

Aus der Universitätsklinik für Wiederkäuer, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Österreich

# Qualitätssicherung bei der Behandlung von Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes – Vorstellung von Standardvorgehensweisen zur Erzielung besserer Therapieerfolge und zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes

J. Kofler<sup>a</sup> und B. Altenbrunner-Martinek

ORCID:

a) 0000-0001-9664-3446

Eingelangt am 7. Dezember 2021

Angenommen am 6. Juni 2022

Veröffentlicht am 29. Juli 2022

**Schlüsselwörter:** Klauenerkrankungen, septische Arthritis Klauengelenk, Tendovaginitis der Fesselbeugesehnscheide, Diagnostik, Therapie, Standard Operating Procedure (SOP), Rind.

**Keywords:** Claw disorders, deep digital sepsis, septic arthritis of distal interphalangeal joint, septic tenosynovitis, diagnostic measures, treatment, standard operating procedure (SOP), cattle.

## ■ Zusammenfassung

Schmerzhafte Klauenerkrankungen und ihre Komplikationen sind häufige Gründe für tierärztliche Interventionen. Das Spektrum dieser Erkrankungen ist sehr unterschiedlich, daher ist eine definitive Diagnosestellung essentiell für die Wahl der fachgerechten Behandlung. Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Abszesse benötigen andere Behandlungsmaßnahmen als die davon ausgehenden tiefen Infektionen mit septischer Entzündung des Klauen- und/oder Krongelenkes oder der Fesselbeugesehnscheide. Auch bei der Behandlung akuter und chronischer Stadien der Mortellaro'schen Krankheit (DD) und DD-assoziiierter Klauenhornerkrankungen sind z.T. völlig unterschiedliche therapeutische Vorgehensweisen erforderlich. Eine ausschließliche, systemische Antibiose und die Applikation nichtsteroidaler Antiphlogistika kann daher niemals eine „Standard“-Therapie für lahme Rinderpatienten mit schmerzhaften Klauenerkrankungen sein.

Für den vorliegenden Übersichtsbeitrag über evidenzbasierte Therapiemöglichkeiten definierter Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes wurde eine Literaturrecherche in englisch- und deutschsprachigen „peer reviewed“ und „non-peer reviewed“ Publikationen

## ■ Summary

**Quality assurance in the treatment of claw and digital disorders in cattle – Standard Operating Procedures (SOPs) to improve treatment outcomes and reduce the use of antibiotics**

### Introduction

Painful claw disorders and the complications associated with deep digital sepsis are common reasons for veterinary interventions. The spectrum of the disorders is very large and a definitive diagnosis is essential for proper treatment. Treatment of sole ulcers and white-line abscesses necessitates different measures than treatment of deep digital sepsis with septic arthritis of the distal and/or proximal interphalangeal joint or septic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath. Even acute and chronic stages of digital dermatitis (DD) require therapeutic procedures that differ from interventions for DD-associated claw horn lesions. Exclusive systemic treatment with antimicrobials and nonsteroidal anti-inflammatory drugs can never be a standard treatment regime for lame cattle with painful claw disorders.

\*E-Mail: Johann.Kofler@vetmeduni.ac.at

ab dem Jahr 1995 bis 2021 mit entsprechenden Schlüsselwörtern vorgenommen.

Definierte Erkrankungen wurden in verschiedene Klassen eingeteilt, jeweils abhängig von ihrem Schweregrad und der Infektion tiefer Stützstrukturen. Diesen Diagnose-Klassen wurden entsprechende standardisierte und evidenzbasierte Vorgehensweisen für deren Behandlung zugeordnet und in Flussdiagrammen leicht nachvollziehbar dargestellt.

Die strikte Befolgung standardisierter Vorgangsweisen gewährleistet einerseits eine effektive Behandlung der genannten Klauenerkrankungen basierend auf dem neuesten Wissensstand und somit auch eine rasche Verbesserung des Tierwohls und kann andererseits zu einer Reduktion des Antibiotikaeinsatzes in der Rindermedizin beitragen, wenn eine systemische Antibiose ausschließlich bei Vorliegen der angeführten strengen Indikationen verabreicht wird.

**Abkürzungen:** DD = Dermatitis digitalis, Mortellaro'sche Krankheit; DS = Doppelsohle(n); FBSS = Fesselbeugesehnscheide; HS = Hornspalt; NSAIDs = nichtsteroidale(r) Entzündungshemmer; SG = Sohlengeschwür(e); SSG = Sohlenspitzenengeschwür(e); SSN = Sohlenspitzennekrose(n); WLA = weiße-Linie-Abszess(e); WLD = weiße-Linie-Defekt(e); ZP = Zwischenklauenphlegmone(n)

## ■ Einleitung

Grundlage jeder Therapie kann nur eine sorgfältige klinisch-orthopädische Untersuchung des wegen Lahmheit vorgestellten Patienten sowie ein ausschließlich auf Basis dieser Untersuchungsbefunde adäquat ausgewähltes Behandlungsregime sein (Kastelic 2006; Neumann 2006; Simoneit et al. 2012; Peter et al. 2018; Nuss et al. 2019a). Mitunter beschränkt sich die klinisch-orthopädische Untersuchung in der Rinderpraxis auf die Feststellung der Lahmheit und das erkrankte Tier wird anschließend oftmals medikamentös therapiert, ohne dass eine definitive Diagnose gestellt worden wäre. Diese inadäquaten Behandlungen auf „gut Glück“ (Pijl 2003; Leach et al. 2012) und oftmals auch mit Verabreichung einer systemischen Antibiose, obwohl eine solche bei vielen Klauenerkrankungen weder indiziert noch erfolversprechend ist, entsprechen nicht dem geforderten evidenzbasierten Behandlungsstandard - „Good Clinical Practice“- in der Tiermedizin (Glaser et al. 2002; Kastelic 2006; Simoneit et al. 2012; Peter et al. 2018). Die damit verbundenen „Vorteile“ der vermeintlichen Zeitersparnis resultieren sehr häufig in noch schmerzhafteren Komplikationen einer ursprünglich meist einfach zu behandelnden, oberflächlich an der Lederhaut lokalisierten Klauenerkrankung. In der Folge werden erst recht langwierige und aufwändige Behandlungen bei den betroffenen Tieren notwendig oder der Patient muss später sogar euthanasiert werden, weil sich die Prognose bis dahin stark verschlechtert hat (Müller et al. 2019; Nuss et al. 2019b). Daher

## Materials, Methods and Results

To review evidence-based methods for the treatment of defined claw and digital disorders, we undertook a literature search of “peer reviewed” and “non-peer reviewed” publications from 1995 to 2021 in English and German using appropriate keywords. Distinct disorders were allocated to different diagnostic classes, depending upon their severity and the presence of deep digital sepsis. Standardized and evidence-based therapeutic procedures were assigned to the diagnostic classes and are presented textually and with visual metaphors in flow charts.

## Conclusions and clinical relevance

Strict adherence to standardized procedures assures the effective treatment of itemized claw disorders. Adequate treatments enable the rapid improvement of animal welfare and may contribute to reducing the use of antibiotics in bovine medicine by reducing systemic antibiotic therapy to defined indications.

ist eine solche Vorgangsweise aus tier- und berufsethischer Sicht abzulehnen (Blaha 2014; Aigner 2018).

Standardvorgehensweisen („Standard Operating Procedures“: SOPs) sind verbindliche textliche Beschreibungen von Abläufen inklusive der Prüfung der Resultate, welche v.a. in Bereichen kritischer Vorgänge mit potentiellen Auswirkungen auf Umwelt, Sicherheit und Gesundheit Anwendung finden (McMurdo Station Medical Standard Operating Procedures & Protocols 2006; Fliesser 2018). Während standardisierte Arbeitsanleitungen zur systematischen Qualitätssicherung z.B. in der Lebensmitteltechnologie etabliert sind (Schmidt & Pierce 2016), werden sie hingegen in der Milchviehhaltung sowie in der betreuenden und kurativen Tiermedizin bislang erst wenig eingesetzt (Mills et al. 2020; Neukirchner & Heuwieser 2021). SOPs, häufig kombiniert mit bildlichen Darstellungen, beschreiben Schritt für Schritt eine klar definierte Aufgabe und führen, sofern sie entsprechend befolgt werden, unabhängig von den durchführenden Personen zu einheitlichen Abläufen und zu einer Reduktion von Fehlern. SOPs stellen daher besonders für die in diesem Fachbereich nicht so routinierten Tierärzt:innen eine große Hilfe dar, um die Qualität der Therapie deutlich zu verbessern (Mansfeld et al. 2007; Mills et al. 2020; Neukirchner & Heuwieser 2021).

Im nachfolgenden Übersichtsbeitrag werden die von zahlreichen Fachkolleg:innen in den letzten Jahrzehnten publizierten empfohlenen und evidenzbasierten Therapiemethoden bei Vorliegen von definierten Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes vorgestellt und Diagnose-Klassen sowie entsprechenden

Behandlungsklassen zugeordnet. Aus der Fachliteratur sowie auch aus eigenen, langjährigen klinischen Erfahrungen wurden standardisierte Vorgehensweisen für eine evidenzbasierte, fachgerechte und effektive Behandlung von Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes abgeleitet und mittels Flussdiagrammen leicht nachvollziehbar dargestellt.

## ■ Material und Methoden

Für die Zusammenstellung der vorliegenden Standardvorgehensweisen zur Erzielung besserer Therapieerfolge und zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes bei der Behandlung von Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes wurde eine Literaturrecherche in englisch- und deutschsprachigen „peer reviewed“ und „non-peer reviewed“ Publikationen ab dem Jahr 1995 bis 2021 im Zeitraum 1.10.–1.12.2021 vorgenommen. Die Literatursuche beinhaltete folgende Schlüsselwörter: Klauenhornläsionen/claw horn disruption lesions, Doppelsohle/double sole, Sohlengeschwür/sole ulcer, Sohlenspitzen-/toe ulcer, Sohlenspitzennekrose/toe necrosis, Weiße-Linie-Erkrankung/white-line-disease, Weiße-Linie-Abszess/white-line-abscess, eitrige Pododermatitis/purulent pododermatitis, Dermatitis digitalis/digital dermatitis, Mortellaro'sche Krankheit/Mortellaro's disease, Dermatitis digitalis-assoziierte Klauenhornläsionen/digital dermatitis-associated claw horn lesions, nicht-heilende Klauenhornläsionen/non-healing claw horn lesions, Phlegmone/phlegmon, Zwischenklauenphlegmone/interdigital phlegmon, foot rot, Infektionen tiefer Stützstrukturen an Klauen und Zehe/deep digital sepsis, septische Arthritis Klauengelenk und Krongelenk/septic arthritis of the distal and proximal interphalangeal joint, septische Tendovaginitis der Fesselbeugesehnnenscheide/septic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath, Fraktur des Klauenbeines/fracture of the pedal bone, antibiotische Therapie/antibiotic treatment, antiphlogistische Therapie/antiinflammatory treatment, NSAID, funktionelle Klauenpflege/functional hoof/claw trimming, Entlastung von Klauenhorndefekten/load relief of claw lesions, Klotz kleben/application of a bloc, Klauenverband/claw bandage, Rind/cattle, Standardvorgehensweisen/standard operating procedures. Die Literaturrecherche erfolgte in folgenden Datenbanken: MED-LINE/PubMed (U.S. National Library of Medicine, USA), ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, USA), SciVerse Scopus (Elsevier C.V., The Netherlands) und Google. Zudem wurden auch neuere fachspezifische Lehrbücher, fachspezifische Online-Publikationen und Abstracts von fachspezifischen Kongressen auf entsprechende Inhalte hin durchforstet.

