

Aus der Klinik für Anästhesiologie
(Direktor Univ.- Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp)
der Universitätsmedizin der Universität Greifswald

Thema:

Klinische Studie zur endotrachealen Absaugung mit Einmalkathetern oder geschlossenen Absaugkathetern - Vergleich hinsichtlich mikrobieller Besiedlung und Handhabbarkeit durch den Anwender

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des akademischen
Grades
Doktor der Medizin
(Dr. med.)
der
Universitätsmedizin
der
Universität Greifswald

2021

vorgelegt von:

Steck, Ulrike

geb. am: 17.06.1983

in: Erlabrunn (Erzg.)

Dekan: Prof. Dr. med. Karlhans Endlich
1. Gutachter: Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Christian Zöllner
Ort: Universitätsmedizin Greifswald
Tag der Disputation: 25.10.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Fragestellung und Zielsetzung.....	8
3	Material und Methoden	11
3.1	Studiendesign	11
3.2	Patientenpopulation.....	12
3.3	Durchführung der Probengewinnung.....	13
3.3.1	Einmalkatheter.....	13
3.3.2	Geschlossene Absaugkatheter.....	15
3.4	Proben: Medium und Analyse	18
3.5	Erhobene Patientendaten.....	19
3.6	Mitarbeiterfragebogen – Entwicklung und Skalierung	21
3.7	Datenerfassung und -analyse	23
4	Ergebnisse.....	25
4.1	Mikrobiologische Untersuchung – Patientendaten	25
4.1.1	Deskriptive Ergebnisse	25
4.1.2	Inferenzstatistische Ergebnisse	26
4.2	Mikrobiologische Untersuchung - Befunde.....	30
4.2.1	Einmalkatheter.....	30
4.2.2	Geschlossene Absaugung.....	33
4.3	Vergleich der mikrobiologischen Befunde beider Kathetersysteme	36
4.4	Untersuchungen zu Einflussvariablen auf die mikrobiologischen Befunde.....	38
4.5	Mitarbeiterfragebogen – Rücklauf	41
4.6	Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Demographische Daten.....	42
4.7	Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Endotracheale Absaugung mit Einmalkathetern	44
4.8	Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Endotracheale Absaugung mit geschlossener Absaugung.....	47
4.9	Auswertung der Fragebögen nach Berufserfahrung	50
4.10	Mitarbeiterfragebogen – Inferenzstatistische Analysen	57
4.10.1	Gegenüberstellung der beiden Kathetersysteme.....	57
4.10.2	Einfluss der Berufserfahrung	58
5	Diskussion	60
5.1	Mikrobiologische Befunde	60

5.2	Mitarbeiterfragebogen	68
5.3	Schlussfolgerung.....	71
6	Zusammenfassung	74
7	Literaturverzeichnis.....	76
8	Abkürzungsverzeichnis	81
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	82
	Anhang - Mitarbeiterfragebogen.....	84
	Danksagung	89
	Eidesstattliche Erklärung	90

1 Einleitung

Das Infektionsschutzgesetz definiert eine nosokomiale Infektion als eine Infektion mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen ausgelöst als Reaktion auf das Vorhandensein von Erregern oder ihrer Toxine, die im zeitlichen Zusammenhang mit einer stationären oder einer ambulanten medizinischen Maßnahme steht und nicht vor der Maßnahme bestand. Entsprechend der Definition im Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) wird eine Infektion als nosokomiale Infektion klassifiziert, wenn das Infektionsdatum (= Tag mit dem ersten Symptom) frühestens Tag 3 des Krankenhausaufenthaltes ist. [18] Das Risiko für das Auftreten einer nosokomialen Infektion hängt dabei sowohl von der medizinischen Einrichtung und Art der medizinischen Maßnahme selbst, als auch von den zugrundeliegenden Erkrankungen des Patienten ab. Nosokomiale Infektionen gehören zu den häufigsten Komplikationen eines Krankenhausaufenthaltes, erhöhen Mortalität und Morbidität, verlängern die Klinikverweildauer, erfordern zusätzliche diagnostische Maßnahmen sowie mehr Behandlungsaufwand und erhöhen somit die Kosten. [9, 19, 26]

Zwar sank in der deutschen nationalen Punkt-Prävalenzerhebung 2016 die Gesamtprävalenz nosokomialer Infektionen auf 3,6 % von 5,1 % im Jahr 2011 [1, 3], jedoch werden jährlich schätzungsweise noch immer 400 000 bis 600 000 Patienten in Deutschland eine nosokomiale Infektion entwickeln. [17] Die darauf zurückzuführenden Todesfälle liegen bei ungefähr 6 000 bis 15 000 Patienten. [17] Universitätsklinika haben mit 6,2 % unverändert die höchste Prävalenz für eine nosokomiale Infektion. [1] Betrachtet man die Fachbereiche, so tritt mit 17,1 % die höchste Prävalenzrate auf der Intensivstation auf. [1] Die häufigsten nosokomialen Infektionen sind untere Atemwegsinfektionen (24,0 %), postoperative Wundinfektionen (22,4 %) und Harnwegsinfektionen (21,6 %). [1] Die Prävalenz der unteren Atemwegsinfektionen stieg von 21,7% im Jahr 2011 auf 24,0 % in 2016 an. Somit haben sich untere Atemwegsinfektionen zur häufigsten nosokomialen Infektion entwickelt (2011 führten noch die postoperativen Wundinfektionen mit 24,3 %) [1, 3]. Circa ein Drittel der Atemwegsinfektionen tritt beatmungsassoziiert auf (sogenannte Ventilator-assoziierte Pneumonie, kurz VAP). Hierbei handelt es sich um eine Pneumonie,

die frühestens 48 Stunden nach invasiver Beatmung eines Patienten auftritt. [5, 10] Weltweit beträgt die Prävalenz der VAP 15,6%, wobei die höchste Prävalenz mit 19,4% in Europa liegt. [25] Dabei stellen eine Besiedlung des Oropharynx des kritisch kranken und invasiv beatmeten Patienten mit potenziell pathogenen Keimen, Mikroaspirationen am Cuff des Beatmungsschlauches (Tubus) vorbei sowie die verminderte mikrobielle Clearance der Lunge auslösende Faktoren dar. [12, 29, 45] Betrachtet man die Ergebnisse des deutschen Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems KISS (ITS-KISS 2011–2015), so liegt die Inzidenz der nosokomialen Pneumonie bei invasiv beatmeten Patienten bei 3,65 pro 1000 invasiven Beatmungstagen. [5, 10] Damit ergeben sich schätzungsweise 11 300 Ventilator-assoziierte Pneumonien pro Jahr auf den Intensivstationen in Deutschland. [5, 10] Aufgrund der dadurch erhöhten Morbidität und Letalität [9, 19, 26, 32] gelten das frühzeitige Erkennen von Risikofaktoren und die effektive Umsetzung geeigneter Präventivmaßnahmen als essentiell zur Senkung der Inzidenz. [29] Dabei existiert eine Vielzahl von Präventionsmaßnahmen. Dies sind unter anderem die hygienische Händedesinfektion, orale antiseptische Mundpflege Begrenzung der maschinellen Beatmung auf das Minimum, Oberkörperhochlagerung, die Verwendung von Sedierungsprotokollen und Mitarbeiterschulungen. [29, 45] Unter Anwendung von Maßnahmenbündel geeigneter Präventivmaßnahmen konnte die Pneumonierate um über 50% gesenkt werden. [45]

Eine wichtige Rolle zur Vermeidung Ventilator-assoziiertes Pneumonien spielt auch die Entfernung von Trachealsekret eines beatmeten Patienten über den Tubus mittels Absaugkathetern. Dieses Procedere wird als endotracheale Toilette bezeichnet. [45]

Absaugkatheter werden im Bereich der gesamten Akutmedizin, den OP-Bereichen sowie der Intensivmedizin angewandt und sind seit vielen Jahren Standard, um Ansammlungen von Sputum oder Flüssigkeiten, wie Blut und Sekrete zu entfernen. Derzeit befinden sich zwei unterschiedliche Systeme zur endotrachealen Toilette in klinischem Gebrauch. Es wird zwischen Einmalkathetern (EK) und geschlossenen Absaugkathetern (GA) zur Mehrfachbenutzung unterscheiden. Während Einmalkatheter nur für eine einmalige Benutzung zugelassen sind, können geschlossene Absaugkatheter in das Beatmungssystem des Patienten integriert werden und somit bei dem

jeweiligen Patienten je nach Herstellerangaben zwischen 24 h bis 168 h lang verwendet werden. Beide Gruppen der Absaugkatheter werden nach dem Durchmesser farbcodiert am Ansatzstück (genormt nach der International Organization of Standardization, kurz ISO) geliefert. In sterilen Verpackungen zur Verfügung gestellt, werden Absaugkatheter durch den Anwender entnommen, benutzt und anschließend entsorgt. Ab dem Zeitpunkt der Entnahme des Katheters bis zur Verwendung und Entsorgung bestehen diverse produkt- und anwenderbezogene Kontaminationsmöglichkeiten.

Aufgrund des komplexen, sequentiellen Handlungsablaufes zur Benutzung eines Einmalkatheters können Verunreinigungen durch das Personal oder durch die Umgebung entstehen. Ab dem Zeitpunkt der Entnahme des Katheters bis zur Entsorgung, berührt das Fachpersonal diesen, legt ihn unter Umständen auf dem Patientenbett oder anderen Arbeitsflächen ab und bewirkt somit unter Umständen eine Kontamination. In einer Untersuchung von Sole et al. wurden 66 % der Absaugkatheter in einem Köcher nahe des Patientenbettes gelagert, 21 % waren mit dem Absaugsystem verbunden und hingen frei im Raum und 13 % befanden sich im Patientenbett. [44]

Sofern Katheter, wie die geschlossenen Absaugkatheter, wiederholt und länger benutzt werden, besteht ein erhöhtes Risiko für mikrobielle, im Besonderen bakterielle Besiedlung und Biofilmbildung. In der bereits zitierten Untersuchung von Sole et al. zeigte sich, dass nach 24stündiger Benutzung 83 % der Absaugkatheter und 61 % der distalen Konnektionsstellen der geschlossenen Absaugkatheter potentiell pathogen besiedelt waren. [44] Das Keimspektrum entsprach dabei größtenteils dem des Sputums der untersuchten Patienten. [44] Der Einfluss des verwendeten Systems auf Endpunkte wie Inzidenz von Ventilator-assoziiertes Pneumonie, Mortalität oder Auswirkung auf klinische Parameter wie Sauerstoffsättigung wurden in mehreren Studien und Cochrane-Analysen untersucht. Bezüglich bakterieller Kontamination konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen einmal verwendeten Absaugkathetern und mehrfach verwendeten geschlossenen Absaugkathetern festgestellt werden. [23, 46] Die Untersuchungen zeigten des Weiteren keine signifikanten Unterschiede der Kathetertypen hinsichtlich der Endpunkte Inzidenz von Ventilator-assoziierten Pneumonien und Mortalität. [4, 23, 33, 34, 41, 42, 46, 48] Dem

entsprechend existieren beide Systeme nebeneinander und finden im Alltag Anwendung.

Einen anderen Ansatz zur Evaluation der anwenderbedingten Kontaminationsmöglichkeiten beim endotrachealen Absaugvorgang verfolgten Observations- und Fragebogenstudien diverser Autoren. Das Review von Miller et al. schloss 36 Studien ein, die die Kompetenz der Anwender endotrachealer Absaugvorgänge untersuchten. [37] Neun Studien benutzten hierfür einen Fragebogen, 11 Studien nutzen Checklisten oder Observationsbögen und 16 Studien nutzten beides. Das Review konnte jedoch aufgrund diverser Limitationen keine generelle Aussage über die Kompetenz bezüglich endotrachealen Absaugens der Gesundheitsfachkräfte treffen. Einige Autoren konnten in ihren Untersuchungen jedoch zeigen, dass die Qualität der endotrachealen Absaugprozedur der Pflegekräfte signifikant schlechter zur geforderten Qualität war und die Sterilität des Katheters während des Absaugvorganges nicht immer gewahrt wurde. [22, 24, 47]

Einschränkend muss bei der Betrachtung der Studien jedoch bedacht werden, dass die überwiegende Mehrheit der Untersuchungen bereits vor über 10 Jahren durchgeführt wurde. Technische Neuerungen in der Konstruktion und bei den verwendeten Materialien könnten Einfluss auf die Häufigkeit der mikrobiellen Besiedlung der Kathetertypen oder andere Variablen genommen haben. Beispielhaft sei der Nutzungszeitraum der geschlossenen Absaugung betrachtet. 2003 zeigte die Gruppe um Freytag noch, dass ein verlängertes Nutzungsintervall von 72 h zu einer signifikanten Erhöhung der mikrobiellen Besiedlung der Katheterspitze sowie benachbarter Segmente der geschlossenen Absaugung führt. [16] Auch in der experimentellen Untersuchung von Meyer et al. wurde, aufgrund einer signifikant häufigeren Besiedlung des Katheters mit *Pseudomonas aeruginosa*, kontrovers diskutiert, ob eine Verlängerung des Nutzungsintervalls auf 72 h sicher ist. [36] Dem gegenüber zeigten die Untersuchungen von Lorente et al. und Topeli et al., dass ein verlängertes Nutzungsintervall nicht mit einer erhöhten Inzidenz von Ventilator-assoziierten Pneumonien einhergeht. [34, 46] Entsprechend der Herstellerinformationen können geschlossene Absaugkatheter aktuell bis zu 168 Stunden in

Nebenschaltung zur maschinellen Beatmung verbleiben und im genannten Zeitraum verwendet werden.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde diese klinische Studie durchgeführt, dabei sollten die aktuell auf der Intensivstation 1 der Universitätsmedizin Greifswald eingesetzten endotrachealen Absaugsysteme hinsichtlich mikrobieller Besiedlung untersucht und die Handhabbarkeit der Katheter durch die Anwender evaluiert werden.

2 Fragestellung und Zielsetzung

Die endotracheale Absaugung findet als Präventionsmaßnahme einer nosokomialen Pneumonie in den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) Beachtung. [45] Sie kann entweder mittels eines offenen Absaugsystems, sog. Einmalkatheter, oder mittels eines geschlossenen Systems, dem sog. geschlossenen Absaugkatheter, erfolgen.

Beim Absaugvorgang mittels eines Einmalkatheters muss die Beatmung für den Vorgang diskonnektiert werden und durch den Anwender ein sequentieller Handlungsablauf unter Zuhilfenahme anderer Items, wie eines sterilen Handschuhs, erfolgen. Dadurch ergeben sich folgende Schwachstellen:

- Durch die Beatmungsunterbrechung resultiert ein Verlust des positiven endexpiratorischen Druckes (PEEP) und eine Apnoe-Phase. Hierdurch entsteht ein Alveolarkollaps und Atelektrauma der kritisch kranken Patientenlunge, welche eine Hypoxie und Hyperkapnie bedingen können. [7, 27, 35]
- Bei Patienten mit moderater bis schwerer Lungenerkrankung (ARDS) kommt es zu einem ausgeprägten Verlust von Lungenvolumina und höherem Abfall der arteriellen Sauerstoffkonzentration. [15, 28, 39]
- Veränderungen der kritisch kranken Patientenlunge durch Beatmungsunterbrechung können Auswirkungen auf Kreislaufparameter haben. [6, 20]
- Die Anwender können teilweise durch den komplexen Handlungsablauf die Prozedur des endotrachealen Absaugens nicht in der geforderten Qualität durchführen und die Sterilität des Absaugkatheters wahren. [22, 24, 47] Dies stellt eine Möglichkeit für eine exogene Keimeinschleppung durch Einführen kontaminierter Katheter dar.
- Umweltkontaminationen durch das Patientensekret können beim Absaugvorgang auftreten und stellen ein potentielles Risiko für Kreuzkontaminationen dar. [8, 14]

Bei Anwendung einer geschlossenen Absaugung werden diese Nachteile umgangen, da hier keine Diskonnektion des Beatmungssystems notwendig ist und aufgrund der Konstruktion der Katheter der Handlungsablauf einfacher und das Risiko einer Umgebungskontamination geringer ist. Nachteile dieser Katheter sind jedoch:

- Die Katheter werden über einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden wiederholt benutzt und gereinigt. Es zeigt sich, dass die Katheter häufiger mikrobiell besiedelt sind [16, 36], wobei das Keimspektrum dabei überwiegend dem des Patientensekretes entspricht. [38]
- Bei Anwendung einer geschlossenen Absaugung treten signifikant häufiger Kolonisationen des Respirationstraktes mit potentiell pathogenen Keimen auf. [4, 16, 42]
- Beim Absaugvorgang mit dem geschlossenen Absaugkatheter wird signifikant weniger tracheobronchiales Sekret entfernt als beim Absaugvorgang mit einem Einmalkatheter. [28, 31]
- Bei Verwendung der geschlossenen Absaugkatheter treten deutlich höhere Kosten auf. [11, 34]

Die Schwachstellen beider Systeme und ihr Einfluss auf die Inzidenz von Ventilator-assoziierten Pneumonien wurde wiederholt untersucht. In einem Cochrane Review von Benito et al. wurde bei 16 eingeschlossenen Studien mit 1684 Patienten hinsichtlich der Inzidenz von Pneumonien (11 Studien, RR 0,88, CI 95% 0,70-1,12) sowie der Mortalität (5 Studien, RR 1,02, CI 95% 0,84-1,23) kein Unterschied nachweisbar, wenngleich einige der Studien von minderer methodischer Qualität waren. [4] Eine von Jongerden et al. durchgeführte Metaanalyse schloss 15 Studien ein und betrachtete mehrere Endpunkte. Auch hier fanden sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Ventilator-assoziiertes Pneumonie (8 Studien, 1272 Patienten) oder Mortalität (4 Studien, 1062 Patienten). [23]

Da aus infektiologischer Sicht unter der existierenden Datenlage keine Überlegenheit eines der beiden Systeme besteht, finden beide Systeme Anwendung in der täglichen Routine. Jedoch bestand zum Zeitpunkt der Studienentwicklung die Überlegung, ob die damaligen Ergebnisse heute noch belastbar sind. Die vorgelegte Studie verfolgte das Ziel, einen aktuellen Status

Quo beider etablierter Kathetersysteme hinsichtlich Handhabbarkeit und hygienischer Aspekte zu erheben, um ein Anforderungsprofil für die Entwicklung und Konstruktion eines neuartigen Absaugkatheters mit antimikrobieller Beschichtung erstellen zu können.

In der hier vorgelegten Studie wurde folgende Haupt-Hypothese aufgestellt:

- Nach der Anwendung am Patienten unterscheidet sich die Häufigkeit der mikrobiellen Besiedlung von Einmalkathetern und geschlossenen Absaugkathetern.

Es bestand aufgrund der vorhandenen Daten vergleichbarer Untersuchungen [23] die Annahme, dass die Katheter der geschlossenen Absaugung signifikant häufiger mikrobiell besiedelt seien würden als die Einmalkatheter.

Als Neben-Hypothese wurde angenommen:

1. Nach Anwendung am Patienten lassen sich bei Einmalkathetern in der mikrobiologischen Untersuchung signifikant häufiger Erreger nachweisen, die nicht denen des Patientensekretes entsprechen, als bei der Anwendung von geschlossenen Absaugkathetern.
2. Durch die Anwender wird Handhabbarkeit und Hygiene der beiden Kathetersysteme signifikant unterschiedlich bewertet. Dabei werden die geschlossenen Absaugkatheter den Einmalkathetern signifikant überlegen bewertet.
3. Es besteht ein Einfluss der Berufserfahrung auf die Bewertung der Absaugkatheter.

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Unter dem Titel „Klinische Evaluierung des gegenwärtigen Standards der endotrachealen Absaugsysteme hinsichtlich Handhabbarkeit, Lagerung, antiseptischer Wirkung und Biokompatibilität“ wurde die deskriptive monozentrische Studie an der Universitätsmedizin Greifswald im Zeitraum 01. Oktober 2016 bis 31. März 2017 durchgeführt. Zur Beantwortung der Hypothesen wurde ein zweigeteiltes Studiendesign gewählt: 1. Mikrobiologische Untersuchung von Katheterproben und 2. Einschätzung der Katheter durch die Anwender.

Sämtliche Erhebungen wurden auf der anästhesiologisch geführten, operativen Intensivstation (ITS1) der Universitätsmedizin Greifswald vorgenommen. Hier werden in 25 Betten Patienten unterschiedlicher Fachrichtungen und Krankheitsbilder betreut. Das überwiegende Patientenkontingent kommt aus den Fachdisziplinen der Neurochirurgie, Unfallchirurgie sowie Allgemein- und Thoraxchirurgie.

