

**Aus der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Prospektive Interventionsstudie für die Entwicklung
multimodaler Präventionsmaßnahmen zur
Risikominimierung von nosokomialen
Infektionen in der Pferdeklinik**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Katja-Sophia Klein
Tierärztin aus Stuttgart

Berlin 2022
Journal-Nr.: 4216

Aus der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Prospektive Interventionsstudie für die Entwicklung
multimodaler Präventionsmaßnahmen zur Risikominimierung
von nosokomialen Infektionen in der Pferdeklinik**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Katja-Sophia Klein

Tierärztin
aus Stuttgart

Berlin 2022

Journal-Nr.: 4216

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Heidrun Gehlen
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Stefan Schwarz
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

horses, veterinary clinics, risk analysis, risk assessment, risk reduction, prevention,
nosocomial infections, wound infections, veterinary medicine, veterinary practice

Tag der Promotion: 18.10.2022

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<https://dnb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-96729-196-4

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2022

Dissertation, Freie Universität Berlin

D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2022 Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meiner Familie,
in Liebe und Dankbarkeit.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VIII
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
2 Literatur	3
2.1 Nosokomiale Infektionen	3
2.1.1 Nosokomiale Infektionen in der Humanmedizin	4
2.1.2 Nosokomiale Infektionen in der Veterinärmedizin	8
2.2 Wundinfektionen	11
2.2.1 Postoperative Wundinfektionen	12
2.2.2 Einteilung nosokomialer postoperativer Wundinfektionen	15
2.3 Erreger nosokomialer Wundinfektionen bei Pferden	16
2.3.1 Methicillin-resistente <i>Staphylococcus aureus</i>	16
2.3.2 Extended Spectrum Beta-Laktamase bildende Bakterien	17
2.3.3 <i>Salmonella enterica</i>	17
2.3.4 <i>Acinetobacter baumannii</i>	18
2.4 Antibiotikaresistenzen	19
2.5 Infektionskontrollmaßnahmen in der Humanmedizin	20
2.5.1 Surveillance	21
2.5.2 Händehygiene	22
2.6 Infektionskontrollmaßnahmen in der Veterinärmedizin	23
2.6.1 Herausforderungen in der Pferdeklinik	24
3 Material und Methoden	27
3.1 Studiendesign und Ziel	27
3.2 Untersuchungszeitraum A	28
3.2.1 Patienten und Probenmaterialien	28
3.2.2 Probennahme am Patienten	28
3.2.3 Aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen	29
3.2.4 Dokumentation der Parameter im Untersuchungszeitraum A	31
3.2.5 Beobachtungen während Untersuchungszeitraum A	33

3.3	Intervention.....	34
3.3.1	Maßnahmen für die Intervention	34
3.3.1.1	Händehygiene-Compliance.....	34
3.3.1.2	Interventionszubehör	35
3.4	Untersuchungszeitraum B	36
3.4.1	Patienten und Probenmaterialien	36
3.4.2	Probennahme am Patienten	37
3.4.3	Aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen	37
3.4.4	Dokumentation der Parameter im Untersuchungszeitraum B.....	37
3.5	Vergleich Untersuchungszeitraum A und B.....	37
3.6	Statistische Auswertung	38
4	Ergebnisse	41
4.1	Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum A	41
4.1.1	Eingangsscreening und Ermittlung des Status Quo	41
4.1.2	Postoperative Wundinfektionen im Untersuchungszeitraum A.....	43
4.1.2.1	Charakterisierung der Wundinfektionen.....	44
4.1.3	Ergebnisse der Beobachtungen im Untersuchungszeitraum A	45
4.2	Ergebnisse der Intervention	45
4.2.1	Hierarchiesystem und Reinigungspläne	46
4.2.2	Händehygiene.....	48
4.2.3	Standard Operation Procedures – SOPs.....	49
4.3	Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum B	52
4.3.1	Eingangsscreening und Ermittlung des Status Quo	52
4.3.2	Postoperative Wundinfektionen im Untersuchungszeitraum B.....	54
4.3.2.1	Charakterisierung der Wundinfektionen.....	55
4.4	Zusammenfassende Ergebnisse aller Patienten aus den Untersuchungszeiträumen A und B.....	55
4.4.1	Eingangsscreening Untersuchungszeiträume A und B.....	55
4.4.2	Charakterisierungen der Traumata beider Indikationen.....	58
4.4.3	Korrelation zwischen Wundinfektionen und Aufenthaltsdauer.....	59
4.4.4	Vorbehandlung aller Patienten bei Einlieferung.....	61
4.5	Vergleich der Untersuchungszeiträume A und B nach Einführung der Intervention	61
4.5.1	Händehygiene-Compliance	61
4.5.2	Häufigkeiten und Besiedlung der postoperativen Wundinfektionen aus den Untersuchungszeiträumen A und B	63
4.5.3	Auswirkungen des Infektionspräventionskonzeptes auf die Infektionsrate..	66

4.5.4	Ergebnisse aller Einflussfaktoren auf das Erlangen einer Wundinfektion....	67
4.5.5	Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum B auf das Erlangen einer Wundinfektion	69
5	Diskussion	71
5.1	Diskussion der Methode	71
5.1.1	Eingangsscreening und Zusatznutzen eines Ausgangsscreening.....	71
5.1.2	Längeres Screening potenzieller Wundinfektionen indiziert	72
5.1.3	Zubehör und Material der Intervention.....	72
5.2	Diskussion der Ergebnisse	73
5.2.1	Eingangsscreening aus den Untersuchungszeiträumen A und B.....	74
5.2.2	Faktoren, die das Wundinfektionsrisiko beeinflussen	75
5.2.3	Diskussion der Interventionsergebnisse	78
5.2.4	Händehygiene.....	80
5.2.5	Diskussion der Ergebnisse aus den Untersuchungszeiträumen A und B nach Intervention	84
5.3	Aufgreifen der Fragen aus der Einleitung / Zielsetzung	86
5.4	Schlussfolgerung und Ausblick.....	88
6	Zusammenfassung.....	91
7	Summary	93
8	Literaturverzeichnis	95
9	Anhang	113
9.1	Aufnahmebogen für die Aufnahmeuntersuchung	113
9.2	Untersuchungsprotokoll – Tupferstudie.....	114
9.3	Erfassungsbogen für postoperative Wundinfektionen	116
9.4	Hygienebelehrung der Studenten an der Klinik für Pferde	118
9.5	Nicht signifikante p-Werte.....	120
9.6	Übersicht: Isolate vom Eingangsscreening und Folgeuntersuchungen 1 bis 3.....	121
9.7	Überblick über die mikrobiologischen Isolate der Wunden.....	124
	Danksagung.....	127
	Finanzielle Unterstützung/Interessenskonflikt.....	129
	Selbstständigkeitserklärung	130

Abkürzungsverzeichnis

<i>A. baumannii</i>	<i>Acinetobacter baumannii</i>
ASA	American Society of Anesthesiologists
CDC	Center for Disease Control and Prevention
CI	Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ESBL	Beta-Laktamase mit erweitertem Substratspektrum
ggr.	geringgradig
HD	Händedesinfektion
HDMV	Händedesinfektionsmittelverbrauch
hgr.	hochgradig
KISS	Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
mgr.	mittelgradig
ml	Milliliter
MRE	multiresistente Erreger
MRSA	Methicillin-resistente(r) <i>Staphylococcus aureus</i>
n	Anzahl
NI	nosokomiale Infektion
NRZ	Nationales Referenzzentrum
NSAID	nicht steroidales Antiphlogistikum
o.b.B.	ohne besonderen Befund
OP	Operation
OR	Odds Ratio
pos.	positiv
RKI	Robert-Koch-Institut
SOP	Standard Operation Procedure
spp.	Spezies
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
TRBA	Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe
US	Untersuchungszeitraum
vs.	versus
WHO	World Health Organization
WI	Wundinfektion

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Konischer Behälter für die Kotprobe (links) und steriler Masterswab Tupfer (rechts).....	28
Abbildung 2:	Nüsternabstrich nach Ankunft in der Klinik für Pferde (links); Wundabstrich einer postoperativen Wundinfektion nach medianer Laparotomie (rechts).	30
Abbildung 3:	Auswertung der Daten zur Händehygiene Compliance.....	35
Abbildung 4:	Interventionszubehör: Handdesinfektionsmittelspender mit Softa-Man® ViscoRub (links), Wandablage, Trixo®-lind Pflegelotion und Anleitung für die korrekte hygienische Händedesinfektion (mittig), Kunststoffnasenbremse (rechts).....	36
Abbildung 5:	Aufnahme eines Patienten mit offener Verletzung (links) und zwei Wochen später mit einer Wundinfektion der Klasse A 2 (rechts).	44
Abbildung 6:	Reinigungsplan zur Dokumentation und Aufbewahrung.	47
Abbildung 7:	Waschplatz mit Seife, Desinfektionsmittel und Handpflege der Firma B.Braun zur korrekten Desinfektion und Pflege der Hände (links); Desinfektionsmittelspender vor Patientenbox (rechts).	48
Abbildung 8:	Medikamentenordnungssystem.....	51
Abbildung 9:	Plakatierung mit Besitzerinformation.	52
Abbildung 10:	Übersicht über das Alter der offenen Verletzungen zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Klinik.	59
Abbildung 11:	Übersicht über die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Patienten in Abhängigkeit von der Indikation und dem Vorkommen einer Infektion.	60
Abbildung 12:	Anteil der Patienten aus den Indikationsgruppen „Kolik“ (links) und „Verletzung“ (rechts) ohne bzw. mit einer postoperativen Infektion (MRE-positiv oder MRE-negativ) und Euthanasie. MRE-multiresistente Erreger.....	61
Abbildung 13:	Anstieg des Desinfektionsmittelverbrauches im Untersuchungszeitraum B um 190 %. US-Untersuchungszeitraum.....	62
Abbildung 14:	Übersicht über die Anzahl der Wundinfektionen in den Jahren 2014 und 2015 in Bezug auf zwei Indikationsgruppen „Kolik“ und „Verletzungen“.....	63

Abbildung 15:	Überblick über die identifizierten Erreger in den Wundinfektionen bezogen auf die Untersuchungszeiträume A und B. MRSA-Methicillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i> , ESBL- Extended Spectrum Beta-Laktamase -produzierende Enterobacteriaceae (hierzu zählen: <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Enterobacter</i> spp., <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Escherichia fergusonii</i>).	65
Abbildung 16:	Übersicht über die Wundinfektionsrate in Abhängigkeit von der jeweiligen Indikationsgruppe und dem Untersuchungszeitraum (US).	67
Abbildung A 1:	Aufnahmebogen.	113
Abbildung A 2:	Erfassungsboden des Untersuchungsprotokolls „Tupferstudie“, Seiten 1-2.	115
Abbildung A 3:	Erfassungsbogen für postoperative Wundinfektionen/-heilungsstörungen, Seiten 1-2.	117
Abbildung A 4:	Hygienebelehrung der Studenten der Klinik für Pferde an der FU-Berlin, Seiten 1-2.	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die häufigsten Erreger von nosokomialen Infektionen auf Intensivstationen in der Humanmedizin.....	6
Tabelle 2:	Nosokomiale Ausbrüche in Pferdekliniken weltweit (ausgewählte Beispiele).....	9
Tabelle 3:	Risikofaktoren für equine Patienten eine Wundinfektion zu entwickeln	13
Tabelle 4:	Wundklassifikation nach Kontaminationsgrad	14
Tabelle 5:	Einteilungssystem equiner Patienten nach ihrem physischen Status nach dem Vorbild der American Society of Anesthesiologist (ASA)	15
Tabelle 6:	Übersicht über die Probengewinnung bei den equinen Patienten.....	30
Tabelle 7:	Eingangsscreening Nasentupfer Untersuchungszeitraum A.	41
Tabelle 8:	Eingangsscreening Kotproben Untersuchungszeitraum A.	42
Tabelle 9:	Eingangsscreening Tupferproben Verletzungen im Untersuchungszeitraum A.	42
Tabelle 10:	Wundinfektionen Untersuchungszeitraum A.	43
Tabelle 11:	Übersicht der Interventionsmaßnahmen.	46
Tabelle 12:	Eingangsscreening Nasentupfer Untersuchungszeitraum B.	52
Tabelle 13:	Eingangsscreening Kotproben Untersuchungszeitraum B.	53
Tabelle 14:	Eingangsscreening Tupferproben Verletzungen Untersuchungszeitraum B.	53
Tabelle 15:	Wundinfektionen Untersuchungszeitraum B.	54
Tabelle 16:	Eingangsscreening der Nasentupfer von 341 Indikatorpatienten, welcher in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.....	56
Tabelle 17:	Eingangsscreening der Kotproben von 341 Indikatorpatienten, welcher in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.	57
Tabelle 18:	Eingangsscreening der 108 Indikatorpatienten mit offener Verletzung, welche in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.	58
Tabelle 19:	Übersicht über den Anstieg des Händedesinfektionsmittels in ml. US-Untersuchungszeitraum, HD-Händedesinfektionsmittel.	62

Tabelle 20:	Übersicht über die bakterielle Besiedlung der Folgeuntersuchungen beim Auftreten einer Wundinfektion. Bei 29 Patienten wurden in mindestens einer Folgeuntersuchung ein MRE nachgewiesen.....	64
Tabelle 21:	Multivariablen Regressionsmodell mit den ausgewählten und zusätzlich eingefügten Faktoren. US-Untersuchungszeitraum, B-Regressionskoeffizient, Sig.-Signifikanz.....	69
Tabelle A 1:	Übersicht der p-Werte in Bezug auf die Influxrate der zwei Untersuchungszeiträume und zwei Indikatorgruppen. US-Untersuchungszeitraum, K-Indikatorgruppe Kolik, V-Indikatorgruppe Verletzung.	120
Tabelle A 2:	Überblick über die Isolate vom Eingangsscreening und die Folgeuntersuchungen 1 bis 3.	121
Tabelle A 3:	Überblick über die mikrobiologischen Isolate aus den Wunden.	124

1 Einleitung

Nosokomiale Infektionen sind nicht nur in der Humanmedizin ein ernstzunehmendes Problem, sondern werden schon seit einigen Jahren immer häufiger auch in der Veterinärmedizin beschrieben. Zahlreiche Berichte und Studien aus den letzten Jahren belegen, dass insbesondere ein gezieltes Hygienemanagement im Hinblick auf die Infektionskontrolle herausragende Bedeutung hat. Besonders im Zusammenhang mit Wundinfektionen beim Pferd treten die für die nosokomialen Infektionen typischen opportunistischen und zoonotischen Pathogene, wie z.B. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) und Extended Spectrum Beta-Laktamase produzierende Enterobacteriaceae (ESBL) auf. ESBL beinhaltet eine Antibiotika-resistenz-Eigenschaft mit erweitertem Substratspektrum gram-negativer Infektionserreger.

Während für Kleintierkliniken viele Erkenntnisse aus dem humanmedizinischen Bereich übernommen werden können, ist die Entwicklung gezielter Präventionsmaßnahmen für Pferdekliniken aufgrund der tierartspezifischen Anforderungen, unter anderem Größe der Patienten, Belüftung, Einstreu und Fütterung sehr komplex.

Ziel dieser Arbeit ist die Erarbeitung, Umsetzung und Evaluierung eines gezielten beispielhaften Hygienekonzeptes für eine Pferdeklinik, durch die Auswertung einer kontinuierlichen Operations-Surveillance bei equinen Kolikpatienten (Indikator-Operation: mediane Laparotomie) sowie bei Equiden mit offenen Verletzungen (Indikator-Erkrankung: Verletzung). Mit der Einführung einer aktiven Surveillance für diese beiden Indikationen soll durch gezielte Interventionsmaßnahmen die anfänglich erhobene Infektions-Inzidenz für die beiden Patientengruppen gesenkt werden. Zusätzlich wird in dieser Arbeit eine Verbrauchs-Surveillance in Bezug auf das Händedesinfektionsmittel und die damit einhergehende Händehygiene-Compliance durchgeführt. Die vorliegende Arbeit soll durch diese Maßnahmen eine nachhaltige Senkung der Baseline-Inzidenz erzielen, welche durch eine kontinuierliche aktive Surveillance mittels Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzeptes erreicht werden soll. Dabei soll zusätzlich eine Baseline aufgestellt werden, durch welche die Anzahl derjenigen Patienten erfasst werden, die bereits bei der Ankunft in der Klinik mit potenziellen nosokomialen Infektionserregern besiedelt sind.

Konkret werden folgende zwei Patientengruppen in dieser Arbeit betrachtet:

- Gruppe 1: Wundheilungsstörungen nach Laparotomie an der medianen Bauchwand (Indikator-Operation),
- Gruppe 2: Wundheilungsstörung nach traumatischer und offener Verletzung (Indikator-Erkrankung).

Folgende Fragestellungen sollen speziell in der vorliegenden Arbeit beantwortet werden:

1. Wie häufig sind equine Patienten mit Kolik oder traumatischer Verletzung bereits bei der Aufnahme in die Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin mit potenziell nosokomialen Infektionserregern besiedelt?
2. Wie häufig treten postoperative Wundinfektionen nach medianer Laparotomie bzw. bei traumatischen Verletzungen auf? Wie viele sind mit einem multiresistenten Erreger besiedelt?
3. Kann die Händehygiene-Compliance durch Schulungen und die Einführung einer Verbrauchs-Surveillance positiv beeinflusst werden?
4. Kann die erhobene Baseline-Inzidenz an Wundinfektionen durch die Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzepts signifikant und nachhaltig gesenkt werden?

In Bezug auf die Implementierung eines multimodalen Infektionspräventionskonzeptes werden folgende Arbeitshypothesen aufgestellt:

- a) Die Händehygiene-Compliance kann positiv beeinflusst werden.
- b) Die Wundinfektionsrate kann durch Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzepts signifikant und nachhaltig gesenkt werden.

Die Nullhypothesen der vorliegenden Arbeit lauten:

- a) Die Händehygiene-Compliance kann nicht positiv beeinflusst werden.
- b) Die Wundinfektionsrate kann durch eine Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzepts nicht signifikant und nachhaltig gesenkt werden.

2 Literatur

2.1 Nosokomiale Infektionen

Das Wort „nosokomial“ stammt aus dem griechischen Nosokomeion und bedeutet Krankenhaus. Bei einer nosokomialen Infektion, kurz NI, handelt es sich laut § 2 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) um eine Infektion mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen als Reaktion auf das Vorhandensein von Erregern oder ihrer Toxine, die im zeitlichen Zusammenhang mit einer stationären oder einer ambulanten medizinischen Maßnahme steht, soweit die Infektion nicht bereits vorher bestand (§ 2 IfSG, RKI). Eine weitere Definition besagt, dass eine Infektion, die sich > 48 Stunden nach der stationären Aufnahme entwickelt, eine nosokomiale Infektion ist (WEESE 2010). Das *Center for Disease Control and Prevention*, kurz CDC, und seine Definitionen dienen der nationalen und internationalen Beurteilung und Vergleichbarkeit von nosokomialen Infektionen. International orientiert sich jede Einrichtung der Human- und Veterinärmedizin an diesen Vorgaben und Definitionen (RKI 2011). Eine Infektion, die sich schon während der Aufnahme in das Krankenhaus in der Inkubationszeit befindet, gilt nicht als NI. Es wird des Weiteren vorausgesetzt, dass es sich um eine klinisch apparente Infektion handelt und nicht um eine reine Kolonisation. Bei Patienten, die einen asymptomatischen Verlauf einer NI zeigen, kann von einer NI gesprochen werden, wenn pathogene Mikroorganismen aus Körperflüssigkeiten oder Körperhöhlen isoliert werden können, die physiologisch als steril gelten, wie zum Beispiel das Blut (EMORI & GAYNES 1993).

NIs lassen sich in zwei verschiedene Arten der Infektion, die endogene und die exogene, unterteilen. Die endogene Infektion wird unterteilt in eine primäre endogene Infektion, bei der die beteiligten Erreger aus dem eigenen Mikrobiom des Patienten stammen, und in eine sekundär endogene Infektion, bei der die beteiligten Erreger erst im Laufe des Klinikaufenthaltes Teil der patienteneigenen Flora werden und dann in der Folge zu einer Infektion führen können. Bei einer exogenen Infektion werden die beteiligten Infektionserreger unmittelbar direkt aus der Umgebung, z. B. durch direkten Kontakt mit Personen, kontaminierten Gegenständen, Luft oder Wasser aufgenommen (KERWAT et al. 2010). Endogene Infektionen sind wesentlich häufiger an nosokomialen Infektionen beteiligt als exogene Infektionsgeschehen (GASTMEIER et al. 2005, OGEER-GYLES et al. 2006).

Nosokomiale Infektionen zählen heutzutage, sowohl in der Human- als auch in der Tiermedizin, zu den größten Problemen in klinischen Einrichtungen. In Deutschland liegt die Zahl an NIs zwischen 400.000 und 600.000 pro Jahr, mit etwa 10.000 bis 15.000 Todesfällen in diesem Zusammenhang. Ungefähr 30.000 bis 35.000 entwickeln eine NI mit einem multiresistenten

Erreger (MRE) (GASTMEIER et al. 2016). Europaweit liegt die Zahl der Todesfälle in der Humanmedizin, die auf NIs zurückzuführen sind, bei geschätzt etwa 91.000 (RKI 2017). Intensivpatienten haben ein besonders hohes Risiko an einer NI zu erkranken, insbesondere auf Intensivstationen liegt das Infektionsrisiko bei 15 % und ist damit zwei- bis zehnmal so hoch, als auf den übrigen Stationen im Krankenhaus (ERBAY et al. 2003, GASTMEIER et al. 2005, OGEER-GYLES et al. 2006, PFEIL 2007, WOELTJE & FRASER 1998). Neben verlängerten Klinikaufenthalten, Wundheilungsstörungen und einer deutlich höheren Morbiditäts- und Mortalitätsrate, erhöhen sich zusätzlich, meist zu Lasten der Kliniken, auch die Behandlungskosten erheblich (ARANAZ-ANDRES et al. 2008, GASTMEIER et al. 2005, GEFFERS et al. 2008, RESCH et al. 2009). Eine sehr große Bedeutung erlangen hierbei die multiresistenten Bakterien, die seit vielen Jahren in Krankenhäusern und Tierkliniken endemisch sind und in den meisten Fällen an den NIs beteiligt sind und somit die Behandlungsoptionen stark einschränken und zu schweren Komplikationen führen können (BEYERSMANN et al. 2006, NICOLETTI & STEFANI 1995, PITTET et al. 1994, ROSSOLINI & MANTENGOLI 2005, SMITH et al. 1999, WITTE et al. 2008).

Das Problem der NI ist schon seit langer Zeit in der Humanmedizin bekannt, aber erst seit Mitte der 1990er Jahre existieren erste Studien und Surveillance-Programme zur systematischen Erfassung. Diese Surveillance-Programme erfassen sowohl systematisch die Prävalenz nosokomialer Erreger als auch ihre Resistenzprofile gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen. Obwohl in der Tiermedizin seit einigen Jahren ein gehäuftes Auftreten nosokomialer Infektionen und Resistenzraten festgestellt werden kann, gibt es bislang nur vereinzelte Studien und keine Surveillance-Daten, die für die Tierkliniken als Referenzdaten dienen und herangezogen werden können (JOHNSON 2002, OGEER-GYLES et al. 2006, WALTHER et al. 2009).

2.1.1 Nosokomiale Infektionen in der Humanmedizin

Alexander Flemming entdeckt 1928 das erste Antibiotikum Namens „Penicillin“ und schon damals konnte er *in vitro* feststellen, dass Bakterien in der Lage sind, eine Resistenz gegen das Penicillin zu entwickeln (AMABILE-CUEVAS 2003, BAUGHMAN 2002, CONLY 2002). Seit 1980 wird in der Humanmedizin ein dramatischer Zuwachs von Antibiotikaresistenzen bei Krankenhauspatienten beobachtet (AMABILE-CUEVAS 2003, TENOVER 2001). Insgesamt 70 % der isolierten pathogenen Erreger auf Intensivstationen sind mindestens gegen ein Antibiotikum resistent (EGGIMANN & PITTET 2001). Die Begründung dafür ist in der kurzen Generationszeit der Bakterien zu finden. Diese ermöglicht den Bakterien eine rasche Selektion von resistenten Stämmen, um sich den widrigen Lebensumständen durch Antibiotika und Desinfektionsmitteln zu entziehen (LIVERMORE 2000). Gerade in klinischen Einrichtungen werden permanent verschiedenste antimikrobielle Wirkstoffe und Desinfektionsmittel eingesetzt,

sodass sich an diesen Orten besonders häufig resistente und multiresistente Mikroorganismen entwickeln, die somit meistens auch an nosokomialen Infektionen beteiligt sind (KOLLEF et al. 1999, WILLEMSSEN et al. 2009). Die Antibiotikaresistenzen können auf den unterschiedlichsten Mechanismen beruhen. Diese Mechanismen sind entweder intrinsischer Natur oder erworbene bzw. sekundäre Resistenzen, bei denen sie von horizontal akquirierten Determinanten kodiert werden (OGEER-GYLES et al. 2006). Zu diesen Mechanismen zählen u.a. die Umgehung mittels sekundärer Stoffwechselwege, eine veränderte Membranpermeabilität, eine verstärkte Expression von Effluxpumpen, eine Mutation am Angriffsort der Wirkstoffe oder eine enzymatische Wirkstoff-Modifikation (BENVENISTE & DAVIES 1973, BOERLIN 2004, HAWKEY 2000, JENKINS 1996, MCKEEGAN et al. 2002, OGEER-GYLES et al. 2006, VALENTIN-WEIGAND 2011).

Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt hierbei ist, dass nicht nur die Patienten selbst davon betroffen sind, sondern auch das klinische Personal unbemerkt mit multiresistenten Mikroorganismen besiedelt ist (KAMPF et al. 2003, SNYDER et al. 2008). Dies birgt sowohl für das Personal als auch für immungeschwächte Patienten die Gefahr, eine NI zu erleiden.

Nosokomiale Infektionen gehören weltweit zu den häufigsten Komplikationen, sowohl in der Human- wie auch in der Veterinärmedizin und erfordern die Entwicklung von geeigneten Infektionskontroll- und Präventionsmaßnahmen. Aufgrund von Peer-Reviewed-Publikationen ist davon auszugehen, dass bis zu 30 % der humanen Patienten auf einer Intensivstation in westlichen Industriestaaten eine NI erleiden (VINCENT 2003). In der Humanmedizin liegt die Zahl der an NIs erkrankten Patienten auf deutschen Intensivstationen laut aktueller Daten vom Nationalen Referenzzentrum für NI bei 18,6 % (NRZ & RKI 2011). In Deutschland verzeichnet man jährlich bis zu 140.000 postoperative Wundinfektionen (WI), auf Intensivstationen gibt es jährlich bis zu 30.000 nosokomiale Pneumonien und 10.000 primäre Sepsis-Fälle (GASTMEIER et al. 2005). Die häufigsten NI in der Humanmedizin sind die beatmungsassoziierten Pneumonien, Katheter-assoziierten Septikämien und Harnwegsinfektionen sowie postoperative Wundinfektionen (ALBERTI et al. 2002, GEFFERS & GASTMEIER 2011, HORAN et al. 2008, OGEER-GYLES et al. 2006, RICHARDS et al. 1999, RICHARDS et al. 2000). Zu den häufigsten epidemiologischen relevanten Erregern zählen v.a. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA), Extended Spectrum Beta-Laktamase (ESBL-) bildende *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella pneumoniae* und Vancomycin-resistente Enterokokken (GEFFERS & GASTMEIER 2011, KERWAT et al. 2010) (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über die häufigsten Erreger von nosokomialen Infektionen auf Intensivstationen in der Humanmedizin (aus „Nosokomiale Infektionen und multiresistente Erreger in Deutschland“, Geffers und Gastmeier 2011). S.-Staphylococcus, P.-Pseudomonas, MRSA- Methicillin-resistente Staphylococcus aureus, E.-Escherichia, spp.- species pluralis, NI-nosokomiale Infektion.

Art der NI	Erreger	NI auf Intensivstationen in % (total)	NI auf chirurgischen Intensivstationen in %
Beatmungs-assozierte Infektion der unteren Atemwege	<i>S. aureus</i> davon MRSA	20,6 7,2	19,8 6,0
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17,7	17,2
	<i>Klebsiella</i> spp.	12,3	12,7
	<i>Enterobacter</i> spp.	5,8	9,4
Zentrale Venen-katheter-assozierte Sepsis	koagulase-negative Staphylokokken	32,1	33,6
	<i>S. aureus</i> davon MRSA	8,7 7,8	7,8 6,0
	<i>Enterococcus</i> spp.	18,5	17,4
	<i>Klebsiella</i> spp.	5,2	4,2
	<i>Candida albicans</i>	5,6	6,5
Harnwegs-katheter-assozierte Harnwegs-infektionen	<i>E. coli</i>	27,8	28,3
	<i>Enterococcus</i> spp.	26,5	27,6
	<i>P. aeruginosa</i>	14,2	15,2
	<i>C. albicans</i> (alleiniger Erreger)	8,7	7,8
	<i>Klebsiella</i> spp.	8,1	7,8
	<i>Enterobacter</i> spp.	5,0	4,9

Der Krankenhausaufenthalt wird für die Patienten durch eine dort erworbene Infektion deutlich unangenehmer, da dies meist zu längeren Aufenthalten und zusätzlichen Risiken führt, aufwendige therapeutische und diagnostische Maßnahmen angewendet werden müssen und somit einerseits nicht nur das Leiden der Patienten erhöht, sondern andererseits auch die Behandlungskosten in die Höhe treibt (BEYERSMANN et al. 2008, NICHOLS 1991, RESCH et al. 2009). Nicht selten führen die auf Intensivstationen erworbenen Infektionen, vor allem Pneumonien und Sepsis, zum Tod des Patienten. Ergebnisse einer deutschen Studie aus dem Zeitraum Januar 1997 bis Juni 2004 zeigen, dass die Letalität der Patienten mit nosokomialer

Pneumonie 8,8 % betrug und die der Patienten mit einer primären Sepsis 10,9 %. Somit verstarben insgesamt von ca. 3.554 Patienten, ca. 1.131 Patienten an den Folgen einer nosokomialen Pneumonie oder Sepsis (GASTMEIER et al. 2005). Hinzu kommt, dass ein verlängerter Krankenhausaufenthalt aufgrund von NI nicht nur ein Risiko für die Patienten selbst ist, sondern auch für die Krankenhäuser einen entscheidenden Kostenfaktor darstellt und darüber hinaus zu einem Imageschaden führen kann (HALEY 1991, LEMMEN et al. 2004, RESCH et al. 2009). International gibt es einige Studien, die vor allem in Bezug auf nosokomiale MRSA-Infektionen zeigen, dass sich mit gezielten Präventionsmaßnahmen die Kosten deutlich senken lassen (DIK et al. 2016, HALEY 1991, LEMMEN et al. 2004, WERNITZ et al. 2005).

Das Risiko eine NI zu erwerben kann einerseits durch den Patienten selbst erhöht sein, sogenannter intrinsischer Faktor, oder andererseits von der Umwelt abhängen und somit ein extrinsischer Faktor sein. Zu den intrinsischen Risikofaktoren zählen die Schwere der zugrunde liegenden Erkrankung, die Immunkompetenz, das Alter, der Ernährungszustand oder chronische Erkrankungen. Zu den extrinsischen Risikofaktoren zählen die Exposition zu virulenten Mikroorganismen, medizinische und chirurgische Eingriffe oder Manipulationen und Medikation, wie z.B. eine längerfristige Antibiose, Dauerkatheter oder die Intubation (GIROU et al. 1998, SAFDAR & MAKI 2002, WEBER et al. 1999). Des Weiteren wird bei den Infektionen unterschieden, ob es sich um eine endogene oder eine exogene Infektion handelt, ähnlich wie bei dem intrinsischen oder extrinsischen Risikofaktor zur Erlangung einer Infektion. Die Mehrheit an NI entsteht aufgrund der Veränderung oder Ausbreitung der körpereigenen Flora der Patienten, das bedeutet auf primär endogenem Weg. An endogenen Infektionen sind z.B. der Hautbesiedler *Staphylococcus* spp. und der Darmbesiedler *Enterococcus faecium* beteiligt, die unter anderem aufgrund des Selektionsdruckes, der durch die antimikrobielle Behandlung auf die Standortmikrobiome ausgeübt wird, ihre spezifische Zusammensetzung verändern und resistente Varianten ausbilden (WILLEMS & VAN SCHAİK 2009, ZIEBUHR 2001). Neben der primär endogenen Infektion gibt es die sekundäre endogene Infektion, bei der die Übertragung von z.B. MRSA von Klinikpersonal auf die Patienten erfolgen kann und diese dann im späteren Verlauf eine Infektion entwickeln können (IBARRA et al. 2008, WENZEL 1994). Exogene Infektionen können unter anderem durch Hautkontakt, Lebensmittel, kontaminierten Medizinprodukten, anderen Patienten und Arzneimittel übertragen werden (WEIST et al. 2002).

Anhand dieser Datenlage wird deutlich, dass eine dringende Notwendigkeit darin besteht, die Verbreitung von Infektionserregern in Krankenhäusern und Kliniken zu verringern. Ein Drittel dieser Infektionen ist durch geeignete Präventionsmaßnahmen vermeidbar (HALEY et al. 1985). Aus diesem Grund gibt es in der Humanmedizin schon seit einigen Jahren verschiedene Surveillance-, Interventions- und Präventionsmaßnahmen. International und national

kann bereits gezeigt werden, dass die Registrierung und Bewertung von nosokomialen Infektionen und die damit verbundene Anpassung von Infektionskontrollmaßnahmen dafür geeignet sind, um diese Infektionen zu vermeiden (GASTMEIER et al. 2009, GEUBBELS et al. 2006, RIOUX et al. 2007).

2.1.2 Nosokomiale Infektionen in der Veterinärmedizin

Auch in der Veterinärmedizin zeigt die zunehmende Zahl an Publikationen über nosokomiale Ausbrüche in den letzten Jahren die steigende Bedeutung von NI allgemein in Tierkliniken aber auch speziell in Pferdekliniken (BAUERFEIND et al. 1992, BERGSTROM et al. 2012, SCHOTT et al. 2001, SEGUIN et al. 1999, STENERODEN et al. 2010). Vor allem in tierärztliche Kliniken mit einem höheren Patientenaufkommen nehmen NI einen wichtigen Stellenwert ein, da dies ein größeres Potenzial der Verbreitung von Mikroorganismen bedeutet (WEESE 2010). Der Leiter des *Animal Population Health Institute* (APHI) der *Colorado State University* Professor P.S. Morley schrieb: „...*excellent patient care can never be achieved unless we control risks for healthcare-associated infections...*“ (MORLEY 2013). Schwere Ausbrüche können vorübergehend zu einer Schließung einer Abteilung oder der gesamten Klinik führen (MORLEY 2013). Die Folgen können zudem neben dem verlängerten Leiden der Patienten auch hohe Kosten und einen Imageschaden für die Klinik selbst sein (DALLAP SCHAER et al. 2010, TRAUB-DARGATZ et al. 2004). Die ansteigende Zahl der Ausbrüche, verursacht durch NI, verdeutlicht, dass die derzeitigen Infektionskontrollen dem hohen medizinischen Standard der Veterinärmedizin nicht gerecht werden (MORLEY 2013, WALTHER et al. 2017, WALTHER et al. 2013). Veranschaulicht wird dies durch eine Studie von Benedict et al. (2008), der 50 „Biosicherheitsexperten“ unterschiedlicher veterinärmedizinischer Ausbildungsstätten in den Jahren 2006 und 2007 in den USA, in Europa, Australien und Neuseeland (n = 38) zu den Themen der Biosicherheit, Hygienemanagement und Infektionsbekämpfung befragte. In den letzten fünf Jahren vor der Befragung gab es in 31 (82 %) der 38 Ausbildungsstätten nosokomiale Ausbrüche, wovon 17 (45 %) der befragten Institutionen über mehr als nur ein Ausbruchgeschehen berichteten. Um eine Verhinderung beziehungsweise Minimierung der Transmission zu erzielen, begrenzten 58 % und somit 22 Einrichtungen zeitweise die Aufnahme neuer Patienten, zwölf (32 %) Kliniken mussten ganze Abteilungen zur Eindämmung des Ausbruchs schließen. Von den 38 befragten Institutionen wurden in lediglich 20 Schulungen und Weiterbildungen angeboten, in 18 Einrichtungen fehlten diese Maßnahmen. Bei der Hälfte der Kliniken kam es sogar zu einer Zoonose, d.h. zu einer Übertragung von Infektionserregern (u.a. MRSA, *Salmonella enterica*) auf das Personal. Diese Studie zeigt, dass die Infektionsprävention zwar wahrgenommen wird, es aber deutliche Unterschiede in der Durchführung der Maßnahmen zur Infektions-

vermeidung gibt (BENEDICT et al. 2008). Zu den wichtigsten Erregern von nosokomialen Infektionen in der Veterinärmedizin zählen heutzutage, ähnlich wie in der Humanmedizin, MRSA, *S. pseudintermedius* (MRSP), Enterobakterien, wie z.B. *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp. oder *Salmonella enterica*, sowie *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) und *Acinetobacter baumannii* (*A. baumannii*) (WALTHER & GROBBEL 2009). Des Weiteren werden auch Enterokokken und *Pseudomonas* spp. zu den häufigsten Erregern gezählt (WEESE 2008).

Für viele Jahre galt MRSA als ein alleiniges Problem der Humanmedizin. In den letzten Jahren ist es jedoch auch ein zunehmendes Problem in der Tiermedizin geworden, vor allem bei den Begleit- und lebensmittelliefernden Tieren (BAPTISTE et al. 2005, LEONARD & MARKEY 2008, WEESE 2005). Tiere, die über fünf Mal bei einem Tierarzt vorgestellt wurden, hatten nachgewiesen in 62,25 % der Fälle einen MRSA-Keim, bei Tieren mit einem längeren stationären Aufenthalt als einen Tag waren es 63,64 % (MAGALHAES et al. 2010).

Tabelle 2 zeigt eine Auswahl von nosokomialen Ausbrüchen in Pferdekliniken. Infektionen mit diesen oder anderen mehrfachresistenten Infektionserregern führen zu intensivierter und verlängerter Behandlungszeit, höheren Behandlungskosten und erhöhtem Risiko für nosokomiale Kontaminationen, einschließlich anderer Patienten sowie der Klinik selbst (PANCHAUD et al. 2010).

Tabelle 2: Nosokomiale Ausbrüche in Pferdekliniken weltweit (ausgewählte Beispiele).
MRSA- Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*, S.-*Salmonella*, n-Anzahl, k.A.-keine Angaben.

Jahr	Pathogen	n	Personal involviert	Klinikart	Land	Autor
1990/91	<i>S. enterica</i> Serovar Typhimurium	76	unbekannt	k.A.	Deutschland	(BAUERFEIND et al. 1992)
1993/94	MRSA	11	vier Mitarbeiter nasal kolonisiert	Universitätsklinik	Michigan, USA	(SEGUIN et al. 1999)
1996/97	<i>S. enterica</i> Serovar Typhimurium	27	ein Studierender erkrankt	Universitätsklinik	Michigan, USA	(SCHOTT et al. 2001)
2006	<i>S. enterica</i> Serovar Newport	4	nein	Universitätsklinik	Colorado, USA	(STENERODE N et al. 2010)
2008	MRSA	6	unbekannt	k.A.	Schweden	(BERGSTROM et al. 2012)

Die für Pferdekliniken beschriebenen bakteriellen Infektionserreger von nosokomialen Infektionen sind v.a. Salmonellen, ESBL-produzierende Enterobacteriaceae, MRSA und *A. baumannii* (BERGSTROM et al. 2012, BOERLIN et al. 2001, CUNY et al. 2006, CUNY et al. 2008, DALLAP SCHAER et al. 2010, DAMBORG et al. 2012, DARGATZ & TRAUB-DARGATZ 2004, EKIRI et al. 2009, HENNINGER et al. 2007, SEGUIN et al. 1999, VAN DEN EEDE et al. 2012, WALTHER et al. 2008, WALTHER et al. 2009, WEESE 2007). Es wurde bewiesen, dass Pferde, die bereits bei Aufnahme in die Klinik MRSA-positiv besiedelt sind, ein erhöhtes Risiko haben, nachfolgend eine Infektion zu erleiden (WEESE et al. 2006).

Eine veröffentlichte Studie belegte, dass gerade der Wundinfektion (WI) beim Pferd in ganz Deutschland eine besondere Beachtung geschenkt werden muss. In dieser Studie wurden unter anderen Wundabstriche von Pferden untersucht und das Ergebnis zeigte, dass in fast der Hälfte MRSA zu finden war (9,4 % der insgesamt 22,8 %), also typische Hospital-assoziierte Infektionserreger (VINCZE et al. 2014). Neben dieser Studie zeigte eine Forschergruppe aus Großbritannien, dass auch ESBL-bildende Bakterien zunehmend häufiger bei Pferden nachgewiesen werden: Von insgesamt 650 untersuchten Pferden waren 6,3 % Träger von ESBL-bildenden *E. coli* (MADDOX et al. 2012). Wie diese Beispiele zeigen, handelt es sich bei den häufigen Infektionserregern von NI in der Regel um opportunistische Pathogene, die meist ohne Weiteres auch auf den Menschen übertragen werden können, sogenannte Zoonose-Erreger, wie z.B. MRSA, ESBL-produzierende Enterobacteriaceae und *A. baumannii* sowie Salmonellen (BAUERFEIND et al. 1992, MANIAN 2003, WEESE 2008, WESTGATE et al. 2011, WIELER et al. 2011). Schon im Jahre 1988 und 1994 wurden von Scott et al. und Cefai et al. über eine Kolonisation mit MRSA des Pflegepersonals in einer Gesundheitseinrichtung übertragen durch einen Hund beziehungsweise eine Katze, berichtet (CEFAL et al. 1994, SCOTT et al. 1988). Weese et al. beschrieben 2006 einen Fall in einer Pferdeklunik, bei dem ein Fohlen mit MRSA besiedelt war. In der darauffolgenden Zeit konnte bei drei Personen, die Kontakt zu dem Fohlen hatten, mit MRSA infizierte Hautläsionen festgestellt werden. Weitere zehn Personen, die Kontakt zu dem infizierten Fohlen hatten, wurden als nasale Träger des gleichen MRSA identifiziert (WEESE et al. 2006). Die Berichte und Studien der letzten Jahre belegen, dass gerade MRSA und mit wenig definierten Ausnahmen die meisten *E. coli*-Pathogene als Zoonose-Erreger angesehen werden müssen und sie eine große Gefahrenquelle für die NIs und Ausbrüche darstellen (BAGCIGIL et al. 2007, O'MAHONY et al. 2005, STROMMENGER et al. 2006, VAN DUIJKEREN et al. 2004, WEESE et al. 2006, WIELER et al. 2011).

