

Wissenschaftliche Reihe der Klinik für Pferde

Herausgegeben von
Karsten Feige, Peter Stadler,
Harald Sieme, Bernhard Ohnesorge



Isabelle Kern

Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie bei antibiotisch unbehandelten Pferden vor, während und nach der Extraktion von Zähnen



STIFTUNG TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER

15



Isabelle Kern

**Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie
bei antibiotisch unbehandelten Pferden
vor, während und nach der Extraktion von Zähnen**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2015

Zugl.: Hannover (TiHo), Univ., Diss., 2015

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2015

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2015

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-95404-995-0

eISBN 978-3-7369-4995-9



Tierärztliche Hochschule Hannover

Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie bei antibiotisch unbehandelten Pferden vor, während und nach der Extraktion von Zähnen

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Grades einer Doktorin
der Veterinärmedizin
- Doctor medicinae veterinariae -
(Dr. med. vet.)

vorgelegt von
Isabelle Kern
Hildesheim

Hannover 2015



Wissenschaftliche Betreuung: PD Dr. C.P. Bartmann, Klinik für Pferde

1. Gutachter: PD Dr. C. P. Bartmann, Klinik für Pferde
2. Gutachter: Prof. Dr. Michael Fehr

Tag der mündlichen Prüfung: 27.04.2015

Gefördert durch die Gesellschaft für Pferdemedizin e.V.



Meinen Eltern





Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	Literaturübersicht.....	14
2.1	Nomenklatur der Zähne	14
2.2	Anatomie der Zähne	15
2.2.1	Allgemeiner Aufbau.....	15
2.2.2	Zahnsbstanzen	15
2.3	Anatomie des Zahnhalteapparates.....	17
2.4	Klinische Untersuchung des Zahnpatienten	18
2.4.1	Vorbericht.....	18
2.4.2	Klinische Allgemeinuntersuchung	18
2.4.3	Adspektion und Palpation des Kopfes	18
2.4.4	Maulhöhlenuntersuchung.....	19
2.5	Bildgebende Diagnostik beim Zahnpatienten	20
2.6	Zahnerkrankungen, die Extraktionen erforderlich machen können.....	22
2.6.1	Periodontale Erkrankungen.....	22
2.6.2	Zahnfrakturen.....	23
2.6.3	Apikale Infektionen.....	24
2.6.4	Polyodontie	24
2.6.5	Equine Odontoclastic Tooth Resorption and Hypercementosis	25
2.7	Extraktion von Backen- und Schneidezähnen	25
2.7.1	Vorbereitung des Patienten.....	25
2.7.2	Ablauf der Extraktion von Schneidezähnen	26
2.7.3	Ablauf der Extraktion von Backenzähnen	26
2.8	Mikrobiologie von Mund- bzw. Maulhöhle.....	27
2.8.1	Mikrobiologie der Mundhöhle des Menschen.....	27
2.8.1.1	Normalflora der Mundhöhle des Menschen.....	28
2.8.1.2	Keimflora der Mundhöhle des Menschen bei dentalen Erkrankungen	29
2.8.2	Mikrobiologie der Maulhöhle der Fleischfresser.....	31



Inhaltsverzeichnis

2.8.2.1	Normalflora der Maulhöhle der Fleischfresser.....	31
2.8.2.2	Keimflora der Maulhöhle der Fleischfresser bei dentalen Erkrankungen	33
2.8.3	Mikrobiologie der Maulhöhle des Pferdes	34
2.8.3.1	Normalflora der Maulhöhle des Pferdes	34
2.8.3.2	Keimflora der Maulhöhle des Pferdes bei dentalen Erkrankungen .	35
2.9	Bakteriämie.....	38
2.9.1	Definition und Abgrenzung zu Sepsis und Pyämie	38
2.9.2	Bakteriämie dentalen Ursprungs in der Humanmedizin	40
2.9.2.1	Bakterielle Endokarditis nach dentalen Eingriffen	42
2.9.2.2	Weitere Erkrankungen infolge einer Bakteriämie, Septikämie oder Pyämie nach dentalen Eingriffen	44
2.9.3	Bakteriämie dentalen Ursprungs in der Veterinärmedizin	45
2.9.3.1	Erkrankungen infolge einer Bakteriämie, Septikämie oder Pyämie nach dentalen Eingriffen	46
2.9.4	Blutbildveränderungen im Rahmen einer Bakteriämie	47
2.10	Nachweis von Bakteriämien mittels Blutkultur	48
2.11	Anwendung von Blutkultursystemen in der Pferdemedizin	49
3	Material und Methode.....	51
3.1	Versuchsplanung.....	51
3.2	Vorversuch	51
3.2.1	Patientengut.....	51
3.2.2	Untersuchung des Patienten.....	51
3.2.3	Vorbereitung des Patienten.....	51
3.2.3.1	Medikation	52
3.2.3.2	Vorbereitung der Punktionsstelle für die Blutentnahme.....	52
3.2.4	Probenentnahme	53
3.2.4.1	Blutentnahme	53
3.2.4.2	Beimpfung der Blutkulturflaschen.....	53
3.2.5	Mikrobiologische Untersuchungsverfahren der Blutkultur	53
3.3	Hauptuntersuchung	54



3.3.1	Patientengut.....	54
3.3.2	Klinische Untersuchung	55
3.3.2.1	Spezielle Untersuchung der Maulhöhle	55
3.3.3	Bildgebende Diagnostik	55
3.3.4	Vorbereitung der Patienten für die Blutentnahme	56
3.3.4.1	Medikation	57
3.3.5	Zahnextraktion	57
3.3.5.1	Überwachung der Patienten während der Zahnextraktion.....	58
3.3.5.2	Entnahme der Blutproben während der Zahnextraktion	58
3.3.5.2.1	Zeitpunkte der Blutentnahme für die Blutkultur	58
3.3.5.2.2	Zeitpunkte der Blutentnahme für die labordiagnostische Auswertung	59
3.3.5.2.3	Technik der Blutentnahme und Beimpfung der Blutkulturflaschen	60
3.3.6	Entnahme der Tupferproben	60
3.3.7	Probenbearbeitung	61
3.3.7.1	Mikrobiologische Untersuchungsverfahren.....	61
3.3.7.1.1	Tupferproben	61
3.3.7.1.2	Blutkulturen.....	62
3.3.8	16S rDNA-Sequenzierung.....	62
3.3.9	Labordiagnostische Untersuchungsverfahren.....	63
3.3.10	Überwachung der Patienten nach Ende des Eingriffes.....	64
3.3.11	Statistische Auswertung.....	64
4	Ergebnisse.....	65
4.1	Vorversuch	65
4.2	Hauptuntersuchung	65
4.2.1	Ergebnisse der Anamnese.....	65
4.2.2	Ergebnisse der klinischen Allgemeinuntersuchung.....	68
4.2.3	Ergebnisse der klinischen Maulhöhlenuntersuchung und bildgebenden Diagnostik	71
4.2.3.1	Backenzahnerkrankungen.....	71



Inhaltsverzeichnis

4.2.3.1.1	Ergebnisse der Maulhöhlenuntersuchung.....	71
4.2.3.1.2	Auswertung des Gingivazustandes.....	72
4.2.3.1.3	Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung	73
4.2.3.2	Schneide- und Hengstzahnerkrankungen	75
4.2.3.2.1	Ergebnisse der Maulhöhlenuntersuchung.....	75
4.2.3.2.2	Auswertung des Gingivazustandes.....	76
4.2.3.2.3	Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung	77
4.2.4	Ergebnisse der Patientenüberwachung während der Zahnextraktion...	79
4.2.4.1	Backenzahnextraktionen	79
4.2.4.2	Schneide- und Hengstzahnextraktionen.....	79
4.2.5	Ergebnisse der Patientenüberwachung nach Ende der Zahnextraktion	80
4.2.5.1	Backenzahnextraktionen	80
4.2.5.2	Schneide- und Hengstzahnextraktionen.....	81
4.2.6	Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen	82
4.2.6.1	Tupferproben.....	82
4.2.6.1.1	Backenzähne	82
4.2.6.1.2	Schneide- und Hengstzähne.....	87
4.2.6.2	Blutkulturen	91
4.2.6.2.1	Backenzahnextraktionen.....	92
4.2.6.2.2	Schneide- und Hengstzahnextraktionen	95
4.2.6.2.3	Nach Ende des Eingriffes entnommene Blutproben	98
4.2.6.2.4	Zusammenhang zwischen dem Auftreten positiver Blutkulturen und dem Probenentnahmezeitpunkt bzw. Operationsschritt.....	99
4.2.6.2.4.1	Backenzahnextraktionen	99
4.2.6.2.4.2	Schneide- und Hengstzahnextraktionen.....	101
4.2.6.3	16S rDNA-Sequenzierung	104
4.2.7	Ergebnisse der labordiagnostischen hämatologischen Untersuchung	105
4.2.7.1	Backenzahnextraktionen	106
4.2.7.2	Schneidezahnextraktionen	109



5	Diskussion	112
5.1	Diskussion von Material und Methode.....	113
5.1.1	Patientengut.....	113
5.1.2	Vorbereitung des Patienten.....	114
5.1.2.1	Vorbereitung des Patienten für die Blutentnahme	114
5.1.2.2	Medikation	116
5.1.3	Volumen der Blutprobenentnahme	118
5.1.4	Technik der Blutprobenentnahme und der Beimpfung der Blutkulturflaschen	118
5.1.5	Technik der Tupferprobenentnahme	119
5.2	Diskussion der Ergebnisse	120
5.2.1	Vorversuch.....	120
5.2.2	Hauptuntersuchung.....	120
5.2.2.1	Klinische Allgemeinuntersuchung.....	120
5.2.2.2	Spezielle Untersuchung der Maulhöhle und bildgebende Diagnostik.....	121
5.2.2.3	Patientenüberwachung während und nach der Zahnextraktion....	122
5.2.2.4	Labordiagnostik	124
5.2.2.5	Tupferproben	125
5.2.2.6	Blutkulturen	128
5.2.2.6.1	Bakteriämie - Inzidenz und Einflussfaktoren	128
5.2.2.6.2	Keimspektrum der Bakteriämie und Übereinstimmung mit der Maulhöhlenflora der Probanden.....	133
5.2.2.6.3	Sepsis und metastatische Infektionen als mögliche Folgen einer oral bedingten Bakteriämie sowie Möglichkeiten der Prophylaxe und Therapie	138
6	Zusammenfassung.....	144
7	Summary	146
8	Literaturverzeichnis	148
9	Anhang	174



Abkürzungsverzeichnis

A.	Actinomyces
Abb.	Abbildung
B.	Bacteroides
bds.	beidseits
bp	Basenpaare
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
CT	Computertomographie
d. h.	das heißt
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DTI	Dauertropfinfusion
EOTRH	Equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis
et al.	et alii (und andere)
EZ	Ernährungszustand
ggr.	geringgradig
gramneg.	gramnegativ
grampos.	grampositiv
Gruppe B	Gruppe der Pferde mit Backenzahnextraktion
Gruppe S	Gruppe der Pferde mit Schneidezahnextraktion
h	Stunde(n)
hgr.	hochgradig
IL-6	Interleukin-6
i.v.	intravenös
KBE	koloniebildende Einheiten
kg	Kilogramm
KGW	Körpergewicht
Lig.	Ligamentum/Ligament
Lnn.	Lymphonodi
LPS	Lipopolysaccharide
max	maximal
mg	Milligramm



Abkürzungsverzeichnis

mgr.	mittelgradig
min	Minute(n)
ml	Milliliter
N.	Nervus
n.s.	nicht signifikant
obB	ohne besonderen Befund
OK	Oberkiefer
P.	Porphyromonas
PCR	Polymerase Chain Reaction
Peptosc.	Peptostreptococcus
PZ	Pflegezustand
r/a	ruhig und aufmerksam
rDNA	ribosomale Desoxyribonukleinsäure
Sc.	Streptococcus
SIRS	Systemic Inflammatory Response Syndrome
sp.	Spezies (Singular)
spp.	Spezies (Plural)
SPS	Natrium-Polyanethol-Sulfonat
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
UK	Unterkiefer
u. U.	unter Umständen
V.	Vena
z. B.	zum Beispiel





1 Einleitung

Die regelmäßige Untersuchung der Maulhöhle und die befundabhängige Behandlung des Gebisses sind fest integrierte Bestandteile der Pferdemedizin. Die Zahnextraktion ist dabei der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

Die Mundhöhle des Menschen ist dicht mit Bakterien von großer Artenvielfalt besiedelt (PASTER et al. 2006). Sowohl aerobe als auch anaerobe Mikroorganismen sind Teil der oralen Flora (EVALDSON et al. 1982; LOVE et al. 1990; D.R. ELLIOTT et al. 2005), wobei sich die Flora der gesunden Mundhöhle in ihrer Zusammensetzung von der bei dentalen Erkrankungen unterscheidet (AAS et al. 2005).

Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Maulhöhle des Pferdes (BAILEY u. LOVE 1991; BIENERT 2002). Unter den aeroben Bakterien liegt eine Dominanz von *Streptococcus spp.*, *Bacillus spp.* und *Actinobacillus spp.* vor. Die anaerobe Mikroflora dominieren *Fusobacterium spp.* und *Prevotella spp.* (BIENERT 2002).

Aus der Humanmedizin ist seit langem bekannt, dass Manipulationen an den Zähnen eine vorübergehende Bakteriämie hervorrufen können (OKELL u. ELLIOTT 1935; COBE 1954), wobei die Zahnextraktion unter allen oralchirurgischen Eingriffen das höchste Risiko für das Auftreten einer Bakteriämie birgt (TAKAI et al. 2005).

Folge dieser transienten Bakteriämie können schwerwiegende systemische Erkrankungen wie beispielsweise Endokarditiden, Hirn- oder Leberabszesse sein (WAGNER et al. 2006; W. WILSON et al. 2007).

Auch für den Hund konnte das Vorkommen bakteriämischer Phasen im Rahmen von Zahnbehandlungen und -extraktionen nachgewiesen (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993; NIEVES et al. 1997) und ein Zusammenhang zum Auftreten bakterieller Endokarditiden hergestellt werden (SYKES et al. 2006).

Da einzelne Fallberichte infektiöse Komplikationen nach Zahnbehandlungen beim Pferd beschreiben (BARTMANN et al. 2002; VERDEGAAL et al. 2006), ist es Ziel dieser Arbeit, das Auftreten einer Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktionen beim antibiotisch unbehandelten Pferd zu bestätigen oder auszuschließen. Die beteiligten Erreger sollen charakterisiert und mit der Mikroflora der extrahierten Zähne verglichen werden.



2 Literaturübersicht

2.1 Nomenklatur der Zähne

Pferde besitzen vier unterschiedliche Zahntypen. Von rostral nach kaudal gehend werden diese als Inzisivi (Schneidezähne), Canini (Hengstzähne), Prämolaren und Molaren (Backenzähne) bezeichnet.

An jedem Zahn werden sechs Flächen unterschieden. Die Okklusions- oder Kaufläche ist dem Antagonisten des jeweils anderen Kiefers zugewandt. Die nach medial gerichtete Seite des Zahnes wird im Oberkiefer als Palatinal- und im Unterkiefer als Lingualfläche bezeichnet. Bukkal- bzw. Labialfläche wird der Anteil des Zahnes genannt, der der Wangenschleimhaut bzw. der Innenseite der Lippen anliegt (DIXON 2011). Die Begriffe mesial und distal beschreiben die Flächen der Zähne, die den benachbarten Zähnen direkt anliegen. Die Mesialfläche ist dabei nach rostral, die Distalfläche nach kaudal gerichtet. Im Wurzelbereich gelegene Zahnanteile erhalten die Bezeichnung apikal (WISSDORF et al. 2010).

Eine eindeutige Identifizierung jedes einzelnen Zahnes ist durch die Modifizierung des von TRIADAN (1972) beschriebenen numerischen Systems möglich. Jedem Zahn wird hierbei eine dreistellige Nummer zugeordnet. Die erste Ziffer bezeichnet den Quadranten des Kopfes, in dem sich der jeweilige Zahn befindet. Im Dauergebiss beginnt die Bezifferung mit 1 für den rechten oberen Quadranten, geht weiter über 2 für den linken oberen und 3 für den linken unteren Quadranten und endet mit 4 im rechten unteren Quadranten. Analog dazu erfolgt die Bezifferung im Milchgebiss beginnend mit der Ziffer 5 für den rechten oberen Quadranten und endend mit der Ziffer 8 im rechten unteren Quadranten. Die zwei folgenden Ziffern beschreiben die Position des Zahnes in der jeweiligen Zahnreihe. Begonnen wird mit der Nummer 01 für den ersten Inzisivus. Die weiteren Zähne werden nach kaudal gehend fortlaufend nummeriert, sodass der letzte Molar des Pferdes immer die Nummer 11 erhält (FLOYD 1991).



2.2 Anatomie der Zähne

2.2.1 Allgemeiner Aufbau

Nach WISSDORF et al. (2010) wird jeder Zahn in drei makroskopisch zu unterscheidende Einheiten unterteilt: die Zahnkrone (*Corona dentis*), den Zahnhals (*Cervix dentis*) und die Zahnwurzel (*Radix dentis*).

Die Zahnkrone im anatomischen Sinne ist der Zahnanteil, der von Schmelz umgeben ist. Sie lässt sich weiterhin unterteilen in einen intraalveolären, also innerhalb des Zahnfaches gelegenen, und einen extraalveolären Kronenanteil. Der intraalveolär gelegene Anteil wird synonym auch als Reservekrone bezeichnet, da mit fortschreitendem Abrieb des Zahnes durch das Kauen Teile der intraalveolär gelegenen Krone aus der Alveole herausgeschoben werden.

Von der anatomischen Krone abzugrenzen ist die klinische Krone, die den Teil des Zahnes beschreibt, der in die Maulhöhle hineinragt (STASZYK 2011). Die klinische Krone macht an einem gerade durchgebrochenen Backenzahn mit einer Länge von etwa zwei Zentimetern nur ungefähr ein Viertel der Länge der gesamten Krone aus (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

Der Zahnhals, der als Grenze zwischen der schmelzbedeckten Zahnkrone und der schmelzfreien Zahnwurzel definiert wird, ist am komplett von Zement umgebenen Zahn des Pferdes nicht vorhanden. Beim Pferdezahn wird der von Gingiva umschlossene Anteil des Zahnes als Zahnhals bezeichnet (WISSDORF et al. 2010).

Analog zur Zahnkrone unterscheidet man auch bei der Zahnwurzel zwischen einer anatomischen und einer klinischen Definition.

Die anatomische Wurzel ist der Bereich des Zahnes, der nicht von Schmelz umgeben ist. Die klinische Wurzel hingegen bezeichnet den im Zahnfach gelegenen Anteil des Zahnes (WISSDORF et al. 2010). An der Wurzelspitze erlangen Leitungsbahnen über eine Öffnung (*Foramen apicis dentis*) Zutritt zu der innerhalb des Zahnes gelegenen Pulpa (STASZYK 2011).

Die Wurzeln der 8er bis 11er des Oberkiefers stehen in enger Beziehung zum Sinus maxillaris (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

2.2.2 Zahnschubstanzen

Alle Zähne sind aus den drei Hartsubstanzen Zement, Schmelz und Dentin sowie dem Weichgewebe Pulpa aufgebaut (BAKER 1970). Durch die abweichende Konsistenz dieser Hartsubstanzen, die dadurch bedingte unterschiedlich schnelle



Abnutzung und ihre spezielle Anordnung im Zahn, ermöglichen sie maßgeblich die Aufnahme und Zerkleinerung struktur- und faserreicher Futtermittel.

Nach WISSDORF et al. (2010) ist das Äußere des Zahnes, abgesehen von der Okklusalfäche, vollständig vom gelblichen Zement umgeben. Strukturell weist er Ähnlichkeiten zu Knochen auf (LIEBICH 2010) und ist fest mit den Substanzen im Inneren des Zahnes verbunden. Darüber hinaus bildet er Anteile des Zahnhalteapparates (STASZYK 2011) und enthält sowohl Blutgefäße als auch Nervenbahnen (MITCHELL et al. 2003). An der labialen Seite der Schneidezähne nutzt sich die Zementschicht zumeist ab, sodass der darunter liegende Schmelz zum Vorschein kommt (DIXON 2011).

Der nach zentral auf die Zementschicht folgende Schmelz ist laut LIEBICH (2010) das härteste Gewebe des Körpers und besteht fast vollständig aus Hydroxylapatit. Er ist von bläulich-weißer Farbe (BAKER 1970) und stülpt sich bei den Backenzähnen des Pferdes seitlich ins Innere des Zahnes ein, weswegen dieser Zahntyp auch schmelzfaltig genannt wird (STASZYK 2011). An allen Schneidezähnen sowie an den Backenzähnen des Oberkiefers bilden sich zudem zementgefüllte Schmelzbecher, die als Infundibula bezeichnet werden (BAKER 1970).

Das gelblich-weiße Dentin oder Zahnbein macht nach BAKER (1970) den Großteil der Zahnschubstanz aus. Es füllt die Schmelzfalten aus und umgibt die Pulpahöhle vollständig. Um eine Eröffnung der Pulpahöhle durch die stetige Abnutzung der Kauflächen zu verhindern, bilden die Odontoblasten kontinuierlich Sekundärdentin, welches die Pulpahöhle verengt und zur Okklusalfäche hin verschließt (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

Nach WISSDORF (2010) liegt die weiche, gelatinöse Pulpa in der vollständig von Dentin umschlossenen Pulpahöhle (*Cavum dentis*). Sie stellt ein komplexes Geflecht aus Bindegewebe, Nerven, Blut- und Lymphgefäßen dar, welches über das *Foramen apicis dentis* in das Innere des Zahnes gelangt (MUELLER u. LOWDER 1998). Die Aufgabe der Pulpa ist vor allem die Bereitstellung und Erhaltung der Odontoblasten zur Dentinbildung (SCHUMACHER u. HONNAS 1993). Darüber hinaus dient die Pulpa aber auch der Ernährung des Zahnes, dem Schutz vor Verletzungen und Infektionen und leitet Schmerzimpulse an den *Nervus trigeminus* weiter (MUELLER u. LOWDER 1998).



2.3 Anatomie des Zahnhalteapparates

Der Zahnhalteapparat besteht nach WISSDORF et al. (2010) aus vier Komponenten: Alveolarknochen, *Ligamentum periodontale*, Gingiva und Zement.

SCHUMACHER und HONNAS (1993) beschreiben den Alveolarknochen als eine dünne, das Zahnfach auskleidende Knochenlamelle, die wegen ihrer hohen Röntgendichte auch als *Lamina dura* bezeichnet wird. Sie ist in der *Substantia spongiosa* des Kieferknochens aufgehängt, welche wiederum von der *Substantia compacta* umgeben wird. Dieses Gefüge bildet zusammen die knöcherne Alveole, auch als Zahnfach bezeichnet (STASZYK 2011).

Der Alveolarknochen besitzt zahlreiche kleine Öffnungen, durch die Nerven sowie Blut- und Lymphgefäße aus der *Substantia spongiosa* Zutritt zu dem als parodontalen Spalt bezeichneten Raum zwischen Alveolarknochen und Zahn erlangen. Aufgrund dieser siebartigen Struktur wird der Alveolarknochen auch *Lamina cribiformis* genannt (WISSDORF et al. 2010). Die durch das Kauen auf den Zahn sowie den umliegenden Knochen wirkenden Kräfte führen zu kontinuierlich ablaufenden Umbauvorgängen im Knochen durch Osteoklasten und Osteoblasten. Dadurch wird permanent eine möglichst optimale Position und feste Verankerung des Zahnes im Zahnfach gewährleistet (ŁYCZEWSKA-MAZURKIEWICZ et al. 2003).

Das *Ligamentum periodontale*, auch als Wurzelhaut oder Periodontium bezeichnet, verbindet als gut vaskularisierte, bindegewebige Struktur den Alveolarknochen mit dem Zement der Zahnwurzel und überbrückt so den maximal 1 mm weiten parodontalen Spalt (SCHUMACHER u. HONNAS 1993). Strukturell besteht das *Lig. periodontale* aus einem Kollagenfaserapparat und einem Blutgefäßsystem (WISSDORF et al. 2010).

Der Kollagenfaserapparat, dessen einzelne Faserbündel als Sharpey-Fasern bezeichnet werden, dient zum einen der Befestigung des Zahnes im Zahnfach und ist zum anderen essentiell für den Ausgleich der Kräfte, die durch das Kauen auf den Zahn einwirken (WISSDORF et al. 2010).

Auch das aus einem Kapillargeflecht und einem Venensystem bestehende Blutgefäßsystem übernimmt neben nutritiven Aufgaben vor allem die Rolle eines "Stoßdämpfers" (STASZYK 2011). Zusammengenommen können durch das *Lig. periodontale* zum einen Bewegungen des Zahnes im Zahnfach durch das Kauen



abgepuffert werden und zum anderen wird verhindert, dass der Zahn in die knöchernen Alveole hineingedrückt wird (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

2.4 Klinische Untersuchung des Zahnpatienten

2.4.1 Vorbericht

Pferde, die an Zahnerkrankungen leiden, können eine Vielzahl unterschiedlicher Symptome zeigen. Daher ist bei dem Verdacht auf eine Erkrankung der Zähne die Erhebung einer detaillierten Anamnese sehr wichtig.

Gewichtsverlust, Wickelkauen oder andersartige Probleme bei der Futteraufnahme, übelriechender, in der Regel einseitiger Nasenausfluss sowie Rittigkeitsprobleme oder Headshaking sind nur einige der möglichen Symptome, die Pferde im Rahmen von Zahnerkrankungen zeigen können (LANE 1994). Auch bei Patienten, die wiederholt mit Koliken oder Schlundverstopfungen auffallen, muss an ein Problem im Bereich der Zähne gedacht werden (VOGT 2011). In vielen Fällen treten Symptome allerdings erst dann auf, wenn die zugrunde liegende Zahnerkrankung bereits weit fortgeschritten ist, sodass sie häufig lange unentdeckt bleibt.

2.4.2 Klinische Allgemeinuntersuchung

Bereits die klinische Allgemeinuntersuchung kann erste Hinweise auf das Vorliegen einer Zahnerkrankung liefern. Ein schlechter Ernährungszustand, einseitiger Augenausfluss, übelriechender, einseitiger Nasenausfluss oder vergrößerte, druckdolente Mandibularlymphknoten können Anzeichen einer dentalen Erkrankung sein (VOGT 2011). Das Pferd sollte bei der Futteraufnahme beobachtet werden. Hierbei ist auf Inappetenz sowie Probleme beim Zerkleinern (Dysmastikation) oder Abschlucken (Dysphagie) des Futters zu achten (DUNCANSON 2010).

2.4.3 Adspektion und Palpation des Kopfes

Bei der Adspektion des Kopfes wird zunächst auf Asymmetrien geachtet. Im Verlauf von Zahnerkrankungen kann es zu knöchernen Veränderungen an Ober- oder Unterkiefer kommen. Auch eine einseitige Atrophie der Kaumuskulatur, zu der vornehmlich der *Musculus temporalis* und der *Musculus masseter* gehören, kann auftreten und somit zu einer Asymmetrie im Kopfbereich führen (VOGT 2011). Daher sollte sie betrachtet und palpiert werden. Augenausfluss kann auftreten, wenn der *Ductus nasolacrimalis* im Zuge einer dentogenen Sinusitis oder periapikalen



Entzündung im Bereich der Oberkieferbackenzähne verlegt oder entzündet ist (DIXON et al. 2000b).

Die Nüstern werden auf das Vorliegen von Nasenausfluss untersucht. Übelriechender, meist einseitiger, purulenter Nasenausfluss deutet auf eine dentogene Sinusitis hin (TREMAINE u. DIXON 2001). Darüber hinaus sollte insbesondere im Bereich der Wurzeln der Backenzähne auf Fistelöffnungen geachtet werden (VOGT 2011).

Eine Palpation der Wangen entlang der Außenkanten der Oberkieferbackenzähne kann erste Hinweise auf abnormale Abnutzungen des bukkalen Anteils dieser Zähne liefern.

Der *Sinus frontalis* und der *Sinus maxillaris* können zudem mit den Fingern perkutiert werden. Hierbei ist auf eine Veränderung des Kluges sowie Schmerzreaktionen zu achten. Die Perkussion sollte seitenvergleichend durchgeführt werden (MACDONALD 1993).

2.4.4 Maulhöhlenuntersuchung

Um eine gründliche und vollständige Untersuchung der Maulhöhle vornehmen zu können, werden einige Hilfsmittel benötigt. Das Pferd sollte gut fixiert und der Pferdekopf mit Hilfe eines Kopfständers oder eines Dentalhalters unterstützt werden (VOGT 2011). Eine helle Lichtquelle, die beidhändiges Arbeiten ermöglicht, wie z. B. eine Kopflampe oder eine am Maulgatter angebrachte Lampe, sollte vorhanden sein (EASLEY 2011). Um adäquate Untersuchungsbedingungen, die Sicherheit von Pferd und Untersucher sowie den Tierschutz zu gewährleisten, ist in der Regel eine Sedierung des Pferdes angezeigt. Hierfür werden vor allem α_2 -Rezeptor-Agonisten verwendet, häufig in Kombination mit einem Opioid oder Benzodiazepin (BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012). Für die Untersuchung der Backenzähne und des hinteren Abschnittes der Maulhöhle ist die Verwendung eines Maulgatters unerlässlich. Es sollte ein Vollgatter genutzt werden (VOGT 2011).

Das Maul sollte vor Beginn der Untersuchung ausgespült werden, um Futterreste zu entfernen (SCRUTCHFIELD u. SCHUMACHER 1993).

Vor dem Einlegen des Maulgatters wird der rostrale Anteil der Maulhöhle untersucht. Dabei wird vor allem auf Anzahl, Form, Stellung und Symmetrie sowie Intaktheit und festen Sitz der Incisivi geachtet. Es wird überprüft, ob ein Über- oder Unterbiss vorliegt und ob die Okklusionsflächen der Schneidezähne von vorne gesehen eine



waagerechte Linie bilden oder diese schräg bzw. bogenförmig verläuft. Auch die Gingiva sollte betrachtet werden (BARTMANN et al. 2010; VOGT 2011).

Nach dem Einlegen des Maulgatters werden die Zungen- und Wangenschleimhaut sowie der Gaumen auf Verletzungen und Ulzerationen untersucht und die Gingiva im Hinblick auf periodontale Erkrankungen betrachtet (LANE 1994).

Die Backenzähne werden dann inspiziert und palpiert. Es ist hierbei auf die physiologische Anzahl der Zähne, Symmetrie und Winkelung der Kauflächen, scharfe Schmelzkanten, Haken, Wellen oder Stufenbildung zu achten. Auch eine Verkippung oder Rotation einzelner Zähne ist zu vermerken (BARTMANN et al. 2010; VOGT 2011). Jeder einzelne Zahn muss auf seine Vollständigkeit sowie seinen festen Sitz untersucht werden. Hierfür ist die Verwendung eines Oralspiegels oder Endoskopes hilfreich (EASLEY 2011). Ebenso ist auf erweiterte Zahnzwischenräume (Diastasen) oder eingekautes Futter zu achten (VOGT 2011). Auf den Okklusionsflächen sind die Pulpenpositionen sowie im Oberkiefer die Infundibula zu betrachten und ihre Tiefe unter Umständen mit einer Sonde zu prüfen. Auch die Tiefe eventuell vorhandener Zahnfleischtaschen kann mit Hilfe einer Sonde evaluiert werden (EASLEY 2011). Alle von der Norm abweichenden Befunde sind zu dokumentieren (EASLEY 2011).

2.5 Bildgebende Diagnostik beim Zahnpatienten

Nicht alle Erkrankungen der Zähne sind durch die klinische Maulhöhlenuntersuchung abschließend zu diagnostizieren, da lediglich die klinische Krone adspektorisch beurteilt werden kann. Daher kann die bildgebende Diagnostik wichtig sein, um die Art und das Ausmaß einer Zahnerkrankung festzustellen und eine geeignete Therapie auszuwählen.

Im Rahmen der klinischen Maulhöhlenuntersuchung kann eine Endoskopie der Maulhöhle durchgeführt werden. Hierfür wird ein starres Endoskop mit einer um 50 bis 70° gewinkelten Optik verwendet (TREMAINE 2005). Es wird jede Zahnreihe von rostral nach kaudal untersucht, wobei Bukkal-, Okklusal- und Lingualfläche der Zähne sowie die sie umgebende Gingiva begutachtet werden (TREMAINE 2005). Veränderungen, die hier im Rahmen von Zahnerkrankungen auffallen können, sind unter anderem Fissuren oder Frakturen der Zahnkrone, Retraktion oder Zusammenhangstrennungen der Gingiva mit oder ohne Exsudation, eröffnete Pulpenpositionen oder Infundibularkaries, Diastasen mit oder ohne Futterreste sowie die Ablagerung von Zahnstein (RAMZAN 2009).



Ein weiteres häufig bei Zahnpatienten genutztes bildgebendes Verfahren ist die Röntgendiagnostik. Hierbei werden in der Regel Aufnahmen von 0° und 90° sowie Schrägaufnahmen angefertigt (BARAKZAI 2011). Um die Überlagerung der Zahnreihen auf den Schrägaufnahmen zu verringern, können die Aufnahmen mit eingelegtem und geöffnetem Maulgatter erstellt werden, sodass die Okklusionsflächen der Ober- und Unterkieferbackenzähne auseinanderweichen (EASLEY 2002). Die Schneidezähne können gut durch intraorale Aufnahmen dargestellt werden (ROS 2011). Die Lokalisation von Fistelkanälen kann mithilfe eingeführter Metallsonden genauer evaluiert werden (RAMZAN 2009). Auf den Röntgenaufnahmen lassen sich u. a. frakturierte oder überzählige Zähne, Diastasen, Weitungen des Periodontalspaltens oder Konturveränderungen der *Lamina dura* erkennen. Auch eine Flüssigkeitsfüllung der Nasennebenhöhlen, die im Rahmen einer dentogenen Sinusitis auftreten kann, ist in Form von Verschattungen oder Flüssigkeitsspiegeln röntgenologisch darstellbar (TREMAINE u. DIXON 2001). Aufgrund der komplexen Struktur des Schädels kommt es auf Röntgenbildern zu Überlagerungen, die die Auswertung der Aufnahmen erschweren können (KINNS u. PEASE 2009).

Im Hinblick auf die Überlagerungsfreiheit der Aufnahmen ist die computertomographische Untersuchung des Schädels der röntgenologischen Untersuchung überlegen (BARBEE et al. 1987; BIENERT 2002). Durch die detailgenaue Darstellung der Strukturen in mehreren Ebenen sowie eine in vielen Fällen mögliche dreidimensionale Rekonstruktion werden die Diagnosestellung und die Erstellung eines Therapiekonzeptes deutlich erleichtert (HENNINGER et al. 2003). In der CT-Untersuchung können die verschiedenen Zahnschichten, der umliegende Knochen und das Weichgewebe sowie die Nasennebenhöhlen detailliert dargestellt werden (HENNINGER et al. 2003). Die Tatsache, dass diese Untersuchung wertvolle zusätzliche Informationen liefern kann, rechtfertigt bei entsprechender Indikation daher den höheren Kostenaufwand und das mit einer Allgemeinanästhesie verbundene Risiko (TIETJE et al. 1996). Seit einigen Jahren besteht darüber hinaus die Möglichkeit, den Pferdekopf am stehenden, sedierten Patienten computertomographisch zu untersuchen, wodurch die Allgemeinanästhesie und die mit ihr verbundenen Risiken entfallen (RAMZAN 2011). Die magnetresonanztomographische Untersuchung des Pferdekopfes ist bislang ausschließlich in Allgemeinanästhesie möglich. Auch durch dieses



Untersuchungsverfahren können wertvolle zusätzliche Informationen über die vorliegende Zahnerkrankung gewonnen werden. Sie kommt jedoch im Vergleich zur Computertomographie weniger häufig beim equinen Zahnpatienten zum Einsatz (GERLACH et al. 2011).

Neben den bereits genannten bildgebenden Verfahren spielt die Szintigraphie eine eher untergeordnete Rolle in der Diagnostik von Zahnerkrankungen. Durch eine verstärkte Anreicherung des Radiopharmakons in Bereichen eines veränderten Knochenmetabolismus ist sie jedoch eine sensitive Methode um Zahnerkrankungen bereits in einem Stadium zu diagnostizieren, in dem noch keine röntgenologischen Veränderungen vorliegen (WELLER et al. 2001).

2.6 Zahnerkrankungen, die Extraktionen erforderlich machen können

Die Möglichkeiten, einen pathologisch veränderten Pferde Zahn mittels konservativer oder endodontischer Therapie zu erhalten, sind bislang noch begrenzt. Zudem werden Zahnerkrankungen beim Pferd häufig erst in einem fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert. Aus diesen Gründen bleibt bei vielen Erkrankungen von Schneide- oder Backenzähnen und ihres Aufhängeapparates lediglich die Extraktion der betroffenen Zähne als erfolgversprechende Therapieoption, um dem Pferd eine ausreichende und schmerzfreie Futteraufnahme zu ermöglichen und Sekundärerkrankungen zu verhindern bzw. zu therapieren. Die Zahnextraktion ist der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.6.1 Periodontale Erkrankungen

Als periodontale Erkrankungen werden alle krankhaften Veränderungen des Zahnhalteapparates bezeichnet (KLUGH 2005).

Beim Pferd treten sie in der Regel nicht primär auf, sondern entstehen sekundär in Folge anderer Zahnerkrankungen (DIXON et al. 2000a) bzw. Gebissanomalien (KLUGH 2005). Meist liegen Veränderungen wie etwa Zahnhaken zugrunde, die zu abnormen Druckverhältnissen beim Kauvorgang und damit auf Dauer zu Zahnverlagerungen führen (KLUGH 2005). Auch eine Polyodontie, eine abnorme Stellung der Zähne während der Zahnentwicklung oder ein zu enger Kiefer können zur Verlagerung von Zähnen führen, die in diesen Fällen häufig bilateral auftritt (DIXON et al. 1999b). Aus der falschen Stellung der Zähne resultiert in vielen Fällen eine Weitung des Interdentalspaltes und die Bildung periodontaler Taschen, in denen



sich Futter ansammelt, gärt und fault (KLUGH 2005). Die Weitung des Interdentalspaltes zwischen zwei benachbarten Zähnen desselben Quadranten wird als Diastase bezeichnet (CARMALT 2003). Liegt eine okklusal geschlossene Ventildiastase vor, kann Futter zwar eindringen, aber nicht wieder austreten (CARMALT 2003). Die in diesen Bereichen durch Reizung und bakterielle Aktivität entzündete Gingiva verliert zunehmend den Kontakt zum Zahn (KLUGH 2005). Findet keine Behandlung der zugrunde liegenden Ursache statt, erhält sich dieser Prozess so lange aufrecht, bis sich der Zahn durch die Entzündung und anschließende Nekrose tiefer gelegener Schichten des Zahnhalteapparates lockert und im schlimmsten Fall verloren geht (CRABILL u. SCHUMACHER 1998; KLUGH 2005).

2.6.2 Zahnfrakturen

Zahnfrakturen können unterschiedliche Ursachen zugrunde liegen. Frakturen der Schneidezähne sind in der Regel traumatisch bedingt, wobei vor allem Tritte oder Stürze als Ursache in Frage kommen (DIXON et al. 1999a). Auch Backenzähne können durch ein externes Trauma frakturieren. Davon sind meist nur die rostral gelegenen Backenzähne betroffen (DACRE et al. 2007), da die weiter kaudal gelegenen Backenzähne durch die darüber liegende Muskulatur gut geschützt sind. Im Rahmen von Zahnbehandlungen kann es zur iatrogenen Frakturierung von Zähnen kommen. Ursächlich hierfür kann u. a. die Verwendung nicht mehr zeitgemäßer Maulkeile oder auch die instrumentelle Beschädigung benachbarter bzw. gegenüberliegender Zähne bei der Extraktion bzw. Expulsion von Backenzähnen sein (DIXON et al. 2000a; BIENERT u. BARTMANN 2008).

Etwa der Hälfte aller Backenzahnfrakturen kann keine sichere Ursache zugeordnet werden. In diesen Fällen wird von idiopathischen Frakturen gesprochen (DIXON et al. 2000a). Sie treten häufiger im Oberkiefer als im Unterkiefer auf, wobei der 09 am häufigsten betroffen ist (DACRE et al. 2007; VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008). Als mögliche Ursache idiopathischer Frakturen wird das Vorliegen von Infundibularkaries diskutiert (DACRE et al. 2007). Durch die kariösen Veränderungen kann es zum Verschmelzen der beiden Infundibula kommen, wodurch die Zahnmitte geschwächt wird und somit den Zahn für Längsfrakturen prädisponiert (JOHNSON u. PORTER 2006).

Durch Futter, das in den Frakturspalt eingekaut wird, können die Fragmente zunehmend auseinander weichen und dadurch sekundär zu Läsionen in der



Maulschleimhaut und periodontalen Erkrankungen führen (DIXON et al. 2000a; BIENERT u. BARTMANN 2008).

Werden durch eine Fraktur Pulpenpositionen eröffnet, kann dies zur Entstehung einer Pulpitis und in Folge dessen zu einer apikalen Infektion des Zahnes führen (DACRE et al. 2007).

2.6.3 Apikale Infektionen

Apikale Infektionen sind in der Regel Folge einer bakteriellen Infektion der Pulpa, die sich durch Fortleitung über das *Foramen apicis dentis* auf die Zahnwurzeln und die umliegenden Gewebe ausbreitet (VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008).

Als Ursache apikaler Infektionen wird in mehr als der Hälfte aller Fälle eine anachoretische, d. h. von der Blut- oder Lymphbahn ausgehende, Infektion der Pulpa angesehen (DACRE et al. 2008b, a; VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008). Weitere Ursachen können hochgradige periodontale Erkrankungen, Zahnfrakturen und -fissuren sowie dysplastische Veränderungen des Zahnes sein (DACRE et al. 2008a). Ebenso kann eine direkte Öffnung von Pulpenpositionen auf der Okklusionsfläche des Zahnes oder eine Öffnung der Pulpahöhle infolge von Infundibularkaries zu Pulpitis und im Verlauf zu einer apikalen Infektion führen (DIXON 2006).

Da der umliegende Knochen im Rahmen apikaler Infektionen häufig in Mitleidenschaft gezogen wird, zeigen sich klinisch oftmals knöcherne Umfangsvermehrungen sowie Fistelkanäle mit eitriger Exsudation. Handelt es sich bei den betroffenen Zähnen um Oberkieferbackenzähne, ist in vielen Fällen eine dentogene Sinusitis mit der apikalen Infektion vergesellschaftet (DIXON et al. 2000b).

2.6.4 Polyodontie

Die Polyodontie zeichnet sich durch das Vorhandensein einer im Vergleich zur physiologischen Zahnformel vermehrten Anzahl an Zähnen aus. Die Ätiologie der Polyodontie ist bislang nicht eindeutig geklärt (DIXON et al. 2005b).

Die überzähligen Zähne sind häufiger im Ober- als im Unterkiefer zu finden und liegen in vielen Fällen als überzähliger Backenzahn hinter dem 11er. Sie weichen oftmals in Größe und Form von der Norm ab. Darüber hinaus können sie einen Zahnengstand begünstigen, welcher die Verkippung oder Verschiebung eines einzelnen oder mehrerer Zähne der betroffenen Zahnreihe zur Folge haben kann. Dies führt zur Entstehung von Diastasen und periodontalen Taschen, die wiederum



für das Auftreten sekundärer periodontaler Erkrankungen prädisponieren (DIXON et al. 1999b; DIXON et al. 2005b).

2.6.5 Equine Odontoclastic Tooth Resorption and Hypercementosis

Als „Equine Odontoclastic Tooth Resorption and Hypercementosis“, EOTRH, wird eine Erkrankung bezeichnet, die vorwiegend die Schneide- und Hengstzähne älterer Pferde betrifft (SYKORA et al. 2013).

Klinisch zeichnet sich EOTRH durch entzündlich veränderte, u. U. auch retrahierte Gingiva um die betroffenen Zähne aus. Teilweise bilden sich Fistelkanäle mit eitriger Exsudation im Bereich der Zahnwurzeln. Die Zähne können sich bei Palpation beweglich und schmerzhaft zeigen (BARATT 2007; CALDWELL 2007).

Die Zahnwurzeln betroffener Zähne weisen gleichzeitig resorptive Läsionen auf, die alle Komponenten des Zahnes betreffen und zu einem Verlust der normalen Zahnstruktur führen können. Im Rahmen einer reparativen Reaktion bildet sich vom *Lig. periodontale* ausgehend eine sekundäre Hyperzementose (STASZYK et al. 2008).

Die Ätiologie der EOTRH ist bislang nicht geklärt. Mechanischer Stress, der durch die kürzere Reservekrone älterer Pferde auf das *Lig. periodontale* ausgeübt wird, gilt als mögliche Ursache dieser Erkrankung (STASZYK et al. 2008).

2.7 Extraktion von Backen- und Schneidezähnen

Seit etwa zwei Jahrzehnten ist die orale Extraktion am stehenden, sedierten Pferd in der Mehrzahl der Fälle die Methode der Wahl für die Extraktion erkrankter Zähne (TREMAINE 2004). Sie ist der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.7.1 Vorbereitung des Patienten

Das Pferd sollte für den Eingriff in einen Untersuchungsstand verbracht und der Kopf mittels eines Kopfständers oder eines Dentalhalters unterstützt werden. Für die Sedierung werden überwiegend α_2 -Rezeptor-Agonisten in Kombination mit Butorphanol verwendet (DIXON 2006). Da übermäßige Kau- und Zungenbewegungen die Arbeit deutlich erschweren, können darüber hinaus Benzodiazepine angewandt werden (BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012). Zusätzlich sollte das Pferd mit einem nicht-steroidalen Antiphlogistikum analgetisch und antiinflammatorisch versorgt werden (TREMAINE 2004).



Um mindestens für die Dauer des Eingriffes eine Schmerzfreiheit zu erreichen, sind Lokal- und Leitungsanästhesien angezeigt. Die Gingiva kann im Bereich des zu extrahierenden Zahnes durch eine subgingivale Infiltrationsanästhesie desensibilisiert werden (TREMAINE 2007). Für die Extraktion von Schneidezähnen wird im Oberkiefer eine Anästhesie des *Nervus infraorbitalis* und im Unterkiefer des *Nervus mentalis* durchgeführt (TREMAINE 2007). Für die Anästhesie der Oberkieferbackenzähne ist die Desensibilisierung des *Nervus maxillaris* beschrieben. Für Eingriffe im Bereich der Unterkieferbackenzähne wird der *Nervus alveolaris inferior* anästhesiert (DIXON 2006; TREMAINE 2007).