Für die Analyse der mikrobiellen Besiedlung der Absaugkatheter wurde ein Studienprotokoll erstellt. Die Absaugkatheter zur endotrachealen Toilette wurden in die üblichen zwei Gruppen unterteilt, so dass sogenannte „Einmalkatheter“ und „geschlossene Absaugkatheter“ unterschieden wurden.

Das Studienprotokoll sah vor, dass aus der täglichen Routine heraus insgesamt 60 Proben gewonnen werden sollten, je Kathetertyp 30 Proben. Die Katheterproben wurden nach gängiger Anwendung in der täglichen Routine durch die Pflegekräfte der ITS1 gewonnen und zur mikrobiologischen Analyse überführt (siehe Kapitel 3.3 „Durchführung der Probengewinnung“). Entsprechend den definierten Ein- und Ausschlusskriterien wurden die Patienten rekrutiert, eine Randomisierung erfolgte nicht. Da im Rahmen der Studie keine zusätzlichen Maßnahmen oder Interventionen vorgesehen waren, konnte auf eine Patientenaufklärung und Einwilligung verzichtet werden.

Die vorgelegte Studie wurde unter dem Titel „Klinische Evaluierung des gegenwärtigen Standards der endotrachealen Absaugsysteme hinsichtlich Handhabbarkeit, Lagerung, antiseptischer Wirkung und Biokompatibilität“ durch die Ethikkommission der Universitätsmedizin Greifswald genehmigt (Interne Reg.Nr.: BB 112/16).

Als zweites Untersuchungsfeld der Studie wurde ein Anwenderfragebogen zur Evaluation von Handhabbarkeit, Hygiene und Sicherheit im Umgang mit dem Katheter entwickelt. Da Hauptnutzer der Katheter zur endotrachealen Toilette die Pflegekräfte der Station sind, wurde der Anwenderfragebogen für diese Zielgruppe designed und ausgehändigt (siehe Kapitel 3.6 „Mitarbeiterfragebogen – Entwicklung und Skalierung“). Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig, ein positives Votum des Personalrates und des Datenschutzbeauftragten zur Durchführung war im Vorfeld eingeholt worden.

3.2 Patientenpopulation

Im Rahmen der vorgelegten Studie wurden Patienten auf der operativen Intensivstation 1 der Universitätsmedizin Greifswald rekrutiert. Hierbei wurden Patienten über dem 18. Lebensjahr eingeschlossen, die seit mindestens 24 Stunden orotracheal intubiert waren.

Ausgeschlossen wurden folgende Patienten:

- Re-intubierte oder tracheotomierte Patienten
- Patienten nach stattgehabter Aspiration
- Beatmungszeit über 4 Tage
- Patienten mit nachgewiesener atypischer Pneumonie durch Mykosen
- Patienten mit Immundefizit durch Chemotherapie oder HIV-Infektion

3.3 Durchführung der Probengewinnung

3.3.1 Einmalkatheter

Zum Untersuchungszeitpunkt wurden Einmalkatheter der Firma Dahlhausen® (siehe Abb.1) verwendet. Das Produkt weist eine gebogene Spitze mit zentraler Öffnung sowie zwei seitlichen Augen auf. Diese Absaugkatheter wurden in den gängigen Größen von 16 Ch. (farbkodiert orange am Ansatzstück) und 14 Ch. (farbkodiert grün am Ansatzstück) in der gelieferten Primärverpackung in einem Metallköcher am Patientenbett vorgehalten. Bei Notwendigkeit zum Absaugen von Sekreten können diese dann entnommen und benutzt werden. Für die Anwendung existiert eine Standardarbeitsanweisung (SOP), welche den Ablauf und benötigte Hilfsmittel klar regelt.

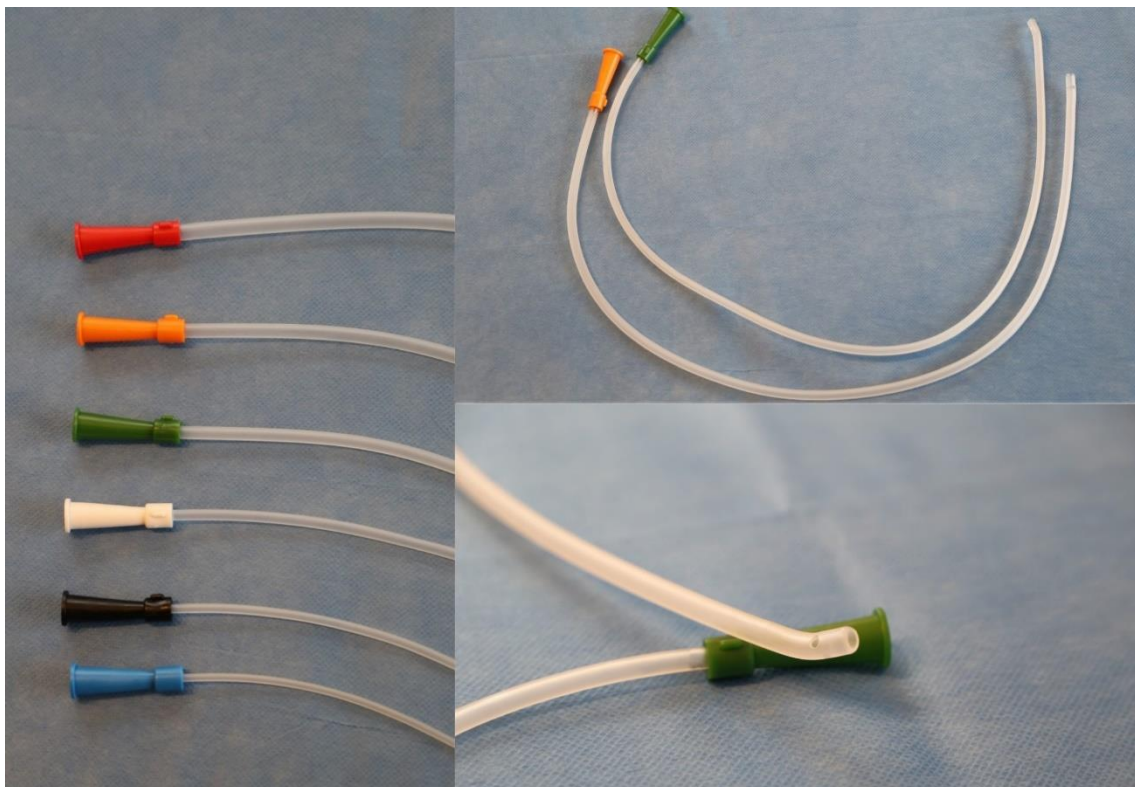


Abbildung 1: Einmalkatheter der Firma Dahlhausen®; Absaugkatheter gebogen, zentrale Öffnung mit zwei seitlichen Augen, farbkodierte Ansatzstücke

Nachdem die Patienten entsprechend der Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie eingeschlossen wurden, wurde die Probe in der täglichen Routine gewonnen. Dafür erfolgte in der Zeit des Frühdienstes (6.00 Uhr bis 14.00 Uhr)

die endotracheale Toilette durch die zuständige Pflegekraft entsprechend der SOP. Hierfür wurde der endotracheal intubierte Patient durch Präoxygenierung mit 100 % Sauerstoff vorbereitet. Die Pflegekraft wählte einen geeigneten Absaugkatheter der Firma Dahlhausen® und legte die weiteren benötigten Utensilien wie Absaugschlauch und einen sterilen Einmalhandschuh bereit. Die Primärverpackung des Katheters wurde im Bereich des Konnektors geöffnet und die Verbindung zum Absaugschlauch hergestellt. Dieser führt zum Saugbehälter, in dem das Sekret aufgefangen wird. Der Absaugkatheter steht dadurch unter Sog. Durch Anziehen eines sterilen Handschuhs (sterile Hand) und eines einfachen Handschuhs (unsterile Hand) bereitete sich die Pflegekraft weiter vor. Mit der sterilen Hand wurde dann der Absaugkatheter am patientennahen Ende gegriffen. Somit soll eine Kontamination mit mikrobiellen Erregern der Umgebung (Hände der Pflegekraft, Bett des Patienten usw.) vermieden werden. Anschließend erfolgte die Diskonnektion des Endotrachealtubus vom Beatmungsschlauch durch die unsterile Hand und das Einführen des Einmalkatheters in den Endotrachealtubus mit der sterilen Hand und das Absaugen des Sekretes. Nach Beenden des Absaugvorganges erfolgte die Konnektion ans Beatmungsgerät. Außerhalb der Studienbedingungen wäre der Einmalkatheter nun verworfen worden.

Für die Studie wurde der Einmalkatheter in der immer noch sterilen Hand mit 10 ml steriler NaCl 0,9%iger Lösung zur Säuberung von Trachealsekret gespült. Dieses Vorgehen ist analog zur Säuberung der geschlossenen Absaugung nach Benutzung, so dass visuell sichtbare Verschmutzungen entfernt sind und lediglich adhärente mikrobielle Besiedelungen verbleiben. Anschließend wurden die patientennahen letzten 5 cm des Absaugkatheters aseptisch in ein Probenröhrchen transferiert und umgehend in das Institut für Hygiene überführt. Hier erfolgten die weitere Aufbereitung und Analyse. (siehe Kapitel 3.4 „Proben: Medium und Analyse“)



Abbildung 2: Absaugvorgang simuliert mit Einmalkatheter der Firma Dahlhausen®

3.3.2 Geschlossene Absaugkatheter

Der AirLife™ Katheter der Firma CareFusion® (siehe Abb.2) wurde zum Untersuchungszeitpunkt als Standardkatheter für geschlossene Absaugungen vorgehalten. Der Bediener konnte analog zum Einmalkatheter zwischen den zwei Größen 16 Ch. (orange Farbkodierung am Katheter) und 14 Ch. (grüne Farbkodierung am Katheter) wählen. Die Indikation sowie die Anwendung des Katheters wird ebenfalls in einer Standardarbeitsanweisung geregelt. Die geschlossene Absaugung kommt aufgrund der höheren Kosten nicht als Standard zum Einsatz, sondern bleibt bestimmten Indikationen vorbehalten. So erhalten Patienten mit volumenkontrollierter Beatmung, inspiratorischer Sauerstofffraktion (F_{iO_2}) größer 60 % oder/und positivem end-expiratorischem Druck (PEEP) größer 10 mbar eine geschlossene Absaugung. Zusätzlich findet das System bei nachgewiesener Besiedlung mit Problemkeimen, wie multiresistenter *Pseudomonas aeruginosa*, Anwendung. Die Indikation zum Einsatz der geschlossenen Absaugung wurde durch die Ärzte der Intensivstation gestellt und für die vorgelegte Studie nur vorhandene geschlossene Absaugkatheter rekrutiert.



Abbildung 3: Geschlossener Absaugkatheter AirLife™ der Firma CareFusion®

Um eine geschlossene Absaugung zu ermöglichen, haben die Hersteller eine komplexe Konstruktion geschaffen. Diese Konstruktion erlaubt das wiederholte Reinigen der Atemwege durch einen Katheter ohne Beatmungsunterbrechung sowie eine Reinigung des Katheters nach jeder Benutzung durch 10 ml steriler NaCl-Lösung, um Sekretrückstände zu entfernen.

Der Absaugkatheter wird durch eine flexible Folienhülle und von zwei Ansatzstücken umschlossen. Das patientenferne Ansatzstück trägt eine Verschlusskappe sowie einen Druckknopf. Nach Öffnen der Verschlusskappe wird hier der Absaugschlauch konnektiert. Wird der Druckknopf nicht betätigt, ist die Saugung unterbrochen. Erst durch aktives Drücken kann der Absaugvorgang erfolgen. Das patientennahe Ende wird mittels eines Winkelstückes in Nebenschaltung zum Endotrachealtubus und dem Beatmungsschlauch angeschlossen. Dieses Winkelstück ermöglicht, bei ruhendem Absaugkatheter, durch eine Membran die ungehinderte Beatmung und verhindert eine Leckage in den Absaugkatheter. Besteht die Notwendigkeit Sekrete aus dem Atemsystem zu entfernen, wird der Absaugkatheter durch einfaches Vorschieben aus der ruhenden Position über die Membran im Winkelstück in den Endotrachealtubus bis in den Bronchialbaum vorgeschoben. Durch Betätigen des Unterbrecherknopfes wird der Sog in den Katheter fortgeleitet und unter Zurückziehen des Katheters dann das Sekret entfernt. Nachdem der Katheter wieder hinter die Membran zurückgezogen wurde, erfolgt über eine seitliche

Öffnung des Spülen des Katheters mit einer Fertigspüllösung (10ml NaCl-Lösung), ohne dass diese ins Beatmungssystem gelangt. Der Katheter verbleibt dann gereinigt zur nächsten Benutzung für ein Nutzungsintervall von 24 Stunden.



Abbildung 4: Absaugvorgang simuliert mit Absaugkatheter AirLife™ der Firma CareFusion®

Für die klinische Studie wurden während des Frühdienstes (6.00 Uhr bis 14.00 Uhr) Patienten mit vorhandener geschlossener Absaugung rekrutiert. Die Absaugung wurde, wie in der SOP festgelegt, während des Frühdienstes in Nebenschaltung zum Beatmungssystem angebracht und über 24 Stunden zur Benutzung belassen. Der Wechselzeitpunkt wurde im Computerdokumentationssystem ICM der Firma Dräger® und zusätzlich durch händische Beschriftung des Katheters vermerkt. Die Absaugung wurde im Nutzungszeitraum von 24 Stunden je nach Notwendigkeit benutzt. Nach dem 24 stündigen Nutzungsintervall wurde der Absaugkatheter gewechselt. Anschließend wurde das patientennahe Katheterende über das Ansatzstück vorgeschoben und die letzten 5 cm aseptisch in ein Probenröhrchen transferiert und ins Institut für Hygiene zur Analyse verbracht.

3.4 Proben: Medium und Analyse

Die Untersuchung der Katheterproben erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygiene. Durch das Institut wurden mehrere Probenröhrchen vorbereitet. Es handelte sich um 13,5 ml Spitzröhrchen mit 10 ml Casein-Sojamehl-Casobouillion (CSL-Bouillion). Die vorbereiteten Röhrchen wurden mit Datum versehen und in einem Reagenzhalter im Kühlschrank der ITS1 aufbewahrt. Die Haltbarkeit betrug 14 Tage und wurde streng eingehalten.

Nach Überführung der letzten 5 cm der Absaugkatheter ins Probenröhrchen wurden diese unmittelbar ins Institut für Hygiene transportiert. Die anschließende Aufbereitung wurde durch das Laborpersonal übernommen. Die Röhrchen wurden gevortext und anschließend 100 µl sowie 1 ml der Lösung unter Laminarairflow auf je eine Columbia-Blutagar-Platte mit 5 % Schafsblut (Col-s) ausplattiert. Anschließend wurden die Col-s-Platten sowie die Probenröhrchen bei 36 ± 1 °C für 24 Stunden bebrütet. Nach diesen 24 Stunden erfolgte eine Zwischenablesung sowie das Anfertigen einer Subkultur mittels einer 10 µl Impföse auf eine neue Col-s-Platte oder ein Selektivnährmedium. Die Proben wurden dann erneut 24 Stunden bei gleicher Temperatur bebrütet und danach die Endablesung vorgenommen.

Zur Erregerdifferenzierung wurden bei Bedarf Zusatzuntersuchungen, wie zum Beispiel ein Grampräparat, angefertigt oder die Proben zur weiteren Analyse ins Institut für Mikrobiologie versandt.

Die abgelesenen Ergebnisse wurden auf einem Protokoll dokumentiert und anschließend zur Auswertung dem Studienarzt zugestellt.

3.5 Erhobene Patientendaten

Nach Einschluss der Patienten in die Studie wurde jedem Patienten eine pseudonymisierte, fortlaufende Nummerierung zur Dokumentation und Erfassung zugeordnet. In der Gruppe der Einmalkatheter erfolgte die Nummerierung von 001EK bis 030EK, die Patienten mit geschlossener Absaugung wurden von 001GA bis 030GA durchnummeriert.

Als Patientencharakteristika wurden Alter und Geschlecht erfasst sowie Aufnahmediagnose, Begleiterkrankungen und der damit einhergehende Score nach ASA-Klassifikation. Die Klassifikation der American Society of Anesthesiology (ASA) erfolgte nach der gegebenen Definition [2, 21]

- ASA I: Patient ohne Vorerkrankungen
- ASA II: Patient mit leichter systemischer Allgemeinerkrankung ohne Einschränkungen des täglichen Lebens
- ASA III: Patient mit systemischer Allgemeinerkrankung und dadurch Einschränkungen im täglichen Leben
- ASA IV: Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung ist
- ASA V: moribunder Patient, der mit oder ohne Therapie die nächsten 24 Stunden voraussichtlich nicht überlebt
- ASA VI: Patient mit irreversiblen Ausfall der Hirnfunktion zur Organentnahme

Entsprechend der Aufnahmediagnose erfolgte eine Gruppierung in „pulmonal“, „neurologisch/neurochirurgisch“, „viszeralchirurgisch“ oder „sonstige“. Es wurden sowohl das Datum der Krankenhausaufnahme als auch das Datum der Aufnahme auf die Intensivstation, der Beginn der maschinellen Beatmung und die Beatmungszeit bei Abnahme sowie das Entnahmedatum und -uhrzeit erfasst. Des Weiteren wurden die Größe des Endotrachealtubus, der Beatmungsmodus sowie der Horovitz-Index (der als Oxygenierungsindex das Ausmaß der Lungenschädigung suggeriert) notiert. Daten der durchgeführten Therapie wie laufende Antiinfektiva und SDD-Therapie (selektive Darmdekontamination) und Ernährungstherapie wurden ebenfalls erhoben. Zum Abnahmezeitpunkt

vorhandene mikrobiologische Ergebnisse aus Proben des Respirationstraktes wurden vermerkt und später mit den Ergebnissen der Katheterbesiedlung verglichen. Eine simultane zur Kathetergewinnung durchgeführte mikrobiologische Untersuchung von Trachealsekret jedes Patienten erfolgte jedoch nicht.

3.6 Mitarbeiterfragebogen – Entwicklung und Skalierung

Als weiterer Teil der Arbeit kam ein Fragebogen zur Anwendung, der die Handhabbarkeit, Sicherheit im Umgang und allgemeine Fragen zur Hygiene der zwei genutzten Kathetersysteme erfassen sollte.

Anwender der Absaugkatheter sind überwiegend die mit der Patienten-Grundversorgung betrauten Pflegekräfte. Daher wurde diese Berufsgruppe als Zielgruppe für die Fragebogenerhebung ausgewählt. Die Bögen wurden in der wöchentlichen Stationsweiterbildung den Pflegekräften mit der Bitte um Evaluation der Kathetersysteme vorgestellt und dann an einer zentralen Stelle mit angeheftetem Umschlag im Zeitraum 01.10.2016 bis 28.02.2017 ausgelegt. Der beantwortete Bogen wurde durch die Teilnehmer in den Umschlag verpackt und anschließend in eine Box eingeworfen. Die erhobenen Daten wurden keiner Person zugeordnet, die Auswertung erfolgte gruppenweise.

Um einen Einfluss von Berufserfahrung und Berufsqualifikation auf die Beantwortung der Fragen und damit auf die subjektive Empfindung zu untersuchen, wurden als Eingangsfragen zwei Fragen hierzu gestellt. Die erste Frage D1 bezog sich auf die Berufserfahrung, die zweite Frage D2 diente der Erhebung einer vorhandenen Zusatzqualifikation (siehe Anhang – Mitarbeiterfragebogen). Aufgrund datenschutzrechtlicher Vorgaben war eine Erfassung weiterer soziodemographischer Daten, wie z.B. Alter und Geschlecht, nicht möglich.

Im Anschluss an die demographischen Fragen wurden neun Fragen zum Einmalkatheter (Teil 2 – Endotracheale Absaugung mit Einweg-Absaugkatheter) und weitere neun Fragen zur geschlossenen Absaugung (Teil 3 – Endotracheale Absaugung mit geschlossener Absaugung) gestellt. Diese Fragen bezogen sich auf die Merkmale Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie allgemeine hygienische Aspekte der Katheter. Die einzelnen Fragen können dem Fragebogen im Anhang entnommen werden.

