

Diplomarbeit

Erhebung des Hygienestatus von Erste Hilfe-Kursmaterial

Die bakterielle Besiedelung einer Reanimationspuppe am Beispiel des *Laerdal Resusci*®

Anne Skillguide/Skillreporter™

eingereicht von

Thomas Zlamal

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Institut für Hygiene, Mikrobiologie und Umweltmedizin

unter der Anleitung von

Ao.Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿmed.univ. Andrea Grisold

Graz, 16.02.2015

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, am 16.02.2015

Thomas Zlamal eh

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei Fr. Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Andrea Grisold bedanken für die Betreuung der Diplomarbeit und für die jederzeit gebotene kompetente Hilfestellung bei der Ausarbeitung und Fertigstellung der Arbeit. Ich kann mir keine bessere Betreuerin vorstellen.

Des Weiteren möchte ich meiner Mutter, Elisabeth Zlamal, herzlich danken für ihre unendliche Geduld und die Unterstützung während meiner gesamten Studiendauer.

Der größte Dank jedoch gebührt meiner Verlobten und Mutter unserer Tochter Lilith, Maria Hermann, deren Zuspruch und Vertrauen mir durch schwierige Zeiten im Studium geholfen haben und ohne die ich sicherlich nicht an dem jetzigen Punkt stehen würde.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	10
Abstract.....	11
1 Einleitung.....	12
2 Theoretischer Hintergrund.....	16
2.1 Normalflora der menschlichen Haut.....	17
2.2 Normalflora des Mund-/Rachenbereiches.....	17
2.3 Infektionsquellen.....	19
2.4 Präklinisch relevante Krankheitserreger.....	19
2.4.1 Rettungsdienst-spezifische Übertragungswege.....	20
3 Material und Methoden.....	21
3.1 Studiendesign.....	21
3.2 Testobjekte.....	21
3.3 Identifikation der Testobjekte.....	23
3.4 Erhebung der Wartungsintervalle.....	23
3.5 Proben.....	25
3.5.1 Abstriche aus dem Mund-/Nasenbereich.....	25
3.5.2 Abklatschproben Sternum/Thorax.....	26
3.5.3 Abklatschproben aus der Lunge.....	27
3.5.4 Untersuchung im mikrobiologischen Labor.....	28
3.5.5 Identifizierung der Keime.....	28
4 Ergebnisse.....	29

4.1	Mikrobiologische Auswertung	29
4.1.1	Mikrobiologische Resultate- Mund-/Nasenbereich	30
4.1.2	Mikrobiologische Resultate- Sternum/Thorax.....	31
4.1.3	Mikrobiologische Resultate - Lunge.....	32
4.2	Wartungsintervalle	33
5	Diskussion.....	34
5.1	Limitationen der Studie	37
5.2	Conclusio	37
6	Literaturverzeichnis.....	39
7	Anhang	41

Abkürzungsverzeichnis

C

C. Clostridium

E

E. Escherichia

EH. *Erste Hilfe*

ESBL. *Extended-Spectrum-Betalaktamasen*

H

H. Haemophilus

HBV. *Hepatitis-B-Virus*

HCV. *Hepatitis-C-Virus*

HIV. *Humanes Immundefizienz-Virus*

K

KNS. *Koagulase-negative Staphylokokken*

M

M. Mycobacterium

MRSA. *Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus, multiresistenter Staphylococcus aureus*

S

S. Streptococcus, Staphylococcus

sp. species

V

VRE. *Vancomycin-resistente Enterokokken*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Todesursachenstatistik 2013 (5).....	12
Abbildung 2 – Ängste von Laienhelfern/Laienhelferinnen, Unterscheidung Erwachsene und Kinder(10).....	14
Abbildung 3 –Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™ (aufgenommen am 21.06.2014)	22
Abbildung 4 - geöffneter Burstkorb mit Zeitpunkt der letzten stattgefundenen Wartung (aufgenommen am 21.06.2014).....	24
Abbildung 5 – Keimwachstum auf Kochblutagar, hier abgebildet Kolonien von Mikrokokken, H. parainfluenzae bzw. Stomatococcus mucilaginosus bzw. Corynebacterium sp.	26
Abbildung 6 – Hygicult-Abklatschproben Thorax und Lunge.....	27
Abbildung 7 Besiedelung Testobjekte (n=20) in %. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken).....	29
Abbildung 8 – Keimbesiedelung Mund-/Nasenbereich. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken).....	30
Abbildung 9 – Keimbesiedelung Thorax. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)	31
Abbildung 10 - Keimbesiedelung Lunge. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)	32
Abbildung 11 – KNS-Aufteilung	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Maurer et al, Bereitschaft Erste-Hilfe zu leisten (9)	13
Tabelle 2 - Mikrobielle Normalflora des Menschen, modifiziert nach Kayser et al, Taschenatlas Mikrobiologie,	16
Tabelle 3 - Übertragungswege und Krankheitsbilder – Ableitungen für die Praxis(13)	20
Tabelle 4 - Beschriftung der Lungen nach Zeitpunkt der letzten Wartung.....	33
Tabelle 5 – Semiquantitative Aufstellung Mund.....	41
Tabelle 6 - Semiquantitative Aufstellung Lunge	42
Tabelle 7 - Semiquantitative Aufstellung Brust.....	43
Tabelle 8 - Q: STATISTIK AUSTRIA, Todesursachenstatistik. Erstellt am 03.06.2014. *) Zeitreihenbruch durch verbesserte Vollzähligkeit (im Ausland Gestorbene) (5)	45

Zusammenfassung

Richtig angewandte Laienreanimation kann die Überlebenschance bei Eintreten eines plötzlichen Herzstillstandes signifikant erhöhen. Zum Erlernen einer korrekten und effizienten Ausführung stehen unterschiedliche Übungsmaterialien und Kurskonzepte zur Verfügung.

In der vorliegenden Arbeit wurden 20 Reanimations-Übungspuppen (Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™) hygienisch-mikrobiologisch auf eine Besiedlung mit pathogenen Keimen geprüft um herauszufinden ob das Üben der Wiederbelebensmaßnahmen Mund-zu-Mund-Beatmung und Herzdruckmassage im Rahmen eines Erste-Hilfe-Kurses zu etwaigen Kreuzinfektionen führen kann. Hierzu wurden an drei Entnahmestellen (Mund-/Nasenraum, Sternum/Thorax, Lunge) Abstrich-/Abklatschproben genommen um etwaige fakultativ pathogene Keime (*S. aureus*, Enterobakterien) zu detektieren.

Es konnten an 49 von 60 Proben neun unterschiedliche Keime nachgewiesen werden, die alle der Normalflora des menschlichen Mund-/Rachenbereichs und der Haut zuzuordnen waren. Im Mund-/Nasenbereich ließen sich insgesamt acht Keime nachweisen am häufigsten *Micrococcus luteus*. Im Bereich Sternum/Thorax umfasste das nachgewiesene Keimspektrum fünf unterschiedliche Keime wobei der Brustkorb aller Testobjekte mit aeroben Sporenbildnern besiedelt war. In der überwiegenden Zahl der untersuchten Proben des Brustkorbs fanden sich weiters *Micrococcus luteus* und Koagulase-negative Staphylokokken (jeweils 18 von 20 bzw. 16 von 20 Proben). In den untersuchten Abklatschproben der aufgeschnittenen Lunge konnten sieben Keime nachgewiesen werden, am häufigsten vertreten *Micrococcus luteus* sowie aerobe Sporenbildner. Vier der getesteten Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™ waren sowohl im Mund-/Nasenbereich als auch innerhalb der Lunge steril.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass – zumindest bei den vorliegenden getesteten Objekten – eine Infektionsangst der Erste-Hilfe-KursteilnehmerInnen bei adäquatem Umgang mit den Kursmaterialien unbegründet ist, da die detektierten Erreger ausschließlich apathogene Keime der physiologischen Rachen- und Hautflora des Menschen darstellen.

Abstract

Correctly applied cardiopulmonary resuscitation (CPR) may significantly increase survival rate in case of sudden cardiac arrest. There exist a variety of different practicing materials and course concepts to learn the proper and efficient execution.

In this study we tested 20 CPR dummies (Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™) on pathogen microbes microbiologically to find out if practicing CPR by mouth-to-mouth breathing and chest compression may lead to cross infections in the setting of a first-aid course. Therefore we took laryngo-pharyngeal swabs and contact slides of sternum/thorax and lungs of the test objects to detect facultative pathogen microbes (e.g. *S. aureus*, enterobacteriaeae).

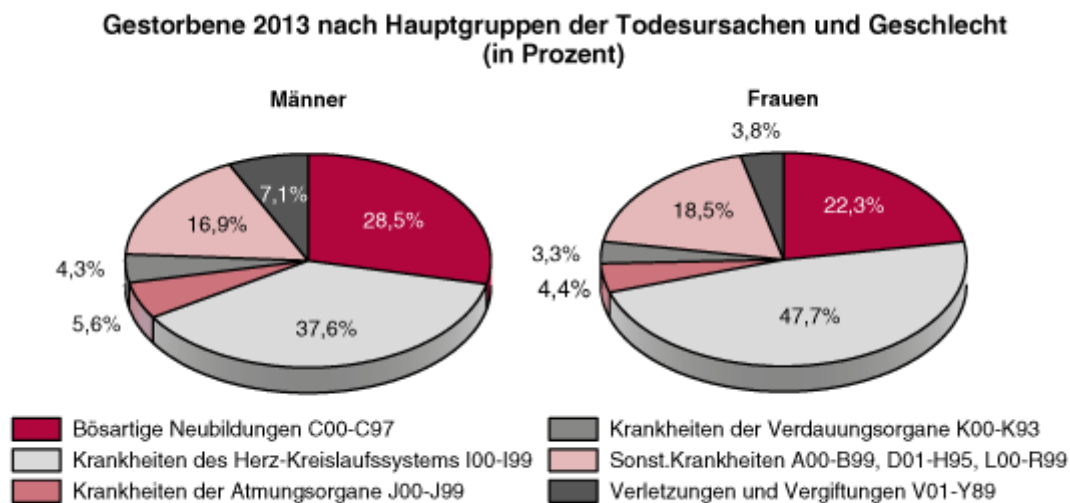
We found nine different microbes in 49 of 60 samples all of which were part of the physiological human skin and oral flora. In the mouth/nose area eight different microbes were found, most frequently *Micrococcus luteus*. The sternum/thoracic area showed a variety of five different microbes were as the thorax of all test objects was colonized with aerobic sporulating bacteria. In the predominant number of samples there were found *Micrococcus luteus* and coagulase-negative staphs (each 18 of 20 and 16 of 20 samples). The tested contact slides of the sliced lungs showed seven different microbes, most frequently *Micrococcus luteus* and aerobic sporulating bacteria. Four of the analyzed Laerdal Resusci® Anne Skillguides/Skillreporters™ were found to be sterile.