Endogene und exogene Infektionen

Sowohl in der Humanmedizin als auch in der Veterinärmedizin gibt es den endogenen und exogenen Weg der Infektion. Die primär endogenen bzw. sekundär endogenen Infektionen haben auch hier ihren Ursprung aus dem eigenen Mikrobiom der Haut, des Nasen-Rachen-Raums, des Genital- und Perinealbereiches sowie des Darmes (PFEIL 2007). Im Fokus steht hierbei v.a. der *S. aureus*, da dieser ein Bestandteil des Mikrobioms vieler Tierarten ist. Hierbei kann selbst asymptomatisch kolonisiertes Klinikpersonal als Infektionsquelle von MRSA dienen, indem der Keim zwischen den Mitarbeitern einer Pferdeklunik und den Patienten übertragen wird und dieser sich im Laufe des Krankenhausaufenthaltes zur eigenen Körperflora entwickelt (SEGUIN et al. 1999). Diese Übertragung kann anfangs bei dem Patienten lediglich zu einer unbemerkten, asymptomatischen Kolonisation führen. Im weiteren Verlauf besteht jedoch das Risiko einer Infektionsentwicklung für den Patienten (WEESE & LEFEBVRE 2007). Des Weiteren konnte Boerlin et al. in einer Schweizer Tierklinik zwei verwandte Stämme multiresistenter *A. baumannii* nachweisen, die dort zu nosokomialen Wundinfektionen geführt hatten. Als Maßnahme wurden alle Boxen und Ställe sorgfältig gereinigt und desinfiziert und somit die Infektionskette unterbrochen, was zur kompletten Eliminierung eines Ausbruchsstammes führte (BOERLIN et al. 2001). An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Umwelt und direkte Umgebung der Patienten als sekundäre endogene Infektionsquelle dient und Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Exogene Infektionen sind Infektionen durch bakterielle Erreger, die nicht zur körpereigenen Flora gehören und zu regelrechten Ausbrüchen in den Kliniken führen können. In der Literatur beschrieben sind hierbei vor allem die Salmonellose-Ausbrüche in Pferdekliniken, bei denen meistens ein großer Anteil der Tiere verstorben ist (BAKER 1969, CARTER et al. 1986, TILLOTSON et al. 1997). Die Übertragung exogener Infektionen kann durch direkten Kontakt, infektiöse Körpersekrete oder durch Vektoren, wie z.B. andere Patienten, die Hände des Personals, Nagetiere oder Katheter erfolgen. Die meisten NI beruhen allerdings auf einer endogenen Infektion (PFEIL 2007).

2.2 Wundinfektionen

Wundinfektionen, kurz WI, vor allem die postoperativen WI, stellen heutzutage in der Veterinärmedizin neben den Harnwegsinfektionen eines der größten Komplikationen im Zusammenhang mit nosokomialen Infektionen dar (COOKE et al. 2002, EUGSTER et al. 2004, OGEER-GYLES et al. 2006). Publikationen zeigen, dass bei hospitalisierten Pferden insbesondere nach einer Operation im medianen Bauchbereich (mediane Laparotomie) sowie bei Traumata mit WI und den damit verbundenen NI zu rechnen ist (MAIR & SMITH 2005). Auch in der Kleintiermedizin

sind mit Prävalenzen bis zu 7,6 % postoperative WI die häufigste Ursache für NI (VASSEUR et al. 1988, VASSEUR et al. 1985). Gerade bei Kleintieren und Pferden sind die multiresistenten Erreger (MRE) aus der Umgebung oder dem körpereigenen Mikrobiom involviert. Dazu zählen die Methicillin-resistenten Staphylokokken, ESBL-produzierende Enterobacteriaceae und *Acinetobacter* spp. (WEESE 2008).

Wie hoch das Risiko für den einzelnen Patienten eine postoperative WI zu entwickeln ist, liegt an verschiedenen Einflussfaktoren, die gerade in der Kleintiermedizin schon seit einiger Zeit untersucht und identifiziert werden (BROWN et al. 1997, EUGSTER et al. 2004). Zu diesen Risikofaktoren zählen u.a. der Status des Patienten, die Dauer der Operation, das Scheren des Operationsfeldes, die Anzahl der Personen im Operationsraum, der Zustand des operierten Gewebes zusammen mit dem Grad der Kontamination und die Dauer des Klinikaufenthaltes (BROWN et al. 1997, EUGSTER et al. 2004, HAMILTON et al. 1977, NICHOLSON et al. 2002, SUZUKI et al. 1984).

2.2.1 Postoperative Wundinfektionen

Unter einer Wunde (lat. *Vulnus*, griech. *Trauma*) wird eine Trennung des Gewebezusammenhangs an äußeren oder inneren Körperoberflächen mit oder ohne Gewebsverlust verstanden. Charakteristisch für das potenzielle Erwerben einer WI sind die klassischen Anzeichen einer lokalen Entzündung: Rötung, Erwärmung, Schwellung, Schmerz und Funktionsstörungen, sowie eine seröse und bzw. oder purulente Exsudation (CORNELL 2011). Eine lokale WI kann sich systemisch ausbreiten und zu Fieber, gestörtem Allgemeinbefinden und in erhöhten Infektionsparametern resultieren (NRZ 2017).

In Tabelle 3 werden die verschiedenen Risikofaktoren, speziell für das Pferd, eine postoperative WI (*Surgical Site Infection* – SSI) zu erleiden, zusammengefasst (AHERN & RICHARDSON 2012). Die Risikofaktoren werden hierbei in zwei Kategorien unterteilt. In der ersten Kategorie wird der klinische Status des equinen Patienten selbst (z.B. das Gewicht, der Immunstatus und das Alter) bewertet. Während in der zweiten Kategorie die chirurgischen Komponenten, wie z.B. die Dauer der Operation, die chirurgischen Fähigkeiten des Operateurs und das nachfolgende Wundmanagement, eine wichtige Rolle spielen.

Tabelle 3: *Risikofaktoren für equine Patienten eine Wundinfektion zu entwickeln (Auszug aus dem Buch „Equine Surgery“, Kapitel sieben: Surgical Site Infections and the Use of Antimicrobials, verfasst von B.J. Ahern und D.W. Richardson).*

Risikofaktoren	Beispiele
Pferdespezifische Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alter ▪ Geschlecht (weiblich) ▪ Immunschwäche (Versagen des passiven Transfers, Verabreichung von Kortikosteroiden) ▪ Gewicht (> 300-325 kg) ▪ Lokalisation der Infektion ▪ Hypoxie - systemisch und lokal ▪ Fremdmaterial z.B. Lehm, Schmutz
Operationsbedingte Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verfahren bei Notfällen ▪ Vorbereitung des Patienten und des Chirurgen - Rasur, Waschtechnik ▪ Dauer der Operation ▪ Chirurgische Fähigkeiten ▪ Fremdmaterial - Nahtmaterial und Prothesen ▪ Verbandstechnik, -material und -wechsel

Zum Entwickeln einer WI ist der Kontaminationsgrad der Wunde entscheidend. In Tabelle 4 werden vier verschiedene Wundklassifikationen dargestellt. Es wird in sauber, sauber-kontaminiert, kontaminiert und dreckig eingeteilt. Bei Patienten mit einer Verletzung steht nur Klasse drei, kontaminiert, oder Klasse vier, dreckig, zur Verfügung (AHERN & RICHARDSON 2012).

Tabelle 4: Wundklassifikation nach Kontaminationsgrad
(Auszug aus dem Buch „Equine Surgery“, Kapitel sieben: *Surgical Site Infections and the Use of Antimicrobials*) (AHERN & RICHARDSON 2012).

Klassifizierung	Kriterien
Sauber	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektiv, primär geschlossen und undrainiert ▪ Unkomplizierter Verlauf, nicht infiziert ▪ Keine Unterbrechung der Technik ▪ Keine auftretende Entzündung ▪ Atemwege, Verdauungstrakt und Urogenitaltrakt nicht betroffen
Sauber-Kontaminiert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eindringen in den Magen-Darm-Trakt oder in die Atemwege ohne nennenswerten Austritt von Flüssigkeit ▪ Eintritt in den Oropharynx; Eintritt in die Vagina ▪ Eindringen in den Urogenitaltrakt bei Fehlen von infiziertem Urin ▪ Geringfügige Unterbrechung der Technik
Kontaminiert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Großer Bruch in der Technik ▪ Auslaufende Flüssigkeit aus dem Magen-Darm-Trakt ▪ Traumatische Wunde, frisch (< 4 Stunden nach dem Trauma) ▪ Eindringen in den Urogenitaltrakt oder die Gallenwege bei Vorhandensein von infiziertem Urin oder Galle
Dreckig	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akute auftretende bakterielle Entzündung ▪ Durchtrennung von "sauberem" Gewebe zum Zweck des chirurgischen Zugangs zu einer Eiteransammlung ▪ Traumatische Wunde mit zurückgebliebenen devitalisierten Geweben, Fremdkörpern, fäkaler Kontamination und/oder verzögerter Behandlung (> 4 Stunden) nach dem Trauma

Der Status des Patienten spielt, wie oben schon beschrieben, bei der Entwicklung einer WI eine wichtige Rolle. Die Einteilung des physischen Status wird von dem amerikanischen Einteilungssystem der *American Society of Anesthesiologists* (ASA) abgeleitet und für die equinen Patienten angepasst (DOHERTY & VALVERDE 2006). Zur Einteilung in die jeweils richtige Klasse spielen die Vorgeschichte des Patienten, die Laborparameter und die ärztliche Untersuchung eine wesentliche Rolle. In Tabelle 5 werden die sechs verschiedenen Klassen veranschaulicht.

Tabelle 5: Einteilungssystem equiner Patienten nach ihrem physischen Status nach dem Vorbild der American Society of Anesthesiologist (ASA)
(Auszug auf dem Buch „Manual of Equine Anesthesia and Analgesia“, Kapitel eins: Preoperative Evaluation, verfasst von T. Doherty und A. Valverde 2006).

ASA-Score	Kriterien
ASA 1	Ein gesundes Pferd
ASA 2	Pferde mit leichten systemischen Erkrankungen (z. B. leichte Anämie, leichte rezidivierende Atemwegsobstruktion)
ASA 3	Pferde mit schweren systemischen Erkrankungen (z. B. schwere wiederkehrende Atemwegsobstruktion)
ASA 4	Ein Pferd mit einer schweren systemischen Erkrankung, die eine ständige Bedrohung für das Leben darstellt (z. B. geplatzte Harnblase, Darmunfall)
ASA 5	Ein moribundes Pferd, das voraussichtlich nicht länger als 24 Stunden überleben wird (z. B. ein Fohlen mit einem Uroperitoneum mit schweren Stoffwechselstörungen)
E	Der Buchstabe E wird an jede Klassifizierung für Notfallverfahren angehängt

2.2.2 Einteilung nosokomialer postoperativer Wundinfektionen

Postoperative Wundinfektionen, die die Inzision bzw. das operierte Organ betreffen, können in drei Schweregrade (A 1 bis A 3) eingeteilt werden. Gemäß den Definitionen des *Centers of Disease Control and Prevention* werden nosokomiale Wundinfektionen weltweit in folgende drei Kategorien eingeteilt (NRZ 2011, RKI 2011):

- A 1: Dabei handelt es sich um postoperative oberflächliche Infektionen an der Inzisionsstelle, die innerhalb von 30 Tagen nach der Operation entstehen und nur Haut oder subkutanes Gewebe betreffen.
- A 2: Hierbei handelt es sich um postoperative tiefe Wundinfektionen, die an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 bis 90 Tagen nach dem operativen Eingriff entstehen und Faszien- und/oder Muskelgewebe erfassen können.
- A 3: Infektionen dieser Klassifizierung umfassen Organe und Körperhöhlen, die während der Operation eröffnet wurden.

2.3 Erreger nosokomialer Wundinfektionen bei Pferden

Die Ausbildung von multiresistenten Spezies bei Wundinfektionen spielt eine immer größere Rolle in der Human- und Tiermedizin (NOLAN 2013, SOULI et al. 2008). Zu den Haupterregern nosokomialer WI in der Tiermedizin und speziell bei Pferden zählen Staphylokokken, Enterobakterien, *Acinetobacter* und Salmonellen.

2.3.1 Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*

Methicillin-resistente Staphylokokken (MRS) werden weltweit zu den Hauptverursachern nosokomialer Infektionen in der Human- und Veterinärmedizin gezählt (WIELER et al. 2011). *S. aureus* gehört zu den normalen Besiedlern der Haut und Schleimhäute, sodass das Zoonose-Potenzial und damit die Möglichkeit einer Übertragung von MRSA zwischen Pferd und Personal grundsätzlich genauso hoch ist wie in der Human- und Kleintiermedizin (SIEBER et al. 2011, WALTHER et al. 2012, WALTHER et al. 2009, WEESE 2004, WEESE et al. 2005, WEESE et al. 2006). Diese Besiedelung erfolgt ganz unabhängig davon, ob eine Methicillin-Resistenz vorliegt oder nicht. Eine skandinavische Studie zeigte, dass neun nach MRSA-Wundinfektionen kolonisierte Pferde weiterhin zwischen 55 bis 711 Tage kolonisiert waren (median = 143) (BERGSTROM et al. 2013). Eine aktuelle Untersuchung zum Vorkommen von *S. aureus* in Wundabstrichen vom Pferd aus ganz Deutschland zeigt, dass 22,8 % mit *S. aureus* besiedelt und davon ca. 9,4 % der Abstriche MRSA positiv waren (VINCZE et al. 2014). Weese et al. berichtete schon 2006 über das immer häufigere Auftreten und die Verbreitung von MRSA bei Pferden in einer tiermedizinischen Universitätsklinik (WEESE et al. 2006). Von insgesamt 2.283 untersuchten Proben equiner Patienten konnten in 120 (5,3 %) MRSA nachgewiesen werden, ungefähr die Hälfte dieser Pferde war bereits bei der Aufnahme in die Klinik mit MRSA kolonisiert. Die kolonisierten Patienten hatten ein deutlich höheres Risiko, während des Klinikaufenthaltes eine MRSA-Infektion zu bekommen (Odds Ratio „OR“ 38,9 %; 95 % – Konfidenzintervall „CI“ 9,49 – 160; $p < 0,0001$). Von den 120 positiv getesteten Patienten erwarben 53 (44,3 %) MRSA während des Klinikaufenthaltes. Zusätzlich wurde in dieser Studie gezeigt, dass eine Applikation von Aminoglykosiden (OR 6,37 %; 95 %-CI 3,05 – 13,2; $p < 0,001$) und Drittgenerations-Cephalosporinen (Ceftiofur) (OR 2,9 %; 95 %-CI 1,08 – 7,75; $p = 0,04$) während des Aufenthaltes in der Klinik mit einem erhöhten Risiko für eine MRSA-Kolonisation verbunden war (WEESE et al. 2006). Um den MRSA-Status eines Pferdes bzw. die MRSA-Kolonisierung untersuchen zu können, stellte sich die Frage nach dem geeigneten Material. Hierfür wurden in einer Studie verschiedene Orte des Nasen-Rachen-Raums beim Pferd untersucht und nachweislich das *Vestibulum nasi* als geeignet bewertet (VAN DEN EEDE et al. 2013).

2.3.2 Extended Spectrum Beta-Laktamase bildende Bakterien

ESBL-bildende Bakterien existieren weltweit und können in Kliniken und Praxen, in der Landwirtschaft, der Umwelt sowie als Kontamination auf Lebensmitteln nachgewiesen werden. Sie nehmen beim Pferd stark an Bedeutung zu (DAMBORG et al. 2012). In Kopenhagen wurden 2012 in einer Studie zehn anfangs negativ getestete Faecesproben von hospitalisierten Pferden, die entweder mit Ceftiofur allein (n = 4), Ceftiofur und Metronidazol (n = 3) oder mit anderen Antibiotika (n = 3) behandelt wurden, untersucht. Innerhalb der ersten drei Tage in antibiotischer Behandlung wurden diese Pferde positiv auf gegen Cefotaxim resistente *E. coli* getestet. In diesem Zusammenhang wurde eine große Vielfalt und genetische Diversität an ESBL-produzierenden *E. coli* festgestellt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass eine nosokomiale Infektion stattgefunden hat, da bei insgesamt fünf von zehn Pferden der gleiche resistente Stamm nachweisbar war (DAMBORG et al. 2012). Auch Daten von Watlher et al. (2014) weisen auf nosokomiale Infektionen mit ESBL-produzierenden *E. coli* in einer Pferdeklinik hin. In dieser Studie konnte bei drei verschiedene Pferden, die alle nach Kolik-Operation in der gleichen Klinik einer Wundinfektion erlagen, die gleichen klonalen ESBL-Stämme identifiziert werden (WALTHER et al. 2014).

2.3.3 *Salmonella enterica*

Salmonellen sind Zoonose-Erreger und zählen zu den bedeutendsten nosokomialen Infektionen in Pferdekliniken (BURGESS et al. 2004, DALLAP SCHAER et al. 2010, DARGATZ & TRAUB-DARGATZ 2004, DUNOWSKA et al. 2007, DWYER 2009, EKIRI et al. 2009, STENERODEN et al. 2010, TILLOTSON et al. 1997, WRIGHT et al. 2005) und können bis hin zur Schließung einer Abteilung führen (BENEDICT et al. 2008). Die Salmonellose bei Equiden gehört in Deutschland zu den meldepflichtigen Krankheiten (Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. Februar 2011 [BGBl. I S. 252], zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 12. Juni 2013 [BGBl. I S. 1576]).

Besondere Beachtung muss den mehrfach-resistenten *S. enterica* Serovar Typhimurium Stämmen zugeteilt werden. Bei einem Ausbruch dieser Stämme ist die Besorgnis groß, dass auch Menschen erkranken und eine erfolgreiche Behandlung unter Umständen nur schwer durchführbar wird (WEESE et al. 2001). Als große Herausforderung zur frühzeitigen Identifizierung potenzieller Träger stellt sich das latente Trägertum und die intermittierende Ausscheidung von Salmonellen dar (BAUERFEIND et al. 1992). Aufgrund dieser Tatsache ist es schwierig, einen Salmonellen-assoziierten Ausbruch in Pferdekliniken rechtzeitig zu verhindern und potenzielle Patienten, die durch die Ausscheidung von Salmonellen ein Risiko für andere hospitalisierende Patienten darstellen, zu entdecken (WARD et al. 2005).

Obwohl der mikrobiologische Nachweis eine zeitliche Verzögerung mit sich bringt, ist ein Eingangsscreening sinnvoll, um eine Risikominimierung für andere hospitalisierenden Pferde zu erreichen und um der Gefahr eines Ausbruchs entgegenzuwirken. Bei einem Salmonellose-Ausbruch in zwei Kliniken in Deutschland, der durch *S. enterica* Serovar Typhimurium verursacht wurde, deutete die molekular-epidemiologische Untersuchung darauf hin, dass es sich jeweils um denselben Erreger handelte und man somit von einem nosokomialen Geschehen ausgehen konnte (BAUERFEIND et al. 1992). Obwohl es eine zeitweilige Schließung gab und strenge hygienische Maßnahmen eingeführt wurden, konnte eine Unterbrechung des Infektionsgeschehens erst nach einem Jahr erreicht werden. Die zwei Kliniken waren danach immer wieder mit Folgeausbrüchen belastet (BAUERFEIND et al. 1992, DUNOWSKA et al. 2007).

2.3.4 *Acinetobacter baumannii*

Acinetobacter spp. werden häufig aus Böden, Trinkwasser aber auch verschiedenen Nahrungsmitteln isoliert und gehören zudem zur normalen Haut- und Schleimhautflora von Mensch und Tier (BAUMANN 1968). Veterinärmedizinisch relevant ist v.a. die Spezies *A. baumannii*. *A. baumannii* gehört zusammen mit den Spezies *A. calcoaceticus*, *A. pittii* und *A. nosocomiales* dem sogenannten ACB-Komplex (*A. calcoaceticus* - *A. baumannii* - Komplex) an, da diese aufgrund der DNS-Sequenzhomologie von ca. 70 % phänotypisch nicht unterschieden werden können (DIJKSHOORN et al. 2007, GERNER-SMIDT & TJERNBERG 1993, NEMEC et al. 2011).

In den letzten Jahren wurde *A. baumannii* vermehrt in der Humanmedizin in nosokomialen Infektionsgeschehen (Pneumonien, Harnwegsentzündungen, Katheter-assoziierte Meningitiden, postoperative Wundinfektionen) nachgewiesen, was aufgrund der multiresistenten Eigenschaften vor allem die Therapiemöglichkeiten erheblich einschränkt. Nachdem zuerst in der Humanmedizin über *A. baumannii* Infektionen berichtet wurde, folgten Berichte aus schweizerischen und holländischen Tierkliniken (BOERLIN et al. 2001, FRANCEY et al. 2000). Vaneechoutte et al. (2000) konnte bei insgesamt sieben Pferden der Universitätsklinik Genf multi-resistente *A. baumannii*-Stämme aus Jugularvenenkathetern nachweisen. Bei drei der betroffenen Pferde konnte eine lokale Infektion festgestellt werden (VANEECHOUTTE et al. 2000). *A. baumannii* als nosokomialer Erreger wurde in der Klinik für kleine Haustiere der Universität Bern in einer retrospektiven Studie beschrieben (FRANCEY et al. 2000). Der Erreger wurde hauptsächlich aus Wunden, Proben des Urogenital- und Respirationstraktes bei 17 Hunden und zwei Katzen isoliert. Bei zwei der besiedelten Patienten führte die Infektion durch *A. baumannii* zum Tod.

Früher waren *Acinetobacter*-Stämme noch gegenüber einigen Breitbandantibiotika empfindlich, heute können sie in der Regel nur noch mit Reserveantibiotika bekämpft werden. Vor allem der Wirkverlust von Carbapenemen schränkt mögliche Erfolge bei der Therapie von *Acinetobacter*-Infektionen ein (POIREL & NORDMANN 2006).

2.4 Antibiotikaresistenzen

Die Resistenz von MRSA beruht auf einem genetisch erworbenen Element, dem sogenannten Staphylococcal Cassette Chromosome *mec* (SCC*mec*), welches das für die Methicillin-Resistenz erforderliche Gen (*mecA* oder *mecC*) enthält (ITO et al. 2012). Bei nicht resistenten Staphylokokken wird der Zellwandaufbau während der Zellteilung durch ein bifunktionelles Enzym (Penicillin-bindendes Protein 2, PBP2) katalysiert. Eine Transpeptidase ist Teil dieses Enzyms, die durch ihre Aktivität eine vernetzte Struktur der Zellwand erzielt. Durch diese Querverbindungen sorgt sie für den Erhalt und die notwendige Stabilität der Zelle (PINHO et al. 2001). Beta-Laktam Antibiotika inhibieren die Transpeptidase des PBP2 und die strukturelle Integrität der Zelle kann nicht aufrechterhalten werden, sie verliert ihre selektive Permeabilität und platzt (bakterizider Effekt). MRS hingegen haben das erworbene Element SCC*mec*, dessen Gene (*mecA* und *mecC*) eine zusätzliche Transpeptidase (PBP2a) kodieren. Diese übernimmt den essenziellen Vernetzungsschritt, sodass die Inhibierung des Enzyms substituiert wird. Die vermittelte Resistenz hat schwerwiegende Konsequenzen für die Therapiemöglichkeiten und eine Evaluierung des Hygienemanagements rückt daher in den Vordergrund.

Hinter ESBL verbirgt sich eine Resistenz, die nach der Einführung und umfangreichen klinischen Verwendung der Drittgenerations-Cephalosporine in den 80-er Jahren aufgetreten ist. Zu den möglichen ESBL-produzierenden Bakterien gehören verschiedene Enterobacteriaceae wie z.B. *E. coli*, *Salmonellen* und *Acinetobacter* spp.. Beta-Laktamasen sind Enzyme, die den Beta-Laktam Ring von Beta-Laktam Antibiotika hydrolytisch spalten können (PITOUT 2010). Die meisten dieser Enzyme können normalerweise nur für sie spezifische bestimmte Beta-Laktam Antibiotika inaktivieren. Kommt es durch eine Mutation jedoch zu einer Änderung des aktiven Zentrums dieser Enzyme, geht die eingeschränkte spezifische Wirkbreite verloren und das Enzym ist in der Lage, eine breitere Gruppe verschiedener Beta-Laktam-Antibiotika zu inaktivieren. Hierbei handelt es sich meistens um eine Spektrum-erweiternde Mutation, nur einige wenige Bakterien haben von Natur aus das erweiterte Spektrum. Weltweit wurden mehr als 500 Typen von Beta-Laktamasen beschrieben (BUSH & PALZKILL 2017).

Das Auftreten von Multiresistenzen bei unterschiedlichen *S. enterica* Serovaren wurde vielfach untersucht (CABRERA et al. 2004, WRIGHT et al. 2005). Cabrera et al. haben in ihren Studien Resistenzen gegenüber bis zu zwölf unterschiedlichen Antibiotika festgestellt. Es sind Resistenzen gegenüber Tetrazyklin, Ampicillin, Chloramphenicol und weitere bekannt. Die Ausbildung der Resistenz gegenüber Tetrazyklin ist auf die Expression von *tet (A)*, *tet (B)* und *tet (G)* Genen, welche für Efflux-Proteine kodieren, zurückzuführen. Des Weiteren konnten in *Salmonella* unterschiedliche Beta-Laktamasen identifiziert werden, die z.B. für die Ampicillinresistenz verantwortlich sind, indem sie den Laktamring des Antibiotikums hydrolysieren (CABRERA et al. 2004). Resistenzen gegenüber Chloramphenicol sind auf die Präsenz von *floR* und *cmlA* Genen zurückzuführen, welche ebenfalls für membranständige Efflux-Pumpen kodieren (GIEDRAITIENE et al. 2011). Mehrere unterschiedliche Genen (*dfrA1*, *dfrA12*, *dfrA14* und *dfrA17*), die für unterschiedliche Dihydrofolat-Reduktasen kodieren und für die Trimethoprim-Resistenzen verantwortlich sind, konnten ebenfalls nachgewiesen werden (CABRERA et al. 2004).

Acinetobacter kann verschiedene Resistenzmechanismen ausbilden. Dazu gehören, wie bei den ESBL-bildenden Enterobacteriaceae, die Bildung von Beta-Laktamasen, der Rückgang von Porinen und bzw. oder die Modifikation Penicillin bindender Proteine (COSTA et al. 2000, GEHRLEIN et al. 1991). Zudem ist *A. baumannii* in der Lage, einen Biofilm auszubilden, was einen zusätzlichen Schutz vor Austrocknung, aber auch Desinfektionsmitteln und Antibiotika bewirkt (TOMARAS et al. 2003).

2.5 Infektionskontrollmaßnahmen in der Humanmedizin

Für den Bereich Humanmedizin konnte bereits in vielen Studien gezeigt werden, dass die Aufzeichnung von nosokomialen Infektionen und deren Bewertung mit nachfolgender Anpassung von Infektionskontrollmaßnahmen, sogenannter Surveillance, geeignet sind, um NI zu vermeiden (GEFFERS & GASTMEIER 2011).

Das erste Infektions- und Präventionsprogramm wurde in den USA in den 70-er Jahren durch das *Center of Disease Control* (CDC) eingeführt. Die gewonnenen Daten durch das *National Nosocomial Infection Surveillance System* (NNIS) und des *Comprehensive Hospital Infection Project* (CHIP) wurden in nationalen Datenbanken gesammelt und publiziert (EMORI et al. 1991, GARNER et al. 1988, GAYNES et al. 1991). Eine der ersten Surveillance-Studien der USA, die *Study on the Efficacy of Nosocomial Infection Control* (SCENIC-Studie), die in den 70er Jahren darauf aufbauend durchgeführt wurde, zeigte, dass aufgrund einer effektiven Surveillance, geschultem Personal und hygienischer Interventionsmaßnahmen die Infektionsrate

auf 32 % reduziert werden konnte. In Kliniken ohne Kontrolle stiegen die Raten hingegen um bis zu 18 % (HALEY et al. 1985, HALEY et al. 1980).

Eine weitere Studie, die NIDEP-Studie (Nosokomiale Infektionen in Deutschland–Erfassung und Prävention), die in Deutschland in den 90er Jahren durchgeführt wurde, bestätigt ebenso eine Reduktion der Infektionsrate um 26 % aufgrund der Erfassung und Prävention von Infektionen (BUNDESMINISTERIUM-FÜR-GESUNDHEIT 2000). In Deutschland wurde 1996, basierend auf dem NNIS-System, ein nationales Surveillance-System, das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS), zur Erfassung von Referenzdaten aufgebaut, um die Effektivität einer Surveillance zu verbessern. Diese Referenzdatenbank wurde vom nationalen Referenzzentrum für Krankenhaushygiene (NRZ) und dem Robert-Koch-Institut (RKI) mit Beteiligung nationaler Krankenhäuser erstellt (BUNDESMINISTERIUM-FÜR-GESUNDHEIT 2000). Die einheitlich erfassten Daten werden monatlich aktualisiert und von dem Nationalen Referenzzentrum veröffentlicht und können somit für jedes Krankenhaus als Vergleichswert dienen. Im Jahr 2001 wurde deshalb auch im Infektionsschutzgesetz § 23 Abs. 4 gesetzlich verankert, dass „nosokomiale Infektionen und das Auftreten von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen fortlaufend in einer gesonderten Niederschrift aufgezeichnet, bewertet und sachgerechte Schlussfolgerungen hinsichtlich erforderlicher Präventionsmaßnahmen gezogen werden, und dass die erforderlichen Präventionsmaßnahmen dem Personal mitgeteilt und umgesetzt werden“ (RKI 2013, VERBRAUCHERSCHUTZ 2011)

Das Ziel des KISS ist die Bereitstellung einer einheitlichen Surveillance-Methodik, der Erfassung der Daten und damit der Zugang zu einer Referenzdatenbank. Die Erfassung aller Operationen würde einen nicht zumutbaren Zeitaufwand bedeuten, sodass hier die Erfassung von Daten nur sogenannte Indikatoroperationen berücksichtigt. Meistens handelt es sich dabei um standardisierte, häufig durchgeführte Operationen für ein jeweiliges Fachgebiet. KISS stellt Referenzdaten zu unterschiedlichen infektionsrelevanten Bereichen zur Verfügung und ist in mehrere Module unterteilt. In diesen verschiedenen Modulen befinden sich die verschiedenen Surveillance-Methodiken zu NI, epidemiologischen relevanten Erregern und weitere Indikatoren des Hygienemanagements, wie Antibiotika- und Händedesinfektionsmittelverbräuche (HDMV) (GEFFERS & GASTMEIER 2011).

2.5.1 Surveillance

Die Wirkungsweise der Einführung einer Surveillance wird allgemein wie folgt beschrieben: Durch die Identifikation von Infektionsproblemen kann eine problemorientierte Analyse eine zielgerichtete Intervention ermöglichen. Gleichzeitig tritt der sogenannte Hawthorne-Effekt auf, welcher eine Verhaltensänderung der handelnden Personen im Studienfeld beschreibt, weil

diese sich im Zuge der Studiendurchführung mehr unter Beobachtung fühlen. Beide Effekte tragen zu einer Senkung der Inzidenz der Indikator-Infektionen bei (VAISMAN et al. 2020).

Grundvoraussetzung für verwertbare Ergebnisse sind durchgehend identische Methoden der Datenerfassung und feststehende Definitionen für die Infektions-Diagnostik (NRZ 2014). Nur eine Surveillance erlaubt die objektive Datenerfassung und ermöglicht so die Evaluierung von gezielten Maßnahmen zur Verbesserung des aktuellen Status quo. Mit der Hilfe eines erhobenen Status quo kann eine sogenannte „Baseline“ festgelegt werden, sodass zu erwartende Infektionen (Überschreiten der Baseline) rechtzeitig erkannt werden können und einem Ausbruch vorgebeugt werden kann (RUPLE-CZERNIAK et al. 2013). Während der Zeit der Surveillance und Erstellung der Baseline können neue Maßnahmen zur Verbesserung des Hygienemanagements erarbeitet und entwickelt werden. Das Einführen der darauf basierenden neuen Präventionsmaßnahmen und damit das akute Eingreifen in den Klinikprozess bezeichnet man als Intervention. Erfolgreich ist eine Intervention dann, wenn die zuvor festgelegte Baseline reduziert werden kann.

Eine Vor-Ort-Untersuchung der hygienisch kritischen Bereiche gemäß des HACCP-Konzeptes (Hazard Analysis and Critical Control Point-Konzept) ist dennoch für die Entwicklung eines gezielten multimodalen Interventionsprogramms, z. B. Prozessoptimierung durch Erstellung von standardisierten Handlungsanweisungen (Standard Operation Procedures – SOPs), Wegeanalyse oder einer Hygiene-Kampagne, unerlässlich (SLOVIS et al. 2012).

2.5.2 Händehygiene

Der ungarische Arzt Dr. Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865) gilt als Vorreiter der modernen Krankenhaushygiene. Schon Mitte des 19. Jahrhunderts erkannte er die Bedeutung und Wichtigkeit der Krankenhaus- und Händehygiene. Semmelweis bestand darauf, dass vor der Entbindung von den Studenten und behandelnden Ärzten eine Händedesinfektion mit Chlortalk durchgeführt wurde und rettete damit einer großen Zahl von Müttern auf Entbindungsstationen das Leben (SEMMELEWEIS 1861).

Eine gute Compliance im Hinblick auf die Händehygiene ist ein unverzichtbarer Bestandteil eines guten Hygienemanagements und dient der Vermeidung nosokomialer Infektionen (PELAT et al. 2015, PITTET et al. 2000). In der Humanmedizin wurde schon oft über die exogene Übertragung von *S. aureus* durch die Hände des medizinischen Personals oder andere pathogenen Keimen berichtet (COUDRON et al. 1984, FINKELSTEIN et al. 1993, HUEBNER et al. 1994, VICCA 1999). Aufgrund der Tatsache, dass die Hände eine Schlüsselfunktion bei NI spielen, hat das Nationale Referenzzentrum (NRZ) eine Surveillance, durch welche die Verbrauchsmengenerfassung von Händedesinfektionsmittel ermittelt werden kann (Hand-

KISS, Surveillance des Händedesinfektionsmittelverbrauchs (HDMV)), ins Leben gerufen (NRZ o. J.). Parallel dazu gibt es die Präventionskampagne aus der Humanmedizin „Aktion saubere Hände“, basierend auf der 2005 gestarteten Kampagne der *World Health Organization* (WHO), die darüber hinaus eindrucksvoll gezeigt hat, wie wichtig ein strukturierter und überlegter Arbeitsvorgang für die Verbesserung des aktuellen Hygienestatus ist (SAX et al. 2007) (AKTION-SAUBERE-HÄNDE o. J.).

Überlegt man zu Beginn eines Arbeitsschrittes, welche Aufgaben und Behandlungen für den Patienten X auf einen warten, kann im Vorfeld alles vorbereitet werden und unkoordinierte Aktionen sowie kontaminationsanfällige Handlungsweisen vermieden werden. Häufig haben unkoordinierte Aktionen einen Mangel in der Händehygiene und die Kontamination der Umgebung zur Folge. In der Humanmedizin gelten unter anderem folgende fünf Indikationen zur Hände-Desinfektion: vor Patientenkontakt, vor aseptischen Tätigkeiten, nach Kontakt mit potenziell infektiösen Materialien, nach Patientenkontakt und nach Kontakt mit Oberflächen in unmittelbarer Umgebung des Patienten (RKI 2000, RKI 2016, SAX et al. 2007).

Eine Studie von Boyce et al. hat deutlich gezeigt, dass gerade die Handdesinfektion deutlich schonender für die Haut ist als das Waschen der Hände mit Seife. Des Weiteren haben schon Studien in den 80er Jahren bewiesen, dass die Handdesinfektion eine deutlich effektivere Maßnahme zur Keimreduzierung ist als das gewöhnliche Händewaschen mit Wasser und Seife (BOYCE et al. 2000, LARSON et al. 1986, OJAJARVI 1980). Interessant hierbei ist die Auswahl und Akzeptanz des Händedesinfektionsmittels. Eine Studie aus dem Jahr 2007 hat flüssiges und gelartiges Desinfektionsmittel gegeneinander getestet und gezeigt, dass 57 % das Gel angenehmer empfanden, 27 % die flüssige Form bevorzugten und 16 % keine Präferenz hatten (TRAORE et al. 2007).

2.6 Infektionskontrollmaßnahmen in der Veterinärmedizin

In der Veterinärmedizin fehlen bis heute Surveillance- und Referenzdaten, sodass es für die Tiermedizin keinerlei Aussagen über das mögliche Risiko, an NI zu erkranken, gibt. In jüngster Vergangenheit sind einige wenige Publikationen zur Infektionskontrolle in Pferdekliniken veröffentlicht worden. So hat eine aktuelle Publikation gezeigt, dass durch das Erstellen eines individuellen und zielgerichteten Interventionsprogramms eine deutliche Reduzierung MRSA-positiver Proben und eine Reduktion der MRSA-Inzidenz in einer Pferdeklinik erreicht werden kann (BERGSTROM et al. 2012). Neben dieser Studie hat auch die Universitätspferdeklinik Bern dargelegt, dass durch die konsequente Umsetzung von Hygienemaßnahmen eine deutliche Reduktion der MRSA-Nachweise in Wundinfektionen erzielt werden kann. Zu diesen Maßnahmen gehörten unter anderem die Händedesinfektion vor jedem Patientenkontakt, die

konsequente Verwendung von Einmalhandschuhen und die Isolation von MRSA-positiven Pferden (SIEBER et al. 2011).

Im Dezember 2017 wurden vom Bundesministerium für Arbeit- und Soziales speziell für die Arbeit im Veterinärbereich Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 260) veröffentlicht. Bis zur Einführung der TRBA 260 orientierten sich veterinärmedizinische Tätigkeiten an der für die Humanmedizin gültigen Regeln (TRBA 250). Aus den landwirtschaftlichen Regeln (TRBA 230) konnte man Hinweise für den Außenbereich der Nutztierhaltung entnehmen. Seit der Einführung der TRBA 260 haben die Veterinärmediziner nun ihr eigenes Regelwerk, das mit vielen Arbeitshilfen und Hinweisen versehen ist. Die TRBA 260 soll vor allem für Arbeitgeber in tierärztlichen Praxen, Kliniken und Bildungseinrichtungen etc. eine Anlehnung und Hilfe für die Erstellung und Wahrung des Arbeitsschutzes für die Beschäftigten im Sinne der Biostoffverordnung bieten. Im nachfolgenden werden die wichtigsten Inhalte der TRBA 260 kurz zusammengefasst.

Die TRBA 260 gliedert sich in jeweils sieben Kapitel und sieben informative Anhänge. Während Kapitel 1 den Anwendungsbereich der TRBA 260 charakterisiert, werden im Kapitel 2 wichtige Begriffe, die mit dem Arbeitsschutz im Zusammenhang stehen, erklärt. Kapitel 3 erläutert, welche Übertragungswege für bestimmte Krankheitserreger eine Rolle spielen und wie diese zu bewerten sind. Im Kapitel 4 werden mögliche Schutzmaßnahmen vorgestellt. Hierbei ist zwischen den Mindestschutzmaßnahmen, die grundsätzlich gelten, und den zusätzlichen bzw. besonderen Schutzmaßnahmen zu unterscheiden. Kapitel 5 beschäftigt sich mit den Inhalten der Betriebsanweisungen, die der Arbeitgeber aufgrund der verpflichtenden Gesetzeslage erstellen muss. In Kapitel 6 werden Hinweise zur Kooperation mit anderen Betrieben bzw. Arbeitgebern gegeben. Das letzte Kapitel 7 widmet sich der arbeitsmedizinischen Prävention.

Im Anhang werden viele informative Hinweise und Tipps zur Umsetzung der TRBA 260 in den eigenen Betrieben gegeben. Anhang 1 gibt z. B. einen Überblick zu den wichtigsten Zoonosen, Allergien und toxikologischen Daten, die im Rahmen der tierärztlichen Tätigkeit auftreten können. Anhang 2 beinhaltet wichtige Hinweise für die Erstellung eines Hygienekonzeptes. Anhang 4 gibt wichtige Hinweise über den Umgang mit Biss-, Schnitt- und Stichverletzungen und Anhang 6 enthält Richtlinien zur korrekten Abfallentsorgung.