Jede Frage sollte auf einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet werden. Dementsprechend wurde der ersten Antwortmöglichkeit ein Score von 5 zugewiesen, dem nächsten von 4 usw. Das folgende Beispiel verdeutlicht dies:

„Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit den offenen Absaugkathetern?“

- Äußerst sicher Score=5
- sehr sicher Score=4
- mehr oder weniger sicher Score=3
- etwas unsicher Score=2
- unsicher Score=1

Mit dem Ziel einer differenzierten inferenzstatistischen Gegenüberstellung der beiden Kathetersysteme wurden einzelne Fragebogen-Items mit ähnlicher inhaltlicher Bedeutung ausgewählt und zu den übergeordneten Dimensionen Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang (2 Fragen, max. 10 Punkte), Hygiene (7 Fragen, max. 35 Punkte) und Gesamtbewertung (9 Fragen, max. 45 Punkte) zusammengefasst. Tabelle 1 veranschaulicht, welche Fragen welcher Dimension zugeordnet wurden.

Tabelle 1: Zuordnung Frage des Fragebogens in Dimension Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Hygiene.

Dimension	offenes System (E)	geschlossenes System (G)
Gesamtbewertung	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9	G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9
Handhabbarkeit	E1, E2	G1, G2
Hygiene	E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9	G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9

Die Fragen wurden so erfasst, dass die Kodierung in die gleiche Richtung zeigte (hoher Score = hohe Hygiene/hohe Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang; niedriger Score = geringe Hygiene/geringe Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang). Zur statistischen Auswertung erfolgte die Bildung eines Summenscores, um so eine Analyse auf Intervallskalenniveau zu ermöglichen.

3.7 Datenerfassung und -analyse

Die erhobenen Studiendaten wurden in Microsoft Excel erfasst. Die deskriptive sowie inferenzstatistische Datenanalyse erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS für Mac. Die grafische Darstellung der Daten erfolgte mit dem Programm Prism 8 für macOS. Die statistischen Analysen wurden in Zusammenarbeit mit Frau Sandra Lange, Institut für Psychologie, angefertigt.

Analyse von nominal- und ordinalskalierten Daten

Die deskriptive Auswertung diskreter, nominaler Daten (z. B. Geschlecht, mikrobiologischer Befund) sowie diskreter, ordinaler Daten (z. B. Ergebnisse von 5-stufigen-Likertskalen) erfolgte durch Berechnung und Darstellung der absoluten sowie relative Häufigkeiten für die jeweiligen Antwortkategorien.

Zur inferenzstatistischen Analyse nominaler sowie ordinalskalierten Daten wurden Kontingenztafeln erstellt und mittels Chi-Quadrat-Tests analysiert. Im Falle einer Zelloberhäufigkeit kleiner als 5 wurde Fisher's Exakter Test verwendet.

Die Beurteilung eines Einflusses von kontaminiertem Patientensekret (nominalskaliert) auf den mikrobiologischen Befund des verwendeten Katheters (nominalskaliert) erfolgte durch Berechnung des Relativen Risikos sowie des 95%-Konfidenzintervalls.

Analyse intervallskalierter Daten

Die deskriptive Auswertung intervallskalierter Daten (z. B. Alter, Summenscores) erfolgte über die Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen.

Zur inferenzstatistischen Analyse wurden die intervallskalierten Daten zunächst mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung sowie mit dem Levene-Test auf Varianzgleichheit überprüft. Anschließend wurden normalverteilte, intervallskalierten Daten mit dem abhängigen oder unabhängigen Student's t-Test auf Signifikanz geprüft. Im Falle einer Verletzung der Normalverteilungsannahme wurde der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test für abhängige Daten oder der nicht-parametrische Wilcoxon-Test für unabhängige Daten berechnet. Zur Beurteilung der klinischen Bedeutung signifikanter Unterschiede wurde die Effektstärke nach Cohen ermittelt.

Die Überprüfung eines Einflusses intervallskalierter Daten (z. B. Krankenhausaufenthalt) auf die mikrobiologischen Befunde der verwendeten Katheter erfolgte mit einer logistischen Regressionsanalyse und Berechnung des β -Gewichts sowie des 95%-Konfidenzintervalls.

Alle Analysen erfolgten zweiseitig sowie unter Berücksichtigung eines 5%-Signifikanzniveaus ($p < 0.05$).

4 Ergebnisse

4.1 Mikrobiologische Untersuchung – Patientendaten

4.1.1 Deskriptive Ergebnisse

Patienten der Gruppe der EK wurden vom 10.10.2016 bis 30.01.2017 rekrutiert, Patienten mit GA vom 06.10.2016 bis 29.03.2017. Eine Gegenüberstellung der Patientencharakteristika zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Patientencharakteristika der Studie bei Behandlung mit EK oder GA. Daten dargestellt als absolute Häufigkeiten (n) mit relativen Häufigkeiten (%) sowie Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD).

	Einmalkatheter n (%), MW (SD)	Geschlossene Absaugung n (%), MW (SD)
Anzahl	30 (100%)	30 (100%)
Männlich	21 (70%)	19 (63.3%)
Alter in Jahren	63.83 (12.92)	66.50 (13.04)
Krankenhausaufenthalt (Tage)	5.77 (9.57)	2.27 (4.08)
ITS-Aufenthalt (Tage)	2.87 (2.61)	2.63 (1.69)
Aufnahmediagnose		
pulmonal	2 (6.7%)	8 (26.7%)
neurologisch/neurochirurgisch	10 (33.3%)	13 (43.3%)
viszeralchirurgisch	14 (46.7%)	4 (13.3%)
sonstige	4 (13.3%)	5 (16.7%)
ASA Klassifikation		
I	0 (0%)	0 (0%)
II	3 (10%)	2 (6.7%)
III	16 (53.3%)	13 (43.3%)
IV	11 (36.7%)	14 (46.7%)
V	0 (0%)	1 (3.3%)
Beatmungsdauer (Stunden)	45.67 (15.23)	63.10 (66.37)
Art der Beatmung		
assistiert	5 (16.7%)	5 (16.7%)
druckkontrolliert	24 (80%)	18 (60%)
volumenkontrolliert	1 (3.3%)	7 (23.3%)
Tubusgröße	8.08 (0.49)	8.07 (0.52)
Horovitz Index	281.17 (75.11)	240.77 (74.68)
Ernährung		
enteral	24 (80%)	23 (76.7%)
parenteral	4 (13.3%)	3 (10%)
keine	2 (6.7%)	4 (13.3%)
Antinfektive Therapie	30 (100%)	28 (93.3%)
SDD	28 (93.3%)	27 (90%)

4.1.2 Inferenzstatistische Ergebnisse

In der anschließenden Überprüfung wurden die erhaltenen Daten in beiden Gruppen gegenübergestellt. Die Chi-Quadrat-Analyse ergab, dass sich die beiden Kathetergruppen hinsichtlich der Aufnahmediagnose signifikant unterschieden ($Chi\text{-}Quadrat = 9.658, p = .020, n = 60$). Während in der Gruppe der Einmalkatheter die viszeralchirurgischen Patienten dominierten, waren Patienten mit neurologisch/neurochirurgischer Aufnahmediagnose das führende Patientenkontingent in der Gruppe der geschlossenen Absaugkatheter. Des Weiteren traten pulmonale Aufnahmediagnosen in der Gruppe der geschlossenen Absaugkatheter häufiger auf. (siehe Abb. 5)

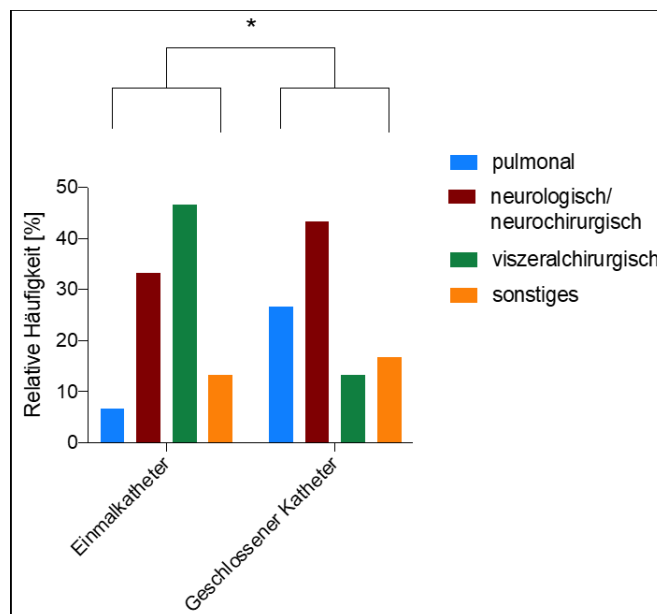


Abbildung 5: Ergebnisse der Aufnahmediagnose der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter. Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.

Hinsichtlich der Beatmungsmodi bestand kein signifikanter Unterschied ($Chi\text{-}Quadrat: p > 0.05$). In beiden Gruppen dominierte die druckkontrollierte Beatmung. (siehe Abb.6) Jedoch lag für die geschlossenen Absaugung eine größere Patientengruppe mit volumenkontrollierter Beatmung vor. Eine Einzelanalyse für die Häufigkeit dieser Beatmungsform in Abhängigkeit von der Katheterart ergab einen signifikanten Unterschied ($Chi\text{-}Quadrat = 5.192, p = .023, n = 60$).

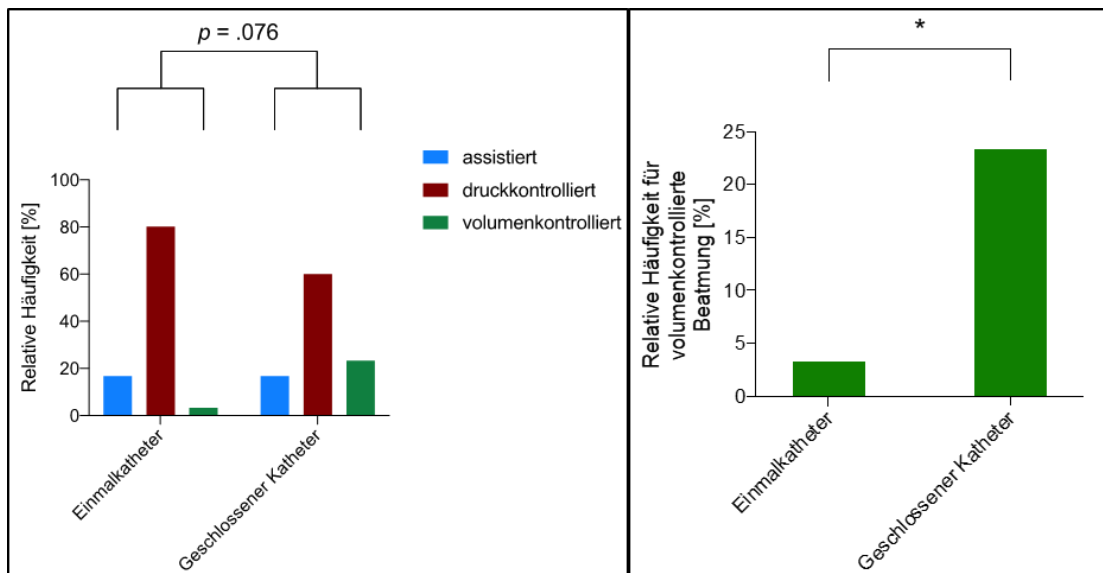


Abbildung 6: Ergebnisse der Art der Beatmung der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter. Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.

Ebenfalls analysiert wurde die Häufigkeitsverteilung der ASA-Klassifikation sowie der Ernährungsform. Hier lag jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Kathetergruppen vor (Chi-Quadrat: $p > 0.05$).

Für die intervallskalierten Parameter Tubusgröße, Beatmungsdauer, Krankenhausaufenthalt sowie ITS-Aufenthalt zeigte die Analyse, dass kein statistisch signifikanter Mittelwertunterschied (Mann-Whitney-U-Test: $p > 0.05$) zwischen beiden Katheterarten hinsichtlich der vier genannten Parameter bestand (siehe Abb. 7).

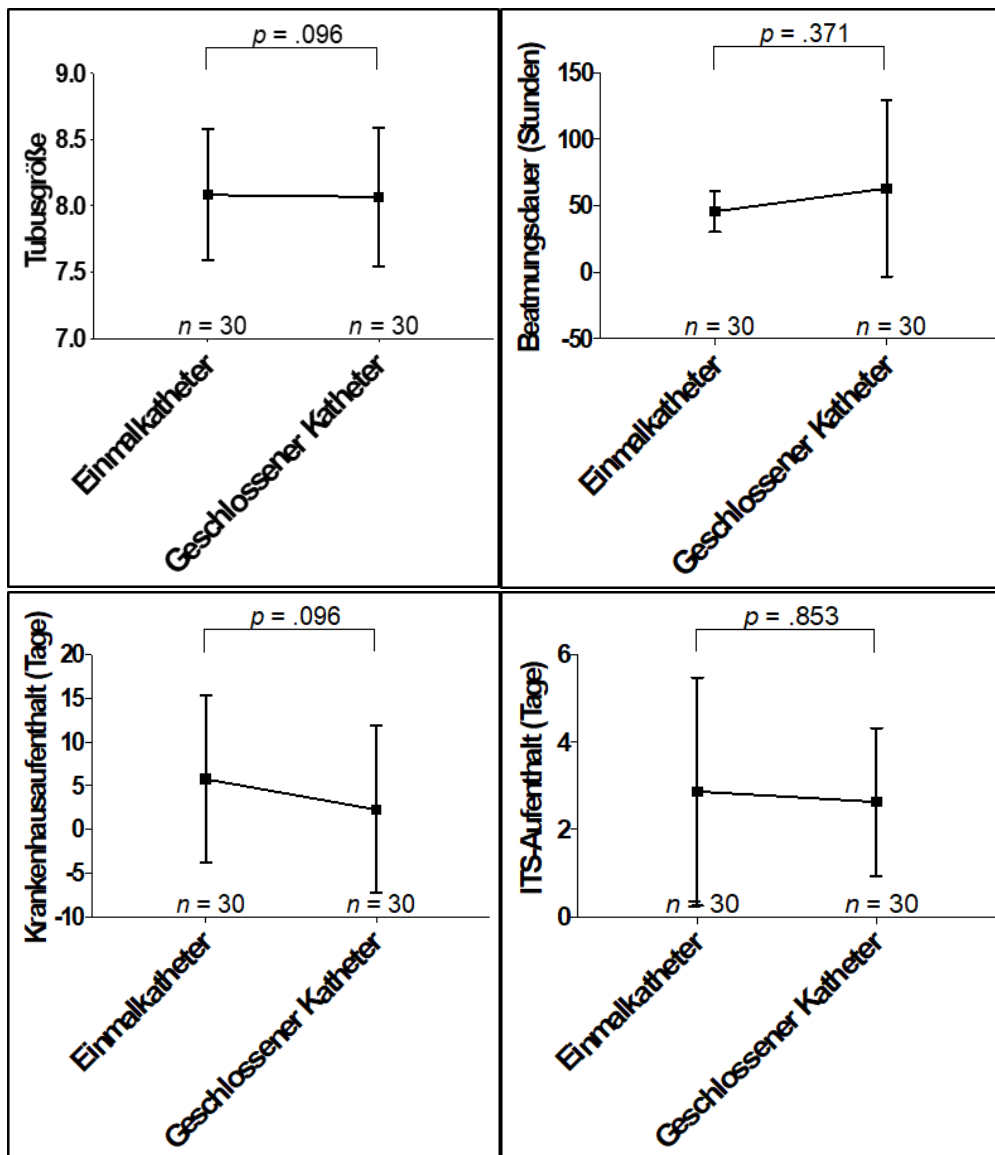


Abbildung 7: Nicht-parametrische Analyse intervallskalierter Parameter. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte sowie Standardabweichungen der Tubusgrößen, Beatmungsdauer, Krankenhausaufenthalt sowie ITSAufenthalt im Vergleich zwischen Einmalkatheter und Geschlossenem Katheter. Es lag für keinen Parameter ein statistisch signifikanter Unterschied vor.

Für die Parameter Alter und Horovitz-Index war die Normalverteilungsannahme gegeben, so dass die statische Analyse mit dem Students *t*-Test erfolgen konnte.

Die Analyse der Mittelwerte zeigte, dass für den Parameter Alter kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kathetertypen vorlag ($t(58) = -.796$, $p = .429$, $n = 60$, siehe Abb. 8). Demgegenüber war der Horovitz-Index in der Einmalkatheter-Patientengruppe ($MW = 281,17$, $SD = 75.11$, $n = 30$) im Vergleich zur Patientengruppe, die mit dem geschlossenen Kathetersystem

beatmet wurde ($MW = 240.77$, $SD = 74.68$, $n = 30$) signifikant größer ($t(58) = 2.089$, $p = .041$, $d = .549$, siehe Abb. 8)

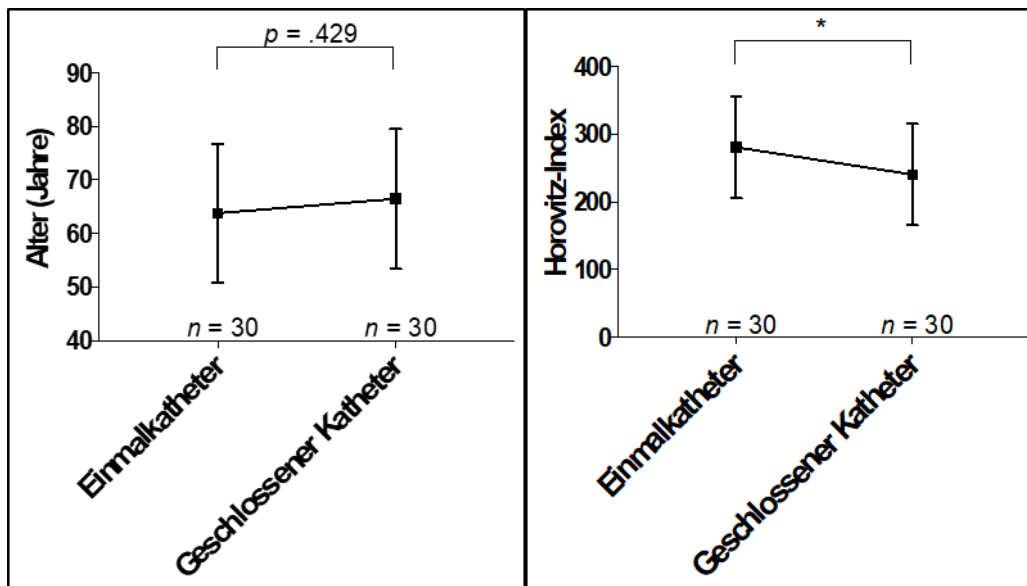


Abbildung 8: Parametrische Analyse intervallskalierter Parameter. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen des Alters sowie des Horovitz-Index im Vergleich zwischen Einmalkatheter und geschlossenem Katheter. Das Alter unterschied sich nicht signifikant in beiden Kathetergruppen. Der Horovitz-Index war in der Einmalkatheter-Gruppe signifikant höher als in der Geschlossenen Katheter-Gruppe ($t(58) = 2.089$, $p = .041$, $n = 60$). Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.

4.2 Mikrobiologische Untersuchung - Befunde

4.2.1 Einmalkatheter

Alle gewonnenen Katheterproben wurden in das Institut für Hygiene überführt und dort analysiert. Von den 30 Proben zeigten 23 (76,7 %) einen positiven Befund, diese Proben wurden hinsichtlich des Erregers untersucht und typisiert. Sieben Katheterproben (23,3 %) blieben steril. Die detaillierten mikrobiologischen Befunde der einzelnen Proben können Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung der Patientengruppe Einmalkatheter.

Proben-ID	Erregerdifferenzierung
001EK	Koagulase-negative Staphylokokken (KNS)
002EK	steril
003EK	Enterococcus faecium, Candida albicans
004EK	vergrünende Streptokokken
005EK	steril
006EK	Staphylococcus aureus, Candida albicans
007EK	Methicillin sensibler Staphylococcus aureus (MSSA)
008EK	Micrococcus luteus, Staphylococcus hominis
009EK	Enterococcus faecium, Candida albicans
010EK	Enterococcus faecalis, Candida albicans, Corynebacterium tuberculostearicum, Koagulase-negative Staphylokokken
011EK	Pseudomonas aeruginosa, Serratia liquefaciens, Candida albicans, Lactobacillus casei
012EK	Candida albicans
013EK	Koagulase-negative Staphylokokken
014EK	Candida albicans
015EK	Candida albicans
016EK	Candida albicans
017EK	Candida albicans, Kocuria kristinea
018EK	Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans
019EK	steril
020EK	Candida albicans
021EK	Candida albicans
022EK	steril
023EK	steril
024EK	steril
025EK	Staphylococcus aureus, Candida albicans, vergrünende Streptokokken
026EK	Candida albicans
027EK	steril
028EK	Candida albicans
029EK	Koagulase-negative Staphylokokken, Candida albicans, Saccharomyces cerevisiae
030EK	Micrococcus Luteus, Enterococcus faecium, Candida albicans

Zusätzlich wurden bei allen Patienten zum Abnahmezeitpunkt vorhandene Sekretanalysen (Trachealsekret, Bronchialsekret oder bronchoalveoläre Lavage, kurz BAL) erfasst.