Based on our results we conclude that the fear of possible infections transmitted in the setting of a first aid course provided an adequate use of the practicing materials is unfounded as the detected microbes were exclusively part of the physiologic human oral and skin flora.

1 Einleitung

Es steht außer Frage, dass die Leistung von Erster Hilfe (EH) im Notfall Leben retten kann oder im Mindesten die Heilungschancen verbessert (1). Dabei ist in Österreich in Betrieben gesetzlich vorgegeben, dass in ausreichender Zahl Personen zu bestellen sind, die für die Erste Hilfe zuständig und entsprechend ausgebildet sind (2, 3). Selbstverständlich wäre es optimal, wenn im Fall einer notwendigen Hilfeleistung jede(r) Anwesende Erste Hilfe leisten könnte. Insbesondere der Mund-zu-Mund-Beatmung bzw. der Herzdruckmassage kommt im Falle eines plötzlich drohenden Herztodes besondere Bedeutung zu(4).

Von 79.526 in Österreich verstorbenen Frauen und Männern im Jahr 2013 war bei 34.101 (42,88%) die Todesursache eine Erkrankung des Herz-Kreislauf-Systems(5). Insgesamt ist dabei der präklinische Herz-Kreislauf-Stillstand mit einer Inzidenz von 50-70 Ereignissen/100.000 EinwohnerInnen/Jahr ein häufiges Ereignis (6).



Q: STATISTIK AUSTRIA, Todesursachenstatistik. Erstellt am 03.06.2014.

Abbildung 1 – Todesursachenstatistik 2013 (5)

Zur Verbesserung der Überlebensrate nach einem Herzstillstand ist es wichtig, auch Laien in der Durchführung von Reanimationsmaßnahmen zu schulen. Durch Laienreanimation steigt die Überlebensrate von 10% auf 18%. Dies wären in Österreich rund 560 Menschenleben die jährlich, nach Eintreten eines Herzstillstandes im täglichen Leben, gerettet werden könnten (7). Rund 48% aller außerklinischen Herz-Kreislaufstillstände werden von anwesenden

Personen beobachtet, jedoch in nur 16,1% der Fälle auch Basismaßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung ergriffen (6-8). Im Gegensatz zur tatsächlich bestehenden Laienreanimationsquote lag die potentielle Bereitschaft Erste Hilfe in Form von Thoraxkompressionen und Beatmungen zu leisten (wie in Tabelle 1 ersichtlich) in einer Befragung der deutschen Bevölkerung zwischen 77,9 – 85,3% für Thoraxkompressionen und 53,6 – 86,1% für die Beatmung, differenziert ob die Maßnahme bei einem/einer Fremden bzw. Angehörigen durchgeführt werden soll (6, 9).

<i>Ich würde bei ... durchführen</i>	<i>trifft voll zu</i>	<i>trifft eher zu</i>	<i>trifft teils zu, teils nicht zu</i>	<i>trifft eher nicht zu</i>	<i>trifft gar nicht zu</i>
<i>einem Angehörigen Herzdruckmassage</i>	67,8%	17,5%	7,0%	5,1%	2,5%
<i>einem Angehörigen Beatmungen</i>	66,3%	19,8%	7,2%	3,6%	3,2%
<i>einem Fremden Herzdruckmassage</i>	54,9%	23,0%	11,3%	6,2%	4,6%
<i>einem Fremden Beatmungen</i>	30,3%	23,3%	25,2%	14,3%	6,9%

Tabelle 1 – Maurer et al, Bereitschaft Erste-Hilfe zu leisten (9)

Die Diskrepanz zwischen tatsächlich durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen und der potentiellen Bereitschaft zur Ersten-Hilfe haben unterschiedliche Ursachen wie z.B. die Angst etwas „verkehrt“ zu machen. In einer von Savastano und Vanni durchgeführten Befragung zu den häufigsten Ängsten von Laienhelfern und Laienhelferinnen zeigte sich (Abbildung 2), dass es signifikante Unterschiede gibt, je nachdem ob es sich um Erwachsene oder Kinder handelt, die wiederbelebt werden müssen. Die vorherrschende Angst bei der Kinderreanimation ist es, Schäden zu verursachen, wohingegen bei der Wiederbelebung von Erwachsenen die generelle Angst etwas falsch zu machen überwiegt. Des Weiteren zeigte sich, dass Angst vor Infektionen 13,8% der Befragten bei Erwachsenen und nur 3,4% bei Kindern haben, die Sorge vor rechtlichen Konsequenzen bei Erwachsenen lag bei 18,1% und bei Kindern bei 4,2%, wohingegen die Befürchtung dazu nicht in der Lage zu sein, bei einer Kinderreanimation bei 29,5% und bei einer Erwachsenenreanimation bei 12,3% lag. Insgesamt würden jedoch 86,2% der Befragten bei Erwachsenen und 73,9% bei Kindern Wiederbelebungsmaßnahmen ergreifen.(10)

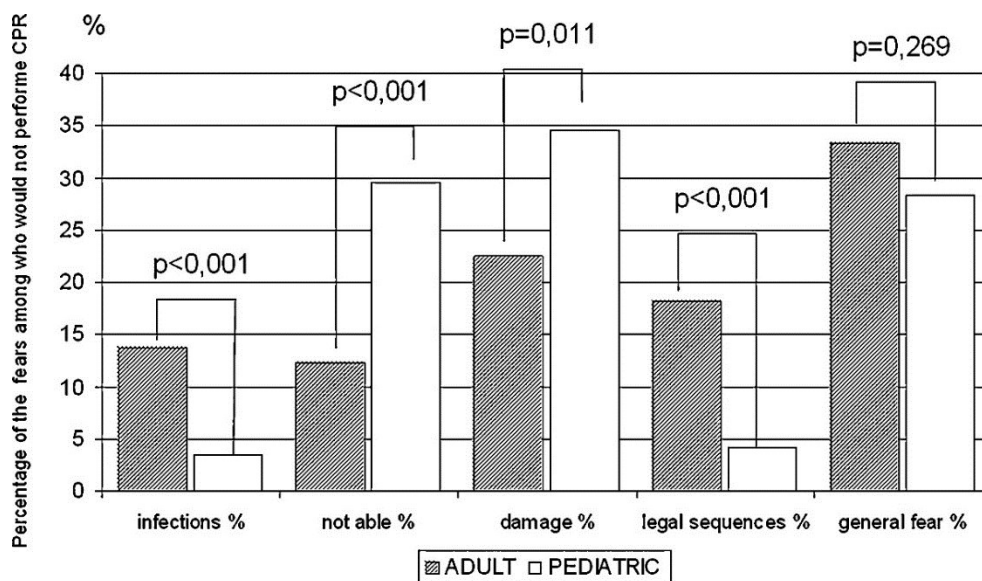


Abbildung 2 – Ängste von Laienhelfern/Laienhelferinnen, Unterscheidung Erwachsene und Kinder(10)

Generell kann die Durchführung von Reanimationsmaßnahmen von Laien bzw. ErsthelferInnen in Erste-Hilfe-Kursen erlernt werden. Im Rahmen dieser Kurse wird eine Vielzahl von Übungsmaterialien verwendet mit denen unterschiedliche Techniken und Maßnahmen erlernt und geübt werden können. Darüber hinaus werden die TeilnehmerInnen in Grundlagen der Hygiene bzw. der Infektionsvermeidung unterwiesen. Dabei gilt sicher die Hauptsorge aller ErsthelferInnen der möglichen Infektionsgefahr bei einer realen Erste-Hilfemaßnahme, immer wieder werden solche Fragen aber auch im Rahmen von Erste Hilfe Ausbildungen und einer möglichen Kontaminationsgefahr während des Übens gestellt.

Die Übertragung von Erregern über die Haut/Hände ist allgemein der häufigste Infektionsweg. Zur Unterbrechung dieses „Circulus vitiosus“ bedarf es einer regelmäßigen gründlichen Händedesinfektion/-reinigung (11). Die „Aktion saubere Hände“ der WHO führte in den letzten Jahren zu einer höheren Compliance im innerklinischen Bereich (+ 11%) und einer 61% häufigeren Verfügbarkeit von Händedesinfektionsmittel, wobei auch hier nach wie vor eine Verbesserung der Handhygiene erzielt werden könnte (12).

Speziell um Infektionen bzw. deren Übertragungen zu vermeiden gibt es im medizinischen Bereich eine Vielzahl an Hygienerichtlinien. Je nach Arbeitsgebiet gibt es detaillierte Hygienearbeitsanweisungen im klinischen Bereich, in der extramuralen Pflege und auch im Rettungsdienst.(13)

Die häufigsten nosokomialen Erreger (*Enterobakterien, Staphylokokkus (S.) aureus*) können auf trockenen Oberflächen für Monate überleben und eine kontinuierliche Infektionsquelle darstellen, sollte es zu keiner adäquaten Oberflächendesinfektion kommen.(14)

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, abzuklären, ob es während Erster Hilfe Übungen zu einer Kontamination der Übungsmaterialien mit pathogenen Keimen kommen könnte, ob damit eventuell eine Kreuzinfektion während eines Trainings zur Erlernung der Herz-Lungen-Wiederbelebung möglich erscheint bzw. ob die bestehenden Hygienemaßnahmen eingehalten und als solche ausreichend erscheinen.

