

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinik für Pferde -Pferdechirurgie

(Leitung: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Florian Jenner Dipl.ACVS
Dipl.ECVS)

Einsatz von Antibiotika bei Backenzahnextraktionen des Pferdes

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Lisa Christina Huber

Wien, im Mai 2025

BetreuerIn: Prof. Nora Biermann PhD, Dipl.ACVS-LA Dipl.ECVS

BegutachterIn: Dr. med. vet. Bettina Hartl

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	
1. Abstract	
<i>English</i>	
<i>Deutsch</i>	
2. Einleitung und Fragestellung	1
<i>Relevanz der Zahngesundheit bei Pferden</i>	1
<i>Herausforderungen bei Zahnextraktionen</i>	1
<i>Fortschritte in der Diagnostik und Therapie</i>	3
<i>Antibiotikaeinsatz und Resistenzproblematik</i>	3
<i>Strategien zur Reduktion des Antibiotikaverbrauchs</i>	4
<i>Richtlinien und regulatorische Entwicklungen</i>	4
<i>Schlussfolgerung und Ausblick</i>	5
<i>Fragestellung</i>	5
3. Material und Methode (inkl. Statistischer Methode)	6
<i>Extraktionsmethode</i>	6
<i>Erhobene Parameter</i>	7
<i>Statistisches Analysensystem</i>	9
4. Ergebnisse	10
<i>Signalement und Ausgangsdaten</i>	10
<i>Zahnextraktionen und Techniken</i>	10
<i>Therapien während des Klinikaufenthalts</i>	12
<i>SAA-Werte</i>	12
<i>Faktoren, die das Auftreten von Komplikationen beeinflusst haben</i>	13
<i>Signalement und Vorbericht</i>	13
<i>Klinikaufenthalt und Kosten</i>	13
<i>Schmerz- und Begleitmedikation</i>	14
<i>Antibiotikatherapie</i>	14
<i>Zahnbezogene Parameter</i>	14
<i>Faktoren, die das Verwenden von Antibiotika beeinflusst haben</i>	17
<i>Signalement und Jahreszeit</i>	17
<i>Klinikaufenthalt und Kosten</i>	17
<i>Komplikationen, Begleitmedikation und Entzündungsmarker</i>	17
<i>Zahnbezogene Parameter</i>	18
<i>Finale Ergebnisse der multivariablen Analyse</i>	20
5. Diskussion	22
<i>Klinische und mikrobiologische Einordnung des Zusammenhangs zwischen Antibiotikagabe und postoperativen Komplikationen</i>	22
<i>Systemische und mikrobielle Folgen der Antibiotikatherapie</i>	23
<i>Einfluss der Extraktionstechnik auf die Entscheidung zur Antibiotikagabe</i>	24
<i>Alter als Risikofaktor für postoperative Komplikationen</i>	24

<i>Einfluss internistischer Vorerkrankungen auf das Komplikationsrisiko</i>	<i>24</i>
<i>Studienspezifische Limitationen und methodische Überlegungen</i>	<i>25</i>
<i>Antibiotikaeinsatz im Kontext antimikrobieller Resistenzen.....</i>	<i>26</i>
<i>Schlussfolgerung</i>	<i>27</i>
6. Literaturverzeichnis	28
7. Liste von Diagrammen und Tabellen.....	31
<i>Abbildungen</i>	<i>31</i>
<i>Tabellen.....</i>	<i>31</i>

Abkürzungen

AB = Antibiotika

ACTH = Adrenocorticotropes Hormon

AUC = Area under Curve (Deutsch: Fläche unter der Kurve)

BU-AB = Bakteriologische Untersuchung - Antibiogramm

NSAID = Nicht steroidale Antirheumatika/Antiphlogistika

SAA = Serum amyloid A

1. Abstract

English

Antimicrobial resistance (AMR) is of increasing concern in veterinary medicine, prompting a critical reassessment of prophylactic antibiotic use, including equine dental procedures (2,8). Despite their routine administration, the efficacy of perioperative antimicrobials in preventing complications after cheek tooth extractions remains uncertain.

This retrospective study evaluated 302 cases of standing cheek tooth extractions performed at the University of Veterinary Medicine Vienna between 2018 and 2022. Cases involving sinusitis or extraction of incisors, canines, wolf, or deciduous teeth were excluded. Data on e.g. age, sex, tooth position, antimicrobial use, NSAID administration, fever, and complications were analyzed statistically.

Postoperative complications occurred in 20,9 % (63/302) of cases. Multivariable logistic regression identified antibiotic use (OR: 3.43, 95 % CI: 1.40–8.36, $p = 0.007$), longer NSAID administration (OR: 1.17, 95 % CI: 1.07–1.29, $p = 0.001$), fever (OR: 3.05, 95 % CI: 1.42–6.56, $p = 0.004$), and younger age (OR: 0.95, 95 % CI: 0.92–0.99, $p = 0.023$) as independent risk factors. Contrary to common assumptions, antibiotic use was not associated with a reduced risk of complications.

Although limited by its retrospective design and non-standardized follow-up, the findings highlight the need for more selective antimicrobial use in equine dental surgery and support current efforts toward responsible antibiotic stewardship in veterinary practice.

Deutsch

Die Zunahme antimikrobieller Resistenzen (AMR) stellt eine zentrale Herausforderung in der Veterinärmedizin dar und erfordert eine kritische Neubewertung des prophylaktischen Antibiotikaeinsatzes – unter anderem auch bei Zahnextraktionen beim Pferd (2,8). Trotz ihres routinemäßigen Einsatzes ist die Wirksamkeit perioperativer Antibiotika zur Vermeidung postoperativer Komplikationen bislang unklar. Es wurde angenommen, dass der Einsatz von Antibiotika keinen signifikanten Einfluss auf die Komplikationsrate hat und dass Parameter wie Alter, Extraktionsstelle und Begleiterkrankungen entscheidender sind.

In einer retrospektiven Analyse wurden 302 Fälle von stehenden Backenzahnextraktionen untersucht, die zwischen 2018 und 2022 an der Veterinärmedizinischen Universität Wien durchgeführt wurden. Fälle mit begleitender Sinusitis oder der Extraktion von Schneide-,

Eck-, Wolfs- oder Milchzähnen wurden ausgeschlossen. Erfasst wurden u.a. Alter, Geschlecht, Zahnposition, Antibiotikagabe, Fieber, NSAID-Dauer und postoperative Komplikationen.

Komplikationen traten in 20,9 % der Fälle (63/302) auf. Die multivariable logistische Regressionsanalyse identifizierte die Gabe von Antibiotika (OR: 3,43; 95 % CI: 1,40–8,36; $p = 0,007$), eine längere NSAID-Gabe (OR: 1,17; 95 % CI: 1,07–1,29; $p = 0,001$), Fieber (OR: 3,05; 95 % CI: 1,42–6,56; $p = 0,004$) sowie ein jüngeres Alter (OR: 0,95; 95 % CI: 0,92–0,99; $p = 0,023$) als unabhängige Risikofaktoren.

Limitationen der Studie bestehen im retrospektiven Design und dem Fehlen standardisierter Verlaufskontrollen. Dennoch sprechen die Ergebnisse für eine kritischere, streng indikationsbezogene und wissenschaftlich fundierte Anwendung von Antibiotika im Rahmen zahnmedizinischer Eingriffe beim Pferd.

2. Einleitung und Fragestellung

Relevanz der Zahngesundheit bei Pferden

Die Zahngesundheit ist ein essenzieller Faktor für das allgemeine Wohlbefinden und die physiologische Leistungsfähigkeit von Pferden. Erkrankungen der Zähne und des Kieferapparates sind häufig mit erheblichen Schmerzsymptomaten verbunden, beeinträchtigen die Futterraufnahme und können systemische Folgeerkrankungen wie Gewichtsverlust oder chronisch-entzündliche Prozesse verursachen (3,15,20,34). Parodontalerkrankungen gehören zu den häufigsten Zahnpathologien bei adulten Pferden, wobei ihre Inzidenz mit dem Alter zunimmt (11,25). Die damit verbundenen Entzündungsreaktionen können zu Gewebeverlust, Alveolarknochenresorption und letztlich zu Zahnverlust führen (13,14).

Aufgrund der hypsodonten Zahnmorphologie des Pferdes mit kontinuierlichem Zahndurchbruch und -abrieb ist eine besondere zahnmedizinische Betreuung erforderlich (11,35). Bereits geringfügige Abweichungen im Okklusionsmuster, etwa durch asymmetrischen Abrieb oder die Ausbildung pathologischer Diastemata, können zu funktionellen Störungen, Gingivitis sowie sekundären bakteriellen Infektionen führen (13,34). Vor allem offene Diastemata begünstigen die Retention von Futterpartikeln, was chronisch-parodontale Prozesse mit fortschreitendem Knochenabbau zur Folge haben kann (31,34). Zudem stehen fortgeschrittene Parodontalerkrankungen in direktem Zusammenhang mit apikalen Infektionen, welche oftmals eine Zahnextraktion indizieren (14,29).

Bildgebende Verfahren wie dentale Endoskopie, aber auch Röntgenaufnahmen ermöglichen die Darstellung subklinischer Läsionen und schaffen eine evidenzbasierte Grundlage für therapeutische Entscheidungen (7,14,32). Im Sinne der Prävention ist die Etablierung regelmäßiger Zahnkontrollen, professioneller Zahnbehandlungen sowie fütterungsoptimierender Maßnahmen essenziell, um das Auftreten von fortgeschrittenen Zahnerkrankungen zu senken (1,13,16).

Herausforderungen bei Zahnextraktionen

Die Extraktion pathologisch veränderter Zähne zählt zu den häufigsten chirurgischen Eingriffen in der Pferde Zahnmedizin (12,19,35). Die Indikation erfolgt in der Regel bei fortgeschrittenen Zahn- oder Parodontalerkrankungen, etwa bei apikalen Infektionen, dentoalveolären

Abszessen oder Frakturen, sofern eine konservative Behandlung nicht mehr erfolgversprechend erscheint (13–15,29).