Hier wurden bei 19 Patienten (63,3 %), unabhängig von der Studie, Sekret-Untersuchungen durch die Intensivstation durchgeführt, bei elf Patienten (36,7 %) wurde durch das Behandlungsteam der Intensivstation keine mikrobiologische Diagnostik bis zum Abnahmezeitpunkt durchgeführt. Von den untersuchten 19 Proben zeigten 16 Sekretproben (84 %) ein positives Ergebnis im Sinne einer nachgewiesenen mikrobiellen Besiedlung und drei Proben (16 %) ein negatives Ergebnis, blieben also steril.

Die erfassten Ergebnisse wurden mit den gewonnenen Katheterproben hinsichtlich einer Übereinstimmung des Keimspektrums verglichen, um zu überprüfen, ob die in den Katheterproben nachgewiesenen Keime mutmaßlich auf eine Adhäsion der Patientenflora im Katheterinneren zurückgehen oder eine Umgebungskontamination vorliegen könnte.

Tabelle 4 zeigt die Gegenüberstellung der erfassten Befunde.

Tabelle 4: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung verglichen mit den Sekretbefunden der Patientengruppe Einmalkatheter. Bei "--" erfolgte keine Diagnostik einer Sekretprobe.

Proben-ID	Erregerdifferenzierung	Befund Sekretproben
001EK	Koagulase-negative Staphylokokken	Candida albicans
002EK	steril	--
003EK	Enterococcus faecium, Candida albicans	Enterococcus spez., Candida glabrata
004EK	vergrünende Streptokokken	--
005EK	steril	--
006EK	Staphylococcus aureus, Candida albicans	Strept. pneumoniae Staph. aureus, Candida glabrata, albicans, tropicalis
007EK	MSSA	Staph. aureus
008EK	Micrococcus luteus, Staphylococcus hominis	--
009EK	Enterococcus faecium, Candida albicans	E.coli, vergrün. Strept., Neisseria, Enterococcus spez., Proteus, Enterobacter
010EK	Enterococcus faecalis, Candida albicans, Corynebacterium tuberculostearicum, KNS	Candida glabrata, albicans
011EK	Pseudomonas aeruginosa, Serratia liquefaciens, Candida albicans, Lactobacillus casei	Pseudomonas aeruginosa, Serratia liquefaciens, Candida albicans
012EK	Candida albicans	Candida albicans
013EK	KNS	steril
014EK	Candida albicans	Candida albicans
015EK	Candida albicans	--
016EK	Candida albicans	--
017EK	Candida albicans, Kocuria kristinea	KNS
018EK	Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans	--
019EK	steril	--
020EK	Candida albicans	--
021EK	Candida albicans	Staph. aureus, Candida albicans
022EK	steril	--
023EK	steril	Candida albicans, glabrata
024EK	steril	Klebsiella pneum., Candida
025EK	Staphylococcus aureus, Candida albicans, vergrünende Streptokokken	--
026EK	Candida albicans	steril
027EK	steril	steril
028EK	Candida albicans	Candida glabrata, albicans
029EK	KNS, Candida albicans, Saccharomyces cerevisiae	Candida albicans
030EK	Micrococcus Luteus, Enterococcus faecium, Candida albicans	Enterococcus spez., Candida krusei, albicans

4.2.2 Geschlossene Absaugung

Die 30 Katheterproben der geschlossenen Absaugung wurden mit der gleichen Methode im Institut für Hygiene analysiert. Hier waren 17 Proben (56,7 %) mit Keimen besiedelt, 13 Proben (43,3 %) blieben steril. Die ermittelten Ergebnisse im Detail können Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung der Patientengruppe geschlossene Absaugung.

Proben-ID	Erregerdifferenzierung
001GA	KNS
002GA	steril
003GA	steril
004GA	Candida albicans
005GA	steril
006GA	Candida lusitaniae
007GA	steril
008GA	steril
009GA	Candida albicans
010GA	Klebsiella oxytoca
011GA	Streptococcus anginosus, E. coli, Streptococcus parasanguinis
012GA	Enterobacter cloacae
013GA	KNS, Corynebacterium spe., Micrococcus luteus, Candida albicans
014GA	Staphylococcus aureus, Candida albicans
015GA	Candida albicans
016GA	Staphylococcus aureus
017GA	steril
018GA	KNS
019GA	KNS
020GA	steril
021GA	Candida parapsilosis
022GA	steril
023GA	steril
024GA	steril
025GA	steril
026GA	steril
027GA	Candida kefyr(pseudotropicalis), Lactobacillus rhamnosus
028GA	E. coli
029GA	KNS
030GA	steril

Auch bei dieser Patientengruppe wurden die zum Abnahmezeitpunkt vorhandenen Ergebnisse mikrobiologischer Sekretanalysen (Trachealsekret, Bronchialsekret und bronchoalveoläre Lavage) erfasst. Bei insgesamt 25 Patienten (83,3 %) war eine Untersuchung erfolgt, bei fünf Patienten (16,7 %) war zum Abnahmezeitpunkt keine Diagnostik vorhanden. Von den untersuchten Sekretproben zeigten 18 Proben (72 %) ein positives Ergebnis im Sinne einer mikrobiellen Besiedlung und sieben Proben (28 %) ein negatives, blieben also steril. Der Vergleich der Ergebnisse der Katheterproben mit den vorhandenen Sekretanalysen ist Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung verglichen mit den Sekretbefunden der Patientengruppe geschlossene Absaugung. Bei "--" erfolgte keine Diagnostik einer Sekretprobe.

Proben-ID	Erregerdifferenzierung	Befund TS
001GA	KNS	Candida albicans
002GA	steril	steril
003GA	steril	steril
004GA	Candida albicans	Candida albicans + glabrata
005GA	steril	steril
006GA	Candida lusitaniae	Candida glabrata
007GA	steril	--
008GA	steril	steril
009GA	Candida albicans	--
010GA	Klebsiella oxytoca	vergrün. Strept., Staph. aureus
011GA	Strept. anginosus, E. coli, Strept. parasanguinis	vergrün. Strept., E. coli, Proteus vulgaris
012GA	Enterobacter cloacae	Enterobacter cloacae
013GA	KNS, Corynebacterium spe., Micrococcus luteus, Candida albicans	E. coli, Candida albicans
014GA	Staph. aureus, Candida albicans	KNS, vergrün. Strept., Staph. aureus, Candida tropicalis
015GA	Candida albicans	Candida glabrata
016GA	Staph. aureus	--
017GA	steril	--
018GA	KNS	vergrün. Strept.
019GA	KNS	vergrün. Strept., E.coli, Aspergillus, Penicillium
020GA	steril	Strept. mitis, Candida albicans
021GA	Candida parapsilosis	Enterococcus spez.
022GA	steril	steril
023GA	steril	KNS, vergrün. Strept., Staph. aureus
024GA	steril	--
025GA	steril	steril
026GA	steril	KNS; Enterococcus spez., Candida albicans
027GA	Candida kefyr(pseudotropicalis), Lactobacillus rhamnosus	Enterococcus spez., Candida kefyr
028GA	E. coli	--
029GA	KNS	Klebsiella oxytoca, vergrün. Strept., Neisseria
030GA	steril	E. coli, Enterococcus spez., Candida albicans

4.3 Vergleich der mikrobiologischen Befunde beider Kathetersysteme

Im Anschluss an die Einzelanalyse der mikrobiologischen Befunde pro Kathetersystem erfolgte eine Gegenüberstellung mit den vorhandenen Sekretproben beider Kathetersysteme. Hierdurch sollte überprüft werden, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Kathetertypen hinsichtlich eines positiven Befundes gab und damit einen nachweisbaren Unterschied in der mikrobiellen Kontamination. Mit dem Vergleich zur Häufigkeit der Sekretbefunde sollte des Weiteren untersucht werden, ob es sich wahrscheinlich um eine Kontamination mit Patientenflora handelte oder eine Umgebungskontamination vorgelegen haben könnte.

Eine Gegenüberstellung der ermittelten Ergebnisse von Einmalkathetern und geschlossenen Kathetern zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7: Gegenüberstellung der mikrobiologische Ergebnisse von Sekret- und Katheterproben der Gruppen Einmalkatheter und geschlossene Absaugung.

Mikrobiologische Befunde	Einmalkatheter n (%)	geschlossene Absaugung n (%)
<i>Katheterprobe</i>		
Anzahl	30 (100%)	30 (100%)
positiv	23 (76.7%)	17 (56.7%)
negativ	7 (23.3%)	13 (43.3%)
<i>Sekretprobe</i>		
Anzahl	19 (100%)	25 (100%)
positiv	16 (84%)	18 (72%)
negativ	3 (16%)	7 (28%)

Betrachtet man die Häufigkeit positiver und negativer mikrobiologischer Befunde unabhängig vom Kathetertyp, so fanden sich bei 40 (66,7 %) der untersuchten Katheterproben ein positiver Befund. 20 (33,3 %) untersuchte Katheterproben blieben steril. Bei den ermittelten Sekretproben waren unabhängig vom Kathetertyp insgesamt 34 Proben (77,3 %) positiv, 10 Proben (22,7 %) negativ. Die Gesamtanzahl positiver und negativer Befunde unterschied sich somit

signifikant bei den Katheterproben (40 versus 20) und den Sekretproben (34 versus 10).

Stellt man die einzelnen Ergebnisse der Katheterproben gegenüber, so ergab sich bei 76,7 % der Einmalkatheter ein positiver Keimnachweis. Bei der geschlossenen Absaugung zeigte sich bei 56,7 % ein positiver Keimnachweis. Das Ergebnis zeigte keinen signifikanten Unterschied (Fisher's Exakter Test: $p = .085$), aber einen deutlichen Trend. Eine graphische Darstellung der Ergebnisse der Katheterproben zeigt Abbildung 9.

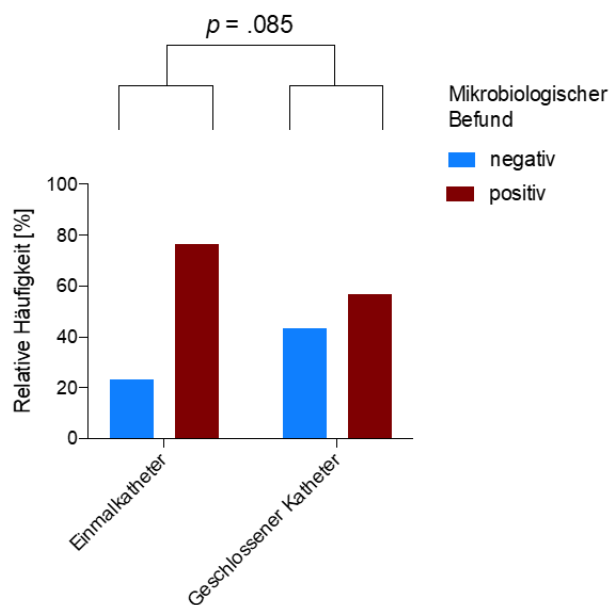


Abbildung 9: Ergebnisse der mikrobiologischen Befunde der Katheterproben.

Bei den erhobenen Sekretbefunden finden sich bei 84 % der untersuchten Einmalkatheter-Patienten ein positiver Nachweis, in der Gruppe der Patienten mit geschlossener Absaugung haben 72 % der Patienten einen positiven Befund. Auch hier ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

In einem zweiten Schritt wurde dann die Häufigkeit positiver Befunde weiter in „bakterielle Besiedlung“, „Pilzbesiedlung“ sowie „bakterielle Besiedlung und Pilzbesiedlung“ differenziert und ebenfalls auf Unterschiede in der Häufigkeit abhängig von der betrachteten Variable untersucht (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Kreuztabelle zur Untersuchung der Häufigkeit eines differenzierteren mikrobiologischen Katheterbefunds in Abhängigkeit vom Kathetertyp.

		Mikrobiologische Untersuchung (Katheterprobe)					Gesamt
		negativ	Bakterien	Pilze	Bakterien & Pilze		
Katheter	Einmal-	n	7	5	8	10	30
		%	23.3%	16.7%	26.7%	33.3%	100.0%
	geschlossen	n	13	9	5	3	30
		%	43.3%	30.0%	16.7%	10.0%	100.0%
Gesamt	n	20	14	12	13	60	
	%	33.3%	23.3%	21.7%	21.7%	100.0%	

Auch diese differenzierte Betrachtung ergab im Chi-Quadrat-Test keinen signifikanten Unterschied (Chi-Quadrat = 7.404, p = .060, n = 60).

4.4 Untersuchungen zu Einflussvariablen auf die mikrobiologischen Befunde

Es wurde überprüft, ob in Abhängigkeit einzelner Variablen der Patientencharakteristika sich die Häufigkeit positiver oder negativer mikrobiologischer Sekretbefunde signifikant unterscheidet. Bei der Überprüfung eines Einflusses von Geschlecht, ASA-Klassifikation und Beatmungsdauer zeigte sich kein signifikanter Einfluss dieser Variablen auf die Häufigkeit positiver oder negativer mikrobiologischer Sekretbefunde.

Es wurde des Weiteren überprüft, ob die Dauer des Krankenhausaufenthaltes oder des Intensivstationsaufenthaltes einen Einfluss auf die Häufigkeit positiver und negativer mikrobiologischer Sekretbefunde hatte. Eine logistische Regressionsanalyse zeigte, dass weder die Dauer des Krankenhausaufenthaltes noch des ITS-Aufenthaltes einen signifikanten Einfluss auf den mikrobiologischen Sekretbefund hatten.

Bezogen auf die mikrobiologische Besiedlung des Kathetermaterials ergab die logistische Regressionsanalyse, dass sich die Dauer des Krankenhausaufenthaltes ($\beta = 1.055$, 95%-KI: .78, 1.44) sowie des ITS-Aufenthaltes ($\beta = .892$, 95%-KI: .395, 2.017) ebenfalls nicht signifikant auswirkte.

Anschließend wurde überprüft, wie die erhobenen Katheterbefunde mit den Sekretproben korrelierten. Tabelle 10 zeigt die Gegenüberstellung der mikrobiologischen Befunde unabhängig vom Kathetertyp.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der mikrobiologischen Befunde der Sekretprobe mit der Katheterprobe der Gesamtbefunde unabhängig vom Kathetertyp.

		Mikrobiologischer Befund der Katheterprobe	
		negativ	positiv
Mikrobiologischer Befund der Sekretprobe	negativ	8	2
	positiv	6	28

Bei zwei Patienten kam es zu einer Kontaminierung des Katheters trotz eines negativen Sekretbefundes (Befundkonstellation Sekret negativ – Katheter positiv). Hierbei handelte es sich um Patienten der Gruppe Einmalkatheter (siehe Tabelle 10, Gegenüberstellung in Abhängigkeit vom verwendeten Katheter). Bei sechs Patienten kam es trotz positivem Sekretbefund nicht zu einer Kontaminierung des jeweiligen Katheters (Befundkonstellation Sekret positiv – Katheter negativ). In 28 Fällen lag bei positivem Sekretbefund auch ein positiver Katheterbefund vor. In acht Fällen waren sowohl die Sekret- als auch die Katheterprobe des jeweiligen Patienten nicht belastet.

Tabelle 10: Gegenüberstellung der mikrobiologischen Befunde der Sekretprobe mit der Katheterprobe abhängig vom Kathetertyp.

Kathetertyp	Befund der Sekretproben (n)	Befund der Katheterproben (n)	
		negativ	positiv
Einmalkatheter	negativ	1	2
	positiv	2	14
Geschlossener Katheter	negativ	7	0
	positiv	4	14

Zur Beurteilung eines Zusammenhanges zwischen Kathetertyp und einer mikrobiologischen Übertragung von Patientensekret auf Kathetermaterial, wurde das relative Risiko (RR) für einen mikrobiologischen Befall des jeweiligen

Kathetersystems in Abhängigkeit von der Sekretprobe untersucht (Abb. 10). Hierbei zeigte sich, dass das RR eines mikrobiologischen Befalls des Einmalkatheters trotz negativem Sekretbefund im Vergleich zum geschlossenen Katheter um das 1.8-fache erhöht war (95%-KI: .60; 5.61). Im Falle eines bereits kontaminierten Patientensekretes war das Risiko für einen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter um das 1.1-fache höher (95%-KI: .83, 1.53). Unabhängig vom Sekretbefund zeigte sich ein signifikant höheres Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter ($RR = 1.5$, 95%-KI: 1.01; 2.25).

Relatives Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Katheters

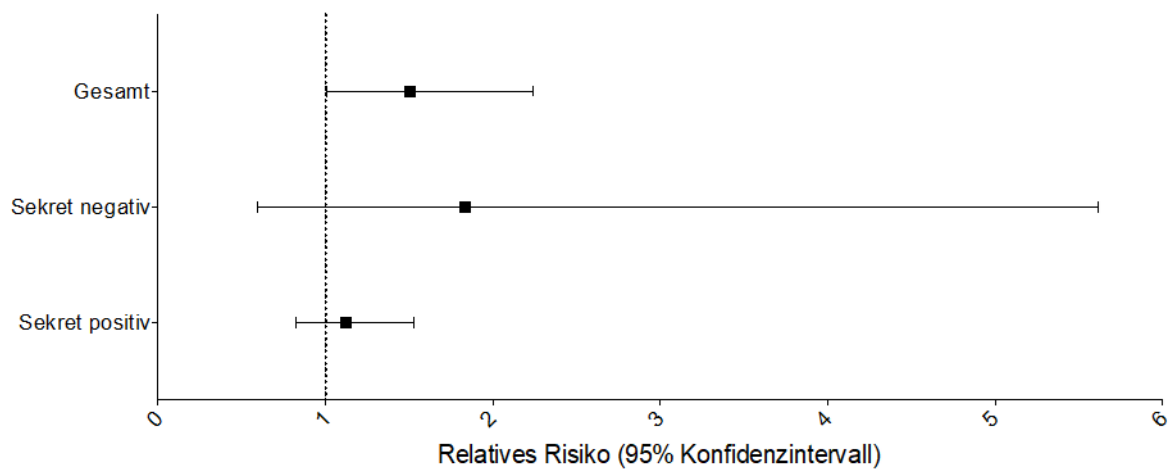


Abbildung 10: Relatives Risiko für einen mikrobiologischen Befall der Katheter. $RR > 1$: Größeres Risiko für den Einmalkatheter. Dargestellt sind das RR mit dem 95%-Konfidenzintervall.

4.5 Mitarbeiterfragebogen – Rücklauf

Zur Evaluation beider Kathetersysteme wurde ein dreiteiliger Fragebogen mit insgesamt 20 Fragen entwickelt (siehe Anhang). Mit Beginn Oktober 2016 waren 75 Pflegekräfte der Intensivstation 1 aufgefordert, den Fragebogen auszufüllen.

Bis zum 31.12.2016 wurden 28 Fragebögen beantwortet, dies entsprach einer Quote von 37,3%. Da eine höhere Rücklaufquote angestrebt wurde, wurde anschließend erneut auf die Fragebogenevaluation hingewiesen und die Bögen verblieben bis Ende Februar in der Auslage.

Mit dem Stichtag 28.02.2017 reichten 35 der 75 Anwender ihren Fragebogen vollständig ausgefüllt ein (Rücklaufquote 46,7%). Der Fragebogen wurde anschließend von Station entfernt und die erhaltenen Bögen ausgewertet.

4.6 Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Demographische Daten

Im ersten Teil des Fragebogens wurde die betreffende Pflegekraft gebeten, Angaben zu ihrer Berufserfahrung und Zusatzqualifikation zu machen. Die dabei erhobenen Daten sind im Folgenden unter jeder Frage tabellarisch aufgeführt.

D1: Wie viele Jahre arbeiten Sie in einem Arbeitsbereich (ITS, IMC, Anästhesie o.a.) mit intubiert und beatmeten Patienten?