2 Theoretischer Hintergrund

Der gesunde Mensch ist mit einer sogenannten Normalflora bzw. physiologischen Flora besiedelt, bestehend aus meist apathogenen Mikroorganismen (siehe Tabelle 2). Die Normalflora des Menschen setzt sich aus Bakterien, Pilzen und Protozoen zusammen. Je nach Körperbereich ist eine kennzeichnende residente Standortflora und je nach Gegebenheit auch eine transiente Flora typisch.(15)

Die physiologische Flora wird für ungezählte Stoffwechselfvorgänge benötigt, kann aber bei einer Störung der Homöostase auch Infektionen verursachen. Krankheiten entstehen z.B. dann, wenn die Abwehrlage des Körpers reduziert ist oder Kommensale Bereiche kolonialisieren die nicht ihr übliches Habitat darstellen. Mit mehr als 400 verschiedenen Bakterienarten ist der Gastrointestinaltrakt am stärksten besiedelt. (15-17)

Mikroorganismen	Mikrobiotope		
	Haut	Mundhöhle	Oberer Respirationstrakt
Staphylokokken	+++	+	++
Enterokokken	(+)	(+)	
Orale Streptokokken	+	+++	+
Anaerobe Kokken		+	
Pneumokokken		+	+
Apathogene Neisserien		+	+
Apathogene Korynebakterien	++	+	+
Aerobe Sporenbildner	(+)		
Aktinomyzeten		+++	
Enterobakterien	(+)	(+)	(+)
Haemophilus		+	++
Gramnegative obligat anaerobe Stäbchen		+++	+++
Spirochäten			+
Mykoplasmen		++	+
Pilze (Hefen)	++	+	+

+++ = zahlreich, ++ = häufig, + = mäßig, (+) = gelegentlich

Tabelle 2 - Mikrobielle Normalflora des Menschen, modifiziert nach Kayser et al, Taschenatlas Mikrobiologie, 11. Aufl. 2005 (16)

2.1 Normalflora der menschlichen Haut

Die Haut dient dem Menschen als schützende Barriere und ist massenhaft von Bakterienkolonien besiedelt. In den obersten Schichten der Epidermis und den superfiziell gelegenen Anteilen der Haarfollikel findet man vor allem Gram-positive Kokken wie z.B. *Staphylococcus (S.) epidermidis* und *Micrococcus sp.*, weiters *Corynebacteriaceae sp.*, *Propionibacterium sp.*, *Brevibacterium sp.*, *Acinetobacter sp.*. Es findet sich eine Keimzahl von 10^3 - 10^6 Keime pro cm^2 Haut. Die vorkommenden Arten sind normalerweise apathogen und leben in Symbiose mit ihrem Wirt. So produzieren Staphylokokken und Propionibakterien Fettsäuren, die protektiv gegenüber Sporenbildner und Pilzkrankungen wirken. (15, 18, 19)

S. aureus findet sich bei vielen Menschen als Kommensale im Nasen-/Rachenbereich, kann aber auch zu Infektionen führen, wie Impetigo contagiosa oder Furunkeln. Im Krankenhaus ist *S. aureus* gemeinsam mit *E. coli* für ein Drittel aller Sepsis Fälle bei hospitalisierten Patienten verantwortlich. Koagulase-negative Staphylokokken (KNS) gehören zur Normalflora der Haut, Infektionen finden sich insbesondere als Katheter-assoziierte Infektionen oder nach Durchtrennung der Haut, wie z.B. bei Sternumöffnungen. Mit 70-80% ist *S. epidermidis* der häufigste Erreger Fremdkörper-assoziiierter Infektionen. (16, 20)

2.2 Normalflora des Mund-/Rachenbereiches

Der menschliche Mund- und Rachenraum ist Habitat einer Vielzahl von „Bewohnern“. Das vorherrschende Milieu und die immer wieder zugeführten Nährstoffe sind Ursache für eine große Anzahl an Bakterien (19). So zählen vor allem Streptokokken der „Viridans-Gruppe“ (z.B. *S. mutans*, *S. salivarius*), Neisseria, Moraxella, Haemophilus, Lactobacillen, Enterokokken, Pseudomonaden und Hefen zu den vorkommenden Kommensalen. Aber auch fakultativ pathogene Erreger, wie *Streptococcus pneumoniae* oder *Neisseria meningitidis* finden sich in der Flora der Mundhöhle und des oberen Respirationstraktes. Die Keimzahl beträgt bis zu 10^9 pro ml Speichel (15, 19).

Prinzipiell sind Viridans-Streptokokken (vergrünende Streptokokken) nützlich für die Mundflora des Menschen. Sie bestehen aber auch aus Arten, die mit der Kariesentstehung in

Zusammenhang gebracht werden. Zu Vertretern der Viridans Gruppe zählen z.B. *S. mutans*, *S. sanguis*, *S. salivarius*, *S. mitis* und die *S. milleri*-Gruppe. Die durch vergrünende Streptokokken verursachten Krankheitsbilder zeigen meist einen eher subakuten Verlauf, jedoch kann die iatrogene Einschleppung der „Viridans-Streptokokken“ in die Blutbahn zur Endokarditis lenta führen. Des Weiteren kommen exemplarisch in der Mundhöhle als Kommensalen die Arten *H. parainfluenzae*, *H. aphrophilus* und *H. paraphrophilus* vor, sowie *H. influenzae* vor (21).

2.3 Infektionsquellen

Bei einer Erste-Hilfe-Leistung zählt der Mensch selbst zur häufigsten Infektionsquelle. Von dessen Schleimhäuten, Sekreten und blutenden Verletzungen geht ein erhöhtes Risiko für Infektionen aus. Diese Aussage trifft sowohl für den Notfallpatienten, als auch für den „Helfer“ selbst zu. Die Kolonisationsrate der Allgemeinbevölkerung mit *S. aureus* liegt bei 50%, bei im Gesundheitswesen tätigen Personen bei nahezu 80%.(22)

Es wird zwischen direkter und indirekter Infektion unterschieden:

1. Direkte Infektion: Es kommt hierbei zum unmittelbaren Kontakt mit der Infektionsquelle = Kontaktinfektion
2. Indirekte Infektion: Verschiedene „Wege“ können von Keimen auf dem Weg zur Eintrittspforte gegangen werden, z.B.: aerogen, durch Vektoren, alimentär.(22)

2.4 Präklinisch relevante Krankheitserreger

Das Erregerspektrum im präklinisch-notfallmedizinischen Bereich umfasst unter anderem:

1. Multiresistente Keime (z.B.: MRSA, VRE, ESBL)
2. Darminfektionserreger (z.B.: *C. difficile*, Noroviren)
3. Tröpfcheninfektionserreger (z.B.: Influenza Viren, *M. tuberculosis*)
4. Blut-übertragene Erreger (z.B.: HIV, HBV, HCV)
5. Hochkontagiöse Erreger lebensbedrohlicher Erkrankungen (z.B.: virusbedingtes hämorrhagisches Fieber).(23)

In der durchgeführten Ulmer SEKURE-Studie konnte nachgewiesen werden, dass im Rettungsdienst multiresistente Keime sowohl in Fahrzeugen als auch an der Dienstkleidung zu finden sind und somit auch eine Übertragung auf Patienten während dem Transport möglich ist. Insgesamt konnte in 12% der getesteten Fahrzeuge ein MRSA-Keim nachgewiesen werden.(24)

2.4.1 Rettungsdienst-spezifische Übertragungswege

Als Übertragungswege sind im Rettungsdienst grundsätzlich die Kontaktinfektion, Tröpfcheninfektion, sowie die Infektion mit Blut z.B. durch Stichverletzungen von Belang. (13, 25)

ÜBERTRAGUNGSWEG	EXEMPLARISCHE ERKRANKUNG/ERREGER
BLUT BZW. INOKULATION	HBV- bzw. HCV-Infektion
HAUT- ODER SCHLEIMHAUTKONTAKT	MRSA-Kolonisation oder Infektion
TRÖPFCHEN, AEROSOL	<i>S. pyogenes</i> , Influenza, Tuberkulose

Tabelle 3 - Übertragungswege und Krankheitsbilder – Ableitungen für die Praxis(13)

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Die Studie wurde an einem Ausbildungszentrum des Roten Kreuzes in Wien durchgeführt. Als Datum der Probennahme wurde dabei das Ende einer Kurswoche gewählt. Insgesamt wurden 60 Proben von 20 Testobjekten (Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™) genommen und im mikrobiologischen Labor auf ihre Keimbesiedlung untersucht. Im untersuchten Ausbildungszentrum gab es insgesamt 10 Kursräume, mit jeweils zwei Demonstrations-/Übungspuppen. Datum der Probennahme war der 20. Jänner 2013.

3.2 Testobjekte

Als Testobjekte wurden 20 Reanimationssimulatoren Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™ herangezogen. Dabei handelt es sich um Übungspuppen (siehe Abbildung 3) mit denen im Rahmen des Erste-Hilfe-Kurses die Durchführung der Herz-Lungen-Wiederbelebung geübt wird. Zum Erlernen der nötigen Fertigkeiten wird von Seiten des Trainers ein „leitlinienkonformer“ Reanimationszyklus demonstriert, gearbeitet wird nach dem Vorzeige-/Nachmach-Prinzip. Das heißt, dass der Trainer zunächst die Übung vorzeigt und die Kursteilnehmer diese im Anschluss nachmachen. Zum Zeitpunkt der Probennahme waren in den jeweiligen Kursen bis zu einer Maximalzahl von 24 Teilnehmer aktiv tätig.

Pro Kursraum sind dabei jeweils zwei Demonstrationspuppen, sowie ausreichend Beatmungstücher Laerdal™ Manikin Face Shield zum Training vorhanden. Diese Tücher dienen als Keimbarriere zwischen den Lippen der Teilnehmer und denen anderer übender Personen (26). Es wird nacheinander geübt, wobei zur Zwischenreinigung Tücher zur Desinfektion (Meliseptol® HBV Tücher) Verwendung finden.

Üblich ist, v.a. bei zweitägigen Kursen, das Erlernte am zweiten Kurstag aufzufrischen und nochmals zu üben.