Besonders anspruchsvoll ist die Entfernung von Backenzähnen, da diese tief im Alveolarknochen verankert sind und sich in unmittelbarer Nähe zu anatomisch sensiblen Strukturen befinden. Durch die Nähe der Oberkieferbackenzähne zu den Sinus maxillaris rostralis und kaudalis entsteht ein erhöhtes Risiko für intra- oder postoperative Sinusbeteiligungen (10,14). Auch morphologische Variationen wie atypische Wurzellängen oder -verläufe erschweren die Extraktion und erfordern chirurgisches Fachwissen sowie eine präzise präoperative Planung (25,32,34).

Komplikationen nach Zahnextraktionen beim Pferd sind vergleichsweise häufig und stellen einen wesentlichen klinischen Aspekt der dentoalveolären Chirurgie dar. Zu den typischen postoperativen Komplikationen zählen alveoläre Osteitis („dry socket“), persistierende Fistel- oder Sinusdurchbrüche, Infektionen des Alveolarknochens, Sequestrationen sowie verzögerte Wundheilung (9,15,19). Auch Frakturen der Alveolen oder benachbarter Zähne sowie die Retention von Wurzelresten oder Futterpartikeln können zu chronischen Verläufen führen, die wiederholte Spülungen, endoskopische Kontrollen oder weitere chirurgische Eingriffe erforderlich machen (9,19,34).

Die Inzidenz und Ausprägung solcher Komplikationen werden durch eine Vielzahl individueller und prozessorientierter Faktoren beeinflusst. Dazu gehören der Allgemeinzustand des Pferdes, das Alter, schon vorbestehende parodontale- oder apikale Erkrankungen, die Lokalisation des extrahierten Zahns (insbesondere Oberkiefermolaren mit Sinusbezug), die Dauer und Technik des Eingriffs sowie der Erfahrung des Operateurs (8–10,19). Zudem spielen die Qualität der Nachsorge und die frühzeitige Identifikation von Heilungsstörungen eine zentrale Rolle für den klinischen Verlauf (7,9,34).

Ein standardisiertes postoperatives Monitoring sowie evidenzbasierte Nachbehandlungsschemata sind entscheidend, um Komplikationen frühzeitig zu erkennen und effektiv zu therapieren (9,34,35).

Fortschritte in der Diagnostik und Therapie

Der technologische Fortschritt hat das diagnostisch-therapeutische Spektrum in der Pferde Zahnmedizin erheblich erweitert. Digitale Röntgensysteme sowie die Computertomographie ermöglichen eine präzise Beurteilung der Zahnmorphologie und der angrenzenden Strukturen und stellen insbesondere bei der präoperativen Planung komplexer Extraktionen einen entscheidenden Mehrwert dar (7,14,32).

Darüber hinaus haben minimalinvasive Extraktionstechniken sowie die Weiterentwicklung zahnchirurgischer Instrumente zu einer deutlichen Reduktion intra- und postoperativer Komplikationen geführt. Die Kombination aus gewebeschonendem Vorgehen und adäquater Sedierung ermöglicht in den allermeisten Fällen eine effektive und für das Tier möglichst stressfreie Intervention im Stehen (6,8,10,14). Trotz dieser Fortschritte bleibt bislang unklar, inwieweit spezifische Eingriffsparameter das Auftreten postoperativer Komplikationen beeinflussen, insbesondere im Hinblick auf den perioperativen Antibiotikaeinsatz (8,19,24).

Antibiotikaeinsatz und Resistenzproblematik

Der Einsatz von Antibiotika hat die Behandlung bakterieller Erkrankungen fundamental verändert (36). Der prophylaktische Einsatz im Rahmen elektiver Eingriffe wie Zahnextraktionen wird jedoch zunehmend kritisch diskutiert und hinterfragt (24,36).

Wissenschaftliche Evidenz legt nahe, dass eine routinemäßige Antibiotikagabe in der Veterinärmedizin – auch im Kontext chirurgischer Eingriffe – häufig keine signifikante Reduktion der Komplikationsrate bewirkt, gleichzeitig jedoch mit relevanten Nebenwirkungen und einem erhöhten Risiko antimikrobieller Resistenzen assoziiert sein kann (8,24,28). Neben der Förderung resistenter Bakterienstämme stellt insbesondere die antibiotikaassoziierte Kolitis – bedingt durch eine Dysbiose der Darmflora und das übermäßige Wachstum von *Clostridioides difficile* – eine potenziell schwerwiegende Komplikation des Antibiotikaeinsatzes dar (24,30).

Der intensive Einsatz antimikrobieller Substanzen in der Veterinärmedizin leistet einen maßgeblichen Beitrag zur Entwicklung und Verbreitung multiresistenter Keime (21,28). Die zoonotische Übertragung resistenter Erreger, etwa Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA) oder multiresistenter *Escherichia coli*-Stämme, ist insbesondere bei engem Mensch-Tier-Kontakt von Relevanz (2,30).

Strategien zur Reduktion des Antibiotikaverbrauchs

Die Eindämmung antimikrobieller Resistenzen stellt eine der zentralen Herausforderungen in der veterinär- wie auch in der humanmedizinischen klinischen Praxis dar (2,33). Um dieser Problematik adäquat zu begegnen, sind evidenzbasierte Strategien zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes erforderlich. Dazu zählen im Speziellen der gezielte, indikationsbasierte Einsatz auf Grundlage mikrobiologischer Diagnostik sowie die Implementierung von Antibiotic-Stewardship-Programmen (17,25,28). Ebenso wichtig sind präventive Maßnahmen, wie verbesserte Haltungsbedingungen, gezielte Prophylaxe und strukturierte Nachsorgekonzepte, die dazu beitragen können, Infektionsrisiken zu minimieren und den therapeutischen Bedarf zu senken (21,28,30).

Die Pferde Zahnheilkunde bietet ein konkretes Beispiel für die Umsetzung solcher Prinzipien. Hier wird untersucht, inwieweit minimalinvasive Techniken, regelmäßige zahnmedizinische Routineuntersuchungen und standardisierte Wundversorgungskonzepte postoperativen Infektionen vorbeugen und den Antibiotikaeinsatz reduzieren können (6,8,10). Der gezielte, nicht routinemäßige Einsatz antimikrobieller Wirkstoffe steht dabei zunehmend im Fokus klinischer Entscheidungsfindungen (19,24).

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Human- und Veterinärmedizin ist ein maßgebender Faktor in Bezug auf die Entwicklung nachhaltiger Resistenzbekämpfungsstrategien (27,30). Genauso wie die kontinuierliche Aufklärungsarbeit zum verantwortungsvollen Umgang mit Antibiotika, sowohl in der Praxis als auch in der Öffentlichkeit (21,28).

Richtlinien und regulatorische Entwicklungen

Im Zuge der zunehmenden Problematik multiresistenter Erreger wurden nationale und internationale Leitlinien zum verantwortungsbewussten Einsatz antimikrobieller Tierarzneimittel entwickelt (28,30). Die American Animal Hospital Association (AAHA) veröffentlichte 2019 umfassende Leitlinien zur zahnmedizinischen Versorgung bei Hunden und Katzen, die u. a. regelmäßige orale Untersuchungen, standardisierte Diagnostik- und Nachsorgeverfahren sowie einen indikationsbezogenen Antibiotikaeinsatz empfehlen (3). Diese Grundsätze könnten auch in der Pferdemedizin Anwendung finden, um die Qualität der

zahnmedizinischen Versorgung zu verbessern und einen rationalen Umgang mit antimikrobiellen Wirkstoffen zu fördern.

Für die Pferdepraxis wird empfohlen, Antibiotika ausschließlich bei klarer medizinischer Indikation und, sofern möglich, auf Grundlage mikrobiologischer Befunde einzusetzen (5,20).

Mit Inkrafttreten des neuen Tierarzneimittelgesetzes (TAMG) am 1. Januar 2024 wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen in Österreich im Einklang mit den EU-Verordnungen (EU) 2019/6 und 2019/4 deutlich verschärft. Antimikrobielle Arzneimittel dürfen demnach nicht mehr routinemäßig eingesetzt werden, und ihre Verabreichung bedarf in der Regel eines Antibiogramms, es sei denn, es liegt ein erheblich medizinischer Notfall vor (17,18,37).

Schlussfolgerung und Ausblick

Der gezielte Einsatz moderner Diagnostik, minimalinvasiver chirurgischer Verfahren sowie einer rationalen Antibiotikatherapie bietet ein wirksames Instrumentarium zur Förderung der Zahngesundheit und Reduktion postoperativer Komplikationen in der Pferdemedizin (8,34).

Zukünftige Forschungsvorhaben sollten darauf abzielen, evidenzbasierte Handlungsempfehlungen für den Antibiotikaeinsatz in der Zahnheilkunde zu etablieren und die langfristigen Auswirkungen antimikrobieller Therapien auf die Resistenzentwicklung sowohl auf tierischer als auch auf humanmedizinischer Ebene umfassend zu untersuchen (2,30,36).

Ein nachhaltiger und verantwortungsvoller Umgang mit antimikrobiellen Wirkstoffen ist essenziell, um deren therapeutische Wirksamkeit auch künftig sicherzustellen (5,28).

Fragestellung

An der Pferdeklunik der Veterinärmedizinischen Universität werden regelmäßig Backenzahnextraktionen bei Pferden durchgeführt. Bis vor einigen Jahren war es üblich, bei diesen Operationen routinemäßig Antibiotika zu verabreichen. Seitdem erfolgt der Einsatz von Antibiotika nur noch gezielt bei Patienten mit einem erhöhten Infektionsrisiko (z.B. metabolische Erkrankungen) oder zusätzliche Erkrankungen, die eine Gabe rechtfertigen (z.B. eine Infektion der Nasennebenhöhlen). Ziel dieser Studie ist es, durch eine retrospektive Analyse der Falldaten zu ermitteln, ob sich die Komplikationsrate bei Tieren mit und ohne Antibiotikabehandlung unterscheidet.

3. Material und Methode (inkl. Statistischer Methode)

Mithilfe des Datenerfassungssystems der Veterinärmedizinischen Universität Wien (TIS) wurden Daten von Pferden, die einer Backenzahnextraktion im Zeitraum von 2018 bis 2022 unterzogen wurden, zunächst erfasst. Pferde, die aufgrund einer Sinusitis an der Klinik vorgestellt wurden, sowie jene, bei denen eine Zahnextraktion mittels Bukkotomie durchgeführt wurde, wurden von der Studie ausgeschlossen.