Eingeschlossen in die Auswertung wurden alle Publikationen, die konkrete Ergebnisse zur Therapie der genannten Erkrankungen enthielten. Ausgeschlossen wurden Publikationen vor 1995, Fallberichte, Publikationen zum Einsatz von in der EU/Österreich nicht

zugelassenen Medikamenten oder Wirkstoffen (v.a. bei Therapie der Dermatitis digitalis und bei nichtsteroidalen Entzündungshemmern, NSAIDs) sowie inhaltlich ähnliche Publikationen. In letzteren Fällen wurde immer jene Publikation mit dem besseren Studiendesign und die neueste Publikation für die Auswertung herangezogen.

## ■ Ergebnisse

### Erstellung einer definitiven Diagnose - Voraussetzung für adäquate Therapiewahl

Da ca. 85 % aller Lahmheitsursachen beim Milchrind an Klauen und Zehen lokalisiert sind (Murray et al. 1996), ist der Schwerpunkt der diagnostischen Maßnahmen vorerst immer auf diese Region zu richten. Diese beinhalten die Feststellung des Lahmheitsgrades, z.B. anhand des Locomotion-Scoring-Systems (Sprecher et al. 1997) sowie anschließend die sorgfältige Untersuchung der Klauen- und Zehenregion, nachdem das Tier entweder auf einem Kippstand abgelegt oder in einem Durchtreibestand fixiert und die erkrankte Gliedmaße hochgebogen wurde. Vor jeder Untersuchung sind eine gründliche Reinigung und oftmals auch eine funktionelle Klauenpflege vorzunehmen, weil bei vielen lahmen Rindern die letzte Klauenpflege meist schon Monate zurückliegt. Ansonsten erfolgt mit dem Hufmesser ein frischer, diagnostischer Schnitt an der Sohlenfläche, ausgenommen bei Rindern, die Lahmheiten infolge zuvor erfolgter unsachgemäßer Klauenpflege mit dünn geschnittener oder infolge dünn gelaufener Sohlen aufweisen (Kofler et al. 2018). Liegen zudem deutliche entzündliche Umfangsvermehrungen an der Krone, am Weichballen oder an der gesamten Zehenregion vor, sind die Haare in diesem Bereich großflächig zu scheren, so dass nach diesen Vorbereitungen eine einwandfreie und sorgfältige Adspektion möglich ist. Damit lassen sich nun an Sohle, Wand und an der Klauenhaut im Zwischenzehenspalt und proximal des Hornschuhs in vielen Fällen eindeutige Befunde erheben. Dazu zählen das Vorliegen von Doppelsohlen (DS), Sohlengeschwüren (SG), Sohlenspitzen-/toe ulcers (SSG), weiße-Linie-Defekten (WLD) oder weiße-Linie-Abszessen (WLA) und von interdigitalen Erkrankungen wie Limax, Dermatitis digitalis, Zwischenklauenphlegmone oder Wunden. Eine Schmerzprüfung an der Sohle und Wand mit Hilfe einer Klauenuntersuchungszange ist immer vorzunehmen, aber v.a. dann, wenn aufgrund des Adspektionsbefundes nicht klar ist, ob ein vorliegender Defekt überhaupt schmerzhaft ist und auch in jenen Fällen, bei denen aufgrund des Fehlens offensichtlicher Klauenhorndefekte nicht klar ist, welche der beiden Klauen nun überhaupt schmerzhaft ist. Zusätzlich kann man mittels manueller Palpation mit dem Handrücken die Klauen und auch einzelne Klauenabschnitte auf

erhöhte Temperierung prüfen, um somit zusammen mit der Zangenpalpation das *Punctum maximum* der Entzündung oder des Schmerzes zu lokalisieren (Kofler 2015; Kofler et al. 2018; Nuss et al. 2019a).

Liegen druckbedingte Klauenhornkrankungen (wie SG, SSG, WLA) vor, die anfangs nur die Lederhaut betreffen, sollte mit Blick auf den Weichballen plantar/palmar bzw. auf den Kronbereich dorsal und abaxial überprüft werden, ob dort zusätzlich entzündliche Schwellungen und/oder eine Kippklauenbildung (Hyperextension einer Klaue) vorliegen. Ist neben einem SG, SSG oder WLA auch eine mittel- oder hochgradige entzündliche Schwellung am Kronsaum und am Ballen nachweisbar, liegt mit Sicherheit eine Infektion tiefer Stützstrukturen wie des Klauensesambeines, Klauenbeines, der *Bursa podotrochlearis*, der tiefen Beugesehne, des Klauengelenkes und/oder der Fesselbeugesehnenscheide (FBSS) vor (Dirksen 2002; Kofler 2015; Nuss et al. 2019a).

Eine Ausnahme von dieser immer gültigen klinischen Regel stellen Dermatitis-digitalis-assoziierte Klauenhornläsionen dar, welche bereits seit vielen Monaten oder sogar länger als ein Jahr bestehen. Hierbei hat die chronische, monatelang bestehende lokale Infektion mit DD-spezifischen *Treponema* spp. und anderen Keimen die Entwicklung einer meist derben und oft nur geringgradig (ggr.) schmerzhaften Schwellung an den besagten Lokalisationen zur Folge. Dabei sind erstaunlicherweise trotzdem kaum jemals Knochen oder andere tiefe Stützstrukturen mit infiziert (Kofler et al. 2015a; Kofler 2020a). Vermutlich unterdrücken die DD-spezifischen *Treponema* spp. das Wachstum aller anderen eiterbildenden Bakterien, d.h., es findet ein Antagonismus zwischen den DD-spezifischen *Treponema* spp. und anderen Bakterienspezies statt (Falagas et al. 2008). Dadurch werden die Eitererreger offensichtlich verdrängt und gehindert, tiefer liegende Gewebestrukturen zu infizieren. DD-spezifische *Treponema* spp. infizieren nur Epidermis und Lederhaut und dringen nicht in tiefere Gewebeschichten vor (Döpfer et al. 1997; Kofler 2020a,b).

Mit Hilfe einer Sonde kann die Tiefenausdehnung von SG, WLA und von Wunden, die nicht selten in der Fesselbeuge oder auch proximal der Afterklaue vorliegen, also exakt über dem Verlauf der lateralen oder der medialen FBSS, überprüft werden. Mittel- (mgr.) und hochgradige (hgr.) Schwellungen an Krone und Weichballen, mgr. und hgr. Schwellungen in der Fesselbeuge und im Verlauf der FBSS bis auf Höhe des distalen Drittels des Röhrbeines, und auch eine Kippklauenbildung sind bereits am stehenden Tier ohne Hochheben der betroffenen Gliedmaße nachweisbar. Mit Hilfe der eben geschilderten sorgfältigen orthopädischen Untersuchung ist in vielen Fällen bereits die Stellung einer Diagnose oder einer Verdachtsdiagnose möglich (Kofler 2015; Kofler et al. 2018; Nuss et al. 2019a).

Ist mit der bisherigen Befunderhebung die Diagnosestellung jedoch noch nicht völlig gesichert, so kann mit Hilfe der heute überall in der Rinderpraxis verfügbaren Ultraschallgeräte (5–10 MHz Linear-Rektalschallkopf) sicher nachgewiesen werden, ob eine septische Arthritis des Klauen-, des Krongelenkes oder/und eine Tendovaginitis der FBSS oder eine Infektion (Ostitis) von Zehenknochen vorliegt (Kofler et al. 2014; Hund et al. 2020; Heppelmann et al. 2021; Kofler 2021; Nuss & Kofler 2021).

Falls es noch nötig sein sollte, kann anschließend an die sonographische Untersuchung eine Punktion des zuvor festgestellten Ergusses im Klauen- oder Krongelenk bzw. in der FBSS vorgenommen werden. Nach aseptischer Vorbereitung der Punktionsstelle, welche auch mittels Sonographie gut lokalisiert werden kann, wird eine weitlumige Kanüle ( $\geq 1,6$  mm Lumendurchmesser) in den Synovialraum eingeführt und versucht, einige Milliliter Inhalt zu gewinnen. Durch die anschließende makroskopische Beurteilung desselben lässt sich feststellen, ob eine septische seröse, serofibrinöse, fibrinöse oder eitrige Entzündung vorliegt. Im Falle einer fibrinösen Entzündung kann jedoch häufig gar kein Inhalt mehr aspiriert werden, und in einem solchen Fall kann mittels Ultraschalluntersuchung (Vorliegen eines homogenen, hypoechoischen Ergusses ohne nachweisbare Strömungsphänomene) das Vorliegen dieser exsudativen Entzündungsform interpretiert werden (Kofler 2021). Eine Trübung der Synovialflüssigkeit spricht immer für das Vorliegen einer septischen Entzündung (Kofler 2018; Nuss et al. 2019a). Entsprechend der jeweils vorliegenden exsudativen Entzündungsform (serös, serofibrinös, fibrinös, eitrig) ist dann die adäquate Therapie auszurichten (Heppelmann et al. 2009; Kofler 2017a; Nuss et al. 2019b).

Eine umfassende Diagnosestellung ist die Grundlage für die Erstellung der Prognose und für die begründete Entscheidung, ob aufgrund der schlechten Prognose und/oder zusätzlicher wirtschaftlicher Überlegungen das Tier euthanasiert wird (Heppelmann et al. 2009) oder ob ausschließlich eine medikamentöse, lokale oder systemische oder unbedingt eine chirurgische Therapie vorzunehmen ist (Dirksen 2002; Simoneit et al. 2012; Nuss et al. 2019a). Basis für diese Entscheidungsfindung sind aber immer auch die Befunde der klinischen Allgemeinuntersuchung sowie die Informationen zum Alter, zum Trächtigkeitsstatus des Tieres und ob auch noch ernsthafte Erkrankungen anderer Organsysteme vorliegen.