Abbildung 3 –Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™ (aufgenommen am 21.06.2014)

3.3 Identifikation der Testobjekte

Es wurden, wie bereits erwähnt, 20 Testobjekte untersucht. Diese wurden den zehn unterschiedlichen Kursräumen entnommen, wobei in jedem Kursraum zwei Reanimationspuppen auflagen.

Die Nummerierung der Proben erfolgte anhand des Kursraumes, wobei nach der dreistelligen Zahl des Raumes (z.B. 107) mittels Schrägstrich die Unterteilung in Puppe 1 und Puppe 2 erfolgte (z.B. 107/1 und 107/2) um eine spätere Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

3.4 Erhebung der Wartungsintervalle

Von Seiten des Herstellers der Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™ wird empfohlen die Lungen nach jedem Kurstag zu tauschen, vor allem dann wenn Mund-zu-Mund-Beatmung durchgeführt wird. Ebenso wird die Reinigung der Übungspuppen in regelmäßigen Abständen empfohlen, sowie die Desinfektion des Mundteils nach jedem Teilnehmer/jeder Teilnehmerin.(26)

Die Wartungsintervalle der getesteten Reanimationspuppen konnten im Zuge der Probennahme ausschließlich über das auf der Lunge vermerkte Datum (siehe Abbildung 4) erhoben werden. Ein etwaiges Reinigungs- bzw. Wartungsprotokoll konnte nicht eingesehen werden.



Abbildung 4 - geöffneter Brustkorb mit Zeitpunkt der letzten stattgefundenen Wartung (aufgenommen am 21.06.2014)

3.5 Proben

Für die Studie wurden folgende Entnahmestellen gewählt:

- a) der Mund-/Nasenbereich der Puppe,
- b) die (aufgeschnittene) Lunge und
- c) die Auflagefläche der Hand am Sternum der Puppe.

3.5.1 Abstriche aus dem Mund-/Nasenbereich

Insgesamt wurden 20 Abstrichproben entnommen. Für die Abstrichproben am 20. Jänner 2013 wurden Abstrichtupfer (Fa.Copan, Brescia, Italy) verwendet. Die Probenentnahme im Mund-/Nasenbereich erfolgte von der Tiefe ausgehend in einer kreisenden Bewegung nach perioral. Die Abstrichtupfer wurden über Nacht bei Raumtemperatur gelagert und danach an das Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz verbracht.

Im mikrobiologischen Labor erfolgte eine Kultur auf Blut- und Kochblutagar (BioMerieux), bei einer Bebrütung von 24 bzw. 48 Stunden bei 35°C. Die Bebrütung der Blutplatte erfolgte unter aeroben Bedingungen, die Bebrütung der Kochblutplatte unter 5% CO₂.

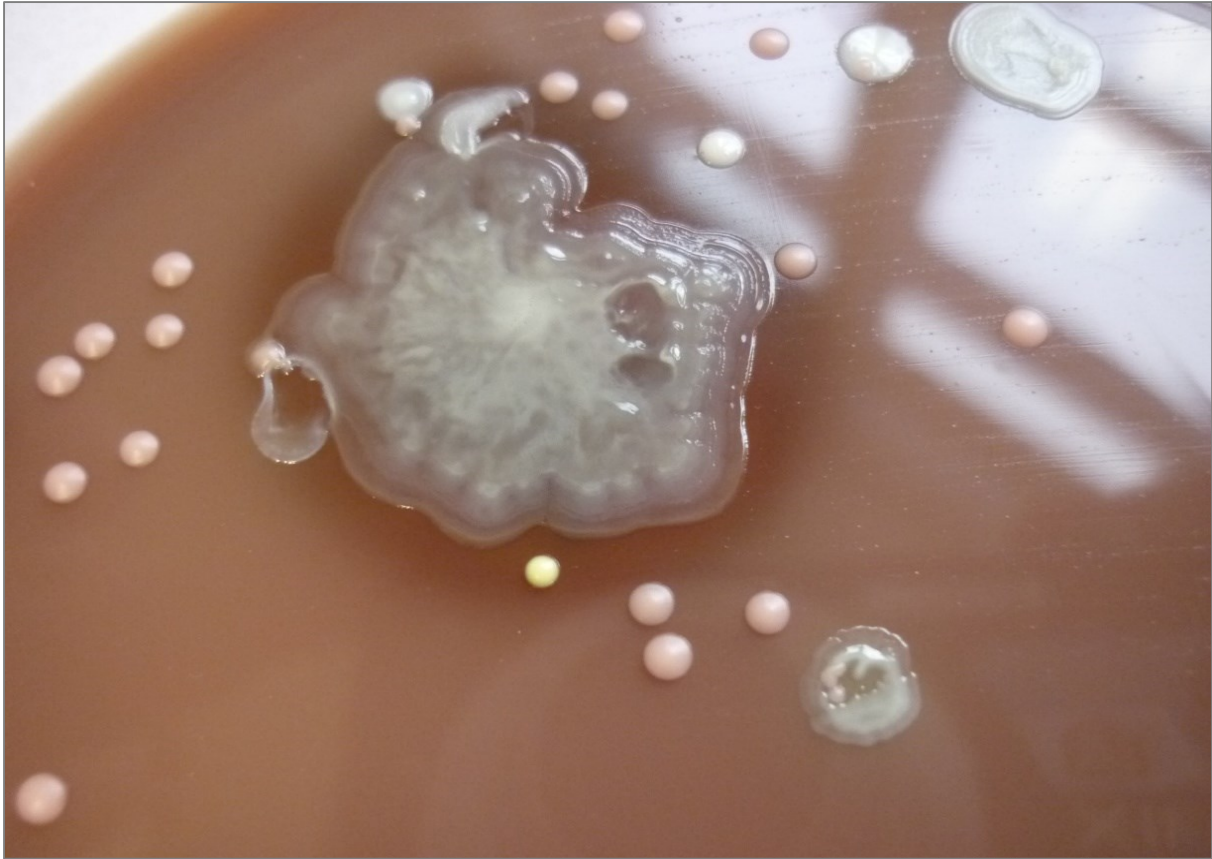


Abbildung 5 – Keimwachstum auf Kochblutagar, hier abgebildet Kolonien von Mikrokokken, *H. parainfluenzae* bzw. *Stomatococcus mucilaginosus* bzw. *Corynebacterium* sp.

3.5.2 Abklatschproben Sternum/Thorax

Die Probenzahl betrug auch hier 20 Proben. Es wurden ebenso Hygicult® TPC-Keimindikatoren von Orion Diagnostica Oy für die Abklatschproben benützt (siehe Abbildung 6). Bei der Probenentnahme am Brustkorb der *Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™* wurden die Keimindikatoren auf jeweils beiden Seiten schräg und mit einer wippenden Bewegung am designierten Druckpunkt der Herz-Druck-Massage (Mitte des Brustkorbs am Brustbein) für 5s aufgesetzt. Die Indikatoren wurden nach der Probenentnahme über Nacht bei Raumtemperatur gelagert und 12 Stunden später an das Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz verbracht, wo sie bei 35 °C für 24 bzw. 48 Std. inkubiert wurden. Anschließend wurden die gewachsenen Kolonien gezählt und differenziert, sowie semiquantitativ ausgewertet.

3.5.3 Abklatschproben aus der Lunge

Es wurden 20 Proben an der Innenfläche der zuvor aufgeschnittenen Lunge entnommen. Für die Abklatschproben wurden Hygicult® TPC-Keimindikatoren von Orion Diagnostica Oy benützt. Bei der Probenentnahme im Bereich der Lunge wurde diese mit einem sterilen Skalpell randständig eröffnet, danach der Keimindikator in die Lunge eingelegt und mit beiden innenliegenden Seiten der Lunge für fünf Sekunden in Kontakt gebracht. Die Keimindikatoren durften während dem Abklatschvorgang nicht verschoben werden und mit keinem anderen Material außer dem zu testenden in Kontakt kommen. Die Indikatoren wurden nach der Probenentnahme über Nacht bei Raumtemperatur gelagert und 12 Stunden später an das Institut für Hygiene der medizinischen Universität Graz verbracht, wo sie bei 35 °C für 24 bzw. 48 Stunden inkubiert wurden. Anschließend wurden die gewachsenen Kolonien gezählt und differenziert, sowie semiquantitativ ausgewertet.



Abbildung 6 – Hygicult-Abklatschproben Thorax und Lunge

3.5.4 Untersuchung im mikrobiologischen Labor

Nach Einlangen der Proben im mikrobiologischen Labor erfolgte bei den Abstrichtupfern eine Aufbringung des Materials auf Blut- und Kochblutagarplatten (BioMerieux). Anschließend Bebrütung der Proben für 24 bzw. 48 Stunden bei 35°C. Die Bebrütung der Blutplatte erfolgte unter aeroben Bedingungen, die Bebrütung der Kochblutplatte unter erhöhter CO₂ Spannung mit 5% CO₂.

Die eingelangten HygiCults wurden ebenfalls für 24- 48 Stunden bei 35° bebrütet. Danach erfolgte die Keimzahlbestimmung bzw. Identifizierung der gewachsenen Bakterien.

3.5.5 Identifizierung der Keime

Die Identifizierung im mikrobiologischen Labor erfolgte dabei sowohl über klassische Identifizierungsmethoden, wie Gram Färbung, Katalase- bzw. Coagulase Reaktion. Desweiteren erfolgte die genaue Identifizierung mittels MALDI-TOF (Bio Merieux).

4 Ergebnisse

4.1 Mikrobiologische Auswertung

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Studie 60 Proben untersucht.