Zusätzlich wurden einige Pferde mehrmals vorgestellt und wenn der Zeitraum zwischen mehreren Extraktionen unter sechs Monaten betrug oder es einen direkten Zusammenhang zwischen den jeweiligen Extraktionen gab, wurde dies als ein Fall betrachtet.

Extraktionsmethode

Routinemäßig wurden Zahnextractionen bei stehenden, sedierten Pferden durchgeführt, wobei zunächst ein Bolus aus Detomidin und Butorphanol (intravenös, je 0,01 mg/kg, Domidine 10 mg/ml, Dechra; Butomidol 10 mg/ml, Richter Pharma) in einem Behandlungsstand verabreicht wurden. Ein intravenöser Katheter wurde zur kontinuierlichen Sedierung (CRI) mit Detomidin und Butorphanol sowie zur intravenösen Verabreichung von kristalloiden Flüssigkeiten (Ringer-Laktat-Lösung, Vetifundin, OÖG GmbH) gelegt. Die peri- und postoperative Analgesie erfolgte durch die Verabreichung von 1,1 mg/kg Flunixin-Meglumin (Niglumine 50 mg/ml, Vana) i.v., und eine lokale Anästhesie wurde entweder durch einen mandibulären (extraoral, vertikaler Zugang¹⁹) oder maxillären (extraperiorbitaler Fettkörper-Insertionstechnik - EFBI²⁰) Nervenblock mit Mepivacain (3 ml / 100 kg KGW, Mepinaest purum 2%, Gebro Pharma) durchgeführt.

Alle Extraktionen wurden durch standardmäßige orale Extraktion, Fräsen, Schrauben oder partielle Coronektomie durchgeführt. Spezifische Sedierungs- und lokale Analgesiemaßnahmen wurden nach den Präferenzen des behandelnden Chirurgen durchgeführt.

Die peri- und postoperative Analgesie wurde durch die tägliche Verabreichung von 1,1 mg/kg Flunixin-Meglumin (Niglumine 50 mg/ml, Vana; BID) intravenös während und 12 Stunden nach der Operation und an den folgenden 5 Tagen als orale Paste 1,1 mg/kg Flunixin-Meglumin (Cronyxin 50 mg/g, Bimeda Animal Health Limited; SID) sichergestellt.

Die Entscheidung Antibiotika in den jeweiligen Fällen einzusetzen, wurde von den behandelnden Chirurgen getroffen.

Erhobene Parameter

Folgende Parameter wurden in den Rubriken OP, Medikamente, Labor und Körpertemperatur erhoben.

Variable (Einheit)	Kategorie
Alter (Jahre)	
Rasse	Halbblut, Vollblut
	Pony
	Sonstige
	Warmblut, Warmblutmix
Geschlecht	Hengst
	Stute
	Wallach
Vorerkrankung	Atemwege, Lunge
	Gastritis, Kolik, Schlundverstopfung
	Hormonell
	Interne Medizin, Nerval, Orthopädisch
	Luftsack, Sinus
Jahreszeit	Frühling
	Sommer
	Herbst
	Winter
Klinikaufenthalt (Tage)	
Behandlungskosten (Euro)	
Technik	Fräsen
	partielle Coronektomie
	Schraubextraktion
	Zangenextraktion
Grund Extraktion	Apikale Infektion, , Infundibularkaries, Wurzelaffektion, Wurzelfraktur
	Beweglicher Zahn, Parodontopathie
	Deformation, Fehlstellung, Hyperplasie, peripherer Karies, Wurzelfragmente
	Fistel
	Fraktur
Extrahierter Zahn (<i>Triaden-Schema</i>)	
Anzahl extrahierter Zähne	
Anzahl Session	
Komplikation direkt	Abszessbildung, Fistel, Wurzelaffektion
	Infiziertes Zementom, Sequester

	Ostitis, Wundheilungsstörungen
	Sinusystem betroffen, Sinusdurchbruch
	Wurzelfragment, Zahnfragment
Komplikation indirekt	Facialisparese
	Fieber
	Kolik, Obstipation, Tympanie
	Sonstiges (Triglyzerie, Vorhofflimmern, Asthmaschub)
	verzögerte Heilung
andere Behandlungen	Abszess, Fistel
	Ameloblastom, Granulom, Sequester, Zementom
	Diastema
	Entfernung Zahn, Residuen
	Interne Medizin, Orthopädie, andere Behandlungen
	Kolik, Gastrointestinaltrakt
	Zahnerhaltende Maßnahmen
	Zahnkorrektur
Antibiotika	ja/nein
	Dauer
NSAID	ja/nein
	Dauer
Magenschutz	ja/nein
Opioid	ja/nein
	Dauer
Dauertherapie	ja/nein
SAA	Initial/Austritt
Fieber	ja/nein

Tabelle 1: Parameter (inklusive Kategorisierung), welche in den Rubriken OP, Medikamente, Labor und Körpertemperatur erhoben wurden, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien unterzogen wurden, 2018-2022

Statistisches Analysensystem

Statistische Analysen wurden mit Stata IC 15.1 (StataCorp LLC, College Station, Texas, USA) durchgeführt. Deskriptive Statistiken wurden für alle erfassten Variablen durchgeführt. Für kategoriale Daten wurden die absoluten und relativen (%) Häufigkeiten und für kontinuierliche Daten wurden Mittelwert/Median und Standardabweichung/Interquartilsabstand ermittelt. Um mögliche univariable Zusammenhänge zwischen allen unabhängigen Variablen und dem dichotomen Ergebnis Antibiotikagabe/kein Antibiotikagabe bzw. Komplikationen Ja/Nein zu untersuchen, wurden einfache logistische Regressionsmodelle angewendet. Zusätzlich fanden der Fisher-Exact-Test für den Vergleich von Gruppen kategorialer Daten und der t-Test zur Analyse von kontinuierlichen Daten Anwendung. Prädiktive Variablen mit einem univariablen p-Wert von $<0,20$, einer ausreichenden Anzahl von Datenpunkten und die als klinisch relevant betrachtet wurden, wurden in das multivariable logistische Regressionsmodell aufgenommen, wobei das nicht Anwenden von Antibiotika bzw. das Auftreten von Komplikationen als dichotome abhängige Variable betrachtet wurde. Die aufgenommenen Variablen in Bezug auf die Verabreichung von Antibiotika waren: Rasse, Geschlecht, Vorerkrankungen, Alter, Jahreszeit, Tage zwischen Fallbeginn und Zahnextraktion, Grund der Extraktion, Extrahierter Zahn, Anzahl extrahierter Zähne, Anzahl der Extraktionssessions, Technik, Komplikationen Ja/Nein, andere Behandlungen, Medikamentengabe (NSAID, Opioid, Dauertherapie, Antibiotika, Magenschutz), Laborparameter SAA, Fieber Ja/Nein.

Bezogen auf das Auftreten von Komplikationen wurden folgende Variablen untersucht: Rasse, Geschlecht, Vorerkrankungen, Alter, Jahreszeit, Grund der Extraktion, Extrahierter Zahn, Anzahl extrahierter Zähne, Anzahl der Extraktionssessions, Technik, Antibiotika Ja/Nein andere Behandlungen, Medikamentengabe (Antibiotika, Dauertherapie, Magenschutz, NSAID, Opioid), Laborparameter SAA, Fieber Ja/Nein.

Stufenweise wurden dann solche Variablen aus den jeweiligen Modellen entfernt, die nicht signifikant waren und auch keinen Einfluss auf andere Variablen hatten, mit einer Signifikanzgrenze von $p < 0,05$. Weiterhin wurden Signifikante Interaktionen zwischen den einzelnen Variablen untersucht und eine Überprüfung der Modellannahmen durchgeführt.

4. Ergebnisse

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie wurden über einen Zeitraum von vier Jahren insgesamt 573 Backenzahnextraktionen bei Pferden dokumentiert. Pferde mit Anzeichen einer (paranasalen) Sinusitis, mit minimalinvasiver transbukkaler Extraktion (MTE) sowie mit entfernten Schneide-, Eck-, Wolfs- oder Milchzähnen wurden ausgeschlossen. Schließlich erfüllten 302 Fälle die Einschlusskriterien und wurden in die statistische Analyse einbezogen.

Signalement und Ausgangsdaten

Das Durchschnittsalter der untersuchten Pferde lag bei 17 Jahren ($\pm 7,6$). Die Rassenverteilung entsprach der Klinikpopulation: 55,6 % Warmblüter oder Warmblutmischlinge, 22,5 % Ponys, 14,9 % sonstige Rassen (z. B. Kaltblüter, Traber) und 7,0 % Halb- bzw. Vollblüter. 56,3 % der Tiere waren Wallache, 38,1 % Stuten und 5,6 % Hengste. Vorerkrankungen wurden bei 16,2 % der Pferde dokumentiert, darunter hormonelle, gastrointestinale, respiratorische, neurologische, orthopädische und internistische Erkrankungen. Die Eingriffe verteilten sich annähernd gleichmäßig über die vier Jahreszeiten.

Zahnextraktionen und Techniken

Die Anzahl extrahierter Zähne lag im Mittel bei 1,95, mit insgesamt 448 extrahierten Backenzähne, davon 52,2 % im Oberkiefer und 47,8 % im Unterkiefer. Die häufigsten Gründe für eine Extraktion waren apikale Infektionen oder Wurzelaffektionen 47% (142/302), Parodontal Erkrankungen 27,5% (83/302) und Zahnfrakturen 17,9% (54/302). Die genaue Verteilung wird in Abbildung 1 dargestellt.

Die Extraktionen erfolgten überwiegend mittels einfacher oraler Technik (89,1 %), gefolgt von Fräsen (9,6 %), Schraubextraktion (1,0 %) und partieller Coronektomie (0,3 %) (Abbildung 2). In 85,4 % der Fälle war eine Sitzung ausreichend, bei 14,6 % waren zwei oder mehr erforderlich. In 54,97 % der Fälle wurde ein einzelner Zahn entfernt, in 45,03 % zwei oder mehr.

