichernde Wissen, in den Inhalt notfallmedizinischer bzw. Erste Hilfe Kurse integriert werden.

Gerüchte in der Laienpresse, welche bereits seit Langem um dieses Thema kursieren, könnten entweder wissenschaftlich belegt oder widerlegt werden.

#### Einverständnis der Angehörigen zur Durchführung der Studie bei verstorbenen Personen

Die Studiendurchführung ist an lebenden Probanden nicht möglich. Daher wird die Studie an Verstorbenen durchgeführt, die nur in seltenen Fällen schon zu Lebzeiten einer solchen Maßnahme zugestimmt haben

Im Rahmen der Studie wird bei verstorbenen Personen, die im Institut für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilian-Universität eintreffen, durch den gewebekoordinierenden Arzt ein Screening über die Eignung als potentieller Proband für die Studie durchgeführt. Bei positivem Befund werden die Erreichbarkeitsdaten der Angehörigen über die Polizei ermittelt.

Die gemäß der gesetzlichen Grundlage mit dem Totensorgerecht betrauten nächsten Angehörigen werden über die wissenschaftliche Fragestellung und den damit verbundenen Eingriff sowie die Rekonstruktion telefonisch aufgeklärt und darauf hingewiesen, dass eine Zustimmung dem vermuteten Willen des Verstorbenen entsprechen muss (z.B. Wunsch, nach dem Tod Forschung und Wissenschaft zu unterstützen). Dies geschieht in Analogie zur therapeutischen Gewebeentnahme, wie sie im Transplantationsgesetz geregelt ist. Zur Abstimmung innerhalb der Familie kann eine Bedenkzeit verabredet werden. Die telefonische Einwilligung der Angehörigen, sowie die Daten der Probanden werden auf einem Standardformular protokolliert und archiviert.

Es erfolgt der Hinweis, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und keine Nachteile aus der Nichtteilnahme aus der Studie entstehen. Es bestehen durch die Studienteilnahme keine zusätzlichen Risiken für die Probanden.

#### Inhalt der Aufklärung und Erklärung zum Datenschutz

Verstorbene Personen werden als Probanden nur in die Studie eingeschlossen, wenn die mündliche Einwilligungserklärung der Angehörigen zur freiwilligen Teilnahme an der Studie vorliegt. Die Aufklärung der Angehörigen wird anhand des folgenden Textes durchgeführt:

Der Luftröhrenschnitt ist eine Notfallmaßnahme, welche extrem selten durchgeführt wird, um die oberen Atemwege zu sichern, falls diese durch einen Gegenstand verlegt / verschlossen sind und die betroffene Person nicht mehr eigenständig atmen kann.

Im normalen Alltag kommt diese Technik kaum zum Einsatz, da hierfür andere professionelle Methoden zur Verfügung stehen, welche von medizinisch geschultem Personal durchgeführt werden.

Bedeutend wird der Luftröhrenschnitt allerdings dann, wenn oben erwähnte Maßnahmen nicht zum Einsatz kommen können, beispielsweise wenn kein medizinisch geschultes Personal in angemessener Zeit vor Ort sein kann und diese Technik von einem medizinischen Laien durchgeführt werden muss, um die betroffene Person vor dem Erstickten zu retten.

Die Luftröhre kann problemlos mit Hilfe eines Messers durchtrennt werden. In Film und Presse kursieren allerdings immer wieder Gerüchte, dass die Eröffnung der Luftröhre auch alleine mit Hilfe eines handelsüblichen Kugelschreibers möglich sein sollte. Bis dato gibt es jedoch keine Studie, welche den Wahrheitsgehalt bzw. die Durchführbarkeit dessen belegt oder widerlegt.

Das Ziel dieser experimentellen Studie liegt nun darin, zu überprüfen, ob es allein mit Hilfe eines Kugelschreibers möglich ist, eine Verbindung von außen zur Luftröhre herzustellen und die Möglichkeit besteht, mittels Beatmung über die Kugelschreiberhülse, Luft in die Lungen einzubringen, was sich durch eine Hebung des Brustkorbs verifizieren lässt.

Sollte es nicht möglich sein, den Kugelschreiber in die Luftröhre einzubringen, so würde alternativ ein kleiner Schnitt mit einem Messer angelegt und anschließend die Kugelschreiberhülse zur Beatmung in die Luftröhre eingelegt werden.