Die im Folgenden aufgelisteten Diagnose- und Behandlungsklassen ergaben sich einerseits aufgrund der Art und des Schweregrades der vorliegenden Erkrankungen, sprich nicht-infektiöse (druckbedingte) Klauenhorn- oder infektiöse Klauenhaukerkrankungen, bei denen im Frühstadium nur die Lederhaut betroffen ist, sowie davon ausgehende Komplikationen, bei denen auch tiefe Stützstrukturen der Klaue und

Zehe mit involviert sind. Andererseits sind die vorgestellten Behandlungsklassen bedingt durch die Methoden der adäquaten Behandlung, sei es die therapeutische Klauenpflege, die lokale Behandlung mit oder ohne Verbände, die ausschließliche systemische Behandlung mit Antibiotika oder die aufgrund der vorliegenden Erkrankung prinzipiell notwendigen chirurgischen Therapieverfahren.

Klasse 1 – Diagnosen: Oberflächliche Klauenerkrankungen, die höchstens die Lederhaut erfasst haben - Behandlung mittels funktioneller Klauenpflege, fachgerechter Entlastung und Freilegen von Klauenhorndefekten

Bei der funktionellen Klauenpflege „gesunder“ aber schon seit mehreren Monaten nicht mehr gepflegter Klauen ist eine möglichst gleichmäßige Lastverteilung anzustreben, d.h. eine gleich hohe Trachtenhöhe (an den Klauen der Hintergliedmaßen 3,5 cm hoch) an beiden Klauen. Im Gegensatz dazu muss bei der Klauenpflege lahmer Tiere mit schmerzhaften und zu meist druckbedingten Klauenhorndefekten wie DS, SG, WLD, WLA etc. immer eine Entlastung der erkrankten Klaue vorgenommen werden, d.h. am Ende der Klauenpflege sollen die Klauen eines Klauenpaares deutlich ungleich hoch sein, insofern die Form und Höhe der Partnerklaue dies zulässt. Nur dadurch lässt sich mittels klauenpflegetechnischer Maßnahmen die unbedingt notwendige Entlastung der erkrankten Klaue erreichen (Fiedler et al. 2019; Kofler 2019a; Sadiq et al. 2020; Fischer et al. 2021).

Zur fachgerechten Entlastung der genannten Klauenläsionen wird nach Vollendung des Schrittes 3 (Hohlkehlung schneiden) der funktionellen Klauenpflege bei Defekten ohne freiliegende Lederhaut der Tragrand mit dem Sohlenhorn von der Sohlenspitze beginnend keilförmig nach hinten hin niedergeschnitten, so dass nur noch eine ca. 3–4 mm dünne und mit dem Daumen gerade eben eindrückbare Sohlenhornschicht verbleibt. Liegt wie bei SG und WLA die Lederhaut frei, wird das Horn im hinteren Drittel der Fußungsfläche inklusive Tragrand praktisch auf das Niveau dieser Defekte niedergeschnitten. Auf diese Weise „schwebt“ im besten Fall der gesamte Defekt ohne Bodenkontakt, sofern dieser im hinteren Drittel der Fußungsfläche lokalisiert ist und die Nachbarklaue eine ausreichend hohe Trachtenhöhe von ca. 3,5 cm oder mehr aufweist (Tab. 1, Abb. 1).

Ist der Defekt nach Durchführung dieses keilförmigen Entlastungsschnittes noch immer vorhanden (z.B. WLA mit Hornkluft an Seitenwand), dann muss anschließend im Schritt 5 alles lose Horn um diesen Defekt flach auslaufend zur Umgebung entfernt werden, ohne die bei SG und WLA freiliegende Lederhaut zu verletzen (Lischer et al. 2002; Fiedler et al. 2019; Kofler 2019a; Fischer et al. 2021). Um jedoch eine effektive Entlastung des vorliegenden

(schmerzhaften) Defektes zu erzielen, welche auch in der Schrittbewegung bestehen bleibt – d.h. um jeglichen Kontakt der erkrankten Klaue mit dem festen Untergrund zu vermeiden – muss die Höhendifferenz zur gesunden Nachbarklaue mindestens 10 mm betragen (Abb. 1) (Fischer et al. 2021). Aus tierärztlicher Sicht ist in solchen Situationen, v.a. aber bei großflächigen Sohlen- und Wanddefekten, immer ein Klotz auf die gesunde Nachbarklaue zu kleben (Abb. 1), um die für die Abheilung notwendige Druckentlastung zu erzielen (Potterton et al. 2012; Fiedler 2013; Thomas et al. 2015; Kofler 2019a; Plüss et al. 2020; Kofler & Pesenhofer, 2021).

Alle Klauenhorndefekte, auch SG, SSG und WLA (mit ausschließlich vorliegender Infektion der Lederhaut ohne Beteiligung tiefer Stützstrukturen, erkennbar daran, dass weder Ballen noch Krone eine entzündliche Schwellung aufweisen) können auf diese Weise erfolgreich behandelt werden. Eine zusätzliche Schmerztherapie mittels NSAIDs und das generelle Anbringen eines Klotzes verbessern dabei den Heilungserfolg signifikant (Potterton et al. 2012; Thomas et al. 2015; Shearer & Van Amstel 2017). Eine systemische antibiotische Therapie ist in solchen Fällen, in denen nur die Lederhaut freiliegt und infiziert ist, keinesfalls indiziert (Neumann 2006; Groenevelt et al. 2014; Fiedler et al. 2019; Kofler 2019b).

Die Behandlung druckbedingter Klauenhorndefekte (SB, DS, SG, SSG, WLD/WLA) erfordert daher sinnvollerweise immer eine temporäre Beseitigung dieser krankmachenden Druckeinwirkungen, d.h. eine wirksame Entlastung (Groenevelt et al. 2014; Thomas et al. 2015; Shearer & Van Amstel 2017; Plüss et al. 2020). Solcherart behandelte Patienten müssen auch von den Tierhalter:innen täglich z.B. im Melkstand kontrolliert werden, um zu überprüfen, ob der Klotz auch die vorgesehenen ca. 4–6 Wochen hält. Dies entspricht in etwa dem Zeitraum, der für die Abheilung, d.h. die Deckung des Defektes mit neuem Horn, notwendig ist (Lischer et al. 2002). Falls der Klotz vorzeitig verloren geht, ist er sofort zu ersetzen (Kofler & Pesenhofer 2021). Eine Abheilung der genannten, druckbedingten Klauenläsionen kann niemals durch ausschließliche systemische Medikation mit Antibiotika und/oder NSAIDs erreicht werden (Dirksen 2002; Fiedler et al. 2019).

Eine ausschließlich konservative Behandlung durch Kleben eines Klotzes an der gesunden Nachbarklaue sowie die Applikation von NSAIDs über einige Tage ist bei gedeckten Klauenbeinfrakturen (Steiner & Nuss 2019) indiziert, welche in der Praxis auch gut mit den in der Trächtigkeitsdiagnostik beim Rind verwendeten Ultraschallgeräten diagnostiziert werden können (Laschinger et al. 2021).

**Tab. 1:** Auflistung der Diagnose-Klassen (und Subklassen), der jeweils wichtigsten Kardinalsymptome sowie der jeweils entsprechenden fachgerechten und evidenzbasierten Behandlungsanleitungen, welche ein standardisiertes Vorgehen bei der Therapie der genannten Klauenerkrankungen erleichtern sollen / Register of diagnostic classes (and subclasses), of characteristic symptoms and evidence-based treatment instructions to facilitate standardized treatments

Klassen	Kardinalsymptome	Diagnosen	Fachgerechte und evidenzbasierte Behandlungsanleitung
<b>Klasse 1</b>	Eindeutiger adspektorischer Nachweis von SB, DS, SG, SSG, WLD, WLA	Druckbedingte, nicht-infektiöse Klauenerkrankungen, die nur die Lederhaut erfassen (SB, DS, SG, SSG, WLD, WLA, eitrige Pododermatitis)	Therapeutische Klauenpflege mit fachgerechter Entlastung (mit Klotz) und Freilegen von Klauenhorndefekten und NSAIDs (Abb. 1)
<b>Klasse 2</b>	<b>Dermatitis digitalis (DD, Mortellaro'sche Krankheit) und DD-assoziierte Klauenhornläsionen</b>		
Klasse 2.1	Adspektions-/Palpationsnachweis des akuten, schmerzhaften M2 Stadiums, typischer Mortellarogeruch	Akutes DD-Stadium (M2) an der Klauenhaut	Am Einzeltier: Klauenpflege, nur lokale Medikation ohne oder mit Verband und NSAIDs (Abb. 2)
Klasse 2.2	Adspektorischer Nachweis der nicht schmerzhaften M1, M3, M4, M4.1 Stadien	M1, M3, M4, M4.1 Stadien an der Klauenhaut	Auf Herdenebene: Biozide lokal mit Obstbaumspritze im Melkstand oder als Klauenbad (Abb. 2)
Klasse 2.3	Adspektorischer Nachweis von WLA, SG, SSG, SSN, HS mit offener Lederhaut, typischer Mortellarogeruch, erst seit wenigen Wochen lahm	Frühformen DD-assoziiierter Klauenhornläsionen (DD-WLA, DD-SG, DD-SSG, DD-SSN, DD-HSA)	Am Einzeltier: Klauenpflege, ausschließlich lokale Medikation, Klotz, Verband, NSAIDs (Abb. 2)
Klasse 2.4	Adspektorischer Nachweis von WLA, SG, SSG, SSN, WLA, HS mit offener Lederhaut, typischer Mortellarogeruch, seit vielen Monaten bestehende Lahmheit	Chronische DD-assoziierte Klauenhornläsionen (DD-WLA, DD-SG, DD-SSG, DD-SSN, DD-HSA)	Am Einzeltier: Klauenpflege, RIVA, Wunddebridement, NSAIDs, Klotz, Verband, keine systemischen AB (Abb. 3)
<b>Klasse 3</b>	<b>Phlegmonen</b>		
Klasse 3.1	Innerhalb weniger Stunden Entwicklung einer symmetrischen, akuten Schwellung interdigital, an beiden Zehen und Fesselbeuge	Zwischenklauenphlegmone (ZP) (Interdigitalnekrose)	Ausschließliche systemische Behandlung: AB, NSAIDs, und lokale Behandlung und evtl. Verband (Abb. 4)
Klasse 3.2	Nach Ausschluss von ZP, SG, WLA und Wunden als Ursachen	„Akute Phlegmone“ der distalen Gliedmaße ohne nachweisbare Ursachen	Ausschließliche systemische Behandlung: AB, NSAIDs, evtl. Verband
<b>Klasse 4</b>	<b>Infektionen tiefer Stützstrukturen an Klauen und Zehe (bestehen seit mehreren Tagen / Wochen)</b>		
Klasse 4.1	Adspektorischer Nachweis einer mgr.-hgr. entzündlichen, wulstförmigen Schwellung an Krone und Ballen, evtl. Kippklauenbildung, gleichzeitiges Vorliegen von SG, WLA, ZP oder Wunde im Bereich des Klauen- oder Krongelenkes	Tiefe Infektionen mit Beteiligung von Klauensesambein, tiefer Beugesehne am Ansatz, Tuberculum flexorium und septischer seröser/serofibrinöser oder fibrinöser/eitriger Arthritis im Klauengelenk	RIVA, chirurgische Resektion infizierter Strukturen, Gelenkspülung oder Amputation/Exartikulation der Zehe + systemische AB, NSAIDs, Klotz, Verband (Abb. 5, 6)
Klasse 4.2	Adspektorischer Nachweis einer mgr.-hgr. entzündlichen Schwellung im Verlauf der FBSS, evtl. Kippklauenbildung, gleichzeitiges Vorliegen von SG, WLA, ZP oder einer Wunde FBSS-Verlauf	Septische, seröse/sero-fibrinöse Tendovaginitis der FBSS Septische, fibrinöse/eitrige Tendovaginitis der FBSS	RIVA, chirurgische Therapie der Primärerkrankung, Spülung der FBSS, AB, NSAIDs, Klotz, Eröffnung der FBSS, Resektion OBS, TBS, Debridement, Spülung, systemische AB, NSAIDs, Klotz, Verband (Abb. 7)