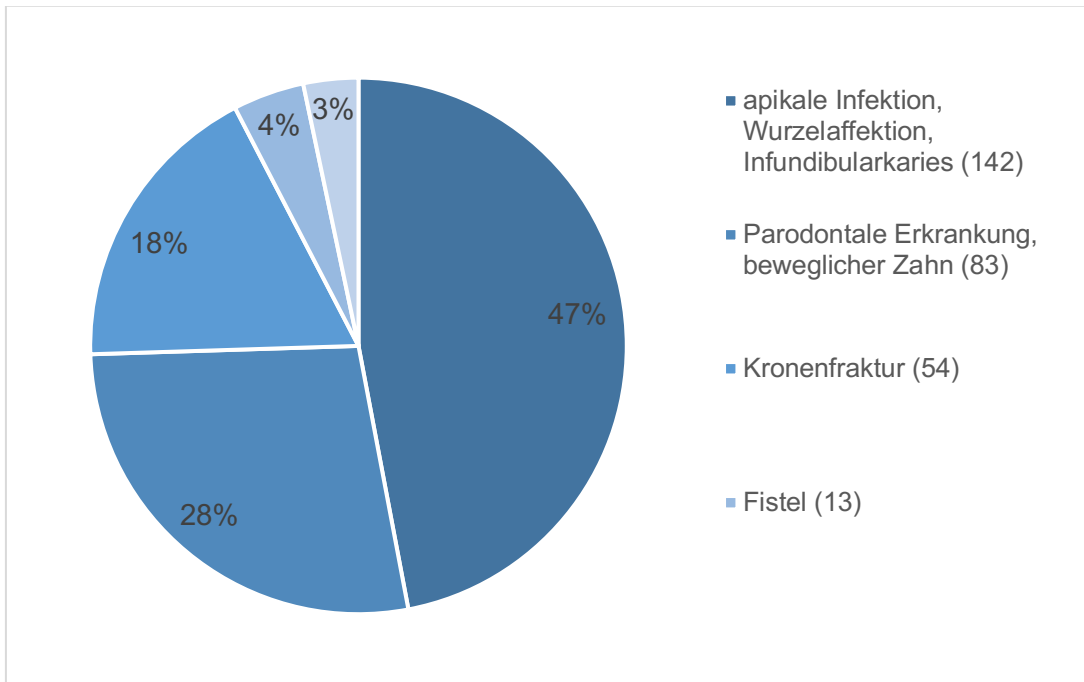


Abbildung 1: Gründe für die Zahnextraktion von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022

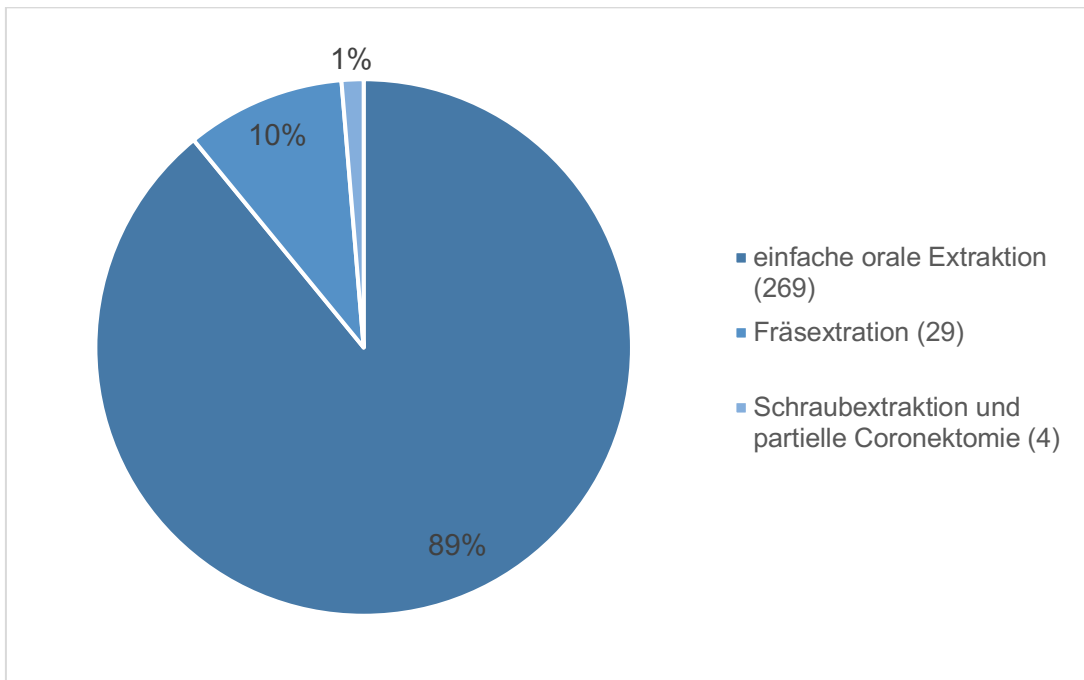


Abbildung 2: Extraktionsarten, welche in der Studie angewandt wurden, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022

Therapien während des Klinikaufenthalts

Antibiotika erhielten 66,9 % der Tiere, mit einer mittleren Anwendungsdauer von 3,6 Tagen. 40,6 % der Tiere erhielten zusätzlich ein Antibiotikum zur weiteren Anwendung zu Hause. NSAIDs wurden bei 99 % der Pferde angewendet, mit einer mittleren Dauer von 4,5 Tagen. Opiode kamen bei 6,3 % zum Einsatz mit einer durchschnittlichen Dauer von 3,5 Tagen. 5,3 % der Tiere erhielten eine Dauertherapie, meist mit Pergolid, im Mittel 8,5 Tage. Magenschutz wurde bei 82,5 % der Tiere über durchschnittlich 4,4 Tage verabreicht.

Der Klinikaufenthalt betrug im Mittel 7,14 Tage. Die Behandlungskosten lagen durchschnittlich bei 1.333,56 €.

SAA-Werte

Initiale SAA-Werte waren bei 47,2 % der Pferde gering erhöht, bei 34,8 % im Referenzbereich und bei 17,9 % mittelgradig oder deutlich erhöht. Beim Austritt waren 37,1 % unauffällig, 43,8 % geringgradig und 19,1 % mittelgradig erhöht.

Komplikationen

Bei 20,9 % der Pferde (63/302) traten postoperative Komplikationen auf. Direkt zuzuordnende Komplikationen waren z. B. Sequester, Wundheilungsstörungen, Sinusverbindungen oder Zahnfragmente. Indirekte Komplikationen umfassten Fieber, Kolik, neurologische Symptome oder verzögerte Heilung. Die genaue Verteilung ist in der nachfolgenden Abbildung 3 aufgelistet. Die mittlere Fieberdauer betrug 2,3 Tage. 88,9 % der Pferde mit Komplikationen erhielten Antibiotika, 11,1 % nicht. Weitere Behandlungen (z. B. Fistelverschlüsse, Zahnsanierungen) waren bei 40,5 % aller Fälle erforderlich.

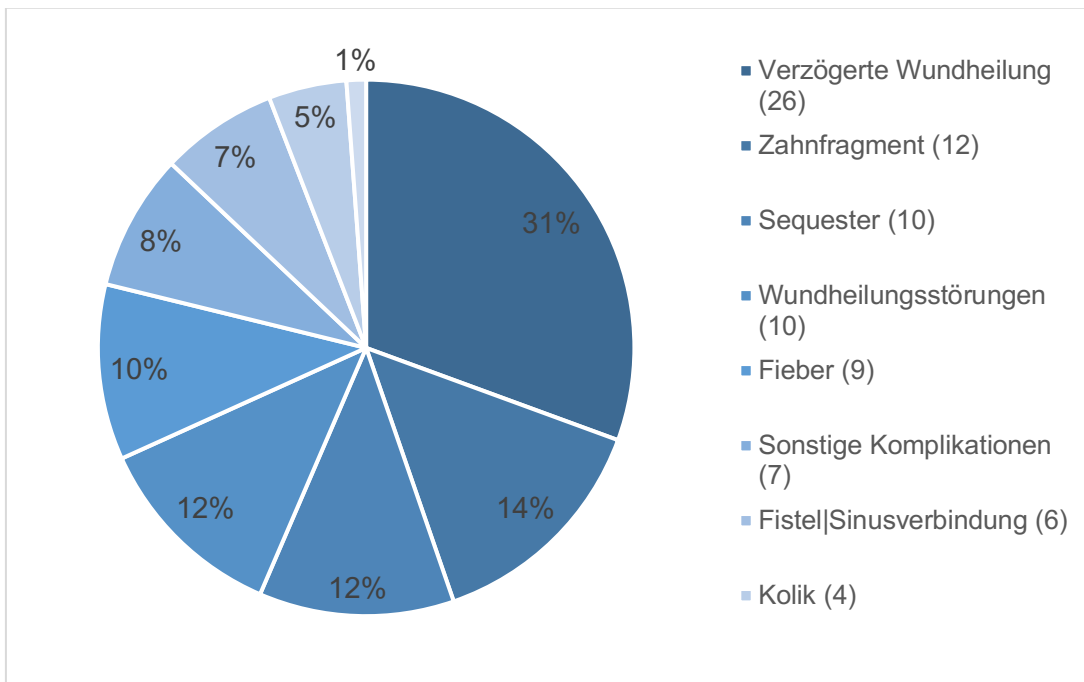


Abbildung 3: Komplikationen, welche in der Studie bei 63 Pferden aufgetreten sind, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraction an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022

Faktoren, die das Auftreten von Komplikationen beeinflusst haben

Bei 20,9 % der Pferde (63/302) wurden postoperative Komplikationen dokumentiert. Die Auswertung univariabler logistischer Regressionsanalysen identifizierte mehrere signifikante Einflussfaktoren, die mit dem Auftreten in Verbindung standen (Tabelle 2):

Signalement und Vorbericht

Jüngere Pferde hatten ein signifikant höheres Risiko für postoperative Komplikationen ($p = 0,016$). Rasse ($p = 0,963$), Geschlecht ($p = 0,705$), das Vorliegen von Vorerkrankungen ($p = 0,495$) sowie die Jahreszeit des Eingriffs ($p = 0,242$) zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten von Komplikationen.