2.6.1 Herausforderungen in der Pferdeklinik

Die Herausforderungen zur Vermeidung von NI für die behandelnden Tierärzte von equinen Patienten sind sehr vielfältig, so treten z.B. großflächige, infektionsgefährdete Verletzungen bei Pferden vergleichsweise häufig auf (WESTGATE et al. 2011). Für hospitalisierte Kleintiere, wie z.B. Hunde und Katzen, können leicht zu reinigende und desinfizierbare Edelstahlboxen

genutzt werden. Im Gegensatz dazu sind die Anforderungen für die Unterbringung von Pferden in Kliniken weitaus komplizierter. So müssen die Böden und Wände rutschfest und gleichzeitig haltbar sein und eine Einstreu ist in aller Regel für die Boxen und Ställe erforderlich. Auch die unvermeidliche Staublast durch Stroh, Heu und Pellets sowie die sichere Entsorgung des Pferdemistes müssen bei der Konzeption von sinnvollen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen berücksichtigt werden (WALTHER et al. 2013).

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Ziel

Diese Studie behandelt das Thema der Entwicklung multimodaler Präventionsmaßnahmen, der Etablierung eines Hygienemanagements und die Risikominimierung von nosokomialen Infektionen (NI) und den damit einhergehenden Wundinfektionen (WI). Zur Orientierung für ein zielgerichtetes Hygienemanagement dienen die Grundsätze für Risikomanagement, die durch das Robert-Koch-Institut beschrieben sind: Analyse der hygienisch kritischen Bereiche und schriftliche Festlegung der Maßnahmen im Hygieneplan, Bewertung der Risiken, Risikominimierung, Kontrollmaßnahmen, Aktualisierung des Hygieneplans, Maßnahmen zur Verbesserung der Compliance der Mitarbeiter, Dokumentation und Surveillance (RKI 2003). Ferner wurden die frei zugänglichen Informationsmaterialien des Nationalen Referenzzentrums (NRZ) für die Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ 2011) für den Entwurf des Studiendesigns dieser Arbeit herangezogen.

Das Studiendesign untergliedert sich in drei verschiedene Abschnitte:

- Untersuchungszeitraum A (US A), der vom 25.04.2014 bis 30.10.2014 stattfand,
- einer Intervention, die zwischen US A und US B durchgeführt wurde,
- Untersuchungszeitraum B (US B), der vom 07.04.2015 bis 04.10.2015 stattfand.

Zur Ermittlung der Inzidenz von definierten Indikator-Infektionen wurde eine kontinuierliche Surveillance eingeführt. Dabei wurden zwei Kategorien von Patienten mit erheblicher klinischer Relevanz berücksichtigt: die postoperative Wundheilungsstörung nach medianer Laparotomie von Kolik-Patienten und die Wundheilungsstörungen von Patienten mit offenen Verletzungen. Da sowohl endogene wie auch exogene Infektionsrouten zu einer NI führen können, wurden insgesamt 341 equinen Patienten mit dem Vorbericht Kolik bzw. offener Verletzung bei Aufnahme in die Pferdekllinik der Freien Universität Berlin auf Besiedlung mit ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae, MRSA, *A. baumannii* bzw. auf latentes Trägertum von Salmonellen untersucht. Durch dieses Eingangsscreening konnte zusätzlich ein Status quo, die sogenannte Baseline, ermittelt werden. Mit welchen potenziellen nosokomialen Erregern waren die Patienten bei Ankunft in der Klinik schon kontaminiert?

Ziel dieser Arbeit war der Vergleich der Untersuchungszeiträume A und B und damit einhergehend die Prüfung, ob die Einführung multimodaler Präventionsmaßnahmen die Risikominimierung zur Erlangung von Wundinfektionen senken kann.

3.2 Untersuchungszeitraum A

In diesem Teil der Studie wurden insgesamt 174 Equiden, die zwischen dem 25.04.2014 und dem 30.10.2014 in der Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin mit einer Kolik oder offenen Verletzung vorstellig wurden, einbezogen.

3.2.1 Patienten und Probenmaterialien

Als Patienten dienten alle Equiden, die mit dem Vorbericht Kolik (n = 114) oder offener Verletzung (n = 60) in der Klinik für Pferde vorstellig wurden. Für die Gewinnung des Probenmaterials wurde für den Nüstern- und Wundabstrich jeweils ein steriler Mastaswab Tupfer (Copan Italia SpA, Via F. Perotti, 10 – 25125 Brescia Italy) und für die Kotprobe ein konischer Behälter mit 120 ml Fassvermögen aus Polypropylen mit rotem Schraubverschluss und sterilem Spachtel (VWR, International bvba, Geldenaaksebaan 464–B-3001 Leuven) verwendet (Abbildung 1). Jede Wunde wurde mit einem iPhone Modell 5s fotografisch bei Anlieferung festgehalten und dokumentiert.



Abbildung 1: Konischer Behälter für die Kotprobe (links) und steriler Mastaswab Tupfer (rechts).

3.2.2 Probennahme am Patienten

An insgesamt 174 Patienten in Untersuchungszeitraum A wurden unmittelbar in den ersten 120 Minuten direkt nach der Ankunft in der Klinik für Pferde und dem Abladen des Patienten von dem Transporthänger Abstriche der Nüstern sowie eine Kotprobe zur mikrobiologischen Untersuchung gewonnen. In der Gruppe der offenen Verletzungen (n = 60) wurde zusätzlich ein Abstrich aus dem Zentrum der Wunde entnommen. Nach der erfolgten Probensammlung wurde das Material zuerst in einem Kühlschrank kühl und trocken gelagert und direkt am gleichen Tag, spätestens am Folgetag, in das Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien

Universität Berlin gebracht und dort von dem zuständigen Fachpersonal auf ESBL-bildende Enterobacteriaceae spp., MRSA, *A. baumannii* sowie die Kotproben zusätzlich auf Salmonellen untersucht.

Abstrich der Nüstern

Für den Abstrich der Nüstern wurde ein steriler Swab-Tupfer ausgepackt, aus seinem Medium entnommen und dann jeweils in den linken und rechten Nasenvorhof eingeführt, in das Medium zurück überführt und luftdicht verschlossen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass man vor allem in die innere Falte der Nüster mit dem sterilen Tupfer eingeht (Abbildung 2). Es wurde immer ein Tupfer für beide Nüstern verwendet.

Gewinnung der Kotprobe

Die Kotprobe wurde, falls vorhanden, direkt von dem Transporthänger mit einem Kotröhrchen gesammelt. Hatte der Patient bei Anlieferung auf dem Hänger keinen Kot abgesetzt, wurde bei Kolikpatienten der Kot aus der rektalen Untersuchung gewonnen, bei offenen Verletzungen wurde der erste abgesetzte Kot verwendet, sofern dieser in den ersten 120 Minuten abgesetzt worden war. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Kotprobe keinen Kontakt mit der Einstreu oder der sonstigen Umgebung der Klinik hatte, d.h. die Probe wurde aus der Mitte des Fäkalhaufens entnommen.

Wundtupfer-Entnahme und fotografische Dokumentation

Für den Wundabstrich erfolgte aus der noch nicht gesäuberten Wunde eine sterile bakteriologische Tupferprobenentnahme aus der Tiefe der Wunde. Hierfür wurde der sterile Swab-Tupfer ausgepackt, aus seinem Medium entnommen und nach dem Abstrich in das Medium zurück überführt und luftdicht verschlossen. Zusätzlich wurde die Verletzung fotografisch mit einem iPhone Modell 5s sowohl bei Anlieferung als auch im weiteren Klinikaufenthalt alle zwei bis drei Tage festgehalten, um den weiteren Heilungsverlauf nachvollziehen zu können.

3.2.3 Aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen

Im Zusammenhang mit einer kontinuierlichen aktiven Surveillance von postoperativen Wundinfektionen wurden alle Patienten im Untersuchungszeitraum A der Indikation Kolik, die einer medianen Laparotomie unterzogen wurden ($n = 20$) und alle Patienten der Indikation offenen Verletzung ($n = 60$), klinisch alle zwei bis drei Tage verfolgt und auf Hinweise, die für eine Wundinfektion sprachen, untersucht. Hierbei wurde auf die klassischen klinischen Parameter

einer Wundinfektion geachtet. Dazu gehörten Calor, Dolor, Rubor, Tumor, Functio laesa, Fieber und die Wundsekretion. Sobald klinisch eine Infektion festgestellt werden konnte, wurde erneut ein steriler bakteriologischer Tupfer aus der Tiefe der Wunde gewonnen, der Wundtupfer an das Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien Universität Berlin zur Auswertung übergeben und die Infektion erneut fotografisch mit einem iPhone Modell 5s festgehalten (Abbildung 2).



Abbildung 2: Nüsternabstrich nach Ankunft in der Klinik für Pferde (links); Wundabstrich einer postoperativen Wundinfektion nach medianer Laparotomie (rechts).

Eine detaillierte Übersicht über die Probengewinnung bietet der Probenentnahmeplan in Tabelle 6.

Tabelle 6: Übersicht über die Probengewinnung bei den equinen Patienten.

	Zeitpunkt	Nase	Kot	Wunde	Foto
Indikator-Kolik	Erstuntersuchung: Klinikaufnahme	ja	ja	nein	nein
Indikator-Verletzung	Erstuntersuchung: Klinikaufnahme	ja	ja	ja	ja
Postoperative Wundinfektion	klinische Feststellung	nein	nein	initial, dann ggf. nach Verlauf	ja

3.2.4 Dokumentation der Parameter im Untersuchungszeitraum A

Für jeden Patienten erfolgte die Dokumentation nachfolgend genannter Parameter. Zur besseren Beschreibung der Patienten im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Studienintervalle, wurde das Trauma beschrieben und charakterisiert, die Patienten in Kategorien (ASA-Score) eingeteilt, demografische Daten zum Patienten erhoben und maßgebliche Faktoren der Operation, u.a. Diagnose, Art der Operation und Dauer, in einem Erfassungsbogen zusammengetragen.

Der Aufnahmebogen für die equinen Patienten und der mikrobiologische Antrag für die vom Patienten gewonnenen Nüstern, Kot und Wundproben, befinden sich im Anhang (Abbildung A 1 und 2).

Alter, Rasse und Geschlecht

Dokumentiert wurde das Alter des Tieres in Jahren bei der Vorstellung in der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin (ein unbekanntes Alter wurde mit „-“ dokumentiert). Die Rasse (Warmblut - 1, Vollblut - 2, Pony - 3, Traber - 4, andere - 5), ebenso wie das Geschlecht (männlich - 1, männlich kastriert - 2, weiblich - 3) wurden festgehalten.

Anamnese, Allgemeinzustand und klinische Parameter

Die klinischen Parameter wurden von dem zuständigen Tierarzt ermittelt und dokumentiert. Bei der Anamnese wurde der exakte Vorbericht der Patienten aufgenommen. Für den Allgemeinzustand gab es fünf verschiedene Angabemöglichkeiten, die dokumentiert wurden (o.b.B - 1, ggr. gestört - 2, mgr. gestört - 3, hgr. gestört - 4, anderer Befund - 5). Als klinische Parameter wurden die Haltung und das Verhalten (ruhig und aufmerksam - 1, gedämpft - 2, aufgeregt - 3, apathisch - 4), die Herzfrequenz, die Atemfrequenz sowie die innere Körpertemperatur gemessen. Zusätzlich wurde das Eingangsblutbild herangezogen und die Leukozytenzahl, der Hämatokritwert, das Gesamteiweiß, das Laktat sowie ggf. das Fibrinogen dokumentiert.

Beschreibung der Verletzung

Alle Patienten, die in die Indikatorgruppe der offenen Verletzungen eingestuft wurden, haben eine Charakterisierung der Verletzung erfahren. Hierbei wurde die Lokalisation (Rumpf - 1, Hals/Kopf - 2, Gliedmaße - 3) und Alter der Wunde (ein bis vier Stunden - 1, vier bis zwölf Stunden - 2, 12 – 24 Stunden - 3, älter als 24 Stunden - 4) bestimmt. Zusätzlich wurde die Länge, Breite und Tiefe der Wunde in cm dokumentiert. Der Erfassungsbogen dazu befindet sich im Anhang (Abbildung A 3).

Vorbehandlung

Bei jedem Patienten wurde durch die Anamnese ermittelt, ob das Tier vor Einlieferung in die Klinik von dem Haustierarzt vorbehandelt wurde. Hierbei hat man sich auf die Antibiotika und die nicht-steroidalen-Antiphlogistika beschränkt. Dokumentiert wurde die Vorbehandlung jeweils codiert mit der Fragestellung, ob ein Patient allgemein vorbehandelt wurde und explizit, ob nur mit Antibiotika und / oder nicht-steroidalen-Antiphlogistika (NSAIDs) (ja - 1, nein - 2).

Verabreichte Medikation während des Klinikaufenthaltes

Weiterführend wurde dokumentiert, ob Antibiotika und NSAIDs in der Klinik für Pferde den Patienten während des Klinikaufenthaltes verabreicht wurden (ja - 1, nein - 2).

Aufenthaltsdauer und Boxennummer in der Klinik für Pferde der FU-Berlin

Bei jedem einzelnen Patienten wurde die Aufenthaltsdauer sowie die belegte Boxennummer in der Klinik bestimmt. Jeder angebrochene Tag wurde als ein ganzer Tag gerechnet, d.h. auch die Anlieferung und der Tag der Entlassung wurde als ein ganzer Tag in die Wertung mit einbezogen.

Operationsprotokoll und klinisch detektierbare Wundinfektionen

Für die Erfassung von klinisch detektierbaren Wundinfektionen wurde als Vorlage die Infektions-Surveillance, die OP-KISS, des Nationalen Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen herangezogen. Beendet wurde jede einzelne Surveillance so bald eine erneute Operation in demselben OP-Gebiet stattgefunden hatte, ein Patient verstarb, bei Entlassung des Patienten oder 30 Tage postoperativ.

Für alle Patienten, die einem chirurgischen Eingriff (ja - 1, nein - 2) unterzogen wurden, wurde ein Operationsprotokoll erstellt. In diesem Erfassungsbogen wurden allgemein die Art der Operation, die Diagnose, die Operationsdauer in Minuten, der Operateur, der Narkoseverlauf und die Medikation in der Operation zusammengetragen. Der Erfassungsbogen dazu befindet sich im Anhang (Abbildung A 3). Die Wundklassifikation wurde ebenfalls sowohl bei den Kolikpatienten als auch bei den Verletzungen festgehalten (sauber - 1, sauber-kontaminiert - 2, kontaminiert - 3, dreckig - 4). Hierbei erfolgte die Einteilung bei der Indikation offenen Verletzungen nach dem Alter der Wunde gemäß den Definitionen des Fachwerkes „*Equine Surgery*“ von Auer & Stick aus dem Jahre 2012. Bei den Kolikpatienten wurde die interne Einteilung der Klinik verwendet: Reine Verlagerungen galten als sauber, Resektionen oder Enterostomien als sauber-kontaminiert, Magen- oder Darmrupturen als kontaminiert.

Bei der Indikation Kolik wurde zusätzlich der ASA-Score gemäß der Klassifikation basierend auf den Definitionen der *American Society of Anesthesiologists* (ASA) (Tabelle 5: normales, gesundes Pferd - 1, Pferd mit leichter Allgemeinerkrankung - 2, Pferd mit schwerer Allgemeinerkrankung - 3, Pferd mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt - 4, moribundes Pferd, ein Überleben in den nächsten 24 Stunden wird nicht erwartet - 5, Notfalleingriff, unabhängig von der Klassifizierung eins bis fünf - E) und die Inzisionslänge der Bauchnaht in cm erfasst. Bei der Indikation Verletzung wurde als Zusatzinformation dokumentiert, ob der Patient im Stehen oder in Narkose operiert wurde (im Stehen - 1, in Narkose - 2).

Eine klinisch erkennbare WI wurde zusätzlich in das Protokoll der OP-KISS Surveillance eingetragen (Abbildung A 3). Es wurden das Infektionsdatum und alle klinischen Parameter einer WI notiert. Wie tief war die Infektion (A1 Infektion betrifft Haut und subkutanes Gewebe - 1, A2 Infektion erfasst Faszienschicht und Muskelgewebe - 2, A3 Infektion erfasst Organe / Körperhöhlen, die während der Operation eröffnet wurden - 3), wann wurde die Infektion festgestellt (während des Klinikaufenthaltes - 1, nach dem Klinikaufenthalt - 2, bei Wiederaufnahme - 3), zeigte die Wunde eine eitrige Sekretion, Schwellung, Rötung, Überwärmung und hatte der Patient Wundschmerz (ja - 1, nein - 2). Des Weiteren wurde dokumentiert, ob die Wunde sich spontan eröffnet hatte, oder vom Chirurgen geöffnet wurde (ja - 1, nein - 2), ob der Patient Fieber zeigte, Eiter aus der Drainage austrat und ob der Patient zu dem Zeitpunkt der Entdeckung der WI unter Antibiose stand (jeweils: ja - 1, nein - 2). Wurde an dem Tag der Entdeckung einer WI ein Blutbild gemacht, wurde zusätzlich der Laborparameter Leukozyten und ggf. Fibrinogen (F1) dokumentiert. Der Erfassungsbogen im Anhang, angelehnt an die OP-KISS Surveillance und für diese Studie angepasst, zeigt alle dokumentierten Parameter, die aufgenommen wurden, sobald eine WI bei den Indikatorpatienten in Erscheinung trat.

3.2.5 Beobachtungen während Untersuchungszeitraum A

Zwischen den Untersuchungszeiträumen A und B fand eine Intervention statt. Für diese Intervention wurden im Untersuchungszeitraum A, zeitgleich zu der Erfassung der Patienten, die hygienisch kritischen Bereiche identifiziert und Mängel der klinischen Prozessabläufe beobachtet und erfasst. Diese Beobachtungen geschahen ohne jegliche Kenntnis der Klinikmitarbeiter. Hierbei wurde von vor allem auf folgende Faktoren geachtet:

- Händehygiene und Nutzung der Spender
- Händedesinfektionsmittelverbrauch
- Medikamentengabe und -lagerung
- Prozessabläufe v.a. bei dem Verbandswechsel und der Wundversorgung
- Patientenversorgung generell

In den fünf Monaten nach Beendigung des Untersuchungszeitraumes A und vor Beginn des Untersuchungszeitraumes B fand die Erarbeitung von pragmatischen Verbesserungen, aufbauend auf den identifizierten Mängeln und deren Implementierung statt.

3.3 Intervention

3.3.1 Maßnahmen für die Intervention

Im Rahmen dieser Arbeit wurden für die Klinik neue Hygienemaßnahmen erarbeitet, verbessert und in die tägliche Praxis der Patienten- und Wundversorgung eingeführt. Für die Einführung der neuen Interventions-Maßnahmen wurde vor Beginn des Untersuchungszeitraumes B eine Pflichtveranstaltung abgehalten, in der das neue Hygienemanagement vorgestellt und anschließend eingeführt wurde. Für das zielgerichtete neue Infektionspräventionskonzept im Untersuchungszeitraum B wurden verschiedene neue Maßnahmen und Regelungen auf allen Ebenen des Klinikpersonals, der Studenten und Besitzer erarbeitet und eingeführt.

Daraufhin erfolgte der Untersuchungszeitraum B, in dem erneut das Eingangsscreening und die OP-KISS Surveillance der Wundinfektionen bei beiden Indikatorgruppen, identisch zu dem Untersuchungszeitraum A, durchgeführt wurden. Der Unterschied lag hier nun bei den neuen Hygienemaßnahmen. Hierbei erfolgte eine Evaluierung der eingeführten Maßnahmen: Wie war die Compliance der Mitarbeiter? Waren die Maßnahmen für die tägliche Praxis geeignet? Konnte tatsächlich eine Reduktion der Wundinfektionsrate erzielt werden?

Da die Anzahl der stationär versorgten Patienten und deren Verweildauer in der Klinik nicht konstant waren, war ein einfacher Vergleich zwischen der Anzahl der nosokomialen Infektionen vor der Intervention und nach der Intervention, um die Interventionsmaßnahmen zu evaluieren, für die beschriebenen Indikator-Patienten nicht ausreichend. Aus diesem Grund wurde eine weitere statistische Größe, die Patiententage (kumulierte Anzahl der Kliniktage aller Indikator-Patienten / Zeitraum) berücksichtigt. Die Ankunft und Entlassung wurden jeweils als ein Tag gewertet sowie jeder weitere Tag bei stationärem Aufenthalt.

3.3.1.1 Händehygiene-Compliance

Großer Schwerpunkt der Intervention lag auf der Verbesserung der Händehygiene. Hierfür wurde zusätzlich die Verbrauchs-Surveillance der Hand-KISS herangezogen, d.h. es wurde der Händedesinfektionsmittelverbrauch (HDMV) gemessen. Im Untersuchungszeitraum A wurde ohne vorherige Information der Mitarbeiter, um den sogenannten Hawthorne-Effekt zu

umgehen, der Verbrauch an Desinfektionsmittel gemessen und dokumentiert. Durch die Intervention und die damit einhergehenden neuen Maßnahmen sollte der Verbrauch gesteigert werden. Hierzu wurde erneut im Untersuchungszeitraum B der Desinfektionsmittelverbrauch gemessen und dokumentiert. Auch in diesem Fall musste für den Vergleich der beiden Untersuchungsphasen die Größe Patiententage mit einbezogen werden, allerdings nicht nur die Patiententage der Indikatorgruppen, sondern die Patiententage aller Patienten insgesamt, die in den jeweiligen Untersuchungszeiträumen in der Klinik für Pferde vorstellig wurden. Jede Ankunft eines einzelnen Patienten und jeder weitere Tag bei stationärem Aufenthalt inklusive des Tages der Entlassung wurde auch hier als ein Tag gewertet. Für den Vergleich der zwei Untersuchungszeiträume untereinander wurde folgende Formel in Abbildung 3, adaptiert an die Surveillance des Händedesinfektionsmittelverbrauchs des Nationalen Referenzzentrums für Surveillance von nosokomialen Infektionen 2012 verwendet.

$$\text{HD-Verbrauch pro Patiententag} = \frac{\text{HDM-Verbrauch in ml im Monat (bzw. in 6 Monaten)}}{\text{Patiententage / Monat (bzw. in 6 Monaten)}}$$

Abbildung 3: Auswertung der Daten zur Händehygiene Compliance.

3.3.1.2 Interventionszubehör

Für die Umsetzung der Intervention wurden hauptsächlich Produkte der Firma B. Braun (B. Braun Melsungen AG, Deutschland) verwendet. Zum einen wurden Wandspender Plus E für 500 ml mit sichtbaren Armhebeln von 10 cm der Firma B. Braun in den zwei Stallungen montiert (Abbildung 4). Zusätzlich wurde an jedem Waschplatz in der Klinik für Pferde eine Anleitung für die korrekte hygienische Händedesinfektion der Firma B. Braun aufgehängt (Abbildung 4). Das Händedesinfektionsmittel wurde auf das allergenarme Softa-Man® ViscoRub mit visköser Konsistenz der Firma B. Braun umgestellt. Weiterhin wurde an jedem Waschbecken eine Trixo®-lind Pflegelotion in einer 500 ml Spenderflasche mit Dosierpumpe der Firma B. Braun zur Verfügung gestellt. Als Flächendesinfektionsmittel wurde auf das aldehydfreie Hexaquant® „plus lemon fresh“ der Firma B. Braun umgestellt. An jedem Waschplatz wurden zusätzlich Wandablagen (Wenko Wandkorb Fiano Chrom glänzend, Baumarkt OBI Group Holding SE & Co. KGaA, Wermelskirchen, Deutschland) zur korrekten Aufbewahrung der Schwämme montiert (Abbildung 4). Darüber hinaus wurde ein Rastermobil-Rollwagen inklusive Lagersichtkästen für jede einzelne Patienten-Box (Padberg+Partner Logistic GmbH Medebach–Deifeld, Deutschland) als Medikamentenwagen eingeführt. Im Zusammenhang mit

den neuen Interventionsmaßnahmen wurden die Nasenbremsen aus Holz der Klinik für Pferde durch eine Vielzahl an weißen Kunststoffnasenbremsen (Waldhausen Nasenbremse Kunststoff One Size) ersetzt (Abbildung 4). Die weiteren Interventionsmaßnahmen bestanden aus Besitzerinformation, die Hygienebelehrung der Studenten, die Hygienepläne zur Dokumentation für die Behandlungsräume und verschiedenen Standard Operation Procedures (SOPs).



Abbildung 4: Interventionszubehör: Handdesinfektionsmittelspender mit Softa-Man® Viscorub (links), Wandablage, Trixo®-lind Pflegelotion und Anleitung für die korrekte hygienische Händedesinfektion (mittig), Kunststoffnasenbremse (rechts).

3.4 Untersuchungszeitraum B

Der Untersuchungszeitraum B fand im Anschluss der Intervention statt. In diesem Teil der Studie wurden insgesamt 167 Pferde, die zwischen dem 07.04.2015 und dem 04.10.2015 in der Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin mit einer Kolik oder offenen Verletzung vorstellig wurden, einbezogen.

3.4.1 Patienten und Probenmaterialien

Als Patienten dienten auch hier alle Equiden, die mit dem Vorbericht Kolik (n = 119) oder offener Verletzung (n = 48) in der Klinik für Pferde vorstellig wurden. Für die Gewinnung des Probenmaterials wurde für den Nüstern- und Wundabstrich jeweils, wie in Untersuchungszeitraum A, ein steriler Mastaswab Tupfer und für die Kotprobe ein konischer Behälter mit 120 ml Fassvermögen aus verwendet (Abbildung 1). Auch hier wurde jede Wunde mit einem iPhone Modell 5s fotografisch bei Anlieferung festgehalten und dokumentiert.

3.4.2 Probennahme am Patienten

Die Probennahme am Patienten erfolgte im Untersuchungszeitraum B identisch wie im Untersuchungszeitraum A. In den ersten 120 Minuten, direkt nach der Ankunft in der Klinik für Pferde und dem Abladen des Patienten von dem Transporthänger, wurden Abstriche der Nüstern sowie eine Kotprobe zur mikrobiologischen Untersuchung gewonnen. In der Gruppe der offenen Verletzungen (n = 48) wurde zusätzlich ein Abstrich aus dem Zentrum der Wunde entnommen. Alle Proben wurden in das Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien Universität Berlin gebracht und dort von dem zuständigen Fachpersonal untersucht und ausgewertet.

3.4.3 Aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen

Die aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen erfolgte im Untersuchungszeitraum B genauso wie in dem Untersuchungszeitraum A. Im Untersuchungszeitraum B wurden insgesamt 28 Patienten einer medianen Laparotomie unterzogen und 48 Patienten waren mit einer offenen Verletzung vorstellig. Wie im Untersuchungszeitraum A wurden alle Patienten im Zusammenhang mit einer kontinuierlichen aktiven Surveillance von postoperativen Wundinfektionen klinisch alle zwei bis drei Tage verfolgt und auf Hinweise, die für eine Wundinfektion sprachen, untersucht und fotografisch dokumentiert (Abbildung 2).

3.4.4 Dokumentation der Parameter im Untersuchungszeitraum B

Für jeden Patienten erfolgte auch hier die gleiche Dokumentation der genannten Parameter aus dem Untersuchungszeitraum A.

3.5 Vergleich Untersuchungszeitraum A und B

Nach Abschluss des Untersuchungszeitraumes B wurden alle erfassten Daten aus den Untersuchungszeiträumen A und B des Patientengutes zusammengefasst. Des Weiteren wurden aufgrund der eingeführten Intervention der Untersuchungszeitraum A und der Untersuchungszeitraum B miteinander verglichen. Ziel hierbei war es einerseits herauszufinden, wie hoch die Belastung mit potenziellen nosokomialen Erregern von außen auf die Klinik war und andererseits aufgrund der eingeführten Intervention einen Unterschied zwischen Untersuchungszeitraum A und Untersuchungszeitraum B darzustellen und zu sehen, ob sich dadurch die Wundinfektionsrate signifikant senken ließ.

3.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel für Mac Version 2011 sowie dem statistischen Programmpaket SPSS für Mac Version 23 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Die Statistik wurde mithilfe des Institutes für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie der Freien Universität Berlin angefertigt.

Es wurden Häufigkeiten, Kreuztabellen, der Chi-Quadrat-Test, der Exakte Test nach Fischer sowie univariable logistische Regressionen und eine multivariable logistische Regression angewendet. Teilweise wurden Subgruppen für die Fragestellungen der Häufigkeit gebildet, dies bedeutet, dass entweder alle Patienten berücksichtigt wurden oder nach Indikation der Filter „Operation“ für die Patienten der Gruppe „Kolik“ und der Filter „chirurgischer Eingriff“ bei allen Patienten beider Indikationen angewendet wurde. Bei der logistischen Regression wurde der „chirurgische Eingriff“ generell miteinbezogen.

Für die Fragestellungen nach der Häufigkeit zwischen den beiden Indikationsgruppen bzw. zwischen den beiden Untersuchungsgruppen wurden Kreuztabellen und der Chi-Quadrat-Test angewendet. P-Werte kleiner als 0,05 wurden als signifikant betrachtet. Der p-Wert wurde meist aus dem Pearson-Chi-Quadrat-Test entnommen. Konnte man der Fußnote allerdings entnehmen, dass „xx“ größer als 25 % war, wurde für den p-Wert der „Exakte Test nach Fisher“ verwendet. Zusätzlich wurde die Odds Ratio (OR) betrachtet, welche besagt, um wie viel höher ein Risiko in einer Gruppe im Vergleich zur anderen Gruppe war. Eine OR von 1 bedeutete demzufolge, dass die Chancen in beiden Gruppen gleich hoch sind und zwischen den Gruppen kein Unterschied bestand. Bei einer OR zwischen 0 und 1 handelte es sich um einen protektiven Effekt, während eine $OR > 1$ einen Risikofaktor darstellte. Wenn eine direkte Ober- oder Untergrenze gleich 1 war, wurde das Verhältnis als signifikant gewertet. Wurde die 1 von dem 95 % Konfidenzintervall (CI) umrahmt (z.B. 0,5 - 1,4), bestand kein signifikanter Zusammenhang.

Für die logistische Regression wurde die Zielgröße „Wundinfektion“ verwendet. Alle univariablen Regressionen, die signifikant waren, wurden letztendlich in einem gemeinsamen multivariablen Regressionsmodell untersucht. Als signifikant wurde jeder p-Wert kleiner als 0,05 betrachtet. Zusätzlich wurde das „R-Quadrat nach Nagelkerke“ betrachtet, was besagt, welche Bedeutung der ausgewählte Faktor auf die Zielvariable Wundinfektion hatte. Werte über 0,5 galten als sehr gut, ab 0,4 als gut und ab 0,2 als akzeptabel. Des Weiteren wurde der Regressionskoeffizient B betrachtet, der besagt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit war, dass eine Wundinfektion auftrat. Die Werte lagen dementsprechend zwischen 0 (0 %) und 1 (100 %). Zur Überprüfung der Gültigkeit des Modells wurden die Residuen, die Abweichungen eines durch ein mathematisches Modell vorhergesagten Wertes vom tatsächlich beobachteten

Wert, betrachtet. Eine Varianz von unter 5 % bedeutete, dass das Modell stabil und damit gültig war.

Mit der logistischen Regression wurde untersucht, welche Faktoren einen Einfluss auf das Eintreten einer Wundinfektion hatten. Im ersten Schritt wurde eine univariable Regression mit der Zielgröße „Wundinfektion“ durchgeführt, darauf aufbauend erfolgte ein Gesamtmodell in Form einer multivariablen Regression. Für dieses Modell wurden alle Faktoren, deren p-Werte kleiner als 0,05 waren, ausgewählt. Am Ende der multivariablen Regression blieben folgende zwei Faktoren, die einen Einfluss auf die Zielgröße „Wundinfektion“ ausübten, übrig: der chirurgische Eingriff bzw. eine Operation und die Aufenthaltsdauer. Aus fachlichem Hintergrund wurden die Untersuchungszeiträume A und B zwingend zusätzlich in das Modell aufgenommen sowie die Indikationsgruppe eingefügt.

4 Ergebnisse

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungszeiträumen bei 341 Patienten Proben gewonnen und untersucht. Davon waren 233 Kolik-Patienten und 108 Patienten mit offenen Verletzungen vorstellig. Die Indikatorpatienten waren insgesamt im Durchschnitt im mittleren Alter (\bar{x} 11,51 Jahre; Koliker \bar{x} 12,52 Jahre; Verletzungen \bar{x} 9,97 Jahre). Im Patientengut befanden sich überwiegend Stuten (n = 159) und Wallache (n = 160) und nur wenige Hengste (n = 22). Die dominierende Rasse waren Warmblüter (n = 197), gefolgt von Ponys (n = 69), Vollblütern (n = 18) und Trabern (n = 10). 47 Equiden gehörten zu anderen Rassen.

Die Aufenthaltsdauer der Patienten betrug ein bis 61 Tage. Im Durchschnitt hat die Aufenthaltsdauer des Patientengutes 14 Tage betragen.

4.1 Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum A

4.1.1 Eingangsscreening und Ermittlung des Status Quo

Die Übersicht in Tabelle 7 stellt das Eingangsscreening der Nasentupfer der insgesamt 174 Patienten im Untersuchungszeitraum A dar. In der Gruppe der Koliker war während des ersten Untersuchungszeitraumes ein Nasentupfer verloren gegangen, weshalb nur 173 valide Proben ausgewertet werden konnten. Insgesamt wurden 2,9 % (5 / 173) bereits bei Einlieferung in die Klinik MRSA-positiv getestet. Auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae wurden insgesamt 2,3 % (4 / 173) der Nasentupfer positiv getestet. Einer der Patienten wurde sogar positiv auf einen ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als nur einem Isolat getestet. *A. baumannii* wurde bei insgesamt 1,2 % (2 / 173) der Patienten gefunden.

Tabelle 7: Eingangsscreening Nasentupfer Untersuchungszeitraum A.

Probenart (n = 174 Patienten)	Alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	%	n	%	n	%
Nasentupfer (valide Proben)	173*	100	113	100	60	100
MRSA positiv	5	2,9	3	2,7	2	3,3
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	4	2,3	3	2,7	1	1,7
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	1	0,6	0	0,0	1	1,7
<i>A. baumannii</i>	2	1,2	2	1,8	0	0,0

*ein Tier: keine Probe

In Tabelle 8 wird das Eingangsscreening der Kotproben des Untersuchungszeitraumes A dargestellt. Von insgesamt 174 Patienten konnten nur 166 valide Kotproben ausgewertet werden. Die fehlenden acht Proben konnten nicht in dem zeitlich vorgegebenen Rahmen von 120 Minuten nach Ankunft des Patienten gewonnen werden. Gründe hierfür waren u.a. Euthanasie oder fälschlich gewonnene Kotproben aus der Box, welche aufgrund des bestehenden Kontaminationsrisikos mit dem Klinikumfeld ausgeschlossen wurden. Von den 166 validen Kotproben wurden lediglich 1,2 % (2 / 166) auf MRSA positiv getestet. Dagegen entdeckte man bei 11,4 % (19 / 166) ESBL-produzierende Enterobacteriaceae. *A. baumannii*, Salmonellen und *Clostridium difficile* konnten hingegen nicht gefunden werden.

Tabelle 8: Eingangsscreening Kotproben Untersuchungszeitraum A.

Probenart (n = 174)	alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	100 %	n	100 %	n	100 %
Kotproben (valide Proben)	166*	100	109	100	57	100
MRSA positiv	2	1,2	1	0,9	1	1,8
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	19	11,4	12	11,0	7	12,3
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	1	0,6	1	0,9	0	0,0
<i>A. baumannii</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Salmonellen	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>C. difficile</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0

*8 Tiere: keine Probe

Die Tupferproben der Indikatorpatienten mit offener Verletzung konnten vollständig gewonnen und ausgewertet werden (Tabelle 9). Es konnte eine Besiedlung mit MRSA bei 5 % (3 / 60) der Patienten festgestellt werden. Des Weiteren wurde bei einem Patienten positiv (1,7 %; 1 / 60) auf einen ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet.

Tabelle 9: Eingangsscreening Tupferproben Verletzungen im Untersuchungszeitraum A.

Probenart (n = 60 Patienten)	Indikation Verletzung	
	n	%
Indikation Verletzung; Tupferprobe Aufnahme	60	100
MRSA positiv	3	5,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	1	1,7
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	0	0,0
<i>A. baumannii</i>	0	0,0

4.1.2 Postoperative Wundinfektionen im Untersuchungszeitraum A

Im Untersuchungszeitraum A im Jahr 2014 wurden insgesamt 25 Wundinfektionen festgestellt (Tabelle 10). In der Gruppe der Verletzungen waren dies 76 % (19 / 25) und 24 % (6 / 25) in der Gruppe der Kolik Patienten. Insgesamt wurden 76 % (19 / 25) davon positiv auf einen multiresistenten Erreger (MRE) in mindestens einer der Folgeuntersuchungen getestet. Insgesamt 32 % der Proben (8 / 25) waren MRSA-positiv, 56 % (14 / 25) wurden positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet und 8 % (2 / 25) sogar positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als einem Isolat. Bei 8 % (2 / 25) konnte ebenfalls *A. baumannii* nachgewiesen werden.

Tabelle 10: Wundinfektionen Untersuchungszeitraum A.

Probenart (n = 25 Wundinfektionen)	Alle Indikationen*		Indikation Kolik* ¹		Indikation Verletzung* ²	
	n	%	n	%	n	%
Indikation: klinische Wundinfektion						
Wundheilungsstörung insgesamt	25	100	6	100	19	100
MRE pos. Befund/Patient in mind. einer Folge-Untersuchung	19	76,0	5	83,3	14	73,7
MRSA positiv*	8	32,0	0	0,0	8	42,1
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-pos.*	14	56,0	5	83,3	9	47,4
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-pos. (mehr als ein Isolat)*	2	8,0	0	0,0	2	10,5
<i>A. baumannii</i>	2	8,0	2	33,3	0	0,0

* mehr als ein MRE/pro Patient möglich

¹ bereits positiv für MRE bei Ankunft: 2, keiner dieser Patienten ist davon auch in der Folgeuntersuchung positiv für diesen MRE

² bereits positiv für MRE bei Ankunft: 3, davon sind zwei Patienten auch in der Folgeuntersuchung positiv für diesen MRE (einmal MRSA, einmal ESBL-*E. coli*)

In der Patientengruppe der Koliker wurden 83,3 % (5 / 6) der Wundinfektionen durch einen multiresistenten Erreger (MRE) verursacht. MRSA wurde bei keinem der sechs Kolik-Patienten nachgewiesen. Insgesamt 83,3 % (5 / 6) wurden positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet und 33,3 % (2 / 6) auch auf *A. baumannii*.

In der Patientengruppe mit Verletzungen wurden 73,7 % (14 / 19) positiv auf MRE in mindestens einer der Folgeuntersuchungen getestet. Bei 42,1 % (8 / 19) der Patienten konnte MRSA nachgewiesen werden. Insgesamt 47,4 % (9 / 19) wurden positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet, 10,5 % (2 / 19) sogar positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als nur einem Isolat. *A. baumannii* konnte in dieser Gruppe nicht nachgewiesen werden (Tabelle 10).

4.1.2.1 Charakterisierung der Wundinfektionen

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Charakterisierung der zuvor dargestellten 25 Wundinfektionen des Untersuchungszeitraumes A. Bei insgesamt 76 % (19 / 25) der Patienten entsprachen die postoperativen Infektionen der Klasse A 1. In 24 % der Fälle (6 / 25) lag sogar eine Infektion der Klasse A 2 in Form eines Abszesses oder andere Infektionsanzeichen vor (Abbildung 5). Der Anteil der Patienten mit einem erhöhten Fibrinogen-Wert (F 1) lag bei 36 % (9 / 25).

Die Wundinfektionen wurde bei 21 Patienten (84 %) während des Klinikaufenthaltes festgestellt, bei einem Patienten (4 %) nach dem Klinikaufenthalt und bei drei weiteren Patienten (12 %) erst bei Wiederaufnahme in die Klinik.

In 92 % der Fälle (23 / 25) zeigten die infizierten Bereiche eine eitrig Sekretion, bei 80 % (20 / 25) war die Verletzung schmerzempfindlich und 72 % (18 / 25) der Infektionen waren geschwollen. Lediglich bei einem der Patienten (4 %) konnte eine Rötung und Überwärmung festgestellt werden. In 24 % (6 / 25) der Fälle ging die Infektion mit einer Temperaturerhöhung einher.

Bei zwei Infektionen (8 %) kam es zu einer spontanen Eröffnung der Wunde, bei zwei anderen (8 %) wurde der infizierte Bereich von dem Chirurgen eröffnet. Lediglich ein Patient (4 %) hatten eine Drainage, aus der Eiter austrat.

Von 25 Patienten erhielten 44 % (11 / 25) während der Infektion eine Antibiose, bei den restlichen 56 % (14 / 25) war die Antibiose während der Entdeckung der Infektion bereits abgesetzt worden.



Abbildung 5: Aufnahme eines Patienten mit offener Verletzung (links) und zwei Wochen später mit einer Wundinfektion der Klasse A 2 (rechts).