Als Lokalanästhetikum wird häufig Lidocainhydrochlorid oder, für länger dauernde Eingriffe, Mepivacainhydrochlorid verwendet (TREMAINE 2007; BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012).

Für die Extraktion von Backenzähnen wird nach dem Setzen aller notwendigen Anästhesien ein Vollgatter eingesetzt und das Maul ausgespült, um verbliebene Futterreste zu entfernen (DIXON et al. 2005a; DIXON 2006).

2.7.2 Ablauf der Extraktion von Schneidezähnen

Für die Extraktion eines Schneidezahnes wird die labial über dem Zahnfach gelegene Gingiva eingeschnitten. Mit Hilfe eines Wurzelhebers werden dann die periodontalen Verbindungen des Zahnes zu seinem Zahnfach gelöst, bis er locker genug ist, um mit einer Zange unter geringem Kraftaufwand extrahiert zu werden (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.7.3 Ablauf der Extraktion von Backenzähnen

Nachdem der zu extrahierende Zahn eindeutig identifiziert worden ist, wird die ihn umgebende Gingiva an der bukkalen und palatinalen bzw. lingualen Seite mit Hilfe eines Separators vom Zahn gelöst. Danach werden rostral und kaudal des betroffenen Zahnes Interdentalspreizer angesetzt und für einige Minuten belassen, um die periodontale Verbindung des Zahnes zu lockern (TREMAINE 2004). Dabei wird zunächst mit einem schmalen Interdentalspreizer begonnen und dann allmählich mit breiteren Modellen fortgefahren, um eine stufenweise Dehnung des *Lig. periodontale* zu erreichen (DIXON 2006). Interdentalspreizer sollten nicht zwischen den Backenzähnen 06 und 07 sowie 10 und 11 genutzt werden, da hier das Risiko einer versehentlichen Lockerung eines nicht erkrankten 06 bzw. 11 besteht (TREMAINE 2004).



Im Folgenden wird eine gut passende Extraktionszange fest auf die Krone des betroffenen Zahnes gesetzt. Die Griffe der Zange können mit Hilfe eines eingebauten Mechanismus, Klebeband, Gummibändern oder einer Einhandzwinge in dieser Position fixiert werden (DIXON et al. 2000b). Nachdem der korrekte Sitz der Zange kontrolliert wurde, um sicherzustellen, dass die benachbarten Zähne nicht mit gefasst wurden, werden zunächst langsame, behutsame horizontale Bewegungen mit der Zange durchgeführt. Es sollte regelmäßig kontrolliert werden, dass die Zange dabei in Position bleibt und weiterhin fest auf der Zahnkrone sitzt (TREMAINE 2004; DIXON et al. 2005a). Im Verlauf lösen sich die periodontalen Verbindungen zunehmend, sodass die Seitwärtsbewegungen stärker und über eine weitere Strecke ausgeführt werden können. Schließlich wird ein "quatschendes" Geräusch hörbar und vermehrt schaumiges Blut am Rand der Gingiva sichtbar, was die weitestgehende Zerreißung des *Lig. periodontale* anzeigt (DIXON et al. 2000b). Die Lockerung des Zahnes bis zu einem Punkt, an dem die Extraktion möglich ist, kann je nach Alter des Pferdes und Zustand der periodontalen Verankerung wenige Minuten bis mehrere Stunden dauern (TREMAINE 2004; DIXON et al. 2005a; DIXON 2006).

Anschließend wird auf die Okklusionsfläche des rostral vom betroffenen Zahn gelegenen Zahnes ein Hypomochlion als Widerlager aufgelegt. Durch vertikal auf die Extraktionszange wirkenden Zug wird der Zahn dann mechanisch aus seiner Alveole gezogen (DIXON 2006).

Der extrahierte Zahn sollte, besonders im Bereich der Zahnwurzeln, auf seine Vollständigkeit überprüft werden. Das Zahnfach ist manuell auf verbliebene Zahn- oder Knochenfragmente zu untersuchen. Nach der Extraktion angefertigte Röntgenbilder können zusätzlich Aufschluss darüber geben, ob der Zahn im ganzen entfernt wurde oder Fragmente in der Alveole verblieben sind (TREMAINE 2004).

2.8 Mikrobiologie von Mund- bzw. Maulhöhle

2.8.1 Mikrobiologie der Mundhöhle des Menschen

Die Mundhöhle des Menschen wird von einer Vielzahl unterschiedlicher Bakterienarten kolonisiert. Mehr als 700 verschiedene Arten konnten bereits isoliert werden (PASTER et al. 2006). Einige Bakterienarten sind aufgrund von Gewebetropismen nicht diffus in der gesamten Mundhöhle vorzufinden, sondern für eine oder mehrere Lokalisationen innerhalb des Mund-Rachen-Raumes spezifisch



(MARSH 2000; AAS et al. 2005). Die Zusammensetzung der Bakterienflora der gesunden Mundhöhle unterscheidet sich von der, die im Falle oraler Erkrankungen vorliegt (AAS et al. 2005).

2.8.1.1 Normalflora der Mundhöhle des Menschen

Die Besiedelung der Mundhöhle mit Bakterien beginnt erst mit der Geburt. Die Keimübertragung erfolgt passiv über die Mutter, über in Milch, Wasser und Nahrung enthaltene Bakterien, sowie Bakterien aus der Umwelt (MARSH 2000).

Da die Mundhöhle des Säuglings ausschließlich epitheliale Oberflächen besitzt, überwiegen zunächst aerobe und fakultativ anaerobe Bakterien in der oralen Mikroflora. Mit dem Durchbruch der Milchzähne entstehen vermehrt Habitate für die Ansiedelung obligat anaerober Bakteriengattungen (MARSH 2000).

In der adulten Mundhöhle dominieren Anaerobier die Bakterienflora. Ein Milliliter Speichel enthält bis zu 10^9 koloniebildende Einheiten (KBE), wobei die Anzahl anaerober Bakterien die der aeroben Bakterien um das Zehnfache übersteigt. Auf der Gingiva liegt das Verhältnis von Anaerobiern zu Aerobiern mit 100 - 1000:1 noch deutlich darüber (EVALDSON et al. 1982).

Die genaue Zusammensetzung der oralen Keimflora ist individuell unterschiedlich (BIK et al. 2010), jedoch lassen sich bestimmte Gattungen regelmäßig aus der Mundhöhle des Menschen isolieren.

Bakterien der Gattung *Streptococcus*, die als sogenannte Pionier-Organismen zu den ersten Besiedlern der Mundhöhle des Neugeborenen gehören (MARSH 2000), stellen auch im Erwachsenenalter mit einem Anteil von etwa 20% die größte Fraktion der Mikroflora dar (NASIDZE et al. 2009; BIK et al. 2010). Insbesondere sind hier die Streptokokken der ca. 30 Arten umfassenden Viridans-Gruppe zu nennen (DOERN u. BURNHAM 2010).

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht weiterer Bakteriengattungen, die regelmäßig aus der gesunden humanen Mundhöhle isoliert werden.



Tab. 1: Übersicht regelmäßig aus der gesunden Mundhöhle des Menschen isolierter Bakteriengattungen

	grampositiv	gramnegativ
aerob / fakultativ	<i>Corynebacterium spp.</i> ^{3,4} <i>Rothia spp.</i> ^{2,3,5}	<i>Haemophilus spp.</i> ^{2,5} <i>Neisseria spp.</i> ^{2,5}
anaerob	<i>Streptococcus spp.</i> ^{2,5}	
mikroaerophil		<i>Campylobacter spp.</i> ^{1,4} <i>Treponema spp.</i> ⁴
obligat anaerob	<i>Actinomyces spp.</i> ³ <i>Atopobium spp.</i> ⁴ <i>Eubacterium spp.</i> ¹ <i>Granulicatella spp.</i> ¹	<i>Capnocytophaga spp.</i> ¹ <i>Fusobacterium spp.</i> ^{3,5} <i>Porphyromonas spp.</i> ^{1,5} <i>Prevotella spp.</i> ^{1,2,5} <i>Tannerella spp.</i> ⁴ <i>Veillonella spp.</i> ^{1,2,3,5}

1) AAS et al. 2005 2) BIK et al. 2010 3) KEIJSER et al. 2008 4) KUMAR et al. 2003
5) NASIDZE et al. 2009

Streptococcus spp., *Prevotella spp.* und *Veillonella spp.* machen gemeinsam etwa 50% aller aus dem Speichel isolierten Bakterienarten aus (KEIJSER et al. 2008). Zusammen mit den Gattungen *Fusobacterium spp.*, *Haemophilus spp.*, *Neisseria spp.*, *Porphyromonas spp.* und *Rothia spp.* wird ein Anteil von über 70% an der gesamten Mikroflora des Speichels erreicht (NASIDZE et al. 2009). Weitere Gattungen werden weniger häufig isoliert.

2.8.1.2 Keimflora der Mundhöhle des Menschen bei dentalen Erkrankungen

Die Keimflora der Mundhöhle von Menschen mit dentalen oder periodontalen Erkrankungen unterscheidet sich von der der gesunden Mundhöhle (AAS et al. 2005). So werden bestimmte Bakteriengattungen in der gesunden Mundhöhle weniger häufig vorgefunden oder sogar ausschließlich aus einer erkrankten isoliert (KUMAR et al. 2003; AAS et al. 2005).

Im Zuge oraler Erkrankungen verschiebt sich das in der gesunden Mundhöhle herrschende Gleichgewicht der Mikroorganismen dahingehend, dass vermehrt gramnegative, obligat anaerobe Stäbchen isoliert werden (WHITE u. MAYRAND



1981; WILLIAMS et al. 1983). Ihr Anteil an der Gesamtflora liegt im gesunden Periodontium bei etwa 15%, im erkrankten dagegen bei mehr als 65% (WHITE u. MAYRAND 1981). Ursächlich hierfür ist u. a. die Tatsache, dass sich das Redox-Potential im Zuge dentaler Erkrankungen absenkt und der in der Mundhöhle vorliegende pH-Wert ansteigt (MARSH 1994).

Fortgeschrittene periodontale Erkrankungen treten bei der adulten Weltbevölkerung mit einer Prävalenz von 10 bis 15% auf (PETERSEN u. OGAWA 2005). SOCRANSKY et al. (1998) beschreiben Gruppen von Bakterien, die aus subgingivalem Plaque isoliert wurden und mit unterschiedlichen Schweregraden von Periodontalerkrankungen assoziiert sind. Im Vordergrund stehen dabei die gramnegativen, obligat anaeroben Erreger *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* und *Treponema denticola*, die als „roter Komplex“ zusammengefasst werden und fast ausschließlich in der Mundhöhle von Menschen mit schwerwiegenden periodontalen Erkrankungen vorgefunden werden (SOCRANSKY et al. 1998; AAS et al. 2005).

Auch Arten der Gattung *Bacteroides* lassen sich mit Gingivitis, Periodontitis und dem Auftreten tiefer Zahnfleischtaschen in Verbindung bringen. Im Vordergrund steht hier die Art *Bacteroides asaccharolyticus*, die ausschließlich in erkrankten Bereichen der Gingiva nachgewiesen werden kann (WHITE u. MAYRAND 1981).

Neben den bereits genannten Erregern, konnte für folgende Bakterienarten ebenfalls ein Zusammenhang zu chronischen Periodontalerkrankungen hergestellt werden (KUMAR et al. 2003):

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| - <i>Actinomyces naselundii</i> | - <i>Prevotella denticola</i> |
| - <i>Cryptobacterium curtum</i> | - <i>Rothia dentocariosa</i> |
| - <i>Dialister sp.</i> | - <i>Selenomonas sputigena</i> |
| - <i>Eikenella corrodens</i> | - <i>Treponema denticola</i> |
| - <i>Eubacterium saphenum</i> | - <i>Treponema lecithinolyticum</i> |
| - <i>Filifactor alocis</i> | - <i>Treponema medium</i> |
| - <i>Peptostreptococcus micros</i> | - <i>Treponema socranskii</i> |
| - <i>Porphyromonas endodontalis</i> | |

Periapikale Abszesse können eine rein anaerobe Mikroflora oder eine Mischflora mit Dominanz anaerober Erreger aufweisen (BROOK et al. 1981; WILLIAMS et al. 1983).

Tabelle 2 zeigt Bakteriengattungen, die mit Zahnwurzelabszessen assoziiert sind.

**Tab. 2: Mit periapikalen Abszessen assoziierte Bakterienarten**

aerob	anaerob
<i>Streptococcus salivarius</i> ¹	<i>Actinomyces spp.</i> ¹
α-hämolyisierende Streptokokken ¹	<i>Bacteroides spp.</i> ^{1,2}
β-hämolyisierende Streptokokken ¹	<i>Eubacterium spp.</i> ^{1,2}
Streptokokken der Anginosus-Gruppe ^{1,2}	<i>Fusobacterium spp.</i> ^{1,2}
	<i>Lactobacillus spp.</i> ^{1,2}
	<i>Peptococcus spp.</i> ¹
	<i>Peptostreptococcus spp.</i> ^{1,2}

1) BROOK et al. 1981 2) WILLIAMS et al. 1983

Auch andere odontogene, orofaziale Infektionen lassen ein ähnliches Erregerspektrum erkennen. So sind daran vor allem *Streptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.* und *Eubacterium spp.* beteiligt. Ebenso werden häufig *Bacteroides spp.* und *Fusobacterium nucleatum* isoliert (HEIMDAHL et al. 1985).

Zahnkaries stellt eine der häufigsten dentalen Erkrankungen in den Industrienationen dar. Ein Großteil der Erwachsenen Bevölkerung sowie 60 – 90% der Schulkinder sind davon betroffen (PETERSEN u. LENNON 2004). An ihrer Entstehung sind vor allem *Actinomyces spp.* und *Streptococcus spp.* beteiligt (AAS et al. 2008). Aus bereits bestehenden kariösen Läsionen werden vermehrt *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.* und *Atopobium spp.* isoliert (AAS et al. 2005).

2.8.2 Mikrobiologie der Maulhöhle der Fleischfresser

2.8.2.1 Normalflora der Maulhöhle der Fleischfresser

Die orale Mikroflora der Fleischfresser ist in diversen Studien sowohl direkt durch die Gewinnung mikrobiologischer Proben aus der Maulhöhle als auch indirekt durch die Untersuchung infizierter Bisswunden bei Mensch und Tier erforscht worden.

Annähernd 350 verschiedene Bakterienarten konnten bislang aus der Maulhöhle von Hunden isoliert werden (D.R. ELLIOTT et al. 2005), 150 wurden in der Maulhöhle der Katze nachgewiesen (LOVE et al. 1990).



Tabelle 3 zeigt eine Übersicht häufig in der Maulhöhle von Hunden und Katzen vorgefundener Bakteriengattungen.

Tab. 3: Übersicht regelmäßig aus der gesunden Maulhöhle von Hunden und Katzen isolierter Bakteriengattungen

	Hund	Katze
aerob	<i>Acinetobacter spp.</i> ⁷	<i>Actinomyces spp.</i> ⁴
	<i>Actinomyces spp.</i> ^{3,7}	<i>Pasteurella spp.</i> ⁴
	<i>Bacillus spp.</i> ^{1,7}	<i>Propionibacterium spp.</i> ⁴
	<i>Caryophanon spp.</i> ⁷	<i>Wolinella spp.</i> ⁴
	<i>Corynebacterium spp.</i> ^{1,2,7}	
	<i>Granulicatella spp.</i> ³	
	<i>Escherichia spp.</i> ^{1,2,7}	
	<i>Moraxella spp.</i> ^{1,7}	
	<i>Mycoplasma spp.</i> ⁷	
	<i>Neisseria spp.</i> ^{2,7}	
	<i>Pasteurella spp.</i> ^{1,7}	
	<i>Proteus spp.</i> ²	
	<i>Staphylococcus spp.</i> ^{2,7}	
<i>Streptococcus spp.</i> ^{1,2}		
anaerob		<i>Bacteroides spp.</i> ^{4,5}
		<i>Clostridium spp.</i> ⁴
		<i>Fusobacterium spp.</i> ⁴
		<i>Peptostreptococcus spp.</i> ⁴
		<i>Porphyromonas spp.</i> ⁶

1) BAILIE et al. 1978 2) CLAPPER u. MEADE 1963 3) ELLIOTT et al. 2005

4) LOVE et al. 1990 5) LOVE et al. 1989 6) NORRIS u. LOVE 1999

7) SAPHIR u. CARTER 1976

Bei den isolierten Streptokokken-Arten handelt es sich vorwiegend um α -hämolyzierende Streptokokken (CLAPPER u. MEADE 1963; SAPHIR u. CARTER 1976).



Bei etwa 50% der Hunde kann darüber hinaus *Escherichia coli* in der Maulhöhle nachgewiesen werden (CLAPPER u. MEADE 1963; BAILIE et al. 1978)

Vor allem die Maulhöhlenflora der Katze setzt sich überwiegend aus anaerob wachsenden Bakterienarten zusammen (LOVE et al. 1990). Diese werden mit Wundinfektionen sowie dem Auftreten von Abszessen und Pyothoraces nach Katzenbissen in Verbindung gebracht (LOVE et al. 1989; LOVE et al. 1990).

Von besonderer Bedeutung ist auch das Vorkommen von *Pasteurella multocida* als Bestandteil der Normalflora der Maulhöhle von Hund und Katze. Aus der Hälfte aller infizierten Hundebisse und 75% der infizierten Katzenbisse beim Menschen kann dieser Erreger isoliert werden (TALAN et al. 1999).

2.8.2.2 Keimflora der Maulhöhle der Fleischfresser bei dentalen Erkrankungen

Orale Erkrankungen sind der am häufigsten auftretende Krankheitskomplex beim Hund (HARVEY 1998). Im Vordergrund stehen dabei Gingivitis und periodontale Erkrankungen, die vornehmlich durch die Ablagerung von Plaque hervorgerufen werden (LINDHE et al. 1975; HARVEY 1998).

Im Vergleich zum Menschen, bei dem ein großer Anteil der aus dem Plaque isolierten Bakterien der Gattung *Streptococcus* zugeordnet werden kann, finden sich im Plaque des Hundes weniger Streptokokken (WUNDER et al. 1976; D.R. ELLIOTT et al. 2005). **Tabelle 4** stellt die wichtigsten Erreger zusammen, die aus dem Plaque von Hunden mit Gingivitis und Periodontalerkrankungen isoliert werden konnten.

Tab. 4: Übersicht der aus dem Plaque von Hunden mit Gingivitis und periodontalen Erkrankungen isolierten Bakteriengattungen

aerob	anaerob
<i>Actinobacillus spp.</i> ²	<i>Bacteroides spp.</i> ^{2,3}
<i>Actinomyces spp.</i> ^{2,3}	<i>Clostridium spp.</i> ²
<i>Corynebacterium spp.</i> ²	<i>Fusobacterium spp.</i> ^{2,3}
<i>Neisseria spp.</i> ¹	<i>Peptostreptococcus spp.</i> ²
<i>Pasteurella spp.</i> ²	<i>Porphyromonas spp.</i> ^{1,2}
<i>Pseudomonas spp.</i> ²	<i>Prevotella spp.</i> ²
<i>Streptococcus spp.</i> ²	<i>Propionibacterium spp.</i> ^{2,3}

1) ELLIOTT et al. 2005 2) NIEVES et al. 1997 3) SYED et al. 1980



Insgesamt zeigt sich bei Hunden mit periodontalen Erkrankungen, ebenso wie es aus der Humanmedizin bekannt ist, eine Verschiebung der Mikroflora, sodass vermehrt gramnegative, anaerob wachsende Stäbchen vorgefunden werden (HENNET u. HARVEY 1991b).

Einige Bakterienarten bzw. -gattungen können sicher mit dem Auftreten von Periodontalerkrankungen in Verbindung gebracht werden. So konnten NORDHOFF et al. (2008) eine positive Korrelation zwischen dem Vorkommen von *Treponema spp.* und dem Schweregrad von periodontalen Erkrankungen nachweisen.

Ähnlich dem in der Humanmedizin nachweislich mit Periodontalerkrankungen in Verbindung stehenden Erreger *Porphyromonas gingivalis* (SOCRANSKY et al. 1998) konnte auch für den Hund ein Zusammenhang zwischen *Porphyromonas spp.* und dem Auftreten periodontaler Erkrankungen hergestellt werden. Insbesondere sind hier die Arten *P. salivosa*, *P. denticanis* und *P. gulae* zu nennen (HARDHAM et al. 2005). Auch aus der Maulhöhle periodontal erkrankter Katzen konnten vermehrt *Porphyromonas spp.* isoliert werden. Da diese Gattung auch aus der gesunden Maulhöhle regelmäßig zu isolieren ist, wird sie als opportunistisches Pathogen angesehen (NORRIS u. LOVE 1999).

Beim Hund können darüber hinaus *Bacteroides spp.*, allen voran die Spezies *B. asaccharolyticus*, häufiger in der Maulhöhle solcher Tiere gefunden werden, die an schweren periodontalen Erkrankungen leiden (SVANBERG et al. 1982; HARDHAM et al. 2005).

2.8.3 Mikrobiologie der Maulhöhle des Pferdes

2.8.3.1 Normalflora der Maulhöhle des Pferdes

Das Wissen über die Mikroflora der gesunden Maulhöhle des Pferdes ist bislang limitiert, da nur wenige Untersuchungen veröffentlicht wurden.

Auch beim Pferd gehören Anaerobier zur Normalflora der Maul- und Nasenhöhle sowie des Respirationstraktes (MACKINTOSH u. COLLES 1987). In der Flora der Tonsillen des Pharynx, die BAILEY u. LOVE (1991) als repräsentativ für die Mikroflora der Maulhöhle ansehen, können Anaerobier nachgewiesen werden. Ein Großteil der isolierten Arten gehört der Gattung *Bacteroides* an. *Bacteroides heparinolyticus* wird auch in der Maulhöhle oral gesunder Pferde gefunden (BAILEY et al. 1988). Dieser Erreger wird mit dem Auftreten purulenter, von der Maulhöhle fortgeleiteter Prozesse, wie Pneumonie und Pleuritis, in Verbindung gebracht



(BAILEY et al. 1988). Weitere Gattungen, die zur oralen Mikroflora des gesunden Pferdes gezählt werden sind *Fusobacterium spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Eubacterium spp.*, *Clostridium spp.* sowie *Veillonella spp.* (BAILEY u. LOVE 1991).

Eine große Rolle in der Maulhöhlenflora des Pferdes spielen darüber hinaus *Actinobacillus spp.* Die Art *Actinobacillus equuli*, die u. a. mit dem Auftreten schwerer Septikämien beim neonaten Fohlen in Verbindung gebracht wird, kann regelmäßig aus der Maulhöhle des Pferdes isoliert werden (STERNBERG 1998).

Auch aus infizierten Bisswunden beim Menschen, die durch Pferde verursacht wurden, lassen sich Arten der Gattung *Actinobacillus* isolieren. Hier steht *Actinobacillus lignieresii* im Vordergrund (DIBB et al. 1981; PEEL et al. 1991). In derartig infizierten Verletzungen können darüber hinaus *Neisseria spp.*, *Streptococcus spp.* sowie *Staphylococcus aureus* und *Pasteurella caballi* nachgewiesen werden (PEEL et al. 1991; ESCANDE et al. 1997). Es ist davon auszugehen, dass auch sie zur Normalflora der Maulhöhle des Pferdes gehören.

2.8.3.2 Keimflora der Maulhöhle des Pferdes bei dentalen Erkrankungen

Wie bereits aus der Human- und Kleintiermedizin bekannt, können auch von erkrankten, aus der Maulhöhle des Pferdes extrahierten Zähnen mehrheitlich gramnegative, obligate Anaerobier isoliert werden (BIENERT 2002; BIENERT et al. 2003).

Vor allem aus periapikalen Abszessen lassen sich vorwiegend anaerobe Bakterien isolieren. Hierzu gehören insbesondere *Bacteroides spp.*, *Fusobacterium spp.* sowie *Peptostreptococcus spp.* (MACKINTOSH u. COLLES 1987; BIENERT 2002).

Spirochäten, zu denen z. B. die Gattung *Treponema* zu zählen ist, sind auch beim Pferd mit dem Vorliegen periodontaler Erkrankungen assoziiert (COX et al. 2012). Aus der Gingivaspalte an EOTRH erkrankter Pferde können regelmäßig *Treponema spp.* sowie *Tannerella spp.* isoliert werden (SYKORA et al. 2013).

LUNDSTRÖM et al. (2007) konnten nachweisen, dass Streptokokken, die auch zur Normalflora der Maulhöhle des Pferdes zählen, an der Entstehung von Infundibularkaries beteiligt sind.

Im eitrigen Exsudat an dentogener Sinusitis erkrankter Pferde ließen sich die anaerob wachsenden Bakterien *Fusobacterium spp.*, *Prevotella spp.* sowie *Actinomyces spp.* nachweisen (BARTMANN et al. 2002).



Tabelle 5 zeigt weitere Bakteriengattungen, die aus der Maulhöhle von Pferden isoliert werden können, die an dentalen Erkrankungen leiden.

Die insgesamt am häufigsten isolierten Aerobier sind dabei *Actinobacillus spp.*, *Bacillus spp.* sowie *Streptococcus spp.*. Unter den anaeroben Bakterien dominieren *Bacteroides spp.*, *Fusobacterium spp.* und *Prevotella spp.* (BIENERT 2002).



Tab. 5: Bakteriengattungen, die bei dentalen Erkrankungen aus der Maulhöhle des Pferdes zu isolieren sind ⁽¹⁾

	aerob	anaerob
endodontische Infektion	<i>Actionobacillus spp.</i> <i>Actinomyces spp.</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Escherichia spp.</i> <i>Lactococcus spp.</i> <i>Moraxella spp.</i> <i>Neisseria spp.</i> <i>Pasteurella spp.</i> <i>Pseudomonas spp.</i> <i>Staphylococcus spp.</i> <i>Streptococcus spp.</i>	<i>Bifidobacterium spp.</i> <i>Clostridium spp.</i> <i>Eubacterium spp.</i> <i>Fusobacterium spp.</i> <i>Prevotella spp.</i> <i>Peptostreptococcus spp.</i> <i>Tissierella spp.</i> <i>Veillonella spp.</i>
apikale/ periapikale Infektion	<i>Actionobacillus spp.</i> <i>Actinomyces spp.</i> <i>Alcaligenes spp.</i> <i>Arcanobacterium spp.</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Pasteurella spp.</i> <i>Proteus spp.</i> <i>Pseudomonas spp.</i> <i>Staphylococcus spp.</i> <i>Streptococcus spp.</i>	<i>Bacteroides spp.</i> <i>Clostridium spp.</i> <i>Fusobacterium spp.</i> <i>Peptostreptococcus spp.</i> <i>Porphyromonas spp.</i> <i>Prevotella spp.</i>
periodontale Erkrankung	<i>Actionobacillus spp.</i> <i>Actinomyces spp.</i> <i>Corynebacterium spp.</i> <i>Proteus spp.</i> <i>Streptococcus spp.</i>	<i>Bacteroides spp.</i> <i>Peptostreptococcus spp.</i> <i>Porphyromonas spp.</i> <i>Prevotella spp.</i>

1) BIENERT 2002



2.9 Bakteriämie

2.9.1 Definition und Abgrenzung zu Sepsis und Pyämie

Die Bakteriämie ist definiert als das Auftreten kulturell nachweisbarer Bakterien in der Blutbahn (HAGEL et al. 2013). Sie ist in der Regel von kurzer Dauer und im Gegensatz zur Septikämie weder mit der Vermehrung der Erreger im Blut noch mit dem Auftreten schwerwiegender klinischer Krankheitssymptome verbunden (ALBER 2011).

Eine Bakteriämie kann transient, intermittierend oder kontinuierlich auftreten. Zahnbehandlungen und -extraktionen können ebenso wie andere chirurgische Eingriffe, Endoskopien und Manipulationen des Urogenital- oder Gastrointestinaltraktes sowie die intravenöse Infusion kontaminierter Infusionslösungen zu einer meist nur wenige Minuten bis Stunden dauernden transienten Bakteriämie führen (SULLIVAN et al. 1973; TILTON 1982; DOW u. JONES 1989; NIEVES et al. 1997; REIMER et al. 1997).

Als Septikämie oder Sepsis wird die systemische Entzündungsreaktion auf eine Infektion oder auch das Auftreten eines Systemic Inflammatory Response Syndromes (SIRS) infolge einer Infektion bezeichnet (BONE et al. 1992). BREUER und SCHUSSER (2012) erstellten einen Score zur Erkennung der Septikämie beim adulten Pferd. **Tabelle 6** zeigt die für die Ermittlung des Sepsis Scores herangezogenen Vital- und Laborparameter. Patienten, für die ein Wert von weniger als zehn Punkten ermittelt wird, gelten hier als nicht septikämisch. Ein Wert von zehn bis zwölf Punkten gilt als fraglich und mehr als zwölf Punkte gelten als sicherer Hinweis für das Vorliegen einer Sepsis.



Tab. 6: Parameter zur Ermittlung des Sepsis Scores für adulte Pferde nach BREUER und SCHUSSER (2012)

Parameter	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Allgemeinverhalten	Ruhig, aufmerksam	ggr. vermindert	mgr. vermindert	hgr. vermindert
Herzfrequenz/min	28 – 40	41 – 60	61 – 80	> 80
Atemfrequenz/min	10 – 14	15 – 25	26 – 45	> 45
Innere Körpertemperatur (°C)	37,5 – 38,0	37,0 – 37,4 oder 38,1 – 38,5	36,5 – 36,9 oder 38,6 – 39,0	> 39,0
Petechien	nicht vorhanden		vorhanden	
Diarrhoe	nicht vorhanden		vorhanden	
Dyspnoe	nicht vorhanden		vorhanden	
Wunden	nicht vorhanden		vorhanden	
Vermehrte digitale Pulsation	nein	ggr.	mgr.	hgr.
Schleimhäute	blass rosa	ggr. gerötet	mgr. gerötet	hgr. gerötet
Infektion nachweisbar	nein			ja
WBC (G/l)	4,9 – 12,6	4,0 – 4,8 oder 12,7 - 15	3,0 – 3,9 oder 15,1 -20	< 3,0 oder > 20
Stabkernige Neutrophile (%)	0 – 1	2 – 5	5 – 10	> 10
Thrombozyten (G/l)	122 – 315	60 – 121	30 – 59	< 30
Calcium (mmol/l)	2,7 – 3,2	< 2,7		
Fibrinogen (g/l)	2 – 4	4,1 – 6	6,1 – 8	> 8



Die Pyämie ist eine Sonderform der Sepsis und wird auch als metastasierende Allgemeininfektion bezeichnet. Hierbei streuen pyogene Bakterien, meist Streptokokken oder Staphylokokken, von einem Infektionsherd ausgehend hämatogen in andere Organsysteme, wo sie zur Entstehung von Abszessen führen können. Im Gegensatz zur in der Regel akut auftretenden Sepsis zeichnet sich die Pyämie durch wiederholte Bakteriämien und einen chronischen Verlauf aus (CUFF 1906; PYRTEK u. BARTUS 1965).

2.9.2 Bakteriämie dentalen Ursprungs in der Humanmedizin

Seit der von OKELL und ELLIOT (1935) durchgeführten Untersuchung, in deren Rahmen erstmals das Auftreten von Bakteriämien im Zusammenhang mit Zahnextraktionen nachgewiesen wurde, ist umfangreiche Forschung auf diesem Gebiet betrieben worden.

Nicht nur die Extraktion von Zähnen, sondern auch alltägliche Tätigkeiten wie Kauen oder Zähneputzen, sowie wenig invasive dentalmedizinische Maßnahmen wie beispielsweise die Entfernung von Zahnstein können zu einem Übertritt oraler Mikroorganismen in die Blutbahn führen (COBE 1954; FORNER et al. 2006).

Die Extraktion von Zähnen ist unter allen oralchirurgischen Eingriffen derjenige mit dem höchsten Risiko, eine Bakteriämie zu verursachen (TAKAI et al. 2005). Die Inzidenz von Bakteriämien nach Zahnextraktionen wird in den zahlreichen Veröffentlichungen mit mindestens 10 und maximal 100% angegeben (BURKET u. BURN 1937; LAZANSKY et al. 1949; HEIMDAHL et al. 1990).

Insbesondere die Bakterien mit Habitat im Periodontium und der Gingivaspalte zwischen Zahn und Zahnfleisch werden für dentale Bakteriämien verantwortlich gemacht (CUTCHER et al. 1971; OTTEN et al. 1987).

Das Eindringen der Keime in die Blutbahn wird über mehrere Mechanismen erklärt. Zum einen führen die horizontalen Wackelbewegungen, die der Lösung des Zahnes vor der Extraktion dienen, zur Zerreißung des *Lig. periodontale* (OKABE et al. 1995) sowie zahlreicher Kapillaren (KHAIRAT 1966). Zusammen mit den wechselseitigen Bewegungen des Zahnes, die zu Druckschwankungen führen und dadurch einen Pumpmechanismus hervorrufen, bewirkt dies die Invasion der Bakterien in den Blutstrom (S.D. ELLIOTT 1939; KHAIRAT 1966). Zum anderen wird einigen Erregern eine Enzym- bzw. Kollagenaseaktivität zugesprochen, die ihnen das Eindringen aus dem Gewebe in das Blutgefäßsystem ermöglicht (COBE 1954).



Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der Bakteriengattungen, die regelmäßig aus Blutkulturen im Rahmen von Zahnextraktionen beim Menschen zu isolieren sind.

Tab. 7: Bakteriämieerreger in Assoziation mit Zahnextraktionen beim Menschen

aerob	anaerob
<i>Actinomyces spp.</i> ^{1,2,3,4,5,7,9,11}	<i>Bacteroides spp.</i> ^{1,9,12}
<i>Corynebacterium spp.</i> ^{3,6,8,11}	<i>Eubacterium spp.</i> ^{8,9,10}
<i>Enterococcus spp.</i> ¹¹	<i>Fusobacterium spp.</i> ^{1,2,3,7,9,11,12}
<i>Haemophilus spp.</i> ^{9,11}	<i>Lactobacillus spp.</i> ^{3,8}
<i>Neisseria spp.</i> ^{1,6,12}	<i>Peptostreptococcus spp.</i> ^{1,2,8,9,10,11,12}
<i>Staphylococcus spp.</i> ^{6,8}	<i>Porphyromonas spp.</i> ³
<i>Streptococcus spp.</i> ¹⁻¹²	<i>Prevotella spp.</i> ^{1,2,8,9,10,11,12}
	<i>Propionibacterium spp.</i> ^{1,2}
	<i>Veillonella spp.</i> ^{1,4,5,8,11}

1) CRAWFORD et al. 1974 2) DEBELIAN et al. 1995 3) FORNER et al. 2006 4) HALL et al. 1996
5) HEIMDAHL et al. 1990 6) KHAIRAT 1966 7) LOCKHART et al. 2008 8) OKABE et al. 1995
9) OTTEN et al. 19987 10) RAJASUO et al. 2004 11) TAKAI et al. 2005 12) TOMÁS et al. 2007

Mit bis zu 78% der Isolate sind Streptokokken der Viridansgruppe die am häufigsten gefundenen Bakterien (JOKINEN 1978; HALL et al. 1996; LOCKHART et al. 2008). Es handelt sich dabei um eine Gruppe überwiegend α -hämolyzierender Streptokokken, die als häufigste Erreger bakterieller Endokarditiden angesehen werden (HALL et al. 1996). Darüber hinaus werden häufig Anaerobier isoliert, die Teil der Mundhöhlenflora des Menschen sind (HEIMDAHL et al. 1990; RAJASUO et al. 2004).

Das Risiko des Auftretens einer Bakteriämie im Zuge von Zahnextraktionen ist von diversen Faktoren abhängig. Bei Patienten mit Gingivitis, Periodontitis oder eitrigen Prozessen im Bereich des zu extrahierenden Zahnes ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Bakteriämie erhöht (GLASER et al. 1948; FORNER et al. 2006). Auch ältere Patienten sind mit größerer Häufigkeit betroffen als junge und die Dauer der Operation sowie stärkerer Blutverlust korrelieren positiv mit dem Vorkommen einer bakteriämischen Phase (OKABE et al. 1995). Uneinigkeit herrscht bislang darüber, ob die Anzahl der extrahierten Zähne bzw. das Ausmaß des Traumas in der



Mundhöhle während der Extraktion ebenfalls eine Rolle spielt (MCENTEGART u. PORTERFIELD 1949; OKABE et al. 1995; TAKAI et al. 2005).

Die im Rahmen von Zahnextraktionen auftretenden Bakteriämien sind in der Regel von vorübergehender Natur und kurzer Dauer (ROBINSON et al. 1950; HEIMDAHL et al. 1990; LOCKHART et al. 2008). Allerdings können in einzelnen Fällen noch 24 Stunden nach Beendigung der Extraktion positive Blutkulturen gewonnen werden (TOMÁS et al. 2007; LOCKHART et al. 2008). Die Entfernung der Bakterien aus dem Blutstrom wird vor allem vom Retikuloendothelialen System geleistet (HEIMDAHL et al. 1990; HALL et al. 1996). Zusätzlich führt die Gerinnung des Blutes in der Alveole dazu, dass ein weiterer Übertritt von Bakterien in das Blutgefäßsystem reduziert bzw. verhindert wird (KHAIRAT 1966).

Auch die Stärke der Bakteriämie, gemessen an der Anzahl koloniebildender Einheiten, reduziert sich bereits zehn bis 30 Minuten nach Beginn der bakteriämischen Phase deutlich (HALL et al. 1996; FORNER et al. 2006).

2.9.2.1 Bakterielle Endokarditis nach dentalen Eingriffen

HORDER (1909) stellte erstmals einen Zusammenhang zwischen der Entstehung einer infektiösen Endokarditis und Bakterien der humanen Mundhöhlenflora her. Bis heute wurde diese Annahme durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt.

Bis zu einem Drittel aller bakteriellen Endokarditiden des Menschen haben ihren Ursprung mit großer Wahrscheinlichkeit in der Mundhöhle (FELNER u. DOWELL 1970; SEKIDO et al. 1999). Die dort dominierenden Streptokokken der Viridansgruppe gelten auch als die häufigsten Erreger infektiöser Endokarditis an nativen Herzklappen (IMPERIALE u. HORWITZ 1990; W. WILSON et al. 2007).

Darüber hinaus hat der Anteil durch *Staphylococcus aureus* verursachter Endokarditiden in der Vergangenheit deutlich zugenommen (SEKIDO et al. 1999). Die in der Mundhöhle ebenfalls in großer Zahl vorkommenden anaeroben Mikroorganismen werden hingegen seltener mit der Entstehung bakterieller Endokarditiden in Verbindung gebracht (W. WILSON et al. 2007).

Zur Ansiedelung von Bakterien am Endokard kommt es durch bereits bestehende Schädigungen desselben (NORD u. HEIMDAHL 1990). Zunächst lagern sich Thrombozyten und Fibrin an diesen Läsionen ab, wodurch anfänglich eine nicht-bakterielle, thrombotische Endokarditis entsteht. Erreichen dann Mikroorganismen im Rahmen einer Bakteriämie mit dem Blutstrom diesen Ort, können sich einige von



ihnen durch spezifische Virulenzfaktoren, wie beispielsweise der Produktion von Dextran, an die bestehenden Auflagerungen anheften und so zur Entstehung einer bakteriellen Endokarditis führen (THODEN VAN VELZEN et al. 1984; NORD u. HEIMDAHL 1990).

Die Mitralklappe ist mit 28 bis 45% der Fälle am häufigsten betroffen, gefolgt von der Aortenklappe mit bis zu 36%. Zu einer Beteiligung der Trikuspidalklappe kommt es dagegen nur in weniger als 10% aller Fälle (VON REYN et al. 1981).

Bestimmte angeborene und erworbene Herzerkrankungen prädisponieren die Patienten für die Entstehung einer infektiösen Endokarditis. Da dentale Eingriffe, wie in Kapitel 2.9.2 ausgeführt in vielen Fällen eine Bakteriämie hervorrufen, wird Patienten mit entsprechenden prädisponierenden Faktoren eine antimikrobielle Prophylaxe vor Eingriffen in der Mundhöhle angeraten (W. WILSON et al. 2007).

Umfangreiche Richtlinien zu diesem Thema wurden u. a. von der American Heart Association herausgegeben (DAJANI et al. 1997; W. WILSON et al. 2007).

Da inzwischen kontrovers diskutiert wird, ob Endokarditiden oralen Ursprungs tatsächlich vermehrt nach chirurgischen Manipulationen in der Mundhöhle auftreten oder sie eher Folge einer spontanen Bakteriämie im Rahmen alltäglicher Tätigkeiten wie Kauen, Zähneputzen oder der Nutzung von Zahnseide sind, wird die antimikrobielle Prophylaxe nur noch einer kleinen Gruppe von Patienten angeraten (W. WILSON et al. 2007). Dies sind beispielsweise Patienten mit Herzklappenprothesen oder Patienten, die schon einmal an infektiöser Endokarditis erkrankt waren (W. WILSON et al. 2007).

Die Richtlinien der American Heart Association sehen zur Prophylaxe eine einmalige orale Einnahme von Amoxicillin 30 bis 60 Minuten vor Beginn des Eingriffes vor. Patienten mit bekannter Allergie gegen Penicilline erhalten Clindamycin, Azithromycin oder Clarithromycin (W. WILSON et al. 2007). Eine derartige Prophylaxe wird für Eingriffe empfohlen, die eine Manipulation der Gingiva oder der periapikalen Region des Zahnes beinhalten oder zu Verletzungen der Mundschleimhaut führen (W. WILSON et al. 2007).

Der prophylaktische Einsatz antimikrobieller Chemotherapeutika wird derzeit kontrovers diskutiert, da es zum Teil trotz Antibiotikaprophylaxe zum Auftreten infektiöser Endokarditiden kommt und zudem immer das Risiko anaphylaktischer Reaktionen besteht (W. WILSON et al. 2007).



2.9.2.2 Weitere Erkrankungen infolge einer Bakteriämie, Septikämie oder Pyämie nach dentalen Eingriffen

Eine Bakteriämie, die im Rahmen von Zahnbehandlungen auftritt, kann nicht nur zur Entstehung bakterieller Endokarditiden führen, sondern auch Infektionen anderer Organsysteme hervorrufen.

Eine schwerwiegende Komplikation nach oral bedingten Bakteriämien ist das Auftreten von Hirnabszessen (INGHAM et al. 1978; X. LI et al. 1999; WAGNER et al. 2006). Ihre Entstehung wurde beispielsweise mit dem Vorliegen eitriger periodontaler Erkrankungen oder mit Zahnwurzelabszessen in Verbindung gebracht (INGHAM et al. 1978; WAGNER et al. 2006). Nicht immer fand jedoch im Vorfeld der Entstehung eine zahnärztliche Behandlung statt, sodass auch hier möglicherweise eine spontan auftretende orale Bakteriämie als ursächlich angesehen werden muss (WAGNER et al. 2006). Die aus den Hirnabszessen isolierten Bakterien lassen aber eindeutig auf einen oralen Ursprung schließen. So fanden sich vor allem *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinobacillus spp.*, *Actinomyces spp.*, *Fusobacterium spp.*, *Prevotella spp.*, *Veillonella spp.* sowie *Bacteroides spp.* und *Propionibacterium spp.* (INGHAM et al. 1978; X. LI et al. 1999).

Seit einigen Jahren wird darüber hinaus eine Beteiligung von Mikroorganismen der humanen Mundhöhlenflora an der Entstehung artherosklerotischer Plaques und abdominaler Aortenaneurysmen diskutiert. Es konnten u. a. DNA Sequenzen von *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythensis* und *Actinomyces actinomycetemcomitans* gefunden werden. Ihre pathogene Signifikanz ist bislang jedoch unklar (FORNER et al. 2006).

Weitere systemische Komplikationen, die mit der Streuung oraler Bakterien in Zusammenhang gebracht werden konnten, sind Leberabszesse, pyogene Infektionen des zentralen Nervensystems, Osteomyelitis sowie die Infektion von Hüftgelenksprothesen (LINDQVIST u. SLÄTIS 1985; WAGNER et al. 2006; PARAHITIYAWA et al. 2009). Des Weiteren kann es, besonders bei immunsupprimierten Patienten, zu infektiösen Erkrankungen des Respirationstraktes kommen (PARAHITIYAWA et al. 2009). Letztlich ist auch ein Übergang von der in der Regel symptomlosen Bakteriämie in die mit schweren Krankheitssymptomen einhergehende Sepsis denkbar (PARAHITIYAWA et al. 2009).



2.9.3 Bakteriämie dentalen Ursprungs in der Veterinärmedizin

In der Veterinärmedizin liegen bislang nur für die Spezies Hund Untersuchungen vor, die das Auftreten einer Bakteriämie im Rahmen von Manipulationen an den Zähnen bestätigen.

Im Rahmen von Zahnreinigung, Zahnsteinentfernung und Zahnextraktionen tritt hier mit einer Inzidenz von 30 bis 100% innerhalb weniger Minuten nach Beginn des Eingriffes eine bakteriämische Phase ein (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993; NIEVES et al. 1997). Die Bakteriämie ist, wie auch in der Humanmedizin beschrieben, von kurzer Dauer und besteht nur selten über das Ende des Eingriffes hinaus (NIEVES et al. 1997).

Die dabei aus dem Blut isolierten Bakterien zeigen eine weitestgehende Übereinstimmung mit aus Zahnbelag von Hunden isolierten Mikroorganismen (NIEVES et al. 1997) und sind ausnahmslos der bekannten caninen Maulhöhlenflora zuzurechnen. **Tabelle 8** fasst die gefundenen Isolate zusammen.