Klinikaufenthalt und Kosten

Pferde mit Komplikationen verblieben signifikant länger in der Klinik als Tiere ohne Komplikationen ($p < 0,001$). Auch die Behandlungskosten waren bei Pferden mit Komplikationen deutlich höher ($p = 0,012$). Hierbei ist zu beachten, dass die erhöhten Kosten

wahrscheinlich Folge der Komplikationen und der längeren stationären Versorgung sind – nicht deren Ursache.

Schmerz- und Begleitmedikation

Pferde, bei denen Komplikationen auftraten, erhielten deutlich länger NSAIDs als Tiere ohne Komplikationen ($p < 0,001$). Auch Fieber trat signifikant häufiger bei Pferden mit Komplikationen auf ($p < 0,001$). Der Einsatz von Opioiden ($p = 0,138$) sowie das Vorliegen einer medikamentösen Dauertherapie ($p = 0,682$) hatten keinen signifikanten Einfluss.

Antibiotikatherapie

Die Gabe von Antibiotika war signifikant mit einem erhöhten Komplikationsrisiko assoziiert: 88,9 % (56/63) der Pferde mit Komplikationen erhielten eine antibiotische Therapie, während nur 61,8 % (146/236) der komplikationsfreien Pferde antibiotisch behandelt wurden ($p < 0,001$). Auch die Dauer der Antibiotikagabe war bei Pferden mit Komplikationen signifikant länger als bei komplikationsfreien Tieren ($p = 0,006$).

Zahnbezogene Parameter

Die eingesetzte Extraktionstechnik hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Komplikationsrisiko ($p = 0,636$). Die Komplikationsrate lag bei der oralen Standardextraktion bei 20,5 % (55/269), bei komplexeren Verfahren wie Fräsen, Schraubextraktion oder Coronektomie bei 24,2 % (8/33). Minimal traumatische Extraktionen (MTE) wurden in dieser Analyse nicht berücksichtigt, da sie im Vorhinein exkludiert wurden.

Auch die Anzahl extrahierter Zähne ($p = 0,072$), die Anzahl der Behandlungssitzungen ($p = 0,184$) sowie die Position des extrahierten Zahns (Ober- vs. Unterkiefer; $p = 0,812$) hatten keinen signifikanten Einfluss.

Hingegen war der Grund für die Zahnextraktion signifikant mit der Komplikationsrate assoziiert ($p = 0,010$). Die höchste Komplikationsrate zeigte sich bei Pferden mit Zahnlockerung oder Parodontalerkrankungen als Extraktionsgrund, von denen 47,6 % (30/63) Komplikationen entwickelten. Bei Pferden mit apikalen Infektionen lag die Rate bei 23,8 %, bei Frakturen oder Deformationen bei 17,5 % bzw. 11,1 %. In der Gruppe mit Fehlstellungen wurden keine Komplikationen verzeichnet.

Die Faktoren, die auf eine Assoziation mit dem Auftreten von Komplikationen untersucht wurden, sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Variable (Einheit) (n)	Kategorie	Komplikation nein	Komplikation ja	OR	95% CI	p-Wert
Alter (Jahre) (302)		18±7	15±8	0.95	0.920- 0.991	0.016
Rasse (302)	Sonstige (Kaltblut, Traber, sonstige Pferde)	82.2% (37)	17.8% (8)	Referenz		0.890*
	Warmblut und Warmblutmix	78.0% (131)	22.0% (37)	1.30	0.56- 3.04	0.536
	Halbblut und Vollblut	76.2% (16)	23.8% (5)	1.44	0.40- 5.10	0.567
	Pony	80.9% (55)	19.1% (13)	1.09	0.41- 2.89	0.858
Geschlecht (302)	Stute	77.4% (89)	22.6% (26)	Referenz		0.772*
	Hengst	76.5% (13)	23.5% (4)	1.05	0.31- 3.50	0.933
	Wallach	80.6% (137)	19.4% (33)	0.82	0.46- 1.47	0.514
Vorerkrankungen (302)	keine	79.8% (202)	20.2% (51)	Referenz		0.564*
	Sinus, Luftsack	100.0% (2)	0.00% (0)			
	Kolik, Gastritis, Schlund- verstopfung	78.6% (11)	21.4% (3)	1.08	0.29- 4.01	0.908
	Lunge, Atemwege	66.7% (4)	33.3% (2)	1.98	0.35- 11.11	0.438
	Hormonell	75.0% (15)	25.0% (5)	1.32	0.45- 3.80	0.607
	Nerval	100.0% (3)	0.0% (0)			
	Orthopädisch	0.0% (0)	100.0% (2)			
	Interne Medizin	100.0% (2)	0.0% (0)			
Jahreszeit (302)	Frühling	76.5% (65)	23.5% (20)	Referenz		0.255*
	Sommer	82.5% (52)	17.5% (11)	0.68	0.03- 1.56	0.371
	Herbst	85.7% (60)	14.3% (10)	0.54	0.23- 1.25	0.151
	Winter	73.8% (62)	26.2 (22)	1.1	0.57- 2.31	0.689

Fieber (302)	nein	82.5% (238)	17.5% (40)	Referenz		0.015
	ja	60.0% (9)	40.0% (6)	3.45	1.50-7.96	0.004
NSAID Dauer (Tage) (299)		4±3	6±4	1.22	1.11-1.33	<0.001
Antibiotika (302)	nein	93.0% (93)	7.0% (7)	Referenz		<0.001*
	ja	72.3% (146)	27.7% (56)	5.09	2.22-11.65	<0.001
Opioid (302)	nein	80.2% (227)	19.8% (56)	Referenz		0.085*
	ja	63.2% (12)	36.8% (7)	2.36	0.89-6.28	0.084
Dauertherapie (302)	nein	79.4% (227)	20.6% (59)	Referenz		0.751*
	ja	75.0% (12)	25.0% (4)	1.28	0.39-4.12	0.676
Klinikaufenthalt (Tage) (289)		5±2	7±3	1.13	1.07-1.19	<0.001
Behandlungskosten (Euro) (292)		1500±500	1800±600	1.00	1.00-1.00	<0.001
Technik (302)	orale Extraktion	79.6% (214)	20.4% (55)	Referenz		0.650*
	andere Methoden	75.8% (25)	24.2% (8)	1.24	0.53-2.91	0.613
Grund Extraktion (302)	Apikale Infektion, Wurzelaffektion, -fraktur	72.2% (39)	27.8% (15)	Referenz		0.005*
	beweglicher Zahn	78.9% (112)	21.1% (30)	0.69	0.33-1.49	0.324
	Fehlstellung	100.0% (10)	0.0% (0)			
	Hyperplasie, Deformation	86.7% (72)	13.3% (11)	0.39	0.16-0.94	0.038
	Infundibular-karies, Karies	46.2% (6)	53.8% (7)	3.03	0.87-10-50	0.080
<p>p* - Gesamt-p-Wert für kategoriale Daten mit mehr als zwei Kategorien, basierend auf dem exakten Test nach Fisher. OR Odds Ratio, CI Konfidenzintervall, AB Antibiotika, NSAID Nichtsteroidale Antiphlogistika, BU-AB Bakteriologische Untersuchung - Antibiotika, SAA Serumamyloid A</p>						

Tabelle 2: Univariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und dem Auftreten von Komplikationen von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem einfachen logistischen Regressionsmodell

Faktoren, die das Verwenden von Antibiotika beeinflusst haben

Insgesamt erhielten 66,9 % der untersuchten Pferde während des stationären Aufenthalts eine antibiotische Therapie. Die Auswertung univariabler logistischer Regressionsanalysen ergab mehrere signifikante Einflussfaktoren auf die Wahrscheinlichkeit einer Antibiotikagabe (Tabelle 3).

Signalement und Jahreszeit

Ältere Pferde erhielten signifikant häufiger Antibiotika als jüngere Tiere ($p = 0,016$). Das Durchschnittsalter der Pferde mit Antibiotikatherapie betrug 17 ± 8 Jahre, bei den Pferden ohne Antibiotikatherapie lag das Durchschnittsalter bei 15 ± 9 Jahren. Auch die Jahreszeit hatte einen signifikanten Einfluss ($p = 0,033$): Besonders häufig wurden Antibiotika im Winter (76,2 %) und Herbst (71,4 %) verabreicht, während die Verordnungsrate im Sommer (61,9 %) und Frühling (58,8 %) niedriger war.

Klinikaufenthalt und Kosten

Pferde mit längerer stationärer Verweildauer erhielten signifikant häufiger Antibiotika ($p < 0,001$). Auch die Behandlungskosten waren bei antibiotisch behandelten Pferden höher als bei jenen ohne Antibiotikatherapie ($p < 0,001$). Diese Assoziation ist vermutlich durch einen erhöhten Behandlungsaufwand bei komplexeren oder komplikationsbehafteten Verläufen erklärbar.

Komplikationen, Begleitmedikation und Entzündungsmarker

Die Gabe von Antibiotika war signifikant mit dem Auftreten postoperativer Komplikationen assoziiert ($p = 0,011$): 88,9 % der Pferde mit Komplikationen erhielten Antibiotika, im Vergleich zu 61,8 % der komplikationsfreien Tiere. Auch Pferde, die Opiode erhielten, wurden häufiger antibiotisch behandelt ($p = 0,028$). Eine längere NSAID-Dauer war ebenfalls mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für die Gabe von Antibiotika verbunden ($p < 0,001$).

Zudem war der SAA-Wert bei Klinikaustritt signifikant mit der Antibiotikatherapie assoziiert ($p = 0,010$): Pferde mit mittelgradig erhöhten SAA-Werten (> 50 mg/L) erhielten häufiger Antibiotika als Tiere mit unauffälligen oder gering erhöhten Werten. Fieber hatte hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Entscheidung zur Antibiotikagabe ($p = 0,202$).