Antwort \ Ergebnis	Gesamt (35)
< 1 Jahr	3
1-5 Jahre	10
5-10 Jahre	12
10-20 Jahre	7
>20 Jahre	3

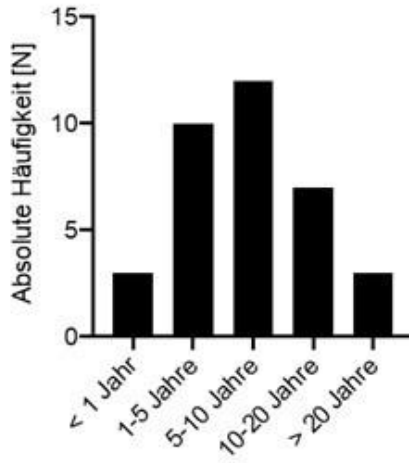
D2: Besitzen Sie eine der folgenden Zusatzqualifikationen (Mehrfachantworten möglich)?

Antwort \ Ergebnis	Gesamt (39)
Fachweiterbildung A/I	6
Beatmungstherapeut	0
Weiterbildung Hygienebeauftragter	2
Keine Zusatzqualifikation	22
Eine andere Zusatzqualifikation als die genannten	9

Bei Frage D2 wurde von 3 Pflegekräften mehrere Zusatzqualifikationen angegeben, daher liegt die Gesamtantwortanzahl bei 39. Die Mehrzahl der 35 Befragten hatte mindestens 5 Jahre Berufserfahrung mit intubiert und beatmeten Patienten (n = 22 (62,9 %), siehe Abb.11-A). Die Mehrzahl der Befragten besaß keine Zusatzqualifikation (n = 22 (56,4 %), siehe Abb.11-B).

A

D1: „Wie viele Jahre arbeiten Sie in einem Arbeitsbereich (ITS, IMC, Anästhesie o. a.) mit intubierten Patienten?“

**B**

D2: „Besitzen Sie eine der folgenden Zusatzqualifikationen?“

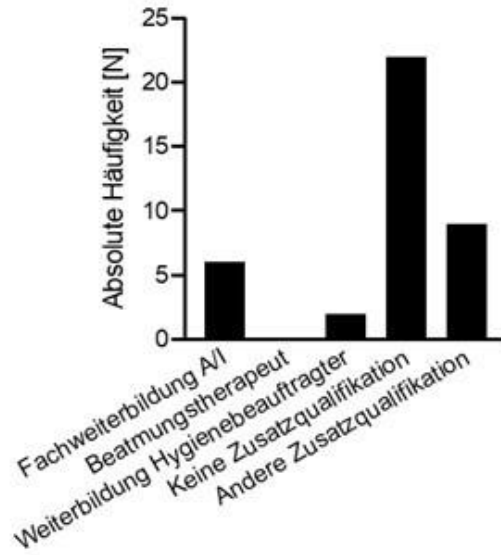


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Antworten auf Frage D1 (Berufserfahrung) und D2 (Zusatzqualifikation) des Mitarbeiterfragebogens.

4.7 Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Endotracheale Absaugung mit Einmalkathetern

Teil 2 des Fragebogens enthielt neun Fragen zum Einmalkatheter. Auf einer 5-stufigen Likert-Skala sollte der Befragte seine Einschätzung geben. Die dabei erhobenen Daten werden im Folgenden tabellarisch vorgestellt.

E1: Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit den offenen Absaugkathetern?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Äußerst sicher	15 (42,9%)
Sehr sicher	18 (51,4%)
Mehr oder weniger sicher	2 (5,7%)
Etwas unsicher	0 (0%)
Unsicher	0 (0%)

E2: Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Äußerst einfach	6 (17,1%)
Sehr einfach	20 (57,1%)
Mehr oder weniger einfach	8 (22,9%)
Etwas schwierig	1 (2,9%)
Schwierig	0 (0%)

E3: Verwenden Sie zur endotrachealen Absaugung mit Einweg-Katheter einen sterilen Handschuh?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Immer	25 (71,4%)
Meistens	9 (25,7%)
Gelegentlich	1 (2,9%)
Selten	0 (0%)
Nie	0 (0%)

E4: Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	3 (8,6%)
Meistens	12 (34,3%)
Gelegentlich	5 (14,3%)
Selten	8 (22,9%)
Nie	7 (20%)

E5: Wie oft muss der Absaugvorgang mittels Einmal-Absaugkathetern zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt wiederholt werden?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
1mal	6 (17,1%)
2-3mal	25 (71,4%)
3-4mal	4 (11,4%)
4-5mal	0 (0%)
>5mal	0 (0%)

E6: Werden die im Köcher gelagerten Absaugkatheter in einer Schicht verbraucht?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	0 (0%)
Meistens	0 (0%)
Gelegentlich	7 (20%)
Selten	25 (71,4%)
Nie	3 (8,6%)

E7: Wenn nein, werden überzählige Absaugkatheter verworfen?

Ergebnis Antwort	Gesamt (32)*
Immer	0 (0%)
Meistens	0 (0%)
Gelegentlich	2 (6,3%)
Selten	3 (9,4%)
Nie	27 (84,4%)

* Bei dieser Frage gab es 3 Enthaltungen, so dass die Prozentzahlen auf n=32 berechnet wurden.

E8: Füllen Sie immer zu Schichtende ein paar neue Absaugkatheter nach?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Immer	3 (8,6%)
Meistens	15 (42,9%)
Gelegentlich	13 (37,1%)
Selten	4 (11,4%)
Nie	0 (0%)

E9: Bei Entnahme der Einmalkatheter aus dem Karton im Lager und Teilung in Einzelabpackungen wird die sterile Folienverpackung beschädigt und der Katheter somit unsteril?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Immer	3 (8,6%)
Meistens	1 (2,9%)
Gelegentlich	19 (54,3%)
Selten	11 (31,4%)
Nie	1 (2,9%)

4.8 Ergebnisse Mitarbeiterfragebogen – Endotracheale Absaugung mit geschlossener Absaugung

Der letzte Teil des Fragebogens widmete sich den geschlossenen Absaugkathetern. In neun Fragen sollten diese bewertet werden, wenn möglich wurden die Fragen dabei identisch zum Einmalkatheter gestellt. Die dabei getroffenen Angaben der Befragten sind nachfolgend aufgelistet.

G1: Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit der geschlossenen Absaugung?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Äußerst sicher	20 (57,1%)
Sehr sicher	13 (37,1%)
Mehr oder weniger sicher	2 (5,7%)
Etwas unsicher	0 (0%)
Unsicher	0 (0%)

G2: Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Äußerst einfach	16 (45,7%)
Sehr einfach	16 (45,7%)
Mehr oder weniger einfach	3 (8,6%)
Etwas schwierig	0 (0%)
Schwierig	0 (0%)

G3: Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

Ergebnis Antwort	Gesamt (35)
Immer	7 (20%)
Meistens	17 (48,6%)
Gelegentlich	7 (20%)
Selten	3 (8,6%)
Nie	1 (2,9%)

G4: Wie oft muss der Absaugkatheter zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt eingeführt werden?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
1mal	2 (5,7%)
2-3mal	30 (85,7%)
3-4mal	2 (5,7%)
4-5mal	1 (2,9%)
>5mal	0 (0%)

G5: Ist der Absaugkatheter nach Benutzung und Spülung mit 10 ml NaCl-Fertigspüllösung ausreichend gesäubert?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	3 (8,6%)
Meistens	28 (80%)
Gelegentlich	4 (11,4%)
Selten	0 (0%)
Nie	0 (0%)

G6: Verwenden Sie mehr als eine 10ml NaCl-Fertigspüllösung zum Reinigen der geschlossenen Absaugung?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	0 (0%)
Meistens	4 (11,4%)
Gelegentlich	1 (2,9%)
Selten	24 (68,6%)
Nie	6 (17,1%)

G7: Erfolgt der Wechsel der geschlossenen Absaugung nach 24h?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	22 (62,9%)
Meistens	10 (28,6%)
Gelegentlich	2 (5,7%)
Selten	1 (2,9%)
Nie	0 (0%)

G8: Ist am Absaugkatheter der Benutzungszeitraum ersichtlich / dokumentiert?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	4 (11,4%)
Meistens	8 (22,9%)
Gelegentlich	9 (25,7%)
Selten	13 (37,1%)
Nie	1 (2,9%)

G9: Ist im Computer der Benutzungszeitraum der geschlossenen Absaugung ersichtlich / dokumentiert?

Ergebnis	Gesamt (35)
Antwort	
Immer	1 (2,9%)
Meistens	2 (5,7%)
Gelegentlich	2 (5,7%)
Selten	6 (17,1%)
Nie	24 (68,6%)

4.9 Auswertung der Fragebögen nach Berufserfahrung

Um einen Einfluss der Berufserfahrung auf die gestellten Fragen zu evaluieren, wurden die Antworten aller Fragen hinsichtlich dieser ausgewertet. Dabei konnten folgende Ergebnisse für die Fragen E1-E9 erhoben werden:

E1: Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit den offenen Absaugkathetern?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
äußerst sicher	0% (0)	30% (3)	41,7% (5)	71,4% (5)	66,7% (2)
sehr sicher	100%(3)	50% (5)	58,3% (7)	28,6% (2)	33,3% (1)
Mehr oder weniger sicher	0% (0)	20% (2)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
etwas unsicher	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
sehr unsicher	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

E2: Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
äußerst einfach	0% (0)	0% (0)	33,3% (4)	14,3% (1)	33,3% (1)
sehr einfach	100% (3)	60% (6)	33,3% (4)	85,7% (6)	33,3% (1)
mehr oder weniger einfach	0% (0)	30% (3)	33,3% (4)	0% (0)	33,3% (1)
etwas schwierig	0% (0)	10% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
sehr schwierig	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

E3: Verwenden Sie zur endotrachealen Absaugung mit Einweg-Katheter einen sterilen Handschuh?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	100% (3)	60% (6)	66,7% (8)	71,4% (5)	100% (3)
meistens	0% (0)	40% (4)	33,3% (4)	14,3% (1)	0% (0)
gelegentlich	0% (0)	0% (0)	0% (0)	14,3% (1)	0% (0)
selten	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
nie	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

E4: Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	0% (0)	16,7% (2)	14,3% (1)	0% (0)
meistens	33,3% (1)	60% (6)	25% (3)	14,3% (1)	33,3% (1)
gelegentlich	33,3% (1)	0% (0)	8,3% (1)	42,9% (3)	0% (0)
selten	33,3% (1)	20% (2)	25% (3)	14,3% (1)	33,3% (1)
nie	0% (0)	20% (2)	25% (3)	14,3% (1)	33,3% (1)

E5: Wie oft muss der Absaugvorgang mittels Einmal-Absaugkathetern zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt wiederholt werden?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
1mal	33,3% (1)	30% (3)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
2-3mal	66,7% (2)	40% (4)	83,3% (10)	85,7% (6)	100% (3)
3-4mal	0% (0)	30% (3)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)
4-5mal	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
>5mal	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

E6: Werden die im Köcher gelagerten Absaugkatheter in einer Schicht verbraucht?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
meistens	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
gelegentlich	0% (0)	10% (1)	33,3% (4)	14,3% (1)	33,3% (1)
selten	100% (3)	70% (7)	58,3% (7)	85,7% (6)	66,7% (2)
nie	0% (0)	20% (2)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)

E7: Wenn nein, werden überzählige Absaugkatheter verworfen?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (9)	5-10 Jahre (11)	10-20 Jahre (6)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
meistens	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
gelegentlich	0% (0)	0% (0)	9,1% (1)	0% (0)	33,3% (1)
selten	0% (0)	0% (0)	0% (0)	33,3% (2)	33,3% (1)
nie	100% (3)	100% (9)	90,9% (10)	66,7% (4)	33,3% (1)

E8: Füllen Sie immer zu Schichtende ein paar neue Absaugkatheter nach?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	10% (1)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
meistens	66,7% (2)	40% (4)	50% (6)	14,3% (1)	66,7% (2)
gelegentlich	33,3% (1)	20% (2)	41,7% (5)	57,1% (4)	33,3% (1)
selten	0% (0)	30% (3)	0% (0)	14,3% (1)	0% (0)
nie	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

E9: Bei Entnahme der Einmalkatheter aus dem Karton im Lager und Teilung in Einzelabpackungen wird die sterile Folienverpackung beschädigt und der Katheter somit unsteril?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	0% (0)	0% (0)	28,6% (2)	33,3% (1)
meistens	0% (0)	0% (0)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)
gelegentlich	33,3% (1)	60% (6)	75% (9)	42,9% (3)	0% (0)
selten	66,7% (2)	30% (3)	16,7% (2)	28,6% (2)	66,7% (2)
nie	0% (0)	10% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

Analog wurden die Fragen G1-G9, die sich inhaltlich auf die geschlossene Absaugung bezogen, in Zusammenhang mit der Berufserfahrung ausgewertet. Die dabei erhobenen Angaben sind nachfolgend aufgelistet.

G1: Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit der geschlossenen Absaugung?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
äußerst sicher	33,3% (1)	60% (6)	58,3% (7)	57,1% (4)	66,7% (2)
sehr sicher	66,7% (2)	30% (3)	41,7% (5)	28,6% (2)	33,3% (1)
mehr o. weniger sicher	0% (0)	10% (1)	0% (0)	14,3% (1)	0% (0)
etwas unsicher	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
sehr unsicher	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G2: Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

Efahr. / Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
äußerst einfach	33,3% (1)	20% (2)	66,7% (8)	28,6% (2)	100% (3)
sehr einfach	33,3% (1)	80% (8)	25% (3)	57,1% (4)	0% (0)
mehr o. weniger einfach	33,3% (1)	0% (0)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
etwas schwierig	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
sehr schwierig	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G3: Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

Efahr. / Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	30% (3)	16,7% (2)	0% (0)	66,7% (2)
meistens	66,7% (2)	40% (4)	58,3% (7)	57,1% (4)	0% (0)
gelegentlich	33,3% (1)	20% (2)	16,7% (2)	28,6% (2)	0% (0)
selten	0% (0)	10% (1)	0% (0)	14,3% (1)	33,3% (1)
nie	0% (0)	0% (0)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)

G4: Wie oft muss der Absaugkatheter zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt eingeführt werden?

Efahr. / Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
1mal	0% (0)	10% (1)	0% (0)	14,3% (1)	0% (0)
2-3mal	100% (3)	70% (7)	91,7% (11)	85,7% (6)	100% (3)
3-4mal	0% (0)	10% (1)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)
4-5mal	0% (0)	10% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
>5mal	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G5: Ist der Absaugkatheter nach Benutzung und Spülung mit 10 ml NaCl-Fertigspüllösung ausreichend gesäubert?

Efahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	10% (1)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
meistens	66,7% (2)	80% (8)	83,3% (10)	71,4% (5)	100% (3)
gelegentlich	33,3% (1)	10% (1)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
selten	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
nie	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G6: Verwenden Sie mehr als eine 10ml NaCl-Fertigspüllösung zum Reinigen der geschlossenen Absaugung?

Efahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
meistens	0% (0)	10% (1)	16,7% (2)	14,3% (1)	0% (0)
gelegentlich	33,3% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
selten	66,7% (2)	80% (8)	58,3% (7)	57,1% (4)	100% (3)
nie	0% (0)	10% (1)	25% (3)	28,6% (2)	0% (0)

G7: Erfolgt der Wechsel der geschlossenen Absaugung nach 24h?

Efahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	66,7% (2)	60% (6)	50% (6)	85,7% (6)	66,7% (2)
meistens	33,3% (1)	30% (3)	33,3% (4)	14,3% (1)	33,3% (1)
gelegentlich	0% (0)	10% (1)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)
selten	0% (0)	0% (0)	8,3% (1)	0% (0)	0% (0)
nie	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G8: Ist am Absaugkatheter der Benutzungszeitraum ersichtlich / dokumentiert?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	0% (0)	20% (2)	16,7% (2)	0% (0)	0% (0)
meistens	33,3% (1)	0% (0)	16,7% (2)	28,6% (2)	100% (3)
gelegentlich	33,3% (1)	30% (3)	25% (3)	28,6% (2)	0% (0)
selten	33,3% (1)	40% (4)	41,7% (5)	42,9% (3)	0% (0)
nie	0% (0)	10% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)

G9: Ist im Computer der Benutzungszeitraum der geschlossenen Absaugung ersichtlich / dokumentiert?

Erfahr. Antwort	<1 Jahr (3)	1-5 Jahre (10)	5-10 Jahre (12)	10-20 Jahre (7)	>20 Jahre (3)
immer	33,3% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
meistens	0% (0)	0% (0)	8,3% (1)	14,3% (1)	0% (0)
gelegentlich	0% (0)	0% (0)	16,7% (2)	0% (0)	0% (0)
selten	0% (0)	30% (3)	8,3% (1)	14,3% (1)	33,3% (1)
nie	66,7% (2)	70% (7)	66,7% (8)	71,4% (5)	66,7% (2)

4.10 Mitarbeiterfragebogen – Inferenzstatistische Analysen

4.10.1 Gegenüberstellung der beiden Kathetersysteme

In der Gegenüberstellung der beiden Kathetersysteme wurden die einzelnen Fragen zu den Dimensionen „Gesamtauswertung“, „Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang“ sowie „Hygiene“ zusammengefasst.

Betrachtet man das offene gegen das geschlossene Kathetersystem in der Dimension Gesamtbewertung, so wurde das geschlossene Kathetersystem von den 35 Befragten als signifikant überlegen bewertet. ($t(34) = 4.456$, $p < .0001$, $n = 35$, $d = .75$, siehe Abb. 12-A).

Die Daten der Dimension „Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang“ waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test: $p < 0.05$). Die Analyse erfolgte daher mit dem nicht-parametrischen Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben. Auch in der Dimension Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang wurde das geschlossene Kathetersystem als signifikant handhabbarer eingeschätzt ($z = -3.148$, $p = .002$, $n = 35$, $r = .53$, siehe Abb. 12-B)

In der Dimension Hygiene schätzten die Befragten ebenfalls das geschlossene System als signifikant überlegen ein ($t(34) = 3.150$, $p = .003$, $n = 35$, $d = .532$, siehe Abb. 12-C).

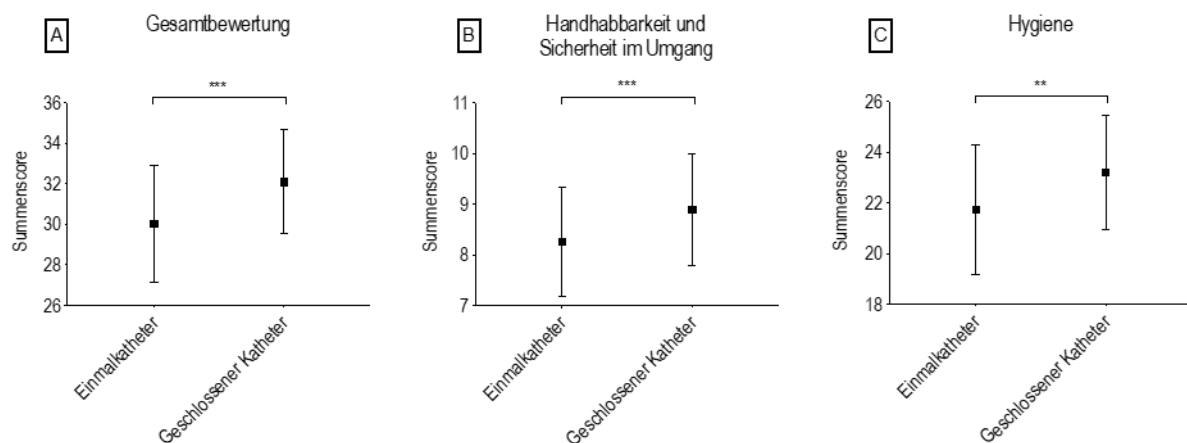


Abbildung 12: Ergebnisse der Fragebogenevaluation zur Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter.

4.10.2 Einfluss der Berufserfahrung

Im nächsten Schritt wurde der Einfluss der Berufserfahrung auf die Bewertung der Kathetersysteme analysiert. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl wurden die ursprünglichen fünf Kategorien zur Berufserfahrung zu zwei Kategorien zusammengefasst (siehe Kapitel „Fragebogenevaluation – Entwicklung und Skalierung“). Hierdurch konnten zwei Gruppen mit $n = 13$ (weniger als 5 Jahre) sowie $n = 22$ (mehr als 5 Jahre) verglichen werden.

Die statistische Analyse zeigte einen signifikanten Einfluss der Berufserfahrung auf die Bewertung der Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang mit dem offenen Kathetersystem ($z = -2.363$, $p = .022$, $n = 35$, $r = .40$ siehe Abb. 13-B). Für die Gesamtbewertung sowie die Bewertung der Dimension „Hygiene“ lag kein statistisch signifikanter Einfluss der Berufserfahrung vor (siehe Abb. 13-A und 13-C).



Abbildung 13: Einfluss der Berufserfahrung auf die Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der Einmalkatheter.