Tab. 8: Bakteriämieerreger in Assoziation mit dentalen Manipulationen beim Hund

aerob	anaerob
<i>Acinetobacter spp.</i> ¹	<i>Bacteroides spp.</i> ³
<i>Actinobacillus spp.</i> ³	<i>Clostridium spp.</i> ²
<i>Actinomyces spp.</i> ^{2,3}	<i>Fusobacterium spp.</i> ³
<i>Corynebacterium spp.</i> ³	<i>Lactobacillus spp.</i> ³
<i>Moraxella spp.</i> ²	<i>Porphyromonas spp.</i> ³
<i>Neisseria spp.</i> ¹	<i>Prevotella spp.</i> ³
<i>Pasteurella spp.</i> ^{1,2,3}	<i>Propionibacterium spp.</i> ³
<i>Pseudomonas spp.</i> ^{1,3}	
<i>Staphylococcus spp.</i> ^{1,2}	
<i>Streptococcus spp.</i> ^{1,3}	

1) BLACK et al. 1980 2) HARARI et al. 1993 3) NIEVES et al. 1997

Ob eine höhergradige periodontale Erkrankung mit einer größeren Wahrscheinlichkeit zum Auftreten einer Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktion oder Zahnsteinentfernung führt, wird in der Literatur kontrovers diskutiert (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993).



Die prophylaktische Verabreichung von Penicillin vor dem operativen Eingriff zeigt beim Hund keinen Effekt auf die Häufigkeit des Auftretens oral bedingter Bakteriämien (BLACK et al. 1980).

Bei der experimentellen Auslösung einer Bakteriämie beim Hund durch die intravenöse Injektion oraler Mikroorganismen konnte gezeigt werden, dass diese in den meisten Fällen innerhalb von zehn Minuten und immer innerhalb von 20 Minuten vollständig aus dem Blutstrom eliminiert werden (SILVER et al. 1975).

2.9.3.1 Erkrankungen infolge einer Bakteriämie, Septikämie oder Pyämie nach dentalen Eingriffen

Auch in der Veterinärmedizin liegen Fallberichte über schwerwiegende Erkrankungen in Folge dentaler Eingriffe vor.

Wie aus der Humanmedizin bekannt, kann eine durch orale Mikroorganismen ausgelöste Bakteriämie zur Entstehung infektiöser Endokarditiden führen. VERDEGAAL et al. (2006) berichten von einem Pferd, bei dem drei Wochen nach der Extraktion eines Backenzahnes mit angrenzender Fistel eine Endokarditis der Trikuspidalklappe einhergehend mit nekrotisch-eitrigen Prozessen in der Lunge auftrat. Die mikrobiologische Untersuchung des Blutes und der Läsionen an Herz und Lunge zeigte Bakterien wie *Bacteroides sp.* und *Peptostreptococcus sp.*, die der Maulhöhlenflora des zahnerkrankten Pferdes zuzuordnen sind (BIENERT 2002; VERDEGAAL et al. 2006). Weitere Erreger, die im Zusammenhang mit bakteriellen Endokarditiden beim Pferd aus Blutkulturen isoliert werden können, sind *Pasteurella spp.*, *Actinobacillus spp.*, *Bacillus spp.*, *Streptococcus spp.* und *Corynebacterium spp.* (MAXSON u. REEF 1997). Auch sie sind Teil der bekannten equinen Maulhöhlenflora bei dentalen Erkrankungen (BIENERT 2002).

In einem weiteren Fall führte die im Rahmen einer dentogenen Sinusitis maxillaris durchgeführte Expulsion eines Oberkieferbackenzahnes trotz perioperativer antimikrobieller Chemotherapie zur Entstehung einer Pyämie mit konsekutiver Endokarditis des rechten Herzens sowie einer metastatisch-eitrigen Pneumonie, ausgelöst durch *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella spp.* und *Eubacterium spp.* (BARTMANN et al. 2002).

Ebenso konnte für den Hund ein Zusammenhang zwischen Dentalerkrankungen und -behandlungen wie Periodontalerkrankungen, Zahnwurzelabszessen und



Zahnextraktionen und dem Auftreten bakterieller, insbesondere durch Streptokokken ausgelöster Endokarditiden gezeigt werden (SYKES et al. 2006).

Auch die Ansiedelung aus der Maulhöhle abgeschwemmter Mikroorganismen in Gelenken ist möglich. So berichten BARTMANN et al. (1997) von zwei Pferden, die im Zuge dentaler Erkrankungen durch hämatogene Erregerstreuung eine septische Kiefergelenksarthritiden entwickelten.

Darüber hinaus konnten auch Meningitiden mit der Streuung oraler Mikroorganismen im Rahmen dentaler Erkrankungen (BACH et al. 2014) sowie infolge von Zahnextraktionen (BARTMANN et al. 2002) in Verbindung gebracht werden. Kommt es im Zusammenhang mit Zahnerkrankungen zur Entstehung einer dentogenen Sinusitis, können Bakterien durch die Besonderheiten in der Anatomie des intrakraniellen Venensystems retrograd über den Blutstrom in die Schädelhöhle gelangen und dort zu Infektionen führen (BACH et al. 2014).

2.9.4 Blutbildveränderungen im Rahmen einer Bakteriämie

Im Rahmen einer Bakteriämie kann es zu Veränderungen des weißen Blutbildes kommen.

WALLING und MANIAN (2004) konnten zeigen, dass Patienten mit positiven Blutkulturen signifikant höhere Gesamtleukozytenzahlen aufwiesen als solche mit negativen Blutkulturen. Darüber hinaus steigt der Anteil der neutrophilen Granulozyten am weißen Blutbild sowie die Gesamtzahl neutrophiler Granulozyten. Als besonders sicherer Indikator für das Vorliegen bzw. Auftreten einer Bakteriämie gilt die als Kernlinksverschiebung bezeichnete Erhöhung der Anzahl unreifer, stabkerniger Granulozyten, insbesondere wenn diese mindestens 10% der Gesamtleukozytenzahl ausmachen (WALLING u. MANIAN 2004).

In anderen Untersuchungen konnte ein prädiktiver Wert der Gesamtleukozytenzahl für das Auftreten oder Vorliegen einer Bakteriämie nicht bestätigt werden (BONSU u. HARPER 2003; CATERINO et al. 2004).

Im Rahmen einer Sepsis oder Septikämie gelten Veränderungen der Gesamtleukozytenzahl jedoch als gesichert. Sowohl eine Leukopenie als auch eine Leukozytose und Kernlinksverschiebung werden im von BREUER u. SCHUSSER (2012) erstellten Sepsis-Score für adulte Pferde als Parameter angesehen, die im Zusammenhang mit weiteren Blutbildveränderungen sowie klinischen Symptomen hinweisend für das Vorliegen einer Septikämie sind (BREUER u. SCHUSSER 2012).



WYLLIE et al. (2004) untersuchten darüber hinaus den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Lymphopenie und dem Risiko für das Auftreten einer Bakteriämie. In der von ihnen untersuchten Patientengruppe erwies sich die Lymphopenie als noch zuverlässigerer Indikator für das Vorliegen einer Bakteriämie, als Veränderungen der Gesamtleukozyten- oder Neutrophilenzahl.

2.10 Nachweis von Bakteriämien mittels Blutkultur

Die Blutkultur ist die bislang gebräuchlichste Methode zum Nachweis einer Bakteriämie. Sie ist definiert als kulturelle, mikrobiologische Untersuchung einer Blutprobe, die in Kulturflaschen mit entsprechendem Medium überführt wird (SEIFERT et al. 2007).

Den Blutkulturmedien sind Nährstoffe und weitere Zusatzstoffe beigefügt, die das Wachstum einer großen Bandbreite an Erregern ermöglichen (ZERLAUTH et al. 2001). Von besonderer Bedeutung ist der Zusatz von Natrium-Polyanethol-Sulfonat (SPS). In einer Konzentration von 0,03 bis 0,05% zugesetzt wirkt es als Antikoagulanz und hemmt die bakterizide Wirkung menschlichen Blutes (VON HAEBLER u. MILES 1938; TRAUB u. LOWRANCE 1970). Darüber hinaus besitzt SPS die Fähigkeit, die Wirkung von Aminoglykosid-Antibiotika sowie Polymyxin teilweise zu inaktivieren (EDBERG et al. 1976; KROGSTAD et al. 1981).

Eine antiseptische Vorbereitung der Haut vor Gewinnung der für die Blutkultur vorgesehenen Blutprobe ist zwingend notwendig, um das Auftreten falsch positiver Blutkulturen durch Kontamination zu verhindern. Hierfür ist Chlorhexidin das Antiseptikum der Wahl (CLSI 2007). Auch bei der Gewinnung der Blutprobe und ihrer Überführung in die Blutkulturflasche ist auf sterile Kautelen zu achten. Vor der Übertragung des gewonnenen Blutes in die Blutkulturflasche sollte die Durchstechmembran der Flasche mit 70% Isopropylalkohol gereinigt und die Kanüle, die zur Blutentnahme genutzt wurde, durch eine neue ersetzt werden (CLSI 2007).

Das empfohlene Blutvolumen zum Anlegen einer Blutkultur beim erwachsenen Menschen sind 20 bis 30 ml pro Entnahmezeitpunkt, wobei auf ein Verhältnis von 1:5 bis 1:10 von Blut zu Blutkulturmedium geachtet werden sollte, um die bakterizide Wirkung des menschlichen Blutes möglichst effektiv zu hemmen (AUCKENTHALER et al. 1982b; CLSI 2007).

Die so beimpfte Blutkulturflasche wird für sieben Tage bei 35 bis 37°C bebrütet (VANDEPITTE et al. 1991). Für die Auswertung der Blutkultur stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung.



Bei der konventionellen Blutkulturtechnik werden die inokulierten Blutkulturflaschen mehrmals täglich visuell begutachtet. Hinweise auf mikrobielles Wachstum sind dabei Trübung der Flüssigkeit, Ablagerungen auf dem flüssigen Medium oder darin, Hämolyse, Farbveränderungen sowie Gasbildung, die in einigen Blutkultursystemen mithilfe eines speziellen Aufsatzsystems sicher angezeigt werden kann (VANDEPITTE et al. 1991; ZERLAUTH et al. 2001; CLSI 2007).

In der Humanmedizin sind automatisierte Systeme zur Auswertung von Blutkulturen heute weit verbreitet. Diese führen eine kontinuierliche, photometrische Messung des Gehaltes an Kohlenstoffdioxid in der beimpften Blutkultur durch und erkennen dadurch Bakterienwachstum (ZERLAUTH et al. 2001).

Darüber hinaus existiert das Verfahren der Lysis-Zentrifugation. Dabei werden Blutbestandteile zunächst mithilfe einer speziellen Lösung lysiert und im Folgenden durch Zentrifugation von den enthaltenen Mikroorganismen getrennt, wodurch diese aufkonzentriert werden (ZIERDT et al. 1977; CLSI 2007).

Aus den Blutkulturflaschen sollte immer dann Material zur weiteren Untersuchung entnommen werden, wenn Anzeichen auf das Wachstum von Mikroorganismen vorliegen. Ergeben sich während der siebentägigen Bebrütung keine Hinweise auf Bakterienwachstum empfiehlt sich ebenfalls eine abschließende Entnahme und Untersuchung von Blutkulturmaterial für den Fall, dass Bakterienwachstum ohne erkennbare Veränderung des Kulturmediums stattgefunden hat (VANDEPITTE et al. 1991).

Hierfür wird unter sterilen Bedingungen Material aus der Blutkulturflasche entnommen und auf Nährmedien aufgebracht (VANDEPITTE et al. 1991). Geeignete Nährmedien für die Subkultivierung sind beispielsweise Columbia-Agar, Kochblut-Agar oder MacConkey-Agar. Die Bebrütung erfolgt abhängig von den zu isolierenden Bakterienarten unter aeroben, mikroaerophilen oder anaeroben Bedingungen (ZERLAUTH et al. 2001).

2.11 Anwendung von Blutkultursystemen in der Pferdemedizin

Auch in der Veterinärmedizin ist der Einsatz von Blutkultursystemen zur mikrobiologischen Diagnostik von Bedeutung (GAREIS et al. 1996).

In der Pferdemedizin kommen Blutkultursysteme vor allem in der Diagnostik neonataler Septikämien zum Einsatz (PARADIS 1994). Sie werden jedoch ebenso im Rahmen andersartiger infektiöser Erkrankungskomplexe des Pferdes angewandt (SCHNEIDER 1986).



Aufgrund des Haarkleides sowie der Haltungsbedingungen der Pferde ist eine kontaminationsfreie Entnahme des Blutes schwieriger zu gewährleisten als in der Humanmedizin, weshalb vor der Blutentnahme das Fell geschoren und auf eine gründliche antiseptische Vorbereitung der Haut geachtet werden sollte (PARADIS 1994). Dennoch wird in bis zu 19,8% der Fälle von durch Kontamination bedingt falsch positiven Ergebnissen ausgegangen (SCHNEIDER 1986). GAREIS et al. (1996) konnten jedoch zeigen, dass es bei strenger Einhaltung antiseptischer Kautelen möglich ist, mikrobielle Kontaminationen der Blutkulturen zu vermeiden.

Die Sensitivität von Blutkulturen für den Nachweis bakteriämischer bzw. septikämischer Vorgänge beim Pferd wird mit 60 – 81% angegeben (KOTERBA et al. 1984; W. D. WILSON u. MADIGAN 1989). Dies entspricht in etwa den Angaben zum Auftreten falsch negativer Blutkulturen, welches nach BREWER und KOTERBA (1985) sowie W. D. WILSON und MADIGAN (1989) bei 12 – 37% liegt.



3 Material und Methode

3.1 Versuchsplanung

In einem Vorversuch sollte an einem klinisch allgemeingesunden Pferd überprüft werden, welches der zur Verfügung stehenden manuellen Blutkultursysteme die praktikabelste Handhabung aufweist und für den Nachweis der zu erwartenden Erreger im Rahmen der Zahnextraktion die beste Sensitivität besitzt.

Für den Hauptteil der Studie sollten neben klinischen und bildgebenden Untersuchungen labordiagnostische und mikrobiologische Auswertungen des Blutes von 20 klinisch allgemeingesunden Pferden vor, während und nach der Extraktion von Hengst-, Schneide- und Backenzähnen durchgeführt werden. Zusätzlich war eine mikrobiologische Untersuchung von Abstrichen der extrahierten Zähne geplant.

3.2 Vorversuch

3.2.1 Patientengut

Im Juli 2013 stand eine klinisch allgemeingesunde, 23-jährige Holsteiner Stute, die zur Extraktion von drei Backenzähnen in die Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover eingestellt wurde, zur Verfügung.

3.2.2 Untersuchung des Patienten

Im Vorfeld der Zahnextraktion wurde die Stute einer klinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen. Durch eine klinische und endoskopische Untersuchung der Maulhöhle sowie die Anfertigung von Röntgenbildern wurden die pathologischen Befunde erhoben, die eine Diagnose und Vorgabe der Indikation zur Extraktion betroffener Oberkieferzähne erlaubten.

3.2.3 Vorbereitung des Patienten

Das Pferd wurde in einen Untersuchungsstand verbracht. Nach antiseptischer Vorbereitung der linken *V. jugularis* wurde unter sterilen Kautelen eine Venenverweilkanüle (Vygonüle S, 2,3 x 75 mm, 13G, Vygon, Frankreich) eingebracht und mit monofilem Nahtmaterial (Dafilon[®], 1 USP, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) befestigt.



3.2.3.1 Medikation

Präoperativ erhielt die Stute über diesen Zugang Flunixin-Meglumin (Flunidol[®] RPS, CP-Pharma Handelsgesellschaft mbH, Burgdorf) in einer Dosierung von 1,1 mg/kg Körpergewicht (KGW). Die Sedierung für die gesamte Dauer des Eingriffes erfolgte ebenfalls über die Venenverweilkanüle. Hierfür wurde Romifidin (Sedivet[®] 10 mg/ml, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Ingelheim) zunächst als Bolus in einer Dosierung von 0,03 mg/kg KGW i.v. verabreicht und danach zur Erhaltung eine Dauertropfinfusion (DTI) mit Romifidin in einer Dosierung von 0,05 mg/kg KGW pro Stunde angeschlossen. Zeigte das Pferd Unruhe oder starke Abwehrbewegungen wurden Boli von je 1 mg/100 kg KGW Romifidin nachgegeben.

Darüber hinaus erfolgte eine Schmerzausschaltung durch Infiltrationsanästhesie der Gingiva im Bereich der zu extrahierenden Backenzähne sowie durch beidseitige Leitungsanästhesie des *N. maxillaris* mit Lidocain (Lidocainhydrochlorid 2%, belapharm GmbH & Co. KG, Vechta).

3.2.3.2 Vorbereitung der Punktionsstelle für die Blutentnahme

Die Blutprobenentnahme erfolgte mittels einmaliger Punktion der *V. jugularis*, um das bei der Verwendung der für die Sedierung und Medikation genutzten Venenverweilkanüle bestehende Risiko einer Kontamination und eines Verlustes der Antisepsis auszuschalten. Da nur zu einem Zeitpunkt Blut gewonnen werden musste, wurde auf die Platzierung einer zweiten Venenverweilkanüle verzichtet.

Im Bereich der rechten Drosselrinne wurde am Übergang vom kranialen zum mittleren Halsdrittel das Haarkleid auf einer etwa 10 x 20 cm großen Fläche geschoren. Das geschorene Feld wurde dann zunächst mit vierprozentiger Chlorhexidingluconatlösung (HiBiSCRUB[®], Regent Medical, Großbritannien) und Wasser so lange gewaschen, bis eine grobe Reinigung erzielt war und danach mit einem alkoholhaltigen Desinfektionsmittel (Softasept[®]N, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) abgezogen. Unter der Verwendung steriler Handschuhe (NOBAFEEL[®]-sensitive, NOBA Verbandmittel Danz GmbH u. Co KG, Wetter) schloss sich eine dreiminütige Waschung der Fläche mit steril vorbereiteten Mullkompressen mit Chlorhexidin und steriler Kochsalzlösung 0,9% (B. Braun Melsungen AG, Melsungen) an. Danach wurde der Bereich erneut mit sterilen, in Softasept[®]N getränkten Mullkompressen abgezogen.



3.2.4 Probenentnahme

3.2.4.1 Blutentnahme

Der Stute wurden mittels oraler Extraktion die Backenzähne 108, 109 und 207 entfernt. Während des Lösens des ersten zu extrahierenden Zahnes wurde die antiseptisch vorbereitete Fläche über der rechten *V. jugularis* nochmals mit einer sterilen, in Softasept[®]N getränkten Mullkompressen desinfiziert, wobei eine mindestens einminütige Einwirkzeit vor der Punktion der Vene eingehalten wurde.

Danach wurden unter Verwendung steriler Handschuhe 60 ml Blut mittels Venenpunktion mit einer sterilen Einmalkanüle (BD Microlance[™] 3, 1,2 x 50 mm, 18G, Becton Dickinson, Heidelberg) und sterilen Einmalspritzen (BD Discardit[™] II, 20 ml, Becton Dickinson, Heidelberg) gewonnen.

3.2.4.2 Beimpfung der Blutkulturflaschen

Für die Blutkultur standen je zwei Flaschen unterschiedlicher Blutkultursysteme zur Verfügung. Im Einzelnen waren dies BACTEC[™] Standard 10 Aerobic/F bzw. Standard Anaerobic/F (Becton Dickinson, Irland), HÉMOLINE DUO-F (bioMérieux SA, Frankreich) und Oxoid SIGNAL Blood Culture Medium (Oxoid Limited, Großbritannien).

Unmittelbar vor Überführung des Blutes in die Blutkulturflaschen wurde von diesen die Schutzkappe entfernt und der Durchstechstopfen mit Softasept[®]N desinfiziert, wobei auch hier eine mindestens einminütige Einwirkzeit eingehalten wurde. Die Blutentnahmekanüle wurde durch eine neue, sterile Kanüle ersetzt mit welcher jeweils 10 ml Blut in die sechs Blutkulturflaschen überführt wurden.

3.2.5 Mikrobiologische Untersuchungsverfahren der Blutkultur

Die Blutkulturflaschen wurden bis zum Ende der Operation bei Raumtemperatur aufbewahrt und danach unmittelbar in das Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover verbracht.

Hier wurden die Flaschen für sieben Tage bei 37 °C bebrütet, wobei jeweils nach 24 und 72 Stunden sowie nach sieben Tagen Material aus den Flaschen entnommen und auf Nährböden ausgestrichen wurde.

Für den Nachweis aerober Bakterien wurde das Material auf Columbia-Agar mit Zusatz von Schafblut (OXOID GmbH, Wesel), Wasserblau-Metachromgelb-Agar nach Gassner (Basissubstanz von VWR International GmbH, Darmstadt) sowie



Staphylokokken-Streptokokken-Selektiv-Agar (Basissubstanz von OXOID GmbH, Wesel) ausgestrichen und bei 37 °C unter Normalatmosphäre bebrütet. Eine Untersuchung der Nährböden erfolgte 24 und 48 Stunden nach der Beimpfung.

Für den Nachweis mikroaerophiler Bakterien wurde ein Kochblutagar (hergestellt am Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover) beimpft und bei 37 °C unter 10%iger CO₂-Atmosphäre bebrütet. Auch hier erfolgte eine Beurteilung nach 24 und 48 Stunden.

Zum Nachweis anaerober Bakterien erfolgte ein Ausstrich auf Schaedler-Agar mit Vitamin K- und Hämin-Zusatz sowie Schaedler-Agar mit Vancomycin- und Kanamycin-Zusatz (hergestellt am Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover). Die Bebrütung erfolgte hier bei 37 °C über 48 Stunden in einem anaeroben System (AnaeroJar, OXOID GmbH, Wesel).

Wurde bei der Beurteilung der Nährböden Keimwachstum festgestellt, wurden Reinkulturen zur weiteren Differenzierung angelegt. Die weitere Differenzierung war zum Teil morphologisch möglich und erfolgte andernfalls nach den Verfahrens- und Untersuchungsanweisungen des Institutes für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.

3.3 Hauptuntersuchung

Die Untersuchung und Beprobung der Patienten, die in die Hauptuntersuchung eingeschlossen wurden, fand von Juli 2013 bis April 2014 in der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover statt.

3.3.1 Patientengut

Für die Hauptuntersuchung standen 20 Patienten der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover zur Verfügung. Zehn dieser Pferde waren aufgrund einer bestehenden Erkrankung im Bereich der Backenzähne (Gruppe B), die anderen zehn aufgrund von Auffälligkeiten bzw. bestehenden Erkrankungen im Bereich der Hengst- oder Schneidezähne (Gruppe S) vom Haustierarzt überwiesen worden. Keines der Pferde hatte laut Angaben des Besitzers bzw. des Haustierarztes in den vorangegangenen vier Wochen ein antimikrobielles Chemotherapeutikum erhalten.

Das Alter der untersuchten Pferde mit Backenzahnerkrankungen lag zwischen drei und 19 Jahren, das Durchschnittsalter betrug 12,5 Jahre. Es wurden acht Wallache und zwei Stuten untersucht. Hierbei handelte es sich um vier Hannoveraner



Warmblutpferde, zwei Westfälische Warmblutpferde und jeweils ein Deutsches Reitpferd, Islandpferd, Pinto und Kaltblut-Mix. Das Gewicht der Pferde lag zwischen 313 kg und 717 kg mit einem mittleren Gewicht von 575 kg.

Das Alter der Pferde, die mit Schneidezahnerkrankungen vorgestellt wurden, betrug acht bis 25 Jahre mit einem Durchschnittsalter von 18,8 Jahren. Darunter waren acht Wallache und zwei Stuten. Zwei Hannoveraner Warmblutpferde, zwei Araber sowie jeweils ein Pferd der Rassen Knabstrupper, Isländer, Englisches Vollblut, Deutsches Reitpony, Shetlandpony und Hunter wurden in dieser Gruppe untersucht. Die Pferde wogen zwischen 255 kg und 665 kg bei einem mittleren Gewicht von 470,4 kg.

3.3.2 Klinische Untersuchung

Bei allen Pferden konnte von den Besitzern oder den Haustierärzten ein Vorbericht im Hinblick auf die bestehende Zahnerkrankung erhoben werden.

Alle Pferde wurden einer klinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen.

3.3.2.1 Spezielle Untersuchung der Maulhöhle

Bei allen Pferden erfolgte eine spezielle Untersuchung der Maulhöhle in einem Untersuchungsstand unter Sedierung mit den α_2 -Rezeptor-Agonisten Xylazin (Xylavet[®] 20 mg/ml, CP-Pharma Handelsgesellschaft mbH, Burgdorf) oder Detomidin (Cepesedan[®] 10mg/ml, CP-Pharma Handelsgesellschaft mbH, Burgdorf) in einer Dosierung von 0,5 – 1,1 mg/kg bzw. 0,005 – 0,02 mg/kg i.v. und Butorphanol (Alvegesic[®] vet., CP-Pharma Handelsgesellschaft mbH, Burgdorf) in einer Dosierung von 0,01 – 0,05 mg/kg i.v. Für die Untersuchung der Backenzähne wurde ein Maulgatter (Wiener Modell) eingesetzt und der Kopf von einer Hilfsperson fixiert, wobei die Kopfhöhe mit Hilfe eines am Maulgatter befestigten, leicht zu lösenden Seilsystems variiert werden konnte.

Die Zahnreihen wurden palpiert sowie mittels Kopflampe und Zahnspiegel betrachtet. Die klinisch darstellbaren Oberflächen jedes Zahnes sowie die anliegende Gingiva wurden bezüglich ihrer Integrität und auffälligen Abweichungen überprüft.

3.3.3 Bildgebende Diagnostik

Sofern es zur Sicherung der Diagnose oder für die Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Therapie notwendig war, wurden zusätzlich zur klinischen Untersuchung maulhöhlenendoskopische und röntgenologische Aufnahmen angefertigt. Hierfür stand ein starres Zahnendoskop mit einer um 70° gewinkelten Optik (Fa. KARL



STORZ, Tuttlingen) sowie ein mobiles, digitales Röntgensystem (GIERTH HF 1000, GIERTH X-Ray international GmbH, Riesa) zur Verfügung. Regionen unphysiologischer Radioluzenz oder Radiodensität an Zahn, Zahnfach oder umliegendem Knochen wurden beurteilt und unter Einbeziehung der klinischen Befunde hinsichtlich ihrer klinischen Relevanz interpretiert.

3.3.4 Vorbereitung der Patienten für die Blutentnahme

Die Probanden wurden für den chirurgischen Eingriff in einem Untersuchungsstand fixiert. Allen Pferden der Gruppe B wurde nach antiseptischer Vorbereitung der linken *V. jugularis* unter sterilen Bedingungen eine Venenverweilkanüle (Vygonüle S, 2,3 x 75 mm, 13G, Fa. Vygon, Frankreich) gelegt, die mit monofilem Nahtmaterial (Dafilon[®], 1 USP, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) befestigt und für die Medikation genutzt wurde. In der Gruppe S erhielten nur die Probanden eine solche Venenverweilkanüle, bei denen im Voraus aufgrund der Notwendigkeit multipler Schneidezahnextraktionen eine längere Dauer des Eingriffes absehbar war.

Für die antiseptische Entnahme der Blutproben, die später für die Blutkultur genutzt werden sollten, wurde eine zweite Venenverweilkanüle in die rechte *V. jugularis* eingebracht. Dafür wurde ein etwa 10 x 20 cm großes Feld im Bereich der Drosselrinne am Übergang vom kranialen zum mittleren Halsdrittel freigeschoren. Dieses wurde zunächst mit Wasser und Chlorhexidinlösung gereinigt und dann mit einem alkoholhaltigen Desinfektionsmittel abgezogen. An der geplanten Einstichstelle wurde im Folgenden eine Infiltrationsanästhesie der Unterhaut mit Lidocain vorgenommen. Es schloss sich dann eine dreiminütige Waschung des geschorenen Feldes mit steril vorbereiteten Tupfern mit Chlorhexidinlösung und steriler Kochsalzlösung 0,9% an, wobei sterile Handschuhe getragen wurden.

Die Venenverweilkanüle wurde dann unter sterilen Bedingungen in der Vene platziert und eine sterile, 30 cm lange Heidelberger Verlängerung (B. Braun Melsungen AG, Melsungen) mit einem Durchstechstopfen (Injection Cap, Fresenius Kabi AG, Bad Homburg) angebracht und mit monofilem Nahtmaterial befestigt. Zur Kontrolle des korrekten Sitzes der Venenverweilkanüle in der Vene wurde diese einmalig mit 20 ml steriler Kochsalzlösung 0,9% ohne Heparinzusatz gespült.

Um eine permanente Kontamination des Durchstechstopfens durch das Haarkleid zu verhindern, wurde eine sterile Inzisionsfolie (OPSITE Inzisionsfolie 40 x 42 cm, Smith & Nephew, Hamburg) über der Venenverweilkanüle angebracht, sodass der Stopfen auf der Folie zum Liegen kam.



3.3.4.1 Medikation

Alle Pferde erhielten präoperativ Meloxicam (Metacam[®], Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Ingelheim) in einer Dosierung von 0,6 mg/kg KGW i.v. verabreicht.

Die Sedierung der Probanden in Gruppe B zur Zahnextraktion erfolgte immer auf Basis von Romifidin, wobei zunächst ein Bolus von 0,03 mg/kg KGW i.v. verabreicht und danach zur Erhaltung der Sedierung eine Dauertropfinfusion mit Romifidin in einer Dosierung von 0,05 mg/kg KGW pro Stunde angeschlossen wurde.

Zusätzlich bekamen einige Probanden Midazolam (B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Bolus 0,02 mg/kg, DTI 0,06 mg/kg/h), Butorphanol (Bolus 0,02 mg/kg, DTI 0,04 mg/kg/h) oder Ketamin (Narketan[®], Vétoquinol GmbH, Ravensburg, Bolus 0,5 mg/kg, DTI 1,2 mg/kg/h) zusammen mit dem Romifidin intravenös verabreicht.

Die Lokalanästhesie der Gingiva im Bereich des zu extrahierenden Zahnes erfolgte ebenso wie die erforderlichen Leitungsanästhesien der Kopfnerven mit Lidocain.

3.3.5 Zahnextraktion

Vor Beginn des Eingriffes wurde die Gingiva im Bereich des zu extrahierenden Zahnes beurteilt, wobei sich des folgenden Scores nach KLUGH (2009) für periodontale Erkrankungen bedient wurde:

- 0** = Normal, keine Gingivitis, kein Kontaktverlust, Tiefe periodontaler Taschen <5 mm
- 1** = Lokale Gingivitis mit Hyperämie und Ödem, kein Kontaktverlust, Tiefe periodontaler Taschen < 5 mm
- 2** = Frühe periodontale Erkrankung, weniger als 25% Kontaktverlust und/oder Verlust des Alveolarknochens am Gingivarand um den Zahn herum
- 3** = Moderate periodontale Erkrankung, weniger als 50% Kontaktverlust oder weniger als 50% Knochenverlust im Bereich der Zahnwurzel
- 4** = Fortgeschrittene periodontale Erkrankung, mehr als 50% Kontaktverlust oder mehr als 50% Knochenverlust im Bereich der Zahnwurzel

Die Zahnextraktion erfolgte bei allen Patienten der Gruppe S sowie bei sieben Patienten der Gruppe B als orale Extraktion wie in Kapitel 2.7.2 bzw. 2.7.3 beschrieben. Bei den übrigen drei Pferden der Gruppe B wurde zusätzlich eine minimalinvasive Bukkotomie notwendig. Hierbei wurde eine Schnitteinzision von etwa



2 cm Länge in der Wange im Bereich des extraktionswürdigen Zahnes angelegt, über die dann entsprechende Instrumente wie beispielsweise Meißel oder Fasszangen eingebracht werden konnten, um den Zahn zu zerteilen und vollständig zu entfernen. Die Gesamtdauer der Extraktion wurde gemessen und dokumentiert. Als Beginn der Operation wurde das erste Ansetzen des Gingivaseparators bzw. das erste Einschneiden der Gingiva angesehen, als Ende der Operation die vollständige Extraktion des Zahnes.

3.3.5.1 Überwachung der Patienten während der Zahnextraktion

Während des Eingriffes wurden die Pferde zum Zeitpunkt jeder Blutentnahme (siehe Abb. 1) einer verkürzten klinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen. Es wurden Herz- und Atemfrequenz, Rektaltemperatur und die Farbe der Konjunktiven bestimmt und dokumentiert. Darüber hinaus wurde überprüft, ob die Probanden schwitzten.

3.3.5.2 Entnahme der Blutproben während der Zahnextraktion

3.3.5.2.1 Zeitpunkte der Blutentnahme für die Blutkultur

Direkt nach dem antiseptischen Einbringen der Venenverweilkanüle und vor Beginn des Eingriffes wurde eine Ausgangsprobe (Mikrobiologische Auswertung, M0) entnommen. Es folgten dann Blutproben jeweils eine (M1), fünf (M5) und 20 Minuten (M20) nach Beginn des Eingriffes, wobei der Beginn in der Gruppe B als das Abheben der Gingiva vom Zahn und in der Gruppe S als das erste Einschneiden der Gingiva im Bereich des zu extrahierenden Zahnes definiert wurde. Im Verlauf folgten dann Blutproben im Abstand von jeweils 30 Minuten (M50 bis MX) bis zum Ende des Eingriffes, welcher als vollständige Entfernung aller Zahnanteile aus dem Zahnfach festgelegt wurde.

Nach Ende des Eingriffes wurde zehn Minuten gewartet, während der keinerlei Manipulation im Bereich des Zahnfaches oder der Maulhöhle vorgenommen wurde. Nach Ablauf dieser Zeit wurde eine Abschlussprobe entnommen (ME).

Zum Zeitpunkt jeder Probenentnahme wurde der gerade durch den Chirurgen am Pferd ausgeführte Operationsschritt dokumentiert.

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der Zeitpunkte für die Entnahme der mikrobiologischen und labordiagnostischen Blutproben.

Pferde, bei denen die Extraktion mehrerer Zähne in einer Operation durchgeführt wurde, wurden nur während der Extraktion des jeweils ersten Zahnes beprobt. Nach



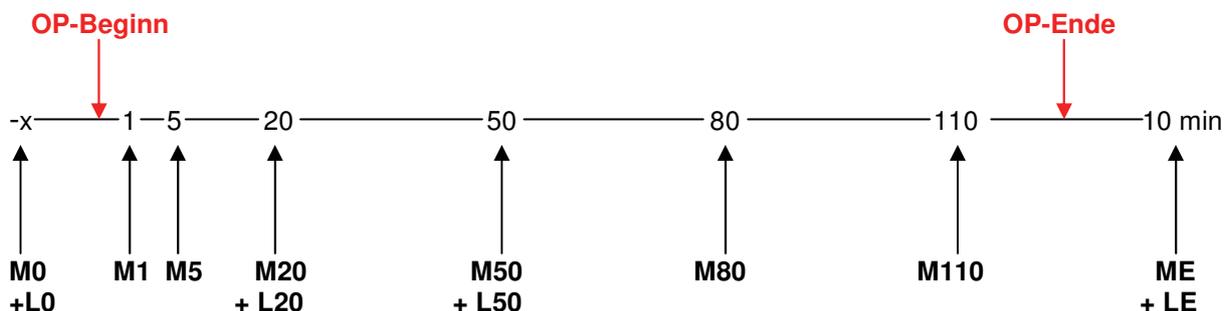
der Extraktion des ersten Zahnes erfolgte dann eine zehnmünütige Pause ohne Manipulation im Bereich der Maulhöhle bis zur Entnahme der Proben ME und LE. Erst danach wurde mit der Extraktion weiterer Zähne fortgefahren.

3.3.5.2.2 Zeitpunkte der Blutentnahme für die labordiagnostische Auswertung

Für die labordiagnostische Auswertung wurden pro Entnahmezeitpunkt 10 ml Blut entnommen und in ein VACUETTE® Röhrchen (Greiner Bio-One GmbH, Österreich) überführt, welches mit EDTA (Salze der Ethylendiamintetraessigsäure) beschichtet war. Es wurde eine Ausgangsprobe zusammen mit M0 vor Beginn des Eingriffes vom unседierten Pferd gewonnen (Labordiagnostische Auswertung, L0). Weitere Blutentnahmen erfolgten dann bei der Gruppe B 50 Minuten bzw. bei der Gruppe S 20 Minuten nach Beginn des Eingriffes (L50 bzw. L20), sofern dieser so lange dauerte, sowie zehn Minuten nach Ende des Eingriffes (LE). Diese Blutproben wurden ebenso wie das Blut für die Blutkulturen aus der Venenverweilkanüle entnommen.

Standen die Patienten so lange stationär zur Verfügung, wurden zusätzlich 6, 24 und 48 Stunden (L+6, L+24 und L+48) nach Ende der Zahnextraktion Blutproben gewonnen. Die Entnahme dieser Blutproben erfolgte mittels Venenpunktion, da die Venenverweilkanüle unmittelbar nach Ende des Eingriffes entfernt wurde. Die Punktionsstelle wurde dafür wie in Kapitel 3.2.3.2 beschrieben vorbereitet.

Abb. 1: Schematische Darstellung der Blutprobenentnahme-Zeitpunkte



Da in der Gruppe B nach Proband B5 eine Veränderung des Studiendesigns dahingehend vorgenommen wurde, dass die Proben L6, L24 und L48 gewonnen wurden, wurden sie von den Probanden B1 bis B5 nicht entnommen.



3.3.5.2.3 Technik der Blutentnahme und Beimpfung der Blutkulturflaschen

Während des gesamten Vorganges der Blutentnahme wurden sterile Handschuhe getragen. Vor jeder Blutentnahme wurde der Durchstechstopfen mit einer zuvor steril vorbereiteten, in Softasept[®]N getränkten Mullkompressen abgewischt und mindestens eine Minute Einwirkzeit eingehalten.

Danach wurden zunächst 5 ml Blut mit einer sterilen Kanüle und Spritze entnommen und verworfen, um eine Verdünnung des zu analysierenden Blutes mit noch in der Venenverweilkanüle oder der Heidelberger Verlängerung befindlicher Kochsalzlösung zu verhindern. Im Folgenden wurde das für die Blutkulturen sowie die labordiagnostisch auszuwertenden Proben erforderliche Blutvolumen entnommen und die Venenverweilkanüle danach mit steriler Kochsalzlösung 0,9% gespült.

Um die Untersuchung eines größeren Blutvolumens zu gewährleisten, wurden zwei Blutkulturflaschen pro Probenentnahmezeitpunkt beimpft. Als Vorbereitung auf die Überführung des Blutes in die Blutkulturflaschen (Oxoid SIGNAL Blood Culture Medium, Oxoid Limited, Großbritannien) wurde deren Schutzkappe kurz vor der Beimpfung entfernt und der Durchstechstopfen mit Softasept[®]N abgewischt, wobei auch hier eine Einwirkzeit von mindestens einer Minute gewährt wurde. Danach wurden die Blutentnahmekanülen durch neue, sterile Kanülen ausgetauscht und pro Entnahmezeitpunkt je zwei Blutkulturflaschen mit jeweils 10 ml Blut beimpft, indem der Gummistopfen durchstochen wurde. Dabei war darauf zu achten, dass keine Lufteinschlüsse im Blut in der Spritze waren, um auch für das Wachstum von Anaerobiern ein geeignetes Milieu aufrecht zu erhalten.

3.3.6 Entnahme der Tupferproben

Unmittelbar nach Entnahme des extrahierten Zahnes aus der Maulhöhle wurde dieser im Bereich pathologischer Veränderungen, die jeweils als Ursache für die Notwendigkeit der Zahnextraktion angesehen werden konnten, mit einem sterilen, trockenen Wattetupfer beprobt. Dieser wurde dann in ein Röhrchen mit halbfestem Transportmedium (Uni-Ter Amies CLR, Meus S.r.l., Italien) überführt und das Röhrchen verschlossen.



3.3.7 Probenbearbeitung

3.3.7.1 Mikrobiologische Untersuchungsverfahren

Die Tupferproben und Blutkulturflaschen wurden bis zum Ende des Eingriffes bei Raumtemperatur gelagert und unmittelbar nach Ende des Eingriffes dem Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover zur bakteriologischen Untersuchung übergeben.

3.3.7.1.1 Tupferproben

Für den Nachweis aerober Bakterien wurde der Tupfer aus dem Transportmedium entnommen und auf Columbia-Agar mit Zusatz von Schafblut (OXOID GmbH, Wesel), Wasserblau-Metachromgelb-Agar nach Gassner (Basissubstanz von VWR International GmbH, Darmstadt) sowie Staphylokokken-Streptokokken-Selektiv-Agar (Basissubstanz von OXOID GmbH, Wesel) ausgestrichen und bei 37 °C unter Normalatmosphäre bebrütet. Eine Untersuchung der Nährböden erfolgte 24 und 48 Stunden nach der Beimpfung.

Für den Nachweis mikroaerophiler Bakterien wurde ein Kochblutagar (hergestellt am Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover) beimpft und bei 37 °C unter 10%iger CO₂-Atmosphäre bebrütet. Auch hier erfolgte eine Beurteilung nach 24 und 48 Stunden.

Zum Nachweis anaerober Bakterien erfolgte ein Ausstrich auf Schaedler-Agar mit Vitamin K- und Häminzusatz sowie Schaedler-Agar mit Vancomycin- und Kanamycin-Zusatz (hergestellt am Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover). Die Bebrütung erfolgte hier bei 37 °C über 48 Stunden in einem anaeroben System (AnaeroJar, OXOID GmbH, Wesel).

Nach dem Ausstreichen wurde der Tupfer zur Herstellung einer Anreicherungskultur in eine Nährbouillon überführt. Diese wurde über Nacht bei 37 °C unter Normalatmosphäre bebrütet. Am nächsten Tag erfolgten dann wiederum Ausstrich und Bebrütung dieses Materials nach dem bereits aufgeführten Prinzip.

Wurde bei der Beurteilung der Nährböden Keimwachstum festgestellt, wurden Reinkulturen zur weiteren Differenzierung angelegt. Die weitere Differenzierung war zum Teil morphologisch möglich und erfolgte andernfalls nach den Verfahrens- und Untersuchungsanweisungen des Institutes für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.

3.3.7.1.2 Blutkulturen

Die Blutkulturflaschen wurden nach Ankunft im Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover zunächst für eine Stunde bei 37 °C bebrütet. Danach wurde ein Signalkammersystem (SIGNAL Blood Culture System, Oxoid Limited, Großbritannien) steril unter einer Sicherheitswerkbank auf die Flaschen aufgesteckt, welche über Nacht bei 37 °C geschüttelt wurden.

Die Flaschen wurden regelmäßig visuell kontrolliert und sobald ein Aufstieg von Medium aus der Flasche in die Signalkammer, welcher Keimwachstum anzeigt, festgestellt werden konnte, wurde Material aus der Kammer entnommen und auf feste Nährböden (Columbia-Schafblut-Agar, Gassner-Agar, Kochblut-Agar, Staphylokokken-Streptokokken-Selektiv-Agar, Schaedler-Agar sowie Schaedler-Agar mit Vancomycin- und Kanamycin-Zusatz) ausgestrichen und aerob und anaerob bebrütet.

Erfolgte kein Aufstieg von Medium in die Signalkammer, wurde zur Sicherung des negativen Ausfalles der Blutkultur eine Abschlusskultur angesetzt. Dafür wurde sieben Tage nach der Beimpfung Material unter sterilen Bedingungen aus der Blutkulturflasche entnommen, welches nach den für die Tupferproben angewandten Methoden auf dem gleichen Satz Nährböden ausgestrichen und bebrütet wurde.

3.3.8 16S rDNA-Sequenzierung

Es erfolgte eine Sequenzierung der 16S rDNA ausgewählter Isolate aus Tupferproben und korrespondierenden Blutkulturen. Dabei wurden nur Isolate berücksichtigt, die morphologisch und kulturell als α -hämolyisierende Streptokokken bzw. *Actinomyces sp.* identifiziert wurden. Eine sichere Abgrenzung dieser beiden Gruppen hatte sich als schwierig erwiesen, da eine eindeutige Zuordnung der Isolate zu den Kokken oder pleomorphen Kurzstäbchen häufig nicht möglich war und in der Literatur keine Angaben zur Diskriminierung von *Streptococcus sp.* und *Actinomyces sp.* mittels Special-Potency-Disc Test (Fosfomycin 100 μ g-, Metronidazol 2 μ g- und Colistin 10 μ g-Blättchen) vorliegen.

Die Aufbereitung der Isolate wurde durch das Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, die Sequenzierung durch die Sequence Laboratories (Seqlab) Göttingen vorgenommen. Die hierfür gewählten Primer sind der **Tabelle 9** zu entnehmen.

**Tab. 9: Primer für die 16S rDNA-Sequenzierung ausgewählter Isolate**

Name des Primers	Vorwärts-/Rückwärtsprimer	Primer-Sequenz
BSF 8/20 ¹	vorwärts	AGAGTTTGATCCTGGCTCAG
BSR 1541/20 ²	rückwärts	AAGGAGGTGATCCAGCCGCA
27f ³	vorwärts	AGAGTTTGATCMTGGCTCAG
926R ³	rückwärts	CCGTCAATTCCTTTRAGTTT
P7-f ⁴	vorwärts	TGCCAGCAGCCGCGGTAATA
P7-r ⁴	rückwärts	TGACGGGCGGTGTGTACAAG

1) http://bio.cug.edu.cn/rRNAprimers/BSF8_20.html

2) http://bio.cug.edu.cn/rRNAprimers/BSR1541_20.html

3) Methodensammlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Gentechnik (LAG)
AM020, 2006

4) Persönliche Kommunikation Prof. Eugen Domann, Universitätsklinikum Gießen,
Medizinische Mikrobiologie

Die getrimmten und qualitätsgeprüften Sequenzen wurden mittels BLAST-Algorithmus mit in GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) hinterlegten Sequenzen verglichen. Gemäß der Guideline MM-18 A des Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI 2008) können die Ergebnisse einer bekannten Spezies (> 99% Ähnlichkeit, mehr als 0,8% Abstand der Ähnlichkeit zu einer anderen Spezies sowie weitere Kriterien), einem bekannten Genus (> 97 – 98% Ähnlichkeit, Abstand zu weiteren Differenzierungsergebnissen) oder einem unbekanntem, aber verwandtem Genus (> 95 – 97% Ähnlichkeit) zugeordnet werden.

3.3.9 Labordiagnostische Untersuchungsverfahren

Die labordiagnostische Untersuchung der Blutproben erfolgte im Labor der Klinik für Kleintiere der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.

Von den mittels EDTA gerinnungsgehemmten Blutproben wurde innerhalb eines Zeitraumes von maximal zwei Stunden nach der Entnahme mithilfe des Durchflusszytometers ADVIA[®] 120 (Siemens Healthcare Diagnostics GmbH, Eschborn) maschinell ein Differentialblutbild erstellt, sowie der Hämatokrit- und



Gesamteiweißwert bestimmt. Zusätzlich wurden Blutaussstriche der Proben angefertigt und mittels Pappenheim-Färbung gefärbt.