Zahnbezogene Parameter

Die Anzahl extrahierter Zähne beeinflusste die Gabe von Antibiotika signifikant ($p = 0,007$): Mit jedem zusätzlich extrahierten Zahn stieg die Wahrscheinlichkeit einer antibiotischen Therapie. Ebenso wurden Pferde, die mehrere Behandlungssitzungen benötigten, häufiger mit Antibiotika behandelt als solche mit nur einer Sitzung ($p < 0,001$). Komplexere Extraktionstechniken (z. B. Fräsen, Schraube, Coronektomie) waren ebenfalls mit einer höheren Antibiotikaverordnung assoziiert als die standardmäßige orale Extraktion ($p = 0,014$).

Die Faktoren, die auf eine Assoziation mit dem Auftreten von Komplikationen untersucht wurden, sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Variable (Einheit) (n)	Kategorie	Antibiotika nein	Antibiotika ja	OR	95% CI	p-Wert
Alter (Jahre) (302)		19±7	17±8	0.96	0.93-0.99	0.016
Vorerkrankungen (302)	Nein	34.4% (87)	65.6% (166)	Referenz		0.323*
	Ja	26.5% (13)	73.5% (36)	1.45	0.73-2.87	0.287
Jahreszeit (302)	Frühling	76.5% (65)	23.5% (20)	Referenz		0.395*
	Sommer	82.5% (52)	17.5% (11)	0.68	0.45-1.79	0.781
	Herbst	85.7% (60)	14.3% (10)	0.54	0.15-2.54	0.518
	Winter	73.8% (62)	26.2% (22)	0.68	0.30-1.32	0.228
Fieber (302)	Nein	31.6% (81)	68.4% (175)	Referenz		1.000*
	Ja	41.3% (19)	58.7% (27)	0.66	0.35-1.25	0.202
NSAID Dauer (Tage) (299)		3±2	5±3	1.57	1.35-1.82	<0.001
Komplikationen (302)	Nein	38.9% (93)	61.1% (146)	Referenz		<0.001*
	Ja	11.1% (7)	88.9% (56)	5.09	2.22-11.65	<0.001
Opioid (302)	Nein	35.0% (99)	65.0% (184)	Referenz		0.005*

	Ja	5.3% (1)	94.7% (18)	9.68	1.27-73.62	0.028
Klinikaufenthalt (302)		5±5	8±7	1.15	1.07-1.23	<0.001
Behandlungskosten (Euro) (302)		1003.13±458.39	1497.13±808.32	1.00	1.00-1.001	<0.001
Technik (302)	Orale Extraktion	35.3% (95)	64.7% (174)	Referenz		0.019*
	Andere Methode	15.2% (5)	84.8% (28)	3.05	1.14-8.17	0.026
Anzahl der Sessions (302)	Eine	36.8% (95)	63.2% (163)	Referenz		0.001*
	Mehrere	11.4% (5)	88.6% (39)	4.54	1.73-11.92	0.002
Grund Extraktion (302)	Apikale Infektion, Wurzelaffektion, -fraktur	29.6% (16)	70.4% (38)	Referenz		0.395*
	beweglicher Zahn	31.7% (45)	68.3% (97)	0.90	0.45-1.79	0.781
	Fehlstellung	40.0% (4)	60.0% (6)	0.63	0.15-2.54	0.518
	Hyperplasie, Deformation	39.8% (33)	60.2% (50)	0.63	0.30-1.32	0.228
	Infundibularkaries, Karies	15.4% (2)	84.6% (11)	2.31	0.46-11.65	0.308
Anzahl extrahierter Zähne (302)		1±1	2±3	1.41	1.08-1.83	0.007
SAA Austritt (mg/L) (89)	<10	42.4% (14)	57.6% (19)	Referenz		0.019*
	<200	38.5% (15)	61.5% (24)	1.17	0.45-3.03	0.733
	>200	5.9% (1)	94.1% (16)	11.78	1.39-99.70	0.024
<p>p* - Gesamt-p-Wert für kategoriale Daten mit mehr als zwei Kategorien, basierend auf dem exakten Test nach Fisher. OR Odds Ratio, CI Konfidenzintervall, NSAID Nichtsteroidale Antiphlogistika, BU-AB Bakteriologische Untersuchung - Antibiogramm, SAA Serumamyloid A</p>						

Tabelle 3: Univariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und dem Verabreichen von Antibiotika von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem einfachen logistischen Regressionsmodell

Finale Ergebnisse der multivariablen Analyse

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der multivariablen logistischen Regressionsmodelle dargestellt. Tabelle 4 zeigt die signifikanten Einflussfaktoren für das Auftreten postoperativer Komplikationen. Tabelle 5 fasst die prädiktiven Faktoren für die Gabe von Antibiotika während des stationären Aufenthalts zusammen.

In beiden Modellen konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem klinischen Verlauf, der Behandlungsintensität sowie einzelnen Patienten- und Behandlungsvariablen festgestellt werden. So zeigte sich, dass jüngere Pferde eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit hatten, Komplikationen zu entwickeln (OR: 0,95; 95 %-CI: 0,92–0,99; $p = 0,023$). Das Risiko sank demnach mit jedem weiteren Lebensjahr um etwa 5 %.

Die Gabe von Antibiotika war mit einem deutlich erhöhten Risiko für Komplikationen assoziiert (OR: 3,43; 95 %-CI: 1,40–8,36; $p = 0,007$). Pferde, die eine antibiotische Therapie erhielten, hatten eine mehr als dreifach erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen. Da die Entscheidung zur Antibiotikagabe retrospektiv erfolgt ist, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass sie primär bei klinisch auffälligeren oder komplikationsträchtigen Fällen getroffen wurde.

Bei Pferden mit postoperativen Komplikationen wurde häufiger Fieber dokumentiert als bei komplikationsfreien Verläufen. Pferde mit Fieber zeigten ein mehr als dreifach erhöhtes Risiko für Komplikationen (OR: 3,05; 95 %-CI: 1,42–6,56; $p=0,004$).

Ein weiterer signifikanter Einflussfaktor war die Dauer der Gabe nichtsteroidaler Antiphlogistika (NSAIDs). Pro zusätzlichem Behandlungstag stieg die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten postoperativer Komplikationen um 17 % (OR: 1,17; 95 %-CI: 1,07–1,29; $p = 0,001$). Auch im Modell zur Antibiotikagabe war die NSAID-Dauer ein starker Prädiktor: Hier erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit für eine Antibiotikatherapie pro zusätzlichem Tag um 51 % (OR: 1,50; 95 %-CI: 1,30–1,75; $p < 0,001$).

Darüber hinaus zeigten Pferde mit Komplikationen eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, Antibiotika zu erhalten (OR: 3,11; 95 %-CI: 1,29–7,49; $p = 0,011$), was auf eine enge Verknüpfung zwischen klinischem Verlauf und Therapiewahl hindeutet. Auch komplexere Extraktionstechniken waren signifikant mit der Gabe von Antibiotika assoziiert (OR: 2,99; 95 %-CI: 1,05–8,49; $p = 0,039$).

Variable	Kategorie	OR	95% CI	p-Wert
Alter in Jahren		0.95	0.91-0.99	0.023
Antibiotika	nein	Referenz		<0.001*
	ja	3.43	1.40-8.35	0.007
Dauer NSAIDs		1.17	1.06-1.29	0.001
Fieber	nein	Referenz		<0.001*
	ja	3.05	1.42-6.56	0.004
p* - Gesamt-p-Wert für kategoriale Daten mit mehr als zwei Kategorien OR Odds Ratio, CI Konfidenzintervall, NSAID Nichtsteroidale Antiphlogistika				

Tabelle 4: Multivariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und Komplikationen von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem multivariablen logistischem Regressionsmodell.

Variable	Kategorie	OR	95% CI	p-Wert
Technik	einfache orale Extraktion	Referenz		<0.001*
	andere Methode	2.99	1.05-8.49	0.039
Komplikationen	nein	Referenz		<0.001*
	ja	3.11	1.29-7.49	0.011
Dauer NSAIDs		1.50	1.30-1.75	<0.001
p* - Gesamt-p-Wert für kategoriale Daten mit mehr als zwei Kategorien OR Odds Ratio, CI Konfidenzintervall, NSAID Nichtsteroidale Antiphlogistika				

Tabelle 5: Multivariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und der Antibiotikagabe von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem multivariablen logistischem Regressionsmodell.

5. Diskussion

Die vorliegende Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen der Gabe von Antibiotika im Rahmen von Zahnextraktionen beim Pferd und dem Auftreten postoperativer Komplikationen. Entgegen der weit verbreiteten Annahme, dass eine antibiotische Prophylaxe das Risiko für Komplikationen senkt, zeigte sich in dieser Untersuchung eine höhere Komplikationsrate bei Pferden, die perioperativ Antibiotika erhielten. Damit deuten die Ergebnisse auf eine mögliche Assoziation zwischen Antibiotikagabe und einem erhöhten Komplikationsrisiko hin – ein Befund, der im Widerspruch zu früheren Studien steht, in denen kein signifikanter Zusammenhang zwischen Antibiotikatherapie und Komplikationsrate festgestellt werden konnte (9,15,25,26).

Klinische und mikrobiologische Einordnung des Zusammenhangs zwischen Antibiotikagabe und postoperativen Komplikationen

Obwohl Antibiotika häufig zur Infektionsprophylaxe nach Zahnextraktionen eingesetzt werden, konnte – wie bereits in früheren Studien – auch in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Nutzen in Bezug auf eine reduzierte Komplikationsrate nachgewiesen werden (25). Insbesondere bei Routineeingriffen ohne Hinweise auf eine zugrundeliegende bakterielle Infektion scheint eine präventive Antibiotikagabe keinen nachweisbaren Vorteil zu bieten (5,9). Vielmehr erhöhen unspezifisch eingesetzte Antibiotika das Risiko für Nebenwirkungen – insbesondere für mikrobiomassoziierte Komplikationen wie Koliken (30).

Der in dieser Studie beobachtete Zusammenhang zwischen Antibiotikagabe und einer erhöhten Komplikationsrate ist vielschichtig und lässt sich nicht eindeutig kausal erklären. Eine Möglichkeit ist, dass Kliniker Pferde mit einem als erhöht eingeschätzten Risiko – etwa bei schwierigen Extraktionen oder schlechtem Allgemeinzustand – gezielt präventiv mit Antibiotika behandelten. Dennoch zeigten sich gerade in dieser Gruppe vermehrt postoperative Komplikationen. Dies könnte darauf hindeuten, dass nicht allein die Risikoeinschätzung, sondern auch die Antibiotikagabe selbst zur Komplikationsentstehung beigetragen hat.