Die Verletzungen, welche in Rahmen der Studie an Ihrer/m Angehörigen entstehen, sind minimal, in Form eines kleinen Lochs bzw. Schnittes in der Luftröhre. Diese Defekte werden anschließend professionell mittels Nähten verschlossen, sodass von außen kaum mehr Defekte sichtbar sein werden. Eine Abschiednahme wird durch die Versuchsanordnung nicht beeinflusst und kann in jedem Falle durchgeführt werden.

***Nach Durchführung des Versuchs wird Ihr/e Angehörige/r in die Kühlung verbracht, bis ein von Ihnen beauftragter Bestatter den Verstorbenen zur Beisetzung abholt.***

Sie können mit Ihrer Einwilligung in dieses Projekt einen großen Beitrag zum medizinischen Fortschritt in der Notfallversorgung leisten.

#### **Angaben zur Anonymisierung bei Versuchsdurchführung**

***Für die Durchführung des Versuches wird der Proband in Rückenlage gelagert. Der gesamte Körper wird vor der Versuchsdurchführung mit sterilen Tüchern abgedeckt, so dass nur die Halsregion (vom Kinn bis zu den oberen Anteilen des Brustbeins) sichtbar ist. Der Name des Verstorbenen (Fußzettel) wird so ebenfalls abgedeckt. Bei der Versuchsdurchführung angefertigte Lichtbilder beziehen sich nur auf diesen Bereich. Sollten in der Halsregion eindeutige Identifizierungsmerkmale (z.B. Tätowierung) vorliegen, stellt dies bereits vor einem evtl. Angehörigenkontakt einen Ausschlussgrund von der Studie dar! Mitgeteilt wird lediglich das Geschlecht, das postmortale Intervall, Körpergröße, Körpergewicht und Halsumfang. Die Abdeckung wird erst nach Abschluss des Versuches entfernt, wenn die am Versuch beteiligten Personen den Raum verlassen haben.***

Bei dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. Es werden persönliche Daten über Ihre(n) Angehörige(n) erhoben, gespeichert und in irreversibel anonymisierter Form verschlüsselt.

Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten gewährleistet. Es werden keine Einzelfälle veröffentlicht. Auf keinem Bildmaterial wird Ihr(e) Angehörige(r) identifizierbar oder erkennbar sein.

#### **Risiken / Belastungen**

Bei Bestehen einer gesicherten Infektionskrankheit der Leiche wird diese nicht in die Studie aufgenommen. Um das Risiko einer Infektion generell zu minimieren, wird zusätzlich zu der üblichen

Schutzkleidung (Kittel, Schürze, dicke Handschuhe) ein Mundschutz mit integrierter Augenschutzfolie getragen.

Bei Fragen zu dieser Studie können Sie sich jederzeit an Herrn Dr. Braun (Rechtsmedizin, Telefon: 089 – 2180 73 116) oder Herrn Dr. Stelter (Prüfleiter, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Telefon: 089 – 70950) wenden.

Nr.1: Aufklärungsinhalt für die Angehörigen zur Durchführung der Studie

### **Informationen zur Aufklärung über Gewebespende im Institut für Rechtsmedizin München (Stand 15.02.2013)**

Folgendes Procedere findet Anwendung beim Kontakt von Angehörigen eines potenziellen Spenders zur Frage einer postmortalen Gewebespende. Dargestellt wird ein allgemeiner Gesprächsablauf, der im Einzelfall je nach den Wünschen der Angehörigen bzw. dem Gesprächsverlauf folgend sehr individuell angepasst werden kann (betrifft in der Regel vor allem die Gesprächspunkte 7.-9.). Eingeraht sind beispielhafte Formulierungen für das Gespräch.

Den Angehörigen soll es ermöglicht werden, in Ruhe den Inhalt der Aufklärung zu erfassen und ohne Druck eine belastbare Entscheidung im Sinne des Verstorbenen für oder gegen eine Gewebespende zu treffen. Fragen sollen umfassend beantwortet werden. Gleichzeitig ist darauf zu achten, den Angehörigen empathisch und fürsorglich gegenüber zu treten.