In Bezug auf die geschlossene Absaugung hatte die Berufserfahrung in keiner Dimension einen signifikanten Einfluss (Student's t -Test: $p > .05$, siehe Abb. 14-A-C).

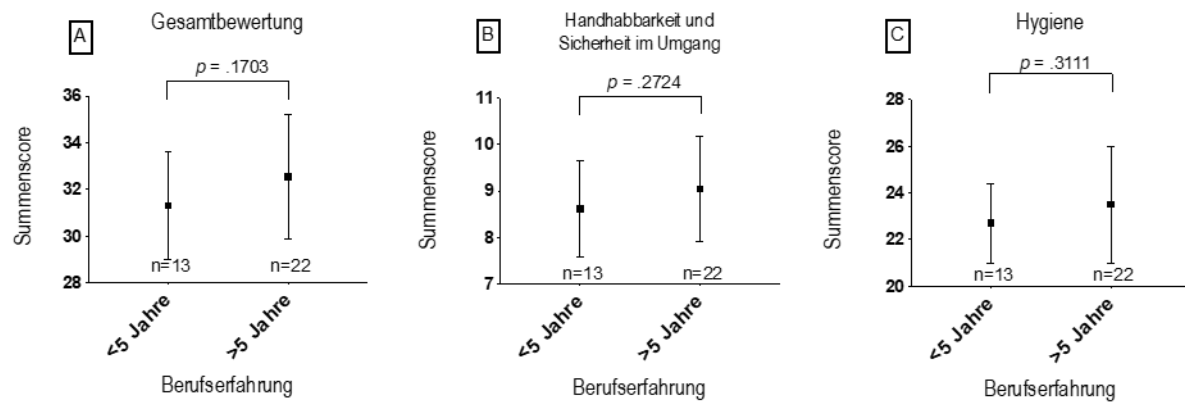


Abbildung 14: Einfluss der Berufserfahrung auf die Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der geschlossenen Absaugung.

5 Diskussion

In der vorgelegten Studie wurden zwei etablierte Kathetersysteme zur endotrachealen Toilette (Einmalkatheter und geschlossene Absaugung) mittels mikrobiologisch analysierter Katheterproben sowie einer Anwendereinschätzung hinsichtlich Hygiene und Handhabbarkeit untersucht.

5.1 Mikrobiologische Befunde

Bei insgesamt 60 Patienten wurden aus der täglichen Routine Katheterproben gewonnen und analysiert. Eine Randomisierung der Patienten fand nicht statt, die Patienten wurden bei erfüllten Einschlusskriterien in die Studie aufgenommen und Patienten mit vorhandener geschlossener Absaugung dieser Gruppe zugeordnet. Die Patientencharakteristika beider Gruppen unterschieden sich überwiegend nicht voneinander. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich Alter, ASA-Klassifikation, Krankenhausaufenthalt sowie ITS-Aufenthalt, Ernährungsform, Tubusgröße und Beatmungsdauer. Jedoch bestand ein signifikanter Unterschied der beiden Patientengruppen hinsichtlich der Aufnahmediagnose und des Horovitz-Indexes. Auch die relative Häufigkeit für volumenkontrollierte Beatmung zeigte einen signifikanten Unterschied. Die Gruppe der geschlossenen Absaugungen zeigte einen signifikant niedrigeren Horovitz-Index, signifikant häufiger pulmonale Erkrankungen als Aufnahmediagnose und in der Einzelanalyse eine signifikant erhöhte Häufigkeit für eine volumenkontrollierte Beatmung. Diese Unterschiede entsprechen dabei den klinischen Faktoren, die den Einsatz einer geschlossenen Absaugung in der Praxis erfordern. Aufgrund der höheren Kosten [11, 34] bei jedoch fehlender Überlegenheit hinsichtlich klinischer Outcome-Parameter wie Inzidenz von VAP oder Mortalität [4, 42, 48] ist die geschlossene Absaugung nicht Standard bei allen beatmeten Patienten, sondern bleibt bestimmten Indikationen vorbehalten. So sollen nach SOP der UMG geschlossene Absaugungen immer bei Patienten mit multiresistenten endotrachealen Keimen und ansonsten nach klinischen Gesichtspunkten, wie geringer Toleranz eines beatmeten Patienten gegenüber einer Beatmungsunterbrechung, eingesetzt werden. Hiermit erklärt sich der

Unterschied in den Patientengruppen. Patienten mit klinisch relevanter Lungenerkrankung, die sich auch in einem niedrigen Horovitz-Index als Suggoraparameter für eine schlechte Oxygenierungsleistung zeigt, erhalten oftmals eine geschlossene Absaugung, um Beatmungsunterbrechungen mit PEEP-Verlust sowie Atelektasenbildung und daraus resultierende hypoxämische Zwischenfälle zu vermeiden. Bereits 1992 konnte Lachmann zeigen, dass bei mechanischer Beatmung ein PEEP notwendig ist, um einen Kollaps der Alveolen am Ende der Expiration zu verhindern. Kommt es nun zu einem PEEP-Verlust, etwa durch Diskonnektion beim endotrachealen Absaugen, zeigte seine Untersuchungen auch, dass es zwischen fünf bis sieben Minuten in Anspruch nimmt, um diese kollabierten Alveolen mittels Blähmanöver zu rekrutieren, damit sie wieder am Gasaustausch teilnehmen können. [27] Auch Buschmann untersuchte den Alveolarkollaps durch PEEP-Verlust und konnte zeigen, dass der tracheale Druck (P_{tr}) nach Diskonnektion beim Absaugvorgang mit einem Einmalkatheter unter den Atmosphärendruck sinkt. Beim Absaugvorgang mit einer geschlossenen Absaugung zeigte er, dass der tracheale Druck (P_{tr}) um einen Wert ΔP abfällt, jedoch weiterhin positiv bleibt. Der aus diesen Absaugmanövern resultierende Alveolarkollaps wurde als Tierversuch bei Schweinen mittels Spiral-CT untersucht und zeigte sich am ausgeprägtesten in der Gruppe der offenen Absaugung. Es traten ein Verlust von bis zu 86 % des Initialvolumens, ein Abfall der Compliance sowie des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes nach Absaugung auf. [7] Die Untersuchung von Fernandez et al. konnte diese Ergebnisse bestätigen, auch hier zeigte sich eine signifikant größere Reduktion der Lungenvolumina nach Absaugen mit Einmalkatheter als bei geschlossener Absaugung. [15] Wie andere Studien zeigten, profitieren besonders Patienten mit akutem Lungenversagen (ARDS) vom Einsatz einer geschlossenen Absaugung. [28, 35, 39] Pedersen et al. widmeten sich in einem Review der Betrachtung des Einflusses des Absaugkathetersystems auf die Lungenvolumina. Die betrachteten Studien belegten einen signifikant größeren Verlust von Lungenvolumina bei Absaugung mittels Einmalkathetern von volumenkontrolliert beatmeten Patienten mit ARDS sowie einen signifikant höheren S_aO_2 -Abfall gegenüber den geschlossenen Absaugungen. Auch bei Patienten mit milder bis moderater Lungenerkrankung konnte dieser Effekt auf die Lungenvolumina gezeigt werden. [39] Diese Studie

stützt somit die Annahme, dass dieses Patientenkontinuum vom Einsatz der geschlossenen Absaugung profitiert.

In der Metaanalyse von Jongerden et al. wurde der Effekt des Absaugkathetersystems auf diverse klinische Endpunkte untersucht. Hinsichtlich arterieller Sauerstoffsättigung (5 Studien, 109 Patienten), arteriellem Sauerstoffpartialdruck (2 Studien, 19 Patienten) und Sekretentfernung (2 Studien, 37 Patienten) fanden sich insgesamt keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Systemen, wobei ein Trend zugunsten der geschlossenen Absaugung zu erkennen war. Es zeigte sich jedoch, dass geschlossene Absaugungen mit einer signifikant reduzierten Veränderung der Herzfrequenz (4 Studien, 85 Patienten, gewichtete mittlere Differenz -6,33, CI 95% -10,80 bis -1,87) und Veränderungen des mittleren arteriellen Drucks (3 Studien, 59 Patienten, standardisierte mittlere Differenz -0,43, CI 95% -0,87 bis 0,00) dem offenen System überlegen waren. [23, 39] Dafür zeigte sich jedoch eine signifikant höhere Kolonisation der geschlossenen Systeme (2 Studien, 126 Patienten, RR 1,51, CI 95% 1,12-2,04). [23]

In der hier vorgelegten Studie wurde auf Grundlage der vorhandenen Studienergebnisse die Haupt-Hypothese aufgestellt, dass sich die erhobenen mikrobiologischen Befunde der Katheterproben abhängig vom Kathetertyp voneinander unterscheiden würden. Hierbei wurde erwartet, dass die geschlossenen Absaugungen signifikant häufiger mikrobiell besiedelt sein würden als die einmalig verwendeten Einmalkatheter. Untersuchungen anderer Autoren zeigten wiederholt, dass es bei Anwendung der geschlossenen Absaugung zu einer signifikant höheren Kolonisation des Respirationstraktes mit potentiell pathogenen Keimen kommt. [4, 16, 23, 42] Eine Untersuchung von Sole et al. zeigte, dass bei Patienten mit maschineller Beatmung über 24 h bei allen Patienten potentiell pathogene Keime im Mundraum nachgewiesen werden konnten, 67 % der Patienten zeigten dieses Keimspektrum auch im Sputum. [44] Diese Kolonisation stellt durch Mikroaspirationen ein Risiko für die Entwicklung von VAP dar. Des Weiteren wurde in der erwähnten Studie die Kolonisation von oralen und endotrachealen Absaug-Devices nach 24 h untersucht. Hier zeigte sich, dass nach 24 stündiger Benutzung bis zu 61 % der distalen Konnektionsstellen von geschlossenen Absaugungen mit dem übereinstimmend

potentiell pathogenen Keimspektrum kolonisiert waren. [44] Weitere Untersuchungen anderer Autoren zu der Kontamination von geschlossenen Absaugkathetern mit verlängertem Nutzungsintervall zeigten, dass bei längerer Nutzungsdauer eine höhere Kontamination des Katheters eintritt. So konnten Freytag et al. zeigen, dass nach 72 h signifikant mehr mikrobielles Wachstum an der Katheterspitze sowie benachbarten Segmenten nachweisbar ist als nach 24 h. [16] Auch Meyer et al. zeigten in einer Studie zur simulierten Kontamination von geschlossenen Kathetern mit einer definierten Suspension mit *Staphylokokkus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa*, dass nach 72 h und 24 Absaugprozeduren signifikant mehr *Pseudomonas aeruginosa* dem Katheter anhaftete als nach 24 h und 8 Absaugprozeduren. Für *Staphylokokkus aureus* konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. [36]

Nach Analyse aller Proben der hier vorgelegten Studie zeigte sich, dass sich die Gesamtzahl positiver und negativer Befunde unabhängig vom Kathetertyp signifikant unterschied. So wurde bei der Stichprobe von 60 untersuchten Kathetern bei insgesamt 40 Kathetern (66,7 %) eine mikrobielle Besiedlung nachgewiesen und lediglich 20 Katheter (33,3 %) blieben steril. Dieses Ergebnis bestätigt die Annahme einer hohen Kolonisationsrate der Absaugkatheter und entspricht ungefähr der Kolonisationsrate der oben genannten Untersuchung von Sole et al., die eine Besiedlung von geschlossenen Absaugkathetern untersuchte und bei 61 % eine Kontamination nachweisen konnte. [44]

Betrachtete man jedoch den mikrobiellen Befall beider Kathetergruppen im Vergleich, so bestand kein signifikanter Unterschied von positiven Einmalkathetern (76,7 %) gegenüber positiven geschlossenen Absaugungen (56,7 %). Auffallend ist jedoch, dass der Prozentsatz positiver Katheter in der Gruppe der Einmalkatheter höher lag als bei den geschlossenen Absaugungen. Somit lag in der Gesamtstichprobe ein höheres, jedoch nicht signifikantes Risiko für einen mikrobiellen Befall des Einmalkatheters vor. Dieses Ergebnis überrascht, steht es doch im Widerspruch zu den genannten Studien, die ein höheres Risiko für mikrobielle Besiedlung nach wiederholter und längerer Nutzungsperiode für die geschlossenen Absaugkatheter nachweisen konnten. [16, 36] Die eingesetzten Einmalkatheter wurden in der hier vorgelegten Studie entsprechend der etablierten Methode einmalig zur endotrachealen

Toilette verwendet, anschließend mit 10 ml steriler Kochsalzlösung gereinigt und nachfolgend analysiert. Entsprechend der Studienlage dürfte daher ein geringeres Risiko für einen mikrobiellen Befall der Einmalkatheter, als beim wiederholt über 24 h benutzten geschlossenen Absaugkatheter, bestehen. Dies legt die Vermutung nahe, dass es sich bei den nachgewiesenen erhöhten Befallsraten der Einmalkatheter nicht um endogene mikrobielle Besiedlung, sondern um eine exogene Kontamination handelt. Einflussfaktor könnte hier der komplexe Handlungsablauf sein, der unter Umständen eine Umgebungskontamination bedingt. Dieser Überlegung wurde in der nachfolgenden Analyse übereinstimmender oder abweichender Katheter- und Sekretproben weiter nachgegangen.

Zusätzlich zu den gewonnenen Katheterproben wurden bei jedem Patienten vorhandene Sekretbefunde (Trachealsekret, BAL) zum Abnahmezeitpunkt erfasst und ausgewertet. Von 60 Patienten waren bei 44 Patienten Sekretproben vorhanden, 16 Patienten erhielten keine Diagnostik bis zum Abnahmezeitpunkt. Eine zwingende Analyse von Trachealsekret sah das Studienprotokoll nicht vor, so dass bei diesen 16 Patienten keine extra für die Studie gewonnene Sekretprobe zur Untersuchung geschickt wurde. Die Auswertung der vorhandenen 44 Sekretproben zeigte, dass es ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen positiver ($n = 34$) und negativer Sekretproben ($n = 10$) der Patienten gab. Es bestand jedoch kein signifikanter Unterschied der positiven Befunde von Einmalkathetern (84 %) im Vergleich zu positiven Sekretbefunden der geschlossenen Absaugung (72 %). In der hier durchgeführten Stichprobe konnte also eine häufigere Besiedlung des unteren Respirationstraktes bei Patienten mit geschlossener Absaugung im Vergleich zu Einmalkatheter, wie sie unter anderem das Review von Siempos et al. oder die prospektive Studie von Topeli et al. zeigten, nicht nachgewiesen werden. [42, 46]

Um die 1. Neben-Hypothese zu untersuchen, dass Einmalkatheter aufgrund des komplexeren Handlungsablaufs bei Benutzung ein höheres Kontaminationsrisiko haben, wurden die Häufigkeiten übereinstimmender oder abweichender Sekret- und Katheterbefunde miteinander verglichen. Die durchgeführte Untersuchung konnte zeigen, dass bei 28 Untersuchungen beide Befunde identisch waren (Konstellation Sekretprobe positiv - Katheterprobe positiv) und die erhobenen

mikrobiologischen Untersuchungen größtenteils ein übereinstimmendes Keimspektrum zeigten. Bei acht Patienten hatten beide Untersuchungen einen übereinstimmenden sterilen Befund (Konstellation Sekretprobe negativ - Katheterprobe negativ). Jedoch zeigten sechs Proben einen negativen Katheterbefund trotz positiver Sekretprobe, wobei davon zwei Proben der Gruppe der Einmalkatheter und vier Proben der Gruppe der geschlossenen Absaugung angehörten. Hier kam es also trotz mikrobieller Besiedlung der unteren Atemwege mit nachweisbarer Keimlast nicht zu einer Adhäsion von Bakterien oder Pilzen am untersuchten Katheter. Vor allem die vier sterilen GA überraschen, würde man doch auf Grundlage vergleichbarer Studien erwarten, dass die geschlossenen Katheter häufiger mikrobiell besiedelt sind. So untersuchten Topeli et al. die mikrobielle Besiedlung des Equipments von Einmalkathetern im Vergleich zur geschlossenen Absaugung. In seiner prospektiv randomisierten Studie waren Abstrichkulturen vom Inneren der Beatmungsschläuche bei den Einmalkathetern zu 59,1 % und bei den geschlossenen Absaugungen zu 80 % positiv. [46] Des Weiteren wurde in der hier vorgelegten Studie bei zwei Kathetern eine Befundkonstellation vereinbar mit einer Umgebungskontamination nachgewiesen. Diese Katheter wiesen trotz negativen Sekretbefund einen mikrobiellen Befall der Katheterprobe auf. Beide Katheter gehörten dabei der Gruppe der Einmalkatheter an. In der statistischen Analyse zeigte sich ein 1.833-fach erhöhtes relatives Risiko für den mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters trotz negativen Sekretbefund im Vergleich zum geschlossenen Katheter (95%-KI: 0,60; 5.61). Im Falle eines bereits kontaminierten Patientensekretes war das Risiko für einen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter um das 1.125-fache höher (95%-KI: 0.83, 1.53). Betrachtet man aber das relative Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter unabhängig vom Sekretbefund, zeigte die Studie ein signifikant höheres Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter ($RR = 1.5$, 95%-KI: 1.01; 2.25).

Erklärungsansätze für den häufigeren mikrobiellen Befall der Einmalkatheter in der hier vorgelegten Studie liefern Untersuchungen anderer Autoren. Bereits 1998 beschäftigten sich Distler et al. mit der Keimverbreitung beim offenen

endotrachealen Absaugen. Unmittelbar nach dem Absaugvorgang wurden Kontaktkulturen vom Oberkörper des Patienten sowie von den Händen des Personals angefertigt. So konnten die Autoren zeigen, dass bei 10 % der Proben Trachealsekretkeime des Patienten am Oberkörper des Patienten und bei 16 % der Proben die Hände des Personals kontaminiert waren. [14] Ricard et al. untersuchten den Einfluss des endotrachealen Absaugsystems auf die Kontamination des Equipments bei 19 Patienten. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass EK bei 9/9 und GA bei 3/10 Absaugvorgängen zu einer Kontamination der Handschuhe des Personals führten und damit signifikant häufiger bei EK auftreten. Außerdem konnte er zeigen, dass nach endotrachealer Absaugung bei 74 % der EK und nur bei 6 % der GA eine Kontamination des Atemwegsequipments auftrat. [40] Cobley et al. untersuchten in einer Investigativstudie die Umgebungskontamination bei neun Patienten während endotrachealer Absaugung durch beide Kathetersysteme mittels Reuter Luftprobensammler und Blut-Agar-Platten in verschiedenen Abständen zum Absaugort. Es konnte gezeigt werden, dass beim Absaugvorgang mit einem Einmalkatheter eine Umgebungskontamination bis zu einem Meter entfernt von Absaugort auftrat. Dem gegenüber war die Kontamination bei geschlossener Absaugung signifikant niedriger. [8] Diese Studien belegen, dass es beim Absaugvorgang mit einem Einmalkatheter durch Diskonnektion des Beatmungssystems und damit offenem Absaugen des endotrachealen Sekretes zu einer unvermeidbaren Umgebungskontamination kommt. Diese Kontamination birgt das Risiko, eine Kreuzkontamination zu verursachen und stellt auch ein Risiko für Kontamination des medizinischen Equipments in unmittelbarer Patientennähe dar. Betrachtet man unter diesen Überlegungen die Studie von Sole et al. kann man sich vorstellen, dass Kontaminationen des medizinischen Equipments in Patientennähe ein nicht unerhebliches hygienisches Risiko darstellen. Sole et al. observierten bei 47 Patienten die Lagerung des Absaugdevices und stellte fest, dass 66 % der Katheter in einem Regal nahe des Patientenbettes (teilweise in der Originalverpackung, teilweise unverpackt), jedoch 21 % verbunden mit dem Absaugschlauch frei im Raum hängend und 13 % sogar im Patientenbett liegend vorgefunden wurden. [44] Diese fehlerhafte Lagerung bedingt Kontamination des Equipments durch Umgebungsflora wie auch durch Patientensekrete. Eingesetztes kontaminiertes

Equipment zur weiteren Pflege des Patienten kann Keimübertragungen ermöglichen und stellt für den Patienten damit ein nicht unerhebliches Risiko dar.