4.1.3 Ergebnisse der Beobachtungen im Untersuchungszeitraum A

Während des Untersuchungszeitraumes A wurden einige Mängel, Schwachpunkte und unklare Prozessabläufe in der Klinik aufgedeckt. Es fehlten generell Schulungen und Hygieneanweisungen für das Klinikpersonal. Klare Verantwortlichkeiten für die Reinigung und Desinfektion der Untersuchungs- und Behandlungsräume waren nicht definiert und die Klinik verfügte über keinen Hygienebeauftragten. Die Händehygiene wurde mangelhaft bis gar nicht beachtet. Grund dafür war u.a. die geringe Anzahl an Händedesinfektionsmittelspendern, die zur Verfügung standen. Pro Stalltrakt waren dies drei an der Anzahl. Teilweise wurden die Händedesinfektionsmittelspender nicht korrekt nachgefüllt und waren leer. Prozessabläufe bzgl. des Verbandwechsels und der Wundversorgung am Patienten waren unklar und nicht definiert und wurden von jedem Mitarbeiter auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt. Genauso unklar war der allgemeine Umgang bei der Patientenversorgung. Hierzu zählten u.a. die Medikamentengabe und -lagerung, die Katheterpflege, der Infusionswechsel aber auch die allgemeine Pflege und der Umgang mit den stationären Pferden. Des Weiteren wurden weder die Studenten noch die Tierbesitzer geschult und aufgeklärt, wie sie sich in der Klinik und an dem Patienten korrekt zu verhalten hatten.

4.2 Ergebnisse der Intervention

Aufgrund der festgestellten Mängel wurde als Ergebnis der Beobachtungen eine Intervention mit verschiedenen Optimierungen auf unterschiedlichen Ebenen erstellt. Folgende Mängel konnten festgestellt werden: zu wenig Desinfektionsmittelspender und dahingehend auch eine viel zu geringe Nutzung der Spender und eine ungenügende Händehygiene mit einem sehr geringen Verbrauch des Desinfektionsmittels. Die Lagerung der Medikamente für die Patienten wurde nicht getrennt, sondern auf einem gemeinsamen Tablett für alle stationären Equiden gelagert. Zudem gab es keine standardisierten Prozessabläufe und Vorgehensweise hinsichtlich der Patientenversorgung, dem Verbandwechsel und der Wundversorgung im Allgemeinen.

Tabelle 11 stellt eine Übersicht aller Interventionsmaßnahmen dar, die für den Untersuchungszeitraum B eingeführt wurden.

Tabelle 11: Übersicht der Interventionsmaßnahmen.

Verantwortlichkeit	Hygienemaßnahme	Umsetzung
Klinikpersonal: Ärzte, Helfer, Pfleger	Hierarchiesystem und Reinigungspläne	Zuständigkeiten auf jeder Ebene
		Unterschriftenplan für jeden Raum
	Händehygiene	Aufklärung über die Wichtigkeit
		Plakate zur korrekten Händedesinfektion
		Aufstockung der Desinfektionsmittelspender/ neues Desinfektionsmittel
		Handcreme an jedem Waschplatz
	Standard Operation Procedures (SOPs)	Verbandswechsel/Wundversorgung
		Medikamentengabe / Behandlung
		Katheterpflege / Infusionswechsel
		Pflege der Patienten
		Umgang mit Nasenbremsen / Scherköpfen
Medikamentenordnungssystem	Zugehörigkeit für jeden Patienten	
Studenten	Hygienebelehrung der Studenten	Informationsblatt zu den SOPs inklusive Unterschrift
Besitzer	Besitzerinformationen	Plakate im gesamten Klinikkomplex

4.2.1 Hierarchiesystem und Reinigungspläne

Es wurden zum einen verschiedene Zuständigkeiten und Verantwortungen auf jeder Ebene erteilt und zum anderen Reinigungspläne mit Unterschrift in jedem Behandlungsraum eingeführt (Abbildung 6). Auf Stufe vier stand das Reinigungspersonal und die Pfleger, deren Aufgabe es war die Reinigungspläne auszuführen und mit einer Unterschrift zu dokumentieren. Auf der dritten Stufe standen zwei Tierarzhelferinnen, deren primäre Aufgabe es war die Reinigungspläne wöchentlich auf ihre Vollständigkeit zu kontrollieren und am Ende jeden Monats diesen Plan der Stufe zwei zu übergeben. Bei Ausfall des Personals der Stufe vier musste die Stufe drei greifen und deren Tätigkeiten übernehmen. Auf der zweiten Stufe des Hierarchiesystems standen zwei Tierärzte, einer aus dem internistischen Fachgebiet und einer aus dem Fachbereich der Chirurgie und Orthopädie. Deren Aufgabe bestand darin, immer am Ende jeden Monats als Hygienebeauftragter die Reinigungspläne zu kontrollieren und zu unterzeichnen. Dieser unterzeichnete Plan wurde dann an die Stufe eins, der Klinikleitung, abgegeben und dort zur Aufbewahrung und Dokumentation abgeheftet.

	Kalenderwoche:							Kalenderwoche:							Kalenderwoche:							Kalenderwoche:						
	MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FREITAG	SAMSTAG	SONNTAG	MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FREITAG	SAMSTAG	SONNTAG	MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FREITAG	SAMSTAG	SONNTAG	MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FREITAG	SAMSTAG	SONNTAG
REINIGUNGSKRAFT																												
Waschbecken reinigen und desinfizieren																												
Ablagen reinigen und desinfizieren																												
Rollwägen reinigen und desinfizieren																												
Türklinken reinigen und desinfizieren																												
Lichtschalter vorsichtig desinfizieren																												
PFLERGER																												
Boden im Behandlungsraum reinigen und desinfizieren																												
Wände im Behandlungsraum desinfizieren																												
Untersuchungsstand im Behandlungsraum reinigen und desinfizieren																												
	Bitte mit Namenskürzel unterzeichnen																											
	Unterschrift Hygienebeauftragter:																											

Abbildung 6: Reinigungsplan zur Dokumentation und Aufbewahrung.

Die Reinigungspläne hatten sich insgesamt als effektiv und sinnvoll herausgestellt, allerdings zeigte sich hin und wieder die Problematik, wer in der Verantwortung stand, wenn es z.B. einen Ausfall durch Krankheit gab.

4.2.2 Händehygiene

Für die Verbesserung der Händehygiene fand kurz vor Beginn des Untersuchungszeitraumes B eine Pflichteinweisungsveranstaltung und Schulung für das gesamte Klinikpersonal statt. Hierbei wurde über die Wichtigkeit der Händehygiene und der Pflege aufgeklärt. An jedem Waschplatz in der Klinik wurden Plakate für die korrekte Händedesinfektion aufgehängt und eine Handcreme für die korrekte Handpflege zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurde der gesamte Klinikkomplex mit insgesamt 43 neuen Desinfektionsmittelspendern, insbesondere vor den Boxen der Patienten, der Firma B. Braun Melsungen AG aufgestockt und das Desinfektionsmittel auf das Softa-Man® ViscoRub der Firma B. Braun Melsungen AG umgestellt (Abbildung 7). Für das Reinigungspersonal galt, die Desinfektionsmittelspender regelmäßig zu reinigen und jede neue Flasche an Desinfektionsmittel mit dem Datum des Anbruchs zu kennzeichnen. Bei jedem Wechsel einer Desinfektionsmittelflasche musste die Dosierpumpe einmal ordnungsgemäß gereinigt werden.



Abbildung 7: Waschplatz mit Seife, Desinfektionsmittel und Handpflege der Firma B.Braun zur korrekten Desinfektion und Pflege der Hände (links); Desinfektionsmittelspender vor Patientenbox (rechts).

4.2.3 Standard Operation Procedures – SOPs

Die Standard Operation Procedures (SOPs) wurden auf allen Ebenen der Klinik mit klaren Anweisungen und Anleitungen für die Besitzer, die Studenten, die Pfleger, die Tierarzhelfer und die Tierärzte selbst, eingeführt. Hierbei lag der Fokus v.a. auf der korrekten Händehygiene.

Es galt die generelle Regel für alle, dass jeweils vor jedem und nach jedem Patientenkontakt die Hände 30 Sekunden lang desinfiziert werden mussten.

Verbandswechsel und Wundversorgung

Der Schwerpunkt bei der Entwicklung dieser SOPs lag auf dem Verbandswechsel und der Wundversorgung. Das Ergebnis für den Verbandswechsel sah wie folgt aus:

Vorbereitung:

- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- (sterile) Arbeitsfläche mit dem nötigen Material vorbereiten und herrichten,
- Verbandswagen auf Vollständigkeit der Materialien kontrollieren,
- Materialtablett und Abwurf für gebrauchtes Material bereitstellen,
- ggf. Einmalschürze, Mund-Nasen-Schutz bereitlegen.

Durchführung:

- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- (Anlegen der Schutzkleidung bei septischen-offenen Wunden),
- alten Verband entfernen, Inspektion des alten Verbandes (Durchfeuchtung, Blut-, Eiterauflagerungen); alten Verband entsorgen (Abwurf/Mülltüte),
- Wundinspektion/Beurteilung der Wunde, ggf. Wundabstrich (nach ärztl. Anordnung),
- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- sterile Handschuhe anziehen,
- ggf. Wunddesinfektion und/oder Reinigung,
- neuen Verband anlegen,
- Handschuhe entsorgen,
- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden).

Nachbereitung:

- Entsorgung der gebrauchten Materialien in die dafür vorgesehenen Behälter (Abfallsack entsorgen),
- Arbeitsfläche desinfizieren (Wischdesinfektion),
- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- geöffnetes Material darf nicht weiterverwendet werden,
- Dokumentation.

Die Wundversorgung/Wundtoilette wurde wie folgt durchgeführt:

- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- sterile Handschuhe anziehen,
- Wundversorgung/Wundtoilette,
- Handschuhe entsorgen,
- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden).

Medikamentenordnungssystem

Es wurde ein neues System für die Aufbewahrung von Medikamenten, die nicht im Kühlschrank gelagert werden mussten, angeschafft. In diesem Ordnungssystem (Abbildung 8) hatte jeder einzelne Patient seine eigene Box mit den zugehörigen Medikamenten. Folgende Grundregel wurde für dieses Ordnungssystem aufgestellt: „Sobald ein Patient entlassen wird, muss die Medikamentenbox gereinigt und desinfiziert werden und darf erst dann wieder für einen neuen Patienten verwendet werden; angebrochene Medikamente müssen entsorgt werden“.

Für die Behandlung der Patienten bzw. die Verabreichung der Medikamente wurde ebenfalls ein genaues Vorgehen, in einem weiteren SOP, beschrieben:

- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- ggf. Einmalhandschuhe anziehen,
- Medikamente aus Ordnungssystem entnehmen und Patient verabreichen,
- Medikamente zurück in das Ordnungssystem legen,
- ggf. Einmalhandschuhe entsorgen,
- Hände erneut desinfizieren (30 Sekunden),
- mit dem nächsten Patienten fortfahren.



Abbildung 8: Medikamentenordnungssystem.

Katheterpflege, Infusionswechsel und Pflege der Patienten

Für die Katheterpflege, den Infusionswechsel und die Pflege eines Patienten wurde folgendes SOP aufgestellt:

- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden),
- Katheterpflege/Infusionswechsel/Pflege des Patienten,
- hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden).

Studentenbelehrung, Besitzerinformation und Sonstiges

Die Studenten hatten jeweils zu Beginn ihrer Rotation in der Klinik für Pferde eine Hygienebelehrung in zweifacher Ausgabe bekommen und mussten ein Exemplar unterschrieben zurück an die Klinik geben, das andere durfte einbehalten werden (Abbildung A 4). Es zeigte sich, dass für die Studentenbelehrung nicht immer genügend Zeit eingeplant wurde und somit die Aufklärung zu kurz durchgeführt wurde. Die Besitzer wurden an der Anmeldung zum einen aufgeklärt und zum anderen wurden im gesamten Klinikkomplex Plakate in DIN A2 in neon-gelber Signalfarbe aufgehängt (Abbildung 9). Auch hier fiel auf, dass die Besitzeraufklärung des Öfteren vernachlässigt wurde.

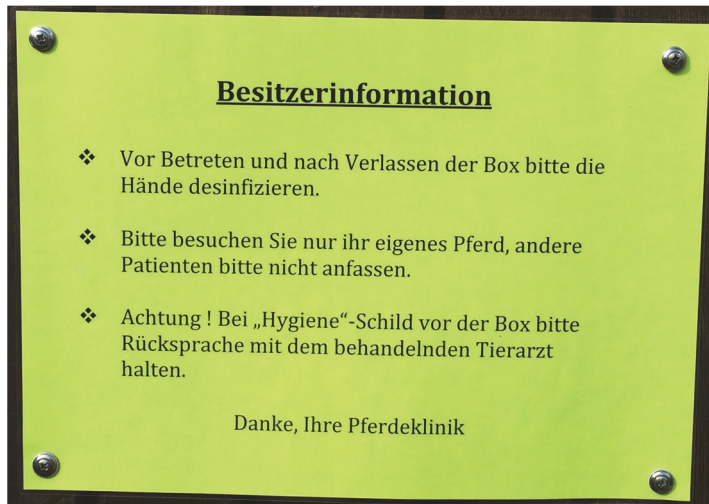


Abbildung 9: Plakatierung mit Besitzerinformation.

Für die Stallgasse galt die Regel, dass nach dem Durchfegen des Stalltraktes der zusammengefegte Endhaufen ordentlich entsorgt wurde und nicht willkürlich in eine Box reingefegt werden durfte. Schermaschinenköpfe und Nasenbremsen mussten nach ihrem Benutzen direkt in die Sterilisation bzw. Desinfektion gebracht werden. Zu diesem Zweck wurden die alten Nasenbremsen aus Holz durch eine Vielzahl neuer Nasenbremsen aus Kunststoff ersetzt.

4.3 Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum B

4.3.1 Eingangsscreening und Ermittlung des Status Quo

Die Übersicht in Tabelle 12 stellt das Eingangsscreening im Untersuchungszeitraum B der Nasentupfer der insgesamt 167 Patienten dar. Insgesamt wurden 4,2 % (7 / 167) bereits bei Einlieferung in die Klinik MRSA-positiv getestet. Auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae wurden insgesamt fünf der Nasentupfer (3,0 %) positiv getestet. *A. baumannii* wurde bei 2,4 % (4 / 167) der Pferde gefunden.

Tabelle 12: Eingangsscreening Nasentupfer Untersuchungszeitraum B.

Probenart (n = 167 Patienten)	Alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	%	n	%	n	%
Nasentupfer (valide Proben)	167	100	119	100	48	100
MRSA positiv	7	4,2	7	5,9	0	0,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	5	3,0	5	4,2	0	0,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>A. baumannii</i>	4	2,4	2	1,7	2	4,2

Von insgesamt 167 Patienten konnten nur 152 valide Kotproben ausgewertet werden. Die fehlenden 15 Proben konnten, wie in dem Untersuchungszeitraum A nicht in dem zeitlich vorgegebenen Rahmen von 120 Minuten nach Ankunft des Patienten gewonnen werden. Von den 152 validen Kotproben konnte keine auf MRSA positiv getestet werden. Dagegen fand man bei 9,9 % (15 / 152) ESBL-produzierende Enterobacteriaceae. Es konnten sogar 2 % (3 / 152) auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als einem Isolat positiv getestet werden. *A. baumannii* wurde in 2 % (3 / 152) der Proben positiv getestet. Salmonellen und *C. difficile* konnten hingegen auch in diesem Untersuchungszeitraum nicht gefunden werden (Tabelle 13).

Tabelle 13: Eingangsscreening Kotproben Untersuchungszeitraum B.

Probenart (n = 167 Patienten)	Alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	%	n	%	n	%
Kotproben (valide Proben)	152*	100	111	100	41	100
MRSA positiv	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	15	9,9	11	9,9	4	9,8
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	3	2,0	1	0,9	2	4,9
<i>A. baumannii</i>	3	2,0	3	2,7	0	0,0
Salmonellen	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>C. difficile</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0

*15 Tiere: keine Probe

Die Tupferproben der Indikation offene Verletzungen konnten auch in diesem Untersuchungszeitraum vollständig gewonnen und ausgewertet werden (Tabelle 14). Es konnte nur bei einem Patienten eine Besiedlung mit MRSA festgestellt werden (2,1 %; 1 / 48). Des Weiteren wurde auch nur bei einem Patienten positiv (2,1 %; 1 / 48) auf *A. baumannii* getestet.

Tabelle 14: Eingangsscreening Tupferproben Verletzungen Untersuchungszeitraum B.

Probenart (n = 48 Patienten)	Indikation Verletzung	
	n	%
Indikation Verletzung; Tupferprobe Aufnahme	48	100
MRSA positiv	1	2,1
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos.	0	0,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae -pos. (mehr als ein Isolat)	0	0,0
<i>A. baumannii</i>	1	2,1

4.3.2 Postoperative Wundinfektionen im Untersuchungszeitraum B

Im Untersuchungszeitraum B im Jahr 2015 wurden 17 Wundinfektionen festgestellt (Tabelle 15). Dabei waren 70,6 % (12 / 17) der Infektionen in der Gruppe mit Verletzungen zu finden und 29,4 % (5 / 17) in der Gruppe der Koliker. Insgesamt waren 58,8 % (10 / 17) positiv auf einen MRE in mindestens einer der Folgeuntersuchungen. Des Weiteren wurden 35,3 % (6 / 17) positiv auf MRSA getestet, 41,2 % (7 / 17) positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae und 17,6 % (3 / 17) positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als einem Isolat. *A. baumannii* konnte in der zweiten Untersuchungsphase nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 15: Wundinfektionen Untersuchungszeitraum B.

Probenart (n = 17 Wundinfektionen)	alle Indikationen*		Indikation Kolik* ¹		Indikation Verletzung* ²	
	n	%	n	%	n	%
Indikation: klinische Wundinfektion						
Wundheilungsstörung insgesamt	17	100	5	100	12	100
MRE pos. Befund/Patient in mind. einer Folge-Untersuchungen	10	58,8	5	100,0	5	41,7
MRSA positiv*	6	35,3	1	20,0	5	41,7
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv*	7	41,2	4	80,0	3	25,0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv (mehr als ein Isolat)*	3	17,6	2	40,0	1	8,3
<i>A. baumannii</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0

* mehr als ein MRE/pro Patient möglich

¹bereits positiv für MRE bei Ankunft: 2

²bereits positiv für MRE bei Ankunft: 2

In der Gruppe der Koliker wurden alle Patienten (5 / 5) positiv auf einen MRE in mindestens einer der Folgeuntersuchungen getestet. Bei einem Pferd (20 %) konnte auch MRSA nachgewiesen werden. Bei vier von fünf Patienten (80 %) wurde positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet, wovon 40 % (2 / 5) sogar mit mehr als einem Isolat nachgewiesen wurden.

In der Gruppe der Verletzungen wurden 41,7 % (5 / 12) positiv auf einen MRE in mindestens einer der Folgeuntersuchungen getestet. Dabei wurde MRSA bei allen Betroffenen nachgewiesen. Bei insgesamt 25 % (3 / 12) konnte positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet werden, einer davon (8,3 %) mit mehr als nur einem Isolat.

4.3.2.1 Charakterisierung der Wundinfektionen

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Charakterisierung der zuvor dargestellten 17 Wundinfektionen des Untersuchungszeitraumes B. In 88,1 % (15 / 17) der Fälle entsprachen die postoperativen Wundinfektionen der Klasse A 1. Bei zwei Pferden (11,8 %) lag sogar eine Infektion der Klasse A 2 in Form eines Abszesses oder andere Infektionsanzeichen vor. Der Anteil der Patienten mit einem erhöhten Fibrinogen-Wert (F 1) lag bei 35,3 % (6 / 17).

Während des Klinikaufenthaltes wurden 94 % (16 / 17) der Infektionen festgestellt und nur eine (5,9 %) nach dem Klinikaufenthalt.

In allen 17 Fällen zeigten die infizierten Bereiche eine eitrige Sekretion, bei 76,5 % (13 / 17) war die Verletzung schmerzempfindlich und 76,5 % (13 / 17) der Infektionen waren geschwollen. Lediglich bei zwei Equiden (11,8 %) konnte eine Rötung und Überwärmung festgestellt werden. In 23,4 % (4 / 17) der Fälle ging die Infektion mit einer Temperaturerhöhung einher.

Bei einem Patienten (5,9 %) kam es zu einer spontanen Eröffnung der Wunde, bei zwei anderen Patienten (11,8 %) wurde der infizierte Bereich von dem Chirurgen eröffnet. Lediglich einer (5,9 %) hatte eine Drainage, aus der Eiter austrat.

Von 17 Patienten erhielten 53 % (9 / 17) während der Infektion noch eine Antibiose, bei den restlichen 47,1 % (8 / 17) war die Antibiose während der Entdeckung der Infektion bereits abgesetzt worden.

4.4 Zusammenfassende Ergebnisse aller Patienten aus den Untersuchungszeiträumen A und B

4.4.1 Eingangsscreening Untersuchungszeiträume A und B

In Tabelle 16 wird eine Übersicht über das gesamte Eingangsscreening der Nasentupfer der insgesamt 341 beprobten Patienten im Untersuchungszeitraum A und B dargestellt. Die Übersicht zeigt, dass bereits 3,5 % (12 / 340) der Patienten beim Eingang in die Klinik MRSA-positiv in den Nüstern getestet wurden, davon gehörten 4,3 % (10 / 232) der Indikation Kolik und nur 1,9 % (2 / 108) der Indikation Verletzung an. Auffällig hierbei war, dass von diesen zwölf MRSA-positiv getesteten Equiden insgesamt 66,6 % (8 / 12) nachweislich vorher schon einmal in einer Klinik stationär behandelt wurden. In neun Fällen (2,6 %) wurden durch den Nasentupfer positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet. Davon gehörten 3,4 % (8 /

232) der Gruppe der Koliker und nur 0,9 % (1 / 108) der Gruppe mit Verletzungen an. Insgesamt 1,8 % (6 / 340) waren positiv auf *A. baumannii* getestet worden, wovon 1,7 % (4 / 232) aus der Indikation Kolik und 1,9 % (2 / 108) aus der Indikation offenen Verletzungen stammten.

Tabelle 16: Eingangsscreening der Nasentupfer von 341 Indikatorpatienten, welcher in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.

Probenart (n = 341 Patienten)	alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	%	n	%	n	%
Nasentupfer (valide Proben)	340*	100	232*	100	108	100
MRSA-positiv	12	3,5	10	4,3	2	1,9
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv	9	2,6	8	3,4	1	0,9
davon <i>E. coli</i>	4	1,2	3	1,3	1	0,9
davon <i>Enterobacter</i> spp.	3	0,9	3	1,3	0	0
davon <i>C. freundii</i>	1	0,3	1	0,4	0	0
davon <i>Leclercia</i> spp.	1	0,3	1	0,4	0	0
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv (mehr als ein Isolat)	1	0,3	0	0	1**	0,9
<i>A. baumannii</i>	6	1,8	4	1,7	2	1,9

*Anzahl valider Proben (Ausschluss wegen eines verloren gegangenen Nasentupfers)

**zusätzlich *Enterobacter* spp. und *C. freundii*

In Tabelle 17 wird eine Übersicht über das gesamte Eingangsscreening der Kotproben der insgesamt 341 beprobten Patienten in den Untersuchungszeiträumen A und B dargestellt.

Von den 318 validen Kotproben wurden lediglich 0,6 % (2 / 318) auf MRSA positiv getestet. Insgesamt 10,7 % (34 / 318) konnten allerdings positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet werden (94 % *E. coli*), wobei in diesem Fall die Patientengruppe der Koliker, mit 10,5 % (23 / 220) und die Patientengruppe Verletzungen mit 11,2 % (11 / 98) durch ähnliche Anteile charakterisiert waren. Bei vier Pferden (1,3 %) wurden positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als nur einem Isolat getestet: 0,9 % (2 / 220) aus der Indikation Kolik und 2,0 % (2 / 98) aus der Indikation Verletzung.

A. baumannii wurde in den Proben von 0,9 % (3 / 318) der Patienten identifiziert. Alle gehörten der Indikation Kolik an (1,4 %, 3 / 220) und wurden im Kot gefunden.

Salmonellen und *C. difficile* konnten weder in dem Untersuchungszeitraum A noch im Untersuchungszeitraum B nachgewiesen werden.

Tabelle 17: Eingangsscreening der Kotproben von 341 Indikatorpatienten, welcher in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.

Probenart (n = 341 Patienten)	alle Indikationen		Indikation Kolik		Indikation Verletzung	
	n	%	n	%	n	%
Kotproben (valide Proben)	318*	100	220	100	98	100
MRSA-positiv	2	0,6	1	0,5	1	1,0
ESBL-prod. <i>Enterobacteriaceae</i> -positiv	34	10,7	23	10,5	11	11,2
davon <i>E. coli</i>	32	10,1	21	9,5	11	11,2
davon <i>Enterobacter cloacae</i>	1	0,3	1	0,5	0	0,0
davon <i>C. freundii</i>	1	0,3	1	0,5	0	0,0
ESBL-prod. <i>Enterobacteriaceae</i> -positiv (mehr als ein Isolat)	4	1,3	2	0,9	2	2,0
einschließlich <i>C. freundii</i>	2	0,6	1	0,5	1	1,0
einschließlich <i>Enterobacter</i> spp.	1**	0,3	1**	0,5	0	0,0
weiterer <i>E. coli</i> - Phänotyp	1	0,3	0	0,0	1	1,0
<i>Klebsiella</i> spp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	0,9	3	1,4	0	0,0
<i>Salmonella enterica</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>C. difficile</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0

*Anzahl valider Proben (Ausschlüsse wegen Überschreitung des Zeitlimits nach Ankunft; teilweise kein Probengewinn möglich)

**zusätzlich ein weiteres Isolat *Klebsiella* ESBL

Tabelle 18 stellt eine Übersicht über das gesamte Eingangsscreening der Wundtupfer der Indikation Verletzung aller insgesamt 108 beprobten Patienten im Untersuchungszeitraum A und B dar.

Bei allen Patienten konnten Tupfer für den Wundabstrich gewonnen werden. Die Abstriche der Wunden zeigten, dass 3,7 % (4 / 108) auf MRSA positiv und 1,9 % (2 / 108) auf ESBL positiv getestet werden konnten. Bei lediglich einem Pferd (0,9 %) konnte *A. baumannii* in der Wunde entdeckt werden.

Tabelle 18: Eingangsscreening der 108 Indikatorpatienten mit offener Verletzung, welche in den ersten 120 Minuten nach der Einlieferung vorgenommen wurde und in den Untersuchungszeiträumen A und B erfolgte.

Probenart (n = 108 Verletzungen)	Indikation Verletzung	
	n	%
Indikation Verletzung; Tupferprobe Aufnahme	108	100
MRSA-positiv	4	3,7
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv	2	1,9
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv (mehr als ein Isolat)	0	0,0
<i>A. baumannii</i>	1	0,9

Sowohl bei der Influxrate als auch bei den zwei verschiedenen Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Die dazugehörigen nicht signifikanten p-Werte werden im Anhang in der Tabelle A 1 dargestellt.

4.4.2 Charakterisierungen der Traumata beider Indikationen

In diesem Abschnitt werden zusammenfassend alle gesammelten Beobachtungen beider Indikationsgruppen zur Charakterisierung der offenen Verletzungen und Patienten nach medianer Laparotomie aufgezeigt.

Lokalisation und Alter der offenen Wunden der Indikation Verletzung

Bei den meisten vorstelligen Equiden befanden sich 71,3 % (77 / 108) der Verletzungen an den Gliedmaßen. Bei insgesamt 18,5 % (20 / 108) wurde die Wunde am Rumpf und in 10,2 % (11 / 108) an Kopf bzw. Hals festgestellt.

Das Alter der Verletzungen war in 37,04 % der Fälle (40 / 108) zwischen ein bis vier Stunden alt. Bei 23,15 % (25 / 108) der Patienten lag das Alter der Verletzung zwischen vier und 12 Stunden zurück, 9,26 % der Equiden (10 / 108) erhielten ihre Verletzung vor 12 bis 24 Stunden und in 29,63 % der Fälle war die Verletzung bereits älter als 24 Stunden (32 / 108). Bei einer Verletzung fehlte die Information zum Alter (Abbildung 10).

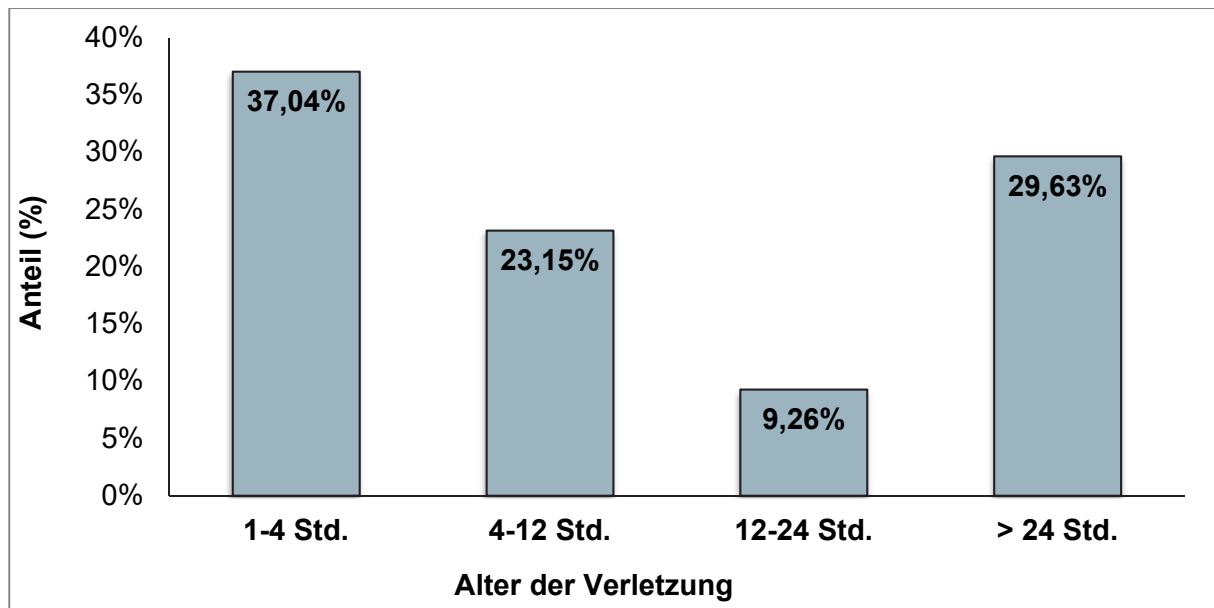


Abbildung 10: Übersicht über das Alter der offenen Verletzungen zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Klinik.

Indikation Kolik: Inzisionslänge nach medianer Laparotomie

In dieser Patientengruppe wurde insgesamt 48 einer medianen Laparotomie unterzogen. Hierbei wurde bei 68,75 % (33 / 48) der Patienten die Inzisionslänge gemessen und dokumentiert. Die Inzisionslänge der Bauchnaht lag zwischen 18 cm und 31 cm und betrug im Durchschnitt 24 cm. Von den fehlenden 31,25 % (15 / 48) wurden 13 Patienten bereits während der Operation euthanasiert, bei den restlichen zwei Patienten konnte die Länge der Bauchnaht, aufgrund von Ungehorsam und Verweigerung, nicht gemessen werden.

Wundklassifikation beider Indikationsgruppen

Die Wundklassifikation erfolgte für beide Patientengruppen gleich. In 13,7 % (20 / 146) galt die Wundklassifikation als sauber, 14,4 % (21 / 146) gehörten in die Kategorie sauber-kontaminiert. Bei insgesamt 27,4 % (40 von 146) wurden die Patienten als kontaminiert eingestuft und 44,5 % (65 / 146) gehörten der Klassifikation „verschmutzt“ an. Bei 10 Patienten fehlte die Angabe.

4.4.3 Korrelation zwischen Wundinfektionen und Aufenthaltsdauer

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer von allen 341 Patienten betrug 14 Tage (Minimum: ein Tag bei direkter Entlassung oder Euthanasie, Maximum: 61 Tage). Abbildung 11 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Patienten in der jeweiligen Indikationsgruppe in Abhängigkeit von dem Aufkommen einer Infektion.

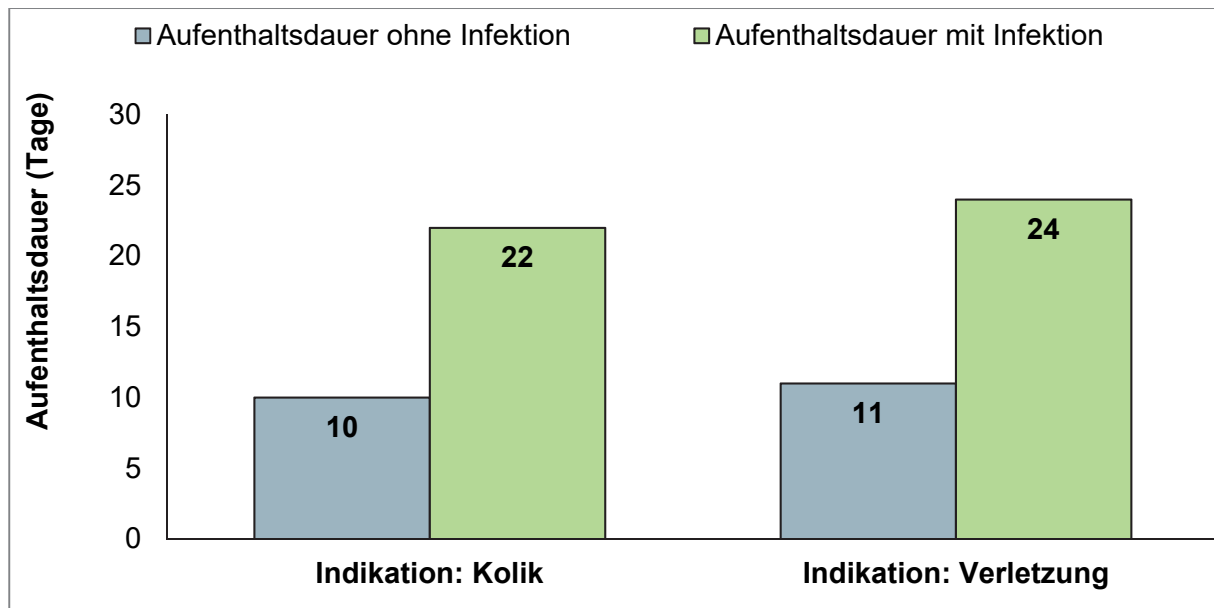


Abbildung 11: Übersicht über die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Patienten in Abhängigkeit von der Indikation und dem Vorkommen einer Infektion. Die beobachtete Verdoppelung der Aufenthaltsdauer bei Patienten mit einer Wundinfektion war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Die Aufenthaltsdauer aller operierten Patienten der Indikation Kolik ohne WI (37 / 48) betrug durchschnittlich acht Tage. Da von diesen 37 Patienten acht Equiden (21,6 %) direkt in der Operation euthanasiert werden mussten, beträgt die Durchschnittsaufenthaltsdauer der operierten Kolik-Patienten mit stationärem Aufenthalt ohne WI und ohne Euthanasie am Tag der Einlieferung zehn Tage. Insgesamt 22,9 % (11 / 48) der Patienten entwickelten im Anschluss der Kolik-Operation eine WI. Diese hatten eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer in der Klinik von 22 Tagen. Bei 90,9 % (10 / 11) der Fälle wurde in der WI ein MRE gefunden (Abbildung 12). Die Aufenthaltsdauer dieser Individuen betrug durchschnittlich 21 Tage.

Die Aufenthaltsdauer aller Patienten der Indikation Verletzung ohne WI, insgesamt 71,3 % (77 / 108) betrug durchschnittlich elf Tage. Die Patienten, die während des Klinikaufenthaltes eine WI entwickelt hatten, insgesamt 28,7 % (31 / 108), hatten einen durchschnittlichen Aufenthalt von 24 Tagen. Bei 61,3 % (19 / 31) davon wurde in der WI ein MRE gefunden (Abbildung 12). Die Aufenthaltsdauer dieser Individuen betrug auch hier durchschnittlich 24 Tage. Die beobachtete Verdoppelung der Aufenthaltsdauer bei Patienten mit einer WI, im Vergleich zu Patienten ohne WI, war statistisch hochsignifikant ($p < 0,001$).

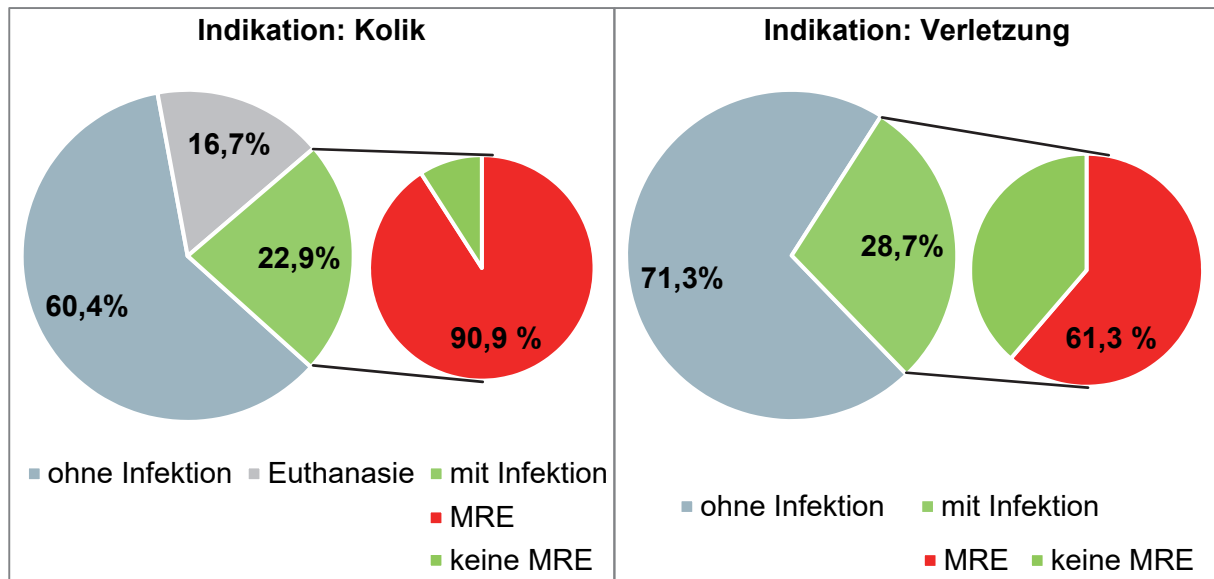


Abbildung 12: Anteil der Patienten aus den Indikationsgruppen „Kolik“ (links) und „Verletzung“ (rechts) ohne bzw. mit einer postoperativen Infektion (MRE-positiv oder MRE-negativ) und Euthanasie. MRE-multiresistente Erreger.

4.4.4 Vorbehandlung aller Patienten bei Einlieferung

Die Vorbehandlung der Patienten war erwartungsgemäß gruppenspezifisch. Patienten aus der Kategorie „offene Verletzung“ wurden alle mit Antibiotika, meist mit Penicillin und Gentamicin, vorbehandelt ($p < 0,001$; OR: 0,024 mit einem 95 % CI von 0,006 - 0,101); Patienten der Kategorie „Kolik“ waren erwartungsgemäß überwiegend mit NSAIDs ($p < 0,001$; OR: 2,948 mit einem 95 %-CI von 1,682 – 5,167) vorbehandelt. Hierbei handelte es sich meist um Flunixin und Metamizol.

4.5 Vergleich der Untersuchungszeiträume A und B nach Einführung der Intervention

In diesem Abschnitt sollen gezielt die Ergebnisse des Vergleiches zwischen den Untersuchungszeiträumen A und B nach Einführung der Intervention aufgezeigt werden.

4.5.1 Händehygiene-Compliance

Der generelle Händedesinfektionsmittelverbrauch lag im Untersuchungszeitraum A der Studie bei 27.498 ml und im Untersuchungszeitraum B bei 79.740 ml. Dies entspricht einem Anstieg des Verbrauches im zweiten Untersuchungszeitraum um 52.242 ml, prozentuell entspricht es einer Zunahme von 190 % (Abbildung 13).

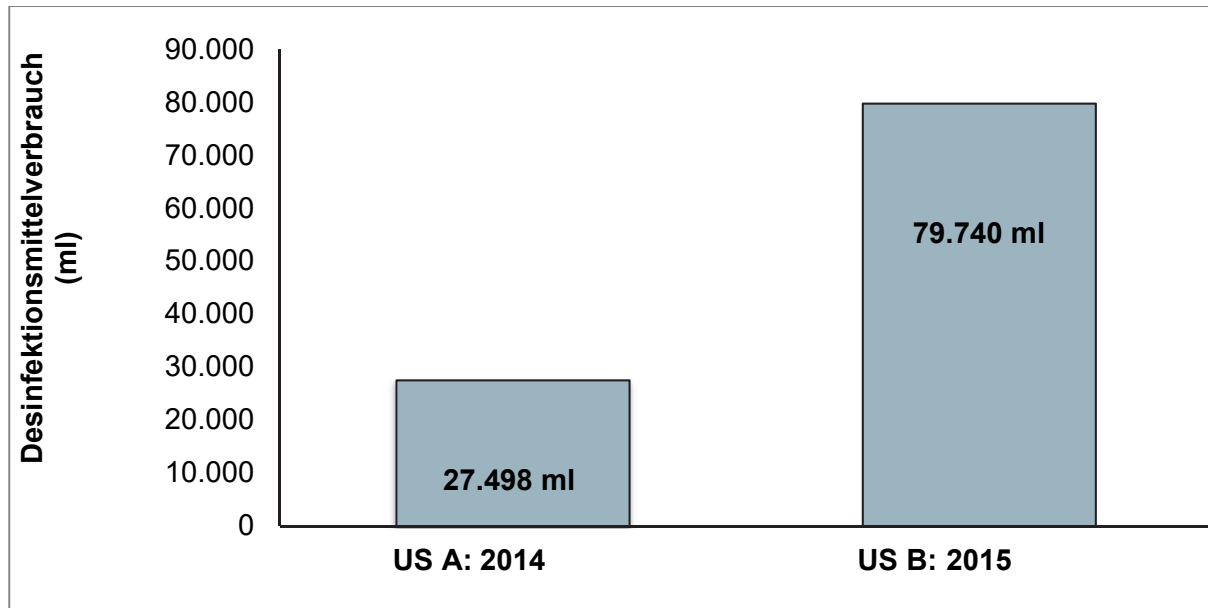


Abbildung 13: Anstieg des Desinfektionsmittelverbrauches im Untersuchungszeitraum B um 190 %. US-Untersuchungszeitraum.