SB: Sohlenblutung; DS: Doppelsohle; SG: Sohlengeschwür; SSG: Sohlenspitzen-geschwür; SSN: Sohlenspitzennekrose; WLD/WLA: Weiße-Linie-Defekt/Abszess; HSA: axialer Hornspalt; DD: Dermatitis digitalis; ZP: Zwischenklauenphlegmone; AB: Antibiotika; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; OBS: oberflächliche Beugesehne; TBS: tiefe Beugesehne / SB: sole haemorrhage; DS: double sole; SG: sole ulcer; SSG: toe ulcer; SSN: toe necrosis; WLD/WLA: white-line disease/white-line abscess; HSA: axial horn fissure; DD: digital dermatitis; ZP: interdigital phlegmon; AB: antibiotics; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs; RIVA: regional intravenous anaesthesia; OBS: superficial digital flexor tendon; TBS: deep digital flexor tendon

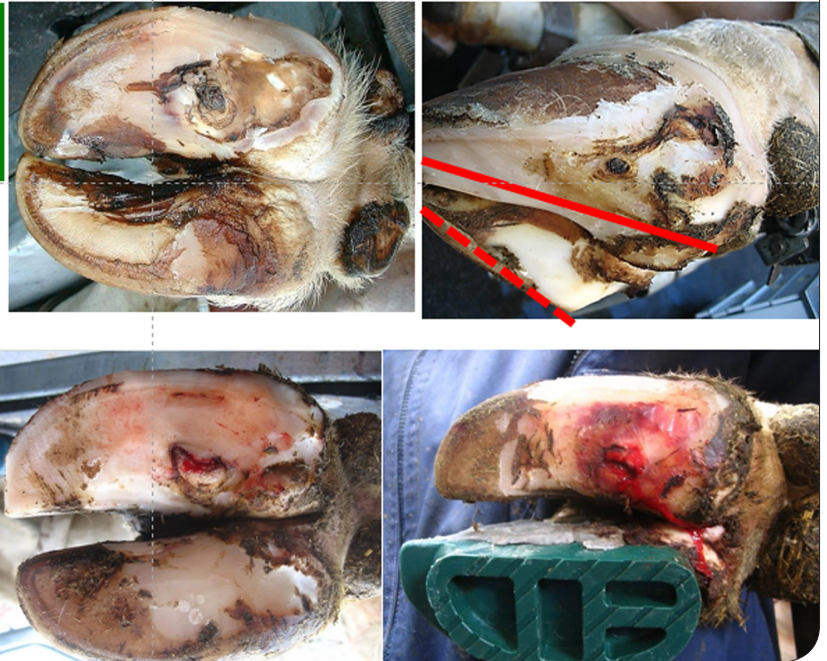
# SOP für effektive Behandlung von Klauenhornerkrankungen: SG, SSG, WLD, WLA, HS, eitrige Pododermatitis

**OHNE entzündliche  
Schwellung an Ballen / Krone**  
betrifft max. nur Lederhaut



**Funktionelle Klauenpflege –  
Schritt 4**  
+ keilförmige Entlastung mit  
10 mm Trachtenhöhendifferenz

oder  
**Funktionelle Klauenpflege –  
Schritt 4**  
+ Klotz + NSAIDs (+ Verband)



**Abb. 1:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung von druckbedingten Klauenhornerkrankungen, bei denen nur die Lederhaut freiliegt (am Beispiel eines SG und WLA), und die keine entzündliche Schwellung am Weichballen oder am Kronsaum aufweisen; SG: Sohlengeschwür; SSG: Sohlenspitzenengeschwür; WLD/WLA: Weiße-Linie-Defekt/Abszess; HS: Hornspalt; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of pressure-induced claw horn disruption lesions showing exposed corium but no inflammatory swelling of the heel bulbs or coronet; SG: sole ulcer; SSG: toe ulcer; WLD/WLA: white-line disease/white-line abscess; HS: horn fissure; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

## Klasse 2 – Diagnosen:

### Klasse 2.1.-Diagnosen: Akute DD-Stadien (M2) – ausschließliche lokale medikamentöse Behandlung beim Einzeltier

Die lokale Medikation mit antibiotischen oder auch mit nicht-antibiotischen Wirkstoffen am erkrankten Einzeltier spielt bei der Behandlung akuter (M2) und anderer Stadien der Mortellaro'schen Krankheit (Dermatitis digitalis: DD) eine wichtige Rolle (Schultz & Capion 2013; Fiedler et al. 2015; Kofler et al. 2015b; Weber et al. 2019). Ganz allgemein kommt es nach lokaler Therapie zum Absterben der anaeroben DD-assoziierten *Treponema* spp. in den oberflächlichen Schichten der Epidermis und Lederhaut und zur Reduktion oder dem völligen Verschwinden der lokalen Hautentzündung. Im besten Fall tritt somit eine „klinische Heilung“ (M0), nicht jedoch eine bakteriologische Heilung ein, d.h. keine völlige Elimination der krankheitsauslösenden *Treponema*

spp., die in abgekapselter Form in der Lederhaut verbleiben (Capion et al. 2012; Kofler & Fiedler 2019; Kofler 2020b).

Die folgende Vorgangsweise am erkrankten Einzeltier wird für die wirksame Therapie akuter, schmerzhafter DD-Stadien (M2) empfohlen: das Tier wird am Klauenpflegestand abgelegt und eine funktionelle Klauenpflege vorgenommen; die akute DD-Läsion (M2) an der Klauenhaut wird mit Fließwasser gereinigt und anschließend mit Papiertüchern getrocknet. Auf die gereinigte und getrocknete akute M2-Läsion kann nun lokal ein Tetracyklinspray (zweimal je 3 sec. im Abstand von 30 Sekunden) aufgesprüht oder auch ein nicht-antibiotisches Gel (Tab. 1, Abb. 2) mit niedrigem pH-Wert basierend auf Kupfer-, Zink- und Aluminium-Salzen, organischen Säuren und ätherischen Ölen appliziert werden (Schultz & Capion 2013; Fiedler et al. 2015; Kofler et al. 2015a; Kofler & Fiedler 2019; Kofler 2020b; Kofler et al. 2020a). In einer verblindeten Studie wurde gezeigt, dass die Heilungsrate akuter M2 Stadien nach lokaler

## SOP für effektive Behandlung der Dermatitis digitalis (Mortellaro'sche Krankheit)

### M2 – akutes Stadium (schmerzhaft)



mit Fließwasser M2-Läsion reinigen,  
Biofilm entfernen, Läsion trocknen



+ lokal Tetrazyklinspray oder  
nicht-antibiotisches-Gel (+ NSAIDs)  
ohne oder mit Klauenverband

oder alternativ:

+ lokal Salizylsäurepaste  
+ Verband (+ NSAIDs)

### M1, M3, M4, M4.1 – Stadien (nicht schmerzhaft)



Lokale Applikation von  
Biozid-Lösungen  
mit Obstbaumspritze im Melkstand  
oder mittels Klauenbad

oder alternativ:

lokal Salizylsäurepaste  
+ Verband

**Abb. 2:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung der akuten Stadien (M2) der DD beim Einzeltier sowie der effektiven Vorbeugung, damit nicht-schmerzhaft DD-Stadien wie M1, M3, M4 und M4.1 Stadien sich nicht zu akuten, schmerzhaften M2 Stadien entwickeln können; M1: Frühstadium; M2: akutes Stadium; M3: Übergangsstadium; M4: chronisches Stadium; M4.1: chronisches Stadium mit neuem M1 Stadium; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of acute (M2) DD stages for the individual animal and for effective measures to impede the development of acute, painful M2 stages originating from the non-painful M1, M3, M4 and M4.1 stages; M1: early stage; M2: acute stage; M3: transition stage; M4: chronic stage; M4.1: chronic stage showing a new M1 stage; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

Behandlung mit Tetrazyklinspray und auch mit einem nicht-antibiotischen Gel auf Kupfersulfatbasis während einer maximalen Behandlungsdauer von vier Wochen doppelt so hoch war (43 % vs. 86 % bzw. 30 % vs. 71 %), wenn dabei zusätzlich ein Verband angelegt wurde, welcher wöchentlich gewechselt wurde (Klawitter et al. 2019).

Wird die lokale Behandlung der akuten (M2) und auch der anderen DD-Stadien (M1, M4, M4.1) mit Salizylsäurepaste vorgenommen, muss dabei immer ein Verband angelegt werden (Abb. 2), weil ansonsten die Paste nicht an der Haut haften bleibt. Mittels lokaler Behandlung mit Salizylsäurepaste und Anlegen eines Verbandes, unabhängig von der Lokalisation der DD-Läsion, wurden die weitaus besten Heilungsergebnisse erzielt, verglichen mit der lokalen Applikation von Tetrazyklinspray oder anderen Medikamenten ohne Verband (Schultz & Capion 2013; Fiedler et al. 2015; Kofler et al. 2015a; Alsaad et al.