#### **1. Vorstellung**

#### **2. Sicherstellung, dass die richtige Person kontaktiert wurde**

#### **3. Beileidsbekundung**

#### **4. Ggf. Nachfrage nach weiteren, insbesondere näher verwandten Personen.**

#### **5. Einführung in das Aufklärungsgespräch**

*Ich möchte vorausschicken, dass ich mir bewusst bin, dass mein Anruf zum denkbar schwierigsten Zeitpunkt kommt und mein Anliegen ungewöhnlich ist. Dafür bitte ich schon jetzt um Ihr Verständnis. Wären Sie bereit, kurz mit mir zu sprechen?*

Therapeutische Gewebespende (Allgemein bzw. bei alleiniger Corneaspende):

*Es ist bei Verstorbenen kurze Zeit nach dem Tode möglich, eine sog. Gewebespende durchzuführen. Dieses Gewebe kann dazu dienen, bei anderen Menschen Leiden zu lindern und Erkrankungen zu behandeln. Bevor ich Ihnen weitere Informationen gebe, würde ich gerne fragen, ob Sie wissen, wie der Verstorbene zu dem Thema einer Organ- oder Gewebespende stand.*

*Es ist bei Verstorbenen kurze Zeit nach dem Tode möglich, eine sog. Cornea- oder Augenhornhautspende durchzuführen. An der Augenklinik München werden mit dieser Augenhornhaut Patienten behandelt, die aufgrund von Verletzungen oder Erkrankungen der Augenhornhauterblindet und auf eine Hornhautverpflanzung angewiesen sind. Daher versuchen wir auf diesem schwierigen Wege, mögliche Spender zu finden. Bevor ich Ihnen weitere Informationen gebe, möchte ich Sie fragen, ob Ihr Angehöriger prinzipiell mit einer solchen Augenhornhautspende einverstanden gewesen wäre.*

Wissenschaftliche Gewebespende:

*Es ist bei Verstorbenen nach dem Tode möglich, eine sog. wissenschaftliche Gewebespende durchzuführen. Bei vielen Studien gerade im Bereich der Chirurgie oder anderen operativen Fächern muss in Ermangelung von Modellen oder fehlender Übertragbarkeit von Tierversuchen an menschlichem Gewebe geforscht werden. Bevor ich Ihnen weitere Informationen gebe würde ich gerne fragen, ob Sie wissen, wie der Verstorbene zu so einer Thematik stand.*

Neben der Einstellung des Verstorbenen kann auch hier schon nach dem Meinungsbild der Angehörigen zum Komplex Organ- und Gewebespende gefragt werden.

Generell muss darauf geachtet werden, dass die Angehörigen der Aufklärung folgen können und zustimmungsfähig sind, dies ist z.B. nicht der Fall bei mangelnder Kenntnis der deutschen Sprache, erkennbarer Alkoholisierung, psychischen Krisen oä. In diesem Falle



muss das Gespräch im Zweifel beendet oder in eine allgemeine Beratung (siehe 12.) abgewandelt werden. Von einer Spende ist hier abzusehen.

Ein Angehöriger, der im Rahmen der erweiterten Zustimmungslösung eine Entscheidung für den Verstorbenen trifft, muss zu diesem in den letzten 2 Jahren Kontakt gehabt haben.

#### **6. Im Falle einer sofortigen/klaren Ablehnung Beendigung des Gesprächs**

*Ich möchte mich bedanken und mich nochmals für die Störung entschuldigen. Bitte haben Sie Verständnis für unseren Anruf. Ich wünsche Ihnen alles Gute und viel Kraft in dieser schweren Zeit.*

#### **7. Im Falle der Bereitschaft zur Aufklärung (bzw. einer bekannten positiven Äußerung des Verstorbenen)**

Ausführliche Aufklärung je nach potenzieller Spendereignung. Je nach Verlauf kann das Gespräch auf Wunsch der Angehörigen unter- oder abgebrochen werden. Auf Fragen des Angehörigen wird eingegangen. Falls ungünstige Umstände für ein Telefonat bestehen, kann ein weiterer Anruf etwas später vereinbart werden, damit das Aufklärungsgespräch in möglichst ruhiger Atmosphäre verlaufen kann. Es muss über den vollen Umfang der Spende (Sinn und Nutzen der Gewebeentnahme, entnommene Gewebe, Procedere der Entnahme, Art der Rekonstruktion, zeitliche Grenzen etc.) aufgeklärt werden, damit die Angehörigen eine vernünftige Entscheidungsgrundlage haben (i.S. eines 'informed consent').