3.3.10 Überwachung der Patienten nach Ende des Eingriffes

Nach Ende des Eingriffes wurden die Venenverweilkanülen entfernt und die Einstichstellen mit antiseptischer, povidonjodhaltiger Salbe (Vet-Sept® Salbe, Albrecht GmbH, Aulendorf) versorgt.

Die Pferde wurden zurück in ihre Box verbracht und hungerten bis zum vollständigen Abklingen der Sedierung.

Die Probanden wurden dann für die Dauer des Aufenthaltes, aber maximal für 48 Stunden, alle drei Stunden einer klinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen. Hierbei wurden Herz- und Atemfrequenz, Rektaltemperatur, Farbe der Konjunktiven, Verhalten und Appetit aufgenommen und dokumentiert. Auch wurde darauf geachtet, ob die Pferde schwitzten.

Zeigten sich in der klinischen Untersuchung eine Herzfrequenz > 48 Schläge pro Minute, eine Atemfrequenz von > 20 Zügen pro Minute, eine Rektaltemperatur von $> 38,5$ °C oder gerötete Schleimhäute bzw. Petechien, Mattigkeit, Inappetenz oder schwitzte das Pferd, wurden zu diesem Zeitpunkt erneut 20 ml Blut für das Anlegen einer Blutkultur mittels Venenpunktion gewonnen. Die Vene wurde dabei auf gleiche Weise vorbereitet, wie für das Einbringen der Venenverweilkanüle.

3.3.11 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der vorliegenden Daten erfolgte im Institut für Biometrie und Epidemiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover mithilfe der statistischen Software SAS, Version 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

Ausgewertet wurde der Zusammenhang zwischen der Anzahl isolierter Bakterien in der Blutkultur und den unterschiedlichen Probenentnahmezeitpunkten sowie den unterschiedlichen Operationsschritten der Zahnextraktion. Es wurde der Chi-Quadrat-Test genutzt, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant galten.



4 Ergebnisse

4.1 Vorversuch

Die im Vorversuch untersuchte Stute wies einen guten Ernährungs- und Pflegezustand sowie ein ungestörtes Allgemeinbefinden auf.

Der 108, während dessen Extraktion die Blutprobenentnahme für die Beimpfung der Blutkultursysteme stattfand, wies adspektorisch eine Kronenteilfraktur mit Eröffnung zweier Pulpenpositionen auf. Röntgenologisch zeigte sich zusätzlich zu der Fraktur eine Sklerosierung des Zahnfaches im Bereich der kaudalen Wurzeln, die auf eine Alveolarperiostitis hinwies.

In **Tabelle 10** sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der drei unterschiedlichen Blutkultursysteme dargestellt.

Tab. 10: Mittels unterschiedlicher Blutkultursysteme zu isolierende Bakterien

Blutkultur- system Infektions erreger	BD BACTEC	bioMérieux Hémoline	Oxoid SIGNAL
aerob	<i>Actinomyces sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i>
anaerob	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i>	-	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i>

Aufgrund der Ergebnisse des Vorversuches wurde für die Hauptuntersuchung das Blutkultursystem der Firma Oxoid verwendet.

4.2 Hauptuntersuchung

4.2.1 Ergebnisse der Anamnese

In die Hauptuntersuchung wurden 20 Pferde einbezogen. Für 19 dieser 20 Pferde konnte entweder vom Besitzer oder vom überweisenden Haustierarzt eine Anamnese erhoben werden. Die Gründe für die Vorstellung des Pferdes in der hiesigen Klinik sind in **Tabelle 11** aufgeführt.



Tab. 11: Anamnestische Gründe für die Klinikvorstellung der Probanden

Pferd Nr.	Bei tierärztlicher Untersuchung aufgefallen	Rittigkeitsprobleme	Wickelkauen	Probleme bei der Futteraufnahme/-zerkleinerung	Sonstiges
1B	Kronenteilfraktur 409	-	-	-	-
2B	verkippter 409 seit Jährlingsalter	+	+	-	-
3B	-	+	-	-	Foetor ex ore
4B	frakturiertes 109 seit Tritt gegen den Kopf vor 5 Jahren	-	+	+	-
5B	Polyodontie (112 + 412)	-	-	-	übelriechender NA seit > 3 Monaten
6B	-	-	+	-	-
7B	Kronenteilfraktur 109	-	-	-	-
8B	-	-	-	-	seit mehreren Wochen bestehende UK-Fistel mit eitrigem Exsudat
9B	kein Vorbericht vorhanden				
10B	-	-	-	+	vor 10 Wochen Schlag gegen UK

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben


Fortsetzung Tab. 11: Anamnestische Gründe für die Klinikvorstellung der Probanden

Pferd Nr.	Bei tierärztlicher Untersuchung aufgefallen	Rittigkeitsprobleme	Wickelkauen	Probleme bei der Futteraufnahme/-zerkleinerung	Sonstiges
1S	-	-	-	+	Schmerzhaftigkeit beim Trensen, Heraushängen der Zunge
2S	Retrahierte Gingiva, eitriges Exsudat um 103, 302, 403	-	-	-	-
3S	Anzeichen für EOTRH	-	-	-	-
4S	-	-	-	+	mäßiger EZ
5S	Kronenteilfraktur 301	-	-	-	-
6S	-	-	-	+	-
7S	Anzeichen für EOTRH	-	-	-	-
8S	Kronenteilfraktur 201, 202, 203	+	-	-	-
9S	-	-	-	+	-
10S	Anzeichen für EOTRH	-	-	-	-

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben



Bei elf der 20 Probanden waren somit bereits bei Zahnkontrollen durch den Haustierarzt Probleme aufgefallen, die eine Extraktion der betroffenen Zähne notwendig erscheinen ließen. Insgesamt acht der 20 Pferde waren ihren Besitzern mit Futteraufnahme- oder Futterzerkleinerungsproblemen bzw. Wickelkauen aufgefallen, womit dies das am häufigsten vom Besitzer selber beobachtete Symptom darstellte.

4.2.2 Ergebnisse der klinischen Allgemeinuntersuchung

Alle Pferde wurden am Tag der geplanten Zahnextraktionen vor Beginn des Eingriffes im unsedierten Zustand einer klinischen Allgemeinuntersuchung nach GLITZ und DEEGEN (2010) unterzogen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in **Tabelle 12** und **Tabelle 13** zusammengefasst.

Der als abweichender Befund aufgefallene rechtsseitige purulente Nasenausfluss bei Pferd Nr. 5B stellte sich kariös übelriechend dar. Bei allen anderen Probanden, die Nasenausfluss zeigten, war dieser geruchlos.

Die vergrößerten *Lnn. mandibulares* der Pferde Nr. 8B und 5S waren nicht druckdolent wohingegen sich der *Ln. mandibularis sin.* von Proband Nr. 8B als geringgradig druckdolent erwies.



Tab. 12: Ergebnisse der klinischen Allgemeinuntersuchung der Probanden mit Backenzahnerkrankungen

Befund	Pferd Nr. 1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B
Verhalten	r/a									
Haltung	obB									
EZ	gut bis adipös	gut	gut bis adipös	adipös	mäßig	gut	gut	mäßig bis gut	gut	gut bis adipös
PZ	gut									
Habitus	gesund									
Herzfrequenz (Schläge/min)	40	28	40	40	44	40	44	44	36	32
Herzauskultation	obB									
Atemfrequenz (Züge/min)	16	12	12	12	16	12	12	16	16	12
Lungenauskultation	obB									
Rektaltemperatur (°C)	37,8	37,8	37,2	37,9	37,8	37,2	37,6	37,5	37,4	37,4
Maulschleimhäute	blass rosa									
Konjunktiven	bds. blass rosa									
Nasenausfluss	bds. ggr. serös	bds. ggr. serös	bds. ggr. serös	bds. ggr. serös	re. mgr. purulent li. ggr. serös	-	re. - li. ggr. seromukös	bds. ggr. serös	-	-
Lnn. mandibulares	bds. obB	bds. obB	bds. obB	re. obB li. ggr. vergrößert	re. obB li. ggr. vergrößert	bds. obB				
Hustenreflex	nicht auslösbar									

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben



Tab. 13: Ergebnisse der klinischen Allgemeinuntersuchung der Probanden mit Schneide- und Hengzahnerkrankungen

Befund	Pferd Nr.	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	8S	9S	10S
Verhalten		r/a									
Haltung		obB									
EZ		gut bis adipös	gut	gut	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	gut
PZ		gut									
Habitus		gesund									
Herzfrequenz (Schläge/min)	48	40	44	40	36	36	36	32	44	40	
Herzauskultation		obB									
Atemfrequenz (Züge/min)	16	12	16	8	12	12	12	12	16	12	
Lungenauskultation		obB									
Rektaltemperatur (°C)	37,1	37,7	37,6	37,0	37,0	37,0	37,6	37,1	37,2	37,9	37,9
Maulschleimhäute		blass rosa									
Konjunktiven		bds. blass rosa									
Nasenausfluss	bds. ggr. seromukös	-	-	bds. ggr. serös	bds. ggr. serös	bds. ggr. serös	-	bds. ggr. serös	-	-	bds. ggr. serös
Lnn. mandibulares	bds. obB	bds. obB	bds. obB	bds. obB	bds. ggr. vergrößert	bds. ggr. obB	bds. obB	bds. obB	bds. obB	bds. obB	bds. obB
Hustenreflex		nicht auslösbar									

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben



4.2.3 Ergebnisse der klinischen Maulhöhlenuntersuchung und bildgebenden Diagnostik

4.2.3.1 Backenzahnerkrankungen

Von den zehn Probanden, die aufgrund von Backenzahnerkrankungen einer Zahnextraktion unterzogen wurden, war der zu extrahierende Zahn bei sechs Pferden im Oberkiefer und bei vier Pferden im Unterkiefer lokalisiert. Der 09 war bei fünf der zehn Pferde erkrankt und damit der am häufigsten betroffene Zahn in der Gruppe der Pferde mit Backenzahnextraktionen. Bei je zwei Pferden wiesen der 07 bzw. der 10 Befunde auf, die eine Extraktion des Zahnes erforderlich machten und bei einem Pferd wurde der 11 extrahiert.

Eine röntgenologische Untersuchung der Zähne wurde bei allen zehn Probanden durchgeführt, eine endoskopische Untersuchung der Maulhöhle bei neun der zehn Patienten.

4.2.3.1.1 Ergebnisse der Maulhöhlenuntersuchung

In **Tabelle 14** sind die pathologischen Befunde der speziellen Maulhöhlenuntersuchung aufgeführt, die im Rahmen der klinischen Maulhöhlenuntersuchung in Verbindung mit der Maulhöhlenendoskopie erhoben werden konnten. Da einige Pferde pathologische Befunde an mehr als einem Backenzahn aufwiesen, ist nur der jeweils im Rahmen der Studie extrahierte und beprobte Zahn in der Aufführung genannt.



Tab. 14: Bei der speziellen Maulhöhlenuntersuchung der Probanden mit Backenzahnerkrankungen erhobene pathologische Befunde

Pferd Nr. \ Befund	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B
Betroffener Zahn	409	409	307	109	111	209	109	307	210	110
Fraktur der Krone	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Fraktur von Krone und Wurzel	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-
Durch Fraktur eröffnete Pulpenposition(en)	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Zahnverlagerung (Inklination)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Gingivaretraktion	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Gingivatasche(n)	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Rötung der Gingiva	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
Periodontal eingekautes Futter	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+
Diastase(n)	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben

4.2.3.1.2 Auswertung des Gingivazustandes

Der Gingivazustand wurde für den jeweils zu extrahierenden Zahn unter Verwendung eines Scores beurteilt (siehe auch Kapitel 3.3.2.1). Bei den Pferden mit Backenzahnextraktion wurden zwei Pferde (6B, 8B) der Kategorie 0 zugeordnet. Ein Pferd (10B) wurde in Kategorie 1 eingeordnet, vier Pferde (3B, 4B, 5B, 7B) in Kategorie 2 und zwei Pferde (1B, 9B) in Kategorie 3. Ein Pferd (2B) wurde der Kategorie 4 zugeordnet.



4.2.3.1.3 Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung

Die von allen Probanden angefertigten Röntgenaufnahmen des Kopfes wurden beurteilt. Aus den dabei erhobenen Befunden wurde, zusammen mit den Befunden der Maulhöhlenuntersuchung und –endoskopie, eine Diagnose gestellt.

Tabelle 15 fasst die Befunde der röntgenologischen Untersuchung der Backenzähne der zehn Pferde zusammen.

Tab. 15: Bei der röntgenologischen Untersuchung der Probanden mit Backenzahnerkrankungen erhobene pathologische Befunde

Pferd Nr. \ Befund	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B
Betroffener Zahn	409	409	307	109	111	209	109	307	210	110
Zahnfraktur	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Lyse von Wurzelanteilen/ Verlust der Wurzelkontur	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Periapikale Sklerose	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Perialveoläre Lyse des Knochens	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Diastase	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Osteokutane Fistel	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben

Tabelle 16 fasst die in Abhängigkeit von den erhobenen Befunden gestellten Diagnosen zusammen. Da es sich bei den Probanden um Klinikpatienten handelte, wurde auf Grundlage dieser Befunde den Besitzern der Probanden der Rat zur Extraktion des betroffenen Zahnes erteilt.



Tab. 16: Diagnostizierte Backenzahnerkrankungen auf Grundlage der erhobenen Befunde

Pferd Nr.	Erkrankter Zahn	Diagnose
1B	409	Schrägfraktur der klinischen Krone mit Beteiligung der Pulpa Periodontale Infektion
2B	409	Zahnverlagerung (Inklination nach lingual) Periodontale Infektion
3B	307	Multiple Längsfrakturen der klinischen Krone mit Beteiligung der Pulpa
4B	109	Längsfraktur von Krone und Wurzel durch Infundibula mit Beteiligung der Pulpa
5B	111	Polyodontie Periodontale Infektion
6B	209	Schrägfraktur von Krone und Wurzel mit Beteiligung der Pulpa Periodontale Infektion
7B	109	Schrägfraktur der klinischen Krone durch Infundibulum mit Beteiligung der Pulpa Pulpitis Periodontale Infektion
8B	307	Osteokutane Unterkieferfistel Periodontale Infektion
9B	210	Längsfraktur von Krone und Wurzel durch Infundibula mit Beteiligung der Pulpa Periodontale Infektion
10B	110	Längsfraktur von Krone und Wurzel durch Infundibula mit Beteiligung der Pulpa



4.2.3.2 Schneide- und Hengstzahnerkrankungen

Bei den Pferden, die mit Problemen der Schneide- oder Hengstzähne vorgestellt wurden, befand sich der zu extrahierende Zahn, der für die Studie beprobt wurde, in sieben Fällen im Oberkiefer und in den übrigen drei Fällen im Unterkiefer.

Der 03 war bei sieben der zehn Pferde erkrankt und damit der am häufigsten betroffene Zahn in der Gruppe der Pferde mit Schneide- und Hengstzahnextraktionen. Bei je einem Probanden wurden der 01, 02 und 04 extrahiert.

Bei fünf der zehn Patienten waren multiple Extraktionen notwendig, wobei zwei Pferden je drei, einem Patienten fünf und zwei Patienten je sechs Schneidezähne extrahiert wurden. Die Beprobung der Patienten fand nur während der Extraktion des jeweils ersten Zahnes statt.

4.2.3.2.1 Ergebnisse der Maulhöhlenuntersuchung

In **Tabelle 17** sind die bei der klinischen Maulhöhlenuntersuchung erhobenen Befunde aufgelistet. Im Falle der Probanden, bei denen multiple Extraktionen notwendig waren, sind jeweils nur die Befunde des Zahnes aufgeführt, der bei der Extraktion beprobt wurde.



Tab. 17: Bei der speziellen Maulhöhlenuntersuchung der Probanden mit Schneide- und Hengstzahnerkrankungen erhobene pathologische Befunde

Pferd Nr. \ Befund	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	8S	9S	10S
Betroffener Zahn	204	103	102	203	301	103	403	203	403	203
Zahnfraktur	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Durch Fraktur eröffnete Pulpenposition(en)	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Gingivaretraktion	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-
Rötung der Gingiva	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-
Fistel	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Zahn locker im Zahnfach	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Auftreibung im Wurzelbereich	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben

Die mit Abstand am häufigsten erhobenen Befunde waren eine Rötung der Gingiva bei sieben und Gingivaretraktion bei fünf der zehn Patienten.

Im Falle der Probanden Nummer 2S und 7S handelte es sich um eine eitrig Gingivitis. Auch aus den Fistelöffnungen der Patienten 3S und 6S trat eitriges Exsudat aus.

4.2.3.2 Auswertung des Gingivazustandes

Bei den Pferden mit Extraktionen eines Schneide- oder Hengstzahnes konnte keines der Pferde der Score-Kategorie 0 zugeordnet werden. Jeweils drei Pferde wurden in die Kategorie 1 (1S, 5S, 10S), 2 (6S, 7S, 8S) und 3 (3S, 4S, 9S) eingeordnet und ein Pferd in Kategorie 4 (2S).



4.2.3.2.3 Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchung

Tabelle 18 fasst die Befunde der röntgenologischen Untersuchung der Schneide- und Hengstzähne zusammen, die bei neun der zehn Patienten durchgeführt wurde. Von Pferd Nr. 6S wurden keine Röntgenaufnahmen angefertigt.

Tab. 18: Bei der röntgenologischen Untersuchung der Probanden mit Schneide- und Hengstzahnerkrankungen erhobene pathologische Befunde

Pferd Nr.	1S	2S	3S	4S	5S	7S	8S	9S	10S
Befund									
Betroffener Zahn	204	103	102	203	301	403	203	403	203
Zahnfraktur	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Eröffnete Pulpenposition	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Lyse von Wuzelanteilen/ Verlust der Wurzelkontur	+	-	+	+	+	+	-	+	-
Periapikale Sklerose	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Perialveoläre Lyse des Knochens	+	+	+	-	-	+	-	-	+
Lytische Kavernen in Krone/Wurzel	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Zubildung im Wurzelbereich	-	-	-	-	+	-	-	-	+

+ = pathologischer Befund wurde erhoben

- = pathologischer Befund wurde nicht erhoben

Die am häufigsten erhobenen Befunde waren lytische Veränderungen bzw. Konturveränderungen im Bereich der Zahnwurzel bei sechs von neun Pferden sowie



lytische Veränderungen des Zahnfaches bei fünf der neun röntgenologisch untersuchten Probanden.

Die Diagnosen, die zusammenfassend aus den Befunden der klinischen Maulhöhlenuntersuchung sowie der röntgenologischen Untersuchung der Schneide- und Hengstzähne gestellt wurden und auf deren Grundlage den Besitzern der Pferde zur Extraktion der betroffenen Zähne geraten wurde, sind in **Tabelle 19** dargestellt.

Tab. 19: Diagnostizierte Schneide- und Hengstzahnerkrankungen auf Grundlage der erhobenen Befunde

Pferd Nr.	Erkrankter Zahn	Diagnose
1S	204	Apikale Infektion Kariöser Prozess in der Zahnwurzel
2S	103	Apikale Infektion Kariöser Prozess in der Zahnwurzel
3S	102	Apikale Infektion Kariöser Prozess in der Zahnwurzel
4S	203	Pulpitis Kariöser Prozess in der klinischen Zahnkrone
5S	301	Querfraktur der klinischen Zahnkrone
6S	103	EOTRH
7S	403	EOTRH
8S	203	Schrägfraktur der klinischen Zahnkrone
9S	403	EOTRH
10S	203	EOTRH



4.2.4 Ergebnisse der Patientenüberwachung während der Zahnextraktion

4.2.4.1 Backenzahnextraktionen

Die Backenzahnextraktionen dauerten vom ersten Ansetzen des Gingivaseparators bis zur vollständigen Extraktion des Zahnes 40 bis maximal 135 Minuten, die durchschnittliche Dauer lag bei 95 Minuten.

Bei der Überwachung der Vitalparameter während der Extraktion der Backenzähne wiesen die zehn Probanden eine Atemfrequenz von acht bis maximal 20 Zügen pro Minute auf. Die Herzfrequenz lag bei allen Patienten in einem Bereich zwischen 26 und 48 Schlägen pro Minute. Die Konjunktivalschleimhäute zeigten sich bei allen Probanden während der gesamten Dauer des Eingriffes blass rosa. Sieben Pferde (1B, 2B, 4B, 5B, 8B, 9B, 10B) fielen während der Operation mit gering- bis mittelgradigem Schwitzen, insbesondere im Hals- und Kopfbereich, auf. Sieben Patienten (2B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 10B) zeigten während des Eingriffes eine moderate Erhöhung der Rektaltemperatur auf bis zu 38,5 °C. Bei den drei Pferden, die keine Erhöhung der Rektaltemperatur aufwiesen, lag die Temperatur zwischen 36,5 °C und 37,9 °C.

4.2.4.2 Schneide- und Hengstzahnextraktionen

Die Dauer der Extraktionen des jeweils während der Untersuchung extrahierten Schneide- bzw. Hengstzahnes lag zwischen fünf und maximal 25 Minuten. Die durchschnittliche Dauer betrug 12,6 Minuten.

Die Probanden, die der Extraktion eines Schneide- oder Hengstzahnes unterzogen wurden, wiesen eine Atemfrequenz zwischen zehn und 20 Zügen pro Minute auf. Die Herzfrequenz lag in einem Bereich von 28 bis 48 Schlägen pro Minute. Die Konjunktivalschleimhäute zeigten sich bei allen Patienten während des gesamten Eingriffes blass rosa. Neun Pferde (1S, 3S bis 10S) fielen während der Operation mit gering- bis mittelgradigem Schwitzen auf, welches insbesondere im Kopf- und Halsbereich auftrat. Pferd Nr. 4S zeigte eine Erhöhung der Körpertemperatur auf maximal 38,2 °C, bei den übrigen neun Probanden lag die Rektaltemperatur zwischen 36,6 °C und 37,9 °C.



4.2.5 Ergebnisse der Patientenüberwachung nach Ende der Zahnextraktion

Nach Ende der Operation wurden alle drei Stunden die Parameter Herzfrequenz, Atemfrequenz, Farbe der Konjunktiven, Rektaltemperatur, Schwitzen, Verhalten und Appetit erhoben und dokumentiert.

4.2.5.1 Backenzahnextraktionen

Die Vitalparameter der Pferde wurden nach Ende der Backenzahnextraktionen für 7,5 bis maximal 42 Stunden überwacht, bevor die Pferde aus der Klinik entlassen wurden oder aufgrund der Applikation antimikrobiell wirksamer Medikamente aus der Überwachung herausgenommen wurden. Die durchschnittliche Überwachungsdauer lag bei 26,6 Stunden.

Die Atemfrequenz der zehn Probanden lag während des gesamten Beobachtungszeitraumes bei zehn bis 20 Zügen pro Minute, die Herzfrequenz, abgesehen von Pferd Nr. 3B, bei 28 bis 44 Schlägen pro Minute. Pferd 3B zeigte neun Stunden nach Ende des Eingriffes einmalig eine Tachykardie von 56 Schlägen pro Minute. Die Konjunktiven aller Pferde waren blass rosa, keines der Pferde fiel mit Schwitzen auf. Sie zeigten ein ruhiges und aufmerksames Verhalten und eine gute Futteraufnahme. Die Patienten Nr. 7B, 9B und 10B wiesen über den gesamten Überwachungszeitraum Rektaltemperaturen zwischen 37,0 °C und 37,8 °C auf, wohingegen die Probanden Nr. 1B bis 6B sowie 8B zu einem oder mehreren Überwachungszeitpunkten eine erhöhte Temperatur oder Fieber zeigten.

Tabelle 20 fasst die von der Norm abweichenden Rektaltemperaturen, den Zeitpunkt des erstmaligen und des maximalen Temperaturanstieges sowie die Dauer des Temperaturanstieges zusammen.



Tab. 20: Höhe, Zeitpunkt und Dauer des Anstieges der Körpertemperatur der Pferde nach Backenzahnextraktion

Pferd Nr.	T _{max} (°C)	Zeitpunkt erstmaliger Temperaturanstieg (h post OP)	Zeitpunkt T _{max} (h post OP)	Dauer Temperaturanstieg (h)
1B	38,6	9	9	bis Ende Beobachtungszeitraum (21h post OP)
2B	38,4	unmittelbar post OP	6	15
3B	38,6	6*	6*	3
4B	38,5	6	6	9
5B	39,0	6	9	bis Ende Beobachtungszeitraum (12h post OP)
6B	38,9	9	12	30 (undulierend)
8B	38,1	9	9	3

T_{max} = maximal gemessene Rektaltemperatur im Überwachungszeitraum

* = zeitgleich Tachykardie von 56 Schlägen pro Minute

4.2.5.2 Schneide- und Hengstzahnextaktionen

Bei den Pferden mit Schneide- und Hengstzahnextaktionen konnten die Vitalparameter für sechs bis maximal 48 Stunden nach Ende des Eingriffes überwacht werden. Im Durchschnitt lag die Überwachungsdauer bei 31 Stunden, bevor die Pferde aus der Klinik entlassen wurden.

Die Atemfrequenz lag bei allen Pferden während des gesamten Beobachtungszeitraumes bei acht bis 20 Zügen pro Minute, die Herzfrequenz bei 32 bis 48 Schlägen pro Minute. Die Konjunktiven waren blass rosa und bei keinem der Patienten konnte Schwitzen beobachtet werden. Alle Pferde zeigten ein ruhiges und aufmerksames Verhalten und gute Futteraufnahme. Bei den Probanden 1S sowie 3S bis 8S lag die Rektaltemperatur während des Überwachungszeitraumes mit 37,0 °C bis 37,9 °C permanent im Referenzbereich. Die Patienten 2S, 9S und 10S fielen mit



einer Erhöhung der Körpertemperatur auf. **Tabelle 21** zeigt die von der Norm abweichenden Befunde, den Zeitpunkt des erstmaligen Temperaturanstieges und die maximal gemessene Körpertemperatur. Darüber hinaus ist die Länge des Zeitraumes aufgeführt, in dem eine erhöhte Rektaltemperatur gemessen werden konnte.

Tab. 21: Höhe, Zeitpunkt und Dauer des Anstieges der Körpertemperatur der Pferde nach Schneide- und Hengstzahnextraktion

Pferd Nr.	T _{max} (°C)	Zeitpunkt erstmaliger Temperaturanstieg (h post OP)	Zeitpunkt T _{max} (h post OP)	Dauer Temperaturanstieg (h)
2S	38,1	9	9	3
9S	38,4	12	15	12
10S	38,1	12	12	6

T_{max} = maximal gemessene Rektaltemperatur im Überwachungszeitraum

4.2.6 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

4.2.6.1 Tupferproben

Insgesamt wurde jeweils eine Tupferprobe von jedem extrahierten Zahn der 20 Probanden genommen. Alle Tupferproben zeigten bakterielles Wachstum. Dabei konnten insgesamt 18 verschiedene Bakteriangattungen sowie mehrere kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbare Isolate gewonnen werden. Bei fünf dieser Gattungen handelte es sich um obligat anaerob wachsende Keime.

Die im Folgenden Aufgeführten Ergebnisse sind die Ergebnisse der kulturell-biochemischen mikrobiologischen Differenzierung. Für die als *Actinomyces sp.* benannten Isolate aus den Tupferproben der Probanden 4B, 5B, 6B und 7B sowie das als *Streptococcus sp.* benannte Isolat des Probanden 4S wurden in der 16S rDNA-Sequenzierung andere Ergebnisse ermittelt (siehe Kapitel 4.2.6.3).

4.2.6.1.1 Backenzähne

Aus den Tupferproben der extrahierten Backenzähne konnten 16 unterschiedliche Bakteriangattungen isoliert werden sowie zwei Isolate, die nicht näher differenzierbar waren. Unter ihnen waren sechs grampositive und zehn gramnegative Gattungen. Die beiden nicht näher zu differenzierenden Isolate zeigten ebenfalls ein negatives



Gramverhalten. Bei vier Gattungen sowie einem nicht näher zu differenzierenden Isolat handelte es sich um strikt anaerob wachsende Bakterien. Alle Probanden wiesen eine Mischflora aus aeroben und anaeroben Bakterien auf.

Alle Isolate sind für jeden Probanden unterteilt nach aerob und anaerob wachsenden Gattungen in **Tabelle 22** und **Tabelle 23** aufgeführt.



Tab. 22: Isolierte aerobe Bakteriengattungen aus den Tupferproben der extrahierten Backenzähne

Pferd Nr.	Isolierte Bakteriengattung		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1B	<i>Actinobacillus spp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus spp.</i>	<i>Actinobacillus spp.</i> <i>Bacillus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
2B	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Escherichia sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>		<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>
3B	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Capnocytophaga sp.</i> <i>Micrococcus sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Yersinia sp.</i>	
4B	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Actinobacillus spp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinomyces sp.#</i>
5B		<i>Actinobacillus spp.</i>	<i>Actinomyces sp.#</i>
6B	<i>Acinetobacter sp.</i> <i>Escherichia sp.</i>		<i>Actinobacillus spp.</i> <i>Actinomyces sp.#</i> <i>Staphylococcus sp.</i>
7B	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Actinomyces sp.#</i> <i>Streptococcus sp.</i>
8B	<i>Escherichia sp.</i>	<i>Actinobacillus spp.</i> gramnegative Bakterien* <i>Streptococcus sp.</i>	
9B		<i>Actinobacillus spp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i>
10B	<i>Acinetobacter sp.</i> <i>Actinobacillus sp.</i> <i>Bacillus sp.</i> <i>Pasteurella sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i>	<i>Streptococcus sp.</i>



Tab. 23: Isolierte anaerobe Bakteriengattungen aus den Tupferproben der extrahierten Backenzähne

Pferd Nr.	Isolierte Bakteriengattung		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1B			<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
2B			<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
3B	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>		
4B			<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i> gramnegative Anaerobier *
5B		<i>Porphyromonas sp.</i>	
6B			<i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella spp.</i>
7B		<i>Fusobacterium sp.</i>	<i>Prevotella sp.</i>
8B		<i>Fusobacterium sp.</i>	
9B		<i>Peptostreptococcus sp.</i>	<i>Porphyromonas sp.</i>
10B			<i>Prevotella sp.</i>

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

= in 16S rDNA-Sequenzierung als *Streptococcus sp.* identifiziert

Aus **Tabelle 24** ist die Gesamtzahl der Isolierungen verschiedener Gattungen in den Tupferproben der extrahierten Backenzähne sowie die Anzahl der Pferde, bei denen diese isoliert werden konnten, in absteigender Reihenfolge der Häufigkeit zu entnehmen. Darüber hinaus sind die Gattungen, für die eine weitere Speziesdifferenzierung durchgeführt werden konnte, genauer aufgeschlüsselt.



Tab. 24: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Tupferproben der extrahierten Backenzähne

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Actinobacillus	20	10
<i>A. equuli subsp. equuli</i>	1	
<i>A. equuli subsp. haemolyticus</i>	10	
<i>A. lignieresii</i>	5	
<i>Actinobacillus</i> (anhämolysierend)	1	
<i>Actinobacillus sp.</i>	3	
Streptococcus	11	7
<i>Streptococcus equi subsp. zooepidemicus</i>	3	
<i>Streptococcus</i> (α -hämolysierend)	7	
<i>Streptococcus</i> (anhämolysierend)	1	
Actinomyces	7	7
<i>Actinomyces sp.</i>	7	
Prevotella	7	7
<i>Prevotella sp.</i>	7	
Fusobacterium	6	6
<i>Fusobacterium sp.</i>	6	
Staphylococcus	4	4
<i>Staphylococcus</i> (Koagulase-negativ)	4	
Escherichia	3	3
<i>E. coli</i>	3	
Peptostreptococcus	3	3
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	2	
<i>Peptostreptococcus sp.</i>	1	
Acinetobacter	2	2
<i>A. haemolyticus</i>	1	
<i>Acinetobacter sp.</i>	1	



Fortsetzung Tab. 24: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Tupferproben der extrahierten Backenzähne

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Bacillus <i>Bacillus sp.</i>	2 2	2
Porphyromonas <i>Porphyromonas sp.</i>	2 2	2
Pseudomonas <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2 2	2
Capnocytophaga <i>Capnocytophaga sp.</i>	1 1	1
gramnegative Anaerobier* gramnegative Anaerobier*	1 1	1
gramnegative Bakterien* gramnegative Bakterien*	1 1	1
Micrococcus <i>Micrococcus sp.</i>	1 1	1
Pasteurella <i>Pasteurella sp.</i>	1 1	1
Yersinia <i>Yersinia enterocolica</i>	1 1	1

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

4.2.6.1.2 Schneide- und Hengstzähne

In den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne konnten 15 verschiedene Bakteriengattungen nachgewiesen werden, sowie drei Isolate, die nicht näher zu differenzieren waren. Sieben Gattungen waren grampositiv und acht gramnegativ. Vier der nachgewiesenen Gattungen sowie zwei nicht näher differenzierbare Isolate waren den obligaten Anaerobiern zuzuordnen. **Tabelle 25** und **Tabelle 26** zeigen die Verteilung der Isolate für alle Probanden.



Tab. 25: Isolierte aerobe Bakteriengattungen aus den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne

Pferd Nr.	Isolierte Bakteriengattung		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1S	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Actinomyces sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
2S	<i>Serratia sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Actinomyces sp.</i>	
3S	<i>Bacillus sp.</i> <i>Escherichia sp.</i>	<i>Acinetobacter sp.</i> <i>Actinobacillus sp.</i> <i>Actinomyces sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
4S	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Bacillus sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Streptococcus sp. #</i>	
5S	<i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> gramnegative Bakterien* <i>Micrococcus sp.</i>	
6S	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Pasteurella sp.</i>	<i>Streptococcus sp.</i>	
7S	<i>Bacillus sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
8S	<i>Bacillus sp.</i> <i>Enterococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
9S	<i>Actinobacillus sp.</i>	<i>Actinobacillus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	
10S	<i>Actinobacillus sp.</i> gramnegative Bakterien*	<i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i>	

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar



Tab. 26: Isolierte anaerobe Bakteriengattungen aus den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne

Pferd Nr.	Isolierte Bakteriengattung		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1S		<i>Peptostreptococcus sp.</i>	
2S		<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i>	
3S		<i>Fusobacterium sp.</i>	
4S		<i>Fusobacterium sp.</i>	
5S			
6S	gramnegative Anaerobier*		
7S			<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
8S		grampositive Kokken* <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>	
9S		<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i>	
10S			

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

= in 16S rDNA-Sequenzierung als *Gemella sp.* identifiziert

Bei den Pferden Nr. 5S und 10S konnten ausschließlich aerob wachsende Bakterien isoliert werden. Die übrigen acht Probanden wiesen eine Mischflora aus aeroben und anaeroben Keimen auf.

In **Tabelle 27** sind die Anzahl der Isolierungen der verschiedenen Bakteriengattungen aus den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne sowie die weitere Speziesdifferenzierung aufgelistet. Darüber hinaus ist die Anzahl der Pferde aufgeführt, aus deren Tupferproben die entsprechenden Infektionserreger isoliert werden konnten.



Tab. 27: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Actinobacillus	13	10
<i>A. equuli subsp. haemolyticus</i>	9	
<i>A. lignieresii</i>	1	
<i>Actinobacillus sp.</i>	3	
Streptococcus	10	9
<i>Streptococcus</i> (α -hämolyzierend)	9	
<i>Streptococcus</i> (β -hämolyzierend)	1	
Staphylococcus	7	7
<i>Staphylococcus</i> (Koagulase-negativ)	7	
Fusobacterium	5	5
<i>F. necrophorum</i>	1	
<i>Fusobacterium sp.</i>	4	
Bacillus	5	5
<i>B. cereus</i>	1	
<i>Bacillus sp.</i>	4	
Peptostreptococcus	4	4
<i>P. anaerobius</i>	2	
<i>Peptostreptococcus sp.</i>	2	
Actinomyces	3	3
<i>Actinomyces sp.</i>	3	
Prevotella	2	2
<i>Prevotella sp.</i>	2	
gramnegative Bakterien*	2	2
gramnegative Bakterien*	2	
Acinetobacter	1	1
<i>Acinetobacter sp.</i>	1	



Fortsetzung Tab. 27: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Tupferproben der extrahierten Schneide- und Hengstzähne

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Enterococcus <i>Enterococcus sp.</i>	1 1	1
Escherichia <i>E. coli</i>	1 1	1
Micrococcus <i>Micrococcus sp.</i>	1 1	1
Pasteurella <i>Pasteurella sp.</i>	1 1	1
Porphyromonas <i>Porphyromonas sp.</i>	1 1	1
Serratia <i>Serratia sp.</i>	1 1	1
gramnegative Anaerobier* gramnegative Anaerobier*	1 1	1
grampositive anaerobe Kokken* grampositive anaerobe Kokken*	1 1	1

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

4.2.6.2 Blutkulturen

Insgesamt wurden von den 20 Probanden 104 Blutproben für das Anlegen von Blutkulturen gewonnen. Davon entfielen 60 auf die zehn Pferde mit Extraktionen von Backenzähnen und 44 auf die zehn Pferde mit Extraktionen von Schneide- bzw. Hengstzähnen. Bei 18 der 20 Probanden konnte zu mindestens einem Zeitpunkt während der Zahnextraktion eine positive Blutkultur gewonnen werden.

In 43 der insgesamt 104 Proben (41,35%) konnte bakterielles Wachstum nachgewiesen werden, aus den übrigen 61 Proben (58,65%) waren keine Bakterien zu isolieren. Insgesamt konnten Bakterien 13 verschiedener Gattungen isoliert werden.



Bei vier der 18 Pferde mit positiven Blutkulturen konnten ausschließlich aerobe Infektionserreger nachgewiesen werden. Die Blutkulturen zweier Pferde enthielten ausnahmslos anaerobe Infektionserreger. Aus den Blutkulturen der übrigen 12 Probanden waren sowohl aerob als auch anaerob wachsende Bakteriengattungen zu isolieren.

Die im Folgenden Aufgeführten Ergebnisse sind die Ergebnisse der kulturell-biochemischen mikrobiologischen Differenzierung. Für die als *Actinomyces sp.* benannten Isolate aus den Blutkulturen M1 von Pferd Nr. 5B sowie M5 der Probanden 5S und 6S wurden in der 16S rDNA-Sequenzierung andere Ergebnisse ermittelt (siehe Kapitel 4.2.6.3).

4.2.6.2.1 Backenzahnextraktionen

Pro Pferd wurden je nach Dauer der Zahnextraktion vier bis maximal acht Blutproben entnommen und daraus Blutkulturen angelegt. Durchschnittlich wurden sechs Proben pro Patient gewonnen.

Von den 60 gewonnenen Proben konnte in 30 Proben bakterielles Wachstum nachgewiesen werden, in den übrigen 30 Proben war keine Anzucht von Infektionserregern möglich. Bei allen zehn Probanden waren zu mindestens einem Zeitpunkt während der Operation Bakterien im Blut nachweisbar. Die Anzahl positiver Blutkulturen schwankte dabei zwischen einer und maximal sechs pro Pferd und lag im Durchschnitt bei drei. Insgesamt konnten Bakterien elf verschiedener Gattungen sowie fünf nicht näher differenzierbare Isolate aus den Blutkulturen gewonnen werden. Sechs Gattungen waren grampositiv und fünf gramnegativ, von den nicht näher zu differenzierenden Isolaten zeigten zwei ein positives und drei ein negatives Gramverhalten. Sechs der isolierten Gattungen sowie drei der nicht näher differenzierbaren Isolate waren obligat anaerobe Infektionserreger. Von der Gattung *Streptococcus* konnten sowohl aerob als auch strikt anaerob wachsende Spezies isoliert werden. Bei zwei Pferden konnten nur aerob wachsende Bakteriengattungen nachgewiesen werden, die Blutkulturen der übrigen acht Probanden wiesen sowohl aerobe als auch anaerobe Keime auf.

Tabelle 28 zeigt die aus den zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Zahnextraktion gewonnenen Blutproben isolierten aeroben und anaeroben Infektionserreger der zehn Probanden mit Backenzahnextraktionen. Die anaeroben Infektionserreger sind fett gedruckt.



Tab. 28: Isolierte aerobe und anaerobe Infektionserreger aus den Blutkulturen der Patienten mit Backenzahnextraktion

Isolierte Bakterien									
Zeitpunkt Pferd Nr.	M0	M1	M5	M20	M50	M80	M110	ME	
1B	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i> gramneg. Bakterien* Streptokokken (α-hämolyisierend)	<i>Bacillus sp.</i>	-	<i>Actinomyces sp.</i>	-	-	-	
2B	-	Streptokokken (α-hämolyisierend)	Streptokokken (α-hämolyisierend & anhämolyisierend)	<i>Fusobacterium sp.</i> Streptokokken (α-hämolyisierend)	x	x	x	-	
3B	-	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i>	-	-	-	x	x	-	
4B	-	coryneforme Bakterien* gramneg. Bakterien* <i>Prevotella sp.</i>	<i>Bacillus sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i> <i>Pseudomonas luteola</i>	coryneforme Bakterien* Streptokokken (α-hämolyisierend)	x	x	x	-	
5B	-	<i>Actinomyces sp.</i> # <i>Prevotella sp.</i> Streptokokken (α-hämolyisierend)	-	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>	x	x	x	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>	
6B	Staphylokokken (Koagulase neg.)	Streptokokken (α-hämolyisierend)	gramneg. anaerobe Stäbchen* <i>Propionibacterium sp.</i>	<i>Actinomyces sp.</i> grampos. & gramneg. anaerobe Kokken*	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i>	x	x	<i>Bacteroides sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i>	
7B	-	Streptokokken (α-hämolyisierend)	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i> <i>Streptococcus constellatus</i>	-	<i>Actinomyces sp.</i> Streptokokken (anhämolyisierend)	-	-	-	
8B	-	Staphylokokken (Koagulase neg.)	Staphylokokken (Koagulase neg.)	-	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>	-	x	-	
9B	-	<i>Actinomyces sp.</i>	-	x	x	x	x	-	
10B	-	<i>Bacteroides sp.</i> Streptokokken (anhämolyisierend)	-	Streptokokken (anhämolyisierend)	<i>Bacteroides sp.</i>	x	x	-	

- = kein bakterielles Wachstum
 * = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar
 # = in 16S rDNA-Sequenzierung als *Streptococcus sp.* identifiziert
 x = Probe nicht genommen, da Operation bereits beendet



Tabelle 29 stellt die Anzahl der Isolierungen der verschiedenen Bakteriengattungen aus den Blutkulturen der Pferde mit Backenzahnextraktion sowie die weitere Speziesdifferenzierung dar. Zusätzlich ist die Anzahl der Pferde aufgeführt, aus deren Blutkulturen die entsprechenden Infektionserreger isoliert werden konnten.

Tab. 29: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Blutkulturen der Pferde mit Backenzahnextraktion

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Streptococcus	13	7
<i>Streptococcus</i> (α -hämolyisierend)	8	
<i>Streptococcus</i> (anhämolyisierend)	4	
<i>Streptococcus constellatus</i>	1	
Actinomyces	11	6
<i>Actinomyces</i> sp.	11	
Fusobacterium	5	5
<i>Fusobacterium</i> sp.	5	
Prevotella	5	3
<i>Prevotella</i> sp.	5	
Bacillus	3	2
<i>Bacillus</i> sp.	3	
Bacteroides	3	2
<i>Bacteroides</i> sp.	3	
Porphyromonas	3	2
<i>Porphyromonas</i> sp.	3	
Staphylococcus	3	2
<i>Staphylococcus</i> (Koagulase-negativ)	3	
gramnegative Bakterien*	2	2
gramnegative Bakterien*	2	
Coryneforme Bakterien*	2	1
Coryneforme Bakterien*	2	



Fortsetzung Tab. 29: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Blutkulturen der Pferde mit Backenzahnextraktion

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
<i>Peptostreptococcus</i>	2	1
<i>Peptostreptococcus sp.</i>	2	
gramnegative anaerobe Stäbchen*	1	1
gramnegative anaerobe Stäbchen*	1	
gramnegative anaerobe Kokken*	1	1
gramnegative anaerobe Kokken*	1	
grampositive anaerobe Kokken*	1	1
grampositive anaerobe Kokken*	1	
<i>Pseudomonas</i>	1	1
<i>Pseudomonas luteola</i>	1	
<i>Propionibacterium</i>	1	1
<i>Propionibacterium sp.</i>	1	

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

4.2.6.2.2 Schneide- und Hengstzahnextaktionen

Je nach Dauer des Eingriffes wurden pro Pferd vier bis maximal fünf Blutproben entnommen.

13 der 44 Blutkulturen wiesen bakterielles Wachstum auf, in den übrigen 31 Proben konnten keine Infektionserreger nachgewiesen werden. Die positiven Blutkulturen verteilten sich auf acht der zehn Probanden. Die Anzahl positiver Blutkulturen pro Pferd schwankte dabei zwischen einer und drei. Bei zwei Probanden konnte in keiner der vor, während und nach der Operation gewonnenen Blutproben bakterielles Wachstum nachgewiesen werden.

Insgesamt wurden sieben verschiedene Bakteriengattungen sowie ein nicht näher zu differenzierendes Isolat aus den Blutkulturen gewonnen. Zwei Gattungen waren grampositiv und fünf gramnegativ, die nicht näher differenzierbaren Isolate zeigten ebenfalls negatives Gramverhalten. Drei der isolierten Bakteriengattungen waren den obligat anaeroben Infektionserregern zuzurechnen. Bei zwei der insgesamt acht



Patienten mit positiven Blutkulturen konnten ausschließlich anaerobe Infektionserreger nachgewiesen werden. Bei zwei weiteren Probanden wurden ausschließlich aerob wachsende Bakteriengattungen isoliert. Die übrigen vier Pferde wiesen sowohl aerob als auch anaerob wachsende Infektionserreger auf.

Tabelle 30 enthält eine Übersicht der aeroben und anaeroben Infektionserreger, die in den zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Operation gewonnenen Blutproben nachgewiesen werden konnten. Die anaeroben Infektionserreger sind fett gedruckt.