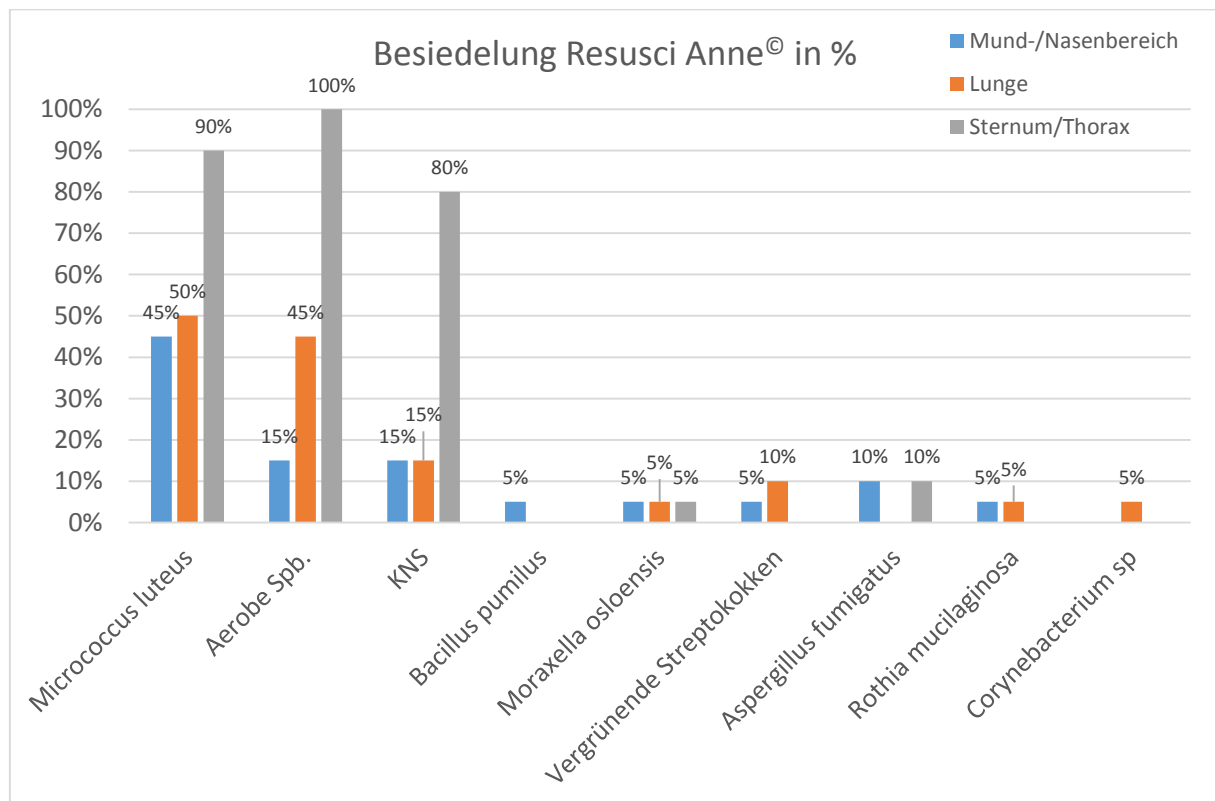


Abbildung 7 Besiedelung Testobjekte (n=20) in %. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)

Die Auswertung nach Keimen ergibt eine Besiedelung des Brustkorbes mit Keimen der Normalflora der menschlichen Haut. Auch in den Lungen finden sich vereinzelt Keime der Hautflora und rudimentär Keime des Respirationstraktes. Die Ergebnisse unterteilt nach der Entnahmestelle finden sich nachfolgend aufgelistet.

4.1.1 Mikrobiologische Resultate - Mund-/Nasenbereich

Die untersuchten Abstriche aus dem Mund-/Nasenbereich zeigten folgende acht Keime: *Micrococcus luteus* fanden sich bei neun Testobjekten, Aerobe Sporenbildner und Koagulase negative Staphylokokken fanden sich bei drei Puppen. *Aspergillus fumigatus* konnte bei zwei Testobjekten nachgewiesen werden. *Bacillus pumilus*, *Moraxella osloensis*, vergrünende Streptokokken und *Rothia mucilaginosa* fand sich jeweils bei einer Puppe (siehe Abbildung 8). Insgesamt waren an 15 von 20 Testobjekten Keime im Mund-/Nasenbereich nachweisbar. Wie in Tabelle 5 (Anhang) aufgezeigt zeigt sich bei fünf Testobjekten keinerlei Keimbesiedelung.

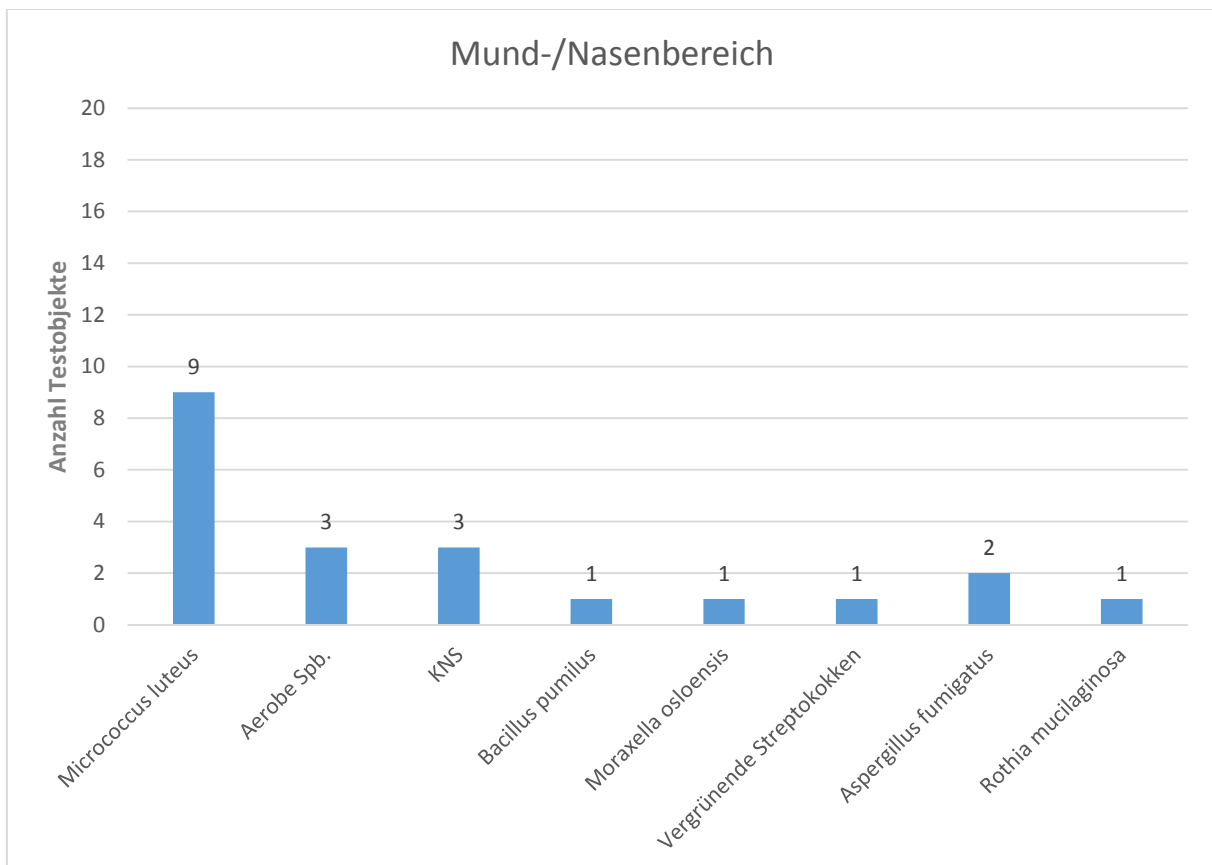


Abbildung 8 – Keimbesiedelung Mund-/Nasenbereich. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)

4.1.2 Mikrobiologische Resultate - Sternum/Thorax

Auch hier wurden 20 Proben untersucht. Dabei fanden sich ausschließlich Kommensale der residenten Hautflora.

Das nachgewiesene Keimspektrum umfasste fünf unterschiedliche Keime (siehe Abbildung 9 sowie Tabelle 7 im Anhang). Auf dem Brustkorb aller Testobjekte konnten aerobe Sporenbildner nachgewiesen werden. 18 von 20 Testobjekte zeigten eine Besiedlung mit *Micrococcus luteus*, Koagulase-negative Staphylokokken fanden sich an 16 von 20 Testobjekten. In zwei Fällen konnte *Aspergillus fumigatus* isoliert werden und in einem Fall *Moraxella osloensis*.

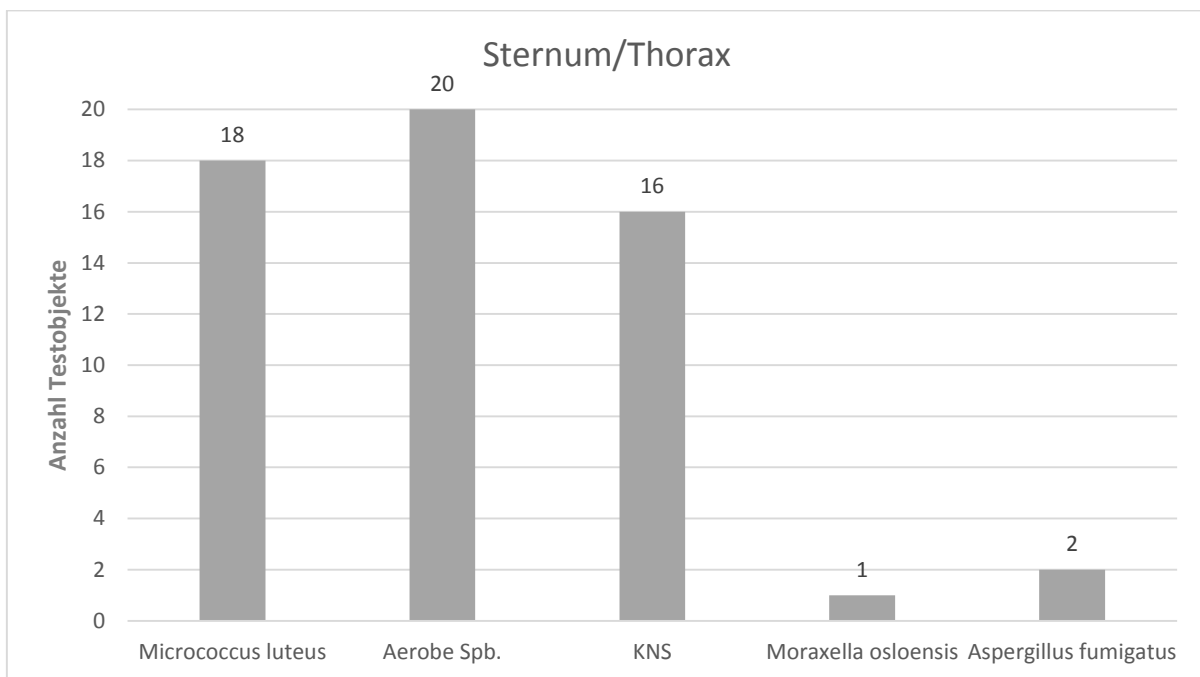


Abbildung 9 – Keimbesiedelung Thorax. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)