Eine plausible Erklärung hierfür liegt in den bekannten nachteiligen Effekten von Antibiotika auf das intestinale Mikrobiom und das Immunsystem (2,21). Die Verabreichung von Antibiotika kann zu einer Dysbiose des Dickdarms führen und das Wachstum pathogener Keime wie *Clostridium difficile* begünstigen, was die Entwicklung einer antibiotikaassoziierten Kolitis

(AAC) fördern kann (5,30). Beim Pferd ist diese Form der Kolitis besonders kritisch, da sie mit endotoxinvermittelten Reaktionen, systemischer Entzündung und Koliksymptomen einhergehen kann (23).

In der vorliegenden Studie traten Fieber und Kolik als indirekte postoperative Komplikationen signifikant häufiger bei Pferden mit Antibiotikatherapie auf. Diese Beobachtung deckt sich mit früheren Arbeiten, die eine erhöhte Inzidenz von Koliken nach Antibiotikabehandlung beschreiben – mutmaßlich infolge einer veränderten mikrobiellen Fermentation im Dickdarm (25,36). Besonders problematisch erscheint dies bei der Anwendung von Breitbandantibiotika, da diese nicht nur pathogene, sondern auch nützliche mikrobielle Populationen eliminieren und dadurch das mikrobiologische Gleichgewicht destabilisieren (9).

Ein möglicher Grund für die fehlende Schutzwirkung von Antibiotika liegt darin, dass viele postoperative Komplikationen nicht primär infektiöser Natur sind, sondern durch mechanische Faktoren wie Gewebetrauma, unzureichende Drainage oder Okklusionsstörungen entstehen (35).

Systemische und mikrobielle Folgen der Antibiotikatherapie

In der Humanmedizin ist gut dokumentiert, dass eine übermäßige Anwendung von Antibiotika mit einer erhöhten Anfälligkeit für nosokomiale Infektionen und resistenten Bakterienstämmen einhergeht (2). Diese Problematik ist auch in der Veterinärmedizin von Bedeutung: Eine Schwächung der natürlichen mikrobiellen Flora kann die Anfälligkeit für postoperative Wundheilungsstörungen und sekundäre Infektionen erhöhen (5,21).

Ein weiterer möglicher Mechanismus betrifft die antimikrobielle Wirkung von Antibiotika auf die physiologische Flora der Maulhöhle. Studien zur endodontischen und apikalen Erkrankung equiner Backenzähne zeigen, dass das natürliche orale Mikrobiom eine wichtige Rolle in der lokalen Infektabwehr spielt (4). Wird dieses Mikrobiom durch Antibiotikagabe gestört, kann es zu einer veränderten mikrobiellen Besiedlung und damit zu postoperativen Infektionen im Extraktionsgebiet kommen (4).

Einfluss der Extraktionstechnik auf die Entscheidung zur Antibiotikagabe

Bei Pferden, bei denen keine einfache orale Extraktion durchgeführt wurde, kam es signifikant häufiger zum Einsatz von Antibiotika. Gleichzeitig zeigten sich jedoch keine signifikant höheren Komplikationsraten, was darauf hindeutet, dass die Entscheidung zur Antibiotikagabe in erster Linie präventiv motiviert war. Dieses Muster steht im Einklang mit früheren Studien, in denen ebenfalls beschrieben wurde, dass die gewählte Extraktionstechnik sowie der Schwierigkeitsgrad des Eingriffs maßgeblich das therapeutische Vorgehen beeinflussen (8,25).

Alter als Risikofaktor für postoperative Komplikationen

Wie auch in anderen Studien stellte sich ein jüngeres Alter als signifikanter Risikofaktor für postoperative Komplikationen heraus (8,25,34). Eine mögliche Erklärung liegt in den altersabhängigen anatomischen Besonderheiten des equinen Gebisses: Jüngere Pferde besitzen längere Zahnwurzeln und tiefere Alveolen (11), was die Extraktion technisch anspruchsvoller macht und das Risiko für tiefe Wundtaschen mit verzögerter Heilung und erhöhter Infektionsgefahr erhöht.

Zusätzlich sind bei jungen Pferden häufiger Unterkieferbackenzähne betroffen (34), deren Extraktion aufgrund der geringeren vaskulären Versorgung und Drainagemöglichkeit des Unterkiefers komplikationsanfälliger macht (19,25). Die kompaktere, weniger poröse Knochenstruktur bei jungen Tieren erschwert zudem die Luxation des Zahns und verlängert den operativen Eingriff, was die Traumatisierung umliegender Strukturen verstärken kann (34).

Neben diesen anatomischen Faktoren könnte auch das aktivere Immunsystem jüngerer Pferde eine Rolle spielen. Es kann zu verstärkten Entzündungsreaktionen führen, die sich postoperativ in vermehrter Schwellung, Fieber und verzögerter Wundheilung äußern (25). Für die klinische Praxis bedeutet dies, dass das erhöhte Komplikationsrisiko bei jungen Pferden multifaktoriell bedingt ist – durch anatomische, physiologische und chirurgische Besonderheiten.

Einfluss internistischer Vorerkrankungen auf das Komplikationsrisiko

Entgegen der ursprünglichen Annahme, dass Pferde mit Vorerkrankungen – insbesondere mit einem Equinen Cushing-Syndrom (PPID) – ein erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen aufweisen, konnte dieser Zusammenhang in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Großteil der betroffenen Pferde

mit Pergolid behandelt wurde. Auch andere Studien fanden keine signifikant erhöhte Komplikationsrate bei PPID-Patienten (8). Ein möglicher Grund dafür könnte die optimierte medizinische Betreuung dieser Tiere sein.

Zwar ist bekannt, dass das Equine Cushing-Syndrom die Immunfunktion beeinträchtigen und die Infektanfälligkeit erhöhen kann, insbesondere bei unzureichend eingestellten Patienten (5), jedoch zeigen frühere Arbeiten, dass eine konstant eingestellte Pergolid-Therapie nicht zwangsläufig mit schlechterer Wundheilung oder einer erhöhten Infektionsrate einhergeht (25).

Darüber hinaus werden Pferde mit bekannten Vorerkrankungen in der Regel engmaschiger überwacht und erhalten eine individuell angepasste perioperative Betreuung, was einen schützenden Effekt gegenüber Komplikationen haben könnte (9). Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer differenzierten Risikobewertung und legen nahe, dass ein gut eingestellter Patient mit Equinem Cushing-Syndrom allein kein prognostisch ungünstiger Faktor für das postoperative Outcome sein muss.

Studienspezifische Limitationen und methodische Überlegungen

Da es sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine retrospektive Studie handelt, basierend auf klinischen Daten aus dem TIS, ist eine gewisse Limitation in Bezug auf Datenqualität und Vollständigkeit nicht auszuschließen. Einzelne Variablen konnten möglicherweise nicht vollständig erfasst werden, was potenzielle Verzerrungen nach sich ziehen könnte. Trotz der im Vergleich zu bisherigen Studien großen Fallzahl war die absolute Häufigkeit von postoperativen Komplikationen gering. In Kombination mit der Vielzahl potenziell relevanter Einflussfaktoren kann dies die statistische Aussagekraft einschränken. Um dieser Problematik zu begegnen, wurde ein schrittweises multivariates Analyseverfahren gewählt, um jene Variablen zu identifizieren, die tatsächlich mit dem Auftreten von Komplikationen assoziiert waren.

Eine weitere methodische Herausforderung liegt in der fehlenden zeitlichen Klarheit zwischen Antibiotikagabe und Komplikationsbeginn. Zwar konnte rekonstruiert werden, dass Antibiotika überwiegend perioperativ und nicht erst nach Auftreten von Komplikationen verabreicht wurden, dennoch lässt sich eine kausale Beziehung aus retrospektiven Daten nicht mit Sicherheit belegen. Dies betont die Notwendigkeit einer kritischen Bewertung routinemäßiger

Antibiotikagabe und unterstreicht den Wert prospektiver Studien zur besseren Abklärung dieser Zusammenhänge.

Antibiotikaeinsatz im Kontext antimikrobieller Resistenzen

In Anbetracht der zunehmenden weltweiten Verbreitung antimikrobieller Resistenzen ist der Einsatz von Antibiotika in der Tiermedizin besonders kritisch zu hinterfragen. Die vorliegende Studie verdeutlicht, dass der Nutzen einer prophylaktischen Antibiotikatherapie bei Zahnextraktionen begrenzt ist und möglicherweise sogar mit einem erhöhten Risiko für postoperative Komplikationen einhergeht. Ein Editorial aus Großbritannien beschreibt die vielschichtigen Gründe für den häufigen Einsatz von Antibiotika, trotz zahlreicher Bemühungen zur Reduktion (22,33).

Neben medizinischen Überlegungen spielen dabei auch psychosoziale und wirtschaftliche Faktoren eine Rolle – beispielsweise der Einfluss von Tierbesitzer:innen, Zeitdruck oder die Angst vor unerwünschten Komplikationen. Gerade in der Pferdemedizin kann dies dazu führen, dass Antibiotika häufiger präventiv als gezielt eingesetzt werden – oft ohne eindeutige Evidenz für ihren Nutzen (27). Es ist daher essenziell, die klinische Indikation als zentrales Kriterium für den Antibiotikaeinsatz heranzuziehen. Mehrere Autoren betonen, dass die Entscheidung zur antibiotischen Therapie individuell und basierend auf dem konkreten klinischen Bild getroffen werden sollte (2,8). Eine verantwortungsvolle, gezielte und kontrollierte Verordnung ist entscheidend, um die Wirksamkeit dieser lebenswichtigen Medikamente zu bewahren (2).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stehen im Einklang mit den Zielen des Tierarzneimittelgesetzes (TAMG), das eine Reduktion des Antibiotikaeinsatzes auf das medizinisch Notwendige fordert. Sie unterstreichen die Bedeutung einer evidenzbasierten Abwägung vor jeder antibiotischen Therapie, um die Balance zwischen Infektionsprävention und Resistenzvermeidung zu gewährleisten (37).