2021). Daher wird die Behandlung akuter DD-Stadien (mit oder ohne Limax) mit Salizylsäurepaste und Anlegen eines Verbandes, welcher einmal pro Woche gewechselt wird, von den Autoren favorisiert, weil damit die besten Resultate erzielt wurden (Fiedler et al. 2015; Kofler et al. 2015a; Weber et al. 2019; Alsaad et al. 2021). Durch Auftragen von Melkfett auf die Hautareale um eine DD-Läsion, die auch auf einer Limax aufsitzen kann, gelingt es, die umgebende „gesunde“ Haut vor der keratolytischen Wirkung der Salizylsäurepaste zu schützen (Alsaad et al. 2021). Auf diese Weise kann die Behandlung in wöchentlichen Intervallen wiederholt werden bis zur vollständigen klinischen Heilung, welche bei DD-assoziiierter Limax drei Wochen (Alsaad et al. 2021) und bei der Therapie akuter M2 Stadien ein bis vier Wochen betragen kann (Kofler et al. 2015b; Weber et al. 2019). Auf jeden Fall ist bei Vorliegen eines akuten, schmerzhaften M2 Stadiums die zusätzliche systemische Medikation mit NSAIDs indiziert (Kofler 2020b).



### Klasse 2.2. Diagnosen: M1, M3, M4, M4.1 Stadien der DD – lokale Anwendung von Bioziden auf Herdenebene

Rinder mit nicht-schmerzhaften DD-Stadien (M1, M3, M4, M4.1 Stadien) (Döpfer et al. 2012; Kofler et al. 2020a) gilt es, durch regelmäßige Kontrolle der mit Fließwasser gereinigten Klauen im 2 Wochen-Intervall im Melkstand zu identifizieren (Tremblay et al. 2016), so dass man rechtzeitig Vorbeugemaßnahmen ergreifen kann, um die Entwicklung schmerzhafter akuter M2 Stadien zu verhindern (Döpfer et al. 2012). Dazu bieten sich zugelassene Biozide (z.B. „4Hooves®“ DeLaval, USA; Hoof-Fit® Bath-Liquid, Intracare BV, Veghel, NL) an, welche allerdings nur zur Vorbeugung eingesetzt werden dürfen (Tab. 1, Abb. 2). Für diese Biozidlösungen bestehen keine Wartezeiten, sie können daher nicht nur bei Kalbinnen und trockenstehenden, sondern auch bei laktierenden Kühen ohne Milchverlust angewendet werden (Kofler 2020a).

Biozidlösungen können vorbeugend auch am Einzeltier lokal appliziert werden, so z.B. im Melkstand, wo M1, M3, M4 und M4.1 Stadien nach Reinigung mit Fließwasser gut erkennbar sind (Relun et al. 2011). Im Melkstand können diese Biozide dosiert und zielgerichtet mit einer Obstbaumspritze auf die gereinigten Läsionen aufgetragen werden, wodurch die Entwicklung neuer akuter M2 Stadien verhindert wird (Döpfer et al. 2012; DeLaval 2017). Diese Vorgehensweise ist v.a. in kleineren Herden empfehlenswert, weil dabei meist nur wenige Tiere mit den genannten M Stadien anfallen und durch den gezielten Einsatz eine große Einsparung der teuren Biozidlösung möglich ist (Relun et al. 2011; Kofler 2020b).

In großen Herden können die genannten Biozidlösungen mittels Klauenbad appliziert (Tab. 1, Abb. 2) werden (Cook et al. 2012). Ein effektives Klauenbad weist eine optimale Länge von 3,0–3,6 m und eine Breite von 0,6 m am Boden auf, die Seitenwände sind schräg gestellt und die Wanne sollte ca. 15 cm hoch mit Klauenbadlösung befüllt sein. Auf diese Weise taucht jeder Fuß der Kuh beim Passieren mindestens zwei- oder sogar dreimal in die Lösung ein (Cook et al. 2012). Der Flüssigkeitsbedarf bei Einhaltung dieser Wannenmaße beträgt somit mindestens 250 Liter, nach ca. 200 Kuh-Passagen muss die Desinfektionsmittellösung erneuert werden (Cook et al. 2012; Kofler 2020b). Das vorbeugende Klauenbad sollte zwei- bis dreimal pro Woche angewendet werden, die Dauer der Anwendung hängt letztlich von herdenspezifischen und jahreszeitlichen Faktoren ab (Holzhauer et al. 2008; Döpfer et al. 2012; Ariza et al. 2019). Die Frequenz und Dauer von Klauenbädern sind während Perioden mit erhöhter Einwirkung von Risikofaktoren (z.B. Neueinstellung von Färsen in die Herde, Früh-laktation, Futterumstellungen, Hitzestress, viele Kühe in der Herde, welche wiederholt an schmerzhaften M2-Läsionen erkranken = Typ-3 Kühe) zu intensivieren (Döpfer et al. 2012).

Die ausschließliche Anwendung von Klauenbädern bleibt allerdings erfolglos, solange nicht wesentliche, im 5-Punkte-Plan zur Kontrolle der DD genannte Maßnahmen zur Verbesserung des Kuhkomforts in den Herden umgesetzt werden (Palmer & O'Connell 2015; DeLaval 2017; Kofler 2020b). Die genannten Biozidlösungen (per Obstbaumspritze oder Klauenbad) sind auch zur Vorbeugung der Zwischenklauenphlegmone geeignet, wenn in Herden ein hoher Infektionsdruck herrscht, z.B. bei Hitzestress oder Umstallung von Färsen (Osová et al. 2017).

### Klasse 2.3. – Diagnose: Frühformen von DD-assoziierten Klauenhornläsionen - ausschließliche lokale medikamentöse Behandlung beim Einzeltier

Die lokale Behandlung mit Salizylsäurepaste ist auch bei nur wenige Wochen alten (Frühstadien; die erst mit einer ggr. Lahmheit einhergehen) DD-assoziierten weiße-Linie-Abszessen, DD-assoziierten Sohlen- und Sohlenspitzen-geschwüren und DD-assoziierten-axialen Hornspalten (Holzhauer & Pijl 2011; Kofler 2020a; Kofler et al. 2020b) sowie zur Behandlung eines DD-assoziierten Limax (Alsaad et al. 2021) indiziert (Tab. 1). Die Vorbereitung dazu umfasst eine funktionelle Klauenpflege sowie das Anbringen eines Klotzes an der gesunden Nachbarklaue: nun wird der Horndefekt, der denselben typischen Mortellarogeruch aufweist wie akute (M2) Stadien an der Klauenhaut, sorgfältig mit dem Hufmesser freigelegt, alles lose Horn rund um den Defekt entfernt und die Hornränder um den Lederhautdefekt werden dünn geschnitten. Dies ist bei Frühstadien dieser Erkrankung noch gut ohne Lokalanästhesie möglich. Auf die gereinigte Lederhaut wird nun vollflächig ca. 5 mm dick Salizylsäurepaste aufgetragen und ein Verband angelegt. Dieser wird nach ca. 5–7 Tagen gewechselt und die eingetrocknete Salizylsäurepaste wird vollständig zusammen mit der bis dahin abgelösten Lederhaut und den mittlerweile abgetöteten Treponemen entfernt. Die weitere lokale Therapie erfolgt dann nur noch mit Tetrazyklin-spray oder einer/m nicht-antibiotischen Salbe/Gel und dem Anlegen eines Verbandes. Dieser ist so lange immer wieder zu wechseln, bis der Defekt völlig verhornt ist, was bei diesen Frühformen je nach ursprünglicher Größe zwischen ca. 2–4 Wochen dauert (Holzhauer & Pijl 2011; Kofler 2020a; Kofler et al. 2020b).

### Klasse 2.4. – Diagnose: Seit Monaten bestehende DD-assoziierte Klauenhornläsionen – Wunddebridement unter Lokalanästhesie

Eine strikte Indikation für ein chirurgisches Wunddebridement liegt bei seit Monaten bestehenden DD-assoziierten Klauenhornläsionen (DD-WLA, DD-SG, DD-SSG, DD-SSN, DD-HS) vor (Tab. 1), bekannt auch unter dem Terminus „nicht-heilende“ Klauenhorndefekte (Nouri & Ashrafi-Helan 2013; Starke et al. 2013; Kofler

# SOP für effektive Behandlung von DD-assoziierten Klauenhornerkrankungen: DD-SG, DD-SSG, DD-WLA, DD-HS

Lahmheit seit vielen Monaten,  
erfolglose Therapieversuche  
bislang

+ ggr.-mgr. chronische  
Schwellung an Krone/Ballen



Funktionelle Klauenpflege +  
**CHIRURGIE** unter RIVA:  
Wunddebridement mit Exzision  
der infizierten Lederhaut