4.1.3 Mikrobiologische Resultate - Lunge

Untersucht wurden 20 Proben, dabei fanden sich sowohl Kommensale der normalen Hautflora als auch standortspezifische Keime der oberen Atemwege. Insgesamt konnten sieben Keime in der aufgeschnittenen Lunge nachgewiesen werden, am häufigsten vertreten *Micrococcus luteus* bei zehn Testobjekten. Bei neun Puppen wurden *aerobe Sporenbildner* und bei drei Testobjekten *Koagulase-negative Staphylokokken* nachgewiesen, sowie bei zwei Testobjekten konnten *vergrünende Streptokokken*, jeweils bei einem Testobjekt konnten Keime des Typus *Moraxella osloensis*, *Rothia mucilaginosa* und *Corynebacterium sp* gefunden werden sowohl Keime der physiologischen Hautflora als auch jene des Respirationstraktes nachgewiesen werden.

Wie in Tabelle 6 (Anhang) ersichtlich zeigen auch hier fünf Testobjekte keinerlei Keimbesiedelung wobei die Objekte 107/1, 107/2, 108/2, 113/2 sowohl im Mund-/Nasenbereich als auch innerhalb der Lunge steril waren.

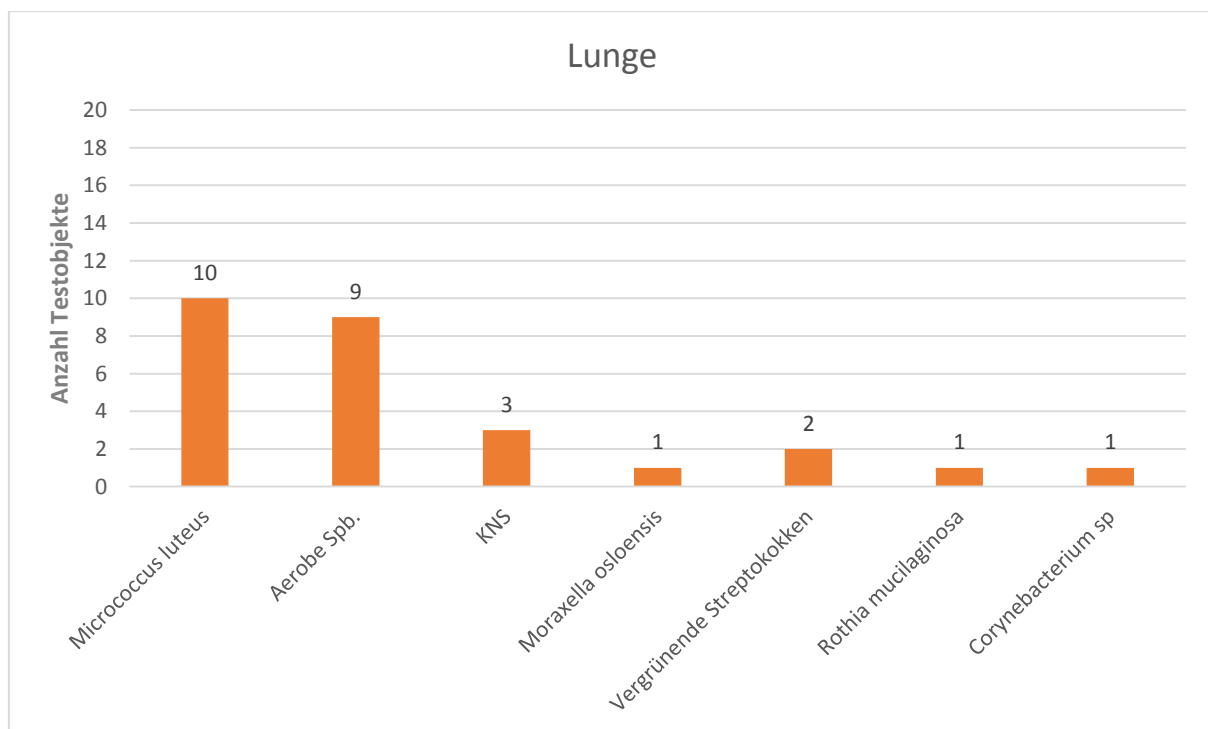


Abbildung 10 - Keimbesiedelung Lunge. Dargestellt Anzahl der Testobjekte (n=20) mit Aufzählung der nachgewiesenen Erreger. (KNS = Koagulase-negative Staphylokokken)

4.2 Wartungsintervalle

Im Rahmen der Testung wurde das an der Lunge vermerkte Datum, welches Monat und Jahr des letzten Tausches darstellt, notiert und findet sich in der unten stehenden Tabelle 4 aufgelistet. Dies erfolgte um den Abstand zum letzten Wartungszeitpunkt zu kennen.

Die Testobjekte der Kursräume 107 bis 114 wurden im Monat der Probennahme zuletzt gewartet, ebenso die *Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™* des Kursraumes 210. Bei den Kursräumen 211 und 212 fand die letzte Wartung im November 2012 - damit zwei Monate vor Probennahme statt. Die Testobjekte des Kursraumes 213 waren ohne Hinweis auf den letzten Wartungszeitpunkt. Ein zentral geführtes Wartungsprotokoll war zum Zeitpunkt der Probennahme nicht aufliegend.

Testobjekt	Letzte Wartung
107/1	01/2013
107/2	01/2013
108/1	01/2013
108/2	01/2013
109/1	01/2013
109/2	01/2013
112/1	01/2013
112/2	01/2013
113/1	01/2013
113/2	01/2013
114/1	01/2013
114/2	01/2013
210/1	01/2013
210/2	01/2013
211/1	11/2012
211/2	11/2012
212/1	11/2012
212/2	11/2012
213/1	Nicht nachvollziehbar
213/2	Nicht nachvollziehbar

Tabelle 4 - Beschriftung der Lungen nach Zeitpunkt der letzten Wartung

5 Diskussion

Richtig angewandte Laienreanimation kann die Überlebenschance beim plötzlichen Herztod signifikant erhöhen. Zum Erlernen einer korrekten und effizienten Ausführung stehen unterschiedliche Übungsmaterialien und Kurskonzepte zur Verfügung. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht ob beim Üben der Wiederbelebensmaßnahmen Mund-zu-Mund-Beatmung und Herzdruckmassage eine etwaige Kreuzinfektion mit pathogenen Keimen über Übungspuppen im Rahmen eines Erste-Hilfe-Kurses möglich ist.

Häufig fragen TeilnehmerInnen von Erste-Hilfe-Kursen ob sie bei der Herz-Lungen-Wiederbelebung etwas falsch machen können bzw. ob eine Infektion (vor allem mit HIV und Hepatitis) während einer realen Notfallsituation möglich ist. Dies deckt sich auch mit der von Savastano und Vanni durchgeführten Befragung in der hervorging, dass eben diese beiden Ängste eine große Rolle bei der kardiopulmonalen Reanimation spielen.(10) Auch in den stattfindenden Ausbildungskursen des Wiener Roten Kreuzes taucht immer wieder die Frage von Seiten der KursteilnehmerInnen auf, ob durch die verwendeten Übungspuppen eine Infektionsgefahr besteht.

Wie in Kapitel 2.4 - Präklinisch relevante Krankheitserreger beschrieben, stellt die ausübende Tätigkeit im Rettungsdienst eine potentielle Infektionsgefahr durch Blut und andere Körperflüssigkeiten dar. Insbesondere sind hier Hepatitis-B Viren, Hepatitis-C Viren und HIV zu nennen.(27) Im Rahmen des Übens einer Reanimation an Puppen kommt es nicht zu einem Kontakt mit Blut und somit zu keiner Infektion mit diesen Erregern.

Beim Erlernen der Reanimationsmaßnahmen Herzdruckmassage und Mund-zu-Mund-Beatmung erfolgt jedoch intensiver Kontakt der einzelnen KursteilnehmerInnen mit den verwendeten *Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™* wodurch die Möglichkeit einer Kontamination des Übungsmaterials mit Keimen der Haut- und Rachenflora der jeweils übenden TeilnehmerInnen besteht. Hier wäre auch ein Kontakt mit fakultativen pathogenen Erregern wie *S. aureus* und Enterobakterien denkbar.

Wie die Ulmer-SEKURE-Studie zeigte, sind multiresistente Keime (MRSA) in Rettungswägen zu finden und diese konnten ebenso auf der getesteten Dienstkleidung der - das Fahrzeug besetzenden – Sanitäter nachgewiesen werden (24). Da EH-Kurse häufig von Sanitätern abgehalten werden (u.a. in Uniformierung) besteht somit die Möglichkeit einer Übertragung eben dieser Keime auf die verwendeten Kursmaterialien.

Die in Erste-Hilfe-Kursen verwendeten Übungsmaterialien unterliegen je nach Hersteller bestimmten Wartungs- und Reinigungsmaßnahmen, die von den jeweiligen AusbilderInnen und KursteilnehmerInnen eingehalten werden sollten. Im teilnehmenden Ausbildungszentrum findet sich ein Reinigungs- und Desinfektionsplan. Die Einhaltung der Wartungsmaßnahmen insbesondere der regelmäßige Tausch der Lungen der *Laerdal Resusci® Anne Skillguide/Skillreporter™* lässt sich aufgrund einer nicht durchgängigen Dokumentation allerdings nicht durchgehend nachvollziehen.