Schlussfolgerung

Vor dem Hintergrund dieser vielschichtigen klinischen, mikrobiologischen und gesellschaftlichen Zusammenhänge lassen sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie wichtige Schlussfolgerungen für den verantwortungsvollen Einsatz von Antibiotika im Rahmen zahnmedizinischer Eingriffe beim Pferd ableiten.

Angesichts der zunehmenden Antibiotikaresistenzen erfordert der Einsatz antimikrobieller Substanzen in der Tiermedizin eine kritische Abwägung. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass eine routinemäßige Antibiotikagabe nach Zahnextraktionen nicht mit einer reduzierten Komplikationsrate assoziiert war, sondern vielmehr mit einer erhöhten Inzidenz postoperativer Komplikationen. Dies unterstreicht die Bedeutung eines gezielten, risikobasierten Antibiotikaeinsatzes, um sowohl die individuelle Therapiesicherheit zu gewährleisten als auch der Resistenzentwicklung entgegenzuwirken. Im Sinne des One-Health-Ansatzes sollte die Indikationsstellung für eine Antibiotikatherapie auf einer evidenzbasierten Risikoevaluierung basieren, um die langfristige Wirksamkeit dieser Medikamente zu erhalten.

6. Literaturverzeichnis

1. Barnett TP. Clinical insights: Equine dentistry. *Equine Vet J.* 2019;51(3):277–9.
2. Bell BG, Schellevis F, Stobberingh E, Goossens H, Pringle M. A systematic review and meta-analysis of the effects of antibiotic consumption on antibiotic resistance. *BMC Infect Dis.* Dezember 2014;14(1):13.
3. Bellows J, Berg ML, Dennis S, Harvey R, Lobprise HB, Snyder CJ, u. a. 2019 AAHA Dental Care Guidelines for Dogs and Cats*. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1. März 2019;55(2):49–69.
4. Bienert-Zeit A, Bartmann CP, Verspohl J, Deegen E. Bakteriologische Befunde bei endodontischen und apikalen Erkrankungen der Backenzähne des Pferdes. *Dtsch Tierärztl Wochenschr.* 2003;110(9):358–61.
5. Bienert-Zeit A, Verwilghen D, Feige K. DPT_Antibiotische Therapie bei Zahn- und Sinuserkrankungen des Pferdes. *Prakt Tierarzt.* 30. September 2017;(Der Praktische Tierarzt 98, Heft 10/2017, Seiten 1048–1057):1048–57.
6. Caramello V, Zarucco L, Foster D, Boston R, Stefanovski D, Orsini JA. Equine cheek tooth extraction: Comparison of outcomes for five extraction methods. *Equine Vet J.* März 2020;52(2):181–6.
7. Charlier C. Oral Surgery - Extractions: Principles and Practice. 2018; *Wiggs's Veterinary Dentistry*(8):229–45.
8. Christiansen MS, Rosenmeier JG, Jensen DB, Lindegaard C. Standing equine cheek tooth extraction: A multivariate analysis of the effect of antibiotics on the risk of post-operative complications. *Equine Vet J.* 2023;55(6):968–78.
9. Dixon PM, Dacre I, Dacre K, Tremaine WH, McCANN J, Barakzai S. Standing oral extraction of cheek teeth in 100 horses (1998-2003). *Equine Vet J.* März 2005;37(2):105–12.
10. Dixon PM, Kennedy R, Poll K, Barakzai S, Reardon RJM. A long-term study of sinusoscopic treatment of equine paranasal sinus disease: 155 cases (2012–2019). *Equine Vet J.* September 2021;53(5):979–89.
11. Dixon PM, Tremaine WH, Pickles K, Kuhns L, Hawe C, McCANN J, u. a. Equine dental disease Part 1: A long-term study of 400 cases: disorders of incisor, canine and first premolar teeth. *Equine Vet J.* September 1999;31(5):369–77.
12. Dixon PM, Tremaine WH, Pickles K, Kuhns L, Hawe C, McCANN J, u. a. 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.* November 1999;31(6):519–28.
13. Dixon PM, Tremaine WH, Pickles K, Kuhns L, Hawe C, Mccann J, u. a. 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.* Januar 2000;32(1):9–18.
 14. Dixon PM, Tremaine WH, Pickles K, Kuhns L, Hawe C, Mccann J, u. a. Equine dental disease Part 4: a long-term study of 400 cases: apical infections of cheek teeth. *Equine Vet J.* Mai 2000;32(3):182–94.
 15. Earley ET, Rawlinson JE, Baratt RM. Complications Associated with Cheek Tooth Extraction in the Horse. *J Vet Dent.* Dezember 2013;30(4):220–35.
 16. Easley J. A Brief History of Equine Dental Practice. *Vet Clin North Am Equine Pract.* Dezember 2020;36(3):425–32.
 17. EU-Kommission. Verordnung (EU) 2019/4 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Medizinalfuttermitteln und zur Aufhebung der Richtlinie 90/167/EWG. *Amtsbl Eur Union.* 2019;L 4:1–23.
 18. EU-Kommission. Verordnung (EU) 2019/6 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über Tierarzneimittel und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/82/EG. *Amtsbl Eur Union.* 2019;L 4:43–167.
 19. Gergeleit H, Bienert-Zeit A. Complications Following Mandibular Cheek Tooth Extraction in 20 Horses. *Front Vet Sci.* 13. August 2020;7:504.
 20. Gleerup KB, Lindegaard C. Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Vet Educ.* Januar 2016;28(1):47–57.
 21. Guardabassi L. Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria: Review. *J Antimicrob Chemother.* 1. Juli 2004;54(2):321–32.
 22. Hawker JI, Smith S, Smith GE, Morbey R, Johnson AP, Fleming DM, u. a. Trends in antibiotic prescribing in primary care for clinical syndromes subject to national recommendations to reduce antibiotic resistance, UK 1995-2011: analysis of a large database of primary care consultations. *J Antimicrob Chemother.* 1. Dezember 2014;69(12):3423–30.
 23. Hillerton J, Irvine C, Bryan M, Scott D, Merchant S. Use of antimicrobials for animals in New Zealand, and in comparison with other countries. *N Z Vet J.* 4. März 2017;65(2):71–7.

24. Hollis AR, Wilkins PA. Current controversies in equine antimicrobial therapy. *Equine Vet Educ.* April 2009;21(4):216–24.
25. Kennedy R, Reardon RJM, James O, Wilson C, Dixon PM. A long-term study of equine cheek teeth post-extraction complications: 428 cheek teeth (2004-2018). *Equine Vet J.* November 2020;52(6):811–22.
26. Kern I, Bartmann CP, Verspohl J, Rohde J, Bienert-Zeit A. Bacteraemia before, during and after tooth extraction in horses in the absence of antimicrobial administration. *Equine Vet J.* März 2017;49(2):178–82.
27. King C, Smith M, Currie K, Dickson A, Smith F, Davis M, u. a. Exploring the behavioural drivers of veterinary surgeon antibiotic prescribing: a qualitative study of companion animal veterinary surgeons in the UK. *BMC Vet Res.* Dezember 2018;14(1):332.
28. Lloyd DH, Page SW. Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine. Aarestrup FM, Schwarz S, Shen J, Cavaco L, Herausgeber. *Microbiol Spectr.* Juni 2018;6(3):6.3.03.
29. Lowder M, Mueller P. Periradicular dental disease in horses. *Comp Cont Educ Pract Vet.* 1999;(21):874–7.
30. Morley PS, Apley MD, Besser TE, Burney DP, Fedorka-Cray PJ, Papich MG, u. a. Antimicrobial Drug Use in Veterinary Medicine. *J Vet Intern Med.* Juli 2005;19(4):617–29.
31. Pearce C. Recent developments in equine dentistry. *N Z Vet J.* 2020;68(3):178–86.
32. Rice MK, Henry TJ. Standing intraoral extractions of cheek teeth aided by partial crown removal in 165 horses (2010–2016). *Equine Vet J.* Januar 2018;50(1):48–53.
33. Shallcross LJ, Davies DSC. Antibiotic overuse: a key driver of antimicrobial resistance. *Br J Gen Pract.* Dezember 2014;64(629):604–5.
34. Tremaine H. Advances in the Treatment of Diseased Equine Cheek Teeth. *Vet Clin North Am Equine Pract.* August 2013;29(2):441–65.
35. Tremaine W, Schumacher J. Exodontia. In 2011. S. 319–44.
36. Weese JS, Cruz A. Retrospective study of perioperative antimicrobial use practices in horses undergoing elective arthroscopic surgery at a veterinary teaching hospital. *Can Vet J Rev Vét Can.* 2009;50(2):185–8.
37. Tierarzneimittelgesetz (TAMG) [Internet]. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. [zitiert 22. November 2024]. Verfügbar unter: <https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/Tierarzneimittelgesetz/tierarzneimittelgesetz.html>

7. Liste von Diagrammen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung 1: Gründe für die Zahnextraktion von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022.....	11
Abbildung 2: Extraktionsarten, welche in der Studie angewandt wurden, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022	11
Abbildung 3: Komplikationen, welche in der Studie aufgetreten sind, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022	13

Tabellen

Tabelle 1: Parameter (inklusive Kategorisierung), welche in den Rubriken OP, Medikamente, Labor und Körpertemperatur erhoben wurden, von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien unterzogen wurden, 2018-2022	8
Tabelle 2: Univariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und dem Auftreten von Komplikationen von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem einfachen logistischen Regressionsmodell.....	16
Tabelle 3: Univariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und dem Verabreichen von Antibiotika von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem einfachen logistischen Regressionsmodell.....	19
Tabelle 4: Multivariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und Komplikationen von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem multivariablen logistischem Regressionsmodell.	21
Tabelle 5: Multivariabler Zusammenhang zwischen erhobenen Variablen und der Antibiotikagabe von 302 Pferden, die eine Backenzahnextraktion an der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhalten haben, 2018-2022, basierend auf einem multivariablen logistischem Regressionsmodell.	21