##### Aufklärungskatalog therapeutische Gewebespende (allgemein)

- Nutzen einer Gewebespende mit Beispielen der Einsatzgebiete je nach Gewebeart (s.u.)
- Procedere und Dauer der Entnahme
- Informationen zur Rekonstruktion (unabhängig von geplanter Bestattungsart oder Abschiednahme), in jedem Falle Möglichkeit einer Abschiednahme auch nach der Gewebespende
- Erklärung über weiteren Weg der Gewebe (Gewebebank, Aufbereitung, Abgabe)
- Erklärung über Kostenerstattung/Aufwandsentschädigung im Prozess

##### Aufklärungskatalog Corneaspende

- Einsatz bei Erkrankungen oder Verletzungen der Hornhaut
- Entnahme des gesamten Augapfels, Einsetzen einer Glasprothese, Schluss der Augen

##### Aufklärungskatalog Herzklappen

- Einsatz bei akuter Endokarditis, Ross-Operation bei kindlichen Herzfehlern
- Entnahme im Zuge der Obduktion

### Aufklärungskatalog Muskuloskelettal

- Einsatz bei Personen mit schweren Knochenbrüchen (Unfälle), Knochenarmut (Revisionsoperationen Hüft-TEP, Wirbelkörperaufbau), Knochenkrebs (Vermeidung von Amputationen), Bänderersatz etc.
- Eingriff an Oberarmen, Becken und Beinen mit Entnahme von Knochengewebe und Muskelsehnen
- Rekonstruktion mit funktionellen Holzprothesen zur Vermeidung einer Deformation, lediglich Naht über den Entnahmestellen.

### Aufklärungskatalog Haut

- Einsatz in der Brandmedizin oder bei Personen mit schweren chronischen Hautwunden
- Entnahme am Rücken, Defektdeckung mit Spezialfolie

### Wissenschaftliche Gewebespende (bei gleichzeitiger therapeutischer Gewebespende)

- Ein therapeutischer Einsatz hat immer Vorrang vor wissenschaftlicher Nutzung!
- Frage nach wissenschaftlichen Untersuchungen an Restgewebe (insbesondere Bulbusrestgewebe)
- Aufklärung über evtl. Kontraindikationen im Verlauf (z.B. Serologie). Frage nach wissenschaftlicher Nutzung von Gewebe, falls eine Transplantation nicht erfolgen kann.

### Wissenschaftliche Gewebespende (ohne therapeutische Gewebespende)

- Gezielte Aufklärung bzgl. möglicher/aktueller Projekte.
- Vorstellung mit klaren Aussagen zu Studiendurchführung/EntnahmeprocEDURE und Art der Rekonstruktion
- Erklärung über evtl. Kostenerstattung/Drittmittel bzw. wissenschaftliche Kooperationen
- Erklärung über Datenschutz, Pseudonymisierung bzw. Anonymisierung, Verbleib des Gewebes, Kremierung des Gewebes nach Durchführung der Versuche.

## **8. Erläuterung der Entscheidungsgrundlage**

Im Idealfall ist eine Äußerung oder ein Dokument des Verstorbenen bekannt (Organspendeausweis, Patientenverfügung, Testament, Körperspende Anatomie oä.).

Ist dies nicht der Fall, wird die erweiterungslösung nach TPG erläutert und die Angehörigen nach dem mutmaßlichen Willen des Verstorbenen gefragt.

Bei mehreren nahen Angehörigen wird darum gebeten, sich in der Familie beraten, um eine gemeinsame, belastbare Entscheidung treffen zu können. Ein weiteres Aufklärungsgespräch mit anderen Angehörigen kann auch durch den Gewebekoordinator geführt werden.

## **9. Erhebung der medizinischen Vorgeschichte**

Zum Ausschluss von Kontraindikationen wird die medizinische Vorgeschichte anhand der entsprechenden Kataloge abgefragt.

Gegebenenfalls können weitere Angehörige oder Bekannte befragt werden, wenn diese eine bessere Informationslage haben. Es sollte des Weiteren der Hausarzt erfragt und mit Zustimmung der Angehörigen kontaktiert werden.

### **10. Bedenkzeit**

Wenn von den Angehörigen gewünscht, kann jederzeit im Prozess eine Bedenkzeit eingeräumt werden; je nach Zeitfenster für die Entnahme soll diese so lange wie möglich sein.

Bitten die Angehörigen von sich aus nicht um eine Bedenkzeit, so wird diese durch den Gewebekoordinator für die Entscheidungsfindung oder zum Überdenken einer bereits formulierten positiven Entscheidung angeboten.