Für den Untersuchungszeitraum A im Jahr 2014 wurde ein Händedesinfektionsmittelverbrauch (HDMV) von 733,3 ml pro Patiententag gemessen. Im Vergleich dazu lag der HDMV im Untersuchungszeitraum B im Jahr 2015 bei 2587,8 ml pro Patiententag. Dies entspricht einem Anstieg von 1854,4 ml und damit 252,9 % im Untersuchungszeitraum B pro Patiententag (Tabelle 19).

Pro Behandlung eines jeden Patienten ist der Verbrauch um insgesamt 222,2 % angestiegen. Während im ersten Untersuchungszeitraum lediglich 0,6 ml Desinfektionsmittel pro Behandlung verwendet wurden, waren es im Untersuchungszeitraum zwei 2,0 ml pro Behandlung (Tabelle 19).

Tabelle 19: Übersicht über den Anstieg des Händedesinfektionsmittels in ml. US-Untersuchungszeitraum, HD-Händedesinfektionsmittel.

Anzahl	US A	Verbrauch/ Kategorie	US B	Verbrauch/ Kategorie	Anstieg in US B	Anstieg (%)
Tage im US	185	148,6	183	435,7	287,1	193,2
Behandlungen	44.445	0,6	39.997	2,0	1,4	222,2
Besuchstage (gesamt) (Patiententage)	6.937	4,0	5.639	14,1	10,2	256,7
Verbrauch HD (gesamt)	27.498	-	79.740	-	52.242	190,0
HD-Verbrauch pro Pati- ententag	733,3	-	2587,8	-	1854,4	252,9

4.5.2 Häufigkeiten und Besiedlung der postoperativen Wundinfektionen aus den Untersuchungszeiträumen A und B

Insgesamt gab es unter 341 Patienten 42 Wundinfektionen, was einem Anteil von 12,3 % entsprach (Abbildung 14). Von diesen 341 Patienten hatten 35,8 % (122 / 341) einen chirurgischen Eingriff, 68,5 % (74 / 108) davon waren der Indikationsgruppe Verletzungen angehörig und 20,6 % (48 / 233) der Indikation Kolik. Demzufolge wurden in der Indikationsgruppe mit Verletzungen chirurgische Eingriffe signifikant häufiger durchgeführt als in der Gruppe mit Kolik ($p < 0,005$).

Von den insgesamt 233 Kolik-Patienten wurden insgesamt 20,6 % (48 / 233) einer medianen Laparotomie unterzogen: 20 im Untersuchungszeitraum A und 28 im Untersuchungszeitraum B. In dem Untersuchungszeitraum A erlitten 30 % (6 / 20) einer WI, in dem Untersuchungszeitraum B 17,9 % (5 / 28). Zusammengefasst bekamen 22,9 % (11 von 48) der operierten Koliker eine WI, dies entsprach 4,7 % (11 von 233) der Gesamtgruppe mit Kolik.

Insgesamt gab es 108 Verletzungen, von diesen 108 Verletzungen entwickelten 28,7 % (31 / 108) eine WI. Insgesamt 31,7 % (19 / 60) davon in dem Untersuchungszeitraum A und 25 % (12 / 48) in dem Untersuchungszeitraum B. Beachtet man auch bei den Verletzungen nur diejenigen, die einem chirurgischen Eingriff unterlagen, so hatten 37,8 % (28 / 74) eine Infektion. Statistisch war die Verteilung der WI gruppenspezifisch. Die Indikationsgruppe mit Verletzungen war signifikant häufiger infiziert als die Gruppe der Koliker ($p < 0,005$).

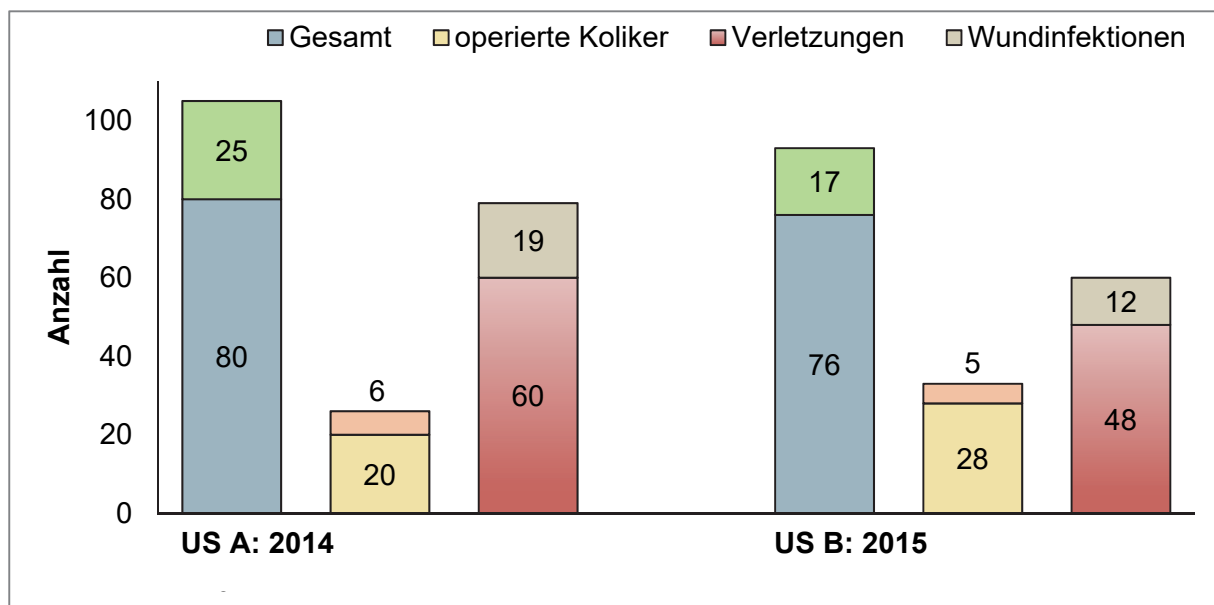


Abbildung 14: Übersicht über die Anzahl der Wundinfektionen in den Jahren 2014 und 2015 in Bezug auf zwei Indikationsgruppen „Koliker“ und „Verletzungen“. US-Untersuchungszeitraum.

Die gruppenspezifischen Unterschiede in Bezug auf die MRSA- und ESBL-Besiedelung konnten statistisch signifikant nachgewiesen werden. Wundinfektionen der Patienten mit offenen Verletzungen waren vorwiegend mit MRSA besiedelt ($p = 0,047$), während Patienten mit der Indikation Kolik vorwiegend mit ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae ($p = 0,014$) besiedelt waren. Tabelle 20 stellt eine Übersicht über die gruppenspezifische bakterielle Besiedelung anschaulich dar.

Tabelle 20: Übersicht über die bakterielle Besiedelung der Folgeuntersuchungen beim Auftreten einer Wundinfektion. Bei 29 Patienten wurden in mindestens einer Folgeuntersuchung ein MRE nachgewiesen.

Probenart (n = 42 Wundinfektionen)	alle Indikationen*		Indikation Kolik* ¹		Indikation Verletzung* ²	
	n	%	n	%	n	%
Indikation: klinische Wundinfektion						
Wundheilungsstörung insgesamt	42	100	11	100	31	100
MRE pos. Befund/Patient in mind. einer Folge-Untersuchung	29	69,0	10	90,9	19	61,3
MRSA-positiv*	14	33,3	1	9,1	13	41,9
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv*	21	50,0	9	81,8	12	38,7
ESBL-prod. Enterobacteriaceae-positiv (mehr als 1 Isolat) *	5	11,9	2	18,2	3	9,7
<i>A. baumannii</i>	2	4,8	2	18,2	0	0,0

* mehr als ein MRE/pro Patienten möglich

¹ bereits positiv für MRE bei Ankunft: 4, keiner dieser Patienten ist davon auch in der Folgeuntersuchung positiv für diesen MRE

² bereits positiv für MRE bei Ankunft: 5, davon sind zwei Patienten auch in der Folgeuntersuchung positiv für diesen MRE (einmal MRSA, einmal ESBL-*E. coli*)

Zusammengefasst gab es 42 Wundinfektionen in den Untersuchungszeiträumen A und B, 26,2 % (11 / 42) in der Indikationsgruppe Kolik und 73,8 % (31 / 42) in der Indikationsgruppe Verletzung. Bei insgesamt 69 % (29 / 42) der WI konnte in mindestens einer der Folgeuntersuchungen ein MRE nachgewiesen werden (Tabelle 20). Bei neun Patienten (21,4 %) wurde bereits bei Eingang in die Klinik positiv auf einen MRE getestet. Bei einem dieser Pferde konnte allerdings im weiteren Verlauf, während der Entwicklung einer WI, kein weiterer MRE entdeckt werden. Insgesamt bei 33,3 % (14 / 42) der Patienten wurde ein MRSA nachgewiesen, wovon einer (9,1 %) bei der Indikation Kolik und 41,9 % (13 / 31) bei der Indikation Verletzung zu finden war.

Insgesamt 50 % (21 / 42) der Patienten wurden positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet, 81,8 % (9 / 11) aus der Gruppe der Koliker und 38,7 % (12 / 31) aus der Gruppe mit Verletzungen. Bei 11,9 % (5 / 42) wurden sogar ESBL-produzierende Enterobacteriaceae mit mehr als nur einem Isolat nachgewiesen, 18,2 % (2 / 11) stammten aus der

Gruppe der Koliker und 9,7 % (3 / 31) aus der Gruppe der Verletzungen. Insgesamt konnte bei nur 4,8 % (2 / 42) und nur in der Indikation Kolik *A. baumannii* festgestellt werden. Einen Überblick über die genauen Isolate des Eingangsscreening und der Folgeuntersuchungen stellt Tabelle A 2 im Anhang dar.

Alle Erreger, die bei den Wundinfektionen identifiziert wurden, können einer detaillierten Darstellung ebenfalls dem Anhang (Tabelle A 3) entnommen werden. Bei der Abbildung 15 handelt es sich um die grafische Zusammenfassung dieser Daten. In den vorliegenden WI wurden ESBL (21) und MRSA (14) als Haupterreger identifiziert, gefolgt von *Streptococcus equi* ssp. *zooepidemicus* (9) und *Enterococcus* spp. (4). In vielen WI wurden gleichzeitig mehrere Erreger festgestellt. Lediglich sechs Pferde wiesen keinerlei besonderen Befund in den Wunden auf (Tabelle A 3).

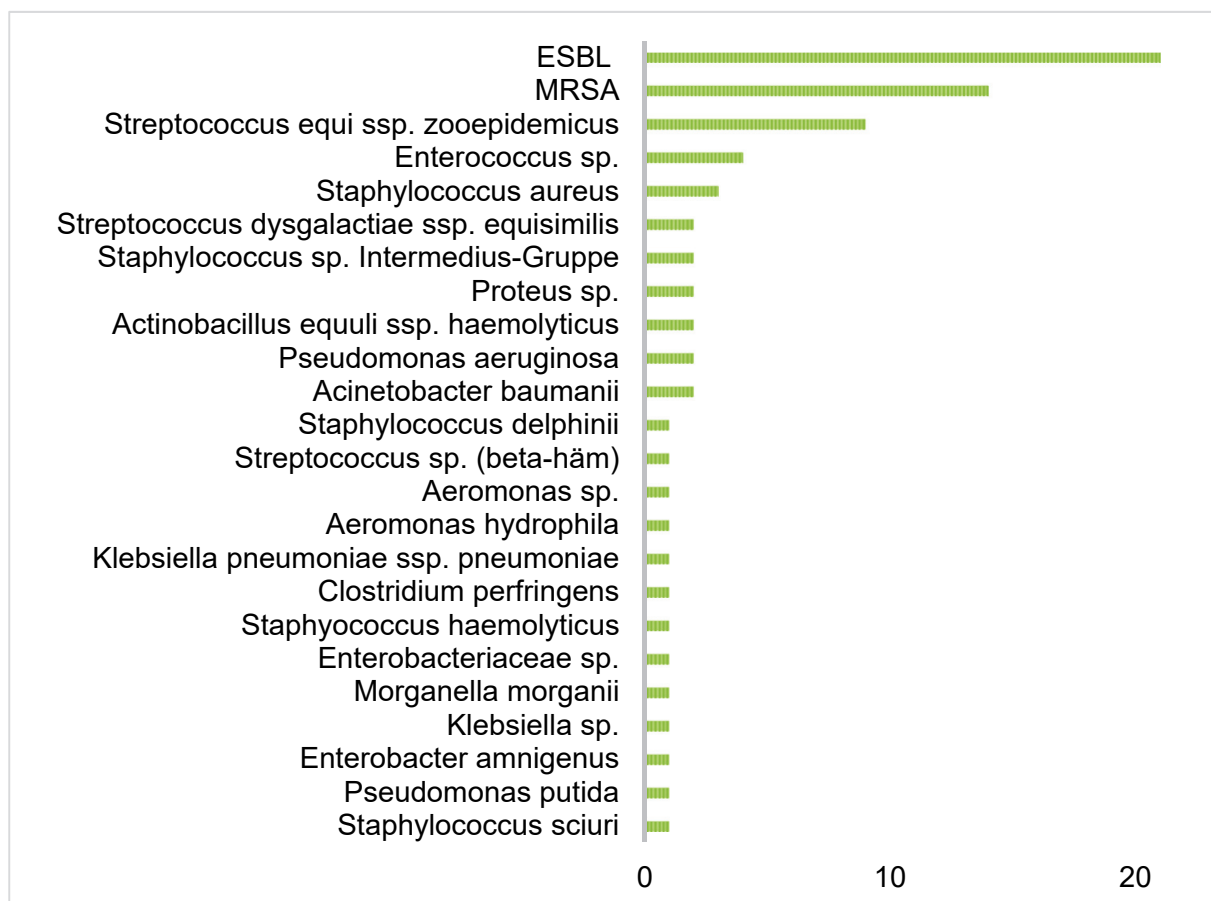


Abbildung 15: Überblick über die identifizierten Erreger in den Wundinfektionen bezogen auf die Untersuchungszeiträume A und B. MRSA-Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*, ESBL- Extended Spectrum Beta-Laktamase -produzierende *Enterobacteriaceae* (hierzu zählen: *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* spp., *Enterobacter cloacae*, *Escherichia fergusonii*).

4.5.3 Auswirkungen des Infektionspräventionskonzeptes auf die Infektionsrate

Durch die Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzeptes konnte eine Senkung der Wundinfektionsrate im Untersuchungszeitraum B im Vergleich zum Untersuchungszeitraum A beobachtet werden. Abbildung 16 zeigt eine Übersicht der WI in den Untersuchungszeiträumen A und B in den Jahren 2014 und 2015.

Im Untersuchungszeitraum A erlagen insgesamt 14,4 % (25 / 174) einer WI. Im Untersuchungszeitraum B hatten lediglich 10,2 % (17 / 167) mit den Folgen einer Infektion zu kämpfen. Der Unterschied zwischen den beiden Untersuchungszeiträumen war statistisch erst einmal nicht signifikant. Werden nur operierte Kolik-Patienten in die statistische Auswertung miteinbezogen, ergibt das für den Untersuchungszeitraum A eine Infektionsrate von insgesamt 31,3 % (25 / 80) und für den Untersuchungszeitraum B 22,4 % (17 / 76) (Abbildung 16). Dies entspricht einer Abnahme des Infektionsrisikos um 8,9 %.

In der Indikationsgruppe der Koliker erlagen im Untersuchungszeitraum A 30 % (6 / 20) einer WI. Im Untersuchungszeitraum B waren dies hingegen nur noch 17,9 % (5 / 28). Dies entsprach einer Abnahme der Wundinfektionsrate um 12,1 %, jedoch war auch diese Änderung statistisch nicht signifikant (Abbildung 16).

Im Untersuchungszeitraum A hatten 31,7 % (19 / 60) der Patienten der Indikationsgruppe mit Verletzungen eine WI. Im Untersuchungszeitraum B minimierte sich der Anteil auf 25 % (12 / 48). Dies zeigte eine Abnahme der Infektionsrate um 6,7 %. Statistisch war auch diese Absenkung nicht signifikant (Abbildung 16). Von diesen insgesamt 108 Verletzungen unterlagen 68,5 % (74 / 108) einem chirurgischen Eingriff und von diesen 74 Patienten hatten insgesamt 37,8 % (28 / 74) eine WI, 42,5 % (17 / 28) davon im Untersuchungszeitraum A und 32,4 % (11 / 28) im Untersuchungszeitraum B. Die Zahl an postoperativen Wundinfektionen für Verletzungen nach einem chirurgischen Eingriff ist somit um 10,1 % gesunken. Auch diese Änderung war nicht statistisch signifikant.

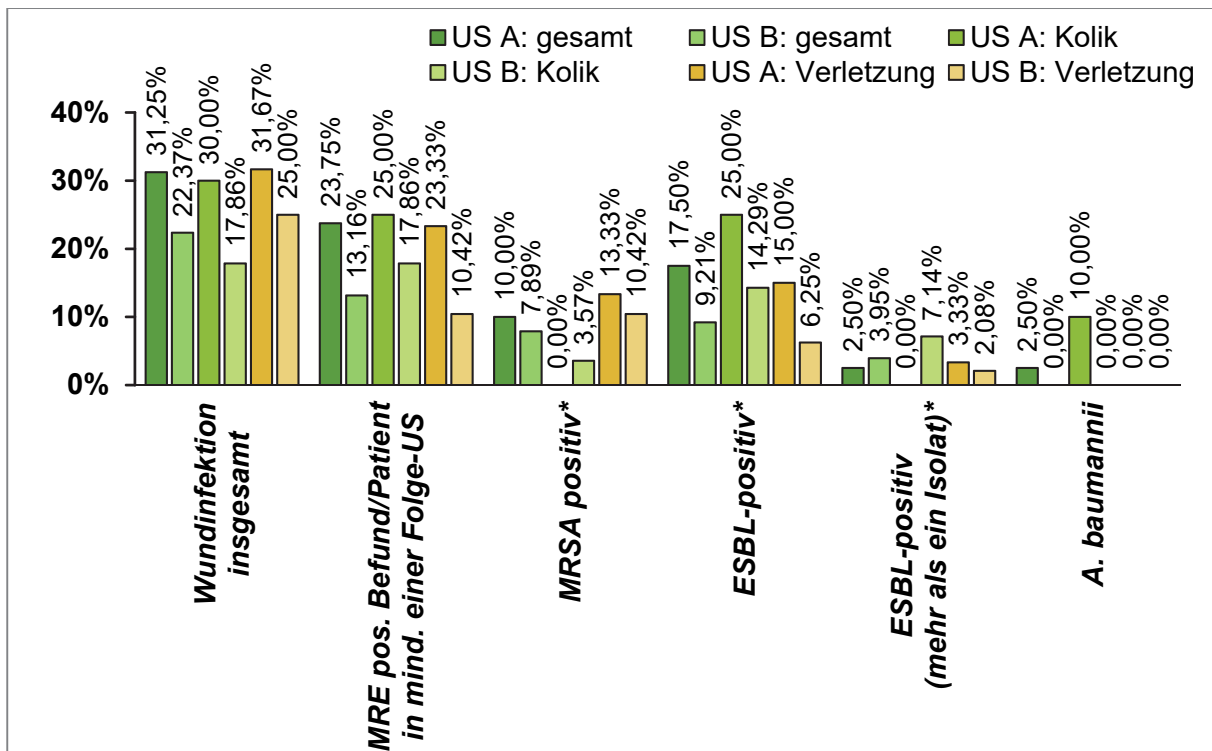


Abbildung 16: Übersicht über die Wundinfektionsrate in Abhängigkeit von der jeweiligen Indikationsgruppe und dem Untersuchungszeitraum (US).

Bei vorliegender Wundinfektion wurde der Anteil an multiresistenten Erregern (MRE) ermittelt. MRSA-Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*, ESBL-Extended-Spectrum Beta-Laktamase-produzierende *Enterobacteriaceae*, *A. Acinetobacter*.

Die Gesamtzahl an MRE im Untersuchungszeitraum B nahm bei operierten Kolik-Patienten um 7,1 %, von 25,0 % auf 17,9 %, ab. In der Indikationsgruppe mit Verletzungen sank das Infektionsrisiko durch das neue Infektionspräventionskonzept um insgesamt 12,9 % (US A 23,3 %; US B: 10,4 %). Insgesamt nahmen die prozentuellen Anteile an MRSA, ESBL sowie *A. baumannii* in allen Indikationsgruppen im Untersuchungszeitraum B ab. Eine detaillierte Darstellung kann Abbildung 16 entnommen werden.

4.5.4 Ergebnisse aller Einflussfaktoren auf das Erlangen einer Wundinfektion

In diesem Abschnitt werden die Untersuchungen und möglichen Einflussfaktoren auf das Erlangen einer Wundinfektion dargestellt.

Während der Untersuchungszeitraum allein im univariablen Modell keinen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI hatte, hatte die Indikationsgruppe einen signifikanten Einfluss darauf ($p < 0,005$; OR: 8,125 mit einem 95%-CI von 3,896 – 16,956; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,192). Außerdem hatte das Alter des Patienten einen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI ($p = 0,006$; OR: 0,934 mit einem 95%-CI von 0,886 – 0,984; R-Quadrat

nach Nagelkerke: 0,042), genauso wie das Gewicht ($p = 0,037$; OR: 0,998 mit einem 95%-CI von 0,995 – 1; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,026).

Das Geschlecht hingegen hatte keinen Einfluss auf das Eintreten einer WI. Genauso wenig hatte die Größe des Patienten einen Einfluss auf das Infektionsrisiko. Der Allgemeinzustand der Patienten bei Einlieferung in die Klinik für Pferde hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI. Genauso wenig hatten die Haltung bzw. das Verhalten des Patienten bei der Einweisung einen Einfluss auf das Eintreten einer Infektion. Auch die Körpertemperatur der Patienten hatte keinen Einfluss auf das Infektionsrisiko. Die Leukozytenzahl (WBC – White Blood Cells) der Patienten bei Ankunft in der Klinik hatte ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf das Entstehen einer WI, genauso wenig hatte der Laktatgehalt einen Einfluss darauf.

Die Aufenthaltsdauer hatte hingegen wiederum einen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer Wundinfektion ($p < 0,005$; OR: 1,179 mit einem 95%-CI von 1,129 – 1,233; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,390). Auch die Durchführung eines chirurgischen Eingriffs hatte einen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer Wundinfektion ($p < 0,005$; OR: 33,831 mit einem 95%-CI von 10,177 – 112,467; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,352). Patienten, bei denen ein operativer Eingriff erfolgte, hatten ein 33,7-fach erhöhtes Risiko, eine WI zu erleiden. Die Operationsdauer dagegen hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer Infektion. Allerdings konnte die Dokumentation der Operationsdauer nur in 82 Fällen erfolgen. Bei den restlichen 40 Patienten mit einem chirurgischen Eingriff fehlte diese Angabe. Die Wundklassifikation hatte dagegen keinen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI, ebenso wenig hatte die Wundkontaminationsklasse einen Einfluss darauf.

Die stationäre Medikamentengabe wiederum hatte einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten einer Wundinfektion ($p < 0,005$; OR: 14,171 mit einem 95%-CI von 3,362 – 59,732; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,147). Patienten, die eine stationäre Medikation bekommen hatten, hatten ein 14,2-fach erhöhtes Risiko einer WI. Genauso hatte die Vorbehandlung mit Antibiotika einen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI ($p = 0,002$; OR: 4,137 mit einem 95%-CI von 1,791 – 9,556; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,053). Patienten, die mit Antibiose vorbehandelt wurden, hatten gegenüber Patienten ohne antibiotische Vorbehandlung ein 4,1-fach erhöhtes Wundinfektionsrisiko. Die Vorbehandlung mit NSAID hatte dagegen keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten einer WI.

In der Indikationsgruppe mit Verletzungen gab es einen signifikanten Einfluss auf das Eintreten einer WI, wenn die Equiden stehend oder in Narkose behandelt wurden ($p = 0,011$; OR: 3,035 mit einem 95%-CI von 1,265 – 7,281; R-Quadrat nach Nagelkerke: 0,087). Die Lokalisation der Verletzung hatte hingegen keinen signifikanten Einfluss ($p = 0,387$), ebenso wenig wie das Alter der Verletzung.

In der Indikationsgruppe mit Kolik hatte der ASA-Score keinen signifikanten Einfluss auf das Entstehen einer Wundinfektion. Die Inzisionslänge bei den operierten Kolik-Patienten war ebenso nicht signifikant. Hierbei konnten allerdings nur 33 Fälle mit einbezogen werden, die fehlenden 15 konnten aufgrund von Euthanasie oder Ungehorsam nicht erfasst werden.

4.5.5 Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum B auf das Erlangen einer Wundinfektion

Tabelle 21 zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit eine WI zu bekommen im Untersuchungszeitraum B, nach Einführung des multimodalen Infektionspräventionskonzepts, niedriger als im Untersuchungszeitraum A (Regressionskoeffizient B = - 0,963) war. Unter Berücksichtigung aller möglichen Einflussfaktoren gab es nun mit einem p-Wert von 0,033 einen signifikanten Unterschied zwischen dem Untersuchungszeitraum A und B. Der chirurgische Eingriff ($p < 0,005$) und die Aufenthaltsdauer ($p < 0,005$) blieben auch in diesem Modell signifikant. Dies bedeutete, dass die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer WI gestiegen ist, wenn ein chirurgischer Eingriff vorgenommen wurde bzw. sich die Aufenthaltsdauer erhöht hatte. Die Gruppe der Verletzungen hatte weiterhin ein höheres Risiko, an einer Wundinfektion zu erkranken, auch wenn die Verteilung im multivariablen Modell nicht signifikant war. Das R-Quadrat nach Nagelkerke lag bei 0,530 und zeigte damit, dass es keine weiteren großen Einflussfaktoren auf das Eintreten einer Wundinfektion gab und die wichtigsten Faktoren bereits berücksichtigt wurden.

Tabelle 21: Multivariablen Regressionsmodell mit den ausgewählten und zusätzlich eingefügten Faktoren. US-Untersuchungszeitraum, B-Regressionskoeffizient, Sig.-Signifikanz.

Faktoren	B	Standardfehler	Sig.	Exp. (B)	95 % Konfidenzintervall für Exp. (B)	
					Untere	Obere
US B	-0,963	0,453	0,033	0,382	0,157	0,927
Operation	2,501	0,654	0,000	12,191	3,382	43,947
Aufenthaltsdauer	0,123	0,025	0,000	1,131	1,076	1,188
Indikationsgruppe Verletzung	0,750	0,463	0,106	2,116	0,853	5,246
Konstante	-4,999	0,695	0,000	0,007	-	-

5 Diskussion

Die Problematik der Besiedelung von Patienten mit multiresistenten Erregern (MRE) entwickelt sich immer mehr zu einer ernst zu nehmenden Herausforderung in der Veterinärmedizin (BEARD 2010, BERGSTROM et al. 2012, VO et al. 2007), sodass in den letzten Jahren verstärkt an effizienten Präventionsmaßnahmen gearbeitet wurde (WEESE et al. 2008). Die in dieser Arbeit durchgeführten Maßnahmen sollen kritisch diskutiert und ein Fazit zu den eingangs gestellten Fragen gezogen werden.

Die vorliegende Studie untergliederte sich in die folgenden drei verschiedenen Abschnitte:

- Untersuchungszeitraum A, der vom 25.04.2014 bis 30.10.2014 stattfand,
- einer Intervention, die zwischen dem Untersuchungszeitraum A und B durchgeführt wurde,
- Untersuchungszeitraum B, der vom 07.04.2015 bis 04.10.2015 stattfand.

5.1 Diskussion der Methode

5.1.1 Eingangsscreening und Zusatznutzen eines Ausgangsscreening

Das in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Eingangsscreening erhebt effektiv Daten über die initiale Keimbelastung der jeweiligen equinen Patienten und hilft beim Aufdecken der möglichen Risikofaktoren und bei der Identifizierung von (Über-) Trägern multiresistenter Erreger. Für zukünftige Untersuchungen würde ein Ausgangsscreening zusätzlich einen Überblick darüber verschaffen, inwiefern die Patienten während des Klinikaufenthaltes eine neue Besiedelung erworben haben. Hospitalismus und damit verbundene nosokomiale Infektionen sind nicht nur in der Humanmedizin (VINCENT 2003), sondern auch in der Veterinärmedizin ein Fokus (BAUERFEIND et al. 1992, BERGSTROM et al. 2012, STENERODEN et al. 2010). Aus der Differenz zwischen der Eingangsflora und der Ausgangsflora der Patienten lässt sich außerdem eine Klinikflora ableiten. Dadurch kann festgestellt werden, ob sich z.B. die Zusammensetzung des Mikrobioms nach der Einhaltung der Infektionspräventionsmaßnahmen im Untersuchungszeitraum B gegenüber dem ersten Untersuchungszeitraum A signifikant verändert hat.

5.1.2 Längeres Screening potenzieller Wundinfektionen indiziert

Zusätzlich zu einem Ausgangsscreening ist ein Wundinfektionsscreening bis zu 90 Tage post-OP laut CDC-Richtlinien angezeigt. Gemäß den Definitionen des CDC werden nosokomiale WI in folgende drei Kategorien eingeteilt (RKI 2011):

- A1: Postoperative oberflächliche Infektionen an der Inzisionsstelle, die innerhalb 30 Tagen nach der OP entstehen und nur die Haut oder subkutanes Gewebe betreffen.
- A2: Postoperative tiefe WI, die an der Inzisionsstelle innerhalb von 30 bis 90 Tagen nach Eingriff entstehen und Faszien- und / oder Muskelgewebe erfassen können.
- A3: Infektionen, die Organe und Körperhöhlen umfassen, die während einer OP eröffnet wurden.

In der vorliegenden Studie gibt es bereits Hinweise darauf, dass eine Beobachtung über 90 Tage hinweg sinnvoll für zukünftige Untersuchungen ist, denn 11,9 % der WI wurden erst nach der Entlassung der Patienten aufgedeckt. Dabei zeigte sich als größter limitierender Faktor einer exakten Datenerhebung, dass die Einschätzung durch den behandelnden Tierarzt, wann eine WI vorliegt, derzeit noch sehr subjektiv ist. Hier gilt es die in dieser Arbeit begonnene Objektivierung und dazugehörig die Verschriftlichung aller Schritte, von der OP bis hin zur Wundkontrolle, weiterzuführen.

5.1.3 Zubehör und Material der Intervention

In der vorliegenden Arbeit wurde aufgrund besserer Akzeptanz und Verträglichkeit auf ein gelartiges Desinfektionsmittel (Softa-Man® ViscoRub von B. Braun) umgestellt (TRAORE et al. 2007). Unterschiedliche Studien zeigen jedoch, dass die Wirksamkeit von manchen gelartigen Desinfektionsmitteln gegenüber den flüssigen zum Teil stark herabgesetzt ist (KAMPF & OSTERMEYER 2004, KRAMER et al. 2002, PIETSCH 2001). Einige Studien verdeutlichen zudem, dass einige gelartige Desinfektionsmittel nicht einmal die geforderten Europäischen EN 1500 Hygienestandards in der Desinfektionsdauer von 30 Sekunden erfüllen (KRAMER et al. 2002) und lediglich genauso effektiv wie reines Händewaschen sind (PIETSCH 2001).

Die Anwendung eines wirksamen Desinfektionsmittels im medizinischen Bereich ist dem reinen Waschen allerdings vorzuziehen. Das Waschen der Hände mit Seife sollte in Vorbereitung an die anschließende Desinfektion durchgeführt werden, um sichtbare Verschmutzungen und Eiweiße zu entfernen (JANSSE & MORAWITZ 2016). Klinisch-bakteriologische Studien zeigen, dass eine Händedesinfektion eine Keimreduktion um den Faktor 10^5 erreicht (BOYCE & PITTET 2002), während durch das Händewaschen eine Reduzierung um 10^2 bis 10^3 erzielt werden kann (KAMPF & OSTERMEYER 2004). Demzufolge sollte im medizinischen Bereich

auf die Anwendung von flüssigen Desinfektionsmitteln auf alkoholischer Basis (z.B. Sterilium® von BODE Chemie) zurückgegriffen werden (PIETSCH 2001). Nichtsdestotrotz muss hierbei beachtet werden, dass Bakterien auch im Hinblick auf Desinfektionsmittel in der Lage sind, Resistenzen auszubilden (LIVERMORE 2000).

Der Grund für die Wahl eines gelartigen Desinfektionsmittels in dieser Arbeit lag in der höheren Akzeptanz: Während persönlicher Gespräche mit dem Klinikpersonal zeigte sich, dass die Compliance bei gelartigem Desinfektionsmittel deutlich höher ist als bei flüssigem. Diese Erkenntnis belegte auch eine Studie von Traore et al. im Jahr 2007 (TRAORE et al. 2007). Es ist fraglich, ob der Compliance-Unterschied eventuell sogar so hoch ist, dass effektiv mit gelartigem Desinfektionsmittel ein besserer Schutz für den Patienten erzielt werden kann. Hier bedarf es sowohl weiterer Untersuchungen als auch einer genaueren Aufklärung über die Konsequenzen unzureichender Desinfektionsmaßnahmen. Ein Schritt hin zu einer besseren Hygiene könnte eine deutlichere Kennzeichnung der bereits verpflichtenden Hautschutzpläne an Waschstellen sein.

In dieser Arbeit lag der Fokus auf der Behandlung und Wundversorgung der equinen Patienten sowie der Definition von dazugehörigen SOPs. Gleichzeitig gibt es aber zahlreiche Untersuchungen aus der Humanmedizin, die weitere Hygienrisiken aufzeigen. Die relevantesten sind Arbeitsgeräte direkt am Patienten, wie Thermometer oder Stethoskope und auch Arbeitsgeräte ohne direkten Patientenkontakt, wie z.B. Tastaturen (KERWAT et al. 2010, NUNEZ et al. 2000, WEIST et al. 2002). Eine Datenerhebung von LABOKLIN GmbH & Co. KG zeigte zudem, dass eine regelmäßige Wartung und Kontrolle von Sterilisationsgeräten ebenfalls Teil zukünftiger SOPs darstellen sollten, da 2017 über 70 % der getesteten Geräte auf ihre Funktionalität ungenügend waren (LABOKLIN 2019).

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Untersuchungszeiträumen zu gewährleisten wurden der Untersuchungszeitraum A und der Untersuchungszeitraum B mit einem Jahr Abstand zur gleichen Jahreszeit und über einen vergleichbaren Zeitraum durchgeführt. Zudem ist die Anzahl der Patienten in den Indikatorgruppen auf der einen Seite und das tierärztliche Personal auf der anderen Seite vergleichbar. Die unterschiedlichen Ergebnisse können dank der Vergleichbarkeit der Zeiträume auf den übrigbleibenden Unterschied zurückgeführt werden: Die eingeführte Intervention mit den etablierten SOPs nach dem Untersuchungszeitraum A.

5.2.1 Eingangsscreening aus den Untersuchungszeiträumen A und B

Die Eingangsscreenings beider Untersuchungszeiträume zeigten bakterielle Besiedlungen mit MRSA, ESBL-produzierende Enterobacteriaceae und *A. baumannii*. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in anderen Studien gemacht (BAPTISTE et al. 2005, WEESE et al. 2006). In dieser Arbeit zeigten sich aber gruppenspezifische Häufungen im Hinblick auf die Keimflora der Patienten.

Die Beprobung über Nasentupfer zeigte in der Gruppe der Koliker eine höhere Eingangsbelastung mit MRSA, ESBL-produzierende Enterobacteriaceae und *A. baumannii* als in der Gruppe der Patienten mit Verletzung. Ein statistisch signifikanter Unterschied lag jedoch nicht vor.

Während im Untersuchungszeitraum A die Nasenabstriche für beide Indikationsgruppen kaum Unterschiede in der Zusammensetzung des Mikrobioms zeigten, wiesen die nasalen Proben aus dem Untersuchungszeitraum B in der Indikationsgruppe der Verletzung gegenüber den Kolik-Patienten erhebliche Abweichungen auf. Daher lohnt sich eine Diskussion der Mehrbelastung von MRE, gerade vor dem Hintergrund aktuellster Studien. Eine aktuelle Dissertation aus Leipzig hat sich dem Thema der Hygieneanalyse in einer Pferdeklinik gewidmet und zeigt, dass eine Keimbelastung sowohl im OP-Bereich als auch in den Stallungen mit MRSA und ESBL-produzierende Enterobacteriaceae festgestellt werden konnten. MRSA konnte unter anderem an einer Nasenbremse entdeckt werden (FRANK 2019). Eine weitere Untersuchung durchgeführt durch die LABOKLIN GmbH & Co. KG betrachtete die Reinigung und Desinfektion von Endoskopen und stellte dabei fest, dass 57 % nicht korrekt desinfiziert waren (LABOKLIN 2019). Dies könnte eine mögliche Begründung für die in dieser Arbeit vorgefundene MRSA Mehrbelastung und Abweichung der nasalen Proben in US B von Koliker-Patienten darstellen, da eine Anwendung mit einer Nasenbremse und eine Behandlung mit der Nasenschlundsonde eine übliche Vorbehandlung bei Erstvorstellung mit Kolik-Symptomatik ist. Bei 10 von 12 Patienten der Indikation Kolik, die einen positiven MRSA Nasentupfer hatten, fand eine Vorbehandlung mit einer Nasenschlundsonde statt.

Die Analyse der Kotproben beim Eingangsscreening zeigte keine gruppenspezifischen Unterschiede, was durch die statistische Analyse ebenfalls bestätigt wurde. Jedoch wurde in den Kotproben beider Indikationsgruppen kaum MRSA gefunden (durchschnittlich 0,6 %), stattdessen war der Anteil an ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae mit durchschnittlich 10,7 % sehr hoch. Die Begründung hierfür liegt vermutlich in den unterschiedlichen natürlichen Habitaten der jeweiligen Mikroorganismen. Während *Staphylococcus* spp. insbesondere im Nasengang, den oberen Atemwegen und auf den Hautoberflächen zu finden sind (WIELER et al. 2011), gehören Enterobacteriaceae zu den typischen Darmbesiedlern (WIELER et al.

2011). Trotzdem ist eine Besiedlung der Haut und Nasengänge durch eine Schmierkontamination bzw. durch das Einatmen von Staubpartikeln, an denen Enterobacteriaceae anhaften, wahrscheinlich. Durch die Haltebedingungen der Pferde (Heu, Einstreu, Fäkalien auf dem Boden der Box etc.) sind Kontaminationen von oberflächlichen Verletzungen bzw. postoperativen Wunden mit MRE sowie die Ausbreitung von MRE über die Umwelt, Tierärzte und Pflegepersonal, wie bereits in vielen Studien beschrieben, nicht auszuschließen (BORTOLAMI et al. 2017, BURSTINER et al. 2010, KERWAT et al. 2010, WEESE et al. 2005).

5.2.2 Faktoren, die das Wundinfektionsrisiko beeinflussen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden mehrere Faktoren ermittelt, welche das Wundinfektionsrisiko in signifikantem Maße erhöhten. Dazu zählten insbesondere die Vormedikation mit Antibiotika, die Aufenthaltsdauer, die Durchführung eines chirurgischen Eingriffes, das Alter und Gewicht der Equiden. In den nachfolgenden Abschnitten wird jeder Risikofaktor einzeln betrachtet und diskutiert.

Antibiotische Vorbehandlung erhöht das Wundinfektionsrisiko

Beim Auswerten der Daten fällt auf, dass in der Gruppe der Verletzungen chirurgische Eingriffe nicht nur signifikant häufiger durchgeführt wurden (Verletzungen: 68,5 % vs. Koliker: 20,6 %, $p < 0,005$), sondern auch, dass diese Gruppe anfälliger für postoperative Infektionen war, was mit Hilfe der univariablen Regression bestätigt wurde (Verletzungen: 37,8 % vs. Kolik: 22,9 %, $p < 0,005$). Da Operationen bei Verletzungen per Definition nicht aseptisch durchgeführt werden können, war dieses Ergebnis zu erwarten. Unter der Berücksichtigung der multivariablen logistischen Regression fiel jedoch auf, dass die Indikationsgruppe mit offenen Verletzungen gegenüber WI anfälliger war, auch wenn die Signifikanz nicht durch das multivariable logistische Modell bestätigt werden konnte. Dieses Ergebnis wurde auch durch weitere Studien bestätigt, in denen man festgestellt hat, dass offene und dadurch kontaminierte Wunden gegenüber sauberen Wunden ein 24-fach erhöhtes Risiko haben, eine WI zu entwickeln (ADAM & SOUTHWOOD 2006, MACDONALD et al. 1994).

Ein sehr wahrscheinlicher Grund für diese erhöhte Anfälligkeit ist möglicherweise, dass Patienten mit offenen Verletzungen häufig bereits mit Antibiotika vorbehandelt wurden. Patienten, die bereits eine Antibiotikatherapie, meist direkt am selbigen Tag vor der Überweisung in die Klinik, erhalten haben, leiden laut Literatur signifikant häufiger an einer Wundinfektion als unbehandelte Patienten, da sie bereits teilweise durch MRE besiedelt sind (ADAM & SOUTHWOOD 2006, ANDERSON et al. 2009, WALTHER et al. 2011, WILLEMSSEN et al. 2009).