+ Tetrazyklin-Spray / Salbe lokal  
+ Klotz + NSAIDs + Verband

Keine systemische Antibiose

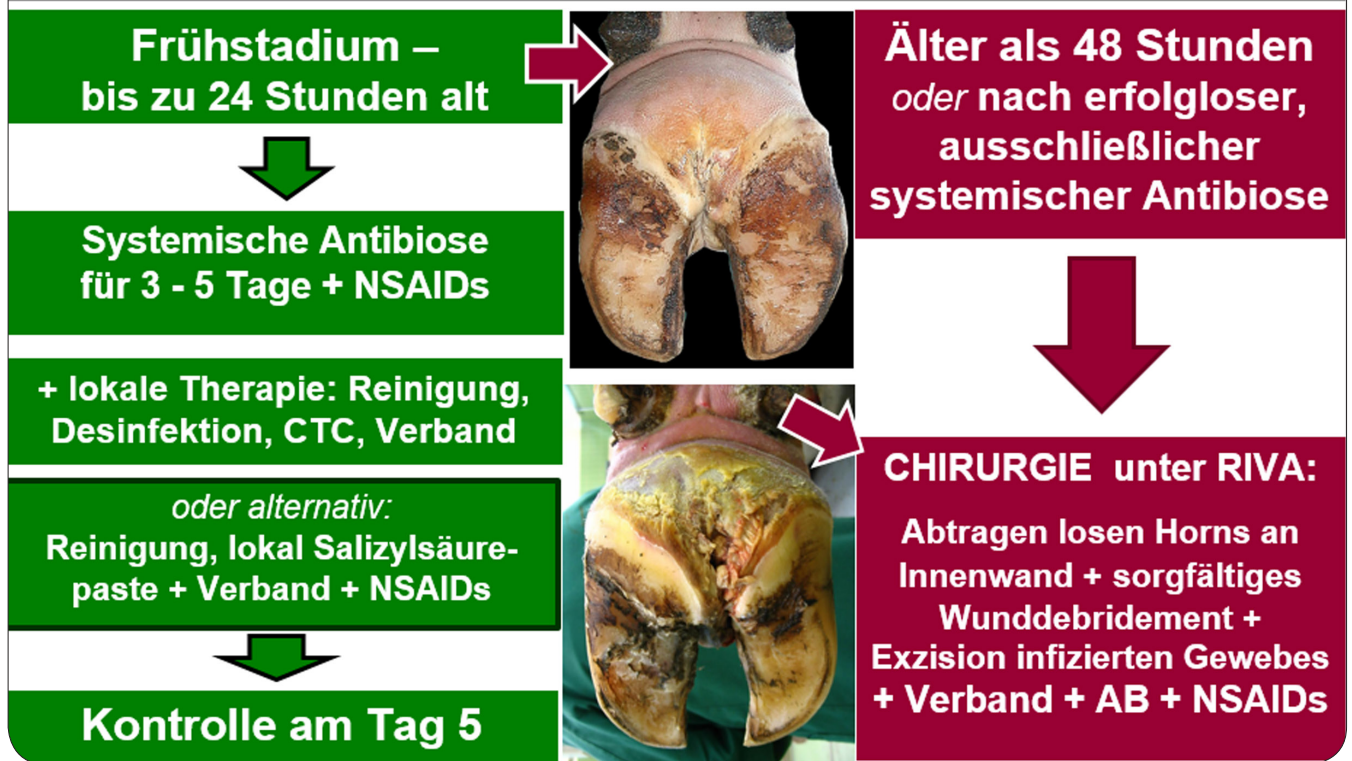


**Abb. 3:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung von seit vielen Monaten bestehenden DD-assoziierten Klauenhornläsionen (am Beispiel eines DD-assoziierten Sohlenspitzeneschwürs und eines DD-assoziierten weiße-Linie-Abszesses), die daher auch eine ggr. bis mgr. derbe Schwellung am Weichballen und/oder am Kronsaum aufweisen können; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; DD: Dermatitis digitalis; SG: Sohlengeschwür; SSG: Sohlenspitzeneschwür; WLD/WLA: Weiße-Linie-Defekt/Abszess; HS: Hornspalt; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of DD-associated claw horn lesions (exemplified by a DD-associated sole ulcer and a DD-associated white-line abscess) of several months duration; so the lesions are associated with a mild-to-moderately firm swelling of the bulb of the heel or coronet; RIVA: regional intravenous anaesthesia; DD: digital dermatitis; SG: sole ulcer; SSG: toe ulcer; WLD/WLA: white-line defect/white-line abscess; HS: horn fissure; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

et al. 2015a). Diese bestehen laut Vorbericht und auch aufgrund ihres Erscheinungsbildes bereits seit vielen Monaten, manchmal sogar länger als 1 Jahr und sind daher absolut tierschutzrelevant (Blowey 2012; Kofler 2020a). Diese spezielle Form der DD an der Lederhaut der Klauensohle und -wand stellt aktuell in vielen Herden mit endemischer DD-Infektion eine große Herausforderung für Tierhalter:innen, Klauenpfleger:innen und auch für Tierärzt:innen dar, weil deren Erkennung und fachgerechte Behandlung noch nicht ausreichend bekannt zu sein scheinen (Blowey 2012; Kofler 2020a; Kofler et al. 2020b). Die Ergebnisse mehrerer Studien zeigen, dass diese chronischen DD-assoziierten Klauenhornläsionen mittels chirurgischem Wunddebridement zur Abheilung gebracht werden können (Nouri & Ashrafi-Helan 2013; Starke et al. 2013; Kofler et al. 2015a). Nach Durchführung einer funktionellen Klauenpflege und dem Anbringen eines

Klotzes an der gesunden Nachbarklaue wird für die erfolgreiche Behandlung dieser Fälle immer eine lokale Anästhesie (intravenöse Stauungsanästhesie oder Dreipunkt-Leitungsanästhesie) (Nuss et al. 2017; Yavari et al. 2017) unter Verwendung eines Stauschlauches verabreicht. Nun wird mit dem Hufmesser alles lose Horn rund um den meist großflächigen und schmerzhaften Lederhautdefekt entfernt und die Hornränder zur Lederhaut hin flach ausgeschnitten. Unter guter Sicht (weil ein Stauschlauch angelegt ist) wird dann mit dem Skalpell die mit *Treponema* spp. infizierte Lederhaut vollständig exzidiert (Abb. 3). Anschließend wird die Wunde mit physiologischer Kochsalzlösung gespült, lokal ein Tetrazyklinspray oder eine antibiotische oder desinfizierende Salbe aufgetragen und immer ein Verband angelegt. Nach einem chirurgischen Debridement solcher Läsionen darf jedoch niemals Salizylsäurepaste aufgetragen werden, da infolge

# SOP für effektive Behandlung der Zwischenklauenphlegmone (Interdigitalnekrose, „Panaritium“)



**Abb. 4:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung der Zwischenklauenphlegmone im Frühstadium bzw. von einer länger bestehenden Infektion, wobei letztere sich auch nach einer erfolglosen ausschließlich antibiotischen initialen Therapie entwickeln kann; NSAIDs: nicht-steroidale Antiphlogistika; CTC: Tetrazyklin-Spray; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; AB: Antibiotika systemisch / Instructions for evidence-based treatment of early stages and long-standing stages of interdigital phlegmon (foot rot), whereby the latter condition can develop after a failed treatment regime of antibiotics; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs; CTC: tetracycline spray; RIVA: regional intravenous anaesthesia; AB: systemic antibiotic treatment

ihrer stark ätzenden und keratolytischen Wirkung die freiliegenden, vitalen Zellschichten der Unterhaut absterben würden. Der fachgerecht angelegte und innen trockenbleibende Verband verhindert während der Abheilungsphase eine neuerliche Kontamination der Wunde mit den überall in der Umgebung vorhandenen *Treponema* spp. Der Verband wird ca. alle 5–7 Tage gewechselt, wobei erneut Tetrazyklinspray oder ein Wundgel aufgetragen und ein Verband angelegt werden, solange, bis der gesamte Defekt vollständig mit neuem Horn bedeckt ist. Dies dauert je nach Größe der ursprünglichen Läsion zwischen 20 bis 60 Tage und erfordert eine große Kooperationsbereitschaft und gewissenhafte Nachsorge durch Tierhalter:innen (Starke et al. 2013; Kofler et al. 2015a; Kofler 2020a; Kofler et al. 2020b). Unabdingbar für den Behandlungserfolg dabei ist, dass die mit einem Verband versehenen Rinderpatienten vorübergehend in einer gut und trocken eingestreuten Krankenbox aufgestellt werden

(Thomsen et al. 2019), so dass der Verband während der Heilungsphase innen niemals feucht und schmutzig wird und somit eine Re-Infektion der heilenden Wunde vermieden werden kann (Kofler 2020a).

### Klasse 3 – Diagnosen:

#### Klasse 3.1. – Diagnose: Zwischenklauenphlegmone - systemische medikamentöse und lokale Behandlung

Die einzige medizinische Indikation für eine ausschließliche medikamentöse Behandlung mittels systemischer Gabe von Antibiotika und NSAIDs stellt die Zwischenklauenphlegmone (ZP; infektiöse Zwischenklauennekrose, „Zwischenklauenpanaritium“) dar (Van Donkersgoed et al. 2008; Häggman et al. 2015; Van Metre 2017; Osová et al. 2017). Dies gilt aber auch nur dann, wenn das erkrankte Rind bereits wenige Stunden nach Beginn der Infektion, erkennbar an der

raschen Entwicklung einer symmetrischen und mgr. Schwellung an beiden Zehen, im Zwischenzehenspalt und der Fesselbeuge sowie einer mgr. Lahmheit, von einer Melkung zur nächsten, der Tierärztin oder dem Tierarzt vorgestellt wird. Bei diesen frühen Stadien einer ZP (Tab. 1, Abb. 4) führt die systemische Gabe von Benzyl-Penicillin (300.000 IE/kg KM), Amoxicillin (15 mg/kg KM) oder Oxytetracyclin (10 mg/kg KM) für ca. 5 Tage in der Regel zu einer erfolgreichen und raschen Abheilung (Häggman et al. 2015; Osová et al. 2017; Van Metre 2017). Reserveantibiotika (z.B. 1 mg/kg KM Ceftiofur u. a.) sollen aufgrund der aktuellen Leitlinien für den sorgsamsten Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln nicht für diese Indikation eingesetzt werden, auch wenn sie hochwirksam sind und keine Wartefrist für Milch aufweisen (Osová et al. 2017; Aigner 2018). Zudem ist die Gabe von NSAIDs für bis zu drei Tage indiziert (Häggman et al. 2015; Nuss et al. 2019b).

Eine weitere Therapieoption bei ZP stellt eine einmalige regionale intravenöse Stauungsantibiose mit Applikation eines kristallinen, wasserlöslichen Antibiotikums (z.B. 6 mg/kg Oxytetracyclin, 0,67 mg/kg Marbofloxacin oder 250 mg Na-Ceftiofur, beide letztere sind jedoch Reserveantibiotika) in eine gestaute Zehenvene dar (Navarre et al. 1999; Reinöhl-Desouza & Kofler 2006; Varasano et al. 2015; Osová et al. 2017), auch wenn dies deutlich aufwändiger ist. Für eine effektive Verteilung des Antibiotikums im Gewebe muss dabei der Stauschlauch allerdings mindestens 30 Minuten angelegt bleiben (Reinöhl-Desouza & Kofler 2006).

Zusätzlich kann bei diesen Frühstadien einer ZP auch noch eine lokale Behandlung durchgeführt werden. Die Patienten werden am Klauenpflegestand abgelegt, eine Klauenpflege wird durchgeführt, der Zwischenklauenbereich und die gesamte Zehe gründlich mit Wasser gereinigt, die Haut getrocknet und lokal Tetracyclinspray aufgetragen sowie wahlweise auch ein Verband angelegt (Osová et al. 2017; Van Metre 2017; Nuss 2019). Bei frühen Stadien einer ZP werden auch gute Erfolge mit ausschließlich lokaler Therapie erzielt, indem wie oben beschrieben der Zwischenzehenspalt und die gesamte Zehe sorgfältig mit Wasser gereinigt, die Haut getrocknet und dann eine ca. 5 mm dicke Schicht Salizylsäurepaste auf die entzündete Zwischenklauenhaut aufgetragen und ein Verband für 5 Tage angelegt wird (Abb. 3), ohne die Applikation einer systemischen Antibiose (Persson et al. 2019). Bezüglich dieser lokalen Therapien bei ZP gibt es allerdings keine kontrollierten Vergleichsstudien, so dass die lokale Therapie nur zusätzlich zur oben genannten systemischen Medikation mit Antibiotika und NSAIDs empfohlen wird.