Wird deutlich, dass die Angehörigen den mutmaßlichen Willen des Verstorbenen nicht benennen können und unsicher oder zweifelnd bzgl. einer Spende sind, wird nochmals betont, dass die Entscheidung nach besten Wissen und Gewissen erfolgen soll und zwanglos auch negativ ausfallen kann. Wenn die Angehörigen bestehende Zweifel nicht auflösen können oder Bedenken gegen eine Gewebespende insgesamt oder aufgrund von bestimmten Aspekten bestehen, wird von einer Spende abgeraten.

### **11. Zustimmung oder Ablehnung**

Bei Ablehnung nach Aufklärung wird das Gespräch beendet (siehe 6. bzw. 12.)

Eine Zustimmung kann zu allen angesprochenen Bereichen erfolgen oder nur zu Einzelbereichen (Bsp: Zustimmung zur therapeutischen Gewebespende bei Ablehnung von wissenschaftlichen Untersuchungen, Zustimmung zur Corneaspende bei Ablehnung einer muskuloskelettalen Spende).

Wird eine Zustimmung gegeben, wird deren Inhalt nochmals zusammengefasst und bestätigt. Wenn noch nicht geschehen, wird den Angehörigen die Erreichbarkeit des Gewebekoordinators mitgeteilt und ein Gesprächsangebot bei evtl. Fragen zu einem späteren Zeitpunkt unterbreitet. Eine Benachrichtigung über die erfolgreiche Durchführung einer Spende (bzw. den Abbruch einer solchen im weiteren Spendeprozess z.B. aufgrund von neu auftretenden Kontraindikationen) wird den Angehörigen ebenfalls angeboten.

## 12. Allgemeine Beratung

Unabhängig von Zustimmung oder Ablehnung einer Spende werden die Angehörigen auf Wunsch über den allgemeinen Ablauf der Obduktion/Leichenschau, der Freigabe und der Abholung durch einen Bestatter informiert. Bei Bedarf kann auch über weitere Hilfsangebote (z.B. Krisenintervention) beraten werden, insbesondere wenn es Hinweise auf eine deutliche Belastungssituation gibt.

## 13. Abschluss des Gesprächs bei Zustimmung

*Ich möchte mich bei Ihnen persönlich und im Namen der Patienten bedanken, die von der Gewebespende profitieren werden. Sollten Sie im Verlauf noch Fragen haben, so können Sie mich jederzeit kontaktieren. Wie besprochen werde ich mich in den nächsten Tagen bei Ihnen melden, um Ihnen über den tatsächlichen Spendeverlauf zu berichten. Ich wünsche Ihnen und Ihrer Familie in dieser schweren Zeit alles Gute und viel Kraft.*

Nr. 2: Informationen zur Aufklärung über Gewebespende am Institut für Rechtsmedizin München

 Institut für Rechtsmedizin München	<b>Formblatt</b>	ANAMNESEBO GEN- ZUSTIMMUNG -ABLEHNUNG RECHTSMEDI ZIN
	<b>Anamnesebogen</b>	Datei Gültig ab: 23.11.2010 Seite: 1 von 2

### Dokumentationsbogen Einwilligung/Ablehnung Gewebespende

**Spendername:** \_\_\_(Aufkleber)\_\_\_

**Sektionsart:** \_\_\_\_\_

**Aufklärung/Befragung zu:**

- Corneaspende (GS No. Hornhautbank: MUC13- / )

Herzklappenspende

Muskuloskelettale Spende: (GS No. Rechtsmedizin: MUC / )

Wissenschaftliche

Gewebentnahme: \_\_\_\_\_

**Relevante Daten/Zeitangaben:**

Geschlecht:  m  w Geburtsdatum: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

Familienstand:  ledig  verheiratet  verwitwet  geschieden

Postmortales Intervall: Insgesamt: \_\_\_\_\_ Bis Blutentnahme: \_\_\_\_\_

Zeitdauer vom Tod bis Kenntnis dessen durch Angehörige: \_\_\_\_\_

Zeitdauer zwischen Kenntnis Todesfall und Befragung Gewebespende: \_\_\_\_\_

Plötzlicher Tod?:  Ja  Nein

Todesursache: \_\_\_\_\_

Todesart:  Natürlich  Ungeklärt  Nicht natürlich

Sonstige Angaben \_\_\_\_\_

**Angehörigenkontakt:**

Anruf bei (Name/Telefonnummer): \_\_\_\_\_

Verwandschaftsgrad/Kontakt in den letzten 2

Jahren: \_\_\_\_\_

Datum/Uhrzeit/Dauer des Anrufs: \_\_\_\_\_

Reaktion des Gesprächspartners:

---



---



---

Hinweise auf Kontraindikationen (Demenz, BTM, HIV, Hepatitis etc. – siehe Checkliste)

---

Wann im Gespräch erfolgte Entscheidung?