In humanmedizinischen Untersuchungen wird ein gemeinsamer Zusammenhang zwischen einer Vorbehandlung bzw. falsch eingesetzten und vor allem zu frühen Antibiotikabehandlung bei Patienten und einer nosokomialen WI während des Krankenhausaufenthaltes belegt (GIROU et al. 1998, SAFDAR & MAKI 2002, WILLEMSEN et al. 2009). Diese Ergebnisse haben in der Veterinärmedizin eine Diskussion angestoßen, ob eine Antibiotikabehandlung besonders bei Verletzungen der Gliedmaßen überhaupt erforderlich ist oder alternativ andere antibakteriell Wirkstoffe genutzt werden können (SWEDISH-VETERINARY-ASSOCIATION 2013). In der vorliegenden Arbeit waren von 108 Verletzungen insgesamt 77 an den Gliedmaßen und alle Patienten waren ohne Ausnahme mit einer Antibiotikatherapie vorbehandelt. Die univariable Regression bestätigte einen signifikanten Einfluss der Antibiotika-Vorbehandlung auf das Eintreten einer WI ($p = 0,002$). Patienten, die vor der Überweisung eine Antibiotikatherapie erhalten hatten, zeigten ein 4,1-fach erhöhtes Wundinfektionsrisiko. Eine direkte Übertragung von MRE durch vorherige Klinikaufenthalte oder eine ambulante Behandlung, durch die Umgebung, Gegenstände, Staub oder das Klinikpersonal bzw. den behandelnden Tierarzt selber, wird in der Literatur diskutiert (GARCIA-ALVAREZ et al. 2012, WIENER-WELL et al. 2011). Eine Kontamination von außen, z.B. durch Infusionsbesteck, Spritzen, Personal sowie Medikamente selbst, ist auch bei einer stationären Behandlung nicht auszuschließen, was das 14,2-fach erhöhte Wundinfektionsrisiko bei einer stationären Medikamentengabe, erklärt (IBARRA et al. 2008, WEIST et al. 2002, WILLEMSEN et al. 2009).

Aufenthaltsdauer korreliert mit der Wundinfektionsrate

Verschiedene Untersuchungen belegen einen Zusammenhang zwischen ansteigender Länge eines Klinikaufenthaltes und einem steigenden Risiko eine nosokomiale WI zu erleiden, was sich nicht zuletzt in dem Begriff Hospitalismus selbst widerspiegelt (BROWN et al. 1997, EUGSTER et al. 2004, NICHOLSON et al. 2002). Dieser Zusammenhang zeigte sich auch in der vorliegenden Arbeit: Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Patienten, bei denen eine WI vorlag, war um mehr als das Doppelte erhöht. Die Infektionen der Kolik-Patienten wiesen in 90,9 % der Fälle einen MRE auf. Insgesamt 61,3 % der WI aus der Gruppe mit offenen Verletzungen waren MRE-positiv. Der erhöhte Anteil an MRE in der Indikationsgruppe der Koliker lag laut Literatur wahrscheinlich in der Durchführung der chirurgischen Eingriffe selbst begründet, da die Mehrzahl der postoperativen WI durch Keime, die während eines operativen Eingriffs eingebracht werden, entstehen (EUGSTER et al. 2004, KURZ et al. 1996, SANTSCHI 2006). Des Weiteren erfolgt postoperativ meist eine einfache Wundabdeckung, die einen Eintritt von Umgebungskeimen nur minimal verringert, besonders wenn die Patienten sich in der Box hinlegen. Verletzungen hingegen sind häufig mit Verbänden versorgt, die effektiver als

Keimbarriere geeignet sind (CARSTANJEN & FERENCZ 2010, GOMEZ & HANSON 2005, WESTGATE et al. 2011).

Bei der signifikanten Korrelation zwischen einer WI und der Aufenthaltsdauer handelt es sich um eine gegenseitige Abhängigkeit. Je länger sich die Patienten in einer stationären Behandlung befinden, desto höher ist das Risiko, in Kontakt mit einem MRE zu kommen und an einer Infektion zu erkranken. Bei einer bereits bestehenden Infektion steigt im Gegenzug die Aufenthaltsdauer durch die verlängerter Genesungsphase und zusätzliche Behandlung, was das Infektionsrisiko erneut anhebt (BROWN et al. 1997, EUGSTER et al. 2004, GREEN & WENZEL 1977, NICHOLSON et al. 2002).

Die Verlängerung der Aufenthaltsdauer, welche im Zusammenhang mit MRE steht, führt nicht nur zu einer erhöhten finanziellen Belastung für die Klinik selbst als auch für die Patienten bzw. deren Besitzer, sondern beherbergt auch ein undefinierbares Risiko des Imageverlustes für die veterinärmedizinische Einrichtung (DIK et al. 2016, GREEN & WENZEL 1977, TRAUB-DARGATZ et al. 2004).

Weitere Faktoren, die die Wundinfektionsrate beeinflussen

In der vorliegenden Arbeit konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Operationsdauer, unabhängig der zwei Indikationsgruppe, und dem Wundinfektionsrisiko festgestellt werden ($p = 0,705$), obwohl aus mehreren human- und veterinärmedizinischen Studien eine signifikante Korrelation bekannt ist. Dort wird die Operationsdauer als einer der wichtigsten Risikofaktoren für eine WI benannt. Eugster et al. gehen davon aus, dass sich das Wundinfektionsrisiko beim Menschen alle 70 Operationsminuten verdoppelt (712 Probanden) (EUGSTER et al. 2004). Ähnliches wurde auch in der Studie von Brown et al. beobachtet (1.255 Probanden). Hier wurde eine Verdopplung des Wundinfektionsrisikos beschrieben, wenn die Dauer des chirurgischen Eingriffes 90 Minuten statt 60 betrug (BROWN et al. 1997). Wilson et al. beschreibt in der Literatur ein deutlich erhöhtes WI Risiko für Kolik-Patienten, wenn die Operationsdauer der Laparotomie länger als zwei Stunden andauert (WILSON et al. 1995). In einer anderen Studie wird beschrieben, dass Equiden mit einer Verletzung ein insgesamt 3,6-fach erhöhtes Risiko für eine WI haben, wenn der chirurgische Eingriff über 90 Minuten andauert (ADAM & SOUTHWOOD 2006, MACDONALD et al. 1994).

In der vorliegenden Studie wurde die Operationsdauer von insgesamt 82 Patienten aus beiden Indikationsgruppen aufgenommen. Höchstwahrscheinlich war diese Gruppe zu klein, um die Signifikanz eines Einflusses messen zu können. Mit einem ähnlichen Problem sahen sich Whittam et al. konfrontiert. Auch sie konnten in ihrer Studie, die über 112 kanine Probanden

verfügte, keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Operationsdauer und dem Wundinfektionsrisiko nachweisen (WHITTEM et al. 1999).

In dieser vorliegenden Arbeit wurde außerdem zwischen der Inzisionslänge und dem Wundinfektionsrisiko kein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt ($p = 0,871$). Auch dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu bereits veröffentlichten Studien, bei denen die Inzisionslänge die Wundinfektionsrate beeinflusst. Darnaud et al. beobachteten, dass Pferde mit einer Inzisionslänge > 27 cm signifikant anfälliger für WI waren (185 Probanden) (DARNAUD et al. 2016). Auch Bartmann und Kollegen berichten in ihrer Studie, dass die Operationstechnik und die Inzisionslänge einen signifikanten Einfluss auf den weiteren Verlauf der Wundheilung haben (BARTMANN et al. 2003).

In der vorliegenden Studie wurde jedoch festgestellt, dass das Alter ($p = 0,006$) und das Gewicht ($p = 0,037$) der equinen Patienten einen signifikanten Einfluss auf das Wundinfektionsrisiko hatten, was den Ergebnissen aus vergleichbaren humanmedizinischen Studien entspricht (KAYE et al. 2005, WONG 1996). In der Studie von Darnaud et al. wurde die Korrelation zwischen dem Alter und dem Infektionsrisiko der Pferde erstmalig untersucht. Die Autoren konnten feststellen, dass 12- bis 19-jährige Pferde signifikant anfälliger für WI waren als jüngere Individuen (DARNAUD et al. 2016). Sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin wurde mehrfach beschrieben, dass stark übergewichtige Patienten anfälliger für WI sind (EUGSTER et al. 2004, MANGRAM et al. 1999, VASSEUR et al. 1985). Adam et al. beschreiben in der Literatur sogar, dass Equiden jünger als ein Jahr nur in 15 % der Fälle eine WI entwickeln im Vergleich zu älteren Patienten, bei denen die WI Rate bei 43 % nach einer Laparotomie liegt. Zudem beschreiben Adam und Southwood auch, dass equine Patienten mit einem Gewicht von mehr als 300 kg ein fast doppelt so hohes Risiko haben, eine WI zu erlangen (ADAM & SOUTHWOOD 2006). Dieser Zusammenhang wurde durch die vorliegende Arbeit erneut bestätigt.

5.2.3 Diskussion der Interventionsergebnisse

Die Ergebnisse der Intervention in der vorliegenden Arbeit haben zu einer signifikanten Senkung ($p = 0,033$) der Wundinfektionsrate bei den Patienten an der Klinik für Pferde der FU-Berlin bewirkt. Im folgenden Abschnitt sollen die aufgestellten Maßnahmen der durchgeführten Intervention kritische beleuchtet und diskutiert werden.

Verantwortlichkeiten und Standard Operation Procedures durchsetzen

Die Formulierung evidenzbasierter SOPs ist nur der erste Schritt auf dem Weg zu einem effizienten Hygienemanagement. Ebenso wichtig ist eine hohe Compliance aller Mitarbeiter der

Tierkliniken, um die SOPs auch wirklich durchzusetzen. Ein hoher Grad an Mitarbeit fußt auf mehreren Säulen.

Eine Schulung der Mitarbeiter über die anzuwendenden SOPs ist die Basis und sollte durch jederzeit und für zugängliche Dokumentationen und Schaubilder gefestigt werden (RKI 2016). Gerade in der Nähe von Waschbecken und anderen Desinfektionseinrichtungen empfiehlt es sich, diese gut sichtbar anzubringen. Jede an einer Behandlung beteiligte Person muss sich ihrer Verantwortlichkeit bewusst sein, dies gilt auch für mitarbeitende Studenten in universitären Kliniken. Diese müssen ebenso, wie angestellte Mitarbeiter in *SOPs* eingewiesen werden. Aus der Humanmedizin ist bekannt, dass es arbeitsintensiv ist, die Grundlagen der Hygiene durchzuführen. Daher werden sie dort von speziell geschultem Personal durchgeführt; Hygienebeauftragte sind Pflicht (HYGIENEVERORDNUNG 2012, TEBEST et al. 2017). Nach den Erfahrungen der vorliegenden Arbeiten bringt ein speziell ausgebildeter Hygienebeauftragter auch in der Veterinärmedizin Vorteile mit sich. Bei wiederholtem Nichteinhalten der *SOPs* sollten z.B. korrektive Maßnahmen ergriffen werden. Eine beauftragte Fachkraft kann leichter Abmahnungen aussprechen (KRINKO 2009).

Auch ein Hygienebeauftragter kann jedoch nicht die Einhaltung der *SOPs* zu jedem Zeitpunkt garantieren. Hier ist es für jede Institution einzeln nötig, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungen zu implementieren. Während der Etablierung der *SOPs* für diese Arbeit fiel vor allem auf, dass Verantwortlichkeiten nicht immer ganz konkret angenommen, verstanden und übertragen wurden. Des Weiteren kam einerseits die Belehrung der Studenten des Öfftens zu kurz und andererseits wurde die Besitzeraufklärung vernachlässigt. Um zukünftig mehr Bewusstsein und Sensibilität für die Wichtigkeit der Hygiene und die Einhaltung von vorgeschriebenen Maßnahmen zu bekommen, ist es unbedingt notwendig, mindestens einmal jährlich – besser sogar halbjährlich – Schulungen und Trainings des gesamten Klinikpersonals durchzuführen (RKI 2016).

Medikamentenordnungssystem

Um Kreuzkontaminationen zu vermeiden, wurde ein Medikamentenordnungssystem entwickelt, welches eine individuelle Zuordnung der Medizinprodukte ermöglichte. Die individuelle Medikamenten-Box sollte nach der Entlassung gereinigt und desinfiziert werden, die angebrochenen Medikamente sollten entsorgt werden. Ob das Personal sich verlässlich an die Vorschriften der Flächendesinfektion und den Umgang mit der Medikamentenbox hielt, lässt sich nicht mit hundertprozentiger Sicherheit bestimmen. Deshalb lässt sich das Infektionsrisiko, welches daraus resultiert, nicht einschätzen. Um eine Aussage über die Desinfektionseffizienz der Oberflächen treffen zu können, müssten Abklatsch-Proben bzw. Abstriche gewonnen und

mikrobiologisch untersucht werden. Letztendlich liegt es in der Verantwortung und im Interesse jeden einzelnen medizinischen Angestellten und der Angehörigen, sich an die Hygienemaßnahmen zu halten. Es handelt sich bei nosokomialen Infektionen um Zoonosen, die auch für den Menschen gefährlich werden können (BAUERFEIND et al. 1992, WESTGATE et al. 2011, WIELER et al. 2011).

5.2.4 Händehygiene

Da die Kontaktübertragung, insbesondere durch Hände, einer der wichtigsten Wege zur Ausbreitung von nosokomialen Infektionen und multiresistenten Erregern darstellt (ALLEGIANZI & PITTET 2009, JANSSE & MORAWITZ 2016, PITTET & BOYCE 2001) wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Händehygienemanagement erstellt. Dieses sollte in der Pferdeklunik eine sinnvolle, wirksame und umsetzbare Anwendung finden, um nosokomiale und daraus resultierende (multiresistente) WI zu reduzieren.

Das Wundinfektionsrisiko nahm durch die Einhaltung des Infektionspräventionskonzeptes im US B signifikant ab. Während das Risiko einer Infektion mit einem ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae Stamm oder *A. baumannii* für beide Indikationsgruppen um ca. 9 % sank, blieb die Infektionsgefahr des MRSA beinahe unverändert. Eine mögliche Begründung könnte darin liegen, dass MRSA auf vielen unterschiedlichen Oberflächen nachgewiesen werden kann, die Kontaktübertragung vielfältigen Einflüssen unterliegt, eine einfache Übertragung durch das Personal gegeben ist und das natürliche Habitat des *S. aureus* leicht zugänglich ist (IBARRA et al. 2008, SIEBER et al. 2011, VINCZE et al. 2014, WEESE et al. 2006). In der Indikationsgruppe mit offenen Verletzungen nahm die Infektionsrate mit MRSA lediglich um 2,9 % im Untersuchungszeitraum B im Vergleich zum Untersuchungszeitraum A ab. Bei den Kolik-Patienten konnte sogar eine geringfügige Zunahme der MRSA-Infektionen im Untersuchungszeitraum B um 3,6 % ermittelt werden. Höchstwahrscheinlich rührt die Diskrepanz von der zu kleinen Anzahl der Patienten in der Gruppe der Kolik-Patienten. Nichtsdestotrotz konnte eine signifikante Minimierung von WI zwischen den Untersuchungszeiträumen nach der Auswertung der Daten mithilfe der multivariablen logistischen Regression ermittelt werden. Demnach nahm das Risiko einer postoperativen WI nach der Einführung des multimodalen Infektionspräventionskonzeptes signifikant ab ($p = 0,033$). Die Abnahme des Infektionsrisikos lag insgesamt für beide Indikationsgruppen bei einer Senkung von 8,9 %. Getrennt betrachtet sank das Risiko auf eine WI bei Kolik-Patienten um insgesamt 12,1 % und bei offenen Verletzungen um 6,7 %. Die Eindämmung von nosokomialen Infektionen scheint durch das eingeführte multimodale Infektionspräventionskonzept positiv beeinflusst worden zu sein, was an der gesunkenen Wundinfektionsrate sowie dem geringeren Anteil an ESBL-Enterobacteriaceae zu erkennen ist. Somit bestätigt sich die aus der Literatur bekannte Empfehlung: Die Einführung eines

Händehygienekonzeptes ist einer der ersten Schritte bei der Eindämmung von Multiresistenzen (AIELLO & LARSON 2002, ALLEGRANZI & PITTET 2009).

Nach der Einführung der Händehygiene-Compliance stieg der Verbrauch an Desinfektionsmittel um 190 % im US B an. Während im US A lediglich 0,6 ml Desinfektionsmittel pro Behandlung verwendet wurde, stieg der Verbrauch im zweiten US auf 2,0 ml. Der durchschnittliche Verbrauch eines Händedesinfektionsmittels beträgt laut Hand-KISS-Verordnung 3 ml (NRZ 2016). Damit liegt der errechnete Verbrauch in der Klinik unter dem statistischen Durchschnitt, was vermuten lässt, dass sich trotz einer entsprechenden Einweisung nicht alle Mitarbeiter an die Hygienevorschriften gehalten haben. Der Erfahrungswert besagt, dass im Schnitt jeder zweite Mitarbeiter die erforderliche Händedesinfektion unterlässt (JANSSE & MORAWITZ 2016), obwohl die Ergebnisse unterschiedlicher Studien unmissverständlich zeigen, dass verbesserte Händedesinfektionsmaßnahmen die Infektionsprävention signifikant verbessern, indem sie entweder die Übertragungskette unterbrechen oder die Erreger abtöten (AIELLO & LARSON 2002, STONE 2001).

Das (veterinär-) medizinische Personal bringt unterschiedliche Gründe für Desinfektionsverweigerung an, z.B. zu hoher Zeitdruck, schlechte Erreichbarkeit des Desinfektionsmittels, Angst vor Hautschäden und Zweifel an der Wirksamkeit (JANSSE & MORAWITZ 2016). Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass regelmäßige Schulungen und Fortbildungen für Mitarbeiter stattfinden, welche an die Vorteile der Händedesinfektion und an die richtige Durchführung erinnern (RKI 2016). Außerdem ist es wichtig, dass das Desinfektionsmittel für Mitarbeiter gut zugänglich zur Verfügung steht. Die Spender sollten so ausgerüstet sein, dass eine berührungslose Bedienung, z. B. mit dem Ellenbogen oder sensorgesteuert, möglich ist. Des Weiteren sollte das Desinfektionsmittel wirksam, hautverträglich und angenehm in der Anwendung sein, um eine hohe Akzeptanz beim Personal zu erreichen (BOYCE 2011, BOYCE et al. 2000, KAMPF & OSTERMEYER 2004, TRAORE et al. 2007).

Neben der Händedesinfektion sind andere Barriere-Maßnahmen wie Mundschutz, Kittel, Handschuhe, Flächen- und Gerätedesinfektion für die Infektionsprävention essenziell (JANSSE & MORAWITZ 2016). Neben den belebten Oberflächen wie Haut und Schleimhaut stellen auch alle unbelebten Flächen, z.B. Böden, Wände, Arzneimittel, Medizinprodukte usw. eine mögliche Quelle für nosokomiale Infektionen dar (BLOOMFIELD & SCOTT 1990, NUNEZ et al. 2000, WEIST et al. 2002). Aus diesem Grund wurde die Desinfektion der wichtigsten Bereiche in dem Hygienemanagement dieser Arbeit vorgesehen. Jedoch bietet die Verwendung von Flächendesinfektionsmitteln einige Fehlerquellen, die zu einer nicht ausreichenden Desinfektionseffizienz führen können. Um eine effiziente Desinfektionsleistung zu erzielen, muss das Desinfektionsmittel exakt dosiert und die Einwirkzeit von einer Stunde sollte nicht

unterschriften werden (RKI 2004); gerade in der Veterinärmedizin empfiehlt es sich, ein Desinfektionsmittel zu verwenden, das DVG-gelistet (Desinfektion in der Veterinärmedizin) ist. Außerdem sollten Gebrauchslösungen immer frisch hergestellt und maximal einen Arbeitstag verwendet werden (AWMF 2015). Auch in diesem Bereich sind regelmäßige Mitarbeiterschulungen durchzuführen.

Zukünftige Verbesserungen

Die Entwicklung und Evaluierung des Händehygienemanagements für eine Pferdeklinik erfolgten in den Jahren 2014 und 2015. Aufgrund dessen, dass die TRBA 260 Richtlinien erst Ende 2017 erschienen, konnte bei der Aufstellung der vorliegenden multimodalen Händehygiene-Compliance nur auf die Vorgaben des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS) aus der Humanmedizin zurückgegriffen werden. Der Vergleich zwischen dem in der vorliegenden Arbeit angewendetem Händehygienemanagement und den nun veröffentlichten Richtlinien für die Veterinärmedizin zeigt, dass die vorliegende Arbeit den Vorgaben in der TRBA 260 im Großen und Ganzen entspricht und auf dem aktuellen Stand ist (GMBI 2017). Einige Schutzmaßnahmen, welche in der TRBA 260 berücksichtigt wurden, fanden in der vorliegenden Arbeit keine Anwendung. Dazu zählen unter anderem der Umgang mit Nahrungs- und Genussmitteln, die Auswahl, Reinigung und Entsorgung der persönlichen Arbeits- bzw. Schutzausrüstung und die Bereitstellung von Umkleieräumen (GMBI 2017). Die Einführung von geeigneter persönlicher Arbeitskleidung, welche nicht in Kontakt mit privat genutzter Kleidung kommt, erscheint bei der Vermeidung von nosokomialen Infektionen und bei der Aufrechterhaltung der Hygienestandards im veterinärmedizinischen Bereich besonders relevant. Neben der entsprechenden Arbeitsbekleidung müssen geeignete Umkleide- und Aufbewahrungsräume, welche eine getrennte Aufbewahrung von Arbeits- und Straßenkleidung erlauben, den Arbeitnehmern zur Verfügung gestellt werden. Bei Verdacht oder nach Feststellen einer Zoonose kann eine zusätzliche Schutzausrüstung erforderlich sein (z. B. Schürzen/Kittel, Stiefel und Augen-, Gesichts- und Atemschutz), welche von Arbeitgebern gut zugänglich zur Verfügung gestellt werden muss. Einen weiteren sehr wichtigen Aspekt beim Unschädlichmachen der nosokomialen Erreger, bildet die richtige Reinigung der Arbeitskleidung, welche die Erreger unschädlich macht und somit eine weitere Ausbreitung in der Umwelt verhindert (z. B. Autoklavieren, γ -Strahlung) (GMBI 2017). Die Berücksichtigung der obengenannten Aspekte kann bei der Verbesserung und Weiterentwicklung des angewendeten multimodalen Interventionspräventionskonzeptes miteinfließen.

Hawthorne-Effekt

Unter dem Hawthorne-Effekt versteht man ein verändertes Verhalten von Studienteilnehmern, sobald sie erfahren, dass sie beobachtet werden bzw. Teilnehmer einer Studie sind. Der Begriff „Hawthorne-Effekt“ findet seinen Ursprung zwischen 1924 und 1932. In diesem Zeitraum führte Professor Elton Mayo in der Fabrik „Western Electric Hawthorne Works“ Experimente durch, mit deren Hilfe er herausfinden wollte, ob sich die Produktivität der Arbeiter bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen ändert. Letztendlich konnte er keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Lichtverhältnissen und der Produktivität feststellen, allerdings beobachtete er, dass Mitarbeiter, die dachten, dass sie bei ihrer Arbeit beobachtet wurden, effektiver und produktiver waren. Zwischenzeitlich wurde eine Vielzahl an Studien zu diesem Thema durchgeführt, die Frage konnte aber bisher nicht abschließend geklärt werden. Nichtsdestotrotz kann die Existenz nicht verleugnet werden (GEDANKENWELT 2018).

Der Hawthorne-Effekt wird vor allem in der Medizin als problematisch empfunden. Sobald Patienten erfahren, dass sie Teil einer Studie sind, ändert sich ihre Wahrnehmung (KLEIST 2006). Bei medizinischen Angestellten kann allein das Wissen über die Beteiligung an einer Studie zu einer positiven Rückkoppelung führen (SCHIPKE et al. 2005). Eckmanns et al. stellten in einer humanmedizinischen Studie zur Händedesinfektion einen höchst signifikanten Hawthorne-Effekt fest. Während in der ersten Untersuchungsperiode die Mitarbeiter nicht wussten, dass sie Teilnehmer einer Studie sind, hatten die Angestellten in der zweiten Periode Kenntnis von der Studie. Die Akzeptanz und Verwendung des Desinfektionsmittels stieg in der zweiten Untersuchungsphase um durchschnittlich 26 % an (ECKMANNNS et al. 2006).

Auch in der vorliegenden Arbeit spielt der Hawthorne-Effekt sicherlich eine große Rolle. Die signifikante Abnahme des Wundinfektionsrisikos wurde demzufolge sowohl durch die Einführung des multimodalen Infektionspräventionskonzeptes als auch durch den Hawthorne-Effekt verursacht (JEANES et al. 2019). Es zeigte sich deutlich in der Interaktion des Klinikpersonales, dass es sich im Untersuchungszeitraum B beobachtet und kontrolliert gefühlt hat. Um die Einflussstärke des Händehygienemanagements allein beurteilen zu können, müssten eine dritte und eventuell vierte Untersuchungsperiode eingeleitet werden. In dieser sollte das veterinärmedizinische Personal erneut einer Schulung unterzogen werden. Im Anschluss an die Einweisung (dritte Periode) bzw. mehrere Monate nach der Schulung (vierte Periode) sollten erneut mikrobiologische Parameter und das Wundinfektionsrisiko der Patienten erfasst werden. Das medizinische Personal darf allerdings keine Kenntnis davon haben, dass sie Teilnehmer einer Studie sind (EL-SAED et al. 2018, VAISMAN et al. 2020).

5.2.5 Diskussion der Ergebnisse aus den Untersuchungszeiträumen A und B nach Intervention

Auswirkung des Infektionspräventionskonzeptes auf Infektionsraten

Durch die Einführung eines Händehygienemanagements konnte zwar die WI-Rate im Untersuchungszeitraum B für beide Indikationsgruppen gesenkt werden, jedoch war diese Änderung im ersten Schritt nicht signifikant. Erst beim Anwenden der multivariablen logistischen Regression zeigte sich eine signifikante Reduktion der WI-Rate nach der Einführung des multimodalen Infektionspräventionskonzeptes. Auffällig ist, dass im Untersuchungszeitraum B zwar der Anteil an WI insgesamt gesunken ist, aber nicht die gruppenspezifische Verteilung.

Im Untersuchungszeitraum A wurden bei 25 Patienten eine WI festgestellt. Dabei gehörten 76 % der Equiden (19 / 25) zur Indikationsgruppe mit Verletzungen und 24 % (6 / 25) zu den Kolik-Patienten. Im Untersuchungszeitraum B dagegen litten 17 Patienten an einer WI. Hier machte der Anteil an WI in der Indikationsgruppe der Verletzungen 70,6 % (12 / 17) aus, während der Anteil der WI bei den Kolik-Patienten auf 29,4 % (5 / 17) stieg. Obwohl dieser Effekt nicht signifikant ist, so verdeutlicht er, dass das Händehygienemanagement vor allem auf die Indikationsgruppe mit offenen Verletzungen einen stärkeren Einfluss ausübt. Würde die Infektionsrate bei beiden Gruppen gleichmäßig abnehmen, würde die relative Verteilung annähernd gleichbleiben. Bei der Indikationsgruppe der Koliker scheint es also einen Faktor zu geben, der die WI-Rate stärker als die Indikationsgruppe oder mangelhafte Hygiene bei der Wundversorgung beeinflusst. Höchstwahrscheinlich handelt es sich bei diesem Faktor um den chirurgischen Eingriff an sich. Sowohl die univariable als auch die multivariable logistische Regression bestätigen diese Annahme. Die univariable logistische Regression zeigte, dass Patienten, an denen ein chirurgischer Eingriff vorgenommen wurde, über ein 33,7-fach erhöhtes WI-Risiko verfügten. Einige Studien belegen, dass die meisten Kontaminationen, die eine postoperative WI hervorrufen, während eines operativen Eingriffs eingebracht werden (KURZ et al. 1996, SANTACHI 2006, SESSLER & AKCA 2002). Die Infektionspräventionsmaßnahmen können somit nicht allein die postoperative Wundversorgung und Händehygienemanagement betreffen, sondern müssen sich vielmehr aus einem ganzheitlichen Konzept, das auch das operative Geschehen und die Sterilisation der Instrumente berücksichtigt, zusammensetzen.

Häufigkeit und Besiedlung der postoperativen Wundinfektionen im Untersuchungszeitraum A und Untersuchungszeitraum B

Insgesamt betrachtet wurde ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Besiedlung der infizierten Bereiche mit MRSA bzw. ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae nachgewiesen.

Während die Indikationsgruppe mit offenen Verletzungen signifikant häufiger mit MRSA besiedelt war, waren die operierten Koliker größtenteils mit ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae kolonisiert. Diese Verteilung entspricht wiederum den natürlichen Habitaten der jeweiligen Spezies (WIELER et al. 2011, WIELER et al. 2011) und der bevorzugten Besiedlung entsprechend dem Operationsort (TROSTLE et al. 2001, WESTGATE et al. 2011).

Auch an der Zusammensetzung des Mikrobioms der Wunden änderte sich für die Kolik-Patienten im Untersuchungszeitraum B wenig. Der Anteil an ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae im Untersuchungszeitraum B blieb mit 80 % fast unverändert, der *A. baumannii*-Anteil sank und der MRSA-Anteil wuchs sogar um 20 %. In der Literatur gibt es mehrere Begründungen, weshalb in dieser Arbeit der MRSA-Anteil in Untersuchungszeitraum B bei Kolik-Patienten angestiegen sein könnte. Koop und Cuny et al. beschreiben in ihren Studien, dass MRSA oft durch die Klinikmitarbeiter übertragen werden kann, manche Mitarbeiter zudem selbst unwissend mit MRSA besiedelt sind (CUNY et al. 2006, KOOP 2016). Des Weiteren muss nach Angaben der Literatur die Tatsache berücksichtigt werden, dass in der vorliegenden Arbeit keine Datenerhebung zu der Keimbelastung von Oberflächen oder klinischen Zubehör durchgeführt wurde. In diesem Zusammenhang zeigen einige Studien, dass MRSA an vielen Orten in einer Klinik nachgewiesen werden kann wie z.B. an Stethoskopen, Tassen oder Tastaturen (IBARRA et al. 2008, KERWAT et al. 2010, NUNEZ et al. 2000, SIEBER et al. 2011, VINCZE et al. 2014, WEIST et al. 2002).

Dagegen veränderte sich die Zusammensetzung der Keimflora der WI in der Indikationsgruppe mit Verletzungen stark. Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum B nur in 41,7 % der Fälle MRE assoziierte WI festgestellt (Untersuchungszeitraum A: 73,7 %). Der Anteil an MRSA blieb zwar in der zweiten Untersuchungsperiode fast unverändert, aber der prozentuelle Anteil an ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae sank in der Indikationsgruppe der Verletzungen um ca. 22 %. Somit scheint die Einhaltung des Händehygienemanagements vor allem auf die Indikationsgruppe der Verletzungen einen positiven Einfluss auszuüben. Die Einhaltung des Hygieneplans verhindert insbesondere die Ausbreitung und / oder Entstehung von ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae und *A. baumannii*. Für MRSA konnte in der vorliegenden Arbeit kein positiver Effekt gezeigt werden. Einige schon genannte Faktoren machen MRSA zu einem besonders resilienten Erreger, der in zukünftigen Untersuchungen fokussiert werden sollte.

5.3 Aufgreifen der Fragen aus der Einleitung / Zielsetzung

Fragestellungen der Zielsetzung

1. Wie häufig sind equine Patienten mit der Indikation Kolik oder traumatischer Verletzung bereits bei der Aufnahme in die Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin mit potenziell nosokomialen Infektionserregern besiedelt?

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass ein bestimmter prozentualer Anteil der Patienten bei Aufnahme in die Klinik schon mit nosokomialen Infektionserregern besiedelt war. In den Tupferabstrichen der Nüstern konnte bei insgesamt 3,5 % der Tiere MRSA, bei 2,6 % ESBL-produzierende Enterobacteriaceae spp. und bei 1,5 % *A. baumannii* festgestellt werden. In den Kotproben konnten 10,7 % ESBL-produzierende Enterobacteriaceae spp., 0,9 % *A. baumannii* und 0,6 % MRSA gefunden werden. Die Wundtupfer zeigten eine Besiedlung von 3,7 % MRSA. Diese Daten zeigen deutlich, dass aufgrund dieser Influx-Rate ein großer Fokus auf die korrekte Hygiene innerhalb einer Klinik gelegt werden sollte.

2. Wie häufig treten Wundinfektionen nach medianer Laparotomie bzw. bei traumatischen Verletzungen auf? Wie viele dieser Wundinfektionen sind mit einem multiresistenten Erreger besiedelt?

In dieser Arbeit konnten insgesamt 42 postoperative Wundinfektionen in beiden Untersuchungszeiträumen detektiert werden. Von diesen 42 Wundinfektionen waren insgesamt 69 % (29 / 42) mit mindestens einem MRE besiedelt.

3. Kann die Händehygiene-Compliance durch Schulungen und die Einführung einer Verbrauchs-Surveillance positiv beeinflusst werden?

In der Arbeit wird deutlich, dass eine Schulung für das Personal und die Einführung einer Verbrauchs-Surveillance sehr stark positiv die Händehygiene-Compliance beeinflusst. Der Gesamtverbrauch ist insgesamt um 190 % im Untersuchungszeitraum zwei angestiegen, allerdings darf hierbei der Hawthorne-Effekt nicht außer Acht gelassen werden.

4. Kann die erhobene Baseline-Inzidenz an Wundinfektionen durch die Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzepts signifikant und nachhaltig gesenkt werden?

In der vorliegenden Arbeit wird deutlich, dass ein zielgerichtetes multimodales Infektionspräventionskonzept zu einer Senkung der postoperativen WI führen kann. Bei der Indikation Kolik, von denen 48 einer Operation unterzogen wurden, erlagen im Untersuchungszeitraum A 30 %

(6 / 20) einer WI. Im Untersuchungszeitraum B waren dies nur noch 17,9 % (5 / 28). Dies entspricht einer beobachteten Senkung von 12,1 %, statistisch war diese Senkung allerdings nicht signifikant ($p = 0,324$). Bei der Indikation der Verletzungen hatten im Untersuchungszeitraum A 31,7 % (19 / 60) eine WI. Im Untersuchungszeitraum B unterlagen 25 % (12 / 48) einer WI. Dies entspricht einer beobachteten Senkung der Infektionsrate um 6,7 %. Statistisch war auch diese Absenkung nicht signifikant gewesen ($p = 0,447$). Unter Berücksichtigung aller Faktoren, die einen Einfluss auf die Inzidenz der Wundinfektion hatten, konnte in dem multivariablen logistischen Regressionsmodell gezeigt werden, dass ein zielgerichtetes Hygienemanagement eine signifikante Verbesserung darstellt ($p = 0,033$). Zudem ist die Gesamtzahl an multiresistenten Erregern in den Folgeuntersuchungen bei allen WI um insgesamt 9,5 % gesunken.

Hypothesen

In der vorliegenden Arbeit konnten beide aufgestellten Arbeitshypothesen bestätigt werden.

- a) Die Händehygiene-Compliance kann positiv beeinflusst werden.
- b) Die Wundinfektionsrate kann durch Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzeptes deutlich verbessert und signifikant gesenkt werden.

Beide Nullhypothesen wurden in dieser Arbeit erfolgreich widerlegt.

- a) Die Händehygiene-Compliance kann nicht positiv beeinflusst werden.
- b) Die Wundinfektionsrate kann durch eine Einführung eines multimodalen Infektionspräventionskonzeptes nicht signifikant gesenkt werden.

5.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die erhobenen Daten dieser Arbeit lassen einige Rückschlüsse über die Bedeutung und Verbreitung von nosokomialen Infektionen zu und geben weitere Anregungen für zukünftige Studien.

Anhand dieser Arbeit wird deutlich, dass die nosokomialen Infektionen und damit einhergehenden postoperativen Wundinfektionen ein nicht zu verachtendes Thema in der Veterinärmedizin sind. Sowohl in der Klinik selbst als auch in der Umwelt sind wir täglich den Risiken von multiresistenten Erregern ausgesetzt. Wie diese Arbeit deutlich zeigt, fungiert der Patient selbst als ein „trojanisches Pferd“ und birgt allein durch seine Ankunft in der Klinik ein neues Potenzial, nosokomiale Infektionserreger einzuschleusen. Umso wichtiger und dringlicher ist es, dass das gesamte klinische Fachpersonal auf dem Gebiet der Hygiene regelmäßig geschult und fortgebildet wird. Die Risiken bei Missachtung der hygienischen Vorschriften betrifft nicht nur die Patienten selbst, sondern auch die Kliniken, die dadurch einen wirtschaftlichen Schaden und Imageverlust erleiden können, und das medizinische Fachpersonal, das sich aufgrund des zoonotischen Potenziales der MRE einem Risiko für die eigene Gesundheit aussetzt. In dieser Arbeit konnte signifikant dargestellt werden, dass zielgerichtete Präventionsmaßnahmen der richtige Weg sind, um nosokomiale Infektionen vorzubeugen und diese in ihrem Auftreten zu minimieren. Gerade im Bereich der Wundversorgung zeigt die Arbeit durch konsequente Einhaltung der Händehygiene eine deutliche Senkung der Infektionsrate.

Aufbauend auf dieser Arbeit wäre es sinnvoll, das bestehende Infektionspräventionskonzept weiter zu evaluieren und regelmäßig anzupassen. Insbesondere das operative Geschehen sollte hierbei miteingeschlossen werden, da chirurgische Eingriffe einen signifikanten Faktor zur Erlangung einer Wundinfektion darstellen. Zusätzlich wäre es sinnvoll regelmäßig mikrobiologische Abklatschproben aus dem klinischen Umfeld zu entnehmen, z.B. von Computertastaturen, Stethoskopen, Patienten-Boxen, dem Operationssaal etc., um weitere Risikofaktoren zu detektieren. Sinnvoll wäre auch ein zusätzliches Ausgangsscreening bei der Patientenentlassung, die Teil des Eingangsscreenings waren. Dadurch hätte man die Möglichkeit festzustellen, ob sich die Zusammensetzung des Mikrobioms signifikant verändert und wie viele Patienten im Laufe ihres Klinikaufenthaltes einen MRE erworben haben. Dadurch wäre man auch in der Lage, weitere Risikofaktoren zu evaluieren. Interessant wäre auch eine Studie zu einer alternativen Wundversorgung, wie z.B. mit Honig oder einer Phagen-Therapie, damit der Einsatz von Antibiotika nachhaltig reduziert werden kann (EGGIMANN et al. 2015, SWEDISH-VETERINARY-ASSOCIATION 2013).

Zu den Risikopatienten, die einer besonderen Beachtung und Behandlung bedürfen, zählen alle Equiden, die entweder einem chirurgischen Eingriff unterzogen wurden oder aber eine

Vormedikation mit Antibiotika erhalten bzw. in der Vergangenheit stationär behandelt wurden. Pferde hohen Alters und / oder übergewichtige Tiere sind ebenfalls gegenüber Wundinfektionen anfälliger. Insbesondere obengenannte Risikogruppen bedürfen bei der stationären Behandlung und Wundversorgung einer exakten Einhaltung der Hygienestandards und müssen eventuell isoliert gehalten werden. Durch die Eingrenzung von Risikogruppen, die durch eine erhöhte Wundinfektionsrate charakterisiert sind, kann die Ausbreitung von MRE effizient reduziert werden.

Im Rahmen einer Weiterführung dieser Arbeit wäre es sinnvoll das bestehende Infektionspräventionskonzept weiter zu evaluieren, anzupassen und darauf aufbauende Maßnahmen zu entwickeln. Dabei sollte auch das operative Geschehen mit einbezogen werden. Des Weiteren wäre es interessant eine ähnliche Studie durchzuführen und das Eingangsscreening durch ein Ausgangsscreening zu ergänzen, um somit die Veränderung der Keimflora der Patienten während des Klinikaufenthaltes zu ermitteln und aus der Differenz eine Klinikflora abzuleiten. Im Hinblick auf die Korrelation zwischen dem Einsatz von Antibiotika und einer WI wäre es sinnvoll eine Studie über alternative Wundversorgungen durchzuführen und somit nachhaltig den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren.

6 Zusammenfassung

Prospektive Interventionsstudie für die Entwicklung multimodaler Präventionsmaßnahmen zur Risikominimierung von nosokomialen Infektionen in der Pferdeklunik

Nosokomiale Infektionen und die damit einhergehende Problematik der Besiedlung von Patienten mit multiresistenten Erregern (MRE) stellt immer mehr eine ernst zu nehmende Herausforderung sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin dar. Gerade in Pferdekliniken haben NI in den letzten Jahren zugenommen, weshalb ein Hygienemanagement zur Prävention von Wundinfektionen eine immer größere Bedeutung bekommt. Pferdekliniken stellen hierbei aufgrund der tierartspezifischen Anforderungen eine besondere Herausforderung dar, während Kleintierkliniken viele Erkenntnisse aus der Humanmedizin übertragen können. Besonders im Zusammenhang mit Wundinfektionen beim Pferd treten die klassischen opportunistischen und zoonotischen Pathogene wie z.B. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) und Extended Spectrum Beta-Laktamase (ESBL-) produzierende Entereobacteriaceae auf. Vor diesem Hintergrund war es Ziel dieser Arbeit, ein multimodales Hygienemanagement im Zusammenhang mit SOPs zu entwickeln, welches in der Pferdeklunik eine wirksame und umsetzbare Anwendung finden kann und somit zu einer Reduzierung von Wundinfektionen beitragen soll.