Unabhängig vom angewandten Behandlungsregime (systemische Antibiose, regionale intravenöse Antibiose oder lokale Applikation von Salizylsäurepaste) muss in allen Fällen einer akuten ZP spätestens 5 Tage nach Therapiebeginn eine klinische Kontrolle erfolgen (Abb. 4), um zu überprüfen, ob die Lahmheit und die Schwellung deutlich reduziert oder ganz verschwunden

sind oder noch bestehen (Reinöhl-Desouza & Kofler 2006; Osová et al. 2017; Nuss 2019). Falls bis dahin keine Besserung eingetreten ist, ist umgehend eine chirurgische Behandlung unter Lokalanästhesie mit sorgfältigem Debridement des gesamten infizierten Gewebes im Zwischenzehenspalt oftmals bis zum axialen Seitenband des Klauengelenkes vorzunehmen (Abb. 4), um ein Einbrechen dieser sich rasch ausbreitenden Infektion in das Klauengelenk zu vermeiden. Bei bereits seit längerem bestehender ZP muss oftmals auch großflächig abgelöstes Klauenhorn der Innenwand und sogar an der Sohle mit dem Hufmesser abgetragen werden (Reinöhl-Desouza & Kofler 2006; Osová et al. 2017; Nuss 2019).

### Klasse 3.2. – Diagnose: „akute Phlegmone“ der distalen Gliedmaße ohne nachweisbare Primärerkrankungen - systemische medikamentöse Behandlung

Andere seltene Indikationen für eine ausschließliche medikamentöse Behandlung (mit denselben Medikamenten wie oben bei ZP genannt) mit zusätzlichem Anlegen eines Angussverbandes mit 0,1% Povidonejodlösung können „akute Phlegmonen“ der distalen Gliedmaße darstellen (Stanek & Kofler 1998), sofern Klauenläsionen (SG, WLA) und penetrierende Wunden als dafür ursächliche Primärerkrankungen durch sorgfältige Untersuchung der Klauen- und Zehenregion sicher ausgeschlossen werden können (Tab. 1). Wie bereits oben erwähnt, ist in solchen Fällen mit Vorhandensein offensichtlicher Klauenläsionen ja immer eine therapeutische Klauenpflege oder eine chirurgische Behandlung dieser Primärerkrankungen vorzunehmen (Dirksen 2002; Nuss et al. 2019b). Liegen solche „akuten Phlegmonen“ vor, sollte man jedoch im Sinne einer „Good Clinical Practice“ immer eine Ultraschalluntersuchung (7,5 MHz Linearschallkopf) dieser umfangsvermehrten Region durchführen, bevor man eine Medikation startet, um zu überprüfen, ob nicht eine septische Thrombose einer oder mehrerer Venen in der Zehen- und Metatarsalregion, eine Arthritis des Fesselgelenkes oder eine Tendovaginitis einer oder beider FBSS vorliegen (Kofler et al. 2014; Kofler & Starke 2021). Liegt der „akuten Phlegmone“ eine septische Thrombose der genannten Venen zugrunde, so geht damit immer eine sehr schlechte Prognose trotz medikamentöser Behandlung einher (Kofler et al. 2007).

### **Klasse 4 – Diagnosen:**

#### Klasse 4.1. und 4.2 Diagnosen: Tiefe Klauen- bzw. Zeheninfektionen – Chirurgische Resektion infizierter tiefer Stützstrukturen am Klauengelenk bzw. der FBSS und Spülung oder Zehenamputation und systemische antibiotische und antiphlogistische Medikation

Klauenhornerkrankungen, welche gerade eben die Lederhaut erfasst haben, lassen sich durch fachgerechte

# SOP für effektive Behandlung

von tiefen Klaueninfektionen ausgehend von SG, SSG, WLA oder penetrierenden Wunden mit Infektion von Klauensesambein, Ansatz der tiefen Beugesehne ...



**MIT mgr. - hgr. SCHWELLUNG fast nur am Weichballen / Kippklaue u. septischer seröser / serofibrinöser Arthritis des Klauengelenkes**

**CHIRURGIE klauenerhaltend unter RIVA**

**Resektion aller infizierten Weichteile & Knochenanteile + Gelenkspülung + Klotz + Kippklauenprophylaxe + AB + NSAIDs**

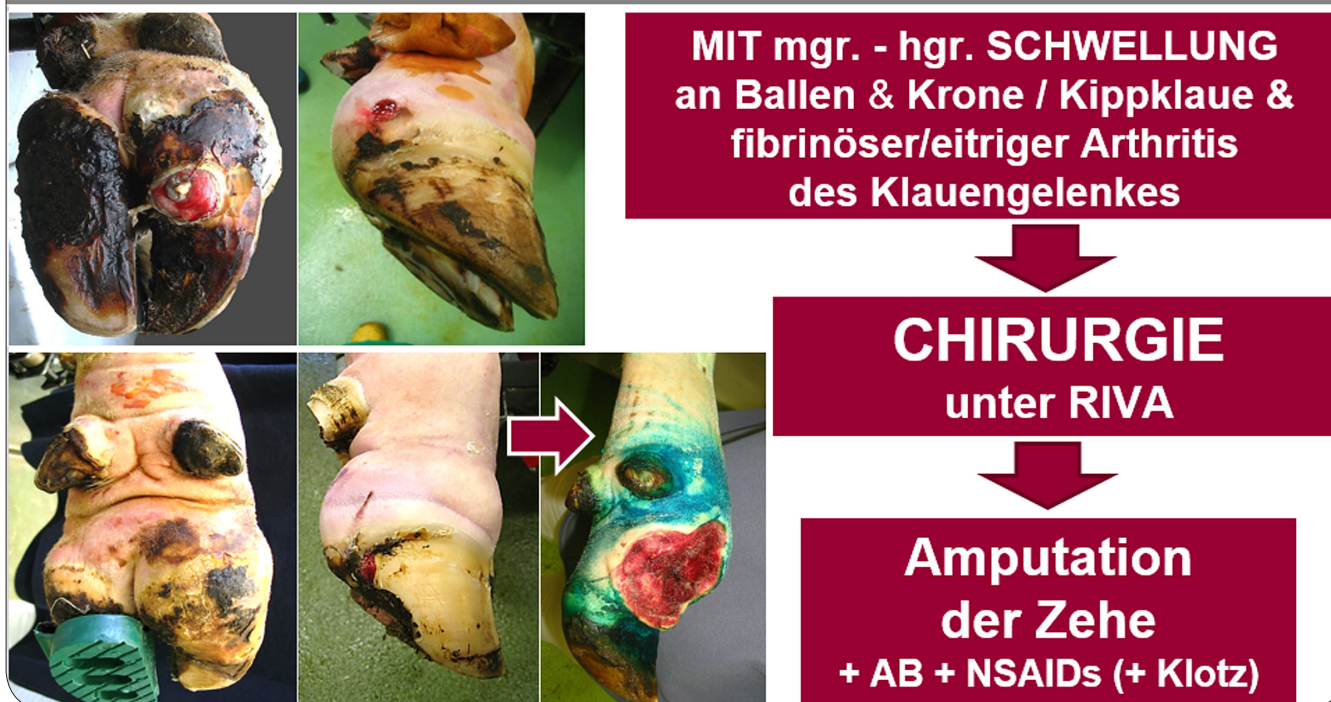
**Abb. 5:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung von tiefen Klaueninfektionen ausgehend von Sohlengeschwüren (SG), Sohlenspitzeneschwüren (SSG), weiße-Linie-Abszessen (WLA) oder penetrierenden Wunden (mit den Beispielen septischer seröser und serofibrinöser Entzündungen des Klauengelenkes ausgehend von WLA): die mgr.- hgr. entzündliche Schwellung liegt in den dargestellten Fällen fast ausschließlich am Weichballen vor (dort, wo die Infektion in die Tiefe vorgedrungen ist), eine ggr. Kippklauenbildung (im oberen linken Bild) ist erkennbar, welche hier auf eine Nekrose der tiefen Beugesehne am Ansatz hinweist; hier wurden der WLA, der infizierte Anteil der tiefen Beugesehne am Ansatz und das infizierte Klauensesambein reseziert sowie eine Spülung des Klauengelenkes vorgenommen, welches eine seröse Entzündung aufwies. Das Kleben eines Klotzes auf die gesunde Nachbarklaue ist hierbei immer notwendig; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; mgr.: mittelgradig; hgr.: hochgradig; AB: Antibiotika systemisch; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of deep digital sepsis initiating from sole ulcers, toe ulcers, white-line abscesses (WLA) or penetrating wounds (exemplified by septic serous or serofibrinous arthritis of the distal interphalangeal (DIP) joint originating from a WLA): in these cases, moderate-to-severely inflammatory swelling predominantly incriminates the bulb of the heel (at the precise location where the infection penetrated into deeper structures), a mild overextension of the lateral claw can be observed (upper left figure) indicating necrosis of the deep digital flexor tendon (DDFT) at the insertion site; in this case, the WLA, the distal infected part of the DDFT and the infected distal sesamoid bone were removed surgically and lavage of the DIP joint, affected with septic serous arthritis, was performed. In such cases, a block must be attached to the sound partner claw and a bandage applied; RIVA: regional intravenous anaesthesia; mgr.: moderate; hgr.: severe; AB: systemic antibiotic treatment; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

Entlastung (keilförmige Entlastung oder Klotz kleben), fachgerechtes Freilegen und Gabe von NSAIDs erfolgreich behandeln (Tab. 1, Abb. 1) (Fiedler 2013; Thomas et al. 2015; Fiedler et al. 2019; Kofler 2019b; Fischer et al. 2021). Oftmals hat die Infektion – ausgehend von diesen ursprünglich „oberflächlichen“ Klauenerkrankungen (SG, SSG, WLA) mittlerweile eine oder mehrere tiefe Stützstrukturen erfasst. In letzteren Fällen liegt dann bereits eine Infektion der tiefen Beugesehne am Ansatz, der *Bursa podotrochlearis*, des Klauensesambeins, Klauenbeines, Klauengelenkes und/oder der FBSS

und auch der darin verlaufenden Beugesehnen vor (Dirksen 2002; Kofler 2017a,b; Müller et al. 2019; Hund et al. 2020). Tiefe Klaueninfektionen sind klinisch gut und leicht erkennbar an einer mgr. bis hgr. entzündlichen Schwellung am Weichballen und/oder einer mgr. bis hgr. wulstförmigen Schwellung am gesamten Kronsaum (bei Infektion des Klauen- oder selten des Krongelenkes), in vielen Fällen am Vorliegen einer Kippklauenbildung sowie einer Stützbeinlahmheit 4. oder 5. Grades (Heppelmann et al. 2009; Kofler 2015; Kofler 2017a; Nuss et al. 2019a). Diese Diagnosen können durch eine

# SOP für effektive Behandlung

## von tiefen Klaueninfektionen ausgehend von SG, SSG, WLA oder penetrierenden Wunden mit Infektion von Klauensesambein, Ansatz der tiefen Beugesehne ...