- Gleich  Nach kurzem Überlegen  Kurze Rückfrage 3. Person:  
 \_\_\_\_\_  Nach weiteren Erläuterungen /

Fragen: \_\_\_\_\_

- Bedenkzeit / 2. Gespräch (geplant wann): \_\_\_\_\_

Uhrzeit/Datum/Dauer des 2.

Gesprächs: \_\_\_\_\_

Wer ruft an:  IfR  Angehörige

<b>Ergebnis: angefragt</b>	<b>Zustimmung</b>	<b>Ablehnung</b>	<b>Nicht</b>
--------------------------------	-------------------	------------------	--------------

<b>Corneaspende</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

<b>Herzklappenspende</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

<b>Muskuloskeletale Sp.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

<b>Zusendung Brief/Info</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
-----------------------------	--------------------------	--------------------------	--

Bemerkungen (z.B. Forschung)

---

Begründung erkennbar für Entscheidung?

Spenderausweis	<input type="checkbox"/>	Geäußerter Wille des Verstorbenen	<input type="checkbox"/>
Religiöse Gründe	<input type="checkbox"/>	Vermuteter Wille des Verstorbenen	<input type="checkbox"/>
Persönliche Überzeugung	<input type="checkbox"/>	Wegen Meinung 3. Person – Wer?	
_____			
Datum	_____ 2013	Befragender	
Arzt	_____		
<b>Im Falle einer Corneaspende:</b>			
<u>Erstbeurteilung vor Angehörigentelefonat</u>			
Makroskopische Corneabeurteilung: sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/>			
<u>Spenderhornhaut-Beurteilung</u>			
Entnehmender Arzt:	_____	Entnahmedatum:	_____
Spaltlampenbeurteilung (o - +++):	RA:	LA:	
Epithelerosionen:	_____	_____	
Stromaödem:	_____	_____	
Descemetfalten:	_____	_____	
Stromanarben:	_____	_____	
Endothelbeschläge:	_____	_____	
Sonstige Auffälligkeiten:	_____	_____	
Z. n. i.o.-Eingriff	_____	_____	
Besonderheiten.	_____	_____	
Gesamtbeurteilung: sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> befriedigend <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> unzureichend <input type="checkbox"/>			