In dieser Studie wurde bei insgesamt 341 equinen Patienten in den Jahren 2014 und 2015 ein Eingangsscreening mittels nasaler Tupferproben und Kotproben für eine mikrobiologische Untersuchung durchgeführt und ein Status quo der mitgebrachten Keimflora ermittelt. Eingeschlossen wurden alle Patienten die mit der Indikation Kolik (n = 233) oder mit einer offenen Verletzung (n = 108) in der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin vorstellig wurden. Zusätzlich erfolgte bei allen Verletzungen im Rahmen des Screenings eine Probennahme aus dem Zentrum der Wunde. Das Studiendesign untergliederte sich in drei verschiedene Abschnitte: Untersuchungszeitraum A im Jahr 2014, einer darauffolgenden Intervention und damit verbunden die Einführung der im Untersuchungszeitraum A entwickelten neuen Hygienemaßnahmen in Form von SOPs und anschließend Untersuchungszeitraum B im Jahr 2015. Der Fokus der SOPs für die Intervention wurde dabei auf die Verbesserung der Händehygiene-Compliance gelegt und der Verbrauch an Desinfektionsmitteln in den Untersuchungszeiträumen A und B ermittelt. Zusätzlich wurde in beiden Untersuchungszeiträumen eine aktive Surveillance von postoperativen Wundinfektionen durchgeführt und alle detektierten Infektionen einer mikrobiologischen Folgeuntersuchung unterzogen. Dadurch konnte die Infektionsrate und Belastung mit multiresistenten Erregern (MRE) in den

Untersuchungszeiträumen A und B miteinander verglichen werden. Einbezogen wurden zusätzlich verschiedenen Risikofaktoren auf das Erlangen einer Wundinfektion wie die Aufenthaltsdauer, der chirurgische Eingriff und die Inzisionslänge, eine Vorbehandlung mit Antibiotika sowie Alter und Gewicht.

Die Auswertungen des Eingangsscreenings zeigten, dass 3,5 % der Patienten bereits mit MRSA bei Einlieferung in die Klinik belastet waren und 10,7 % positiv auf ESBL-produzierende Enterobacteriaceae getestet wurden. Die Abstriche der Wunden zeigten eine Keimbelastung von 3,7 % mit MRSA, 1,9 % mit ESBL-produzierenden Enterobacteriaceae und 0,9 % mit *Acinetobacter baumannii* (*A. baumannii*) bei Aufnahme in die Klinik. Im Rahmen der Studie wurden mehrere Faktoren identifiziert, die das Wundinfektionsrisiko im signifikanten Maße beeinflussten. Die Aufenthaltsdauer erhöhte sich um das Doppelte bei Patienten mit einer Wundinfektion ($p = 0,001$), ein chirurgischer Eingriff beeinflusste signifikant das Erlangen einer Infektion ($p < 0,005$) und wies damit verbunden ein 33,7-fach erhöhtes Wundinfektionsrisiko auf. Auch die stationäre Behandlung einerseits ($p < 0,005$) und die Vorbehandlung mit Antibiotika vor der Kliniküberweisung ($p = 0,002$) andererseits beeinflussten das Wundinfektionsrisiko. Zudem konnten das Alter ($p = 0,006$) und das Gewicht ($p = 0,0037$) als Risikofaktoren ermittelt werden. Insgesamt konnten 42 Infektionen in den Untersuchungszeiträumen A und B detektiert werden, wovon 69 % mit mindestens einem MRE besiedelt waren. Durch die Einführung des zielgerichteten Hygienemanagements und der dazugehörigen SOPs konnte eine deutliche Senkung von Wundinfektionen erzielt werden ($p = 0,033$). Bei der Indikation Kolik, von denen 48 Patienten einer Laparotomie unterzogen wurden, erlagen im Untersuchungszeitraum A 30 % der Patienten einer Wundinfektion, im Untersuchungszeitraum B nur noch 17,9 %. Bei der Indikation der Verletzungen entwickelten im Untersuchungszeitraum A 31,7 % der Patienten eine Wundinfektion und nur 25 % im Untersuchungszeitraum B. Dies entsprach einer Gesamtabnahme der Infektionsrate um 8,9 % in US B nach Intervention. Zudem sank die Gesamtzahl an MRE in den Folgeuntersuchungen der Wundinfektionen um 9,5 %. Die Haupteckenerkenntnis aus diesen Daten war, dass zielgerichtete Maßnahmen, v.a. die Steigerung der Händehygiene-Compliance, einen großen Einfluss auf die Risikominimierung von Wundinfektionen haben mussten, der Verbrauch an Desinfektionsmitteln stieg in dieser Studie im Untersuchungszeitraum B um 190 % an.

7 Summary

Prospective intervention study for the development of multimodal prevention measures to minimise the risk of nosocomial infections in the equine clinic

Nosocomial infections and the associated problem of colonisation of patients with multi-resistant pathogens (MRP) is becoming an increasingly serious challenge in both human and veterinary medicine. Especially in equine clinics, nosocomial infections have increased in recent years, which is why hygiene management for the prevention of wound infections is becoming increasingly important. Horse clinics represent a special challenge due to the specific requirements of the species, while small animal clinics can transfer many findings from hominid medicine. This is especially true in connection with wound infections in horses, where the classical opportunistic and zoonotic pathogens such as methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and extended spectrum beta-lactamase (ESBL-) producing Enterobacteriaceae occur. Against this background, the aim of the work was to develop multimodal hygiene management in connection with Standard Operating Procedures (SOPs), which can be applied effectively and practicably in the equine clinic and thus contribute to a reduction of wound infections.

In this study, a total of 341 equine patients were screened in both 2014 and 2015 using nasal swab samples and faeces for microbiological examination and a status quo of the microbial flora brought along was determined. All patients with the indication colic (n = 233) or with an open injury (n = 108) were included. In addition, a sample was taken from the center of the wound for all injuries within the scope of the screening. The study design was divided into three different sections: Investigation Period A in 2014, a subsequent intervention and the associated introduction of the new hygiene measures developed in Investigation Period A in the form of SOPs, and then Investigation Period B in 2015. The focus of the SOPs for the intervention was placed on improving hand hygiene compliance and the consumption of disinfectants in Investigation Periods A and B was determined. In addition, an active surveillance of postoperative wound infections was conducted in both study periods and all detected infections were subjected to a microbiological follow-up examination. This made it possible to compare the infection rate and exposure to MRP in Investigation Periods A and B. In addition, various risk factors for acquiring a wound infection were included, such as the length of stay, the surgical procedure and the length of the incision, pre-treatment with antibiotics, age and weight.

The evaluations of the initial screening showed that 3,5 % of the patients were already contaminated with MRSA on admission to the clinic and 10,7 % tested positive for ESBL-producing

Enterobacteriaceae. The swabs of the wounds showed a germ load of 3,7 % with MRSA, 1,9 % with ESBL and 0,9 % with *A. baumannii* on admission to the clinic. The study identified several factors that significantly influenced the risk of wound infection. The length of stay was twice as long in patients with a wound infection ($p = 0,001$), surgical intervention significantly influenced the attainment of infection ($p < 0,005$) and associated with this, the risk of wound infection was 33,7 times higher. In-patient treatment on the one hand ($p < 0,005$) and pre-treatment with antibiotics prior to hospitalization ($p = 0,002$) also influenced the risk. In addition, age ($p = 0,006$) and weight ($p = 0,0037$) were determined as risk factors. A total of 42 infections were detected in IP A and IP B, 69 % of them were colonised with at least one MRP. The introduction of targeted hygiene management and the associated SOPs led to a significant reduction in wound infections ($p = 0,033$). In the indication colic, of which 48 underwent a laparotomy, 30 % of patients in Investigation Period A succumbed to a wound infection, in Investigation Period B only 17,9 %. In the indication of injuries, 31,7 % of patients developed a wound infection in IP A and only 25 % in IP B. This corresponded to an overall reduction in the infection rate of 8,9 % in IP B after intervention. In addition, the total number of MRP in the follow-up examinations of the infections decreased by 9,5 %. The main conclusion to be drawn from this data was that targeted measures, especially increasing hand hygiene compliance, have a major impact on minimizing the risk of wound infections; in this study, the consumption of disinfectants increased by 190 % in Investigation Period B.

8 Literaturverzeichnis

- ADAM, E. N. and L. L. SOUTHWOOD (2006). "Surgical and traumatic wound infections, cellulitis, and myositis in horses." Veterinary Clinics of North America-Equine Practice **22**(2): 335-361.
- AHERN, B. J. and D. W. RICHARDSON (2012). Surgical Site Infection and the Use of Antimicrobials. Equine Surgery. Auer and Stick, Elsevier Saunders. **4**.
- AIELLO, A. E. and E. L. LARSON (2002). "What is the evidence for a causal link between hygiene and infections?" The Lancet infectious diseases **2**(2): 103-110.
- AKTION-SAUBERE-HÄNDE (o. J., 19.04.2018). "Beobachtung der Compliance." from <http://www.aktion-sauberehaende.de/ash/messmethoden/beobachtung-der-compliance/>.
- ALBERTI, C., C. BRUN-BUISSON, H. BURCHARDI, C. MARTIN, et al. (2002). "Epidemiology of sepsis and infection in ICU patients from an international multicentre cohort study." Intensive Care Medicine **28**(2): 108-121.
- ALLEGIANZI, B. and D. PITTET (2009). "Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention." Journal of Hospital Infection **73**(4): 305-315.
- AMABILE-CUEVAS, C. F. (2003). "New antibiotics and new resistance - In many ways, the fight against antibiotic resistance is already lost; preventing bacterial disease requires thoughtful new approaches." American Scientist **91**(2): 138-149.
- ANDERSON, M. E., S. L. LEFEBVRE, S. C. RANKIN, H. ACETO, et al. (2009). "Retrospective multicentre study of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in 115 horses." Equine Veterinary Journal **41**(4): 401-405.
- ARANAZ-ANDRES, J. M., C. AIBAR-REMON, J. VITALLER-MURILLO, P. RUIZ-LOPEZ, et al. (2008). "Incidence of adverse events related to health care in Spain: results of the Spanish National Study of Adverse Events." Journal of Epidemiology and Community Health **62**(12): 1022-1029.
- AWMF (2015). Hygienische Anforderungen an Hausreinigung und Flächendesinfektion, Arbeitskreis "Krankenhaus- & Praxishygiene" der AWMF.
- BAGCIGIL, F. A., A. MOODLEY, K. E. BAPTISTE, V. F. JENSEN, et al. (2007). "Occurrence, species distribution, antimicrobial resistance and clonality of methicillin- and erythromycin-resistant staphylococci in the nasal cavity of domestic animals." Veterinary Microbiology **121**(3-4): 307-315.
- BAKER, J. R. (1969). "An Outbreak of Salmonellosis Involving Veterinary Hospital Patients." Veterinary Record **85**(1): 8-10.
- BAPTISTE, K. E., K. WILLIAMS, N. J. WILLIAMS, A. WATTRET, et al. (2005). "Methicillin-resistant staphylococci in companion animals." Emerging Infectious Diseases **11**(12): 1942-1944.

- BARTMANN, C. P., K. BUBECK, S. GEORGIADIS and E. DEEGEN (2003). "Verbesserung der Heilung der Bauchwunde nach medianer Laparotomie beim Pferd." Pferdeheilkunde **19**(4): 351-358.
- BAUERFEIND, R., L. H. WIELER, R. WEISS and G. BALJER (1992). "Comparative plasmid profile analysis of *Salmonella typhimurium* var. Copenhagen strains from a Salmonella outbreak in hospitalized horses." Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift **105**(2): 38-42.
- BAUGHMAN, R. P. (2002). "Antibiotic resistance in the intensive care unit." Current Opinion in Critical Care **8**(5): 430-434.
- BAUMANN, P. (1968). "Isolation of *Acinetobacter* from soil and water." Journal of Bacteriology **96**(1): 39-42.
- BEARD, L. A. (2010). "Multiple drug resistant bacteria in equine medicine: An emerging problem." Equine Veterinary Education **22**(6): 287-289.
- BENEDICT, K. M., P. S. MORLEY and D. C. VAN METRE (2008). "Characteristics of biosecurity and infection control programs at veterinary teaching hospitals." Journal of the American Veterinary Medical Association **233**(5): 767-773.
- BENVENISTE, R. and J. DAVIES (1973). "Mechanisms of antibiotic resistance in bacteria." Annual Review of Biochemistry **42**: 471-506.
- BERGSTROM, K., A. ASPAN, A. LANDEN, C. JOHNSTON, et al. (2012). "The first nosocomial outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses in Sweden." Acta Veterinaria Scandinavica **54**(11).
- BERGSTROM, K., B. BENGTSSON, A. NYMAN and U. G. ANDERSSON (2013). "Longitudinal study of horses for carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* following wound infections." Veterinary Microbiology **163**(3-4): 388-391.
- BEYERSMANN, J., P. GASTMEIER, H. GRUNDMANN, S. BARWOLFF, et al. (2006). "Use of multistate models to assess prolongation of intensive care unit stay due to nosocomial infection." Infection Control and Hospital Epidemiology **27**(5): 493-499.
- BEYERSMANN, J., P. GASTMEIER, H. GRUNDMANN, S. BARWOLFF, et al. (2008). "Transmission-associated nosocomial infections: Prolongation of intensive care unit stay and risk factor analysis using multistate models." American Journal of Infection Control **36**(2): 98-103.
- BLOOMFIELD, S. F. and E. SCOTT (1990). "The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands and utensils." Journal of Applied Microbiology **68**(3): 271-278.
- BOERLIN, P. (2004). "Molecular epidemiology of antimicrobial resistance in veterinary medicine: where do we go?" Animal Health Research Reviews **5**(1): 95-102.
- BOERLIN, P., S. EUGSTER, F. GASCHEN, R. STRAUB, et al. (2001). "Transmission of opportunistic pathogens in a veterinary teaching hospital." Veterinary Microbiology **82**(4): 347-359.
- BORTOLAMI, A., N. J. WILLIAMS, C. M. MCGOWAN, P. G. KELLY, et al. (2017). "Environmental surveillance identifies multiple introductions of MRSA CC398 in an Equine Veterinary Hospital in the UK, 2011-2016." Scientific Reports **7**(1): 5499.

- BOYCE, J. M. (2011). "Measuring Healthcare Worker Hand Hygiene Activity: Current Practices and Emerging Technologies." Infection Control and Hospital Epidemiology **32**(10): 1016-1028.
- BOYCE, J. M., S. KELLIHER and N. VALLANDE (2000). "Skin irritation and dryness associated with two hand-hygiene regimens: Soap-and-water hand washing versus hand antiseptics with an alcoholic hand gel." Infection Control and Hospital Epidemiology **21**(7): 442-448.
- BOYCE, J. M. and D. PITTET (2002). "Guideline for hand hygiene in health-care settings: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force." American Journal of Infection Control **30**(8): 1-46.
- BROWN, D. C., M. G. CONZEMIUS, F. SHOFER and H. SWANN (1997). "Epidemiologic evaluation of postoperative wound infections in dogs and cats." Journal of the American Veterinary Medical Association **210**(9): 1302-1306.
- BUNDESMINISTERIUM-FÜR-GESUNDHEIT (2000). Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention (NIDEP-Studie) Teil 2: Studie zur Einführung eines Qualitätsmanagementprogrammes., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- BURGESS, B. A., P. S. MORLEY and D. R. HYATT (2004). "Environmental surveillance for *Salmonella enterica* in a veterinary teaching hospital." Journal of the American Veterinary Medical Association **225**(9): 1344-1348.
- BURSTINER, L. C., M. FAIRES and J. S. WEESE (2010). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in personnel attending a veterinary surgery conference." Veterinary Surgery **39**(2): 150-157.
- BUSH, K. and T. PALZKILL (2017, 17.11.2017). "β-Lactamase Classification and Amino Acid Sequences for TEM, SHV and OXA Extended-Spectrum and Inhibitor Resistant Enzymes." from <http://www.lahey.org/studies/>.
- CABRERA, R., J. RUIZ, F. MARCO, I. OLIVEIRA, et al. (2004). "Mechanism of Resistance to Several Antimicrobial Agents in *Salmonella* Clinical Isolates Causing Traveler's Diarrhea." Antimicrobial Agents and Chemotherapy **48**(10): 3934–3939.
- CARSTANJEN, B. and T. FERENCZ (2010). "Verbandstechniken bei komplizierten Wunden." Praktische Tierarzt **91**(11): 974-980.
- CARTER, J. D., D. W. HIRD, T. B. FARVER and C. A. HJERPE (1986). "Salmonellosis in Hospitalized Horses - Seasonality and Case Fatality Rates." Journal of the American Veterinary Medical Association **188**(2): 163-167.
- CEFAI, C., S. ASHURST and C. OWENS (1994). "Human Carriage of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Linked with Pet Dog." The Lancet **344**(8921): 539-540.
- CONLY, J. (2002). "Antimicrobial resistance in Canada." Canadian Medical Association Journal **167**(8): 885-891.
- COOKE, C. L., R. S. SINGER, S. S. JANG and D. C. HIRSH (2002). "Enrofloxacin resistance in *Escherichia coli* isolated from dogs with urinary tract infections." Journal of the American Veterinary Medical Association **220**(2): 190-192.

- CORNELL, K. (2011). Wound healing. Veterinary Surgery: Small Animals. Tobias and Johnston, Elsevier: 125-134.
- COSTA, S. F., J. WOODCOCK, M. GILL, R. WISE, et al. (2000). "Outer-membrane proteins pattern and detection of beta-lactamases in clinical isolates of imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii* from Brazil." International Journal of Antimicrobial Agents **13**(3): 175-182.
- COUDRON, P. E., C. G. MAYHALL, R. R. FACKLAM, A. C. SPADORA, et al. (1984). "*Streptococcus-Faecium* Outbreak in a Neonatal Intensive-Care Unit." Journal of Clinical Microbiology **20**(6): 1044-1048.
- CUNY, C., J. KUEMMERLE, C. STANEK, B. WILLEY, et al. (2006). "Emergence of MRSA infections in horses in a veterinary hospital: strain characterisation and comparison with MRSA from humans." Eurosurveillance **11**(1): 44-47.
- CUNY, C., B. STROMMINGER, W. WITTE and C. STANEK (2008). "Clusters of infections in horses with MRSA ST1, ST254, and ST398 in a veterinary hospital." Microbial Drug Resistance **14**(4): 307-310.
- DALLAP SCHAEER, B. L., H. ACETO and S. C. RANKIN (2010). "Outbreak of Salmonellosis Caused by *Salmonella enterica* Serovar Newport MDR-AmpC in a Large Animal Veterinary Teaching Hospital." Journal of Veterinary Internal Medicine **24**(5): 1138-1146.
- DAMBORG, P., P. MARSKAR, K. E. BAPTISTE and L. GUARDABASSI (2012). "Faecal shedding of CTX-M-producing *Escherichia coli* in horses receiving broad-spectrum antimicrobial prophylaxis after hospital admission." Veterinary Microbiology **154**(3-4): 298-304.
- DARGATZ, D. A. and J. L. TRAUB-DARGATZ (2004). "Multidrug-resistant *Salmonella* and nosocomial infections." Veterinary Clinics of North America-Equine Practice **20**(3): 587-600.
- DARNAUD, S. J. M., L. L. SOUTHWOOD, H. W. ACETO, D. STEFANOVSKI, et al. (2016). "Are horse age and incision length associated with surgical site infection following equine colic surgery?" The Veterinary Journal **217**(Supplement C): 3-7.
- DIJKSHOORN, L., A. NEMEC and H. SEIFERT (2007). "An increasing threat in hospitals: multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*." Nature Reviews Microbiology **5**(12): 939-951.
- DIK, J. H., B. SINHA, M. LOKATE, J. R. LO-TEN-FOE, et al. (2016). "Positive impact of infection prevention on the management of nosocomial outbreaks at an academic hospital." Future Microbiology **11**: 1249-1259.
- DOHERTY, T. and A. VALVERDE (2006). Preoperative evaluation. Manual of Equine Anesthesia and Analgesia. Doherty and Valverde, Blackwell Publishing Ltd: 3.
- DUNOWSKA, M., P. S. MORLEY, J. L. TRAUB-DARGATZ, M. A. DAVIS, et al. (2007). "Comparison of *Salmonella enterica* serotype Infantis isolates from a veterinary teaching hospital." Journal of Applied Microbiology **102**(6): 1527-1536.
- DWYER, R. M. (2009). Control of *Salmonella* and Nosocomial Infections. Current Therapy in Equine Medicine. Robinson and Sprayberry. Saunders Elsevier: 132-138

- ECKMANN, T., J. BESSERT, M. BEHNKE, P. GASTMEIER, et al. (2006). "Compliance with antiseptic hand rub use in intensive care units: The Hawthorne effect." Infection Control and Hospital Epidemiology **27**(9): 931-934.
- EGGIMANN, P., J.-L. PAGANI, L. SERAVALLI, J.-P. REVELLY, et al. (2015). "Neue Therapiestrategien gegen antibiotikaresistente Bakterienstämme: Die Behandlung komplexer Infektionen in der Intensivmedizin." Schweizerisches Medizin Forum **15**(6): 124-128.
- EGGIMANN, P. and D. PITTET (2001). "Infection control in the ICU." Chest Journal **120**(6): 2059-2093.
- EKIRI, A. B., R. J. MACKAY, J. M. GASKIN, D. E. FREEMAN, et al. (2009). "Epidemiologic analysis of nosocomial *Salmonella* infections in hospitalized horses." Journal of the American Veterinary Medical Association **234**(1): 108-119.
- EL-SAED, A., S. NOUSHAD, E. TANNOUS, F. ABDIRIZAK, et al. (2018). "Quantifying the Hawthorne effect using overt and covert observation of hand hygiene at a tertiary care hospital in Saudi Arabia." American Journal of Infection Control **46**(8): 930-935.
- EMORI, T. G., D. H. CULVER, T. C. HORAN, W. R. JARVIS, et al. (1991). "National Nosocomial Infections Surveillance System (Nnis) - Description of Surveillance Methods." American Journal of Infection Control **19**(1): 19-35.
- EMORI, T. G. and R. P. GAYNES (1993). "An overview of nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory." Clinical Microbiology Reviews **6**(4): 428-442.
- ERBAY, H., A. N. YALCIN, S. SERIN, H. TURGUT, et al. (2003). "Nosocomial infections in intensive care unit in a Turkish university hospital: a 2-year survey." Intensive Care Medicine **29**(9): 1482-1488.
- EUGSTER, S., P. SCHAWALDER, F. GASCHEN and P. BOERLIN (2004). "A prospective study of postoperative surgical site infections in dogs and cats." Veterinary Surgery **33**(5): 542-550.
- FINKELSTEIN, R., G. REINHERTZ, N. HASHMAN and D. MERZBACH (1993). "Outbreak of *Candida-Tropicalis* Fungemia in a Neonatal Intensive-Care Unit." Infection Control and Hospital Epidemiology **14**(10): 587-590.
- FRANCEY, T., F. GASCHEN, J. NICOLET and A. P. BRUNENS (2000). "The role of *Acinetobacter baumannii* as a nosocomial pathogen for dogs and cats in an intensive care unit." Journal of Veterinary Internal Medicine **14**(2): 177-183.
- FRANK, I. A. E. (2019). Hygieneanalyse in einer Pferdeklinik, Leipzig, Dissertation.
- GARCIA-ALVAREZ, L., S. DAWSON, B. COOKSON and P. HAWKEY (2012). "Working across the veterinary and human health sectors." Journal of Antimicrobial Chemotherapy **67**: 137-149.
- GARNER, J. S., W. R. JARVIS, T. G. EMORI, T. C. HORAN, et al. (1988). "CDC Definitions for Nosocomial Infections, 1988." American Journal of Infection Control **16**(3): 128-140.
- GASTMEIER, P., F. DASCHNER and H. RÜDEN (2005). "Reduktion nosokomialer Infektionen durch Surveillance: Nationale Referenzdaten durch das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System." Deutsches Ärzteblatt **102**(30): A-2098 - A - 2101.

- GASTMEIER, P., C. GEFFERS, M. HERRMANN, S. LEMMEN, et al. (2016). "Nosokomiale Infektionen und Infektionen mit multiresistenten Erregern – Häufigkeit und Sterblichkeit." Deutsche Medizinische Wochenschrift **141**(6): 421-426.
- GASTMEIER, P., F. SCHWAB, D. SOHR, M. BEHNKE, et al. (2009). "Reproducibility of the surveillance effect to decrease nosocomial infection rates." Infection Control and Hospital Epidemiology **30**(10): 993-999.
- GASTMEIER, P., D. SOHR, C. GEFFERS, I. ZUSCHNEID, et al. (2005). "Letalität auf deutschen Intensivstationen: Mit oder wegen nosokomialer Infektion?" Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie **40**(5): 267-272.
- GAYNES, R. P., D. H. CULVER, T. G. EMORI, T. C. HORAN, et al. (1991). "The National Nosocomial Infections Surveillance System - Plans for the 1990s and Beyond." American Journal of Medicine **91**: S116-S120.
- GEDANKENWELT (2018). "Der Hawthorne-Effekt: Wir verändern uns, sobald wir von anderen beobachtet werden." from <https://gedankenwelt.de/der-hawthorne-effekt-wir-veraendern-uns-sobald-wir-von-anderen-beobachtet-werden/>.
- GEFFERS, C. and P. GASTMEIER (2011). "Nosocomial infections and multidrug-resistant organisms in Germany: epidemiological data from KISS (the Hospital Infection Surveillance System)." Deutsches Ärzteblatt International **108**(6): 87-93.
- GEFFERS, C., D. SOHR and P. GASTMEIER (2008). "Mortality Attributable to Hospital-Acquired Infections Among Surgical Patients." Infection Control and Hospital Epidemiology **29**(12): 1167-1170.
- GEHRLEIN, M., H. LEYING, W. CULLMANN, S. WENDT, et al. (1991). "Imipenem Resistance in *Acinetobacter-Baumannii* Is Due to Altered Penicillin-Binding Proteins." Chemotherapy **37**(6): 405-412.
- GERNER-SMIDT, P. and I. TJERNBERG (1993). "*Acinetobacter* in Denmark: II. Molecular studies of the *Acinetobacter calcoaceticus-Acinetobacter baumannii* complex." Acta Pathologica Microbiologica Immunologica Scandinavica **101**(11): 826-832.
- GEUBBELS, E. L. P. E., N. J. D. NAGELKERKE, A. J. MINTJES-DE GROOT, C. M. J. E. VANDENBROUCKE-GRAULS, et al. (2006). "Reduced risk of surgical site infections through surveillance in a network." International Journal for Quality in Health Care **18**(2): 127-133.
- GIEDRAITIENE, A., A. VITKAUSKIENE, R. NAGINIENE and A. PAVILONIS (2011). "Antibiotic resistance mechanisms of clinically important bacteria." Medicina (Kaunas) **47**(3): 137-146.
- GIROU, E., F. STEPHAN, A. NOVARA, M. SAFAR, et al. (1998). "Risk factors and outcome of nosocomial infections: Results of a matched case-control study of ICU patients." American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine **157**(4): 1151-1158.
- GMBI (2017). TRBA 260 "Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Veterinärmedizin und bei vergleichbaren Tätigkeiten", Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe.

- GOMEZ, J. H. and R. R. HANSON (2005). "Use of dressings and bandages in equine wound management." Veterinary Clinics of North America-Equine Practice **21**(1): 91-+.
- GREEN, J. W. and R. P. WENZEL (1977). "Postoperative Wound Infection: A Controlled Study of the Increased Cost of Hospitalization." Annual Surgery **185**(3): 264-268.
- HALEY, R. W. (1991). "Measuring the Costs of Nosocomial Infections - Methods for Estimating Economic Burden on the Hospital." American Journal of Medicine **91**: 32-38.
- HALEY, R. W., D. H. CULVER, W. M. MORGAN, J. W. WHITE, et al. (1985). "Identifying Patients at High-Risk of Surgical Wound-Infection - a Simple Multivariate Index of Patient Susceptibility and Wound Contamination." American Journal of Epidemiology **121**(2): 206-215.
- HALEY, R. W., D. H. CULVER, J. W. WHITE, W. M. MORGAN, et al. (1985). "The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals." American Journal of Epidemiology **121**(2): 182-205.
- HALEY, R. W., D. QUADE, H. E. FREEMAN and J. V. BENNETT (1980). "Study on the Efficacy of Nosocomial Infection Control (Senic Project) - Summary of Study Design." American Journal of Epidemiology **111**(5): 472-485.
- HAMILTON, H. W., K. R. HAMILTON and F. J. LONE (1977). "Preoperative Hair Removal." Canadian Journal of Surgery **20**(3): 269-271, 274-275.
- HAWKEY, P. M. (2000). "Mechanisms of resistance to antibiotics." Intensive Care Medicine **26**: S9-S13.
- HENNINGER, R. W., S. M. REED, W. J. SAVILLE, G. P. ALLEN, et al. (2007). "Outbreak of neurologic disease caused by equine herpesvirus-1 at a university equestrian center." Journal of Veterinary Internal Medicine **21**(1): 157-165.
- HORAN, T. C., M. ANDRUS and M. A. DUDECK (2008). "Centers for Disease Control and Prevention/National Healthcare Safety Network surveillance definition of healthcare-associated infection and criteria for specific types of infection in the acute care setting." American Journal of Infection Control **36**(5): 309-332.
- HUEBNER, J., G. B. PIER, J. N. MASLOW, E. MULLER, et al. (1994). "Endemic Nosocomial Transmission of *Staphylococcus-Epidermidis* Bacteremia Isolates in a Neonatal Intensive-Care Unit over 10 Years." Journal of Infectious Diseases **169**(3): 526-531.
- HYGIENEVERORDNUNG (2012). Verordnung zur Regelung der Hygiene in medizinischen Einrichtungen (Hygieneverordnung). Berlin, Krankenhaushygiene.
- IBARRA, M., T. FLATT, D. VAN MAELE, A. AHMED, et al. (2008). "Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Nasal Carriage in Healthcare Workers." Pediatric Infectious Disease Journal **27**(12): 1109-1111.
- ITO, T., K. HIRAMATSU, A. TOMASZ, H. DE LENCASTRE, et al. (2012). "Guidelines for Reporting Novel *mecA* Gene Homologues." Antimicrobial Agents and Chemotherapy **56**(10): 4997-4999.
- JANSSE, S. and D. MORAWITZ (2016). "Hygiene management in veterinary clinics and practises: a focus on infection prevention." Kleintierpraxis **61**(1): 5-16.

- JEANES, A., P. G. COEN, D. J. GOULD and N. S. DREY (2019). "Validity of hand hygiene compliance measurement by observation: A systematic review." American Journal of Infection Control **47**(3): 313-322.
- JENKINS, S. G. (1996). "Mechanisms of bacterial antibiotic resistance." New Horizons **4**(3): 321-332.
- JOHNSON, J. A. (2002). "Nosocomial infections." Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice **32**(5): 1101-1126.
- KAMPF, G., S. ADENA, H. RUDEN and K. WEIST (2003). "Inducibility and potential role of *MecA*-gene-positive oxacillin-susceptible *Staphylococcus aureus* from colonized healthcare workers as a source for nosocomial infections." Journal of Hospital Infection **54**(2): 124-129.
- KAMPF, G. and C. OSTERMEYER (2004). "Efficacy of alcohol-based gels compared with simple hand wash and hygienic hand disinfection." Journal of Hospital Infection **56**: 13-15.
- KAYE, K. S., K. SCHMIT, C. PIEPER, R. SLOANE, et al. (2005). "The effect of increasing age on the risk of surgical site infection." Journal of Infectious Diseases **191**: 1056-1062.
- KERWAT, K., J. GRAF and H. WULF (2010). "Krankenhaushygiene – Nosokomiale Infektionen." Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie **45**(01): 30-31.
- KLEIST, P. (2006). "Vier Effekte, Phänomene und Paradoxe in der Medizin. Ihre Relevanz und ihre historischen Wurzeln." Schweizerisches Medizin Forum **6**: 1023-1027.
- KOLLEF, M. H., G. SHERMAN, S. WARD and V. J. FRASER (1999). "Inadequate antimicrobial treatment of infections - A risk factor for hospital mortality among critically ill patients." Chest Journal **115**(2): 462-474.
- KOOP, G. (2016). "MRSA transmission between horses and vets: who's doing the infecting?" Veterinary Record **178**(19): 471-472.
- KRAMER, A., P. RUDOLPH, G. KAMPF and D. PITTET (2002). "Limited efficacy of alcohol-based hand gels." The Lancet **359**(9316): 1489-1490.
- KRINKO (2009). "Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen." Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz **52**(9): 951-962.
- KURZ, A., D. I. SESSLER and R. LENHARDT (1996). "Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group." New England Journal of Medicine **334**: 1209-1215.
- LABOKLIN (2019). "LABOKLIN | LABOR FÜR KLINISCHE DIAGNOSTIK GMBH & CO. KG." Insight Laboklin **4**.
- LARSON, E. L., P. I. EKE and B. E. LAUGHON (1986). "Efficacy of Alcohol-Based Hand Rinses under Frequent-Use Conditions." Antimicrobial Agents and Chemotherapy **30**(4): 542-544.

- LEMMEN, S. W., D. ZOLLDANN, H. HÄFNER, R. LÜTTICKEN, et al. (2004). "Nicht nur multiresistente Erreger sondern auch die Kosten in Schach halten." Kliniker **33**(1+2): 21-24.
- LEONARD, F. C. and B. K. MARKEY (2008). "Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals: A review." The Veterinary Journal **175**: 27-36.
- LIVERMORE, D. M. (2000). "Epidemiology of antibiotic resistance." Intensive Care Medicine **26**: S14-S21.
- MACDONALD, D. G., P. S. MORLEY, J. V. BAILEY, S. M. BARBER, et al. (1994). "An examination of the occurrence of surgical wound infection following equine orthopaedic surgery (1981-1990)." Equine Veterinary Journal **26**(4): 323-326.
- MADDOX, T. W., P. D. CLEGG, P. J. DIGGLE, A. L. WEDLEY, et al. (2012). "Cross-sectional study of antimicrobial-resistant bacteria in horses. Part 1: Prevalence of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*." Equine Veterinary Journal **44**(3): 289-296.
- MAGALHAES, R. J. S., A. LOEFFLER, J. LINDSAY, M. RICH, et al. (2010). "Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infection in dogs and cats: a case-control study." Veterinary Research **41**(5).
- MAIR, T. S. and L. J. SMITH (2005). "Survival and complication rates in 300 horses undergoing surgical treatment of colic. Part 2: Short-term complications." Equine Veterinary Journal **37**(4): 303-309.
- MANGRAM, A. J., T. C. HORAN, M. L. PEARSON, L. C. SILVER, et al. (1999). "Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee." Infection Control & Hospital Epidemiology **20**(4): 250-278; quiz 279-280.
- MANIAN, F. A. (2003). "Asymptomatic nasal carriage of mupirocin-resistant, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a pet dog associated with MRSA infection in household contacts." Clinical Infectious Diseases **36**(2): e26-28.
- MCKEEGAN, K. S., M. I. BORGES-WALMSLEY and A. R. WALMSLEY (2002). "Microbial and viral drug resistance mechanisms." Trends in Microbiology **10**(10 Suppl): S8-14.
- MORLEY, P. S. (2013). "Evidence-Based Infection Control In Clinical Practice: If You Buy Clothes for the Emperor, Will He Wear Them?" Journal of Veterinary Internal Medicine **27**(3): 430-438.
- NEMEC, A., L. KRIZOVA, M. MAIXNEROVA, T. J. K. VAN DER REIJDEN, et al. (2011). "Genotypic and phenotypic characterization of the *Acinetobacter calcoaceticus*-*Acinetobacter baumannii* complex with the proposal of *Acinetobacter pittii* sp. nov. (formerly *Acinetobacter* genomic species 3) and *Acinetobacter nosocomialis* sp. nov. (formerly *Acinetobacter* genomic species 13TU)." Research in Microbiology **162**(4): 393-404.
- NICHOLS, R. L. (1991). "Surgical Wound Infection." American Journal of Medicine **91**: 54-64.
- NICHOLSON, M., M. BEAL, F. SHOFER and D. C. BROWN (2002). "Epidemiologic evaluation of postoperative wound infection in clean-contaminated wounds: A retrospective study of 239 dogs and cats." Veterinary Surgery **31**(6): 577-581.

- NICOLETTI, G. and S. STEFANI (1995). "Enterococci - Susceptibility Patterns and Therapeutic Options." European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases **14**: S33-S37.
- NOLAN, B. (2013). "Reducing antimicrobial resistance." Veterinary Record **173**(22): 547-548.
- NRZ (2011). Surveillance postoperativer Wundinfektionen. KISS - Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen, Institut für Hygiene und Umweltmedizin Charité - Universitätsmedizin Berlin
- NRZ (2014). "KISS (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System). Projektbeschreibung." from <http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/>.
- NRZ (2016). Surveillance des Händedesinfektionsmittelverbrauchs in ambulanten Einrichtungen HAND-KISS. KISS- Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System. Institut für Hygiene und Umweltmedizin Charité - Universitätsmedizin Berlin, Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen.
- NRZ (2017). Definitionen nosokomialer Infektionen für die Surveillance im Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS-Definitionen). Berlin, Robert-Koch-Institut.
- NRZ (o. J., 13.06.2018). "Modul HAND-KISS." from <http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/hand-kiss/>.
- NRZ and RKI (2011). Deutsche Nationale Punkt-Prävalenzstudie zu nosokomialen Infektionen und Antibiotika-Anwendung. 2011 Abschlussbericht. Nationales Referenzzentrum and Robert Koch Institut.
- NUNEZ, S., A. MORENO, K. GREEN and J. VILLAR (2000). "The stethoscope in the Emergency Department: a vector of infection?" Epidemiology and Infection **124**(2): 233-237.
- O'MAHONY, R., Y. ABBOTT, F. C. LEONARD, B. K. MARKEY, et al. (2005). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from animals and veterinary personnel in Ireland." Veterinary Microbiology **109**(3-4): 285-296.
- OGEER-GYLES, J., K. A. MATHEWS, W. SEARS, J. F. PRESCOTT, et al. (2006). "Development of antimicrobial drug resistance in rectal *Escherichia coli* isolates from dogs hospitalized in an intensive care unit." Journal of the American Veterinary Medical Association **229**(5): 694-699.
- OGEER-GYLES, J. S., K. A. MATHEWS and P. BOERLIN (2006). "Nosocomial infections and antimicrobial resistance in critical care medicine." Journal of Veterinary Emergency and Critical Care **16**(1): 1-18.
- OJAJARVI, J. (1980). "Effectiveness of Hand Washing and Disinfection Methods in Removing Transient Bacteria after Patient Nursing." Journal of Hygiene **85**(2): 193-203.
- PANCHAUD, Y., V. GERBER, A. ROSSANO and V. PERRETEN (2010). "Bacterial infections in horses: A retrospective study at the University Equine Clinic of Bern." Schweizer Archiv für Tierheilkunde **152**(4): 176-182.

- PELAT, C., L. KARDAS-SLOMA, G. BIRGAND, E. RUPPE, et al. (2015). "Hand Hygiene, Cohorting, or Antibiotic Restriction to Control Outbreaks of Multidrug-Resistant Enterobacteriaceae." Infection Control & Hospital Epidemiology: 1-9.
- PFEIL, B. (2007). Krank im Krankenhaus: Resistente Erreger - eine schleichende Gefahr für Mensch und Gesundheitssysteme. AG, Deutsche Gesellschaft der Krankenhaushygiene e.V.
- PIETSCH, H. (2001). "Hand antiseptics: rubs versus scrubs, alcoholic solutions versus alcoholic gels." Journal of Hospital Infection **48**: S33-S36.
- PINHO, M. G., H. DE LENCASTRE and A. TOMASZ (2001). "An acquired and a native penicillin-binding protein cooperate in building the cell wall of drug-resistant Staphylococci." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **98**(19): 10886-10891.
- PITOUT, J. D. D. (2010). "Infections with Extended-Spectrum beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae Changing Epidemiology and Drug Treatment Choices." Drugs **70**(3): 313-333.
- PITTET, D. and J. M. BOYCE (2001). "Hand hygiene and patient care: pursuing the Semmelweis legacy." The Lancet: 9-20.
- PITTET, D., S. HUGONNET, S. HARBARTH, P. MOUROUGA, et al. (2000). "Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene." The Lancet **356**(9238): 1307-1312.
- PITTET, D., D. TARARA and R. P. WENZEL (1994). "Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients. Excess length of stay, extra costs, and attributable mortality." Journal of the American Medical Association **271**(20): 1598-1601.
- POIREL, L. and P. NORDMANN (2006). "Carbapenem resistance in *Acinetobacter baumannii*: mechanisms and epidemiology." Clinical Microbiology and Infection **12**(9): 826-836.
- RESCH, A., M. WILKE and C. FINK (2009). "The cost of resistance: incremental cost of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in German hospitals." European Journal of Health Economics **10**(3): 287-297.
- RICHARDS, M. J., J. R. EDWARDS, D. H. CULVER and R. P. GAYNES (1999). "Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System." Critical Care Medicine **27**(5): 887-892.
- RICHARDS, M. J., J. R. EDWARDS, D. H. CULVER and R. P. GAYNES (2000). "Nosocomial infections in combined medical-surgical intensive care units in the United States." Infection Control & Hospital Epidemiology **21**(8): 510-515.
- RIOUX, C., B. GRANDBASTIEN and P. ASTAGNEAU (2007). "Impact of a six-year control programme on surgical site infections in France: results of the INCISO surveillance." Journal of Hospital Infection **66**(3): 217-223.
- RKI (2000). Händehygiene. Mitteilung der Kommission für Krankenhaus- hygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. Springer-Verlag, Berlin. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz: 230-233.