Tab. 30: Isolierte aerobe und anaerobe Infektionserreger aus den Blutkulturen der Patienten mit Schneide- und Hengstzahnextraktion

Isolierte Bakterien						
Zeitpunkt Pferd Nr.	M 0	M 1	M 5	M 20	ME	
1S	-	-	-	<i>Actinomyces sp.</i>	-	
2S	-	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Actinobacillus equuli</i> <i>subsp. haemolyticus</i> <i>Prevotella sp.</i> gramneg. Anaerobier*	<i>Actinomyces sp.</i>	<i>Fusobacterium sp.</i>	-	
3S	-	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i>	x	-	
4S	-	<i>Actinobacillus lignieresii</i> Streptokokken (α-hämolyzierend)	-	-	-	
5S	-	gramneg. Anaerobier*	<i>Actinomyces sp. #</i> <i>Alcaligenes faecalis</i> Streptokokken (α-hämolyzierend)	x	-	
6S	-	gramneg. Anaerobier*	<i>Actinomyces sp. #</i>	x	-	
7S	-	<i>Fusobacterium sp.</i>	-	x	-	
8S	-	-	-	-	-	
9S	-	-	gramnegative Anaerobier* Streptokokken (α-hämolyzierend)	x	-	
10S	-	-	-	x	-	

- = kein bakterielles Wachstum
 * = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar
 x = Probe nicht genommen, da Operation bereits beendet
 # = in 16S rDNA-Sequenzierung als *Streptococcus sp.* identifiziert



Tabelle 31 ist die Gesamtzahl der Isolierungen verschiedener Gattungen in den Blutkulturen der Pferde mit Schneide- und Hengstzahnextraktionen sowie die Anzahl der Pferde, bei denen diese isoliert werden konnten, zu entnehmen.

Tab. 31: Gattungs- und Speziesverteilung der Infektionserreger in den Blutkulturen der Pferde mit Schneide- und Hengstzahnextraktion

Gattung/Spezies	Anzahl isolierter Infektionserreger	Anzahl Pferde
Actinomyces <i>Actinomyces sp.</i>	5 5	3
gramnegative Anaerobier* gramnegative Anaerobier*	4 4	4
Fusobacterium <i>Fusobacterium sp.</i>	4 4	3
Streptococcus <i>Streptococcus</i> (α -hämolyzierend)	3 3	3
Actinobacillus <i>A. equuli subsp. haemolyticus</i> <i>A. lignieresii</i>	2 1 1	2
Prevotella <i>Prevotella sp.</i>	2 2	2
Alcaligenes <i>Alcaligenes faecalis</i>	1 1	1
Porphyromonas <i>Porphyromonas sp.</i>	1 1	1

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar

4.2.6.2.3 Nach Ende des Eingriffes entnommene Blutproben

Die Probanden 1B, 3B, 5B und 6B fielen im Beobachtungszeitraum nach Ende des Eingriffes mit einer erhöhten Körpertemperatur von 38,6 °C bis 39,0 °C und damit geringgradigem Fieber auf (siehe Tabelle 20). Zum Zeitpunkt der erstmaligen Temperaturerhöhung wurde je Pferd eine weitere Blutprobe für die Herstellung einer



Blutkultur gewonnen. In keiner dieser Blutkulturen konnte mikrobielles Wachstum nachgewiesen werden.

4.2.6.2.4 Zusammenhang zwischen dem Auftreten positiver Blutkulturen und dem Probenentnahmezeitpunkt bzw. Operationsschritt

4.2.6.2.4.1 Backenzahnextraktionen

Im Chi-Quadrat-Test zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede in der Anzahl isolierter Bakterien von Zeitpunkt M0 zu den Zeitpunkten M1, M5, M20 und M 50 ($p = 0,0002$; $p = 0,0064$; $p = 0,0110$; $p = 0,0020$). Zum Zeitpunkt M1 konnten statistisch signifikant mehr Isolate gewonnen werden, als zu den Zeitpunkten M80, M110 und ME ($p = 0,0156$; $p = 0,0475$; $p = 0,0051$). Desweiteren zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen dem Zeitpunkt M50 und M80 bzw. M110 ($p = 0,0290$ bzw. $p = 0,0338$). **Tabelle 32** zeigt eine Übersicht über die Anzahl der Pferde mit Bakteriämie während der unterschiedlichen Probenentnahmezeitpunkte. Da die Operationsdauer unterschiedlich war, ist darüber hinaus die Anzahl der Probanden aufgeführt, die zum entsprechenden Zeitpunkt noch beprobt wurden. Aus der Legende sind zudem die statistischen Zusammenhänge zu entnehmen.

Tab. 32: Zusammenhang zwischen Probenentnahmezeitpunkt und dem Auftreten positiver Blutkulturen bei Pferden mit Backenzahnextraktion

Probenentnahmezeitpunkt	Anzahl beprobter Pferde	Anzahl positiver Blutkulturen	Anzahl Isolate
M0	10	2	2 ^a
M1	10	10	18 ^b
M5	10	6	12 ^c
M20	9	5	11 ^c
M50	6	5	9 ^d
M80	3	0	0 ^e
M110	2	0	0 ^f
ME	10	2	5 ^g

a:b, c, d = $p < 0,05$; b:e, f, g = $p < 0,05$; d:e, g = $p < 0,05$



M1 ist mit zehn bakteriämischen Probanden von zehn beprobten Pferden der Zeitpunkt mit der größten Inzidenz für das Auftreten einer Bakteriämie bei der Extraktion von Backenzähnen, gefolgt von M50 mit fünf von sechs, M5 mit sechs von zehn und M20 mit fünf von neun Pferden mit positiven Blutkulturen. Vor Beginn des Eingriffes sowie nach Ende der Operation traten bei je zwei Probanden positive Blutkulturen auf. Zu den Zeitpunkten M80 und M110 war bei keinem der Pferde eine Bakteriämie festzustellen.

Bei der Betrachtung der unterschiedlichen Operationsschritte konnten im Chi-Quadrat-Test gezeigt werden, dass bei den Operationsschritten 1 und 3 signifikant mehr Isolate gewonnen werden konnten, als zu den Zeitpunkten, zu denen kein Operationsschritt durchgeführt wurde (Operationsschritt 0; $p = 0,0143$; $p = 0,0330$). Darüber hinaus ergaben sich ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede von Operationsschritt 4 zu den Schritten 1 und 3 ($p = 0,0143$; $p = 0,0330$).

In **Tabelle 33** ist die Anzahl der Probanden mit positiven Blutkulturen in Abhängigkeit vom jeweils durchgeführten Operationsschritt der Backenzahnextraktion aufgeführt.

Tab. 33: Zusammenhang zwischen Operationsschritt und dem Auftreten positiver Blutkulturen bei Pferden mit Backenzahnextraktion

Operations-schritt	Anzahl Proben	Anzahl positiver Blutkulturen	Anzahl Isolate
0	20	4	7 ^a
1	10	10	18 ^b
2	11	5	10 ^c
3	9	8	16 ^b
4	10	3	6 ^a

a:b = $p < 0,05$

0 = Kein Operationsschritt (Proben M0 und ME)

1 = Lösen der Gingiva

2 = Nutzung der Interdentalspreizer

3 = Lockerung des Zahnes

4 = Extraktion



Tabelle 34 zeigt die Häufigkeit des Auftretens einer Bakteriämie in Abhängigkeit von dem Probenentnahmezeitpunkt und dem Operationsschritt.

Tab. 34: Auftreten einer Bakteriämie zu verschiedenen Probenentnahmezeitpunkten in Verbindung mit verschiedenen Operationsschritten bei Pferden mit Backenzahnextraktion

OP-Schritt Zeit- punkt	0 p/n	1 p/n	2 p/n	3 p/n	4 p/n	Anzahl Probanden (n)
M0	2/8					10
M1		10/0				10
M5			5/3	1/0	0/1	10
M20			0/3	4/1	1/0	9
M50				3/0	2/1	6
M80					0/3	3
M110					0/2	2
ME	2/8					10

p/n = Anzahl positiver bzw. negativer Blutkulturen

4.2.6.2.4.2 Schneide- und Hengstzahnextaktionen

Für die unterschiedlichen Probenentnahmezeitpunkte bei den Pferden mit Schneide- und Hengstzahnextaktionen ergaben sich im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikante Unterschiede von den Zeitpunkten M0 und ME zu den Zeitpunkten M1, M5 und M20 ($p = 0,0006$; $p = 0,0039$; $p = 0,0063$).

Aus **Tabelle 35** ist die Anzahl der bakteriämischen Pferde in Abhängigkeit von den Probenentnahmezeitpunkten zu entnehmen. Aufgrund der unterschiedlich langen Operationsdauer ist zusätzlich die Anzahl der Probanden aufgeführt, bei denen die entsprechende Probe entnommen wurde.



Tab. 35: Zusammenhang zwischen Probenentnahmezeitpunkt und dem Auftreten positiver Blutkulturen bei Pferden mit Schneide- oder Hengstzahnextraktion

Probenentnahmezeitpunkt	Anzahl beprobter Pferde	Anzahl positiver Blutkulturen	Anzahl Isolate
M0	10	0	0 ^a
M1	10	6	11 ^b
M5	10	5	8 ^b
M20	4	2	3 ^c
ME	10	0	0 ^d

a:b, c = $p < 0,05$; b:d = $p < 0,05$; c:d = $p < 0,05$

Mit sechs von zehn Probanden mit positiver Blutkultur ist M1 der Zeitpunkt mit der höchsten Inzidenz für das Auftreten einer Bakteriämie bei der Extraktion von Schneide- und Hengstzähnen. Bei jeweils der Hälfte der beprobten Patienten waren die gewonnenen Blutkulturen zu den Zeitpunkten M5 und M20 positiv. Bei keinem Pferd konnten vor Beginn oder nach Ende des Eingriffes Infektionserreger in den gewonnenen Blutproben nachgewiesen werden.

Bei der Betrachtung der unterschiedlichen Operationsschritte zeigte sich im Chi-Quadrat-Test, dass bei Operationsschritt 0 (keine Maßnahme in der Maulhöhle) statistisch signifikant weniger Isolate gewonnen werden konnten, als bei den Operationsschritten 1 – 4 ($p = 0,0013$; $p = 0,0041$; $p = 0,0014$; $p = 0,0006$).

Tabelle 36 gibt eine Übersicht über die Anzahl positiver Blutkulturen in Abhängigkeit vom jeweils durchgeführten Operationsschritt der Schneide- bzw. Hengstzahnextraktion.



Tab. 36: Zusammenhang zwischen Operationsschritt und dem Auftreten positiver Blutkulturen bei Pferden mit Schneide- oder Hengstzahnextraktion

Operations-schritt	Anzahl Proben	Anzahl positiver Blutkulturen	Anzahl Isolate
0	20	0	0 ^a
1	5	2	5 ^b
2	6	3	4 ^b
3	3	2	4 ^b
4	10	6	9 ^b

a:b = p < 0,05

0 = Kein Operationsschritt (Proben M0 und ME)

1 = Lösen der Gingiva

2 = Nutzung der Interdentalspreizer

3 = Lockerung des Zahnes

4 = Extraktion

Tabelle 37 stellt die Häufigkeit des Auftretens einer Bakteriämie zu den verschiedenen Probenentnahmezeitpunkten in Verbindung mit den verschiedenen Operationsschritten dar.



Tab. 37: Auftreten einer Bakteriämie zu verschiedenen Probenentnahmezeitpunkten in Verbindung mit verschiedenen Operationsschritten bei Pferden mit Schneidezahnextraktion

OP-Schritt Zeitpunkt	0 p/n	1 p/n	2 p/n	3 p/n	4 p/n	Anzahl Probanden (n)
M0	0/10					10
M1		2/2	3/2	1/0		10
M5		0/1	0/1	1/1	4/2	10
M20					2/2	4
ME	0/10					10

p/n = Anzahl positiver bzw. negativer Blutkulturen

4.2.6.3 16S rDNA-Sequenzierung

Die 16S rDNA 23 ausgewählter Isolate von insgesamt neun der untersuchten Probanden wurde sequenziert. Zehn dieser Isolate stammten aus den Tupferproben der extrahierten Zähne, die übrigen 13 aus jeweils korrespondierenden Blutkulturen. Es handelte sich nach kulturell-biochemischer Diagnose bei 14 Isolaten um α -hämolisierende Streptokokken bzw. *Streptococcus sp.* und bei neun Isolaten um *Actinomyces sp.*. Mit Ausnahme eines Isolates (472 Basenpaare (bp)) konnten Abschnitte in einer Größe von durchschnittlich 700 – 800 bp sequenziert werden (517 – 1016 bp).

Insgesamt erwiesen sich alle in der kulturell-biochemischen Untersuchung als *Actinomyces sp.* deklarierten Isolate als *Streptococcus spp.* Die kulturell-biochemische Diagnose *Streptococcus sp.* konnte hingegen abgesehen von einem Isolat (*Streptococcus sp.* aus der Tupferprobe von Proband 4S) welches sich als *Gemella sp.* herausstellte, in allen untersuchten Proben bestätigt werden.

Unter Berücksichtigung der CLSI-Kriterien konnten nur zwei der Isolate eindeutig einer bestimmten Bakterienspezies zugeordnet werden. Beides waren Isolate aus der Tupferprobe des extrahierten Zahnes von Proband 4B, die in der kulturell-biochemischen Untersuchung als α -hämolisierende Streptokokken differenziert worden waren. Sie konnten als *Streptococcus orisasini* bzw. *Streptococcus henryi* identifiziert werden. Ein Isolat aus der Tupferprobe des Probanden 4S konnte



zumindest soweit bestimmt werden, dass es der Gattung *Gemella* zugehört und dort am nächsten mit der Spezies *Gemella palaticanis* verwandt ist.

Bei allen anderen Isolaten waren die Ähnlichkeiten mit hinterlegten Sequenzen zwar hoch, aber die Ähnlichkeiten bestanden gleichermaßen und gleichzeitig zu verschiedenen Spezies einer Gattung. Bei 19 der 20 nur auf Gattungsebene identifizierbaren Isolate handelte es sich um Streptokokken. Nur ein Isolat wurde als *Actinomyces sp.* identifiziert.

Unter den in der BLAST-Analyse aufgeführten Streptokokken, waren häufig folgende Spezies aufzufinden, die große Ähnlichkeit mit den untersuchten Isolaten aufwiesen: *Sc. criceti*, *Sc. equinus*, *Sc. ferus*, *Sc. orisasini*, *Sc. parasanguinis* sowie *Sc. suis*. Weitere Spezies, die zwar seltener als mögliche Identität in Frage kamen, aber einen Bezug zur menschlichen oder tierischen Mund- bzw. Maulhöhle aufweisen, waren *Sc. orisuis*, *Sc. oralis*, *Sc. ursoris*, *Sc. salivarius*, *Sc. devriesei* und *Sc. loxodontisalivarius*. Bei dem *Actinomyces sp.* Isolat kamen *A. meyeri*, *A. odontolyticus* und *A. hyovaginalis* in Frage.

4.2.7 Ergebnisse der labordiagnostischen hämatologischen Untersuchung

Für die labordiagnostische Auswertung wurden insgesamt 80 Blutproben gewonnen. 36 davon stammten von den Pferden mit Backenzahnextraktion, 44 von den Pferden mit Extraktion eines Schneide- oder Hengstzahnes.

Für die Auswertung wurde sich der Referenzbereiche für Pferde des Labors der Klinik für Kleintiere der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover bedient. Diese sind der **Tabelle 38** zu entnehmen.


Tab. 38: Referenzbereiche der labordiagnostischen Blutparameter für Pferde

Blutparameter	Referenzbereich		Einheit
	min	max	
Leukozyten	4,3	12	G/l
Lymphozyten	20	45	%
Segmentkernige neutrophile Granulozyten	45	70	%
Stabkernige neutrophile Granulozyten	0	2	%
Basophile Granulozyten	0	2	%
Eosinophile Granulozyten	0	4	%
Monozyten	0	5	%
Hämatokrit	30	45	%
Gesamteiweiß	54	78	g/l

4.2.7.1 Backenzahnextraktionen

Die erhobenen Werte der Differentialblutbilder sowie Hämatokrit und Gesamteiweiß sind unterteilt nach Probenentnahmezeitpunkt der **Tabelle 39** zu entnehmen. Angegeben sind jeweils der minimale und maximale Wert, der Median-Wert sowie der Mittelwert mit Standardabweichung. Zusätzlich ist die Anzahl der Pferde angegeben, für die die jeweiligen labordiagnostischen Proben (L) gewonnen und untersucht werden konnte.

Aufgrund der teilweise sehr geringen Probenanzahl konnte keine Untersuchung der Ergebnisse der labordiagnostischen, hämatologischen Untersuchung der Blutproben auf statistische Signifikanz vorgenommen werden. Tendenziell zeigte sich jedoch bei den Proben L20 bis L+6 ein Abfall der Gesamtleukozytenzahlen, ab Probe L+24 dann hingegen ein geringgradiger Anstieg der Gesamtleukozytenzahl über den Baseline-Wert (L0), wobei die Werte durchgehend im Referenzbereich blieben. Darüber hinaus konnte ab dem Zeitpunkt L+6 ein Anstieg der Anzahl



segmentkerniger neutrophiler Granulozyten sowie ein Absinken der Anzahl an Lymphozyten mit Abweichungen von den jeweiligen Referenzbereichen beobachtet werden. Die Hämatokrit- und Gesamteiweißwerte zeigten während der Zeitpunkte L20 bis L+60 einen Abfall im Vergleich zu den davor und danach entnommenen Blutproben.



Tab. 39: Differentialblutbild, Hämatokrit und Gesamteiweiß in Abhängigkeit vom Probenentnahmezeitpunkt bei Pferden mit Backenzahnextraction

Parameter Zeitpunkt	Leukozyten (G/l)				Lymphozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	4,65	9,19	6,93	6,63 ± 1,44	17,6	41,9	25,7	29,26 ± 9,33	10
L20	4,4	6,5	4,78	5,16 ± 0,84	16	37,7	27,3	27,58 ± 7,28	6
LE	3,89	6,45	5,27	5,31 ± 0,85	13,6	31,2	26,6	26,14 ± 6,59	10
L+6	5,22	6,34	5,43	5,61 ± 0,51	8,5	34,7	15,25	18,43 ± 12,44	4
L+24	7,1	8,6	8,5	8,18 ± 0,72	9,5	28	13,15	15,95 ± 8,44	4
L+48	6,76	8,2	7,48	7,48 ± 1,02	13,1	22	17,55	17,55 ± 6,29	2

Parameter Zeitpunkt	Segmentkernige neutrophile Granulozyten (%)				Stabkernige neutrophile Granulozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	51	78,9	66,7	64,21 ± 8,95	0	0,9	0,35	0,38 ± 0,27	10
L20	57,3	78,7	66,2	66,17 ± 7,30	0,2	0,5	0,4	0,37 ± 0,14	6
LE	55,5	81,2	66,85	67,65 ± 7,68	0	1,1	0,3	0,39 ± 0,31	10
L+6	59,5	87,1	78,65	75,98 ± 12,82	0,1	0,5	0,35	0,33 ± 0,17	4
L+24	65,5	87,7	82,7	79,65 ± 9,92	0,2	0,4	0,3	0,3 ± 0,08	4
L+48	71,9	80	75,95	75,95 ± 5,73	0,1	0,3	0,2	0,2 ± 0,14	2

Parameter Zeitpunkt	Basophile Granulozyten (%)				Eosinophile Granulozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	0,2	1,1	0,35	0,44 ± 0,27	0,5	5,3	2,1	2,31 ± 1,47	10
L20	0,2	0,5	0,35	0,37 ± 0,12	0,8	3,4	1,45	1,88 ± 1,02	6
LE	0,2	0,9	0,45	0,47 ± 0,20	0,4	5,4	1,7	2,11 ± 1,53	10
L+6	0,3	2,2	1,4	1,78 ± 1,70	0,8	1,8	1,35	1,33 ± 0,50	4
L+24	0,3	0,4	0,35	0,35 ± 0,06	0	1,1	0,85	0,7 ± 0,50	4
L+48	0,2	0,4	0,3	0,3 ± 0,14	0,3	1,8	1,05	1,05 ± 1,06	2



Fortsetzung Tab. 39: Differentialblutbild, Hämatokrit und Gesamteiweiß in Abhängigkeit vom Probenentnahmezeitpunkt bei Pferden mit Backenzahnextraktion

Parameter Zeitpunkt	Hämatokrit (%)				Gesamteiweiß (g/l)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	28,7	44,3	40,4	38,6 ± 0,06	59,1	72,6	68,05	66,95 ± 4,10	10
L20	24,4	39,4	32,1	31,4 ± 0,05	52,1	60,5	59,95	57,68 ± 3,79	6
LE	26,6	38,6	33	32,7 ± 0,04	51,9	69,6	61,3	60,84 ± 6,36	10
L+6	28,9	36,5	30,5	31,6 ± 0,03	56,4	67	61,15	61,43 ± 4,59	4
L+24	35,1	43,4	37	38,1 ± 0,04	63,8	70,1	65,2	66,08 ± 2,77	4
L+48	35,6	42	38,8	38,8 ± 0,05	62,8	70,9	66,85	66,85 ± 5,73	2

Parameter Zeitpunkt	Monozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	
L0	1	6,9	3,4	3,52 ± 1,61	10
L20	3,2	4,7	3,45	3,63 ± 0,57	6
LE	2,4	6,2	3,1	3,4 ± 1,06	10
L+6	1	3,5	2,1	2,18 ± 1,08	4
L+24	2,2	4,8	2,95	3,23 ± 1,14	4
L+48	3,6	6,2	4,9	4,9 ± 1,84	2

4.2.7.2 Schneidezahnextraktionen

In **Tabelle 40** sind die erhobenen Werte der Differentialblutbilder sowie der Hämatokrit- und Gesamteiweißwert in Abhängigkeit vom Probenentnahmezeitpunkt aufgelistet. Es ist jeweils der maximale und minimale Wert, der Medianwert sowie der Mittelwert mit Standardabweichung zu entnehmen. Darüber hinaus ist die Anzahl der Pferde angegeben, für die die jeweiligen Proben gewonnen und untersucht werden konnte.



Tab. 40: Differentialblutbild, Hämatokrit und Gesamteiweiß in Abhängigkeit vom Probenentnahmezeitpunkt bei Pferden mit Schneide- oder Hengstzahnextraktion

Parameter Zeitpunkt	Leukozyten (G/l)				Lymphozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	4,47	11,23	6,56	6,85 ± 1,79	21,1	40,4	30,05	31,77 ± 7,55	10
L20	4,01	7,53	4,3	5,03 ± 1,69	23,8	42,1	26,3	29,63 ± 8,46	4
LE	4,01	8,14	4,62	5,01 ± 1,24	20,8	44,1	27,65	30,91 ± 8,55	10
L+6	4,35	11,13	6,87	7,15 ± 2,04	11,3	28,5	23,2	22,27 ± 6,79	10
L+24	5,89	11,16	7,09	8,25 ± 2,05	11,6	30,7	22,3	20,6 ± 7,07	7
L+48	7,06	9,53	8,77	8,45 ± 1,27	27,3	34,4	31,7	31,13 ± 3,58	3

Parameter Zeitpunkt	Segmentkernige neutrophile Granulozyten (%)				Stabkernige neutrophile Granulozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	50,4	69,2	64,75	61,28 ± 7,71	0,1	0,5	0,3	0,29 ± 0,13	10
L20	54	70,4	69,1	65,65 ± 7,80	0,3	0,5	0,35	0,38 ± 0,10	4
LE	48,3	71,3	67,15	62,87 ± 8,73	0,1	0,4	0,3	0,28 ± 0,11	10
L+6	62,1	86,3	71,4	73,12 ± 6,80	0,1	0,5	0,3	0,29 ± 0,11	10
L+24	64,6	83,8	73,6	74,29 ± 7,21	0,1	0,3	0,2	0,19 ± 0,09	7
L+48	58,1	64,5	63,1	61,9 ± 3,37	0,1	0,3	0,3	0,23 ± 0,12	3

Parameter Zeitpunkt	Basophile Granulozyten (%)				Eosinophile Granulozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	0,1	0,8	0,3	0,33 ± 0,19	0,8	7,5	2,3	3,07 ± 1,98	10
L20	0,1	0,4	0,15	0,2 ± 0,14	0,5	2,9	1,45	1,58 ± 1,03	4
LE	0,1	0,8	0,25	0,32 ± 0,24	0,7	7,3	1,95	2,25 ± 1,97	10
L+6	0,3	2,5	0,45	0,67 ± 0,68	0,3	5,2	1,2	1,7 ± 1,45	10
L+24	0,2	0,6	0,3	0,34 ± 0,14	0,3	6,1	0,4	1,74 ± 2,19	7
L+48	0,4	0,7	0,53	0,53 ± 0,15	0,9	4	2,5	2,47 ± 1,55	3



Fortsetzung Tab. 40: Differentialblutbild, Hämatokrit und Gesamteiweiß in Abhängigkeit vom Probenentnahmezeitpunkt bei Pferden mit Schneide- oder Hengstzahnextraktion

Parameter Zeitpunkt	Hämatokrit (%)				Gesamteiweiß (g/l)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	min	max	Median	mean ± SD	
L0	24,1	44,9	36,3	36,9 ± 0,07	59,4	74,3	64,25	66,14 ± 5,61	10
L20	30,7	33,7	32,4	32,3 ± 0,01	57,3	60,5	58,45	58,68 ± 1,35	4
LE	24,1	35,5	30,8	30,6 ± 0,04	56,2	67,4	60,8	61,19 ± 3,74	10
L+6	27,9	39,5	33,8	34,2 ± 0,04	61,9	76,6	65,1	67,61 ± 5,47	10
L+24	32,7	38,3	35,4	35,6 ± 0,02	59,6	71,1	65,4	65,5 ± 4,56	7
L+48	34,1	40,8	34,8	36,7 ± 0,04	58,5	62	59,2	59,9 ± 1,85	3

Parameter Zeitpunkt	Monozyten (%)				Anzahl Probanden (n)
	min	max	Median	mean ± SD	
L0	1,9	5,5	3,25	3,26 ± 0,94	10
L20	1,5	3,1	2,85	2,58 ± 0,74	4
LE	1,7	4,3	3,3	3,03 ± 0,92	10
L+6	0,8	2,4	2,15	2,15 ± 0,75	10
L+24	1	4,3	2,6	2,84 ± 1,12	7
L+48	3,5	4	3,7	3,73 ± 0,25	3

Eine statistische Auswertung der Ergebnisse der labordiagnostisch, hämatologisch untersuchten Blutproben wurde aufgrund der geringen Probenanzahl nicht durchgeführt. Tendenziell zeigte sich jedoch bei den Proben L20 und LE ein Abfall der Gesamtleukozytenzahlen, ab Probe L+6 dann hingegen ein geringgradiger Anstieg der Gesamtleukozytenzahl über den Baseline-Wert (L0), wobei die Werte durchgehend im Referenzbereich blieben. Darüber hinaus konnte zu den Zeitpunkten L+6 und L+24 ein Anstieg der Anzahl segmentkerniger neutrophiler Granulozyten, teilweise mit Abweichung vom Referenzbereich, sowie ein Absinken der Anzahl an Lymphozyten beobachtet werden.

Von 38 der insgesamt 44 Blutproben (86,4%) wurde zusätzlich zu der maschinellen Bestimmung der Blutbildparameter ein manuelles Differentialblutbild erstellt. In keinem der Blutbilder zeigte sich eine Kernlinksverschiebung.



5 Diskussion

Bereits 1909 stellte HORDER die Vermutung auf, dass infektiöse Endokarditiden beim Menschen durch die hämatogene Streuung oraler Mikroorganismen ausgelöst werden können. Der Nachweis einer Bakteriämie in Folge von Zahnextraktionen gelang erstmals OKELL und ELLIOTT (1935), die erneut einen möglichen Zusammenhang zur Entstehung bakterieller Endokarditiden stellten. Zahlreiche nachfolgende humanmedizinische Studien konnten das Vorkommen transienter Bakteriämien durch orale Mikroorganismen sowie das Auftreten schwerwiegender bakterieller Folgeerkrankungen im Rahmen von Zahnextraktionen bestätigen (BURKET u. BURN 1937; CUTCHER et al. 1971; HEIMDAHL et al. 1990; HALL et al. 1996; TAKAI et al. 2005; WAGNER et al. 2006; W. WILSON et al. 2007; LOCKHART et al. 2008; PARAHITIYAWA et al. 2009).

In der Veterinärmedizin wurde bislang nur für die Gattung Hund nachgewiesen, dass eine Bakteriämie in Verbindung mit dentalen Behandlungen und Extraktionen auftritt (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993; NIEVES et al. 1997). Ein Zusammenhang von dental bedingten Bakteriämien und dem Vorkommen bakterieller Endokarditiden wird für den Hund kontrovers diskutiert (SYKES et al. 2006; PEDDLE et al. 2009).

In der Pferdemedizin weisen einzelne Fallberichte auf eine mögliche Assoziation von dentalen Erkrankungen und deren entsprechender Therapie mit schwerwiegenden, infektiösen Folgeerkrankungen wie Endokarditis, Meningitis oder Pneumonie hin. Aus postmortal von diesen Patienten gewonnen Proben konnten Bakteriengattungen isoliert werden, die der mikrobiologischen Flora der Maulhöhle gesunder sowie zahnkranker Pferde zuzurechnen sind (BARTMANN et al. 2002; VERDEGAAL et al. 2006).

Ziel dieser Untersuchung war daher der Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktionen bei antibiotisch nicht vorbehandelten Pferden. Das Keimspektrum der auftretenden Bakteriämie sollte bestimmt und mit dem des erkrankten Zahnes verglichen werden. Darüber hinaus sollten für eine systemische Entzündungsreaktion relevante klinische und labordiagnostische Parameter vor, während und nach der Extraktion untersucht werden.



5.1 Diskussion von Material und Methode

5.1.1 Patientengut

Alle Probanden wurden aufgrund der Erkrankung eines Zahnes oder seines Halteapparates vorgestellt und in die Untersuchung einbezogen.

Die Probanden der Gruppe B (Pferde mit Extraktion eines Backenzahnes) waren mit einem Durchschnittsalter von 12,5 Jahren älter als in vorangegangenen Studien zu dentalen Erkrankungen des Pferdes, wo ein mittleres Alter von vier bis fünf Jahren für die Erkrankungen mandibulärer Backenzähne und ein mittleres Alter von sieben bis zehn Jahren für Erkrankungen maxillärer Backenzähne angegeben wurde (DIXON et al. 2000b; BIENERT 2002). Insgesamt deckten die Probanden beider Gruppen mit einer Altersspanne von drei bis 25 Jahren jede Altersgruppe, abgesehen von Fohlen und Jungpferden bis drei Jahren, ab.

Für den Menschen konnte ein Zusammenhang zwischen dem Lebensalter und der Inzidenz von Bakteriämien während bzw. nach der Extraktion von Zähnen nachgewiesen werden (OKABE et al. 1995). Ältere Patienten hatten eine höhere Inzidenz für das Auftreten einer Bakteriämie in Verbindung mit Zahnextraktionen, was die Autoren darauf zurückführten, dass ältere Patienten in vielen Fällen mehr Zahnstein und Plaque aufweisen als jüngere Patienten. In der vorliegenden Untersuchung war kein Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Auftreten einer Bakteriämie sichtbar. Allerdings ließ er sich aufgrund der kleinen Fallzahlen auch nicht mit letzter Sicherheit ausschließen.

Die von Warmblutpferden dominierte Rasseverteilung der 20 Probanden spiegelt die Situation des Patientengutes der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover wider. Insgesamt wurden zwölf Warmblüter, vier Ponys unterschiedlicher Rassen, drei Vollblüter sowie ein Kaltblut-Mix in die Studie einbezogen.

Bezüglich der Bedeutung der Rasse innerhalb einer Haustierart konnten NEMZEK et al. (2007) Unterschiede in der Entzündungsreaktion reinrassiger Dobermänner und Rottweiler im Vergleich zu Mischlingshunden zeigen, welche möglicherweise zu Differenzen in der Empfänglichkeit für eine Sepsis führen könnten.

Für das Pferd liegen bislang keine Untersuchungen vor, die einen Einfluss der Rasse auf das Auftreten einer Bakteriämie oder Sepsis bestätigen oder ausschließen. Auch in der vorliegenden Untersuchung konnte kein Einfluss der Rassezugehörigkeit auf



das Vorkommen einer Bakteriämie im Rahmen der Zahnextraktion festgestellt werden. Allerdings führt auch hier die kleine Gruppengröße dazu, dass eine sichere Aussage über einen eventuellen Zusammenhang nicht möglich ist.

Da es sich um eine klinische Untersuchung an Patienten der Klinik für Pferde und nicht um ausgewählte Versuchstiere handelte, kam es zu einer ungleichmäßigen Geschlechterverteilung mit je zwei Stuten und acht Wallachen pro Gruppe. In der Humanmedizin konnte ein positiver Zusammenhang der Inzidenz des Auftretens einer Bakteriämie mit dem männlichen Geschlecht gestellt werden, welcher mit großer Wahrscheinlichkeit auf die hormonellen Unterschiede und dadurch bedingt unterschiedliche Immunreaktionen zurückzuführen ist (MCGOWAN et al. 1975; OFFNER et al. 1999). Hinweise darauf ergaben sich auch in einem von DIENSTKNECHT et al. (2004) angewandten Mausmodell.

5.1.2 Vorbereitung des Patienten

5.1.2.1 Vorbereitung des Patienten für die Blutentnahme

Im durchgeführten Vorversuch erfolgte die Blutentnahme mittels Punktion der rechten *V. jugularis* unter antiseptischen Kautelen.

Um eine adäquate antiseptische Vorbereitung im Bereich der Punktionsstelle zu gewährleisten und eine Kontamination der Blutproben mit den Keimen der normalen Hautflora des Pferdes zu verhindern, wurde das Fell im Bereich der Punktionsstelle geschoren. Die Haut wurde danach eingehend mit Chlorhexidingluconat-haltiger Seife sowie einem alkoholhaltigen Desinfektionsmittel gereinigt, bevor mittels steriler Kanüle und Spritze und unter Verwendung steriler Handschuhe das gewünschte Blutvolumen entnommen wurde.

Aufgrund des dichten Haarkleides, der Haltungsbedingungen sowie der im Vergleich zum Menschen weniger ausgeprägten Körperhygiene ist die antiseptische Entnahme von Blutproben beim Pferd schwieriger zu gewährleisten als beim Menschen.

Keine Art der antiseptischen Vorbereitung einer Punktionsstelle ist in der Lage, das Haarkleid und die Haut zu sterilisieren. Der Keimgehalt der Haut sollte jedoch auf ein Maß reduziert werden, das das Risiko einer kontaminationsbedingten Infektion der punktierten Strukturen (ZUBROD et al. 2004) oder, im Falle dieser Untersuchung, das Auftreten falsch positiver Blutkulturen durch Kontamination mit Hautkeimen minimiert.



Die bakterielle Hautflora setzt sich zusammen aus der transienten Flora, die die Hautoberfläche und das Haarkleid besiedelt und der residenten Flora, die in und um die Haarfollikel und Talgdrüsen in der Haut lebt. Nur erstere ist der antiseptischen Vorbereitung ohne weiteres zugänglich (HAGUE et al. 1997).

In einer Vergleichsstudie konnte gezeigt werden, dass der Keimgehalt vor der antiseptischen Vorbereitung einer Punktionsstelle an den Gliedmaßen des Pferdes signifikant höher war, wenn das Fell geschoren wurde im Vergleich zu nicht geschorenen Bereichen (HAGUE et al. 1997). Die Autoren führten dies auf eine Freisetzung von Bakterien aus Haarfollikeln und Talgdrüsen durch die Irritation des Scherens, sowie die bessere Erreichbarkeit der Bakterien mit dem für die Probengewinnung genutzten Tupfer zurück. Nach der antiseptischen Vorbereitung mit Povidon-Jod Seife und 70%igem Alkohol ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Keimgehaltes auf der Haut und somit ein vergleichbarer Grad an Reinigung auf geschorenen und nicht geschorenen Bereichen (HAGUE et al. 1997). Dennoch verhindert dichtes Haarkleid unter Umständen einen ausreichenden Kontakt der Desinfektionslösungen mit der Haut und stellt eine größere Fläche für anhaftenden Debris und Schmutz dar (HAGUE et al. 1997). Daher wird das Scheren des Haarkleides beim Pferd als fester Bestandteil einer antiseptischen Patientenvorbereitung für das Einbringen einer Venenverweilkanüle oder eines Venenverweilkatheters angesehen (SCHÜLE 2014) und wurde somit auch im Rahmen der Blutprobenentnahme dieser Untersuchung vorgenommen.

Als Antiseptikum der Wahl für die Reinigung von Punktionsstellen in der Humanmedizin wird in der Leitlinie des Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) für das Verfahren und die Durchführung von Blutkulturen Chlorhexidingluconat genannt (CLSI 2007). Seine antiseptische Wirkung soll der Povidon-Jod haltiger Antiseptika überlegen sein, was auch in einer Studie an Rindern belegt werden konnte, in der beide Antiseptika in Verbindung mit 70% Isopropylalkohol eingesetzt wurden (DESROCHERS et al. 1996). Andere Studien konnten hingegen keinen Unterschied in der Wirksamkeit der beiden Antiseptika belegen, wiesen aber für beide eine signifikante Reduktion des Keimgehaltes auf der Haut nach (OSUNA et al. 1990). Aufgrund der beim Menschen und Hund bereits nachgewiesenen geringeren Inzidenz von Kontaktdermatitis und allergischen Reaktionen im Vergleich von Chlorhexidingluconat zu Povidon-Jod, sowohl in



Verbindung mit steriler Kochsalzlösung als auch in Verbindung mit 70% Isopropylalkohol (OSUNA et al. 1990; CLSI 2007), fiel die Wahl des Antiseptikums in dieser Untersuchung auf Chlorhexidingluconat.

In der Hauptuntersuchung erfolgte die Vorbereitung der Punktionsstelle auf die gleiche Art und Weise. Aufgrund der hohen Probenentnahmefrequenz wurden die Blutproben aus Tierschutzgründen nicht über einzelne Venenpunktionen gewonnen, sondern über eine vor Beginn des Eingriffes in die *V. jugularis* eingebrachte Venenverweilkanüle.

Die Richtlinien des CLSI empfehlen für die Gewinnung von Blutproben für das Anlegen von Blutkulturen in der Humanmedizin grundsätzlich die direkte Venenpunktion (CLSI 2007). Studien konnten eine erhöhte Kontaminationsrate solcher Blutproben, die aus intravaskulären Kathetern gewonnen wurden gegenüber solchen, die mittels Venenpunktion gewonnen wurden, nachweisen (BRYANT u. STRAND 1987; EVERTS et al. 2001; MCBRYDE et al. 2005). Die Kontaminationsrate, die dem Auftreten falsch positiver Blutkulturen entspricht, liegt dabei bei 1 – 13% für Blutproben, die aus Kathetern entnommen wurden und 1 – 2,6% für Proben, die durch die Punktion einer Vene gewonnen wurden (ISAACMAN u. KARASIC 1990; EVERTS u. HARDING 2004; MCBRYDE et al. 2005). Die Katheter, über die in diesen Untersuchungen die Blutproben gewonnen wurden, lagen jedoch in aller Regel bereits mehrere Tage. ISAACMAN und KARASIC (1990) verglichen hingegen Blutproben aus Venenpunktion mit solchen, die sofort nach Platzierung eines intravenösen Katheters durch diesen entnommen wurden und konnten keinen Unterschied in der Kontaminationsrate zwischen beiden Entnahmetechniken feststellen. SNYDER et al. (1988) konnten darüber hinaus zeigen, dass durch die Platzierung eines intravaskulären Katheters, antiseptische Kautelen vorausgesetzt, keine Bakteriämie entsteht. Es bleibt offen, ab welchem Zeitraum nach Einbringen des Katheters eine Katheter-assoziierte Bakteriämie auftreten kann, sodass sie bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse Berücksichtigung finden muss.

5.1.2.2 Medikation

Alle Pferde erhielten präoperativ Meloxicam in einer Dosierung von 0,6 mg/kg Körpergewicht i.v. verabreicht. Meloxicam hemmt als NSAID Leukozyten-vermittelte Abwehrmechanismen des Wirtes wie beispielsweise Chemotaxis oder Phagozytose



(STEVENS 1995). Die Anwendung von NSAIDs wird beim Menschen mit dem Auftreten bzw. der akuten, teils fulminanten Verschlechterung von Weichteilinfektionen in Verbindung gebracht (KAHN u. STYRT 1997). Denkbar ist daher, dass die Anwendung von NSAIDs die Inzidenz von Bakteriämien im Rahmen von Zahnextraktionen erhöht oder ihre Dauer verlängert. Dennoch ist es aus medizinischen sowie ethischen Gesichtspunkten und Tierschutzaspekten kaum vertretbar, beispielsweise zur Erstellung einer Kontrollgruppe, auf die Anwendung analgetischer und entzündungshemmender Medikamente vollständig zu verzichten. Möglich wäre die Sicherstellung der Analgesie durch die Gabe von Opioiden. Diese wirken sich jedoch negativ auf die Darmmotilität aus (DÖNSELNANN IM SANDE 2013) weshalb ihre Anwendung zur Entstehung von Obstipationen führen kann.

Alle Pferde erhielten eine Leitungsanästhesie der entsprechenden Kopfnerven, die das Gebiet des zu extrahierenden Zahnes innervieren sowie eine lokale Infiltrationsanästhesie der Gingiva um den zu extrahierenden Zahn herum. Für die Anästhesien wurde Lidocain verwendet. Die Ausgangsblutprobe (M0) vor Beginn der Zahnextraktion wurde nach dem Setzen der entsprechenden Leitungsanästhesien, jedoch vor der Infiltrationsanästhesie der Gingiva gewonnen. Die Entstehung einer transienten Bakteriämie durch das Setzen einer Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie ist zwar durchaus denkbar, insbesondere wenn sie, im Falle der Infiltrationsanästhesie, in lokal entzündeter Gingiva gesetzt wird. KHAIRAT (1966), der für seine Untersuchung 100 humanmedizinischen Patienten vor der Extraktion eines oder mehrerer Zähne Blutproben zur mikrobiellen Untersuchung entnahm, konnte aber weder bei den 50 Patienten, bei denen vor dem Setzen der Lokalanästhesie die entsprechende Blutprobe gewonnen wurde, noch bei den Patienten, bei denen dies nach dem Setzen der Anästhesie erfolgte, eine Bakteriämie nachweisen. Somit ist davon auszugehen, dass das Auslösen einer transienten Bakteriämie durch die Anästhesie allein unwahrscheinlich ist. Um den Ablauf der Operation nicht zu verzögern wurde in dieser Untersuchung die Probe M0 dennoch vor der Durchführung der Infiltrationsanästhesie gesetzt, sodass diese bei der Beurteilung der Probe M1 im Hinblick auf die mögliche Ursache der auftretenden Bakteriämie berücksichtigt werden muss.



5.1.3 Volumen der Blutprobenentnahme

Das empfohlene Blutvolumen zum Anlegen einer Blutkultur wird für den erwachsenen Menschen mit 20 bis 30 ml pro Entnahmezeitpunkt angegeben (CLSI 2007). Eine Erhöhung des Blutvolumens von 20 auf 40 ml konnte in der von J. LI et al. (1994) durchgeführten Untersuchung die Anzahl positiver Blutkulturen um 19% steigern. Für das Pferd existieren bislang keine Empfehlungen für das optimale Blutvolumen zum Anlegen einer Blutkultur. Da zur Reduktion der Konzentration und somit gleichzeitig der Wirkung bestimmter bakteriostatisch bzw. bakterizid wirksamer Inhaltsstoffe des Blutes, wie beispielsweise Lysozym, Phagozyten oder bestimmter Antikörper ein Verhältnis von 1:5 bis 1:10 von Blut zu Blutkulturmedium eingehalten werden sollte (AUCKENTHALER et al. 1982a), können maximal 10 ml in die für diese Studie genutzten Blutkulturflaschen der Firma Oxoid inokuliert werden. Für diese Untersuchung wurde somit ein Blutvolumen von 20 ml pro Entnahmezeitpunkt, verteilt auf zwei Blutkulturflaschen, gewählt.

5.1.4 Technik der Blutprobenentnahme und der Beimpfung der Blutkulturflaschen

Um eine antiseptische Blutprobenentnahme besser gewährleisten zu können, wurde eine 30 cm lange Heidelberger Verlängerung an der Venenverweilkanüle angebracht und eine sterile Inzisionsfolie so über der Venenverweilkanüle platziert, dass der Durchstechstopfen zur Blutentnahme auf dieser zum Liegen kam. Dadurch sollte eine Kontamination mit möglicherweise auf der Haut verbliebenen Bakterien verhindert werden. FRENCH et al. (1976) konnten zeigen, dass kein Durchtritt von Bakterien durch Inzisionsfolien stattfindet unabhängig davon, ob diese trocken oder feucht waren. Zusätzlich minimiert das Aufbringen der Folie das Risiko, bei der Blutentnahme mit den sterilen Handschuhen einen nicht steril bzw. antiseptisch vorbereiteten Bereich zu berühren.

Ältere Untersuchungen sprechen Heparin eine bakteriostatische Wirkung zu (WARREN u. GRAHAM 1950; CHRISTMAN u. DOHERTY 1956; ROSETT u. HODGES 1980). EVERTS und HARDING (2004) konnten in einer jüngeren Studie jedoch keine solche Wirkung feststellen. Da aufgrund der kurzen Verweildauer der Venenverweilkanüle in der Vene sowie der hohen Probenentnahmefrequenz auch ohne Zusatz eines Antikoagulans keine Entstehung von Thromben zu befürchten war, wurde der in dieser Untersuchung als Spülflüssigkeit genutzten sterilen



Kochsalzlösung kein Heparin zugesetzt, um einen möglichen Effekt des Heparins auf das bakterielle Wachstum vollständig auszuschließen.

Vor der Beimpfung der Blutkulturflaschen wurde deren Durchstechstopfen mit 70% Alkohol desinfiziert, wie von den CLSI Richtlinien empfohlen (CLSI 2007). Da SPITALNIC et al. (1995) eine signifikant geringere Kontaminationsrate feststellen konnten, wenn vor der Inokulation der Blutkultur die für die Entnahme genutzte Kanüle gegen eine neue, sterile Kanüle getauscht wurde, wurde dies in der vorliegenden Untersuchung ebenso praktiziert.