Datum \_\_\_\_\_ 2013 Beurteilender

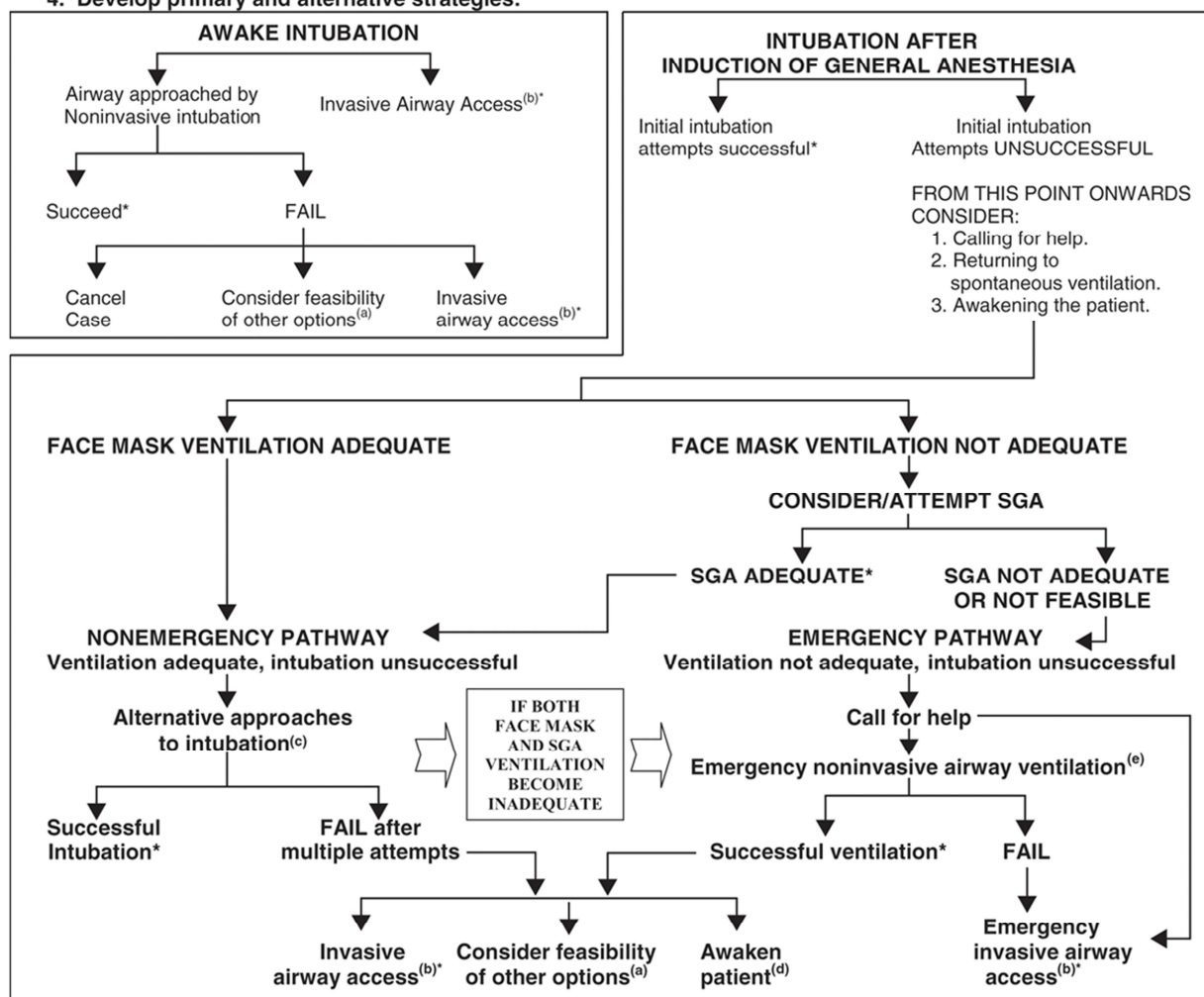
Arzt: \_\_\_\_\_

Nr. 3: Dokumentationsbogen Einwilligung / Ablehnung Gewebespende



American Society of  
Anesthesiologists®   
**DIFFICULT AIRWAY ALGORITHM**

1. Assess the likelihood and clinical impact of basic management problems:
  - Difficulty with patient cooperation or consent
  - Difficult mask ventilation
  - Difficult supraglottic airway placement
  - Difficult laryngoscopy
  - Difficult intubation
  - Difficult surgical airway access
2. Actively pursue opportunities to deliver supplemental oxygen throughout the process of difficult airway management.
3. Consider the relative merits and feasibility of basic management choices:
  - Awake intubation vs. intubation after induction of general anesthesia
  - Non-invasive technique vs. invasive techniques for the initial approach to intubation
  - Video-assisted laryngoscopy as an initial approach to intubation
  - Preservation vs. ablation of spontaneous ventilation
4. Develop primary and alternative strategies:



Nr. 4: Difficult Airway Algorithm (entnommen aus: Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, Hagberg CA, Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, Blitt CD, Bode RH, Cheney FW, Connis RT, Guidry OF, Nickinovich DG, Ovassapian A. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013;118(2):251-70.)

Abbildung 2: Arztdichte in Deutschland zum 31.12.2014 (Einwohner je berufstätigen Arzt)



Quelle: Statistik der BÄK, Statistisches Bundesamt

Nr. 5: Arztdichte 2014 in Deutschland je Bundesland (entnommen aus: [http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Statistik2014/Stat14AbbTab.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Statistik2014/Stat14AbbTab.pdf), aufgerufen am 03.04.2016)

# Eidesstattliche Versicherung

Huber, Astrid Mechthild

Ich erkläre hiermit an Eides statt,  
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

## **Notfallcricothyroidotomie mit Haushaltsmitteln – Fakt oder Fiktion?**

### **Eine experimentelle Post-mortem-Studie**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Doktorandin