Des Weiteren besteht auch das Risiko, dass durch fehlerhafte Ausführung des Absaugvorganges eine Kontamination des Katheters möglich ist. Gerade Einmalkatheter erfordern einen komplexen sequentiellen Handlungsablauf, um den Absaugvorgang mit Wahrung der größtmöglichen Sterilität durchzuführen. Dass es dabei nicht allen Pflegekräften gelingt, die Sterilität des Absaugkatheters beim Absaugvorgang zu wahren, zeigte die Observationsstudie von Kelleher et al. Hier wurden insgesamt 45 Krankenschwestern auf zwei Intensivstationen beim Absaugvorgang mittels eines Einmalkatheters beobachtet. Es konnte gezeigt werden, dass die Durchführung des Absaugvorganges variiert und es 18 Krankenschwestern nicht gelang, die Sterilität des Absaugkatheters vor dem endotrachealen Absaugvorgang zu gewährleisten. [24] Diese Studie legt nahe, dass eine Kontamination des EK durch mangelhafte Handhabung häufiger als erwartet auftritt. So verwundert es nicht, dass auch in der hier vorgelegten Studie zwei Einmalkatheter als kontaminiert zu betrachten sind. Mutmaßlich handelt es sich dabei um eine fehlerhafte Handhabung des Katheters durch die Pflegekraft und dadurch bedingte Kontamination. Alternativ könnte eine Kontamination des Katheters bei fehlerhafter Verpackung (z.B. bereits geöffnete Primärverpackung) und Lagerung nahe des Patientenbettes in Betracht gezogen werden. Da die vorgelegte Studie weder die Lagerung noch den Absaugvorgang hinsichtlich der hygienischen Aspekte observierte, bleibt der genaue Kontaminationsmechanismus jedoch ungeklärt.

Des Weiteren wurde in dieser Studie untersucht, ob einzelne Patientencharakteristika Einfluss auf die mikrobiologischen Befunde nahmen. Die statistische Analyse ergab, dass keine der erhobenen Variablen wie Geschlecht, Alter oder Länge des Krankenhaus-/ITS-Aufenthalts Einfluss auf die Häufigkeitsverteilung der Befunde nahm.

5.2 Mitarbeiterfragebogen

In der Literatur existieren einige Observationsstudien, welche die Absaugpraxis von Pflegekräften im Vergleich zu den aktuellen Empfehlungen und Leitlinien untersuchten. In der Studie von Jansson et al. wurde gezeigt, dass die Qualität der Prozedur des endotrachealen Absaugens mittels EK durch die Pflegekräfte signifikant schlechter als die zu fordernde Qualität war. Die 40 beobachteten Intensivpflegekräfte, von denen der überwiegende Teil mehr als 10 Jahre Berufserfahrung (42.5 %) hatte, erreichten durchschnittlich nur 13.73 Punkte auf einem 25 Punkte „Best-Practice“ Informationsblatt. Ein Punkt auf der Skala stellte die „Sterilität des Absaugkatheters bis zur Einführung in den Atemweg“ dar, hier konnten nur 67,6 % der Pflegekräfte die Sterilität wahren. Auch der Punkt „Gebrauchte Katheter und Handschuhe so entsorgen, dass Kontamination mit Sekreten verhindert wird“ konnte nur von 61.5 % der Pflegekräfte erfüllt werden. Weitere Punkte wie Anzahl der Absaugdurchgänge, Dauer des Absaugvorganges und Höhe des Absaugdruckes zeigten ebenfalls, dass die geforderte Qualität teilweise nicht eingehalten werden konnte. [22] Auch Kelleher et al. zeigten bei einer früher durchgeführten Observationsstudie mit 45 Pflegekräften zu Absaugpraktiken mit EK ähnliche Ergebnisse. [24] Die Studie von Varghese et al. bestätigte dies erneut, so führten 38% der Intensivpflegekräfte die observierte Fähigkeit „infection control practice“ inakzeptabel aus. [47] Dies legt die Überlegung nahe, dass die Handhabung von Einmalkathetern auch für erfahrene Intensivpflegekräfte schwierig ist und Kontaminationen bedingen kann.

Einen anderen Ansatz verfolgten Fragebogenerhebungen verschiedener Autoren, welche die Absaugkatheter evaluierten. Hier wurden hauptsächlich prozedurale Punkte des endotrachealen Absaugvorgangs wie das Tragen von Handschuhen, Präoxygenierung oder das Vorhandensein von Standardarbeitsanweisungen und Einhalten von Leitlinien erfragt und festgestellt, dass in der Praxis und den einzelnen Einrichtungen große Schwankungen bestanden. [13, 30] Sole et al. untersuchten 2003 mittels Multiple-Choice Fragebogen die Technik und persönliche Einstellung zur geschlossenen Absaugung von Pflegekräften und Atemtherapeuten in verschiedenen

Krankenhäusern der USA. Ein untersuchter Punkt war dabei die Meinung, wie effektiv die geschlossene Absaugung sei. Hier antworteten 79 % der Befragten, dass die geschlossene Absaugung gleichwertig oder überlegen gegenüber dem Einmalkatheter zu bewerten sei. Lediglich 4 % antworteten, dass sie von einer geschlossenen Absaugung auf einen Absaugvorgang mittels Einmalkatheter wechselten. [43]

Die hier vorgelegte Studie wollte mithilfe eines Anwenderfragebogen die beiden etablierten Kathetersysteme hinsichtlich ihrer Handhabbarkeit und hygienischen Aspekte vergleichen. Dabei wurde als 2. Neben-Hypothese angenommen, dass die Anwender die beiden etablierten Kathetersysteme in der Dimension Handhabbarkeit und Hygiene signifikant unterschiedlich bewerten würden. Die 3. Neben-Hypothese besagte, dass die Berufserfahrung einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung haben würde. Auf Grundlage der oben beschriebenen Studien wurde erwartet, dass die Handhabbarkeit sowie Hygiene des Einmalkatheters im Vergleich zur geschlossenen Absaugung schlechter bewertet werden würde. Außerdem wurde erwartet, dass insbesondere Berufsanfänger die Einmalkatheter unterlegen bewerten und dass dieser Unterschied mit zunehmender Berufserfahrung geringer werden würde. Hierbei ist der direkte Vergleich beider Kathetertypen hinsichtlich der wahrgenommenen Hygiene sowie Handhabbarkeit mittels Fragebogenevaluation durch die Anwender innovativ.

An der durchgeführten Befragung nahmen 35 Pflegekräfte der ITS 1 der UMG teil (Rücklaufquote 46,7 %). Die Mehrzahl der Befragten hatten mindestens 5 Jahre Berufserfahrung (n = 22) und besaß keine weitere Zusatzqualifikation (n = 22).

Analog zu den angeführten Observationsstudien [22, 24] und Fragebogenerhebungen [13, 30, 43] wurden die Pflegekräfte gebeten, Angaben zu ihrer Absaugpraxis zu machen. Erfragt wurden hier unter anderem das Tragen von sterilen Handschuhen oder die Anzahl der benötigten Absaugvorgänge bis zur ausreichenden endotrachealen Toilette. Darüber hinaus wurde aber auch nach der wahrgenommenen Handhabbarkeit der Katheter gefragt. Um hygienische Aspekte zu hinterfragen, wurden Fragen zur Lagerung und

Verpackung sowie Wechselintervall und Reinigungserfolg mittels NaCl-Lösung der GA gestellt.

Um einen differenzierten interenzstatistischen Vergleich der beiden Systeme zu ermöglichen, wurden die einzelnen Fragen zu drei Dimensionen zusammengefasst. Dabei ergaben die erhobenen Daten, dass die geschlossene Absaugung in den erhobenen drei Dimensionen „Gesamtbewertung“, „Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang“ sowie „Hygiene“ dem Einmalkatheter signifikant überlegen bewertet wurde. Dies entspricht den erwarteten Ergebnissen und spiegelt die bisher zu diesem Gesichtspunkt erhobenen Daten wider.

In einem zweiten Schritt wurde eine Analyse zum Einfluss der Berufserfahrung auf die Bewertung der Katheter durchgeführt. Hier wurden, aufgrund der geringen Stichprobenzahl, die Befragten in zwei statt der primären fünf Kategorien zusammengefasst. Hierdurch wurden die Gruppen „weniger als 5 Jahre Berufserfahrung“ (n = 13) und „mehr als 5 Jahre Berufserfahrung“ (n = 22) gebildet. Die statistische Analyse zeigte einen signifikanten Unterschied in der Bewertung der „Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang“ mit den Einmalkathetern zwischen den beiden Gruppen. Die jüngeren Kollegen bewerteten dabei den Einmalkatheter mit einem niedrigeren Summenscore, waren also unsicherer im Umgang mit dem Katheter. In den Dimensionen „Gesamtbewertung“ und „Hygiene“ ergab sich jedoch kein Unterschied in der Bewertung der Einmalkatheter zwischen beiden Gruppen.

In Bezug auf die geschlossene Absaugung zeigte sich, dass die Berufserfahrung in keiner Dimension einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung des Katheters hatte.

Zusammenfassend bestätigte sich somit in der Anwenderbefragung die Überlegenheit der geschlossenen Absaugung gegenüber dem Einmalkatheter. Das Ergebnis bestätigt die Einschätzung der Befragten in der Studie von Sole et al., wo ebenfalls 79 % der Befragten die geschlossene Absaugung gleichwertig oder überlegen gegenüber dem Einmalkatheter bewerteten. [43] Die Berufserfahrung hatte in der hier durchgeführten Befragung einen geringeren Einfluss als erwartet. Es zeigte sich zwar, dass die EK von Berufsanfängern

signifikant als schwieriger handhabbar eingeschätzt wurden. Die GA hingegen wurden von Berufsanfängern, im Vergleich zu den erfahrenen Pflegekräften, nicht als schwieriger handhabbar wahrgenommen. Der sequentielle Handlungsablauf zur endotrachealen Absaugung mit Einmalkathetern stellt dementsprechend vor allem für Berufsanfänger eine Herausforderung dar und wird insgesamt von allen in dieser Studie Befragten als schwieriger gegenüber dem Handlungsablauf der GA eingeschätzt. Die schwierige Handhabung wiederum stellt den Schwachpunkt des Einmalkatheters dar und kann zu Kontaminationen führen. Somit verwundert es nicht, dass in den angeführten Observationsstudien die Wahrung der Sterilität des Einmalkatheters beim Einführen nicht allen Pflegekräften gelang. [22, 24] Auch in der hier durchgeführten Studie ist dies wahrscheinlich der Grund für die erhobenen, als kontaminiert zu betrachtenden, zwei positiven Einmalkatheter bei negativer Sekretprobe.

5.3 Schlussfolgerung

In der hier vorgelegten Studie konnte gezeigt werden, dass geschlossene Absaugkatheter von den Anwendern als signifikant überlegen gegenüber den Einmalkathetern bewertet werden. Des Weiteren stellt die Handhabung von Einmalkathetern vor allem für Berufsanfänger eine Herausforderung dar und wird von diesen auch als signifikant schwieriger, verglichen mit dem geschlossenen Kathetersystem, bewertet. Mit einer Rücklaufquote von 46,7%, welche für eine papierbasierte Befragung zwar als hoch zu erachten ist, könnte jedoch nur eine Teilmeinung sowie kein repräsentativer Querschnitt durch die Berufserfahrung abgebildet sein.

In der mikrobiologischen Analyse konnten, mit anderen Untersuchungen [44] vergleichbare Kolonisationsraten der Absaugkatheter (66,7 % aller Katheter kolonisiert) nachgewiesen werden, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen Einmalkathetern (76,6 % kolonisiert) und geschlossenen Absaugungen (56,7 % kolonisiert) bestand. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Ergebnissen anderer Autoren, die höhere mikrobielle Besiedlungsraten für

geschlossene Absaugungen mit verlängertem Nutzungsintervall nachweisen. [16, 36] Auch konnte in der hier durchgeführten Stichprobe keine häufigere Besiedlung des unteren Respirationstraktes bei Patienten mit geschlossener Absaugung (Sekretprobe bei 72 % mikrobiell besiedelt) im Vergleich zu EK (Sekretprobe zu 84 % mikrobiell besiedelt), wie sie vorangegangene Untersuchungen zeigten [4, 16, 42], nachgewiesen werden. Die vorgelegte Studie zeigte insgesamt ein signifikant höheres relatives Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter unabhängig vom Sekretbefund. Diese, im Widerspruch zu anderen Studien stehenden, Ergebnisse könnten mit erhöhten Kontaminationsraten der Einmalkatheter durch fehlerhafte Lagerung oder mangelhafte hygienische Handhabung erklärt werden und spiegeln damit die in der Anwendererhebung dargestellte Unterlegenheit der Einmalkatheter wider. Jedoch muss kritisch angemerkt werden, dass in der vorgelegten Studie keine Observation des Absaugvorgangs oder der Lagerung der Katheter erfolgte. Auch könnte die kleine Stichprobe an Patienten (Gesamtstichprobe 60 Katheter, je Kathetertyp 30 untersuchte Proben) sowie die monozentrische Erhebung die Ergebnisse beeinflusst haben. Auch die Tatsache, dass keine zwingende Sekretanalyse bei allen untersuchten Patienten nach Studienprotokoll durchgeführt wurde, kann Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben.

Um den hier erhaltenen Trend zu Ungunsten der Einmalkatheter sicher belegen zu können, müsste eine weitere Studie mit größerer, randomisierter Stichprobe und zwingender Sekretanalyse bei Gewinnung der Katheterprobe erfolgen. Außerdem müsste die Handhabung und Lagerung der Einmalkatheter observiert werden und auf einem „Best-Practice“ Formular der Absaugvorgang standardisiert erfasst werden. Anzustreben wäre eine Evaluation möglichst aller auf der Intensivstation tätigen Anwender sowie eine multizentrische Erhebung. Des Weiteren sollte der Einfluss auf klinische Outcome-Parameter wie Mortalität erneut geprüft werden, die hier vorgelegte Studie untersuchte diesen Punkt nicht.

Bereits die hier gewonnenen Daten legen jedoch nahe, dass die Indikation und Anwendung einer geschlossenen Absaugung großzügiger gestellt werden könnte. Trotz höherer Kosten scheint die Handhabbarkeit für den Anwender

einfacher und hygienisch sicherer zu sein. Die in der Vergangenheit gezeigten höheren Kolonisationsraten waren hier nicht reproduzierbar.

6 Zusammenfassung

Auf der anästhesiologisch geführten Intensivstation 1 der Universitätsmedizin Greifswald wurde die klinische Studie zur Evaluierung der gegenwärtig in Gebrauch befindlichen endotrachealen Absaugsysteme durchgeführt. Aus der täglichen Routine wurden 30 gewonnene Proben von Einmalkathetern mit 30 Katheterproben von geschlossenen Absaugungen hinsichtlich ihrer mikrobiellen Besiedlung verglichen. Außerdem wurde eine Anwenderbefragung hinsichtlich der Handhabbarkeit und allgemeiner hygienischer Aspekte der Katheter unter den dort tätigen Pflegekräften durchgeführt.

Hinsichtlich der Katheteruntersuchung ergaben sich signifikante Unterschiede für Aufnahmediagnose ($\chi^2 = 9.658$, $p = .020$, $n = 60$) und den Horowitz-Index ($t = 2.089$, $p = .041$, $n = 60$) der beiden verglichenen Patientenkollektive. Auch die Einzelanalyse der Beatmungsmodi zeigte eine signifikant erhöhte Häufigkeit für eine volumenkontrollierte Beatmung bei den geschlossenen Absaugungen ($\chi^2 = 5.192$, $p = .023$, $n = 60$). Für alle anderen Patientencharakteristika waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. Die Gesamtzahl positiver ($n=40$, 66,7 %) und negativer ($n=20$, 33,3 %) Befunde der in dieser Studie untersuchten 60 Katheterproben unterschied sich signifikant. Vergleicht man die untersuchten Katheterproben, waren 76,7% der Einmalkatheter und 56,7% der geschlossenen Absaugkatheter mikrobiell besiedelt. Ermittelt man das relative Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Katheters unabhängig vom Sekretbefund des Patienten, zeigte die Studie ein signifikant höheres Risiko für einen mikrobiologischen Befall des Einmalkatheters im Vergleich zum geschlossenen Katheter ($RR = 1.5$, 95%-KI: 1.01; 2.25).

Zur Evaluation beider Kathetersysteme wurde ein dreiteiliger Fragebogen mit insgesamt 20 Fragen entwickelt und von 35 der 75 auf der ITS tätigen Anwendern ausgefüllt (Rücklaufquote 46,7%). Die Beantwortung der Fragen erfolgte auf einer 5-stufigen Likert-Skala. Die Mehrzahl der 35 Befragten hatte mindestens 5 Jahre Berufserfahrung ($n = 22$), besaß aber keine Zusatzqualifikation ($n = 22$). Es wurde evaluiert, wie die Teilnehmer beide Kathetersysteme hinsichtlich der Dimension Handhabbarkeit, Hygiene und Gesamtbewertung einschätzten. Hier zeigte sich, dass das geschlossene Kathetersystem dem Einmalkatheter

gegenüber in allen Dimensionen als signifikant überlegen bewertet wurde. Es zeigte sich außerdem, dass die Berufserfahrung einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der Dimension Handhabbarkeit der Einmalkatheter hatte ($z = -2.363$, $p = .022$, $n = 35$, $r = .40$). Demgegenüber hatte die Berufserfahrung keinen Einfluss auf die Bewertung der Dimension Hygiene und auf die Gesamtbewertung der Einmalkatheter. Bei der Bewertung der geschlossenen Absaugung hat die Berufserfahrung in allen Dimensionen keinen signifikanten Einfluss.

Somit konnte die hier vorgelegte Studie nachweisen, dass der Einmalkatheter sowohl in wahrgenommener Handhabbarkeit und Hygiene durch den Anwender als auch bezüglich mikrobieller Kontamination dem geschlossenen Absaugkatheter unterlegen ist.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Aghdassi, S., Behnke, M., and Gastmeier, P. 2017. *Deutsche nationale Punkt-Prävalenzerhebung zu nosokomialen Infektionen und Antibiotika-Anwendung 2016 Abschlussbericht*. https://www.nrz-hygiene.de/fileadmin/nrz/download/pps2016/PPS_2016_Abschlussbericht_20.07.2017.pdf. Accessed 8 January 2020.
- [2] American Society of Anesthesiologists. 2019. *ASA Physical Status Classification System*. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>. Accessed 8 January 2020.
- [3] Behnke, M., Gastmeier, P., and Geffers, C. 2014. *Deutsche Nationale Punkt-Prävalenzstudie zu nosokomialen Infektionen und Antibiotika-Anwendung. 2011. Abschlussbericht*. <https://www.nrz-hygiene.de/fileadmin/nrz/download/PPS-Abschlussbericht-Stand05-08-2013final.pdf>. Accessed 8 January 2020.
- [4] Benito, S. and Solà, I. 2007. Closed tracheal suction systems versus open tracheal suction systems for mechanically ventilated adult patients. *The Cochrane database of systematic reviews* 2007, 4.
- [5] Bodmann, K.-F. and Huber, K. 2019. *Nosokomiale Pneumonie (HAP) und Beatmungspneumonie (VAP)*. https://cme.medlearning.de/pfizer/hap_vap_rez/pdf/cme.pdf. Accessed 8 January 2020.
- [6] Bourgault, A. M., Brown, C. A., Hains, S. M. J., and Parlow, J. L. 2006. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biological research for nursing* 7, 4, 268–278.
- [7] Buschmann, C. T. 2007. *Vermeidung von Alveolarkollaps bei endotrachealer Absaugung durch Erhaltung des Trachealdruckes: Untersuchung einer neuen Technik auf Basis eines doppelumigen Endotrachealtubus*. Dissertationsschrift. <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2007/3346/pdf/Dissertationsschrift.pdf>. Accessed 8 January 2020.
- [8] Copley, M., Atkins, M., and Jones, P. L. 1991. Environmental contamination during tracheal suction: A comparison of disposable conventional catheters with a multiple-use closed system device. *Anaesthesia* 46, 11, 957–961.
- [9] Craven, D. E., Lei, Y., Ruthazer, R., Sarwar, A., and Hudcova, J. 2013. Incidence and outcomes of ventilator-associated tracheobronchitis and pneumonia. *The American journal of medicine* 126, 6, 542–549.
- [10] Dalhoff, K., Abele-Horn, M., Andreas, S., Deja, M., Ewig, S., Gastmeier, P., Gatermann, S., Gerlach, H., Grabein, B., and Heußel, C. P. 2018.

Epidemiologie, Diagnostik und Therapie erwachsener Patienten mit nosokomialer Pneumonie—Update 2017. *Pneumologie* 72, 01, 15–63.