5.1.5 Technik der Tupferprobenentnahme

Die mikrobiologischen Tupferproben sollten von einer Stelle des extrahierten Zahnes entnommen werden, die für die zu therapierende Zahnerkrankung repräsentativ war. Die Schaffung eines sterilen Operationsgebietes ist in der Maulhöhle des Pferdes nicht möglich und auch die Kontamination des Zahnes mit Speichel und Blut kann im Rahmen der Operation nicht verhindert werden. Daher muss bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden, dass die nachgewiesenen Bakterien nicht zwangsläufig repräsentativ für die zugrundeliegende Erkrankung sein müssen, sondern unter Umständen andere Bereiche der Maulhöhlenflora widerspiegeln.



5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Vorversuch

Im Rahmen des Vorversuches sollte herausgefunden werden, welches manuelle Blutkultursystem für den Nachweis einer eventuell auftretenden Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktionen am besten geeignet ist.

Die Systeme BD BACTEC™ Standard 10 Aerobic/F bzw. Standard Anaerobic/F und Oxoid SIGNAL Blood Culture Medium erbrachten beide den Nachweis von *Actinomyces sp.* und *Fusobacterium sp.*, wohingegen im System HEMOLINE DUO-F der Firma bioMérieux lediglich *Actinomyces sp.* nachgewiesen werden konnte. Weil bei einer Bakteriämie, die ihren Ursprung in der Maulhöhle hat, das Auftreten von Anaerobiern zu erwarten ist (NIEVES et al. 1997; RAJASUO et al. 2004) schied das System der Firma bioMérieux aus, da in diesem der Nachweis der Anaerobier in dieser Untersuchung nicht gelang. Das Oxoid SIGNAL System ist als Single Bottle System ausgelegt, sodass der Nachweis aerober, mikroaerophiler und anaerober Bakterien aus derselben Blutkultur möglich ist (SAWHNEY et al. 1986). Dies vereinfacht zum einen die Handhabung und ermöglicht zum anderen ein größeres Blutvolumen auf jede Art von Mikroorganismen zu untersuchen, wohingegen das gewonnene Blutvolumen bei dem System BD BACTEC™ auf das Medium zur Anzucht aerober und das Medium zur Anzucht anaerober Keime aufgeteilt werden müsste. Daher fiel die Entscheidung letztendlich auf die Nutzung des Oxoid SIGNAL Blood Culture Medium.

5.2.2 Hauptuntersuchung

5.2.2.1 Klinische Allgemeinuntersuchung

Alle in die Untersuchung einbezogenen Pferde wurden einer klinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen, um Hinweise auf das Vorliegen infektiöser Erkrankungen mit potenziell bakteriämischem Verlauf in anderen Regionen als der Maulhöhle zu erhalten. Alle Pferde zeigten vor Beginn der Zahnextraktion ein gutes Allgemeinbefinden und keine von der Norm abweichenden Vitalparameter. Zwei Probanden zeigten ein- bzw. beidseitig geringgradig seromukösen Nasenausfluss. Sie wiesen jedoch keine weiteren klinischen Symptome einer Infektion der Atemwege, wie beispielsweise vergrößerte *Lnn. mandibulares*, Husten, Tachypnoe oder veränderte Lungenauskultationsbefunde, auf.



Das Auftreten von unilateralem, eitrigem Nasenausfluss sowie die einseitige Vergrößerung der *Lnn. mandibulares* waren bei insgesamt vier Probanden mit der lokalen dentalen Erkrankung assoziiert.

5.2.2.2 Spezielle Untersuchung der Maulhöhle und bildgebende Diagnostik

Die spezielle Untersuchung der Maulhöhle erlaubte, in Verbindung mit der bildgebenden Diagnostik, bei allen 20 Probanden eine sichere Identifizierung des erkrankten, extraktionswürdigen Zahnes.

Periodontale Infektionen und Zahnfrakturen waren die häufigsten Ursachen für die Extraktion von Backenzähnen. In der Gruppe der Pferde mit Schneide- und Hengstzahnerkrankungen waren EOTRH, apikale Infektionen sowie kariöse Prozesse die häufigsten Erkrankungen, die eine Extraktion des betroffenen Zahnes notwendig machten. Bei 18 der 20 Probanden ging die Erkrankung des Zahnes mit einer Gingivitis und periodontalen Erkrankung unterschiedlichen Ausmaßes einher. Lediglich die Probanden 6B und 8B konnten bei der Beurteilung des Gingivazustandes der Kategorie 0 (gesunde Gingiva) zugeordnet werden.

PARAHITIYAWA et al. (2009) stellten für den Menschen die Vermutung auf, dass entzündliche Erkrankungen in der Mundhöhle durch eine Proliferation und Dilatation periodontaler Blutgefäße und die damit einhergehende Vergrößerung der Eintrittspforte für Bakterien, ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Bakteriämien im Rahmen mechanischer Manipulationen in der Mundhöhle zur Folge haben. In der Untersuchung von GLASER et al. (1948) konnte eine höhere Bakteriämie-Inzidenz im Zusammenhang mit Zahnextraktionen bei Patienten mit entzündlichen Erkrankungen des Zahnfleisches im Vergleich zu Patienten mit gesunder Gingiva festgestellt werden. In weiteren humanmedizinischen Studien konnte jedoch kein signifikanter Einfluss des Gingivazustandes auf das Auftreten transienter Bakteriämien durch die Extraktion von Zähnen nachgewiesen werden (HARARI et al. 1993; TAKAI et al. 2005; TOMÁS et al. 2007). In der veterinärmedizinischen Literatur zeigte die Untersuchung von BLACK et al. (1980) jedoch ebenfalls, dass Hunde umso häufiger bakteriämische Phasen im Rahmen von Zahnextraktionen bzw. Zahnreinigung aufwiesen, je schwerer die periodontale Erkrankung ausgeprägt war.

In der eigenen Untersuchung war kein signifikanter Einfluss des Gingivazustandes auf das Auftreten einer Bakteriämie vor, während oder nach der Extraktion eines Zahnes festzustellen. Die Probanden, die in die Kategorie 0 eingeordnet wurden, wiesen genauso wie die Probanden mit entzündlich veränderter Gingiva zu



mindestens einem Zeitpunkt der Zahnextraktion eine Bakteriämie auf. Auch die Anzahl isolierter Organismen sowie die Dauer der Bakteriämie fiel bei Probanden mit schwererer Periodontalerkrankung nicht höher bzw. länger aus. Zwar waren die beiden Pferde der Gruppe S, die keine Bakteriämie entwickelten, in Kategorie 1 bzw. 2 eingeordnet worden und wiesen somit nur eine milde Gingivitis bzw. Periodontalerkrankung auf, jedoch zeigten andere Pferde der gleichen Kategorie durchaus bakteriämische Phasen. Um einen signifikanten Einfluss des Zustandes von Gingiva und Periodontium auf die Inzidenz der Bakteriämie sicher auszuschließen wäre jedoch die Untersuchung einer größeren Probandengruppe jeder Kategorie notwendig.

Auch die Art der Zahnerkrankung schien in der vorliegenden Untersuchung keinen Einfluss auf das Auftreten bakteriämischer Phasen im Rahmen von Zahnextraktionen zu haben. Allerdings zeigten alle Probanden entzündliche oder infektiöse Veränderungen am Zahn selber und/oder am umliegenden Periodontium. Humanmedizinische Untersuchungen konnten zeigen, dass signifikant häufiger bakteriämische Phasen auftreten, wenn Zähne aufgrund entzündlicher oder infektiöser Veränderungen gezogen wurden (OKABE et al. 1995; TAKAI et al. 2005). OKABE et al. (1995) vermuteten die Ursache dafür in einer höheren Bakteriendichte im Bereich entzündlich veränderter Zähne, was bereits WHITE und MAYRAND (1981) in ihrer Arbeit, zumindest im Hinblick auf die Anwesenheit der Gattung *Bacteroides sp.*, zeigen konnten. Von Interesse wäre daher, ob sich Inzidenz oder Ausmaß der Bakteriämie ändern würden, wenn nicht infektiös oder entzündlich veränderte Zähne mit gesundem Periodontium, wie es beispielsweise bei der Extraktion von Wolfszähnen der Fall sein kann, gezogen werden.

5.2.2.3 Patientenüberwachung während und nach der Zahnextraktion

Insgesamt zeigten sieben der zehn Probanden der Gruppe B sowie ein Proband der Gruppe S zu mindestens einem Zeitpunkt während der Operation eine Erhöhung der Körpertemperatur auf maximal 38,5 °C. Nach Ende der Operation zeigten sieben Pferde der Gruppe B und drei Pferde der Gruppe S eine erhöhte Rektaltemperatur oder Fieber. Der Temperaturanstieg war bei den Probanden der Gruppe B erstmalig nach 6 – 9 Stunden und bei den Probanden der Gruppe S nach 9 – 12 Stunden zu verzeichnen und dauerte 3 – 30 bzw. 3 – 12 Stunden an. Er fiel in der Gruppe S mit einer maximalen Rektaltemperatur von 38,4 °C deutlich moderater aus als bei den



Probanden der Gruppe B, wo fünf Pferde Maximaltemperaturen von 38,5 °C bis 39,0 °C zeigten.

Fraglich ist hier, ob der Temperaturanstieg in einem Zusammenhang mit dem Auftreten der oralen Bakteriämie steht oder andere Ursachen zugrunde liegen. Einige humanmedizinische Arbeiten konnten einen leichten Anstieg der Körpertemperatur während bakteriämischer Phasen bestätigen und führten dies auf die Freisetzung von Cytokinen wie beispielsweise Interleukin-6 (IL-6) als Reaktion auf das Eindringen von Bakterien in die Blutbahn zurück (THODEN VAN VELZEN et al. 1984; OTTO et al. 1999; RIEDEL et al. 2008). In einem Rattenmodell konnte ebenfalls eine erhöhte Freisetzung von IL-6 als Reaktion auf intravaskulär vorhandene Zellwandbestandteile gramnegativer Bakterien (Lipopolysaccharide, LPS) mit einem Anstieg der Körpertemperatur in Verbindung gebracht werden (LEMAY et al. 1990). Andere Untersuchungen konnten hingegen keinen prädiktiven Wert einer erhöhten Körpertemperatur für das Auftreten bzw. Vorliegen einer Bakteriämie zeigen (MELLORS et al. 1987; MURRAY et al. 2007). Für einen Zusammenhang von Temperaturanstieg und Bakteriämie spricht die Tatsache, dass die beiden Probanden der Gruppe B, bei denen die Bakteriämie bis über das Ende des Eingriffes hinaus andauerte, auch die mit dem höchsten Anstieg der Körpertemperatur waren. Dieser trat jedoch erst nach Abklingen der Bakteriämie auf. Die zum Zeitpunkt des erstmals registrierten Temperaturanstieges nach Ende des Eingriffes gewonnenen Blutproben der beiden Probanden zeigten kein bakterielles Wachstum.

Die Zeitpunkte während des Eingriffes, zu denen eine Bakteriämie nachgewiesen werden konnte, stimmten teilweise, aber nicht vollständig mit den Phasen des Temperaturanstieges überein. Ein Einfluss der aus der Maulhöhle in die Blutbahn übergehenden Bakterien, eventuell vermittelt durch Cytokine, ist daher denkbar. Andererseits zeigten sowohl während des Eingriffes als auch nach Ende der Operation mehr Probanden der Gruppe B einen Temperaturanstieg als Probanden der Gruppe S. Daher sollte auch das stärkere Gewebetrauma bei Backenzahnextaktionen im Vergleich zur Extraktion von Schneide- oder Hengstzähnen in Betracht gezogen werden, denn auch die physiologische Entzündungsreaktion auf ein chirurgisches Gewebetrauma führt zur Freisetzung von Cytokinen, die ihrerseits einen Anstieg der Körpertemperatur zur Folge haben kann (ANDRES et al. 2003). JAWA et al. (2011) konnten in ihrer Untersuchung zeigen,



dass IL-6 umso mehr anstieg, je schwerer ein Gewebetrauma ausfiel, wodurch ein stärkerer Anstieg der Rektaltemperatur bei den Probanden der Gruppe B denkbar ist. Darüber hinaus war in keiner der Blutproben, die während der Fieberphasen nach Ende der Operation zum Anlegen einer Blutkultur gewonnen wurden, bakterielles Wachstum nachweisbar. Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen der frühen Arbeit von OKELL und ELLIOTT (1935), die bei Patienten mit einer Erhöhung der Körpertemperatur 4 – 9 Stunden nach der Extraktion eines Zahnes keine positiven Blutkulturen gewinnen konnten.

Abgesehen von einem Cytokin-vermittelten Temperaturanstieg, wäre auch ein Einfluss der für die Zahnextraktion genutzten Medikation, insbesondere der Sedierung der Pferde mit dem α_2 -Rezeptor-Agonisten Romifidin, denkbar. POULSEN NAUTRUP und KELLER (1989) konnten in ihrer Untersuchung keinen signifikanten Einfluss von Romifidin auf die Körpertemperatur von Pferden feststellen. MUIR (2009) beschreibt jedoch die Möglichkeit des Auftretens vorübergehend erhöhter Körpertemperaturen bei der Anwendung von α_2 -Rezeptor-Agonisten.

Das bei insgesamt 16 der 20 Probanden auftretende geringgradige Schwitzen, das insbesondere im Kopf- und Halsbereich auffiel, ist aufgrund des engen zeitlichen Zusammenhanges mit Beginn und Ende der Sedierung aller Wahrscheinlichkeit nach auf die Wirkung des α_2 -Rezeptor-Agonisten Romifidin zurückzuführen (MUIR 2009).

5.2.2.4 Labordiagnostik

In der humanmedizinischen Literatur wird kontrovers diskutiert, ob Veränderungen des weißen Blutbildes als diagnostisch hilfreiche Parameter für das Vorliegen einer Bakteriämie angesehen werden können. WALLING und MANIAN (2004) fanden bei bakteriämischen Patienten signifikant höhere Gesamtleukozytenzahlen und es bestand häufiger eine Neutrophilie und Kernlinksverschiebung als bei Patienten mit negativen Blutkulturen. Andere Untersuchungen konnten keine Verbindung zwischen einer Bakteriämie und Blutbildveränderungen feststellen (BONSU u. HARPER 2003; CATERINO et al. 2004; MURRAY et al. 2007).

In der vorliegenden Untersuchung war kein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Bakteriämie und dem Auftreten einer Leukozytose oder Neutrophilie zu erkennen. Keiner der 18 Probanden, die im Rahmen der Zahnextraktion eine Bakteriämie entwickelten, zeigte eine Kernlinksverschiebung. Es konnte bei der überwiegenden Mehrzahl der Probanden, unabhängig davon, ob sie eine Bakteriämie entwickelten oder nicht, ein Abfall der Gesamtleukozytenzahl sowie des



Hämatokritwertes zu den Zeitpunkten L20 bzw. L50 und LE gesehen werden. Diese Blutproben wurden unter dem Einfluss der noch bestehenden Sedierung gewonnen. Diese Beobachtungen decken sich mit denen von POULSEN NAUTRUP und KELLER (1989), die bereits drei Minuten nach der Injektion von Romifidin einen signifikanten Abfall der Gesamtleukozytenzahl und des Hämatokritwertes sahen. Insgesamt ließ in der vorliegenden Untersuchung keiner der bestimmten Blutparameter eine Aussage darüber zu, ob bei einem Probanden eine Bakteriämie vorliegt.

Möglicherweise führt erst der Übertritt einer Bakteriämie in eine Sepsis zu signifikanten Veränderungen des Blutbildes. Im Rahmen einer Sepsis gelten Abweichungen der Gesamtleukozytenzahl (Leukopenie oder Leukozytose sowie Kernlinksverschiebung) als gesichert. Sie werden auch in dem von BREUER und SCHUSSER (2012) erstellten Sepsis-Score für adulte Pferde als Parameter angesehen, deren Veränderung hinweisend für das Vorliegen einer Sepsis ist.

5.2.2.5 Tupferproben

Aus den Tupferproben der extrahierten Zähne der 20 Probanden konnten Bakterien insgesamt 18 unterschiedlicher Gattungen isoliert werden, fünf von ihnen wiesen obligat anaerobes Wachstum auf. Bei 18 Pferden wurden sowohl Aerobier als auch Anaerobier nachgewiesen, lediglich bei zwei Probanden der Gruppe S wurden ausschließlich Aerobier gefunden. Dies bestätigt die bereits aus der Human- und Kleintiermedizin gewonnene Erkenntnis, dass dentale Infektionen in der Regel eine polymikrobielle Ätiologie aufweisen (HENNET u. HARVEY 1991a; SOCRANSKY et al. 1998; AAS et al. 2005). Ähnliche Resultate konnten auch für das Pferd gezeigt werden (BIENERT et al. 2003).

Die mit Abstand am häufigsten isolierten Gattungen waren in beiden Gruppen *Actinobacillus* und *Streptococcus*.

Die Unterscheidung von *Streptococcus spp.* zu *Actinomyces spp.* gestaltete sich aufgrund der pleomorphen, kurzen bis teilweise kokkoiden Stäbchenform von *Actinomyces spp.* in der kulturell-biochemischen Untersuchung schwierig. In der nachfolgend für ausgewählte Isolate durchgeführten 16S rDNA-Sequenzierung stellten sich alle dafür ausgewählten *Actinomyces spp.* Isolate als *Streptococcus spp.* heraus, sodass davon ausgegangen werden muss, dass der Anteil von *Streptococcus spp.* an der Gesamtzahl der Isolate noch deutlich höher liegt. Anhand



der hier gewonnen Ergebnisse sollte die rein phänotypische Charakterisierung eines Organismus als *Actinomces spp.* daher mit Vorsicht betrachtet werden.

Streptokokken dominierten auch in der Untersuchung von BIENERT et al. (2003) die aerobe Mikroflora equiner Backenzähne mit endodontischen und apikalen bzw. periapikalen Infektionen sowie periodontalen Erkrankungen. LUNDSTRÖM et al. (2007) konnten eine Beteiligung von *Streptococcus spp.*, die auch der Normalflora der Maulhöhle des Pferdes zuzurechnen sind, an der Entstehung von Infundibularkaries beim Pferd nachweisen.

Weitere in dieser Studie häufig isolierte aerobe Infektionserreger waren darüber hinaus *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces spp.* und *Bacillus spp.*. Auch sie konnten bereits in der Untersuchung von BIENERT et al. (2003) an Zähnen von Pferden mit endodontischer sowie apikaler bzw. periapikaler Infektion nachgewiesen werden.

Unter den obligat anaeroben Bakterien konnten *Fusobacterium spp.* in beiden Gruppen häufig isoliert werden. *Fusobacterium spp.* gehören zur Normalflora der equinen Maulhöhle (BAILEY u. LOVE 1991), sind jedoch auch mit dem Auftreten dentogener Sinusitiden beim Pferd assoziiert (BARTMANN et al. 2002). Der charakteristische, faulige Geruch des im Verlauf von sekundären Sinusitiden entstehenden Exsudates, ist insbesondere auf die Produktion von Buttersäure im Metabolismus dieser gramnegativen Anaerobier zurückzuführen (DEACON et al. 1978; JENSEN et al. 2008). Zusätzlich wurden *Prevotella spp.* in Gruppe B häufig isoliert. In Gruppe S waren sie weniger oft nachzuweisen.

Sowohl in der Humanmedizin als auch in der Tiermedizin ist im Rahmen dentaler Erkrankungen eine Verschiebung der Maulhöhlenflora dahingehend beschrieben, dass es zu einer Dominanz von, insbesondere gramnegativen, Anaerobiern kommt (WHITE u. MAYRAND 1981; WILLIAMS et al. 1983; HENNET u. HARVEY 1991b; BIENERT et al. 2003). Ursächlich dafür ist eine im Zuge von Zahnerkrankungen entstehende Absenkung des Sauerstoffpartialdruckes und des Redoxpotenziales in der Mund- bzw. Maulhöhle. Diese Veränderungen des oralen Milieus entstehen unter anderem durch im Verlauf von dentalen Erkrankungen auftretende Veränderungen des Blutflusses, Gewebhypoxie und -zerstörung oder vorausgehende Infektionen mit aeroben Mikroorganismen (FINEGOLD 1993; MARSH 1994).

Diese Dominanz obligat anaerober Bakterien ist in der vorliegenden Untersuchung nicht eindeutig nachzuvollziehen. Zwar liegt der Anteil obligat anaerober Mikroorganismen an der Anzahl insgesamt isolierter Bakterien in Gruppe B bei



25,7% und in Gruppe S bei 23,3% und damit in beiden Gruppen knapp oberhalb der 22%, die BAILEY und LOVE (1991) für die gesunde Maulhöhlenflora bestimmten, aber diese Werte liegen deutlich unter den 45,8% obligat anaerober Mikroorganismen, die in der Untersuchung von BIENERT et al. (2003) aus den Tupferproben erkrankter, extrahierter Backenzähne ermittelt wurden. Allerdings konnten die obligaten Anaerobier in Gruppe B verhältnismäßig häufiger in hochgradiger Anzahl ($\geq 10^6/g$) nachgewiesen werden, als dies bei den aerob wachsenden Infektionserregern der Fall war. In Gruppe B wurden lediglich zwei obligate Anaerobier in geringer Keimzahl ($\leq 10^3/g$) isoliert, in Gruppe S war lediglich ein anaerobes Isolat in geringgradigem Keimgehalt nachweisbar, wohingegen zahlreiche aerobe Mikroorganismen in geringgradigem Umfang vorhanden waren. Somit ist trotz der zahlenmäßigen Überlegenheit isolierter aerober Gattungen, insgesamt gesehen eine Dominanz von Anaerobiern hinsichtlich des Gesamtkeimgehaltes denkbar. Eine quantitative Auswertung der isolierten Bakterien wäre notwendig, um diese Überlegung zu überprüfen.

Viele der Bakteriengattungen, die aus den Tupferproben der in dieser Untersuchung extrahierten Zähne gewonnen werden konnten, sind auch als Bewohner der gesunden equinen Maulhöhle bekannt (siehe Kapitel 2.8.3.1). Es ist daher, wie bereits durch BIENERT et al. (2003) beschrieben, davon auszugehen, dass es sich bei dentalen Infektionen des Pferdes mit Beteiligung obligat anaerober Mikroorganismen um endogene Infektionen handelt.

In der vorliegenden Untersuchung konnte keine Erregerspezifität im Hinblick auf bestimmte Lokalisationen oder bestimmte Erkrankungen festgestellt werden, wie sie beispielsweise in der Humanmedizin durch das gehäufte Vorkommen der als „roter Komplex“ zusammengefassten, obligat anaeroben Spezies *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* und *Treponema denticola* im Rahmen periodontaler Erkrankungen beschrieben ist (SOCRANSKY et al. 1998; AAS et al. 2005).

Die von SYKORA et al. (2013) als charakteristisch für die Erkrankung EOTRH und die mit ihr einhergehende Periodontitis beschriebenen Bakteriengattungen *Treponema spp.* und *Tannerella spp.* wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht erfasst, da für ihre Anzucht spezielle Kulturmethode bzw. der Zusatz von N-Acetylmuraminsäure zu den Kulturmedien notwendig ist (WYSS 1989), die in dieser Untersuchung nicht gegeben waren.



5.2.2.6 Blutkulturen

Trotz der Entwicklung molekularbiologischer und weiterer Verfahren zur Diagnostik einer Bakteriämie oder Sepsis, gilt die konventionelle Blutkultur noch immer als Goldstandard für den Nachweis bakterieller Blutstrominfektionen (GERDES 1991; REIER-NILSEN et al. 2009). Sie erreicht dabei eine Sensitivität von bis zu 96%. Das SIGNAL-Blutkultursystem der Firma OXOID ist in der Lage, bereits kleine Bakterien-Mengen von < 20 KBE/Blutkulturflasche nachzuweisen (SAWHNEY et al. 1986). Aufgrund dieser Tatsachen wurde für die vorliegende Untersuchung die Blutkultur zum Nachweis einer möglicherweise auftretenden, durch orale Mikroorganismen bedingten Bakteriämie gewählt.

5.2.2.6.1 Bakteriämie - Inzidenz und Einflussfaktoren

Insgesamt zeigte sich im Rahmen der durchgeführten Untersuchung eine Bakteriämie-Inzidenz von 90% während der Operation sowie von jeweils 10% vor Beginn und nach Ende der Zahnextraktion. Betrachtet man die Gruppen im Einzelnen so ergibt sich für die Gruppe B eine Inzidenz von 100% während des Eingriffes und von 20% vor Beginn und nach Ende der Zahnextraktion. Für die Gruppe S ergeben sich Inzidenzen von 80% während der Extraktion eines Schneide- oder Hengstzahnes und 0% vor und nach der Operation.

In der Humanmedizin liegen zahlreiche Untersuchungen zur Inzidenz transienter Bakteriämien im Rahmen von Zahnextraktionen vor. Da die Extraktion menschlicher Zähne in der Regel weniger aufwendig und zeitintensiv ist, als dies bei der Zahnextraktion des Pferdes der Fall ist, wurden die Blutproben im Rahmen humanmedizinischer Studien häufig erst nach Ende der Operation gewonnen. Für die Untersuchungen, bei denen während der Extraktion eines Zahnes beim Menschen Blutproben zum Anlegen von Blutkulturen gewonnen wurden, ergeben sich Inzidenzen von 50 – 95% für das Auftreten einer Bakteriämie (HEIMDAHL et al. 1990; HALL et al. 1996; RAJASUO et al. 2004). In einem Zeitraum von bis zu 10 min nach Ende der Zahnextraktion liegen die Inzidenzen in unterschiedlichen Untersuchungen sehr variabel zwischen 10% und 96,2% (LAZANSKY et al. 1949; OKABE et al. 1995; HALL et al. 1996; TOMÁS et al. 2007; LOCKHART et al. 2008). Blutkulturen, die vor Beginn einer Zahnextraktion gewonnen wurden, zeigten bei 0 – 9,4% der Probanden bakterielles Wachstum (HALL et al. 1996; TAKAI et al. 2005; TOMÁS et al. 2007).



Auch in der Veterinärmedizin wurden bereits Untersuchungen am Hund zu dieser Thematik durchgeführt. Die Probenentnahme erfolgte im Rahmen von Zahnextraktionen sowie Zahnreinigungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten während des Eingriffes. Die Inzidenz für das Vorkommen einer transienten Bakteriämie lag hier bei 30 – 100% (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993; NIEVES et al. 1997). Vor Beginn der Zahnextraktion konnten aus 15% der gewonnenen Blutproben Bakterien isoliert werden (BLACK et al. 1980).

Damit zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung vergleichbare Ergebnisse zu den Studien aus der Human- und Kleintiermedizin mit Inzidenzen im oberen Bereich der dort ermittelten Werte.

In der Gruppe S trat in dieser Untersuchung bei weniger Pferden eine Bakteriämie auf als in der Gruppe B. Denkbar wäre eine weniger dichte Besiedelung der rostralen Maulhöhle mit Mikroorganismen im Vergleich zu kaudalen Bereichen der Maulhöhle, da aufgenommenes Futter, welches immer mit Bakterien aus der Umwelt besiedelt ist, vermehrt Kontakt zu den Backenzähnen hat. Zudem ist eine ausgiebige Reinigung der Zähne und der umgebenden Gingiva vor Beginn der Zahnextraktion durch den Tierarzt im Bereich der Backenzähne aufgrund der schlechteren präzisen Erreichbarkeit und der schlechteren Sicht schwieriger zu gewährleisten. Auch die natürliche, durch Speichel, Zunge, Lippen und Wangen des Pferdes gewährleistete Reinigung der Zähne ist unter Umständen im Bereich der Schneidezähne effektiver. Die raue Oberfläche der schmelzfaltigen Backenzähne bietet zudem möglicherweise eine bessere Möglichkeit zur Anheftung von Mikroorganismen als die der Schneidezähne, wodurch potentiell eine größere Anzahl an Bakterien zum Übertritt in die Blutbahn zur Verfügung steht. Darüber hinaus sind die Alveolen der Backenzähne deutlich größer bzw. tiefer als die der Schneide- und Hengstzähne. Da das Zahnfach als Eintrittspforte der Mikroorganismen von der Zahn- oder Zahnfleischoberfläche in die Blutbahn zu sehen ist, steht daher bei der Extraktion von Backenzähnen eine größere Fläche für den Übertritt oraler Bakterien in das Blut zur Verfügung. Bereits 1937 konnten BURKETT und BURN beim Menschen mithilfe des Indikatorkeimes *Serratia marcescens*, der vor der Extraktion eines Zahnes um den Zahnhals herum aufgebracht wurde und später bei knapp 85% der Probanden im Blut nachgewiesen werden konnte, zeigen, dass die Quelle dentaler Bakteriämien im Rahmen von Zahnextraktionen mit großer Wahrscheinlichkeit die Bakterien der



Gingivaspalte und des Periodontiums sind. Spätere Untersuchungen untermauerten diese Überlegung, da eine gezielte Spülung der Gingivaspalte mit Kochsalzlösung oder antiseptischen Spüllösungen eine Reduktion der Bakteriämie-Inzidenz nach Zahnextraktionen zur Folge hatte (JONES et al. 1970; CUTCHER et al. 1971). Zudem konnten über 400 der insgesamt mehr als 700 nachgewiesenen Bakteriengattungen, die die menschliche Mundhöhle besiedeln, aus periodontalen Taschen isoliert werden.

Der Mechanismus über den diese Bakterien im Verlauf einer Zahnextraktion in den Blutstrom übertreten, scheint insbesondere in einer Zerreißung periodontaler Kapillaren im Rahmen der Zahnextraktion zu liegen, sodass defekte Blutgefäße eine Eintrittspforte für orale Bakterien darstellen (KHAIRAT 1966; PARAHITIYAWA et al. 2009). Zusätzlich führen die am Zahn ausgeführten Bewegungen, die der Lockerung des Zahnes dienen, zu Druckschwankungen, die einen Pumpmechanismus hervorrufen, der wiederum Bakterien aus dem Periodontium in die Blutbahn zwingt (S.D. ELLIOTT 1939; KHAIRAT 1966; HEIMDAHL et al. 1990). Sowohl das Lösen der Gingiva, bei dem unweigerlich die Integrität periodontaler Blutgefäße verloren geht, als auch die Lockerung des Zahnes mittels horizontaler Bewegungen (Operationsschritte 1 und 3) führten in dieser Untersuchung bei den Probanden mit Backenzahnextraktion signifikant häufiger zu einer Bakteriämie, als alle übrigen Operationsschritte, was die Beobachtungen früherer Studien zum Mechanismus der Bakteriämie-Entstehung untermauert.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die meisten positiven Blutkulturen zum Zeitpunkt M1, unmittelbar nach Beginn der Extraktion, gesehen. Zu diesem Zeitpunkt wiesen alle Pferde der Gruppe B sowie sechs Pferde der Gruppe S eine Bakteriämie auf. Die Feststellung, dass bereits eine Minute nach Beginn des Eingriffes die höchste Inzidenz für das Auftreten einer Bakteriämie ermittelt werden konnte, deckt sich mit der von RAJASUO et al. (2004) gemachten Beobachtung aus der Humanmedizin, wonach die größte Anzahl positiver Blutkulturen eine Minute nach Inzision der Gingiva gewonnen werden konnte. ROBERTS et al. (2006) konnten darüber hinaus zeigen, dass auch die Intensität der Bakteriämie eine Minute nach Beginn des Eingriffes am höchsten ist. Dieser rasante Übertritt der Bakterien in die Blutbahn und ihre Verteilung im gesamten Gefäßsystem ist durchaus denkbar, da beim Menschen gezeigt werden konnte, dass Mikroorganismen aus dem Zahnfach 18 Sekunden benötigen, um in aus der Ellenbogenvene entnommenem Blut



nachgewiesen zu werden (KHAIRAT 1966). Bei zwölf der insgesamt 16 zum Zeitpunkt M1 bakteriämischen Pferde fand zu diesem Zeitpunkt das Lösen der Gingiva mit dem Gingivaheber bzw. Bein'schen Hebel statt. Das Trauma am Periodontium bzw. die Zerstörung von Blutgefäßen allein scheint daher auch ohne stärkere Bewegung des Zahnes auszureichen, um den Mikroorganismen Zutritt zum Blutgefäßsystem zu verschaffen.

Zum Zeitpunkt M0 vor Beginn der Zahnextraktion wurden lediglich von zwei Pferden der Gruppe B positive Blutkulturen gewonnen. Kein Pferd der Gruppe S war vor Beginn des Eingriffes bakteriämisch. Ein ähnliches Bild zeigt sich in Studien aus der Human- und Kleintiermedizin. Hier wiesen 0 – 15% der vor Beginn der Operation gewonnen Blutproben bakterielles Wachstum auf (GLASER et al. 1948; BLACK et al. 1980; OKABE et al. 1995; HALL et al. 1996; TOMÁS et al. 2007; LOCKHART et al. 2008). Es konnten insbesondere bei den Patienten positive Blutproben vor Beginn der Zahnextraktion gewonnen werden, die schwere Periodontalerkrankungen oder eitrige Gingivitiden aufwiesen (OKELL u. ELLIOTT 1935; BURKET u. BURN 1937; BLACK et al. 1980; NIEVES et al. 1997). Diese Beobachtung konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden. Einer der Probanden, der bereits vor Beginn der Operation bakteriämisch war, wies ein gesundes Periodontium auf, der andere ein lediglich moderat erkranktes. Andere Pferde mit schwerer erkranktem Periodontium oder Gingiva sowie Probanden, bei denen eitrige Fisteln vorlagen, zeigten hingegen keine Bakteriämie vor Beginn der Operation. Das Auftreten positiver Blutkulturen zum Zeitpunkt M0 ist möglicherweise zurückzuführen auf das von COBE (1954) beschriebene spontane Auftreten bakteriämischer Phasen durch alltägliche Aktivitäten wie beispielsweise das Kauen harter Lebens- bzw. Futtermittel. Auch das Einbringen der Venenverweilkanüle oder das Setzen der Leitungs- bzw. Lokalanästhesie sind denkbare Quellen einer vor Beginn der Zahnextraktion auftretenden Bakteriämie. Nicht zuletzt muss auch eine Kontamination der Blutkulturen mit Umwelt- oder Hautkeimen in Betracht gezogen werden. Diese ist jedoch aufgrund der antiseptischen Vorbereitung der Haut und des antiseptischen Einbringens der Venenverweilkanüle sowie der sterilen Durchführung der Blutprobenentnahme und der Abdeckung der Venenverweilkanüle mit steriler Inzisionsfolie, als unwahrscheinlich einzustufen.

Die Anzahl positiver Blutkulturen nimmt mit der Dauer des Eingriffes rasch ab. Bereits zu den Zeitpunkten M5 und M20 zeigten deutlich weniger Pferde eine



Bakteriämie als noch zum Zeitpunkt M1. Lediglich bei zwei Pferden konnte eine über den Zeitpunkt M50 hinausreichende Bakteriämie festgestellt werden.

Die Dauer der in dieser Untersuchung nachgewiesenen Bakteriämie während des Eingriffes lag bei den Pferden der Gruppe S bei maximal 20 Minuten. In Gruppe B wies ein Pferd eine Bakteriämie unbekannter Länge auf, die bereits vor Beginn der Operation bestand und bis über das Ende des Eingriffes andauerte. Da dieses Pferd neun Stunden nach Ende der Extraktion Fieber entwickelte, wurde zu dem Zeitpunkt erneut Blut zum Anlegen einer Blutkultur gewonnen. In dieser konnte jedoch kein bakterielles Wachstum nachgewiesen werden. Bei einem weiteren Pferd, das vor Beginn des Eingriffes nicht bakteriämisch war, war die Blutkultur zum Zeitpunkt ME ebenfalls positiv, die aufgrund von auftretendem Fieber sechs Stunden nach Ende der Operation gewonnene Blutkultur jedoch negativ. Die übrigen Probanden zeigten maximal 20 Minuten anhaltende Bakteriämien, wobei einige undulierend bakteriämisch waren, sodass eine genaue Ermittlung der Zeitspanne, in der sie insgesamt eine Bakteriämie aufwiesen, schwierig ist. Dennoch lässt sich die Aussage treffen, dass es sich in allen Fällen nur um transiente Bakteriämien von relativ kurzer Dauer handelt.

Diese Ergebnisse decken sich im Großen und Ganzen mit den aus der Humanmedizin sowie der experimentellen Forschung gewonnen Erkenntnissen. Untersuchungen, die den Zeitraum, über den humanmedizinische Patienten im Rahmen von Zahnextraktionen bakteriämisch waren, ermittelten, zeigten für die überwiegende Mehrzahl der Probanden eine Dauer der bakteriämischen Phase von 12 – 20 Minuten (KHAIRAT 1966; ROBERTS et al. 2006; LOCKHART et al. 2008). Tierexperimentelle Untersuchungen zeigten ebenfalls eine Entfernung von in den Blutstrom injizierten Bakterien nach zehn bis maximal 20 Minuten (COBE 1954; SILVER et al. 1975).

Die Entfernung der Bakterien aus der Blutbahn wird vor allem durch die Aktivität des Retikuloendothelialen Systems gewährleistet (KHAIRAT 1966; DEBELIAN et al. 1995; HALL et al. 1996). Darüber hinaus wird der Übertritt oraler Bakterien in den Blutstrom durch die zunehmende Koagulation des Blutes im Zahnfach nach einiger Zeit erschwert bzw. gestoppt (COBE 1954; KHAIRAT 1966).

Die zwei Probanden der Gruppe B, die nach Ende des Eingriffes noch bakteriämisch waren, wiesen weder im Hinblick auf den Schweregrad der Zahnerkrankung oder die aus der Tupferprobe des Zahnes isolierten Bakterien noch den Schwierigkeitsgrad



oder die Dauer der Zahnextraktion einen deutlichen Unterschied zu den übrigen Probanden der Gruppe B auf. Somit bleibt fraglich, warum bei diesen Probanden die Bakteriämie über das Ende des Eingriffes hinaus bestehen blieb.

Der Zeitpunkt für die letzte Probe nach Ende des Eingriffes wurde auf zehn Minuten festgelegt, da die Inzidenz für das Vorliegen einer Bakteriämie danach deutlich abnimmt (HEIMDAHL et al. 1990; RAJASUO et al. 2004). Auch die Stärke der Bakteriämie, gemessen an der Anzahl koloniebildender Einheiten, sinkt nach zehn Minuten bereits um 75% (HALL et al. 1996). Allerdings konnten TOMÁS et al. (2007) in einer Untersuchung an 53 Hunden eine Stunde bzw. 24 Stunden nach Ende einer Zahnextraktion noch bei 28% bzw. 8% der Patienten positive Blutkulturen gewinnen. Möglicherweise ist bei den Probanden, die über das Ende des Eingriffes hinaus bakteriämisch waren, der Keimgehalt des Blutes höher als bei den übrigen Probanden, sodass die Entfernung der Mikroorganismen aus dem Blutstrom mehr Zeit in Anspruch nimmt. Um eine genaue Aussage darüber treffen zu können, wie lange die Bakteriämie im Einzelfall über das Ende des Eingriffes hinaus besteht und ob sich die Bakteriämie dieser Probanden von der der übrigen Pferde unterscheidet, wäre eine Entnahme weiterer Proben nach Beendigung des Eingriffes sowie eine Bestimmung des Keimgehaltes notwendig.

5.2.2.6.2 Keimspektrum der Bakteriämie und Übereinstimmung mit der Maulhöhlenflora der Probanden

Aus den Blutkulturen der Probanden konnten Bakterien 13 verschiedener Gattungen sowie diverse nicht näher zu differenzierende Isolate gewonnen werden.

Die insgesamt am häufigsten isolierten Gattungen waren *Streptococcus* und *Actinomyces*. In der kulturell-biochemischen Untersuchung der angelegten Blutkulturen stellten sie jeweils 20% der Isolate. Wie bereits in Kapitel 5.2.2.4 beschrieben, wurden ausgewählte, aus den Blutkulturen gewonnen Organismen, die in der kulturell-biochemischen Untersuchung als *Actinomyces sp.* deklariert und im Nachfolgenden einer 16S rDNA-Sequenzierung unterzogen wurden, dort als *Streptococcus sp.* identifiziert. Es ist daher davon auszugehen, dass der Anteil von Streptokokken an der Gesamtzahl der isolierten Mikroorganismen über 20% liegt.

Bei den isolierten *Streptococcus spp.* handelt es sich überwiegend um α -hämolyzierende Streptokokken. Diese besiedeln die Oberflächen der Mundhöhle des Menschen (NASIDZE et al. 2009; BIK et al. 2010) sowie zahlreicher Tierarten (BAILIE et al. 1978; H. ZHU et al. 2000; TAKADA et al. 2013). Sie konnten darüber



hinaus aus der Maulhöhle von Pferden mit unterschiedlichen Backenzahnerkrankungen isoliert und mit der Entstehung von Infundibularkaries in Verbindung gebracht werden (BIENERT 2002; LUNDSTRÖM et al. 2007). Auch in der vorliegenden Untersuchung konnten sie in den Tupferproben der extrahierten Zähne sehr frequent nachgewiesen werden. In Blutkulturen, die im Rahmen von Zahnextraktionen beim Menschen gewonnen wurden, machten sie mit bis zu 88,5% die am häufigsten gefundene Bakteriengruppe aus (KHAIRAT 1966; JONES et al. 1970; JOKINEN 1978; LOCKHART et al. 2008). Sie gelten in der Humanmedizin als häufigste Erreger infektiöser Endokarditiden (IMPERIALE u. HORWITZ 1990; HALL et al. 1996; W. WILSON et al. 2007) und konnten aus Hirnabszessen isoliert werden, die im Zusammenhang mit Zahnerkrankungen auftraten (INGHAM et al. 1978; X. LI et al. 1999; WAGNER et al. 2006). Auch in Verbindung mit infektiösen Endokarditiden des Pferdes konnten *Streptococcus spp.* aus Blutkulturen sowie aus Vegetationen betroffener Herzklappen isoliert werden (MAXSON u. REEF 1997). Ein Zusammenhang zu vorangegangenen Zahnbehandlungen konnte in den dokumentierten Fällen jedoch nicht hergestellt werden. Da Streptokokken durch Adhäsion an bereits vorgeschädigten Herzklappen zur Entstehung bakterieller Endokarditiden führen können (SCHELD et al. 1981; NORD u. HEIMDAHL 1990), wäre auch beim Pferd die Ausbildung einer bakteriellen Endokarditis oder metastatischer Infektionen anderer Organsysteme durch im Blut zirkulierende orale Streptokokken denkbar.

Bei sieben der insgesamt 20 Probanden konnten sowohl in den Tupferproben der extrahierten Zähne als auch in korrespondierenden Blutkulturen *Streptococcus spp.* nachgewiesen werden. In der für ausgewählte Isolate durchgeführten 16S rDNA-Sequenzierung, bei der versucht wurde, die Bakterien bis zum Spezieslevel zu differenzieren, ergaben sich allerdings keine Übereinstimmungen zwischen den aus den Tupferproben und den aus den Blutkulturen isolierten Streptokokkenspezies. Diese Feststellung mag der großen Speziesvielfalt in der Maulhöhle geschuldet sein. Aus der menschlichen Mundhöhle konnten bereits über 700 verschiedene Bakterienspezies isoliert werden, aus der caninen bzw. felines Maulhöhle knapp 350 bzw. 150 (LOVE et al. 1990; D.R. ELLIOTT et al. 2005; PASTER et al. 2006). Es ist anzunehmen, dass die Vielfalt in der equinen Maulhöhle ähnlich groß ist, sodass der einzelne Abstrich eines extrahierten Zahnes kaum repräsentativ für die gesamte Maulhöhlenflora sein kann, wie NIEVES (1997) bereits bei der vergleichenden



mikrobiologischen Untersuchung von Zahnbelag extrahierter Zähne und Blutkulturen beim Hund vermutete. Eine umfassendere Untersuchung der Mikroflora der Maulhöhle des Pferdes wäre notwendig, um eine detaillierte Übersicht aller dort vorhandenen Mikroorganismen zu gewinnen. Zudem wurde für die weitere Differenzierung der Bakteriengattungen nur jeweils eine auf dem Nährboden befindliche Kolonie der α -hämolyisierenden Streptokokken verwendet. Es ist jedoch durchaus möglich bzw. sehr wahrscheinlich, dass unterschiedliche Spezies α -hämolyisierender Streptokokken gemeinsam bzw. nebeneinander auf einem Nährboden wachsen und somit nur jeweils eine von vielen Spezies der Gattung *Streptococcus* einer Probe sequenziert wurde.

Die in der 16S rDNA-Sequenzierung untersuchten Streptokokken-Isolate aus den Blutkulturen zeigten jedoch große Übereinstimmungen mit Spezies, die bei Equiden sowie anderen Tierarten bereits mit der Maulhöhle assoziiert werden konnten. Dazu gehören beispielsweise *Sc. orisasini* (Esel), *Sc. devriesei* (Pferd), *Sc. parasanguinis* (Mensch), *Sc. orisuis* (Schwein), *Sc. orisratti* und *Sc. ferus* (Ratte), *Sc. criceti* (Hamster), *Sc. ursoris* (Bär) sowie *Sc. loxodontisalivarius* (Elefant) (X. Y. ZHU et al. 2002; COLLINS et al. 2004; AAS et al. 2005; TAKADA u. HIRASAWA 2007, 2008; SHINOZAKI-KUWAHARA et al. 2011; TAKADA et al. 2013; SAITO et al. 2014).

Die ebenfalls häufig isolierten *Actinomyces spp.* sind auch Teil der Maulhöhlenflora bei Pferden mit Backenzahnerkrankungen (BIENERT 2002), wurden jedoch bislang nicht mit schwerwiegenden systemischen Erkrankungen in Verbindung gebracht, die in hämatogener Streuung dieser oralen Mikroorganismen ihren Ursprung haben könnten.