- RKI (2003). Surveillance von postoperativen Wundinfektionen in Einrichtungen für das ambulante Operieren gemäß § 23 Abs. 1 IfSG. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. Robert Koch Institut, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz and Springer-Verlag. **46**: 791-795.
- RKI (2004). "Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI)." Springer-Verlag **47**(1): 51-61.
- RKI (2011). Definition nosokomialer Infektionen (CDC-Definitionen). Robert Koch Institut. 7. Auflage, Berlin.
- RKI (2013). "Bekanntmachung des Robert-Koch-Institutes. Surveillance nosokomialer Infektionen sowie die Erfassung von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen." Bundesgesundheitsblatt -Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz(56): 580-583.
- RKI (2016). Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert-Koch Institut (RKI). Springer-Verlag. Berlin, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz: 1189-1220.
- RKI (2017). "Antworten auf häufig gestellte Fragen zu Krankenhausinfektionen und Antibiotikaresistenz." http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/FAQ/FAQ_node.html.
- ROSSOLINI, G. M. and E. MANTENGOLI (2005). "Treatment and control of severe infections caused by multiresistant *Pseudomonas aeruginosa*." Clinical Microbiology and Infection **11**: 17-32.
- RUPLE-CZERNIAK, A., H. W. ACETO, J. B. BENDER, M. R. PARADIS, et al. (2013). "Using Syndromic Surveillance to Estimate Baseline Rates for Healthcare-Associated Infections in Critical Care Units of Small Animal Referral Hospitals." Journal of Veterinary Internal Medicine **27**(6): 1392-1399.
- SAFDAR, N. and D. G. MAKI (2002). "The commonality of risk factors for nosocomial colonization and infection with antimicrobial-resistant *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, gram-negative *Bacilli*, *Clostridium difficile*, and *Candida*." Annals of Internal Medicine **136**(11): 834-844.
- SANTSCHI, E. M. (2006). "Prevention of postoperative infections in horses." Veterinary Clinics of North America: Equine Practice **22**(2): 323-334, viii.
- SAX, H., B. ALLEGRANZI, I. UCKAY, E. LARSON, et al. (2007). "'My five moments for hand hygiene': a user-centred design approach to understand, train, monitor and report hand hygiene." Journal of Hospital Infection **67**(1): 9-21.
- SCHIPKE, J. D., B. KORBMACHER, U. SUNDERDIEK and E. GAMS (2005). Forschung in der Herzchirurgie aus Chirurgische Forschung. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- SCHOTT, H. C., S. L. EWART, R. D. WALKER, R. M. DWYER, et al. (2001). "An outbreak of salmonellosis among horses at a veterinary teaching hospital." Journal of the American Veterinary Medical Association **218**(7): 1152-1159.

- SCOTT, G. M., R. THOMSON, J. MALONE-LEE and G. L. RIDGWAY (1988). "Cross-infection between animals and man: possible feline transmission of *Staphylococcus aureus* infection in humans?" Journal of Hospital Infection **12**(1): 29-34.
- SEGUIN, J. C., R. D. WALKER, J. P. CARON, W. E. KLOOS, et al. (1999). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* outbreak in a veterinary teaching hospital: Potential human-to-animal transmission." Journal of Clinical Microbiology **37**(5): 1459-1463.
- SEMMELEWEIS, I. P. (1861). Die Ätiologie, der Begriff und die Prophylaxe des Kindbettfiebers. Pest; Wien; Leipzig, Hartleben. **1**.
- SESSLER, D. I. and O. AKCA (2002). "Nonpharmacological prevention of surgical wound infections." Clinical Infectious Diseases **35**: 1397-1404.
- SIEBER, S., V. GERBER, V. JANDOVA, A. ROSSANO, et al. (2011). "Evolution of Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus* Infections in Horses and Colonized Personnel in an Equine Clinic Between 2005 and 2010." Microbial Drug Resistance **17**(3): 471-478.
- SLOVIS, N., B. JONES and L. CAVENEY (2012). Disease Prevention Strategies. Veterinary Infection Prevention and Control Caveney, Jones and Kimberly, John Wiley & Sons, Ltd.: 85-103.
- SMITH, T. L., M. L. PEARSON, K. R. WILCOX, C. CRUZ, et al. (1999). "Emergence of vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus*." New England Journal of Medicine **340**(7): 493-501.
- SNYDER, G. M., K. A. THOM, J. P. FURUNO, E. N. PERENCEVICH, et al. (2008). "Detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant *Enterococci* on the gowns and gloves of healthcare workers." Infection Control and Hospital Epidemiology **29**(7): 583-589.
- SOULI, M., I. GALANI and H. GIAMARELLOU (2008). "Emergence of extensively drug-resistant and pandrug-resistant Gram-negative *Bacilli* in Europe." Eurosurveillance **13**(47).
- STENERODEN, K. K., D. C. VAN METRE, C. JACKSON and P. S. MORLEY (2010). "Detection and Control of a Nosocomial Outbreak Caused by *Salmonella Newport* at a Large Animal Hospital." Journal of Veterinary Internal Medicine **24**(3): 606-616.
- STONE, S. P. (2001). "Hand hygiene—the case for evidence-based education." Journal of the Royal Society of Medicine **94**(6): 278-281.
- STROMMENGER, B., C. KEHRENBURG, C. KETTLITZ, C. CUNY, et al. (2006). "Molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains from pet animals and their relationship to human isolates." Journal of Antimicrobial Chemotherapy **57**(3): 461-465.
- SUZUKI, A., Y. NAMBA, M. MATSUURA and A. HORISAWA (1984). "Airborne Contamination in an Operating Suite - Report of a 5-Year Survey." Journal of Hygiene **93**(3): 567-573.
- SWEDISH-VETERINARY-ASSOCIATION (2013). The Swedish Veterinary Association's Guidelines for the clinical use of antibiotics in the treatment of horses. Antibiotics policy for horses.

- TEBEST, R., F. Y. M. HONERVOGT, K. WESTERMANN, C. SAMEL, et al. (2017). "Hygiene trained nursing staff at wards - What can this additional educated nurses achieve?" Pflege **30**(5): 271-280.
- TENOVER, F. C. (2001). "Development and spread of bacterial resistance to antimicrobial agents: An overview." Clinical Infectious Diseases **33**: S108-S115.
- TILLOTSON, K., C. J. SAVAGE, M. D. SALMAN, C. R. GENTRY-WEEKS, et al. (1997). "Outbreak of *Salmonella infantis* infection in a large animal veterinary teaching hospital." Journal of the American Veterinary Medical Association **211**(12): 1554-1557.
- TOMARAS, A. P., C. W. DORSEY, R. E. EDELMANN and L. A. ACTIS (2003). "Attachment to and biofilm formation on abiotic surfaces by *Acinetobacter baumannii*: involvement of a novel chaperone-usher pili assembly system." Microbiology **149**: 3473-3484.
- TRAORE, O., S. HUGONNET, J. LUBBE, W. GRIFFITHS, et al. (2007). "Liquid versus gel handrub formulation: a prospective intervention study." Critical Care **11**(3).
- TRAUB-DARGATZ, J. L., D. A. DARGATZ, P. S. MORLEY and M. DUNOWSKA (2004). "An overview of infection control strategies for equine facilities, with an emphasis on veterinary hospitals." Veterinary Clinics of North America-Equine Practice **20**(3): 507-520.
- TROSTLE, S. S., C. L. PEAVEY, D. S. KING and F. A. HARTMANN (2001). "Treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* infection following repair of an ulnar fracture and humeroradial joint luxation in a horse." Journal of the American Veterinary Medical Association **218**(4): 554-559.
- VAISMAN, A., G. BANNERMAN, J. MATELSKI, K. TINCKAM, et al. (2020). "Out of sight, out of mind: a prospective observational study to estimate the duration of the Hawthorne effect on hand hygiene events." BMJ Quality & Safety.
- VALENTIN-WEIGAND, P. (2011). Antimikrobielle Wirkstoffe. Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 9. Auflage. Selbitz, Enke, Stuttgart: 125-129.
- VAN DEN EEDE, A., K. HERMANS, A. VAN DEN ABEELE, K. FLORE, et al. (2012). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) on the skin of long-term hospitalised horses." The Veterinary Journal **193**(2): 408-411.
- VAN DEN EEDE, A., K. HERMANS, A. VAN DEN ABEELE, K. FLORE, et al. (2013). "The nasal vestibulum is the optimal sampling site for MRSA screening in hospitalised horses." The Veterinary Journal **197**(2): 415-419.
- VAN DUIJKEREN, E., M. J. H. M. WOLFHAGEN, A. T. A. BOX, M. E. O. C. HECK, et al. (2004). "Human-to-dog transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*." Emerging Infectious Diseases **10**(12): 2235-2237.
- VANEECHOUTTE, M., L. A. DEVRIESE, L. DIJKSHOORN, B. LAMOTE, et al. (2000). "*Acinetobacter baumannii*-infected vascular catheters collected from horses in an equine clinic." Journal of Clinical Microbiology **38**(11): 4280-4281.
- VASSEUR, P. B., J. LEVY, E. DOWD and J. ELIOT (1988). "Surgical wound infection rates in dogs and cats. Data from a teaching hospital." Veterinary Surgery **17**(2): 60-64.

- VASSEUR, P. B., H. A. PAUL, L. R. ENOS and D. C. HIRSH (1985). "Infection-Rates in Clean Surgical-Procedures - a Comparison of Ampicillin Prophylaxis Vs a Placebo." Journal of the American Veterinary Medical Association **187**(8): 825-827.
- VICCA, A. F. (1999). "Nursing staff workload as a determinant of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* spread in an adult intensive therapy unit." Journal of Hospital Infection **43**(2): 109-113.
- VINCENT, J. L. (2003). "Nosocomial infections in adult intensive-care units." The Lancet **361**(9374): 2068-2077.
- VINCZE, S., A. G. BRANDENBURG, W. ESPELAGE, I. STAMM, et al. (2014). "Risk factors for MRSA infection in companion animals: Results from a case-control study within Germany." International Journal of Medical Microbiology.
- VINCZE, S., I. STAMM, P. A. KOPP, J. HERMES, et al. (2014). "Alarming proportions of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in wound samples from companion animals, Germany 2010-2012." Plos One **9**(1): e85656.
- VO, A. T., E. VAN DUIJKEREN, A. C. FLUIT and W. GAASTRA (2007). "Characteristics of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolates from horses." Veterinary Microbiology **124**(3-4): 248-255.
- WALTHER, B. and M. GROBBEL (2009). "Nosokomiale Infektionen in der Kleintierpraxis." Kleintierpraxis **54**(1): 33-42.
- WALTHER, B., J. HERMES, C. CUNY, L. H. WIELER, et al. (2012). "Sharing More than Friendship - Nasal Colonization with Coagulase-Positive Staphylococci (CPS) and Co-Habitation Aspects of Dogs and Their Owners." Plos One **7**(4).
- WALTHER, B., A. LÜBKE-BECKER, L. BRUNNBERG, B. KOHN, et al. (2011). "Einsatz von Antibiotika in der Kleintiermedizin: Quo vadis?" Der Praktische Tierarzt **92**: 1047-1049.
- WALTHER, B., A. LÜBKE-BECKER, I. STAMM, G. H., et al. (2014). "Suspected nosocomial infections with multi-drug resistant *E. coli*, including extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)- producing strains, in an equine clinic." Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift **127**: 421-427.
- WALTHER, B., A. LÜBKE-BECKER and L. H. WIELER (2008). "Wundinfektionen durch methicillinresistente *Staphylococcus* spp. (MRS) bei Kleintieren und Pferden: klinische Bedeutung, Therapie und Prophylaxe." Tierärztliche Praxis, Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere **36**: 5-10.
- WALTHER, B., S. MONECKE, C. RUSCHER, A. W. FRIEDRICH, et al. (2009). "Comparative Molecular Analysis Substantiates Zoonotic Potential of Equine Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*." Journal of Clinical Microbiology **47**(3): 704-710.
- WALTHER, B., K. TEDIN and A. LUEBKE-BECKER (2017). "Multidrug-resistant opportunistic pathogens challenging veterinary infection control." Veterinary Microbiology **200**: 71-78.

- WALTHER, B., L. H. WIELER, A. W. FRIEDRICH, B. KOHN, et al. (2009). "*Staphylococcus aureus* and MRSA colonization rates among personnel and dogs in a small animal hospital: Association with nosocomial infections." Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift **122**(5-6): 178-185.
- WALTHER, B., L. H. WIELER, T. JANSSE and A. LUEBKE-BECKER (2013). "Hygiene zwischen Stall und High-Tech-OP: Pferdekliniken." Hygiene und Medizin **38**(7/8): 180-183.
- WARD, M. P., T. H. BRADY, L. L. COUETIL, K. LILJEBJELKE, et al. (2005). "Investigation and control of an outbreak of salmonellosis caused by multidrug-resistant *Salmonella typhimurium* in a population of hospitalized horses." Veterinary Microbiology **107**(3-4): 233-240.
- WEBER, D. J., R. RAASCH and W. A. RUTALA (1999). "Nosocomial infections in the ICU - The growing importance of antibiotic-resistant pathogens." Chest Journal **115**(3): 34-41.
- WEESE, J. S. (2004). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses and horse personnel." Veterinary Clinics of North America-Equine Practice **20**(3): 601-613.
- WEESE, J. S. (2005). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: An emerging pathogen in small animals." Journal of the American Animal Hospital Association **41**(3): 150-157.
- WEESE, J. S. (2007). "MRSA infection in horses." Veterinary Record **161**(10): 359-360.
- WEESE, J. S. (2008). "Antimicrobial resistance in companion animals." Animal Health Research Reviews **9**(2): 169-176.
- WEESE, J. S. (2008). "A review of multidrug resistant surgical site infections." Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology **21**(1): 1-7.
- WEESE, J. S. (2010). Nosocomial Infections are not just for Referral Hospitals. 35rd World Small Animal Veterinary Association, 2010 WSAVA Congress, Geneva, Switzerland.
- WEESE, J. S., M. ARCHAMBAULT, B. M. WILLEY, P. HEARN, et al. (2005). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses and horse personnel, 2000-2002." Emerging Infectious Diseases **11**(3): 430-435.
- WEESE, J. S., J. D. BAIRD, C. POPPE and M. ARCHAMBAULT (2001). "Emergence of *Salmonella Typhimurium* definitive type 104 (DT104) as an important cause of salmonellosis in horses in Ontario." Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne **42**(10): 788-792.
- WEESE, J. S., K. E. BAPTISTE, V. BAVERUD and P. L. TOUTAIN (2008). Guidelines for Antimicrobial Use in Horses. Guide to Antimicrobial use in Animals. Guardabassi L, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- WEESE, J. S., F. CALDWELL, B. M. WILLEY, B. N. KREISWIRTH, et al. (2006). "An outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin infections resulting from horse to human transmission in a veterinary hospital." Veterinary Microbiology **114**(1-2): 160-164.
- WEESE, J. S., H. DICK, B. M. WILLEY, A. MCGEER, et al. (2006). "Suspected transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* between domestic pets and humans in veterinary clinics and in the household." Veterinary Microbiology **115**: 148-155.

- WEESE, J. S. and S. L. LEFEBVRE (2007). "Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in horses admitted to a veterinary teaching hospital." Canadian Veterinary Journal **48**(9): 921-926.
- WEESE, J. S., J. ROUSSEAU, B. M. WILLEY, M. ARCHAMBAULT, et al. (2006). "Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses at a veterinary teaching hospital: Frequency, characterization, and association with clinical disease." Journal of Veterinary Internal Medicine **20**(1): 182-186.
- WEIST, K., K. POLLEGE, I. SCHULZ, H. RUDEN, et al. (2002). "How many nosocomial infections are associated with cross-transmission? A prospective cohort study in a surgical intensive care unit." Infection Control and Hospital Epidemiology **23**(3): 127-132.
- WENZEL, R. P. (1994). "Healthcare workers and the incidence of nosocomial infection: can treatment of one influence the other?" Journal of Chemotherapy **6**(4): 33-37; discussion 39-40.
- WERNITZ, M. H., S. KECK, S. SWIDSINSKI, S. SCHULZ, et al. (2005). "Cost analysis of a hospital-wide selective screening programme for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carriers in the context of diagnosis related groups (DRG) payment." Clinical Microbiology and Infection **11**(6): 466-471.
- WESTGATE, S. J., S. L. PERCIVAL, D. C. KNOTTENBELT, P. D. CLEGG, et al. (2011). "Microbiology of equine wounds and evidence of bacterial biofilms." Veterinary Microbiology **150**(1-2): 152-159.
- WHITTEM, T. L., A. L. JOHNSON, C. W. SMITH, D. J. SCHAEFFER, et al. (1999). "Effect of perioperative prophylactic antimicrobial treatment in dogs undergoing elective orthopedic surgery." Journal of the American Veterinary Medical Association **215**(2): 212-216.
- WIELER, L. H., C. EWERS, S. GUENTHER, B. WALTHER, et al. (2011). "Methicillin-resistant staphylococci (MRS) and extended-spectrum beta-lactamases (ESBL)-producing Enterobacteriaceae in companion animals: Nosocomial infections as one reason for the rising prevalence of these potential zoonotic pathogens in clinical samples." International Journal of Medical Microbiology **301**(8): 635-641.
- WIELER, L. H., C. EWERS and H.-J. SELBITZ (2011). Enterobacteriaceae. Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 9. Auflage. Selbitz, Enke, Stuttgart: 186.
- WIENER-WELL, Y., M. GALUTY, B. RUDENSKY, Y. SCHLESINGER, et al. (2011). "Nursing and physician attire as possible source of nosocomial infections." American Journal of Infection Control **39**(7): 555-559.
- WILLEMS, R. J. L. and W. VAN SCHAİK (2009). "Transition of *Enterococcus faecium* from commensal organism to nosocomial pathogen." Future Microbiology **4**(9): 1125-1135.
- WILLEMSEN, I., D. BOGAERS-HOFMAN, M. WINTERS and J. KLUYTMANS (2009). "Correlation Between Antibiotic Use and Resistance in a Hospital: Temporary and Ward-Specific Observations." Infection **37**(5): 432-437.
- WILSON, D. A., G. J. BAKER and M. J. BOERO (1995). "Complications of celiotomy incisions in horses." Veterinary Surgery **24**(6): 506-514.

- WITTE, W., C. CUNY, I. KLARE, U. NUEBEL, et al. (2008). "Emergence and spread of antibiotic-resistant gram-positive bacterial pathogens." International Journal of Medical Microbiology **298**(5-6): 365-377.
- WOELTJE, K. F. and V. J. FRASER (1998). "Preventing nosocomial infections in the intensive care unit-lessons learned from outcomes research." New Horizons **6**(1): 84-90.
- WONG, E. S. (1996). Surgical site infections. Hospital epidemiology and infection control. Baltimore, Williams & Wilkins.
- WRIGHT, J. G., L. A. TENGELSEN, K. E. SMITH, J. B. BENDER, et al. (2005). "Multidrug-resistant *Salmonella Typhimurium* in four animal facilities." Emerging Infectious Diseases **11**(8): 1235-1241.
- ZIEBUHR, W. (2001). "*Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*: emerging pathogens in nosocomial infections." Contributions to Microbiology **8**: 102-107.

9.2 Untersuchungsprotokoll – Tupperstudie

Untersuchungsprotokoll – Tupperstudie

Pferd:

Besitzer:

Vetera-Nr:

Datum:

Uhrzeit:

Gruppe:

- Koliker
- Verletzung

Signalment:

Rasse: Warmblut Vollblut Kaltblut
 Pony Traber andere

Geschlecht: Stute Wallach Hengst

Alter: _____ Gewicht: _____ Größe: _____

Anamnese:

Vorbehandlung :

Diagnose:

Allgemeinuntersuchung:

Allgemeinzustand:

Haltung / Verhalten	
Herzfrequenz (Schläge/Min)	
Atemfrequenz (Züge/Min)	
Innere Körpertemperatur	
Schleimhäute / KFZ	
Mandibularlymphknoten	

Blutbild: Leukozyten: _____ F1: _____

Hämatokrit: _____ Gesamteiweiß: _____ Laktat: _____

Probenahme:

- Nüstern-Abstrich
- Kotprobe
- ggf. Wundtupfer
- ggf. Fotodokumentation

Tagebuchnummer:

stationäre Medikamentengabe (Antibiotika und NSAIDs):

Medikament	Dosierung	Gesamtdauer der Gabe

Patiententage:

Eingang: _____

Ausgang: _____

Wundinfektion/Wundheilungsstörung festgestellt:Beschreibung und Verlauf der Infektion/Behandlung:

Infektionsdatum:

Tag__post-OP

Blutbild:

 Wundtupfer Foto

Tag__post-OP

Blutbild:

 Wundtupfer Foto

Tag__post-OP

Blutbild:

 Wundtupfer Foto

Abbildung A 2: Erfassungsboden des Untersuchungsprotokolls „Tupferstudie“, Seiten 1-2.

9.3 Erfassungsbogen für postoperative Wundinfektionen

Erfassungsbogen für postoperative Wundinfektion / Wundheilungsstörung						
Patient:						
Besitzer:						
Rasse:						
Geschlecht:						
Alter:						
Gewicht:	Größe:					
Aufnahmedatum:						
Aufnahmegrund:						
Beschreibung der Verletzung (Lokalisation / Charakterisierung):						
<input type="checkbox"/> Rumpf		<input type="checkbox"/> Hals/Kopf		<input type="checkbox"/> Gliedmaße		
Alter der Wunde bis zur Versorgung: <input type="checkbox"/> 1-6h <input type="checkbox"/> 6-24h <input type="checkbox"/> älter 24h						
Länge:		Breite:		Tiefe:		
Chirurgische Risikofaktoren						
<input type="checkbox"/> Narkose			<input type="checkbox"/> im Stehen			
Operateur:						
OP-Datum:						
OP-Art:						
OP-Dauer:						
Wundklassifikation: 1 2 3 4						
ASA-Score: 1 2 3 4 5 E						
OP-Wundlänge Koliker:						
Verlauf der OP:						
Anmerkungen:						
Medikamente (Antibiotika/NSAIDs):						
Postoperative Risikofaktoren:						
Wundverschluss:						

Infektionsdatum:		
Tiefe der Infektion:	<input type="checkbox"/>	A1 Infektion betrifft Haut und subcutanes Gewebe
	<input type="checkbox"/>	A2 Infektion erfasst Faszien-schichten und Muskelgewebe
	<input type="checkbox"/>	A3 Infektion erfasst Organe/Körperhöhlen, die während der Op geöffnet wurden
festgestellt:	<input type="checkbox"/>	während des Klinikaufenthaltes
	<input type="checkbox"/>	nach dem Klinikaufenthalt
	<input type="checkbox"/>	bei Wiederaufnahme
Mikrobiologische Untersuchung durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Wenn ja:	<input type="checkbox"/>	Nachweis von
	<input type="checkbox"/>	kein Erreger nachgewiesen
Blutbild:		
Beschreibung/Behandlung/Charakterisierung der Infektion:		
eitrige Sekretion	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Wundschmerz	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Schwellung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Rötung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Überwärmung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Wunde spontan geöffnet	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Wunde von Chirurg geöffnet	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Patient hat Fieber	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Eiter aus Drainage	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Antibiotikatherapie per os	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Antibiotikatherapie intravenös	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
<i>nur bei A2 oder A3:</i> Nachweis eines Abszesses oder anderer Infektionszeichen		
bei klinischer Untersuchung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
bei erneuter Operation	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
histopathologische Untersuchung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
radiologische Untersuchung	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Komplikationen:		
sekundäre Sepsis:	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Tod:	<input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
		nein <input type="checkbox"/>
Bemerkungen:		

Abbildung A 3: Erfassungsbogen für postoperative Wundinfektionen/-heilungsstörungen, Seiten 1-2.

9.4 Hygienebelehrung der Studenten an der Klinik für Pferde



Hygienebelehrung

Bei jedem (!) Patientenkontakt gilt:

vorher und **nachher** Hände desinfizieren!

Im Umgang mit den Patienten bedeutet dies u.a. folgendes:

Medikamentengabe

1. Hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)
2. Ggf. Einmalhandschuhe anziehen
3. Medikament aus Ordnungssystem entnehmen und Patient verabreichen
4. Medikament zurück in das Ordnungssystem legen
5. Ggf. Einmalhandschuhe entsorgen
6. Hände erneut desinfizieren (30 Sekunden) und mit dem nächsten Patienten fortfahren

Katheterpflege / Infusionswechsel

1. Hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)
>keine Einmalhandschuhe
2. Katheterpflege / Infusionswechsel
3. Erneut hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)

Putzen der Patienten

1. Hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)
2. Patienten putzen
3. Erneut hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)

Patienten mit besonderem Hinweis „Hygiene“

1. Hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)
2. Vor der Box
 - a. >Einmalhandschuhe anziehen
 - b. >Einmalkittel anziehen
 - c. >Einmalüberschuhe anziehen
3. Patient behandeln
4. Einmalhandschuhe,-überschuhe und-kittel ausziehen und vor der Box entsorgen



Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie
Direktor: Prof. Dr. med. vet. Christoph J. Lischer
Oertzenweg 19b, 14163 Berlin • Tel: 030 838 62299 • Fax: 030 838 62529
pferdekl@vetmed.fu-berlin.de • www.fu-berlin.de/pferdekl



5. Schuhe in Desinfektionswanne desinfizieren
6. Hygienische Händedesinfektion (30 Sekunden)

- Nach Reinigung und Desinfektion sollte ein Hautschutzmittel aufgetragen werden (s. Hygiene-/ Hautschutzplan).

Ich, _____, habe die Hygienebelehrung zur Kenntnis genommen und verpflichte mich zu deren Einhaltung.

_____ ; _____
(Datum) (Unterschrift)



Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie
Direktor: Prof. Dr. med. vet. Christoph J. Lischer
Oertzenweg 19b, 14163 Berlin • Tel: 030 838 62299 • Fax: 030 838 62529
pferdeklunik@vetmed.fu-berlin.de • www.fu-berlin.de/pferdeklunik

Abbildung A 4: Hygienebelehrung der Studenten der Klinik für Pferde an der FU-Berlin, Seiten 1-2.

9.5 Nicht signifikante p-Werte

Tabelle A 1: Übersicht der p-Werte in Bezug auf die Influxrate der zwei Untersuchungszeiträume und zwei Indikatorgruppen. US-Untersuchungszeitraum, K-Indikatorgruppe Kolik, V-Indikatorgruppe Verletzung.

	Erreger	p-Werte US A vs. B	p-Werte Gruppen K vs. V
Nase	MRSA	0,516	0,253
	ESBL-prod. Enterobacteriaceae	0,747	0,177
	ESBL-prod. Enterobacteriaceae (mehr als ein Isolat)	1	0,318
	<i>A. baumannii</i>	0,442	1
Kot	MRSA	0,499	0,522
	ESBL-prod. Enterobacteriaceae	0,649	0,837
	ESBL-prod. Enterobacteriaceae (mehr als ein Isolat)	0,352	0,59
	<i>A. baumannii</i>	0,108	0,555
Wunde	MRSA	0,627	-
	ESBL-prod. Enterobacteriaceae	0,502	-
	<i>A. baumannii</i>	0,444	-

9.6 Übersicht: Isolate vom Eingangsscreening und Folgeuntersuchungen 1 bis 3

Tabelle A 2: Überblick über die Isolate vom Eingangsscreening und die Folgeuntersuchungen 1 bis 3.

Die Erklärungen zu den jeweiligen Abkürzungen befinden sich unter der Tabelle. MRSA-Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*, ESBL-Beta-Lactamase produzierende Enterobacteriaceae, ACI-Acinetobacter baumannii.

			Eingangsscreening			1. Folgeuntersuchung				2. Folgeuntersuchung				3. Folgeuntersuchung			
ID	Kat.	OP	Nase	Kot	Wunde	MRSA	ESBL_1	ESBL_2	ACI	MRSA	ESBL_1	ESBL_2	ACI	MRSA	ESBL_1	ESBL_2	ACI
38	V	ja	neg.	neg.		neg.	neg.	neg.	neg.								
45	V	ja	neg.	neg.		1440-6	1440-4 EBC	neg.	neg.								
50	V	nein	neg.	neg.		neg.	neg.	neg.	neg.								
55	K	ja	neg.	neg.		neg.	1490-1 CF	neg.	neg.								
60	V	ja		neg.		1751-2 (WA)	neg.	neg.	neg.								
70	V	ja	neg.	neg.		1771-4	neg.	neg.	neg.	1787-3	neg.	neg.	neg.				
71	V	ja	neg.	neg.		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	1979-1	neg.	neg.	neg.
72	V	ja	neg.	neg.		neg.	1636-3 EC	1636-6 KO	neg.								
80	V	ja	neg.	neg.		neg.	1682-1 EC	neg.	neg.								
85	V	ja	neg.	MRSA, EC	MRSA	1737-1	1737-2 EC	neg.	neg.								
90	V	ja	neg.	neg.		neg.	1859-2 EC	1859-3 CF	neg.	neg.	1914-3 EC	1914-4 CF					
94	K	ja	ACI	1858-3 EC		neg.	1915-1 EC	neg.	neg.								

			Eingangsscreening		1. Folgeuntersuchung				2. Folgeuntersuchung				3. Folgeuntersuchung				
98	K	ja	EBC	neg.	neg.	2060-4 EC	neg.	neg.									
100	K	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	2061- 8 EC	neg.	2061- 4	neg.	neg.	neg.	neg.
102	V	ja	neg.	EC	neg.	1954-1 EC	neg.	neg.									
113	V	ja	neg.	neg.	2109-1	2109-4 EC	neg.	neg.									
116	V	ja	neg.	neg.	2169-1	neg.	neg.	neg.	2400-1	neg.	neg.	neg.					
119	V	nein	neg.	neg.	neg.	2235- 8 EC	neg.	neg.									
125	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
131	K	ja	neg.	k. A. ¹	neg.	2294-2 EBS	neg.	2294- 3									
138	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	2546-1	neg.	neg.	neg.
145	V	ja	neg.	EC	neg.	neg.	neg.	neg.									
156	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	2732- 5 EC	neg.	neg.				
158	K	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
159	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
178	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
181	V	nein	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
190	K	ja	neg.	k. A. ²	neg.	1213-2 EC	1213-1 EBC	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.				
193	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.				
207	V	ja	neg.	k. A. ³	neg.	neg.	neg.	neg.									
228	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
239	V	ja	ACI	neg.	MRSA	1830-5	neg.	neg.									

			Eingangsscreening		1. Folgeuntersuchung				2. Folgeuntersuchung				3. Folgeuntersuchung				
240	K	ja	Lecl. sp.	neg.	neg.	1930-2 EC	neg.	neg.									
256	V	ja	neg.	neg.	2091-2	2091-6 EC	2091-X CF	neg.									
263	V	ja	neg.	neg.	2141-1	2141-X EBC	neg.	neg.	2214-2	neg.	neg.	neg.					
273	V	ja	neg.	neg.	2273-1	neg.	neg.	neg.									
282	V	ja	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.									
288	K	ja	neg.	neg.	neg.	2395-X EBC	neg.	neg.									
303	V	ja	neg.	EC	ACI	2720-1	2720-X EBC	neg.									
329	K	ja	neg.	neg.		2930-1	neg.	neg.									
335	V	ja	neg.	neg.		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.					
338	K	ja	2872-X CF	neg.		neg.	2929-X EC, 2929-Z EF	2929-B CF, 2929-Y EBC	neg.								
Wundinfektionen (eingeleitete Folgeuntersuchungen wegen klinischer Wundinfektion bei 42 Patienten; bei 29 Patienten wurde in mindestens einer Folgeuntersuchung ein MRE nachgewiesen.)																	
grau keine weitere Folgeuntersuchung eingeleitet									EBC- <i>Enterobacter cloacae</i> complex								
neg. Folgeuntersuchung war negativ für die NI-Infektionserreger (nicht zwangsläufig insgesamt negativ)									CF- <i>Citrobacter freundii</i>								
V Patient aus der Kategorie Verletzung									EC- <i>Escherichia coli</i>								
K Patient aus der Kategorie Kolik									EBS- <i>Enterobacter</i> spp.								
WA Wiederaufnahme									EF- <i>Escherichia fergusonii</i>								
¹ Ausschluss wg. Zeitüberschreitung, war zum Zeitpunkt der Probennahme negativ									KO- <i>Klebsiella oxytoca</i>								
² Ausschluss wg. Zeitüberschreitung, war zum Zeitpunkt der Probennahme negativ									ECV- <i>Escherichia coli</i> VD ESBL								
³ Ausschluss wg. aus der Box gewonnen, positiv für <i>E.coli</i> ESBL 1429-X und <i>C. freundii</i> ESBL 1429-Y																	

9.7 Überblick über die mikrobiologischen Isolate der Wunden

Tabelle A 3: Überblick über die mikrobiologischen Isolate aus den Wunden.

Tgb.-Nr.-Tagebuchnummer, MRSA-Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*, ESBL-Beta-Lactamase produzierende Enterobacteriaceae, ACI-Acinetobacter baumannii. Hellblau-MRSA, ESBL bzw. ACI positive Proben und/oder weitere Erreger, Himmelblau-weitere Erreger, wenn MRSA, ESBL und ACI negativ, Hellgrün-Patienten ohne detektierbare Erreger.

ID	IMT-Nr.	Tgb.-Nr.	MRSA	ESBL	ACI	weitere Erreger
38	1246	1339	-	-	-	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus dysgalactiae</i> spp. <i>equisimilis</i> , <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Intermedius-Gruppe</i>
45	1285	1440	+	+: <i>Enterobacter cloacae</i>	-	<i>Proteus</i> sp., <i>Streptococcus equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i>
50	1342	1409	-	-	-	<i>Staphylococcus delphinii</i> , <i>S. dysgalactiae</i> spp. <i>equisimilis</i>
55	1411	1467/1490	-	+: <i>Citrobacter freundii</i> , <i>E. coli</i>	-	<i>Staphylococcus sciuri</i> , <i>Morganella morganii</i>
60	1443	1472/1751	+	-	-	<i>P. aeruginosa</i>
70	1608	1787/1772	+	-	-	<i>E. coli</i> , <i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i>
71		1610/1874/ 1979	+	-	-	-
72	1614	1636	-	+: <i>E. coli</i> ; <i>Klebsiella oxytoca</i>	-	<i>Proteus</i> sp., Enterobacteriaceae sp., <i>Clostridium perfringens</i>
80	1646	1682	-	+: <i>E. coli</i>	-	<i>S. equi</i> ssp. <i>Zooepidemicus</i>
85	1719	1737	+	+: <i>E. coli</i>	-	-

ID	IMT-Nr.	Tgb.-Nr.	MRSA	ESBL	ACI	weitere Erreger
90	1805	1659/1914	-	+: <i>E. coli</i> , <i>C. freundii</i>	-	<i>P. aeruginosa</i> , <i>Enterococcus</i> sp., <i>Actinobacillus equuli</i> ssp. <i>haemolyticus</i>
94	1858	1915	-	+: <i>E. coli</i>	-	-
98	1899	2060	-	+: <i>E. coli</i>	-	-
100	1916	1974/2061/ 2093	-	+: <i>E. cloacae</i>	+	<i>E. coli</i> , <i>K. oxytoca</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp. <i>Pneumoniae</i>
102	1920	1954	-	+: <i>E. coli</i> , <i>Enterobacter</i>	-	<i>Enterobacter</i> sp.
113	2037	2109	+	+: <i>E. coli</i>	-	-
116	2077	2169/2400/ 3694	+	-	-	<i>A. equuli</i> ssp. <i>haemolyticus</i>
119	2110	2235	-	+: <i>E. coli</i>	-	<i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i> , <i>K. oxytoca</i> , <i>S.</i> sp. <i>Intermedius-Gruppe</i>
125	2205	2237	-	-	-	-
131	2283	2294	-	+: <i>Enterobacter</i> sp.	+	<i>E. coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp., <i>Aeromonas hydrophila</i>
138	2323	2334/2424/ 2546	+	-	-	-
145	2394	2399	-	-	-	-
156	2510	2591/2732	-	+: <i>E. coli</i>	-	<i>E. cloacae</i> -Komplex, <i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i>
158	2547	2662	-	-	-	<i>E. cloacae</i>
159	2589	2655	-	-	-	-
181	970	974	-	-	-	<i>P. putida</i> , <i>S. haemolyticus</i> , <i>Enterococcus</i> sp.

ID	IMT-Nr.	Tgb.-Nr.	MRSA	ESBL	ACI	weitere Erreger
178	967	1003	-	-	-	-
190	1131	1213/1654	-	+: <i>E. cloacae</i> , <i>E. coli</i>	-	<i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i> , <i>Enterococcus</i> sp., <i>Aeromonas</i> sp.
193	1146	1307/1431	-	-	-	<i>Enterobacter amnigenus</i>
207	1430	1427/1428	-	-	-	<i>S. aureus</i>
228	1649	1695/1706/ 2313	-	-	-	<i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i> , <i>E. coli</i> , <i>E. cloacae</i>
239	1764	1830	+	-	-	<i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i>
240	1765	1814/1819/ 1833/1935	-	+: <i>E. coli</i>	-	<i>Enterococcus</i> sp.
256	1959	2091	+	+: <i>C. freundii</i> , <i>E. coli</i>	-	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Streptococcus</i> sp. (beta-hämolyzierend)
263	2076	2141/2214/ 2238	+	+: <i>E. cloacae</i> -Komplex	-	<i>E. coli</i> , <i>S. equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i>
273	2168	2273	+	-	-	<i>Klebsiella</i> sp.
282	2271	2312	-	-	-	-
288	2323	2395	-	+: <i>E. cloacae</i> -Komplex	-	<i>E. coli</i>
303	2445	2720	+	+: <i>E. cloacae</i> -Komplex	-	-
329	2802	2930	+	-	-	-
335	2869	2908/2950	-	-	-	-
338	2872	2929	-	+: <i>Escherichia fergusonii</i> , <i>E. cloacae</i> , <i>E. coli</i> , <i>C. freundii</i>	-	<i>E. coli</i>

Danksagung

Ganz herzlich möchte ich all denjenigen danken, durch deren Unterstützung und Einsatz diese Arbeit überhaupt erst möglich wurde.

In erster Linie gilt mein Dank meiner Doktormutter Prof. Dr. Heidrun Gehlen für die Überlassung dieses interessanten und sehr aktuellen Themas sowie für die kontinuierliche Betreuung und Unterstützung bei der Umsetzung dieser Arbeit. Für die Bereitstellung aller benötigten Mittel und Materialien möchte ich mich ganz besonders bedanken. Auch für die Möglichkeit der Weiterbildung auf Tagungen und Kongressen während meiner Promotionszeit danke ich sehr.

Herrn Prof. Dr. Christoph Lischer danke ich für die konstruktiven Besprechungen zu der Umsetzung der Interventionen und die damit einhergehende finanzielle Unterstützung für die benötigten Materialien in der Klinik.

Einen ganz besonderen Dank gilt auch Frau Dr. Birgit Walther, die mich während der Arbeit fachlich sehr gut betreut und unterstützt hat und jederzeit ein offenes Ohr für mich hatte. Die konstruktiven Gespräche mit Frau Dr. Walther haben einen wichtigen Beitrag zur Auseinandersetzung mit dem eigenen Thema aber auch zur Horizonterweiterung geleistet.

Bei Frau Dr. Antina Lübke-Becker möchte ich mich für die fachliche Betreuung der Arbeit bedanken.

Mein Dank geht ebenso an das Fachpersonal des Institutes für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien Universität Berlin. Ohne Euch wäre die Auswertung der mikrobiologischen Proben nicht möglich gewesen.

Den Assistenten der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin danke ich für die warmherzige Aufnahme in euer Team und für die großartige Hilfe bei der Datenerhebung, vor allem während des Notdienstes.

Bei Frau PD Dr. Roswita Merle bedanke ich mich für die freundliche und stets kompetente Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Forschungsverbund MedVet-Staph danke ich für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

Meinen großartigen Freundinnen und Mitdoktorandinnen Maike Walther, Nina Jaburg und Sarah Liertz möchte ich von Herzen für die schöne Zeit und den starken Zusammenhalt danken.

Durch Euch wurde die Doktorandenzeit zu einem ganz besonderen, schönen und wertvollen Abschnitt meines Lebens.

Meine unendliche Dankbarkeit gilt meinen Eltern, Anja Effenberger-Klein und Dr. Dietmar Klein, die mir diese Arbeit überhaupt erst ermöglicht haben. Ihr habt mich auf allen Wegen stets bedingungslos unterstützt, nie hinterfragt und mir bei der Bewältigung aller Probleme geholfen, sodass ich meine Ziele verwirklichen konnte. Ohne Euch wäre mir das Studium der Veterinärmedizin und die Promotion nicht möglich gewesen. Danke!

Einen ganz besonderen Dank verdienen auch meine Großeltern, Heike Effenberger und Prof. Dr. Franz Effenberger, sowie meine Tante Katrin Effenberger, die mich stets moralisch unterstützt haben.

Finanzielle Unterstützung/Interessenskonflikt

Im Rahmen dieser Arbeit bestehen keine Interessenskonflikte durch Zuwendungen Dritter.

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig, ohne unzulässige Hilfe und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Bad Kissingen, den 18.10.2022

Katja-Sophia Klein



9 783967 291964

mbvberlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-96729-196-4