In der vorliegenden Untersuchung fanden sich in 49 von 60 Untersuchungsproben Keime der physiologischen ortständigen Rachen- und Hautflora.

Die untersuchten Abstriche aus dem Mund-/Nasenbereich zeigten insgesamt acht unterschiedliche Keimarten: *Micrococcus luteus* fanden sich bei neun Testobjekten, aerobe Sporenbildner und Koagulase-negative Staphylokokken fanden sich bei drei Puppen. *Aspergillus fumigatus* konnte bei zwei Testobjekten nachgewiesen werden. *Bacillus pumilus*, *Moraxella osloensis*, vergrünende Streptokokken und *Rothia mucilaginosa* fanden sich jeweils bei einer Puppe. Insgesamt waren bei 15 der 20 Testobjekte Keime im Mund-/Nasenbereich nachweisbar. Bei fünf der getesteten Objekte konnte keine Keimbesiedlung nachgewiesen werden. In keinem der Testobjekte fand sich ein *S. aureus* oder Enterobakterien.

In sämtlichen Abklatschproben der Handauflageflächen am Thorax konnten Keime nachgewiesen werden. Insgesamt wurden dabei fünf unterschiedliche Keimarten detektiert, auffallend war hierbei der durchgängige Nachweis von aeroben Sporenbildnern auf allen Testobjekten. Häufig waren auch *Micrococcus luteus* (18 von 20) und *Koagulase-negative Staphylokokken* (16 von 20) nachweisbar. *Aspergillus fumigatus* konnte auf zwei Laerdal Resusci® Anne, *Moraxella osloensis* auf einer Übungspuppe gefunden werden. Ebenso waren auf keinem der Testobjekte *S. aureus* oder Enterobakterien zu finden.

Neben dem Keimspektrum stellte sich auch die Frage nach der jeweiligen Keimzahl und ob diese eine Rolle bei einer möglichen Übertragung von und auf TeilnehmerInnen der EH-Kurse spielen könnte. Physiologisch ist eine deutlich höhere Keimzahl im Mund-/Rachenbereich (10^9 KBE/ml Speichel) im Vergleich zur Haut des Brustbereichs (10^3 - 10^6 Keime pro cm^2 Haut) zu erwarten gewesen. (17) Tatsächlich fand sich im Mund-/Rachenraum der Testobjekte eine geringere Keimbelastung (Vergleich Tabelle 5 und Tabelle 6 im Anhang.) Dies dürfte auf die Verwendung von *Laerdal™ Manikin Face Shield* während der Mund-zu-Mund-Beatmungsübungen und eine gründlichere Reinigung durch die TrainerInnen und die KursteilnehmerInnen selbst zurückzuführen sein. Die Alkoholgetränkten Desinfektionstücher werden in der Regel am Ende eines Übungszyklus von den TrainerInnen für längere Zeit im Mundraum belassen, sodass die empfohlene Einwirkzeit von einer Minute erreicht wird. Dies ist im Thoraxbereich aufgrund der großen Fläche nicht entsprechend möglich.

In der vorliegenden Studie wurden die Lungen der 20-zähligen Stichprobe untersucht. Zwischen dem Mund und der Kunstlunge der Übungspuppen findet sich ein Rückschlagventil das die Rückkehr von Erregern bei einer Beatmungsübung aus der Lunge zurück in den Mundraum der Puppe verhindern soll. In den aufgeschnittenen und untersuchten Lungen konnten durch Abklatschproben bei 10 von 20 Testobjekten *Micrococcus luteus* nachgewiesen werden. In neun Puppen fanden sich *aerobe Sporenbildner* und bei drei Testobjekten waren Koagulase-negative Staphylokokken nachweisbar. Zwei Testobjekte waren mit vergrünenden Streptokokken besiedelt. Bei je einem Testobjekt konnte *Moraxella osloensis*, *Rothia mucilaginosa* und *Corynebacterium sp.* gefunden werden. Sämtliche nachgewiesene Erreger sind Bestandteil des Keimspektrums der physiologischen Rachenflora. Fünf der Testobjekte wiesen keinerlei Keimbesiedelung auf. Fakultativ pathogene Erreger, wie *S. aureus* oder Enterobakterien, konnten nicht detektiert werden. Eine längere Verwendung der Lungen, im Sinne längerer Wartungs- und Tauschintervalle, führte zu einer höheren Keimbelastung bei diesen.

5.1 Limitationen der Studie

Die Frage der Infektiösität kann in der durchgeführten Studie nicht zur Gänze geklärt werden. Gründe hierfür sind:

- Der Stichprobenumfang ist mit 20 Testobjekten und insgesamt 60 entnommenen Proben eher klein. Ein Vergleich mit anderen Ausbildungszentren wäre wünschenswert.
- Es fand sich kein Wartungs- und Reinigungsprotokoll, sodass nicht nachvollziehbar war, ob das vom Hersteller geforderte Wartungs- und Reinigungsintervall eingehalten wurde.
- Da die Proben nach Beendigung einer Kurswoche genommen wurden, konnten keine Proben von den jeweiligen KursteilnehmerInnen genommen werden, sodass nicht geklärt werden konnte, ob zufällig kein(e) TeilnehmerIn *S. aureus* positiv war.
- Mit den verwendeten Untersuchungsmaterialien bzw. -techniken konnte nicht auf Mykobakterien oder Viren untersucht werden. Das Studiendesign wurde absichtlich so gewählt, da es primär um die Fragestellung einer überhaupt möglichen Kontamination mit bakteriellen Erregern ging.

5.2 Conclusio

Obwohl im Rettungsdienst nachweislich eine teilweise Besiedelung der Dienstkleidung von SanitäterInnen mit fakultativ pathogenen und multiresistenten Erregern (MRSA) zu finden ist, sind diese Keime in der vorliegenden Studie auf den getesteten Kursmaterialien nicht nachzuweisen. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass – zumindest bei den hier getesteten Objekten – eine Infektionsangst der Erste-Hilfe-KursteilnehmerInnen bei adäquatem Umgang mit den Kursmaterialien unbegründet ist, da die detektierten Erreger ausschließlich Keime der physiologischen Rachen- und Hautflora des Menschen darstellen.

6 Literaturverzeichnis

1. Unfallversicherungsanstalt A. AUVA; [cited 2013 30.09.2013]. Available from: http://www.auva.at/portal27/portal/auvaportal/channel_content/cmsWindow?action=2&p_menuid=64796&p_tabid=3.
2. Arbeitsstättenverordnung, Pub. L. No. AStV § 40(2010).
3. Bauarbeiterschutzverordnung, Pub. L. No. BauV § 31(2010).
4. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castren M, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. 2010;81(10):1277-92.
5. Austria S. Todesursachen im Überblick: STATISTIK AUSTRIA; 2014 [cited 2014 June 13th]. Available from: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/todesursachen/todesursachen_im_ueberblick/index.html.
6. Wnent J, Bohn A, Seewald S, Fischer M, Messelken M, Jantzen T, et al. Laienreanimation – Einfluss von Erster Hilfe auf das Überleben. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*. 2013;48(09):562-6.
7. Van Aken HK, Brinkrolf P. Laienreanimation – Alles ist besser, als nichts zu tun. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*. 2013;48(09):544-5.
8. Nurnberger A, Sterz F, Malzer R, Warenits A, Girska M, Stockl M, et al. Out of hospital cardiac arrest in Vienna: incidence and outcome. *Resuscitation*. 2013;84(1):42-7.
9. Maurer H, Gütte K, Seewald S. Erhebung des Kenntnisstandes von Notfallbasismaßnahmen in der Bevölkerung – Erste Ergebnisse zur Hilfsbereitschaft. *Anästh Intensivmed*. 2013;54.
10. Savastano S, Vanni V. Cardiopulmonary resuscitation in real life: the most frequent fears of lay rescuers. *Resuscitation*. 2011;82(5):568-71.
11. Organization WH. WHO guidelines on hand hygiene in healthcare. Genf, Schweiz: World Health Organization Press; 2009.
12. Reichardt C, Bunte-Schonberger K, Behnke M, Clausmeyer JO, Gastmeier P. Krankenhaushygiene - Wo stehen wir im 6. Jahr der „Aktion Saubere Hände“? *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*. 2014;49(1):30-4.
13. Nassauer A, Mielke M. Infektionsprävention im Krankentransport und Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2010;13(Issue 6, October 2010):483–96.
14. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC infectious diseases*. 2006;6:130.
15. Munk K. Taschenlehrbuch Biologie: Mikrobiologie. 1 ed. Stuttgart: Thieme; 2008. 618 p.
16. Kayser FH, Böttger EC, Zinkernagel RM, Haller O, Eckert J, Deplazes P. Taschenlehrbuch Medizinische Mikrobiologie. 11. überarbeitete Auflage ed: Thieme; 2005. 765 p.
17. Hof H, Dörries R. Medizinische Mikrobiologie. 3., vollst. überarb. u. erw. Aufl. ed. Stuttgart: Thieme; 2005. 718 p.
18. Alexeyev OA. Bacterial landscape of human skin: seeing the forest for the trees. *Experimental dermatology*. 2013;22(7):443-6.
19. Todar K. The normal bacterial flora of humans [cited 2013 12 October, 2013]. Available from: http://textbookofbacteriology.net/normalflora_3.html.
20. Schaefer P, Baugh RF. Acute otitis externa: an update. *American family physician*. 2012;86(11):1055-61.
21. Groß U. Kurzlehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie. 2., korr. Aufl. ed. Stuttgart: Thieme; 2009. 513 p.
22. Kühn D, Luxem J, Runggaldier K. Rettungsdienst heute. 4. Auflage ed: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2007. 1080 p.
23. Valenza G. Gefährdungspotential durch Bakterien und Viren im Rettungsdienst: Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit; 2013 [cited 2014 February, 9th]. Available from:

http://www.lgl.bayern.de/aus_fort_weiterbildung/veranstaltungen/kongresse_veranstaltungen/doc/lare_rettungsdienst_2013_valenza.pdf.