- [11] David, D., Samuel, P., David, T., Keshava, S. N., Irodi, A., and Peter, J. V. 2011. An open-labelled randomized controlled trial comparing costs and clinical outcomes of open endotracheal suctioning with closed endotracheal suctioning in mechanically ventilated medical intensive care patients. *Journal of critical care* 26, 5, 482–488.
- [12] Deja, M., Trefzer, T., and Geffers, C. 2011. Prävention der ventilatorassoziierten Pneumonie - Was ist evidenzbasiert? *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 46, 9, 560–567.
- [13] Dina Brooks, Sherra Solway, Ian Graham, Laurie Downes, and Margaret Carter. 1999. A Survey of Suctioning Practices among Physical Therapists, Respiratory Therapists and Nurses. *Canadian respiratory journal: journal of the Canadian Thoracic Society* 6, 6, 513–520.
- [14] Distler, R. and Wille, B. 1998. Untersuchungen zur Keimverbreitung beim offenen endotrachealen Absaugen. *KRANKENHAUS HYGIENE UND INFEKTIONSVERHUTUNG* 20, 180–185.
- [15] Fernández, M.-d.-M., Piacentini, E., Blanch, L., and Fernández, R. 2004. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive care medicine* 30, 12, 2210–2215.
- [16] Freytag, C. C., Thies, F. L., König, W., and Welte, T. 2003. Prolonged application of closed in-line suction catheters increases microbial colonization of the lower respiratory tract and bacterial growth on catheter surface. *Infection* 31, 1, 31–37.
- [17] Gastmeier, P., Geffers, C., Herrmann, M., Lemmen, S., Salzberger, B., Seifert, H., Kern, W., and Fätkenheuer, G. 2016. Nosokomiale Infektionen und Infektionen mit multiresistenten Erregern—Häufigkeit und Sterblichkeit. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift* 141, 06, 421–426.
- [18] Geffers, C. 2017. *Änderungen bei den Definitionen für nosokomiale Infektionen im Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS)*. DOI=10.17886/EPIBULL-2017-031.
- [19] Geffers, C. and Gastmeier, P. 2011. Nosokomiale Infektionen und multiresistente Erreger in Deutschland. *Deutsches Ärzteblatt* 108, 6, 87–93.
- [20] Gunderson, L. P., Stone, K. S., and Hamlin, R. L. 1991. Endotracheal suctioning-induced heart rate alterations. *Nursing research* 40, 3, 139–143.

- [21] Irlbeck, T., Zwißler, B., and Bauer, A. 2017. ASA-Klassifikation : Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. *Der Anaesthetist* 66, 1, 5–10.
- [22] Jansson, M., Ala-Kokko, T., Ylipalosaari, P., and Kyngäs, H. 2013. Evaluation of endotracheal-suctioning practices of critical-care nurses-An observational correlation study. *JNEP* 3, 7, 99.
- [23] Jongerden, I. P., Rovers, M. M., Grypdonck, M. H., and Bonten, M. J. 2007. Open and closed endotracheal suction systems in mechanically ventilated intensive care patients: a meta-analysis. *Critical care medicine* 35, 1, 260–270.
- [24] Kelleher, S. and Andrews, T. 2008. An observational study on the open-system endotracheal suctioning practices of critical care nurses. *Journal of clinical nursing* 17, 3.
- [25] Kollef, M. H., Chastre, J., Fagon, J.-Y., François, B., Niederman, M. S., Rello, J., Torres, A., Vincent, J.-L., Wunderink, R. G., Go, K. W., and Rehm, C. 2014. Global prospective epidemiologic and surveillance study of ventilator-associated pneumonia due to *Pseudomonas aeruginosa*. *Critical care medicine* 42, 10, 2178–2187.
- [26] Kollef, M. H., Hamilton, C. W., and Ernst, F. R. 2012. Economic impact of ventilator-associated pneumonia in a large matched cohort. *Infection control and hospital epidemiology* 33, 3, 250–256.
- [27] Lachmann, B. 1992. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive care medicine* 18, 6.
- [28] Lasocki, S., Lu, Q., Sartorius, A., Fouillat, D., Remerand, F., and Rouby, J.-J. 2006. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology* 104, 1, 39–47.
- [29] Laudi, S. 2012. *Prävention nosokomialer Pneumonien*. <https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2012/2012-10-RC184.2.pdf>. Accessed 8 January 2020.
- [30] Leddy, R. and Wilkinson, J. M. 2015. Endotracheal suctioning practices of nurses and respiratory therapists: how well do they align with clinical practice guidelines? *Canadian journal of respiratory therapy: CJRT= Revue canadienne de la therapie respiratoire: RCTR* 51, 3, 60.
- [31] Lindgren, S., Almgren, B., Högman, M., Lethvall, S., Houltz, E., Lundin, S., and Stenqvist, O. 2004. Effectiveness and side effects of closed and open suctioning: an experimental evaluation. *Intensive Care Med* 30, 8, 1630–1637.
- [32] Liu, Q., Yang, J., Zhang, J., Zhao, F., Feng, X., Wang, X., and Lyu, J. 2019. Description of Clinical Characteristics of VAP Patients in MIMIC Database. *Frontiers in pharmacology* 10, 62.

- [33] Lorente, L., Lecuona, M., García, C., Mora, M., and Sierra, A. 2004. Ventilator-associated pneumonia with a closed versus an open endotracheal suction system. *Crit Care* 8, 1, P211.
- [34] Lorente, L., Lecuona, M., Villegas, J., Mora, M., and Sierra, A. 2005. Closed endotracheal suction system without periodic change versus open endotracheal system. *Crit Care* 9, 1, P2.
- [35] Maggiore, S. M., Lellouche, F., Pigeot, J., Taille, S., Deye, N., Durrmeyer, X., Richard, J.-C., Mancebo, J., Lemaire, F., and Brochard, L. 2003. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *American journal of respiratory and critical care medicine* 167, 9, 1215–1224.
- [36] Meyer, E., Schuhmacher, M., Ebner, W., and Dettenkofer, M. 2009. Experimental contamination of a closed endotracheal suction system: 24 h vs 72 h. *Infection* 37, 1, 49–51.
- [37] Miller, E. K., Beavers, L. G., Mori, B., Colquhoun, H., Colella, T. J., and Brooks, D. 2019. Assessing the Clinical Competence of Health Care Professionals Who Perform Airway Suctioning in Adults. *Respiratory care* 64, 7, 844–854.
- [38] Panknin, H.-T., Dubb, R., Hekler, M., Kaltwasser, A., and Trautmann, M. 2005. Pro und Kontra geschlossene Absaugung: Bewertung neuerer Literaturdaten. *intensiv* 13, 02, 57–59.
- [39] Pedersen, C. M., Rosendahl-Nielsen, M., Hjermind, J., and Egerod, I. 2009. Endotracheal suctioning of the adult intubated patient—what is the evidence? *Intensive & critical care nursing* 25, 1, 21–30.
- [40] Ricard, J.-D., Eveillard, M., Martin, Y., Barnaud, G., Branger, C., and Dreyfuss, D. 2011. Influence of tracheal suctioning systems on health care workers' gloves and equipment contamination: A comparison of closed and open systems. *American Journal of Infection Control* 39, 7, 605–607.
- [41] Salloum Zeitoun, S., Botura Leite De Barros, Alba Lúcia, and Diccini, S. 2003. A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *Journal of clinical nursing* 12, 4, 484–489.
- [42] Siempos, II, Vardakas, K. Z., and Falagas, M. E. 2008. Closed tracheal suction systems for prevention of ventilator-associated pneumonia. *British journal of anaesthesia* 100, 3, 299–306.
- [43] Sole, M. L., Byers, J. F., Ludy, J. E., Zhang, Y., Banta, C. M., and Brummel, K. 2003. A multisite survey of suctioning techniques and airway management practices. *American Journal of Critical Care* 12, 3, 220-30; quiz 231-2.

- [44] Sole, M. L., Poalillo, F. E., Byers, J. F., and Ludy, J. E. 2002. Bacterial growth in secretions and on suctioning equipment of orally intubated patients: a pilot study. *American Journal of Critical Care* 11, 2, 141–149.
- [45] Suger-Wiedeck, H. and Unertl, K. 2013. Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 1578–1590.
- [46] Topeli, A., Harmanci, A., Cetinkaya, Y., Akdeniz, S., and Unal, S. 2004. Comparison of the effect of closed versus open endotracheal suction systems on the development of ventilator-associated pneumonia. *Journal of Hospital Infection* 58, 1, 14–19.
- [47] Varghese, S. and Moly, K. T. 2016. Exploratory study on the knowledge and skill of critical care nurses on endotracheal suctioning. *J Nat Accred Board Hosp Healthcare Providers* 3, 1, 13–19.
- [48] Vonberg, R.-P., Eckmanns, T., Welte, T., and Gastmeier, P. 2006. Impact of the suctioning system (open vs. closed) on the incidence of ventilation-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive care medicine* 32, 9, 1329–1335.

8 Abkürzungsverzeichnis

BAL: bronchoalveoläre Lavage

Ch.: Charrière

col-S: Columbia-Blutagar mit 5% Schafsblut

CSL-Bouillion: Casein-Sojamehl-Casobouillion

D1, D2: Frage des Fragebogens, Teil1 – Demographische Daten

EK: Einmalkatheter

E1, ..., E9: Frage des Fragebogens, Teil2 – Einmalkatheter

F_IO₂: fraction of inspired oxygen = inspiratorische Sauerstofffraktion

GA: geschlossene Absaugung

G1, ..., G9: Frage des Fragebogens, Teil3 – Geschlossene Absaugung

IMC: Intermediate Care

ISO: International Organization for Standardization

ITS: Intensivstation

ITS1: Intensivstation 1 der Universitätsmedizin Greifswald

KRINKO: Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention

NI: nosokomiale Infektion

PEEP: positive end-expiratory pressure = positiver end-expiratorischer Druck

S_aO₂: arterielle Sauerstoffsättigung

SDD: selektive Darm-Dekontamination

SOP: Standard Operating Procedure (Standardarbeitsanweisung)

S_pO₂: periphere kapilläre Sauerstoffsättigung

UMG: Universitätsmedizin Greifswald

VAP: Ventilator-assoziierte Pneumonie

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Einmalkatheter der Firma Dahlhausen®; Absaugkatheter gebogen, zentrale Öffnung mit zwei seitlichen Augen, farbkodierte Ansatzstücke	13
Abbildung 2: Absaugvorgang simuliert mit Einmalkatheter der Firma Dahlhausen®	15
Abbildung 3: Geschlossener Absaugkatheter AirLife™ der Firma CareFusion®	16
Abbildung 4: Absaugvorgang simuliert mit Absaugkatheter AirLife™ der Firma CareFusion® ..	17
Abbildung 5: Ergebnisse der Aufnahmediagnose der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter. Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.....	26
Abbildung 6: Ergebnisse der Art der Beatmung der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter. Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.	27
Abbildung 7: Nicht-parametrische Analyse intervallskalierten Parameter. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte sowie Standardabweichungen der Tubusgrößen, Beatmungsdauer, Krankenhausaufenthalt sowie ITS-Aufenthalt im Vergleich zwischen Einmalkatheter und Geschlossenem Katheter. Es lag für keinen Parameter ein statistisch signifikanter Unterschied vor.....	28
Abbildung 8: Parametrische Analyse intervallskalierten Parameter. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen des Alters sowie des Horovitz-Index im Vergleich zwischen Einmalkatheter und geschlossenem Katheter. Das Alter unterschied sich nicht signifikant in beiden Kathetergruppen. Der Horovitz-Index war in der Einmalkatheter-Gruppe signifikant höher als in der Geschlossenen Katheter-Gruppe ($t(58) = 2.089$, $p = .041$, $n = 60$). Mit * ist die Signifikanz $p < 0.05$ markiert.....	29
Abbildung 9: Ergebnisse der mikrobiologischen Befunde der Katheterproben.	37
Abbildung 10: Relatives Risiko für einen mikrobiologischen Befall der Katheter. $RR > 1$: Größeres Risiko für den Einmalkatheter. Dargestellt sind das RR mit dem 95%-Konfidenzintervall.....	40
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Antworten auf Frage D1 (Berufserfahrung) und D2 (Zusatzqualifikation) des Mitarbeiterfragebogens.	43
Abbildung 12: Ergebnisse der Fragebogenevaluation zur Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der Einmalkatheter und geschlossenen Katheter.....	57
Abbildung 13: Einfluss der Berufserfahrung auf die Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der Einmalkatheter.....	58

Abbildung 14: Einfluss der Berufserfahrung auf die Einschätzung in den Dimensionen Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Sicherheit im Umgang sowie Hygiene der geschlossenen Absaugung.....	59
Tabelle 1: Zuordnung Frage des Fragebogens in Dimension Gesamtbewertung, Handhabbarkeit und Hygiene.....	22
Tabelle 2: Patientencharakteristika der Studie bei Behandlung mit EK oder GA. Daten dargestellt als absolute Häufigkeiten (n) mit relativen Häufigkeiten (%) sowie Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD).....	25
Tabelle 3: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung der Patientengruppe Einmalkatheter.....	30
Tabelle 4: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung verglichen mit den Sekretbefunden der Patientengruppe Einmalkatheter. Bei "--" erfolgte keine Diagnostik einer Sekretprobe.....	32
Tabelle 5: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung der Patientengruppe geschlossene Absaugung.	33
Tabelle 6: Ergebnisse der Erregerdifferenzierung verglichen mit den Sekretbefunden der Patientengruppe geschlossene Absaugung. Bei "--" erfolgte keine Diagnostik einer Sekretprobe.	35
Tabelle 7: Gegenüberstellung der mikrobiologische Ergebnisse von Sekret- und Katheterproben der Gruppen Einmalkatheter und geschlossene Absaugung.	36
Tabelle 8: Kreuztabelle zur Untersuchung der Häufigkeit eines differenzierteren mikrobiologischen Katheterbefunds in Abhängigkeit vom Kathetertyp.....	38
Tabelle 9: Gegenüberstellung der mikrobiologischen Befunde der Sekretprobe mit der Katheterprobe der Gesamtbefunde unabhängig vom Kathetertyp.	39
Tabelle 10: Gegenüberstellung der mikrobiologischen Befunde der Sekretprobe mit der Katheterprobe abhängig vom Kathetertyp.....	39

Anhang - Mitarbeiterfragebogen

BIOPOLYMED I:

„Klinische Evaluierung des gegenwärtigen Standards der endotrachealen Absaugsysteme hinsichtlich der Handhabbarkeit, Lagerung, antiseptischer Wirkung und Biokompatibilität“

Fragebogen zur Erfassung der Handhabbarkeit endotrachealer Absaugkatheter

Ziel der Studie ist die Erfassung des aktuellen Standards der auf der Intensivstation 1 eingesetzten endotrachealen Absaugsysteme.

Hierbei werden sowohl die aktuell im Gebrauch befindlichen Einmal-Absaugkatheter sowie die benutzten sogenannten geschlossenen Absaugsysteme zur Mehrfachnutzung über 24h betrachtet.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygiene werden zusätzlich zu Ihren Angaben für eine klinische Studie je 30 Absaugkatheter hinsichtlich ihrer Kolonisation nach Benutzung in der täglichen Routine untersucht.

Wir bitten um Ihre Mithilfe, um die Handhabbarkeit der aktuell benutzten Systeme durch einen Fragebogen zu erfassen. Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen, damit wir einen umfassenden Überblick gewinnen können. Sie werden gebeten, im ersten Teil Angaben zu Ihrer Person zu machen und uns danach in den folgenden zwei Teilen jeweils Ihre Erfahrungen und Meinungen zu den Absaugsystemen mitzuteilen. Die Auswertung Ihrer Angaben erfolgt anonymisiert und wird keiner Person zugeordnet. Selbstverständlich ist Ihre Teilnahme freiwillig.

Teil 1- Demographische Daten

Wie viele Jahre arbeiten Sie in einem Arbeitsbereich (ITS, IMC, Anästhesie o.a.) mit intubiert und beatmeten Patienten?

- < 1 Jahr
- 1-5 Jahre
- 5 - 10 Jahre
- 10 - 20 Jahre
- > 20 Jahre

Besitzen Sie eine der folgenden Zusatzqualifikationen?

- Fachweiterbildung A/I
- Beatmungstherapeut
- Weiterbildung Hygienebeauftragter
- Keine Zusatzqualifikation
- Eine andere Zusatzqualifikation als die genannten

Teil 2 – Endotracheale Absaugung mit Einweg-Absaugkatheter

Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit den offenen Absaugkathetern?

- Äußerst sicher
- Sehr sicher
- Mehr oder weniger sicher
- Etwas unsicher
- Unsicher

Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

- Äußerst einfach
- Sehr einfach
- Mehr oder weniger einfach
- Etwas schwierig
- Schwierig

Verwenden Sie zur endotrachealen Absaugung mit Einweg-Katheter einen sterilen Handschuh?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Wie oft muss der Absaugvorgang mittels Einmal-Absaugkathetern zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt wiederholt werden?

- 1mal
- 2-3mal
- 3-4mal
- 4-5mal
- >5mal

Werden die im Köcher gelagerten Absaugkatheter in einer Schicht verbraucht?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Wenn nein, werden überzählige Absaugkatheter verworfen?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Füllen Sie immer zu Schichtende ein paar neue Absaugkatheter nach?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Bei Entnahme der Einmalkatheter aus dem Karton im Lager und Teilung in Einzelabpackungen wird die sterile Folienverpackung beschädigt und der Katheter somit unsteril?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Teil 3 – Endotracheale Absaugung mit geschlossener Absaugung

Wie sicher fühlen Sie sich im Umgang mit der geschlossenen Absaugung?

- Äußerst sicher
- Sehr sicher
- Mehr oder weniger sicher
- Etwas unsicher
- Unsicher

Ist die Handhabung der Absaugkatheter in der klinischen Praxis einfach?

- Äußerst einfach
- Sehr einfach
- Mehr oder weniger einfach
- Etwas schwierig
- Schwierig

Führen Sie den Absaugkatheter mehrfach in den Endotrachealtubus ein?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Wie oft muss der Absaugkatheter zur ausreichenden endotrachealen Toilette bei einem Absaugvorgang im Schnitt eingeführt werden?

- 1mal
- 2-3mal
- 3-4mal
- 4-5mal
- >5mal

Ist der Absaugkatheter nach Benutzung und Spülung mit 10 ml NaCl-Fertigspüllösung ausreichend gesäubert?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Verwenden Sie mehr als eine 10ml NaCl-Fertigspüllösung zum Reinigen der geschlossenen Absaugung?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Erfolgt der Wechsel der geschlossenen Absaugung nach 24h?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Ist am Absaugkatheter der Benutzungszeitraum ersichtlich / dokumentiert?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Ist im Computer der Benutzungszeitraum der geschlossenen Absaugung ersichtlich / dokumentiert?

- Immer
- Meistens
- Gelegentlich
- Selten
- Nie

Wir freuen uns, dass Sie durch Ihre Teilnahme an dieser Befragung unsere Studie unterstützen. Wir danken Ihnen für die investierte Zeit und Ihre Mühe.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank nachstehenden Personen entgegenbringen, ohne deren Mithilfe die Anfertigung dieser Promotionsschrift niemals zustande gekommen wäre.

Mein Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp, meinem Doktorvater, für die Betreuung dieser Arbeit, die freundliche Hilfe und konstruktive Kritik.

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Konrad Meissner, mit dessen Hilfe die Idee und Konzeptionierung dieser Arbeit entstand.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. med. Kramer sowie den Mitarbeiterinnen des Instituts für Hygiene für die Bereitstellung der Materialien und methodische Analyse der Proben.

Mein Dank gilt Frau Kathrin Krügel für ihre unterstützende Projektkoordination. Des Weiteren bedanke ich mich bei Frau Sandra Lange für die kritische Auseinandersetzung mit meinem Thema und Hilfestellung bei den statistischen Analysen dieser Arbeit. Ferner danke ich Frau Dr. med. Camilla Metelmann für die Durchsicht meiner Arbeit und wertvolle Rückkopplung über inhaltliche oder grammatikalische Fehler.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie. Meinem Ehemann Richard Steck danke ich von ganzem Herzen für seine uneingeschränkte Unterstützung, seine Liebe und Motivation. Die mehrfache Durchsicht dieser Abhandlung, seine kritische Betrachtung und differenzierten Anmerkungen sowie Unterstützung bei Erstellung der Fotos zur Illustration der Absaugmanöver haben sehr zum Gelingen beigetragen. Unsere Kinder sind mir immer eine willkommene Aufmunterung und schenken mir Lebensfreude.

Tief verbunden und dankbar bin ich meinen Eltern, die immer an mich und das Gelingen der Dissertation glaubten, mich stets ermutigten und unterstützten auf meinem Lebensweg.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Ulrike Steck, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Greifswald, 31.03.2021

Unterschrift