Weitere Gattungen, die in dieser Untersuchung regelmäßig aus den Blutkulturen isoliert werden konnten, sind die obligat anaeroben *Fusobacterium spp.* und *Prevotella spp.*. *Fusobacterium spp.* konnten sowohl aus der gesunden als auch der erkrankten equinen Maulhöhle isoliert werden (BAILEY u. LOVE 1991; BIENERT 2002), *Prevotella spp.* sind vor allem aus erkrankten Maulhöhlen zu gewinnen (BIENERT 2002). Beide Gattungen konnten auch in dieser Untersuchung in den Tupferproben der extrahierten Zähne nachgewiesen werden. BARTMANN et al. (2002) berichten von einem Pferd, dem aufgrund einer dentogenen Sinusitis maxillaris durch Expulsion ein Oberkieferbackenzahn entfernt wurde und das im Folgenden eine Endokarditis des rechten Herzens, eine Pachymeningitis sowie eine metastatisch-eitrige Pneumonie entwickelte. Im Rahmen der Sektion konnten



Fusobacterium necrophorum und *Prevotella sp.* aus den Läsionen an Herz, Lunge und Pachymeninx isoliert werden. Dieselben Erreger waren zuvor intraoperativ aus dem Sekret des Kieferhöhlenempyems nachgewiesen worden, was einen Zusammenhang zwischen der Zahnexpulsion und den schwerwiegenden infektiösen Komplikationen wahrscheinlich erscheinen lässt (BARTMANN et al. 2002).

Auch in einem von VERDEGAAL et al. (2006) beschriebenen Fallbericht entwickelte ein Pferd nach der Extraktion eines Backenzahnes mit chirurgischer Entfernung einer angrenzenden Fistel eine Endokarditis des rechten Herzens sowie nekrotisch-eitrige Prozesse in der Lunge. Aus den Läsionen konnten im Rahmen einer pathologischen Untersuchung *Bacteroides spp.* und *Peptostreptococcus spp.* isoliert werden. Diese obligaten Anaerobier waren auch in den in dieser Untersuchung gewonnenen Blutkulturen nachzuweisen. Zusätzlich konnten sie in dieser sowie vorangegangenen Untersuchungen der Maulhöhlenflora des Pferdes zugeordnet werden (BIENERT 2002). Eine hämatogene Streuung der Erreger aus der Maulhöhle und daraus resultierende metastatische Infektionen in anderen Organsystemen scheinen daher auch für diese Mikroorganismen möglich zu sein.

Actinobacillus spp. waren in dieser Untersuchung aus den Tupferproben der extrahierten Zähne aller 20 Probanden zu isolieren. *Actinobacillus spp.*, hier vor allem *Actinobacillus equuli subsp. equuli* und *Actinobacillus equuli subsp. haemolyticus*, die beide in den Tupferproben gefunden werden konnten, konnten bereits mehrfach mit bakteriellen Endokarditiden des Pferdes in Verbindung gebracht werden. (MAXSON u. REEF 1997; AALBÆK et al. 2007). Warum diese Gattung nur bei zwei Pferden auch in der Blutkultur nachgewiesen werden konnte bleibt unklar, da die Kulturbedingungen den Nachweis von *Actinobacillus spp.* erlaubten.

Neben *Actinobacillus spp.* konnten auch *Bacillus spp.* mit infektiösen Endokarditiden beim Pferd assoziiert werden (MAXSON u. REEF 1997). *Bacillus spp.* waren sowohl aus den Tupferproben der extrahierten Zähne als auch den Blutkulturen der in dieser Studie untersuchten Probanden nachweisbar.

Im Hinblick auf die Gattung *Bacillus spp.* muss jedoch, ebenso wie für einige andere Gattungen, in Betracht gezogen werden, dass sie möglicherweise durch eine Kontamination mit Haut- oder Umweltkeimen in die Blutkultur gelangt sein könnten.

Aus humanmedizinischen Untersuchungen ist bekannt, dass eine Kontaminationsrate der Blutkulturen von weniger als 2% trotz Handhabung unter sterilen Kautelen kaum zu erreichen ist (DUNNE et al. 1997; CLSI 2007). Häufig als



Kontaminanten angesehene Organismen sind die zur normalen equinen Hautflora zählenden Gattungen *Bacillus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Micrococcus spp.* sowie Koagulase-negative Staphylokokken, insbesondere dann, wenn sie lediglich in einer einzelnen Blutkultur des betroffenen Patienten nachgewiesen werden können (GILL et al. 1984; HAGUE et al. 1997; WEINSTEIN et al. 1997; ZUBROD et al. 2004; CLSI 2007). Als häufige Erreger echter Bakteriämien sehen VANDEPITTE et al. (1991) hingegen die auch in dieser Untersuchung in zahlreichen Blutkulturen nachgewiesenen α -hämolisierenden Streptokokken sowie *Bacteroides spp.* oder *Peptostreptococcus spp.*. NIEVES et al. (1997) sahen in ihrer Untersuchung die positiven Blutkulturen immer dann als Ausdruck einer echten Bakteriämie an, wenn Erreger isoliert wurden, die als Teil der Maulhöhlenflora bekannt sind oder zuvor bereits im Zusammenhang mit dentalen Erkrankungen beschrieben wurden.

In der vorliegenden Untersuchung ist insbesondere bei den vor Beginn und nach Ende der Operation entnommenen positiven Blutkulturen kritisch zu hinterfragen, ob die dort isolierten Bakterien Kontaminanten sind oder tatsächlich als Zeichen einer Bakteriämie zu deuten sind. Aus den zwei vor Beginn der Zahnextraktion gewonnenen positiven Blutkulturen wurden *Bacillus sp.* und Koagulase-negative Staphylokokken isoliert. Beide gelten als Kontaminanten, konnten jedoch sowohl in dieser Studie als auch im Rahmen der Untersuchung von BIENERT (2002) der Mikroflora erkrankter Zähne zugeordnet werden. Da bei dem Probanden mit dem Nachweis von *Bacillus sp.* eine weitere, im Verlauf der Operation entnommene Blutkultur ebenfalls *Bacillus sp.* enthielt, ist es hier möglich, dass es sich um einen Übertritt oraler *Bacillus sp.* in das Blut handelt. Bei dem Isolat Koagulase-negativer Staphylokokken handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um eine Kontamination der Blutkultur, da sie in keiner weiteren Probe dieses Probanden nachgewiesen werden konnten. Bei den nach Ende der Operation isolierten Organismen *Actinomyces sp.*, *Prevotella sp.*, *Peptostreptococcus sp.* und *Porphyromonas sp.* handelt es sich vermutlich um Bakteriämie Auslöser, da sie aus mehreren Proben der jeweiligen Probanden gewonnen werden konnten und zudem nicht als typische Blutkulturkontaminanten bekannt sind. Eine mikrobiologische Beprobung der Haut des Pferdes oder der eingebrachten Venenverweilkanüle könnte für eine sicherere Zuordnung der in der Blutkultur gewonnenen Bakterien zur Gruppe der Kontaminanten oder zur Gruppe der tatsächlich Bakteriämie auslösenden Bakterien hilfreich sein.



Ebenso ist bei den während des Eingriffes gewonnenen Blutproben nicht auszuschließen, dass es sich bei einzelnen Mikroorganismen um Kontaminanten handelt. Auch eine andere Quelle der Bakteriämie als die Maulhöhle bzw. die durchgeführte Zahnextraktion wäre denkbar, in Anbetracht der wenig übereinstimmenden Ergebnisse der mittels 16S rDNA untersuchten Isolate aus Maulhöhle und Blutkultur. Dennoch spricht zum einen das isolierte Keimspektrum, das fast ausschließlich Gattungen umfasst, die als Teil der equinen Maulhöhlenflora bekannt sind, für einen Ursprung der Bakteriämie in der Maulhöhle. Zum anderen ist ein eindeutiger zeitlicher Zusammenhang zwischen dem Auftreten positiver Blutkulturen und dem Beginn und Ende der durchgeführten Zahnextraktion erkennbar. Die Blutkulturen zum Zeitpunkt M0 waren abgesehen von zwei Pferden immer steril, sodass das Auslösen einer Bakteriämie durch das Einbringen der Venenverweilkanüle oder das Setzen der Leitungsanästhesie als Ursache der Bakteriämie unwahrscheinlich ist.

Zusammenfassend konnte somit für 18 der 20 Probanden eine Bakteriämie oralen Ursprunges während der Extraktion eines Hengst-, Schneide- oder Backenzahnes nachgewiesen werden.

5.2.2.6.3 Sepsis und metastatische Infektionen als mögliche Folgen einer oral bedingten Bakteriämie sowie Möglichkeiten der Prophylaxe und Therapie

In Folge der in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse stellen sich die Fragen, welche Auswirkungen die während einer Zahnextraktion auftretende Bakteriämie haben kann, wie die Therapiemöglichkeiten eventueller Folgeerkrankungen aussehen und welche Möglichkeiten zur Reduktion der Bakteriämie-Inzidenz zur Verfügung stehen

Kommt es im Rahmen einer Zahnextraktion zur Entstehung einer Bakteriämie, können die in der Blutbahn zirkulierenden Bakterien, insbesondere dann, wenn sie Virulenzfaktoren zur Adhäsion an Gewebe oder die Fähigkeit zur Zersetzung interzellulärer Matrix bzw. zur Herabsetzung der Phagozytoseaktivität besitzen, andere Organsysteme besiedeln und somit zu metastatischen Infektionen führen (THODEN VAN VELZEN et al. 1984; W. WILSON et al. 2007; PARAHITIYAWA et al. 2009). In der Humanmedizin wurde in erster Linie die Entwicklung bakterieller Endokarditiden mit oral bedingten Bakteriämien in Verbindung gebracht (FELNER u. DOWELL 1970; SEKIDO et al. 1999; W. WILSON et al. 2007), aber auch die



Entstehung von Hirn- und Leberabszessen, Infektionen des zentralen Nervensystems, Osteomyelitiden oder die Infektion von Hüftgelenksprothesen konnten mit der hämatogenen Streuung oraler Bakterien assoziiert werden (INGHAM et al. 1978; X. LI et al. 1999; WAGNER et al. 2006; PARAHITIYAWA et al. 2009).

Ob jedoch tatsächlich ein so großer Anteil bakterieller Endokarditiden im Zusammenhang mit Zahnbehandlungen steht, wie bislang angenommen, wird derzeit kritisch hinterfragt, da auch alltägliche Aktivitäten wie Kauen, Zähneputzen und die Benutzung von Zahnseide, insbesondere bei Menschen mit periodontalen Erkrankungen, zu Bakteriämien mit gleich hohen Keimgehalten führen können (W. WILSON et al. 2007). Das Ausmaß der Bakteriämie, gemessen an der Anzahl koloniebildender Einheiten, ist dabei ebenso wie bei den durch Zahnextraktionen ausgelösten Bakteriämien, deutlich geringer als das, welches für die Auslösung einer bakteriellen Endokarditis im Tiermodell notwendig war (CARMONA et al. 2002). Unbestritten bleibt jedoch die Tatsache, dass sowohl in der Humanmedizin als auch in den beschriebenen Fallberichten aus der Pferdemedizin im Rahmen infektiöser Komplikationen nach Zahnextraktionen regelmäßig Erreger aus dem Blut sowie den infektiös pathologisch veränderten Organsystemen gewonnen werden können, die zur Mikroflora der Mund- bzw. Maulhöhle gehören (NORD u. HEIMDAHL 1990; HALL et al. 1996; BARTMANN et al. 2002; VERDEGAAL et al. 2006). Zusammen mit dem zeitlich engen Zusammenhang zwischen Zahnbehandlungen und nachfolgenden infektiösen Komplikationen, erscheint somit die Zahnbehandlung als Ursache dieser Komplikationen dennoch weiterhin wahrscheinlich.

Neben metastatischen Infektionen ist auch der Übergang einer oralen, im Normalfall nur transienten Bakteriämie in eine Sepsis möglich. Als systemische Entzündungsreaktion in Folge einer Infektion, geht die Sepsis, im Gegensatz zur in der Regel klinisch nicht in Erscheinung tretenden Bakteriämie, mit schweren Krankheitssymptomen einher (BONE et al. 1992).

Da die Anzucht von Bakterien mittels Blutkultur mehrere Tage dauert, die schnelle Initiation einer antimikrobiellen Therapie im Falle einer Sepsis aber essentiell ist, erstellten BREWER und KOTERBA (1988) einen Sepsis-Score zur frühzeitigen Erkennung der Sepsis beim Pferd, hier beim neonatalen Fohlen. Er umfasste 14 Vital- und Laborparameter und zeigte eine Sensitivität von 93% bei einer Spezifität von 86%. In einer später von CORLEY und FURR (2003) durchgeführten, größtenteils prospektiven Untersuchung, ergab sich jedoch eine deutlich geringere



Sensitivität und Spezifität (67% bzw. 76%) für den von BREWER und KOTERBA (1988) entwickelten Score. Hier wurden jedoch lediglich Fohlen bis zu einem Alter von zehn Tagen untersucht, in der von BREWER und KOTERBA (1988) erstellten Studie wurden Fohlen bis zu einem Alter von 13 Tagen eingeschlossen. Darüber hinaus stand CORLEY und FURR (2003) eine größere Fallzahl zur Verfügung.

Erst kürzlich wurde der für das neonatale Fohlen entwickelte Score durch Anpassung der Referenzwerte der entsprechenden Vital- und Laborparameter für die Anwendung beim adulten Pferd modifiziert (BREUER u. SCHUSSER 2012). Er umfasste insgesamt 16 Parameter (siehe auch Kapitel 2.9.1) und erreichte eine Sensitivität von 96% und eine Spezifität von 100%. Einige der in diesem Score verwendeten Parameter wurden auch in der vorliegenden Untersuchung zur Patientenüberwachung herangezogen. Dazu zählen Verhalten, Herz- und Atemfrequenz, Körpertemperatur, Farbe der Schleimhäute sowie die Gesamtzahl der Leukozyten und der prozentuale Anteil stabkerniger neutrophiler Granulozyten. Die Untersuchung aller von BREUER und SCHUSSER (2012) genutzten Parameter wäre jedoch für die frühzeitige Erkennung einer Sepsis bei einem Pferd nach der Extraktion eines Zahnes sicherlich aussagekräftiger, als die Untersuchung einzelner ausgewählter Parameter.

Kommt es in Folge einer Zahnextraktion zu einer metastatischen Infektion oder einer Sepsis, ist die frühzeitig eingeleitete und an das Erregerspektrum angepasste antimikrobielle Chemotherapie von oberster Priorität. Ein Therapiebeginn innerhalb der ersten 24 Stunden nach initialer Entnahme einer Blutkultur verbesserte die Prognose septikämischer Patienten in der Humanmedizin deutlich (HARBARTH et al. 2003; KANG et al. 2005). Da der Erregernachweis mittels Blutkultur und ein dazugehöriger Resistenztest jedoch mehrere Tage in Anspruch nehmen, ist in der Regel der Beginn der Therapie bereits vor dem Vorliegen mikrobiologischer Ergebnisse indiziert. Aufgrund der in dieser Untersuchung gewonnen Erkenntnisse über das Keimspektrum der Bakteriämie im Zuge von Zahnextraktionen beim Pferd, sollte im Rahmen der Wirkstoffauswahl ein besonderes Augenmerk auf Streptokokken, grampositive und insbesondere gramnegative Anaerobier gelegt werden. Das gegen *Streptococcus spp.* nach wie vor gut wirksame β -Lactam Antibiotikum Penicillin zeigt eine weniger gute Wirkung gegenüber anaeroben Bakterien (SCHWARZ et al. 2007). Rund 20% untersuchter anaerober Isolate zeigten eine Resistenz gegenüber Penicillin (EVEN et al. 1998; CZARNECKI 2013). In der



Untersuchung von EVEN et al. (1998) zur Antibiotikaresistenzlage bei gramnegativen Anaerobiern konnten für Metronidazol, welches im Gegensatz zu Penicillin jedoch keine Wirksamkeit gegenüber *Streptococcus spp.* besitzt, keine Resistenzen festgestellt werden. In einer weiteren Untersuchung konnten jedoch bei Pferden mit Diarrhoe Metronidazol-resistente Stämme von *Clostridium difficile* isoliert werden (JANG et al. 1997). Metronidazol kommt beispielsweise bei der Therapie der Pleuropneumonie oder der Typhlocolitis des Pferdes zum Einsatz. In der Regel werden hierfür dreimal täglich 15 mg/kg Körpergewicht per os verabreicht (MAIR u. YEO 1987; MCGORUM et al. 1998).

Auch Amoxicillin mit Clavulansäure zeigte eine günstige Resistenzlage mit lediglich 1% resistenter anaerober Erreger im betrachteten Untersuchungsgut. Eine neuere veterinärmedizinische Untersuchung zeigt weiterhin eine günstige Resistenzlage von Anaerobiern gegenüber Metronidazol und Amoxicillin mit Clavulansäure (4% bzw. 0,7% resistente Isolate) (LAWHON et al. 2013). Derzeit sind jedoch keine für das Pferd zugelassenen Tierarzneimittel mit dem Wirkstoff Metronidazol oder der Kombination aus Amoxicillin und Clavulansäure erhältlich, was eine Umwidmung von für andere Tierarten zugelassenen Präparaten oder die Umwidmung humanmedizinischer Präparate erforderlich macht. Aktuelle humanmedizinische Untersuchungen zeigen zudem einen drastischen Anstieg der Resistenzen gegen Metronidazol mit bis zu 47,8% Resistenzen bei den untersuchten anaeroben Mikroorganismen (CZARNECKI 2013; CHAUDHARY u. PAYASI 2014). Die Entwicklung der Resistenzlage obligat anaerober Mikroorganismen sollte daher auch in der Veterinärmedizin weiter untersucht und verfolgt werden.

Penicilline, Cephalosporine sowie Trimethoprim in Kombination mit Sulfonamiden weisen eine gute Wirksamkeit gegen Streptokokken auf und sind als Arzneimittel für Pferde erhältlich (SCHWARZ et al. 2007).

Insbesondere humanmedizinische Untersuchungen beschäftigten sich mit der Möglichkeit einer antimikrobiell-chemotherapeutischen Prophylaxe vor Zahnextraktionen, um das Auftreten einer oralen Bakteriämie zu verhindern. Es zeigten sich kontroverse Ergebnisse. Einige Untersuchungen konnten eine signifikant niedrigere Bakteriämie-Inzidenz nach der prophylaktischen Verabreichung antimikrobieller Chemotherapeutika zeigen (GLASER et al. 1948; SHANSON et al. 1985; IMPERIALE u. HORWITZ 1990; LOCKHART et al. 2004; LOCKHART et al. 2008), in anderen Untersuchungen zeigte sich kein Einfluss auf das Auftreten einer



Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktionen (BLACK et al. 1980; HALL et al. 1996; LOCKHART u. DURACK 1999; RAJASUO et al. 2004). NORD und HEIMDAHL (1990) beschrieben jedoch, dass antimikrobielle Chemotherapeutika wie beispielsweise Penicillin die Adhäsionsfähigkeit von Bakterien herabsetzen konnten, was zur Folge hat, dass die bereits in die Blutbahn übergetretenen Bakterien weniger gut an Gewebe binden können und somit mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit metastatische Infektionen auslösen. Aufgrund der nicht eindeutigen Sachlage hinsichtlich der Wirksamkeit antimikrobieller Bakteriämie-Prophylaxe sowie den immer zu berücksichtigenden möglichen Nebenwirkungen oder Unverträglichkeitsreaktionen, wird sie derzeit nur noch einem kleinen Kreis an Patienten im Rahmen von Zahnbehandlungen und -extraktionen angeraten (W. WILSON et al. 2007). Insbesondere beim Pferd muss neben der ohnehin immer zu beachtenden Kosten-Nutzen Abwägung einer antimikrobiell-chemotherapeutischen Prophylaxe die als Nebenwirkung bekannte und unter Umständen fatal verlaufende Typhlocolitis in Betracht gezogen werden (MCGORUM u. PIRIE 2009).

Auch im Hinblick auf die aktuellen Diskussionen zum zunehmenden Auftreten bakterieller Resistenzen gegen antimikrobielle Chemotherapeutika, sollte ihr Einsatz im Rahmen von Zahnextraktionen für den jeweiligen Einzelfall unter Einhaltung der „Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln“ der Bundestierärztekammer (2015) kritisch überprüft und abgewogen werden.

Um ohne den Einsatz antimikrobieller Chemotherapeutika die Keimbelastung der Maulhöhle vor Beginn einer Zahnextraktion zu reduzieren und damit das Risiko einer in diesem Rahmen auftretenden Bakteriämie möglicherweise zu senken, ist die Spülung der Maulhöhle mit antiseptischen Spüllösungen denkbar. In humanmedizinischen Untersuchungen erbrachte insbesondere die gezielte Spülung der Spalte zwischen Gingiva und Zahn mit unterschiedlichen antiseptischen Spüllösungen eine Reduktion der Bakteriämie-Inzidenz (JONES et al. 1970; CUTCHER et al. 1971; JOKINEN 1978). Vergleichende Untersuchungen am Pferd wären notwendig um den Nutzen einer solchen Maßnahme bei Zahnextraktionen des Pferdes zu evaluieren. Jedoch konnte in der Untersuchung von BIENERT et al. (2003) eine Vielzahl der Infektionserreger vor allem in endodontischen oder apikalen Bereichen der Zähne nachgewiesen werden, die durch diese Maßnahmen nicht erreichbar wären.



Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass ein großer Prozentsatz von Pferden, die eine Zahnextraktion erfahren, eine transiente Bakteriämie entwickelt, die durch α -hämolyisierende Streptokokken sowie obligat anaerobe Bakterien dominiert wird. Sie birgt die Gefahr einer nachfolgenden Sepsis sowie metastatischer Infektionen anderer Organsysteme. Sollte der Einsatz antimikrobiell wirksamer Medikamente notwendig werden, sind das Keimspektrum sowie die jeweilige Resistenzlage zu berücksichtigen.



6 Zusammenfassung

Isabelle Kern (2015): Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie bei antibiotisch unbehandelten Pferden vor, während und nach der Extraktion von Zähnen

Das Auftreten bakteriämischer Phasen im Zusammenhang mit Zahnextraktionen ist in der Humanmedizin seit langem bekannt und konnte auch in der Kleintiermedizin bereits bestätigt werden. Schwerwiegende infektiöse Erkrankungen können die Folge dieser transienten Bakteriämie sein.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollte das Auftreten bakteriämischer Phasen im Zusammenhang mit Zahnextraktionen bei antibiotisch nicht vorbehandelten Pferden überprüft und das dabei auftretende Keimspektrum bestimmt und mit der Mikroflora der extrahierten Zähne verglichen werden.

Die Untersuchung wurde an insgesamt 20 Pferden durchgeführt, für die nach klinischer, maulhöhlenendoskopischer und röntgenologischer Untersuchung die Indikation zur Extraktion eines Zahnes gestellt wurde. Zehn dieser Pferde erfuhren die Extraktion eines Backenzahnes, die anderen zehn wurden der Extraktion eines Schneide- oder Hengstzahnes unterzogen.

Zum Nachweis einer Bakteriämie wurden zu verschiedenen Zeitpunkten vor, während und nach der Operation Blutproben gewonnen, die mithilfe des Blutkultursystems Oxoid SIGNAL (Oxoid Limited, Großbritannien) auf bakterielles Wachstum untersucht wurden. Darüber hinaus wurden Blutproben zur Bestimmung labordiagnostischer Parameter gewonnen. Die Pferde wurden während des gesamten Eingriffes sowie im perioperativen Zeitraum klinisch überwacht.

Insgesamt zeigten 18 der 20 Probanden zu mindestens einem Zeitpunkt während der Zahnextraktion eine Bakteriämie. Bei zwei Probanden bestand schon vor Beginn des Eingriffes eine Bakteriämie, bei einem dieser Pferde dauerte sie bis über das Ende der Operation an. Noch ein weiteres Pferd war bis über das Ende der Zahnextraktion hinaus bakteriämisch.



Bei der Auswertung der Blutkulturen konnten Bakterien 13 verschiedener Gattungen isoliert werden. Bei zwölf Pferden konnten sowohl aerobe als auch anaerobe Mikroorganismen nachgewiesen werden. Die Blutkulturen von zwei Probanden wiesen nur obligat anaerob wachsende Bakterien auf und bei vier Pferden wurden ausschließlich aerobe Infektionserreger identifiziert. Die dominierenden aeroben Gattungen waren *Streptococcus spp.* und *Actinomyces spp.*. Unter den Anaerobiern wurden *Fusobacterium spp.* und *Prevotella spp.* am häufigsten nachgewiesen.

Die aus den Tupferproben der extrahierten Zähne isolierten Bakteriengattungen stimmten zu einem großen Teil mit den in der Blutkultur nachgewiesenen Gattungen überein. Die für ausgewählte Isolate durchgeführte 16S rDNA-Sequenzierung konnte keinen gesicherten Zusammenhang zwischen den Spezies der Maulhöhlenflora und denen der Blutkulturen zeigen. Jedoch sprechen das insgesamt nachgewiesene Keimspektrum sowie der enge zeitliche Zusammenhang zwischen Zahnextraktion und dem Auftreten einer Bakteriämie für die Maulhöhle als Eintrittspforte der im Blut aufgefundenen Erreger.

Eine Korrelation zwischen labordiagnostischen Parametern und dem Vorliegen bakteriämischer Phasen konnte nicht nachgewiesen werden.

Die vorliegende Studie weist erstmalig nach, dass auch beim Pferd transiente Bakteriämien im Rahmen von Zahnextraktionen auftreten. Sie verdeutlicht, dass eine perioperative Patientenüberwachung sinnvoll ist, um möglicherweise auftretende Folgeerkrankungen frühzeitig erkennen und, falls notwendig, eine adäquate Therapie einleiten zu können. Soll ein antimikrobielles Chemotherapeutikum eingesetzt werden, ist bei der Wahl eines geeigneten Wirkstoffes die häufige Isolierung von Anaerobiern sowie deren Resistenzlage besonders zu berücksichtigen.



7 Summary

Isabelle Kern (2015): Proof or disproof of bacteraemia in antibioticly untreated horses before, during and after tooth extraction

The occurrence of bacteraemia in association with tooth extractions has already been shown in human and small animal medicine. Severe infectious sequelae are a potential consequence of this transient bacteraemia.

The aim of this study was to examine the occurrence of bacteraemic phases in association with tooth extraction in antibioticly untreated horses, determining the bacterial spectrum and comparing it to the microflora of the extracted teeth.

The study population consisted of 20 horses, in which the results of clinical, oral endoscopic and radiographic examinations indicated the necessity for tooth extraction. In ten horses a cheek tooth was extracted, the remaining ten horses underwent extraction of a canine or incisor tooth.

Microbiological examination of blood samples taken at different times before, during and after surgery, was performed using the Oxoid SIGNAL blood culture system (Oxoid Limited, Great Britain). Furthermore, blood samples were obtained for laboratory diagnostics. Horses were monitored clinically during surgery as well as perioperatively.

Bacteraemia occurred in 18 of 20 patients in at least one point during tooth extraction. Two horses showed bacteraemia before surgery, in one of them bacteraemia outlasted the procedure. Another horse was bacteraemic past the end of the tooth extraction.

Altogether, 13 different bacterial genera were isolated from blood cultures. In 12 horses aerobic as well as anaerobic microorganisms were identified. The blood cultures of two horses contained strictly anaerobic isolates only, the cultures of another four horses showed growth of only aerobic bacteria. The dominating aerobic genera were *Streptococcus spp.* and *Actinomyces spp.*. Among the anaerobes, *Fusobacterium spp.* and *Prevotella spp.* were most commonly found.



Bacterial genera isolated from swab samples obtained from the extracted teeth, largely corresponded with those identified from blood cultures. Nevertheless, 16S rDNA-sequencing, performed for selected isolates, showed poor correlation between species from the oral cavity and those found in blood cultures. Despite this, the detected bacterial spectrum as well as the temporal connection between tooth extraction and bacteraemia suggest the oral cavity as portal of entry for the bacteria found in the blood samples.

No connection was found between laboratory parameters and the presence of bacteraemia.

This study is the first to show that transient bacteraemia commonly accompanies tooth extraction in the horse. In the light of these results, perioperative monitoring of the equine patient seems reasonable to promptly identify sequelae and initiate adequate therapy if necessary. If antimicrobial chemotherapy is required, the common isolation of anaerobes and their resistance situation have to be considered.



8 Literaturverzeichnis

AALBÆK, B., S. ØSTERGAARD, R. BUHL, H. E. JENSEN, H. CHRISTENSEN u. M. BISGAARD (2007):

Actinobacillus equuli subsp. equuli associated with equine valvular endocarditis.
APMIS 115, 1437-1442

AAS, J. A., A. L. GRIFFEN, S. R. DARDIS, A. M. LEE, I. OLSEN, F. E. DEWHIRST, E. J. LEYS u. B. J. PASTER (2008):

Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults.
J. Clin. Microbiol. 46, 1407-1417

AAS, J. A., B. J. PASTER, L. N. STOKES, I. OLSEN u. F. E. DEWHIRST (2005):

Defining the normal bacterial flora of the oral cavity.
J. Clin. Microbiol. 43, 5721-5732

ALBER, G., M. MOOS, M. PFEFFER, H.-J. SELBITZ, P. VALENTIN-WEIGAND (2011):

Infektionslehre.

In: H.-J. SELBITZ, U. TRUYEN u. P. VALENTIN-WEIGAND (Hrsg.): Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre
9. Aufl., Verlag Enke, Stuttgart, S. 2-47

ANDRES, B. M., D. D. TAUB, I. GURKAN u. J. F. WENZ (2003):

Postoperative fever after total knee arthroplasty: the role of cytokines.
Clin. Orthop. 415, 221-231

AUCKENTHALER, R., D. ILSTRUP u. J. WASHINGTON (1982a):

Comparison of recovery of organisms from blood cultures diluted 10% (volume/volume) and 20% (volume/volume).
J. Clin. Microbiol. 15, 860-864

BACH, F. S., G. BODO, J. M. KUEMMERLE, A. BIENERT-ZEIT, E. K. HAINISCH u. H. SIMHOFER (2014):

Bacterial meningitis after sinus surgery in five adult horses.
Vet. Surg. 43, 697-703

BAILEY, G., u. D. N. LOVE (1991):

Oral associated bacterial infection in horses: studies on the normal anaerobic flora from the pharyngeal tonsillar surface and its association with lower respiratory tract and paraoral infections.

Vet. Microbiol. 26, 367-379

BAILEY, G., L. MOORE, D. N. LOVE u. J. JOHNSON (1988):

Bacteroides heparinolyticus: deoxyribonucleic acid relatedness of strains from the oral cavity and oral-associated disease conditions of horses, cats and humans.

Int. J. Syst. Bacteriol. 38, 42-44



- BAILIE, W. E., E. C. STOWE u. A. M. SCHMITT (1978):
Aerobic bacterial flora of oral and nasal fluids of canines with reference to bacteria associated with bites.
J. Clin. Microbiol. 7, 223-231
- BAKER, G. J. (1970):
Some aspects of equine dental disease.
Equine Vet. J. 2, 105-110
- BARAKZAI, S. Z. (2011):
Dental imaging.
In: J. EASLEY, P. M. DIXON u. J. SCHUMACHER (Hrsg.): Equine Dentistry
3. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, Philadelphia, S. 199-230
- BARATT, R. (2007):
Equine incisor resorptive lesions.
Proceedings of the 21st Annual Veterinary Dental Forum, Minneapolis, USA, 23-30
- BARBEE, D. D., J. R. ALLEN u. P. R. GAVIN (1987):
Computed tomography in horses.
Vet. Radiolol. Ultrasound 28, 144-151
- BARTMANN, C., u. A. BIENERT-ZEIT (2012):
Zur Sedierung bei der Gebissuntersuchung und -behandlung des Pferdes.
Prakt. Tierarzt 10, 708-717
- BARTMANN, C., A. BIENERT-ZEIT, P. FAHRENKRUG, M. NOWA, P. STEIZER, C. VOGT u. E. SCHUELE (2010):
Recommendations for clinical nomenclature and documentation of findings in dentistry of the horse.
Prakt. Tierarzt 91, 768-771
- BARTMANN, C., B. FRÜHAUF u. E. DEEGEN (1997):
Septic arthritis of the temporomandibular joint in two horses.
Vet. Comp. Orthopaed. Traumatol. 10, 65
- BARTMANN, C., M. PETERS, G. AMTSBERG u. E. DEEGEN (2002):
Dentogene Sinusitis durch gramnegative Anaerobier beim Pferd.
Tierärztl. Prax. 30, 178-183
- BIENERT, A. (2002)
Digitalradiographische, computertomographische und mikrobiologische Untersuchungen bei Backenzahnerkrankungen des Pferdes.
Berlin, Freie Univ. Fachber. Veterinärmed., Diss.
- BIENERT, A., u. C. P. BARTMANN (2008):
Kronenteilfrakturen im Bereich der Backenzähne des Pferdes.
Tierärztl. Prax. 36, 266-272



- BIENERT, A., C. P. BARTMANN, J. VERSPOHL u. E. DEEGEN (2003):
Bakteriologische Befunde bei endodontischen und apikalen Erkrankungen der Backenzähne des Pferdes.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 110, 358-361
- BIK, E. M., C. D. LONG, G. C. ARMITAGE, P. LOOMER, J. EMERSON, E. F. MONGODIN, K. E. NELSON, S. R. GILL, C. M. FRASER-LIGGETT u. D. A. RELMAN (2010):
Bacterial diversity in the oral cavity of 10 healthy individuals.
ISME J. 4, 962-974
- BLACK, A. P., A. M. CRICHLLOW u. J. R. SAUNDERS (1980):
Bacteremia during ultrasonic teeth cleaning and extraction in the dog.
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 16, 611-616
- BONE, R. C., R. A. BALK, F. B. CERRA, R. P. DELLINGER, A. M. FEIN, W. A. KNAUS, R. SCHEIN u. W. J. SIBBALD (1992):
Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine.
Chest 101, 1644-1655
- BONSU, B. K., u. M. B. HARPER (2003):
Identifying febrile young infants with bacteremia: is the peripheral white blood cell count an accurate screen?
Ann. Emerg. Med. 42, 216-225
- BREUER, J., u. G. F. SCHUSSER (2012):
Erstellung eines Septikämie-Scores für adulte Pferde.
Pferdeheilkd. 28, 421-428
- BREWER, B. D., u. A. M. KOTERBA (1985):
The diagnosis and treatment of equine neonatal septicemia.
Proceedings of the 31st annual convention of the American Association of Equine Practitioners, USA, 127-135
- BREWER, B. D., u. A. M. KOTERBA (1988):
Development of a scoring system for the early diagnosis of equine neonatal sepsis.
Equine Vet. J. 20, 18-22
- BROOK, I., S. GRIMM u. R. B. KIELICH (1981):
Bacteriology of acute periapical abscess in children.
J. Endod. 7, 378-380
- BRYANT, J., u. C. STRAND (1987):
Reliability of blood cultures collected from intravascular catheter versus venipuncture.
Am. J. Clin. Pathol. 88, 113-116
- BUNDESTIERÄRZTEKAMMER (2015)
Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln.
Beilage zum Deutschen Tierärzteblatt 3/2015



- BURKET, L., u. C. BURN (1937):
Bacteremias following dental extraction. Demonstration of source of bacteria by means of a non-pathogen (*Serratia marcescens*).
J. Dent. Res. 16, 521-530
- CALDWELL, L. (2007):
Clinical features of chronic disease of the anterior dentition in horses.
Proceedings of the 21st Annual Veterinary Dental Forum, Minneapolis, USA, 18-21
- CARMALT, J. (2003):
Understanding the equine diastema.
Equine Vet. Educ. 15, 34-35
- CARMONA, I. T., P. D. DIOS u. C. SCULLY (2002):
An update on the controversies in bacterial endocarditis of oral origin.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 93, 660-670
- CATERINO, J. M., M. D. SCHEATZLE, M. L. FORBES u. J. A. D'ANTONIO (2004):
Bacteremic elder emergency department patients: procalcitonin and white count.
Acad. Emerg. Med. 11, 393-396
- CHAUDHARY, M., u. A. PAYASI (2014):
Emerging Metronidazole resistance in anaerobes and mapping their susceptibility behaviour.
Am. J. Infect. Dis. 10, 56-63
- CHRISTMAN, J. F., u. D. G. DOHERTY (1956):
The antimicrobial action of heparin.
J. Bacteriol. 72, 433-435
- CLAPPER, W. E., u. G. H. MEADE (1963):
Normal flora of the nose, throat and lower intestine of dogs.
J. Bacteriol. 85, 643-648
- CLSI (2007):
Principles and procedures for blood cultures; Approved guideline.
CLSI document M47-A. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute
- CLSI (2008):
Interpretive criteria for identification of bacteria and fungi by DNA target sequencing; Approved guideline.
CLSI document MM18-A. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute
- COBE, H. M. (1954):
Transitory bacteremia.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 7, 609-615
- COLLINS, M. D., T. LUNDSTRÖM, C. WELINDER-OLSSON, I. HANSSON, O. WATTLE, R. A. HUDSON u. E. FALSEN (2004):
Streptococcus devriesei sp. nov., from equine teeth.
Syst. Appl. Microbiol. 27, 146-150



- CORLEY, K. T., u. M. O. FURR (2003):
Evaluation of a score designed to predict sepsis in foals.
J. Vet. Emerg. Crit. Care 13, 149-155
- COX, A., P. DIXON u. S. SMITH (2012):
Histopathological lesions associated with equine periodontal disease.
Vet. J. 194, 386-391
- CRABILL, M. R., u. J. SCHUMACHER (1998):
Pathophysiology of acquired dental diseases of the horse.
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 14, 291-307
- CRAWFORD, J. J., J. SCONYERS, J. D. MORIARTY, R. C. KING u. J. F. WEST (1974):
Bacteremia after tooth extractions studied with the aid of prereduced anaerobically sterilized culture media.
Appl. Microbiol. 27, 927-932
- CUFF, A. (1906):
A contribution to the operative treatment of puerperal pyæmia, with report of a successful case.
BJOG - Int. J. Obstet. Gy. 9, 317-322
- CUTCHER, J. L., J. R. GOLDBERG, G. E. LILLY u. J. C. JONES (1971):
Control of bacteremia associated with extraction of teeth: Part II.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 31, 602-605
- CZARNECKI, C. (2013)
Untersuchungen zur Antibiotikaresistenz anaerober Bakterien als Erreger dentogener Infektionen.
Jena, Friedrich-Schiller-Univ., Fachber. Med., Diss
- DACRE, I. T., S. KEMPSON u. P. M. DIXON (2007):
Equine idiopathic cheek teeth fractures. Part 1: Pathological studies on 35 fractured cheek teeth.
Equine Vet. J. 39, 310-318
- DACRE, I. T., S. KEMPSON u. P. M. DIXON (2008a):
Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse: 4. Aetiopathological findings in 41 apically infected mandibular cheek teeth.
Vet. J. 178, 341-351
- DACRE, I. T., S. KEMPSON u. P. M. DIXON (2008b):
Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse: 5. Aetiopathological findings in 57 apically infected maxillary cheek teeth and histological and ultrastructural findings.
Vet. J. 178, 352-363
- DAJANI, A. S., K. A. TAUBERT, W. WILSON, A. F. BOLGER, A. BAYER, P. FERRIERI, M. H. GEWITZ, S. T. SHULMAN, S. NOURI u. J. W. NEWBURGER (1997):



Prevention of bacterial endocarditis recommendations by the American Heart Association.

Circulation 96, 358-366

DEACON, A., B. DUERDEN u. W. HOLBROOK (1978):

Gas-liquid chromatographic analysis of metabolic products in the identification of Bacteroidaceae of clinical interest.

J. Med. Microbiol. 11, 81-99

DEBELIAN, G. J., I. OLSEN u. L. TRONSTAD (1995):

Bacteremia in conjunction with endodontic therapy.

Dent. Traumatol. 11, 142-149

DESROCHERS, A. G. ST-JEAN, D. E. ANDERSON, D. P. ROGERS u. M. CHENGAPPA (1996):

Comparative evaluation of two surgical scrub preparations in cattle.

Vet. Surg. 25, 336-341

DIBB, W., A. DIGRANES u. S. TØNJUM (1981):

Actinobacillus lignieresii infection after a horse bite.

BMJ 283, 583-584

DIENSTKNECHT, T., M. G. SCHWACHA, S.-C. KANG, L. W. RUE III, K. I. BLAND u. I. H. CHAUDRY (2004):

Sex steroid-mediated regulation of macrophage/monocyte function in a two-hit model of trauma-hemorrhage and sepsis.

Cytokine 25, 110-118

DIXON, P. M. (2006):

Apical infections of cheek teeth and their oral extraction.

Proceedings of the American Association of Equine Practitioners Focus Meeting. Indianapolis, USA

DIXON, P. M. (2011):

Dental anatomy.

In: J. EASLEY, P. M. DIXON u. J. SCHUMACHER (Hrsg.): Equine Dentistry 3. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, Philadelphia, S. 51-76

DIXON, P. M., I. DACRE, K. DACRE, W. H. TREMAINE, J. MCCANN u. S. BARAKZAI (2005a):

Standing oral extraction of cheek teeth in 100 horses (1998-2003).

Equine Vet. J. 37, 105-112

DIXON, P. M., J. EASLEY u. A. EKMANN (2005b):

Supernumerary teeth in the horse.