24. Wildermuth S. Die Ulmer SEKURE-Studie: Untersuchung der Erregerbelastung im Rettungsdienst - Eine Bestandsaufnahme. Surface contamination of ambulance vehicles in Southern Germany in the region of Ulm: The SEKURE Study. *Hygiene & Medizin*. 2013;38(1):16.

25. Stahlberg P. Hygienemappe für den Rettungsdienst: Ärztlicher Leiter Rettungsdienst EN in Zusammenarbeit mit Kreisgesundheitsamt; [updated August 2002; cited 2014 February, 9th].

Available from:

http://www.enkreis.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/54_2/hygieneplaene/Hygienemappe_fuer_den_Rettungsdienst.pdf.

26. Laerdal. Resusci Anne, First Aid, Important Product Information 2013 [updated July 2013; cited 2014 February 9th]. Available from:

http://laerdalcdn.blob.core.windows.net/downloads/f2566/Resusci_Anne_and_Resusci_Baby_FirstAid_Important_Product_Information_rev-July_2013.pdf.

27. Marcus R, Srivastava PU, Bell DM, McKibben PS, Culver DH, Mendelson MH, et al. Occupational blood contact among prehospital providers. *Annals of emergency medicine*. 1995;25(6):776-9.

7 Anhang

MUND	<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Aerobe Spb.</i>	<i>KNS</i>	<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Moraxella osloensis</i>	<i>Vergrünende Streptokokken</i>	<i>Aspergillus. fumigatus</i>	<i>Rothia mucilaginosa</i>	<i>Corynebact. sp</i>
107/1									
107/2									
108/1		(+)							
108/2									
109/1									
109/2					+				
112/1						+			
112/2	(+)								
113/1			(+)						
113/2									
114/1	(+)								
114/2							(+)		
210/1	(+)								
210/2	(+)								
211/1	(+)		+	(+)				+	
211/2	(+)	(+)					(+)		
212/1		(+)							
212/2	(+)		(+)						
213/1	(+)								
213/2	(+)								

Tabelle 5 – Semiquantitative Aufstellung Mund

+++ = zahlreich, ++ = häufig, + = mäßig, (+) = gelegentlich

LUNGE

	<i>Micrococcus luteus</i>	Aerobe Spb.	KNS	<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Moraxella osloensis</i>	Vergrünende Streptokokken	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Rothia mucilaginosa</i>	<i>Corynebact. sp</i>
107/1									
107/2									
108/1			(+)						
108/2									
109/1		(+)							
109/2	(+)								
112/1		(+)							
112/2	(+)	+			(+)				
113/1									
113/2									
114/1	(+)					+			
114/2		(+)				(+)			
210/1	(+)	+	(+)						(+)
210/2	(+)								
211/1	+	(+)						+	
211/2	+	+							
212/1	+								
212/2	(+)	(+)							
213/1									
213/2	+	+	(+)						

Tabelle 6 - Semiquantitative Aufstellung Lunge

+++ = zahlreich, ++ = häufig, + = mäßig, (+) = gelegentlich

Brust	<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Aerobe Spb.</i>	<i>KNS</i>	<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Moraxella osloensis</i>	<i>Vergrünende Streptokokken</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Rothia mucilaginoso</i>	<i>Corynebact . sp</i>
107/1	+	+	+						
107/2	+	+	++						
108/1	++	+	++						
108/2	++	+	+						
109/1	+	++			+				
109/2	+	++	+						
112/1	+	++	++						
112/2	+	+	+						
113/1	+	+	+						
113/2	+	+	+				+		
114/1	+	+	+				+		
114/2		++	+						
210/1	+	+++							
210/2		+++	+++						
211/1	+	++	+						
211/2	+++	+++	+						
212/1	++	+++	++						
212/2	+	+	+						
213/1	++	++							
213/2	+	++							

Tabelle 7 - Semiquantitative Aufstellung Brust

+++ = zahlreich, ++ = häufig, + = mäßig, (+) = gelegentlich

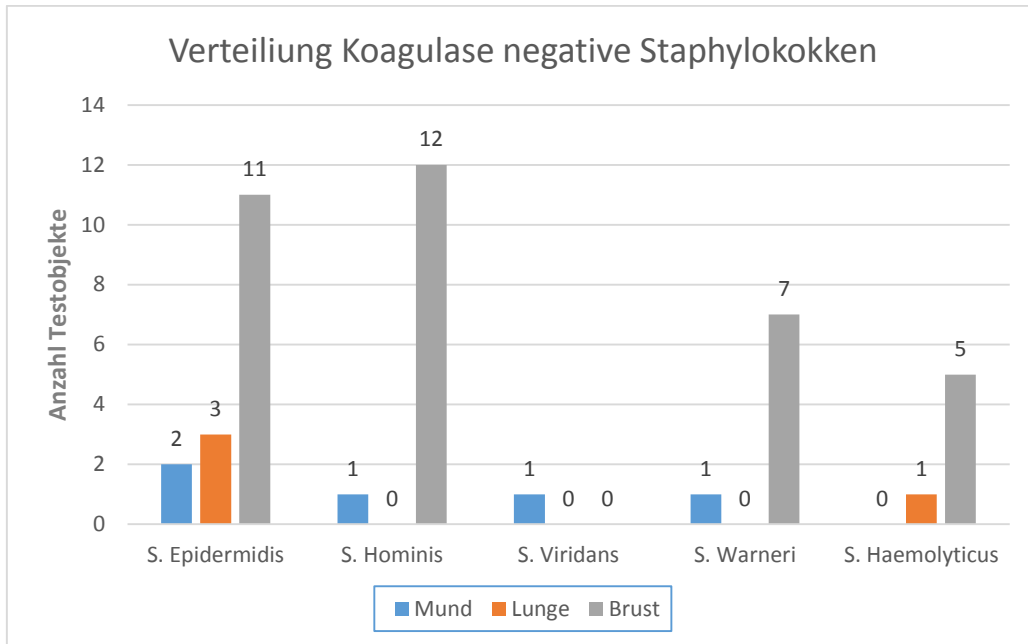


Abbildung 11 – KNS-Aufteilung

Gestorbene insgesamt seit 1970 nach Todesursachen, absolut

Jahr	Insgesamt	Todesursachen (Pos. Nr. ICD-10)					
		Bösartige Neubildungen (C00-C97)	Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems (I00-I99)	Krankheiten der Atmungsorgane (J00-J99)	Krankheiten der Verdauungsorgane (K00-K93)	Sonst. Krankheiten (A00-B99, D01-H95, L00-R99)	Verletzungen und Vergiftungen (V01-Y89)
1970	98.819	19.362	46.692	8.176	5.972	10.907	7.710
1971	97.334	19.260	47.164	6.119	5.981	10.794	8.016
1972	95.323	19.120	46.860	5.056	5.774	10.460	8.053
1973	92.768	19.188	45.057	5.474	5.715	9.627	7.707
1974	94.324	19.475	46.563	5.272	6.018	9.354	7.642
1975	96.041	18.996	47.931	6.741	5.883	9.019	7.471
1976	95.140	19.169	48.593	6.158	5.490	8.621	7.109
1977	92.402	19.024	47.373	4.658	5.736	8.459	7.152
1978	94.617	18.927	49.408	5.352	5.431	8.277	7.222
1979	92.012	18.884	47.478	4.495	5.391	8.545	7.219
1980	92.442	19.284	49.014	4.692	5.195	7.367	6.890
1981	92.693	19.163	49.007	4.997	5.025	7.698	6.803
1982	91.339	19.049	48.317	4.690	4.861	7.451	6.971
1983	93.041	18.826	50.067	5.081	4.874	7.126	7.067
1984	88.466	19.194	46.909	4.290	4.692	6.683	6.698
1985	89.578	18.837	47.908	4.911	4.539	6.933	6.450
1986	87.071	18.696	46.747	4.363	4.318	6.760	6.187
1987	84.907	19.083	44.851	4.118	4.167	6.553	6.135
1988	83.263	18.991	44.200	3.702	3.968	6.428	5.974
1989	83.407	18.988	43.700	3.951	4.188	6.738	5.842
1990	82.952	19.330	42.629	4.198	4.071	7.148	5.576
1991	83.428	19.317	44.003	3.908	4.132	6.667	5.401
1992	83.162	19.399	43.781	3.926	4.212	6.750	5.094
1993	82.517	19.521	43.513	3.852	4.069	6.497	5.065
1994	80.684	19.046	42.654	3.469	3.972	6.365	5.178
1995	81.171	19.154	43.447	3.422	3.832	6.420	4.896
1996	80.790	18.819	43.751	3.519	3.727	6.223	4.751
1997	79.432	18.845	42.991	3.555	3.495	6.118	4.428
1998	78.339	18.656	42.544	3.552	3.478	5.899	4.210
1999	78.200	18.710	42.111	4.041	3.251	5.728	4.359
2000	76.780	18.749	40.111	4.087	3.464	5.970	4.399
2001	74.767	18.487	38.385	3.914	3.349	6.405	4.227
2002	76.131	18.623	36.906	4.090	3.588	8.607	4.317
2003	77.209	19.231	34.914	5.111	3.603	10.089	4.261
2004	74.292	19.245	32.486	4.490	3.336	10.569	4.166
2005	75.189	19.124	32.636	4.670	3.354	10.966	4.439
2006	74.295	19.056	32.489	4.401	3.098	11.040	4.211
2007	74.625	18.966	32.864	4.552	3.294	10.736	4.213
2008	75.083	19.780	32.294	4.130	3.043	11.619	4.217
2009*)	77.381	19.642	33.223	4.221	3.168	12.836	4.291
2010	77.199	19.757	33.196	4.216	3.111	12.719	4.200
2011	76.479	19.992	32.374	4.055	2.982	12.863	4.213
2012	79.436	20.266	33.931	3.963	3.001	13.833	4.442
2013	79.526	20.094	34.101	3.950	2.996	14.083	4.302

Tabelle 8 - Q: STATISTIK AUSTRIA, Todesursachenstatistik. Erstellt am 03.06.2014. *) Zeitreihenbruch durch verbesserte Vollständigkeit (im Ausland Gestorbene) (5)