Clin. Tech. Equine Pract. 4, 155-161



DIXON, P. M., W. TREMAINE, K. PICKLES, L. KUHNS, C. HAWE, J. MCCANN, B. MCGORUM, D. RAILTON u. S. BRAMMER (1999a):
Equine dental disease Part 1: A long-term study of 400 cases: disorders of incisor, canine and first premolar teeth.
Equine Vet. J. 31, 369-377

DIXON, P. M., W. TREMAINE, K. PICKLES, L. KUHNS, C. HAWE, J. MCCANN, B. MCGORUM, D. RAILTON u. S. BRAMMER (1999b):
Equine dental disease Part 2: a long-term study of 400 cases: disorders of development and eruption and variations in position of the cheek teeth.
Equine Vet. J. 31, 519-528

DIXON, P. M., W. TREMAINE, K. PICKLES, L. KUHNS, C. HAWE, J. MCCANN, B. MCGORUM, D. RAILTON u. S. BRAMMER (2000a):
Equine dental disease Part 3: a long-term study of 400 cases: disorders of wear, traumatic damage and idiopathic fractures, tumours and miscellaneous disorders of the cheek teeth.
Equine Vet. J. 32, 9-18

DIXON, P. M., W. H. TREMAINE, K. PICKLES, L. KUHNS, C. HAWE, J. MCCANN, B. C. MCGORUM, D. I. RAILTON u. S. BRAMMER (2000b):
Equine dental disease Part 4: a long-term study of 400 cases: apical infections of cheek teeth.
Equine Vet. J. 32, 182-194

DOERN, C. D., u. C.-A. D. BURNHAM (2010):
It's not easy being green: the viridans group streptococci, with a focus on pediatric clinical manifestations.
J. Clin. Microbiol. 48, 3829-3835

DÖNSELNANN IM SANDE, P. (2013)
Der Einfluss verschiedener Morphinderivate auf den thermischen nozizeptiven Schwellenwert beim Pferd.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

DOW, S., u. R. JONES (1989):
Bacteremia: pathogenesis and diagnosis.
Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. 11, 432-444

DUNCANSON, G. R. (2010):
Dentistry.
In: G. R. DUNCANSON (Hrsg.): Veterinary treatment for working equines
Verlag CAB International, Wallingford, UK, S. 72-91

DUNNE, W. M., F. S. NOLTE, M. L. WILSON u. J. A. HINDLER (1997):
Blood cultures III.
In: Hindler J, Cumitech, Washington DC, USA, American Society for Microbiology



- EASLEY, J. (2002):
A new look at dental radiology.
Proceedings of the 48th Annual American Association of Equine Practitioners
Convention, USA, 412-420
- EASLEY, J. (2011):
Dental and oral examination.
In: J. EASLEY, P. M. DIXON, J. SCHUMACHER (Hrsg.): Equine Dentistry
3. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, Philadelphia, S. 185-198
- EDBERG, S. C., C. J. BOTTENBLEY u. K. GAM (1976):
Use of sodium polyanethol sulfonate to selectively inhibit aminoglycoside and
polymyxin antibiotics in a rapid blood level antibiotic assay.
Antimicrob. Agents Chemother. 9, 414-417
- ELLIOTT, D. R., M. WILSON, C. M. BUCKLEY u. D. A. SPRATT (2005):
Cultivable oral microbiota of domestic dogs.
J. Clin. Microbiol. 43, 5470-5476
- ELLIOTT, S. D. (1939):
Bacteraemia and Oral Sepsis: (Section of Odontology).
Proceedings of the Royal Society of Medicine 32, 747-754
- ESCANDE, F., E. VALLEE u. F. AUBART (1997):
Pasteurella caballi infection following a horse bite.
Zentralbl. Bakteriologie 285, 440-444
- EVALDSON, G., A. HEIMDAHL, L. KAGER u. C. E. NORD (1982):
The normal human anaerobic microflora.
Scand. J. Infect. Dis. Suppl. 35, 9-15
- EVEN, H., J. ROHDE, J. VERSPOHL, M. RYLL u. G. AMTBERG (1998):
Untersuchungen zum Vorkommen und zur Antibiotikaresistenz gramnegativer
Anaerobier der Gattungen Bacteroides, Prevotella, Porphyromonas und
Fusobacterium im Untersuchungsmaterial erkrankter Tiere.
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 111, 379-386
- EVERTS, R. J., u. H. HARDING (2004):
Catheter-drawn blood cultures: is withdrawing the heparin lock beneficial?
Pathology 36, 170-173
- EVERTS, R. J., E. N. VINSON, P. O. ADHOLLA u. L. B. RELLER (2001):
Contamination of catheter-drawn blood cultures.
J. Clin. Microbiol. 39, 3393-3394
- FELNER, J. M., u. V. DOWELL (1970):
Anaerobic bacterial endocarditis.
N. Engl. J. Med. 283, 1188-1192



- FINEGOLD, S. (1993):
Host factors predisposing to anaerobic infections.
FEMS Immunol. Med. Microbiol. 6, 159-163
- FLOYD, M. (1991):
The modified Triadan system: nomenclature for veterinary dentistry.
J. Vet. Dent. 8, 18-19
- FORNER, L., T. LARSEN, M. KILIAN u. P. HOLMSTRUP (2006):
Incidence of bacteremia after chewing, tooth brushing and scaling in individuals with periodontal inflammation.
J. Clin. Periodontol. 33, 401-407
- FRENCH, M., H. E. EITZEN u. M. A. RITTER (1976):
The plastic surgical adhesive drape: an evaluation of its efficacy as a microbial barrier.
Ann. Surg. 184, 46-50
- GAREIS, M., K. E. SEIDEL u. T. DIEHL (1996):
Erfahrungen mit dem Einsatz eines Blutkultursystems zum Nachweis klinisch relevanter Bakterien in der veterinärmedizinischen Diagnostik.
Tierärztl. Prax. 24, 419-425
- GERDES, J. S. (1991):
Clinicopathologic approach to the diagnosis of neonatal sepsis.
Clin. Perinatol. 18, 361-381
- GERLACH, K., W. BREHM, H. GERHARDS u. E. LUDEWIG (2011):
Diagnostik von Erkrankungen der Backenzähne des Pferdes mittels Magnetresonanztomographie.
Pferdeheilkd. 27, 711-718
- GILL, V., C. ZIERDT, T. WU, F. STOCK, P. PIZZO u. J. MACLOWRY (1984):
Comparison of lysis-centrifugation with lysis-filtration and a conventional unvented bottle for blood cultures.
J. Clin. Microbiol. 20, 927-932
- GLASER, R. J., A. DANKNER, S. B. MATHES u. C. G. HARFORD (1948):
Effect of penicillin on the bacteremia following dental extraction.
Am. J. Med. 4, 55-65
- GLITZ, F., u. E. DEEGEN (2010):
Allgemeine Untersuchung.
In: H. WISSDORF, H. GERHARDS, B. HUSKAMP u. E. DEEGEN (Hrsg.):
Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes
3. Aufl., Verlag M.&H. Schaper, Hannover, S. 856-859
- HAGEL, S., M. PLETZ, F. BRUNKHORST, H. SEIFERT u. W. KERN (2013):
Bakteriämie und Sepsis.
Internist (Berl.) 54, 399-407



- HAGUE, B. A., C. M. HONNAS, R. B. SIMPSON u. J. G. PELOSO (1997):
Evaluation of skin bacterial flora before and after aseptic preparation of clipped and nonclipped arthrocentesis sites in horses.
Vet. Surg. 26, 121-125
- HALL, G., A. HEIMDAHL u. C. E. NORD (1996):
Effects of prophylactic administration of cefaclor on transient bacteremia after dental extraction.
Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis. 15, 646-649
- HARARI, J., T. E. BESSER, S. B. GUSTAFSON u. K. MEINKOTH (1993):
Bacterial isolates from blood cultures of dogs undergoing dentistry.
Vet. Surg. 22, 27-30
- HARBARTH, S., J. GARBINO, J. PUGIN, J. A. ROMAND, D. LEW u. D. PITTET (2003):
Inappropriate initial antimicrobial therapy and its effect on survival in a clinical trial of immunomodulating therapy for severe sepsis.
Am. J. Med. 115, 529-535
- HARDHAM, J., K. DREIER, J. WONG, C. SFINTESCU u. R. T. EVANS (2005):
Pigmented-anaerobic bacteria associated with canine periodontitis.
Vet. Microbiol. 106, 119-128
- HARVEY, C. E. (1998):
Periodontal disease in dogs. Etiopathogenesis, prevalence, and significance.
Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 28, 1111-1128
- HEIMDAHL, A., G. HALL, M. HEDBERG, H. SANDBERG, P. O. SÖDER, K. TUNÉR u. C. E. NORD (1990):
Detection and quantitation by lysis-filtration of bacteremia after different oral surgical procedures.
J. Clin. Microbiol. 28, 2205-2209
- HEIMDAHL, A., L. VON KONOW, T. SATOH u. C. NORD (1985):
Clinical appearance of orofacial infections of odontogenic origin in relation to microbiological findings.
J. Clin. Microbiol. 22, 299-302
- HENNET, P., u. C. E. HARVEY (1991a):
Anaerobes in periodontal disease in the dog: a review.
J. Vet. Dent. 8, 18-21
- HENNET, P., u. C. E. HARVEY (1991b):
Aerobes in periodontal disease in the dog: a review.
J. Vet. Dent. 8, 9-11
- HENNINGER, W., E. MAIRI FRAME, M. WILLMANN, H. SIMHOFER, D. MALLECZEK, S. M. KNEISSL u. E. MAYRHOFER (2003):
CT features of alveolitis and sinusitis in horses.
Vet. Radiol. Ultrasound 44, 269-276



- HORDER, T. J. (1909):
Infective endocarditis with an analysis of 150 cases and with special reference to the chronic form of the disease.
QJM, 289-324
- IMPERIALE, T. F., u. R. I. HORWITZ (1990):
Does prophylaxis prevent postdental infective endocarditis? A controlled evaluation of protective efficacy.
Am. J. Med. 88, 131-136
- INGHAM, H. R., R. M. KALBAG, D. THARAGONNET, A. S. HIGH, R. P. SENGUPTA u. J. B. SELKON (1978):
Abscesses of the frontal lobe of the brain secondary to covert dental sepsis.
Lancet 312, 497-499
- ISAACMAN, D. J., u. R. B. KARASIC (1990):
Utility of collecting blood cultures through newly inserted intravenous catheters.
Pediatr. Infect. Dis. J. 9, 815-817
- JANG, S., L. HANSEN, J. BREHER, D. RILEY, K. MAGDESIAN, J. MADIGAN, Y. TANG, J. SILVA u. D. HIRSH (1997):
Antimicrobial susceptibilities of equine isolates of Clostridium difficile and molecular characterization of metronidazole-resistant strains.
Clin. Infect. Dis. 25, 266-267
- JAWA, R. S., S. ANILLO, K. HUNTOON, H. BAUMANN u. M. KULAYLAT (2011):
Interleukin-6 in surgery, trauma, and critical care part II: clinical implications.
Intensive Care Med. 26, 73-87
- JENSEN, A., L. HAGELSKJAER KRISTENSEN, H. NIELSEN u. J. PRAG (2008):
Minimum requirements for a rapid and reliable routine identification and antibiogram of Fusobacterium necrophorum.
Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis. 27, 557-563
- JOHNSON, T. J., u. C. M. PORTER (2006):
Infundibular caries.
American Association of Equine Practitioners Focus on Dentistry Meeting, Lexington, USA, 101-108
- JOKINEN, M. A. (1978):
Prevention of postextraction bacteremia by local prophylaxis.
Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 7, 450-452
- JONES, J. C., J. L. CUTCHER, J. R. GOLDBERG u. G. E. LILLY (1970):
Control of bacteremia associated with extraction of teeth.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 30, 454-459
- KAHN, L., u. B. STYRT (1997):
Necrotizing soft tissue infections reported with nonsteroidal antiinflammatory drugs.
Ann. Pharmacother. 31, 1034-1039



KANG, C.-I., S.-H. KIM, W. B. PARK, K.-D. LEE, H.-B. KIM, E.-C. KIM, M.-D. OH u. K.-W. CHOE (2005):

Bloodstream infections caused by antibiotic-resistant gram-negative bacilli: risk factors for mortality and impact of inappropriate initial antimicrobial therapy on outcome.

Antimicrob. Agents Chemother. 49, 760-766

KEIJSER, B., E. ZAURA, S. HUSE, J. VAN DER VOSSSEN, F. SCHUREN, R. MONTIJN, J. TEN CATE u. W. CRIELAARD (2008):

Pyrosequencing analysis of the oral microflora of healthy adults.

J. Dent. Res. 87, 1016-1020

KHAIRAT, O. (1966):

The non-aerobes of post-extraction bacteremia.

J. Dent. Res. 45, 1191-1197

KINNS, J., u. A. PEASE (2009):

Computed tomography in the evaluation of the equine head.

Equine Vet. Educ. 21, 291-294

KLUGH, D. O. (2005):

Equine periodontal disease.

Clin. Tech. Equine Pract. 4, 135-147

KOTERBA, A. M., B. D. BREWER u. F. A. TARPLEE (1984):

Clinical and clinicopathological characteristics of the septicaemic neonatal foal: Review of 38 cases.

Equine Vet. J. 16, 376-382

KROGSTAD, D., P. MURRAY, G. GRANICH, A. NILES, J. LADENSON u. J. DAVIS (1981):

Sodium polyanethol sulfonate inactivation of aminoglycosides.

Antimicrob. Agents Chemother. 20, 272-274

KUMAR, P., A. GRIFFEN, J. BARTON, B. J. PASTER, M. MOESCHBERGER u. E. LEYS (2003):

New bacterial species associated with chronic periodontitis.

J. Dent. Res. 82, 338-344

LANE, J. G. (1994):

A review of dental disorders of the horse, their treatment and possible fresh approaches to management.

Equine Vet. Educ. 6, 13-21

LAWHON, S., A. TAYLOR u. V. FAJT (2013):

Frequency of resistance in obligate anaerobic bacteria (isolated from dogs, cats, and horses) to antimicrobial agents.

J. Clin. Microbiol. 51, 3804-3810



- LAZANSKY, J. P., L. ROBINSON u. L. RODOFSKY (1949):
Factors influencing the incidence of bacteremias following surgical procedures in the oral cavity.
J. Dent. Res. 28, 533-543
- LEMAY, L., A. J. VANDER u. M. J. KLUGER (1990):
Role of interleukin 6 in fever in rats.
Am. J. Physiol. 258, 798-803
- LI, J., J. J. PLORDE u. L. G. CARLSON (1994):
Effects of volume and periodicity on blood cultures.
J. Clin. Microbiol. 32, 2829-2831
- LI, X., L. TRONSTAD u. I. OLSEN (1999):
Brain abscesses caused by oral infection.
Dent. Traumatol. 15, 95-101
- LIEBICH, H. G. (2010):
Verdauungsapparat (Apparatus digestorius).
In: H. G. Liebich (Hrsg.): Funktionelle Histologie der Haustiere und Vögel
5. Aufl., Verlag Schattauer, Stuttgart, S. 191-254
- LINDHE, J., S.-E. HAMP u. H. LÖE (1975):
Plaque induced periodontal disease in beagle dogs.
J. Periodont. Res. 10, 243-255
- LINDQVIST, C., u. P. SLÄTIS (1985):
Dental bacteremia - a neglected cause of arthroplasty infections?: Three hip cases.
Acta Orthop. 56, 506-508
- LOCKHART, P., M. T. BRENNAN, M. L. KENT, H. J. NORTON u. D. A. WEINRIB (2004):
Impact of amoxicillin prophylaxis on the incidence, nature, and duration of bacteremia in children after intubation and dental procedures.
Circulation 109, 2878-2884
- LOCKHART, P., M. T. BRENNAN, H. C. SASSER, P. C. FOX, B. J. PASTER u. F. K. BAHRANI-MOUGEOT (2008):
Bacteremia associated with toothbrushing and dental extraction.
Circulation 117, 3118-3125
- LOCKHART, P., u. D. T. DURACK (1999):
Oral microflora as a cause of endocarditis and other distant site infections.
Infect. Dis. Clin. North Am. 13, 833-850
- LOVE, D. N., J. L. JOHNSON u. L. V. H. MOORE (1989):
Bacteroides species from the oral cavity and oral-associated diseases of cats.
Vet. Microbiol. 19, 275-281



- LOVE, D. N., R. VEKSELSTEIN u. S. COLLINGS (1990):
The obligate and facultatively anaerobic bacterial flora of the normal feline gingival margin.
Vet. Microbiol. 22, 267-275
- LUNDSTRÖM, T. S., G. G. DAHLÉN u. O. S. WATTLE (2007):
Caries in the infundibulum of the second upper premolar tooth in the horse.
Acta Vet. Scand. 49, 10-17
- ŁYCZEWSKA-MAZURKIEWICZ, S., J. KURYSZKO, A. PRZETOCKA-WYDRO u. P. KUROPKA (2003):
Equine masticatory organ. Part II. Parodontium.
Acta Bioeng. Biomech. 5, 37-45
- MACDONALD, M. (1993):
Clinical examination of the equine head.
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 9, 25-48
- MACKINTOSH, M. E., u. C. M. COLLES (1987):
Anaerobic bacteria associated with dental abscesses in the horse and donkey.
Equine Vet. J. 19, 360-362
- MAIR, T., u. S. YEO (1987):
Equine pleuropneumonia: the importance of anaerobic bacteria and the potential value of metronidazole in treatment.
Vet. Rec. 121, 109-110
- MARSH, P. D. (1994):
Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease.
Adv. Dent. Res. 8, 263-271
- MARSH, P. D. (2000):
Role of the oral microflora in health.
Microb. Ecol. Health D. 12, 130-137
- MAXSON, A. D., u. V. B. REEF (1997):
Bacterial endocarditis in horses: ten cases (1984-1995).
Equine Vet. J. 29, 394-399
- MCBRYDE, E., M. TILSE u. J. MCCORMACK (2005):
Comparison of contamination rates of catheter-drawn and peripheral blood cultures.
J. Hosp. Infect. 60, 118-121
- MCENTEGART, M., u. J. PORTERFIELD (1949):
Bacteraemia following dental extractions.
Lancet 254, 596-598
- MCGORUM, B., P. DIXON u. D. SMITH (1998):
Use of metronidazole in equine acute idiopathic toxæmic colitis.
Vet. Rec. 142, 635-638



MCGORUM, B., u. R. PIRIE (2009):

Antimicrobial associated diarrhoea in the horse. Part 1: overview, pathogenesis and risk factors.

Equine Vet. Educ. 21, 610-616

MCGOWAN, J. E., M. W. BARNES u. M. FINLAND (1975):

Bacteremia at Boston City Hospital: occurrence and mortality during 12 selected years (1935-1972), with special reference to hospital-acquired cases.

J. Infect. Dis. 132, 316-335

MELLORS, J. W., R. I. HORWITZ, M. R. HARVEY u. S. M. HORWITZ (1987):

A simple index to identify occult bacterial infection in adults with acute unexplained fever.

Arch. Intern. Med. 147, 666-671

MITCHELL, S., S. KEMPSON u. P. DIXON (2003):

Structure of peripheral cementum of normal equine cheek teeth.

J. Vet. Dent. 20, 199-208

MUELLER, P. O. u. M. Q. LOWDER (1998):

Dental sepsis.

Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 14, 349-363

MUIR, W. W. (2009):

Anxiolytics, Nonopioid Sedative-Analgesics, and Opioid Analgesics.

In: W. W. MUIR u. J. A. E. HUBBELL (Hrsg.): Equine Anesthesia - Monitoring and Emergency Therapy

2. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, St. Louis, S. 185-209

MURRAY, C. K., R. M. HOFFMASTER, D. R. SCHMIT, D. R. HOSPENTHAL, J. A. WARD, L. C. CANCIO u. S. E. WOLF (2007):

Evaluation of white blood cell count, neutrophil percentage, and elevated temperature as predictors of bloodstream infection in burn patients.

Arch. Surg. 142, 639-642

NASIDZE, I., J. LI, D. QUINQUE, K. TANG u. M. STONEKING (2009):

Global diversity in the human salivary microbiome.

Genome Res. 19, 636-643

NEMZEK, J. A., M. D. AGRODNIA u. J. G. HAUPTMAN (2007):

Breed-specific pro-inflammatory cytokine production as a predisposing factor for susceptibility to sepsis in the dog.

J. Vet. Emerg. Crit. Care 17, 368-372

NIEVES, M. A., P. HARTWIG, J. M. KINYON u. D. H. RIEDESEL (1997):

Bacterial isolates from plaque and from blood during and after routine dental procedures in dogs.

Vet. Surg. 26, 26-32



- NORD, C. E., u. A. HEIMDAHL (1990):
Cardiovascular infections: bacterial endocarditis of oral origin. Pathogenesis and prophylaxis.
J. Clin. Periodontol. 17, 494-496
- NORDHOFF, M., B. RÜHE, C. KELLERMEIER, A. MOTER, R. SCHMITZ, L. BRUNNBERG u. L. H. WIELER (2008):
Association of Treponema spp. with canine periodontitis.
Vet. Microbiol. 127, 334-342
- NORRIS, J. M., u. D. N. LOVE (1999):
Associations amongst three feline Porphyromonas species from the gingival margin of cats during periodontal health and disease.
Vet. Microbiol. 65, 195-207
- OFFNER, P. J., E. E. MOORE u. W. L. BIFFL (1999):
Male gender is a risk factor for major infections after surgery.
Arch. Surg. 134, 935-940
- OKABE, K., K. NAKAGAWA u. E. YAMAMOTO (1995):
Factors affecting the occurrence of bacteremia associated with tooth extraction.
Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 24, 239-242
- OKELL, C., u. T. S. ELLIOTT (1935):
Bacteraemia and oral sepsis with special reference to the aetiology of subacute endocarditis.
Lancet 226, 869-872
- OSUNA, D. J., D. J. DEYOUNG u. R. L. WALKER (1990):
Comparison of three skin preparation techniques in the dog part 1: Experimental trial.
Vet. Surg. 19, 14-19
- OTTEN, J. E., K. PELZ u. G. CHRISTMANN (1987):
Anaerobic bacteremia following tooth extraction and removal of osteosynthesis plates.
J. Oral Maxillofac. Surg. 45, 477-480
- OTTO, G., J. BRACONIER, A. ANDREASSON u. C. SVANBORG (1999):
Interleukin-6 and disease severity in patients with bacteremic and nonbacteremic febrile urinary tract infection.
J. Infect. Dis. 179, 172-179
- PARADIS, M. R. (1994):
Update on neonatal septicemia.
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 10, 109-135
- PARAHITIYAWA, N. B., L. J. JIN, W. K. LEUNG, W. C. YAM u. L. P. SAMARANAYAKE (2009):
Microbiology of odontogenic bacteremia: beyond endocarditis.
Clin. Microbiol. Rev. 22, 46-64



- PASTER, B. J., I. OLSEN, J. A. AAS u. F. E. DEWHIRST (2006):
The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites.
Periodontol. 2000 42, 80-87
- PEDDLE, G. D., K. J. DROBATZ, C. E. HARVEY, A. ADAMS u. M. M. SLEEPER (2009):
Association of periodontal disease, oral procedures, and other clinical findings with bacterial endocarditis in dogs.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 234, 100-107
- PEEL, M., K. HORNIDGE, M. LUPPINO, A. STACPOOLE u. R. WEAVER (1991):
Actinobacillus spp. and related bacteria in infected wounds of humans bitten by horses and sheep.
J. Clin. Microbiol. 29, 2535-2538
- PETERSEN, P. E., u. M. A. LENNON (2004):
Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach.
Community Dent. Oral Epidemiol. 32, 319-321
- PETERSEN, P. E., u. H. OGAWA (2005):
Strengthening the prevention of periodontal disease: the WHO approach.
J. Periodontol. 76, 2187-2193
- POULSEN NAUTRUP, B., u. H. KELLER (1989):
Klinische Prüfung des Imino-imidazolidin-Derivates STH 2130 als Sedativum im Vergleich zu Acepromazin (Sedalin R) und als Präanästhetikum an Pferde.
Pferdeheilkd. 5, 127-134
- PYRTEK, L. J., u. S. A. BARTUS (1965):
Hepatic Pyemia.
N. Engl. J. Med. 272, 551-554
- RAJASUO, A., K. PERKKI, S. NYFORS, H. JOUSIMIES-SOMER u. J. H. MEURMAN (2004):
Bacteremia Following Surgical Dental Extraction with an Emphasis on Anaerobic Strains.
J. Dent. Res. 83, 170-174
- RAMZAN, P. (2009):
Oral endoscopy as an aid to diagnosis of equine cheek tooth infections in the absence of gross oral pathological changes: 17 cases.
Equine Vet. J. 41, 101-106
- RAMZAN, P. (2011):
Advances in equine dentistry: 2009 and 2010.
Equine Vet. J. 43, 507-508



REIER-NILSEN, T., T. FARSTAD, B. NAKSTAD, V. LAUVRAK u. M. STEINBAKK (2009):

Comparison of broad range 16S rDNA PCR and conventional blood culture for diagnosis of sepsis in the newborn: a case control study.
BMC Pediatr. 9, 5

REIMER, L. G., M. L. WILSON u. M. P. WEINSTEIN (1997):

Update on detection of bacteremia and fungemia.
Clin. Microbiol. Rev. 10, 444-465

RIEDEL, S., P. BOURBEAU, B. SWARTZ, S. BRECHER, K. C. CARROLL, P. D. STAMPER, W. M. DUNNE, T. MCCARDLE, N. WALK u. K. FIEBELKORN (2008):

Timing of specimen collection for blood cultures from febrile patients with bacteremia.
J. Clin. Microbiol. 46, 1381-1385

ROBERTS, G. J., E. JAFFRAY, D. A. SPRATT, A. PETRIE, C. GREVILLE, M. WILSON u. V. S. LUCAS (2006):

Duration, prevalence and intensity of bacteraemia after dental extractions in children.
Heart 92, 1274-1277

ROBINSON, L., F. W. KRAUS, J. P. LAZANSKY, R. E. WHEELER, S. GORDON u. V. JOHNSON (1950):

Bacteremias of dental origin. II. A study of the factors influencing occurrence and detection.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 3, 923-936

ROS, K. (2011):

Röntgentechnik und -befunde.

In: C. VOGT (Hrsg.): Lehrbuch der Zahnheilkunde beim Pferd
Verlag Schattauer, Stuttgart, S. 65 - 98

ROSETT, W., u. G. R. HODGES (1980):

Antimicrobial activity of heparin.

J. Clin. Microbiol. 11, 30-34

SAITO, M., N. SHINOZAKI-KUWAHARA, M. HIRASAWA u. K. TAKADA (2014):

Streptococcus loxodontisalivarius sp. nov. and *Streptococcus saliviloxodontae* sp. nov., isolated from oral cavities of elephants.

Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 64, 3288-3292

SAPHIR, D. A., u. G. R. CARTER (1976):

Gingival flora of the dog with special reference to bacteria associated with bites.

J. Clin. Microbiol. 3, 344-349

SAWHNEY, D., S. HINDER, D. SWAINE u. E. BRIDSON (1986):

Novel method for detecting micro-organisms in blood cultures.

J. Clin. Pathol. 39, 1259-1263



- SCHELD, W. M., O. ZAK, K. VOSBECK u. M. SANDE (1981):
Bacterial adhesion in the pathogenesis of infective endocarditis. Effect of subinhibitory antibiotic concentrations on streptococcal adhesion in vitro and the development of endocarditis in rabbits.
J. Clin. Invest. 68, 1381-1384
- SCHNEIDER, C. (1986):
Die Eignung der Blutkultur fuer die Ermittlung septikaemischer und bakteriamischer Vorgaenge beim Pferd.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- SCHÜLE, E. , aus dem Arbeitskreis der Gesellschaft für Pferdemedizin e.V. (2014):
Aktuelle Leitfäden zu häufigen tierärztlichen Tätigkeiten in der Pferdepraxis - Teil 1.
Prakt. Tierarzt 95, 1128-1132
- SCHUMACHER, J., u. C. HONNAS (1993):
Dental surgery.
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 9, 133-152
- SCHWARZ, S., E. ALESÍK, M. GROBBEL, A. LÜBKE-BECKER, C. WERCKENTHIN, L. H. WIELER u. J. WALLMANN (2007):
Antimicrobial susceptibility of streptococci from various indications of swine, horses, dogs and cats as determined in the BfT-GermVet monitoring program 2004 - 2006.
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 120, 380-390
- SCRUTCHFIELD, W., u. J. SCHUMACHER (1993):
Examination of the oral cavity and routine dental care.
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 9, 123-131
- SEIFERT, H., M. ABELE-HORN, G. FÄTKENHEUER, T. GLÜCK, B. JANSEN, W. KERN, D. MACK, G. PLUM, R. REINERT u. R. ROOS (2007):
MiQ 3a: Blutkulturdiagnostik Sepsis, Endokarditis, Katheterinfektionen, Teil I.
MiQ–Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards. Qualitätsstandards in der mikrobiologischen-infektiologischen Diagnostik. Mauch, H 1-58
- SEKIDO, M., T. TAKANO, M. TAKAYAMA u. H. HAYAKAWA (1999):
Survey of infective endocarditis in the last 10 years: analysis of clinical, microbiological and therapeutic features.
J. Cardiol. 33, 209-215
- SHANSON, D., S. AKASH, M. HARRIS u. M. TADAYON (1985):
Erythromycin stearate, 1.5 g, for the oral prophylaxis of streptococcal bacteraemia in patients undergoing dental extraction: efficacy and tolerance.
J. Antimicrob. Chemother. 15, 83-90
- SHINOZAKI-KUWAHARA, N., K. TAKADA u. M. HIRASAWA (2011):
Streptococcus ursoris sp. nov., isolated from the oral cavities of bears.
Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 61, 40-44



- SILVER, J. G., L. MARTIN u. B. C. MCBRIDE (1975):
Recovery and clearance rates of oral microorganisms following experimental bacteraemias in dogs.
Arch. Oral Biol. 20, 675-679
- SNYDER, R. H., F. J. ARCHER, T. ENDY, T. W. ALLEN, B. CONDON, J. KAISER, D. WHATMORE, G. HARRINGTON u. C. J. MCDERMOTT (1988):
Catheter infection. A comparison of two catheter maintenance techniques.
Ann. Surg. 208, 651-653
- SOCRANSKY, S., A. HAFFAJEE, M. CUGINI, C. SMITH u. R. KENT (1998):
Microbial complexes in subgingival plaque.
J. Clin. Periodontol. 25, 134-144
- SPITALNIC, S. J., R. H. WOOLARD u. L. A. MERMEL (1995):
The significance of changing needles when inoculating blood cultures: a meta-analysis.
Clin. Infect. Dis. 21, 1103-1306
- STASZYK, C. (2011):
Anatomie.
In: C. VOGT (Hsg.): Lehrbuch der Zahnheilkunde beim Pferd
Verlag Schattauer, Stuttgart, S. 1-29
- STASZYK, C., A. BIENERT, R. KREUTZER, P. WOHLSEIN u. H. SIMHOFER (2008):
Equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis.
Vet. J. 178, 372-379
- STERNBERG, S. (1998):
Isolation of Actinobacillus equuli from the oral cavity of healthy horses and comparison of isolates by restriction enzyme digestion and Pulsed-Field Gel Electrophoresis.
Vet. Microbiol. 59, 147-156
- STEVENS, D. L. (1995):
Could nonsteroidal antiinflammatory drugs (NSAIDs) enhance the progression of bacterial infections to toxic shock syndrome?
Clin. Infect. Dis. 21, 977-980
- SULLIVAN, N. M., V. L. SUTTER, M. M. MIMS, V. H. MARSH u. S. M. FINEGOLD (1973):
Clinical aspects of bacteremia after manipulation of the genitourinary tract.
J. Infect. Dis. 127, 49-55
- SVANBERG, G., S. SYED u. B. SCOTT (1982):
Differences between gingivitis and periodontitis associated microbial flora in the Beagle dog.
J. Periodont. Res. 17, 1-11



- SYED, S. A., M. SVANBERG u. G. SVANBERG (1980):
The predominant cultivable dental plaque flora of beagle dogs with gingivitis.
J. Periodontal Res. 15, 123-136
- SYKES, J. E., M. D. KITTLESON, P. A. PESAVENTO, B. A. BYRNE, K. A. MACDONALD u. B. B. CHOMEL (2006):
Evaluation of the relationship between causative organisms and clinical characteristics of infective endocarditis in dogs: 71 cases (1992–2005).
J. Am. Vet. Med. Assoc. 228, 1723-1734
- SYKORA, S., K. PIEBER, H. SIMHOFER, V. HACKL, D. BRODESSER u. S. BRANDT (2013):
Isolation of Treponema and Tannerella sp from equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis related periodontal disease.
Equine Vet. J. 3, 358-363
- TAKADA, K., u. M. HIRASAWA (2007):
Streptococcus orisuis sp. nov., isolated from the pig oral cavity.
Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 57, 1272-1275
- TAKADA, K., u. M. HIRASAWA (2008):
Streptococcus dentirousetti sp. nov., isolated from the oral cavities of bats.
Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 58, 160-163
- TAKADA, K., M. SAITO, O. TSUDUKIBASHI, T. HIROI u. M. HIRASAWA (2013):
Streptococcus orisasini sp. nov. and Streptococcus dentasini sp. nov. isolated from the oral cavity of donkeys.
Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 63, 2782-2786
- TAKAI, S., T. KURIYAMA, M. YANAGISAWA, K. NAKAGAWA u. T. KARASAWA (2005):
Incidence and bacteriology of bacteremia associated with various oral and maxillofacial surgical procedures.
Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 99, 292-298
- TALAN, D., D. CITRON, F. ABRAHAMIAN, G. MORAN u. E. GOLDSTEIN (1999):
Bacteriologic analysis of infected dog and cat bites.
N. Engl. J. Med. 340, 85-92
- THODEN VAN VELZEN, S. K., L. ABRAHAM-INPIJN u. W. R. MOORER (1984):
Plaque and systemic disease: a reappraisal of the focal infection concept.
J. Clin. Periodontol. 11, 209-220
- TIETJE, S., M. BECKER u. G. BÖCKENHOFF (1996):
Computed tomographic evaluation of head diseases in the horse: 15 cases.
Equine Vet. J. 28, 98-105
- TILTON, R. C. (1982):
The laboratory approach to the detection of bacteremia.
Annu. Rev. Microbiol. 36, 467-493



- TOMÁS, I., M. ÁLVAREZ, J. LIMERES, C. POTEI, J. MEDINA u. P. DIZ (2007):
Prevalence, duration and aetiology of bacteraemia following dental extractions.
Oral Dis. 13, 56-62
- TRAUB, W., u. B. LOWRANCE (1970):
Anticomplementary, anticoagulatory, and serum-protein precipitating activity of
sodium polyanetholsulfonate.
Appl. Microbiol. 20, 465-468
- TREMAINE, W. H. (2004):
Oral extraction of equine cheek teeth.
Equine Vet. Educ. 16, 151-158
- TREMAINE, W. H. (2005):
Dental endoscopy in the horse.
Clin. Tech. Equine Pract. 4, 181-187
- TREMAINE, W. H. (2007):
Local analgesic techniques for the equine head.
Equine Vet. Educ. 19, 495-503
- TREMAINE, W. H., u. P. M. DIXON (2001):
A long-term study of 277 cases of equine sinonasal disease. Part 1: Details of
horses, historical, clinical and ancillary diagnostic findings.
Equine Veterinary Journal 33, 274-282
- TREMAINE, W. H., u. J. SCHUMACHER (2011):
Exodontia.
In: J. EASLEY, P. M. DIXON u. J. SCHUMACHER (Hrsg.): Equine Dentistry
3. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, Philadelphia, S. 319-344
- TRIADAN, H. (1972):
Tierzahnheilkunde: Zahnerhaltung (Füllungstherapie mit "Composite Materials" und
Endodontie) bei Affen und Raubtieren.
Schweiz. Arch. Tierheilkd. 114, 292-316
- VAN DEN ENDEN, M. S. D., u. P. M. DIXON (2008):
Prevalence of occlusal pulpar exposure in 110 equine cheek teeth with apical
infections and idiopathic fractures.
Vet. J. 178, 364-371
- VANDEPITTE, J., K. ENGBAEK, P. PIOT u. C. HEUCK (1991):
Basic laboratory procedures in clinical bacteriology.
World Health Organization, Genf
- VERDEGAAL, E. J. M. M., N. D. HEER, N. M. MEERTENS, J. T. M. MAREE u. M. M.
S. VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN (2006):
A right-sided bacterial endocarditis of dental origin in a horse.
Equine Vet. Educ. 18, 191-195



VOGT, C. (2011):

Anamnese und klinische Untersuchung.

In: C. VOGT (Hrsg.): Lehrbuch der Zahnheilkunde beim Pferd

Verlag Schattauer, Stuttgart, S. 49-63

VON HAEBLER, T. u. A. MILES (1938):

The action of sodium polyanethol sulphonate ("liquoid") on blood cultures.

J. Pathol. Bacteriol. 46, 245-252

VON REYN, C. F., B. S. LEVY, R. D. ARBEIT, G. FRIEDLAND u. C. S. CRUMPACKER (1981):

Infective endocarditis: an analysis based on strict case definitions.

Ann. Intern. Med. 94, 505-518

WAGNER, K. W., R. SCHÖN, M. SCHUMACHER, R. SCHMELZEISEN u. D. SCHULZE (2006):

Case report: brain and liver abscesses caused by oral infection with *Streptococcus intermedius*.

Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 102, 21-23

WALLING, H. W., u. F. A. MANIAN (2004):

Predictive Value of Leukocytosis and Neutrophilia for Bloodstream Infection.

Infect. Dis. Clin. Pract. 12, 2-6

WARREN, J. R., u. F. GRAHAM (1950):

The effect of heparin on the growth of bacteria and yeasts.

J. Bacteriol. 60, 171-174

WEINSTEIN, M. P., M. L. TOWNS, S. M. QUARTEY, S. MIRRETT, L. G. REIMER, G. PARMIGIANI u. L. B. RELLER (1997):

The clinical significance of positive blood cultures in the 1990s: a prospective comprehensive evaluation of the microbiology, epidemiology, and outcome of bacteremia and fungemia in adults.

Clin. Infect. Dis. 24, 584-602

WELLER, R., L. LIVESEY, J. MAIERL, K. NUSS, I. M. BOWEN, E. R. J. CAUVIN, M. WEAVER, J. SCHUMACHER u. S. A. MAY (2001):

Comparison of radiography and scintigraphy in the diagnosis of dental disorders in the horse.

Equine Vet. J. 33, 49-58

WHITE, D., u. D. MAYRAND (1981):

Association of oral *Bacteroides* with gingivitis and adult periodontitis.

J. Periodont. Res. 16, 259-265

WILLIAMS, B. L., G. F. MCCANN u. F. SCHOENKNECHT (1983):

Bacteriology of dental abscesses of endodontic origin.

J. Clin. Microbiol. 18, 770-774



WILSON, W., K. A. TAUBERT, M. GEWITZ, P. B. LOCKHART, L. M. BADDOUR, M. LEVISON, A. BOLGER, C. H. CABELL, M. TAKAHASHI u. R. S. BALTIMORE (2007):

Prevention of infective endocarditis guidelines from the American Heart Association: A guideline from the American Heart Association Rheumatic Fever, Endocarditis, and Kawasaki Disease Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group.

Circulation 116, 1736-1754

WILSON, W. D., u. J. MADIGAN (1989):

Comparison of bacteriologic culture of blood and necropsy specimens for determining the cause of foal septicemia: 47 cases (1978-1987).

J. Am. Vet. Med. Assoc. 195, 1759-1763

WISSDORF, H., C.P.BARTMANN, C.STASZYK, B.OTTO u. H.GERHARDS (2010):

Zähne und ihr Halteapparat.

In: H. WISSDORF, H. GERHARDS, B. HUSKAMP u. E. DEEGEN (Hrsg.):

Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes

3. Aufl., Verlag M.&H. Schaper, Hannover, S. 156-189

WUNDER, J., W. BRINER u. G. CALKINS (1976):

Identification of the cultivable bacteria in dental plaque from the beagle dog.

J. Dent. Res. 55, 1097-1102

WYLLIE, D., I. BOWLER u. T. PETO (2004):

Relation between lymphopenia and bacteraemia in UK adults with medical emergencies.

J. Clin. Pathol. 57, 950-955

WYSS, C. (1989):

Dependence of proliferation of *Bacteroides forsythus* on exogenous N-acetylmuramic acid.

Infect. Immun. 57, 1757-1759

ZERLAUTH, U., F. ALLERBERGER, F. ASBOTH, R. BAUER, M. BENDER, G. BILEY, M. DRLICEK, T. FÜRPAß, F. GEPPERT, S. GOBETZ, L. GRÜNER, E. GRUND, K. GRÜNWARD, E. HAUDER, M. HOBISCH-PIRKEL, G. HOLZER, S. JÄHNIG, P. KRUMBÖCK, G. LÖSCH, B. NEKREP, A. PAMMER, B. PFAUSLER, S. PEKARD-AMENITSCH, K. PREIN, L. REISMANN, M. STRICK, U. WAGNER, A. WONJA, F. WUTZLHOFER, U. ZERLAUTH u. M. ZERLAUTH (2001):

Blutkultur-und Liquordiagnostik.

In: Standardisierung und Qualitätssicherung in der mikrobiologischen Diagnostik

Bundesministerium für Soziale Sicherheit und Generationen, Wien, S. 51-61

ZHU, H., M. WILLCOX u. K. KNOX (2000):

A new species of oral *Streptococcus* isolated from Sprague-Dawley rats, *Streptococcus orisratti* sp. nov.

Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 50, 55-61



ZHU, X. Y., T. ZHONG, Y. PANDYA u. R. D. JOERGER (2002):
16S rRNA-based analysis of microbiota from the cecum of broiler chickens.
Appl. Environ. Microbiol. 68, 124-137

ZIERDT, C., R. KAGAN u. J. MACLOWRY (1977):
Development of a lysis-filtration blood culture technique.
J. Clin. Microbiol. 5, 46-50

ZUBROD, C. J., K. D. FARNSWORTH u. J. L. OAKS (2004):
Evaluation of arthrocentesis site bacterial flora before and after 4 methods of
preparation in horses with and without evidence of skin contamination.
Vet. Surg. 33, 525-530





9 Anhang

Tab. Anhang 1: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Tupferproben der Probanden mit Backenzahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1B	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>equuli</i> - <i>Actinobacillus</i> sp. - Koagulase-negative Staphylokokken - <i>Streptococcus equi</i> subsp. <i>zooepidemicus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus lignieresii</i> - α-hämolsierende Sc. - <i>Bacillus</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Fusobacterium</i> sp. - <i>Peptosc. anaerobius</i> - <i>Prevotella</i> sp.
2B	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>E.coli</i> - <i>Streptococcus.equi</i> subsp. <i>zooepidemicus</i> 		<ul style="list-style-type: none"> - anhämolsierende <i>Actinobacillus</i> sp. - α-hämolsierende Sc. - <i>Fusobacterium</i> sp. - <i>Prevotella</i> sp.
3B	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Capnocytophaga</i> sp. - <i>Fusobacterium</i> sp. - <i>Micrococcus</i> sp. - <i>Prevotella</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinomyces</i> sp. - <i>Yersinia enterocolica</i> 	
4B	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus lignieresii</i> - α-hämolsierende Sc. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinomyces</i> sp. - <i>Fusobacterium</i> sp. - <i>Prevotella</i> sp. - gramnegative Anaerobier*
5B		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus</i> sp. - <i>Porphyromonas</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actinomyces</i> sp.



Forts. Tab. Anhang 1: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Tupferproben der Probanden mit Backenzahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
6B	- <i>Acinetobacter sp.</i> - <i>E.coli</i>		- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus sp.</i> - <i>Actinomyces sp.</i> - Koagulase-negative Staphylokokken - <i>Peptosc. anaerobius</i> - <i>Prevotella spp.</i>
7B	- Koagulase-negative Staphylokokken - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> - <i>Streptococcus equi</i> subsp. <i>zooepidemicus</i>	- <i>Actinobacillus lignieresii</i> - <i>Fusobacterium sp.</i>	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinomyces sp.</i> - α -hämolsierende Sc. - <i>Prevotella sp.</i>
8B	- <i>E.coli</i>	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus lignieresii</i> - α -hämolsierende Sc. - <i>Fusobacterium sp.</i> - gramnegative Bakterien*	
9B		- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus lignieresii</i> - α -hämolsierende Sc. - <i>Peptosc. sp.</i>	- <i>Actinomyces sp.</i> - <i>Porphyromonas sp.</i>
10B	- <i>Acinetobacter haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - α -hämolsierende Sc. - <i>Bacillus sp.</i> - Koagulase-negative Staphylokokken - <i>Pasteurella sp.</i>	- <i>Actinomyces sp.</i>	- anhämolsierende Sc. - <i>Prevotella sp.</i>

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar



Tab. Anhang 2: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Tupferproben der Probanden mit Schneidezahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
1S	- <i>Bacillus sp.</i>	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinomyces sp.</i> - α -hämolysierende Sc. - Koagulase-negative Staphylokokken - <i>Peptosc. sp.</i>	
2S	- <i>Serratia sp.</i>	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinomyces sp.</i> - <i>Fusobacterium necrophorum</i> - <i>Peptosc. sp.</i>	
3S	- <i>Bacillus sp.</i> - <i>E.coli</i>	- <i>Acinetobacter sp.</i> - <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Actinomyces sp.</i> - α -hämolysierende Sc. - <i>Fusobacterium sp.</i> - Koagulase-negative Staphylokokken	
4S	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - <i>Bacillus cereus</i> - Koagulase-negative Staphylokokken	- <i>Actinobacillus lignieresii</i> - α -hämolysierende Sc. - <i>Fusobacterium sp.</i>	
5S	- α -hämolysierende Sc. (Serogruppe D) - Koagulase-negative Staphylokokken	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - gramnegative Bakterien* - <i>Micrococcus sp.</i>	
6S	- <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. <i>haemolyticus</i> - gramnegative Anaerobier* - <i>Pasteurella sp.</i>	- α -hämolysierende Sc.	



Forts. Tab. Anhang 2: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Tupferproben der Probanden mit Schneidezahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies		
	geringgradig ($\leq 10^3/g$)	mittelgradig ($10^4 - 10^5/g$)	hochgradig ($\geq 10^6/g$)
7S	- <i>Bacillus sp.</i> - Koagulase-negative Staphylokokken	- <i>Actinobacillus equuli</i> <i>subsp. haemolyticus</i> - α -hämolyisierende Sc.	- <i>Fusobacterium sp.</i> - <i>Prevotella sp.</i>
8S	- <i>Bacillus sp.</i> - β -hämolyisierende Sc. - <i>Enterococcus sp.</i>	- <i>Actinobacillus sp.</i> - α -hämolyisierende Sc. - grampositive anaerobe Kokken* - Koagulase-neg. Staphylokokken - <i>Peptosc. anaerobius</i> - <i>Prevotella sp.</i>	
9S	- <i>Actinobacillus equuli</i> <i>subsp. haemolyticus</i>	- <i>Actinobacillus sp.</i> - α -hämolyisierende Sc. - <i>Fusobacterium sp.</i> - <i>Peptosc. anaerobius</i> - <i>Porphyromonas sp.</i>	
10S	- <i>Actinobacillus equuli</i> <i>subsp. haemolyticus</i> - <i>Actinobacillus sp.</i> - gramnegative Bakterien*	- α -hämolyisierende Sc. - Koagulase-negative Staphylokokken	

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar



Tab. Anhang 3: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Blutkulturen der Probanden mit Backenzahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies	
	aerob	anaerob
1B	<i>Actinomyces sp.</i> α-hämolyisierende Sc. <i>Bacillus sp.</i> gramnegative Bakterien*	
2B	anhämolyisierende Sc. α-hämolyisierende Sc.	<i>Fusobacterium sp.</i>
3B	<i>Actinomyces sp.</i>	<i>Porphyromonas sp.</i>
4B	α-hämolyisierende Sc. <i>Bacillus sp.</i> coryneforme Bakterien* gramnegative Bakterien* <i>Pseudomonas luteola</i>	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
5B	<i>Actinomyces sp.</i> α-hämolyisierende Sc.	<i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
6B	<i>Actinomyces sp.</i> α-hämolyisierende Sc. Koagulase-negative Staphylokokken	<i>Bacteroides sp.</i> <i>Fusobacterium sp.</i> gramnegative anaerobe Stäbchen* grampositive & gramnegative anaerobe Kokken* <i>Porphyromonas sp.</i> <i>Propionibacterium sp.</i>
7B	<i>Actinomyces sp.</i> anhämolyisierende Sc. α-hämolyisierende Sc.	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Streptococcus constellatus</i>
8B	Koagulase-negative Staphylokokken	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
9B	<i>Actinomyces sp.</i>	
10B	anhämolyisierende Sc.	<i>Bacteroides sp.</i>

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar



Tab. Anhang 4: Übersicht der isolierten Bakteriengattungen und –spezies aus den Blutkulturen der Probanden mit Schneidezahnextraktion

Patient Nr.	Isolierte Bakteriengattung bzw. -spezies	
	aerob	anaerob
1S	<i>Actinomyces sp.</i>	
2S	<i>Actinomyces sp.</i> <i>Actinobacillus equuli subsp. haemolyticus</i>	<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Prevotella sp.</i> gramnegative Anaerobier*
3S		<i>Fusobacterium sp.</i> <i>Porphyromonas sp.</i> <i>Prevotella sp.</i>
4S	<i>Actinobacillus lignieresii</i> α -hämolyzierende Sc.	
5S	<i>Actinomyces sp.</i> α -hämolyzierende Sc. <i>Alcaligenes faecalis</i>	gramnegative Anaerobier*
6S	<i>Actinomyces sp.</i>	gramnegative Anaerobier*
7S		<i>Fusobacterium sp.</i>
8S		
9S	α -hämolyzierende Sc.	gramnegative Anaerobier*
10S		

* = kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar



Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Claus Peter Bartmann für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas, die tolle und unkomplizierte wissenschaftliche Betreuung sowie die Unterstützung in jeglicher Hinsicht bedanken.

Mein aller herzlichster Dank gilt Frau Dr. Astrid Bienert-Zeit für ihre zuverlässige und jederzeit freundliche Hilfe und Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung dieser Studie sowie den Korrekturen der Arbeit.

Ebenfalls möchte ich allen Chirurgen der Klinik für Pferde danken, die an der Durchführung der Zahnextraktionen für meine Untersuchung beteiligt waren sowie dem Klinikleiter Herrn Prof. Dr. Feige für die Zustimmung zur Durchführung dieser Arbeit an der hiesigen Klinik.

Frau Dr. Jutta Verspohl und Frau Dr. Judith Rohde aus dem Institut für Mikrobiologie möchte ich herzlich für die großartige Hilfestellung und Korrekturen im Hinblick auf die mikrobiologischen Aspekte dieser Arbeit danken.

Der Gesellschaft für Pferdemedizin e.V. und deren Vorstand danke ich für das Interesse und die wesentliche finanzielle Unterstützung dieser Studie.

Herrn Dr. Karl Rohn danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung meiner Ergebnisse.

Herrn Dirk Menzel sowie dem gesamten Personal des Labors der Klinik für Kleintiere gilt mein Dank für die Bearbeitung der Blutproben.

Ich danke meinen Eltern für das trotz anfänglicher Zweifel an meiner Berufswahl jederzeit gewährte Vertrauen und die Unterstützung jeglicher Art, ohne die weder das Studium noch die Entstehung dieser Doktorarbeit in dieser Form möglich gewesen wäre.



Danksagung

Zuletzt und ganz besonders möchte ich all meinen Intern- und Doktorandenkollegen danken, ohne die die Zeit an der Klinik nicht halb so schön und lustig gewesen wäre und die in der schwierigen Zeit im letzten Jahr als Freunde immer ein offenes Ohr, aufmunternde Worte und Ablenkung für mich parat hatten.

Ich danke Euch von Herzen!