**Abb. 6:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung von tiefen Klaueninfektionen mit den Beispielen eitriger Entzündungen des Klauengelenkes ausgehend von einem Sohlengeschwür (SG), weiße-Linie-Abszess (WLA); in beiden Fällen liegt eine hgr. entzündliche, wulstförmige Schwellung am Weichballen und am gesamten Kronbereich bis nach dorsal hin vor (Bild oben rechts, mittleres Bild unten), zudem eine deutlich erkennbare Kippklauenbildung an der lateralen Klaue (oberes Bild rechts), welche hier auf eine Nekrose der tiefen Beugesehne am Ansatz hinweist. In solchen Fällen ist eine Amputation oder Exartikulation der Zehe indiziert, ebenso das Anlegen eines Druckverbandes; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; hgr.: hochgradig; AB: Antibiotika systemisch; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of deep digital sepsis exemplified by purulent arthritis of the distal interphalangeal (DIP) joint originating from a sole ulcer and a white-line abscess (WLA): in both cases a severe inflammatory, torus-shaped swelling can be observed on the coronet and bulb of the heel (upper right picture, middle lower picture) associated with severe overextension of the involved lateral claw (upper right picture) indicating necrosis of the deep digital flexor tendon at the insertion site. In this case, digital amputation or disarticulation is the only therapeutic option, followed by application of a firm bandage; RIVA: regional intravenous anaesthesia; hgr.: severe; AB: systemic antibiotic treatment; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

Ultraschall- oder Röntgenuntersuchung abgesichert werden (Kofler et al. 2014; Heppelmann et al. 2021). Ein Therapieerfolg ist bei Vorliegen tiefer Klaueninfektionen einzig mittels einer umfangreichen chirurgischen Behandlung erzielbar (Heppelmann et al. 2009; Nuss 2016; Buisman et al. 2018; Nuss et al. 2019b; Hund et al. 2020).

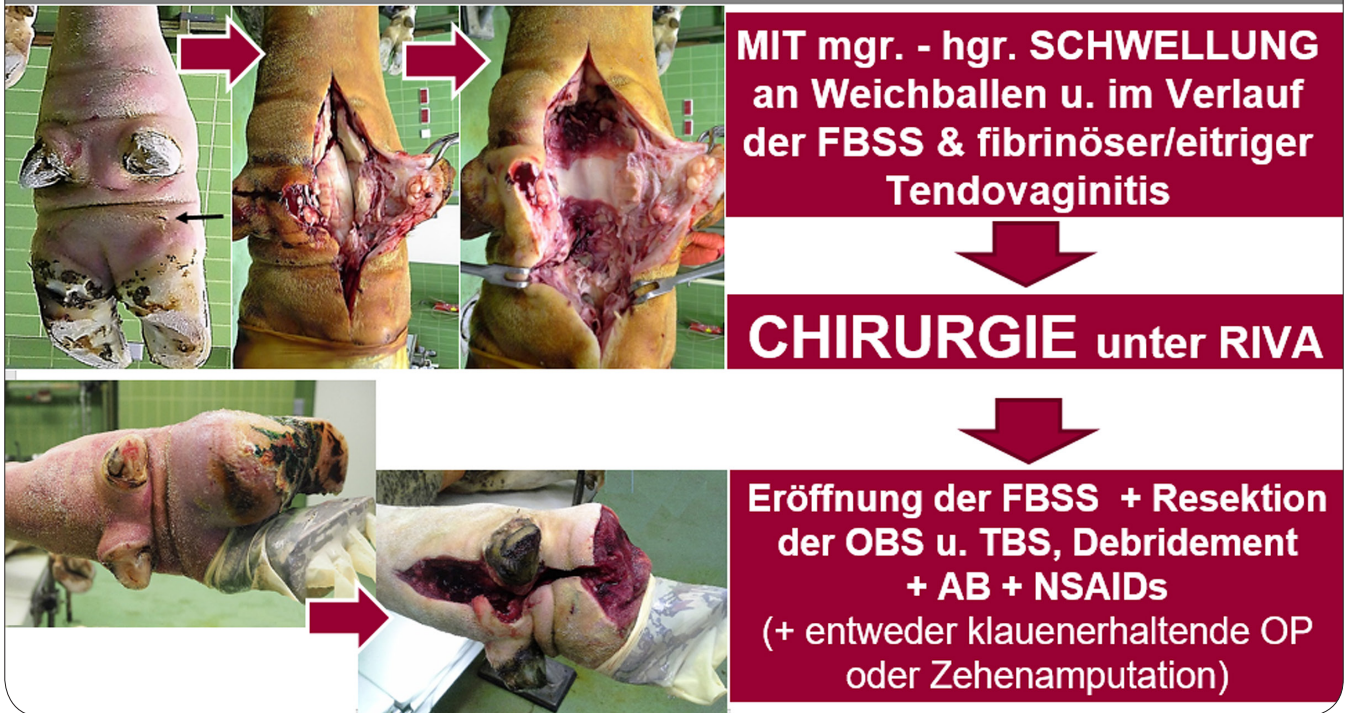
Je nach Schweregrad der vorliegenden tiefen Infektion kann dabei eine klauenerhaltende Operation oder nur noch eine Amputation der Zehe im Kron- oder im distalen Fesselbein oder eine Exartikulation im Krongelenk (Abb. 5, 6) vorgenommen werden (Dirksen 2002; Starke et al. 2007; Heppelmann et al. 2009; Nuss 2016; Devaux et al. 2017; Hund et al. 2020). Zur Vorbereitung dafür ist eine lokale Anästhesie, entweder

eine regionale intravenöse Stauungsanästhesie oder eine Dreipunkt-Leitungsanästhesie unter Verwendung von 20 ml Procainhydrochlorid 2 % notwendig (Nuss et al. 2017; Coetzee et al. 2017; Yavari et al. 2017), wobei der Stauschlauch möglichst im proximalen Drittel des Röhrlbeines angelegt wird (Kofler 2017a).

Liegt ein SG oder ein WLA mit Infektion der tiefen Beugesehne am Ansatz am *Tuberculum flexorium* und des Klauensesambeines sowie eine erst seröse oder serofibrinöse (mit kleinen Fibringerinnseln, gut nachweisbar mittels Ultraschall) Entzündung eines Klauengelenkes und/oder einer FBSS vor, dann kann eine vollständige Resektion dieser genannten infizierten Weichteil- und Knochenstrukturen unter Erhaltung der Klaue (Tab. 1, Abb. 5) vorgenommen werden (Starke et al. 2007;

# SOP für effektive Behandlung

## von tiefen Klaueninfektionen ausgehend von SG, WLA oder penetrierenden Wunden mit Infektion der Fesselbeugesehnnenscheide



**Abb. 7:** Arbeitsanleitung zur fachgerechten Behandlung von Infektionen der Fesselbeugesehnnenscheide (FBSS) mit den Beispielen einer 5 Tage alten Stichwunde (schwarzer Pfeil) in der Fesselbeuge mit fibrinöser Tendovaginitis (obere Bilder) und einer eitrigen Tendovaginitis und einer eitrigen Arthritis des Klauengelenkes an der lateralen Zehe ausgehend von einem WLA (links unten); die unilaterale mgr. – hgr. entzündliche Schwellung im Bereich des gesamten Verlaufes der FBSS ist gut erkennbar, sie endet abrupt ca. 10 cm proximal der Afterklaue. Hierbei sind die chirurgische Eröffnung der FBSS und die Resektion der OBS und TBS die einzige therapeutische Option; RIVA: regionale intravenöse Stauungsanästhesie; mgr.: mittelgradig; hgr.: hochgradig; AB: Antibiotika systemisch; NSAIDs: nichtsteroidale Antiphlogistika / Instructions for evidence-based treatment of septic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath (DFTS) exemplified by a case with a 5-day-old puncture wound (black arrow) in the pastern region associated with fibrinous tenosynovitis (upper pictures) and purulent tenosynovitis on the lateral digit with concurrent purulent arthritis of the distal interphalangeal joint (left lower picture) originating from a WLA: the characteristic moderate-to-severely inflammatory, unilateral swelling over the complete course of the DFTS is well recognized, ending abruptly approximately 10 cm proximal of the dew claw. In these cases, surgical opening of the DFTS and resection of both the superficial and deep digital flexor tendons is the only therapeutic option, followed by application of a firm bandage; RIVA: regional intravenous anaesthesia; mgr.: moderate; hgr.: severe; AB: systemic antibiotic treatment; NSAIDs: nonsteroidal anti-inflammatory drugs

Heppelmann et al. 2009; Nuss et al. 2019b). Zusätzlich ist das betroffene Klauengelenk im dorsalen Rezessus ca. 1 cm proximal des Saumbandes bzw. die betroffene FBSS ca. 5 cm proximal der jeweiligen Afterklaue mit einer weitlumigen Kanüle ( $\geq 1,6$  mm) zu punktieren und eine Spülung dieser Synovialräume, die noch ein frühes Infektionsstadium aufweisen, mit ca. 500–1000 ml physiologischer Kochsalzlösung vorzunehmen (Starke et al. 2007; Heppelmann et al. 2009; Hund et al. 2020). Intrasynovial können anschließend ca. 5–10 ml einer wässrigen Antibiotikallösung instilliert werden, am besten aus derselben Klasse wie das parenteral applizierte Antibiotikum (Heppelmann et al. 2009).

Bei Vorliegen einer fibrinösen oder eitrigen Arthritis des Klauen- und/oder Krongelenkes (Abb. 6), wobei in solchen Fällen immer auch der subchondrale Knochen infiziert ist, stellt die Amputation der Zehe im Kronbein bzw. im distalen Fesselbein oder die Exartikulation der Zehe im Krongelenk die einzige noch verbleibende Therapieoption dar (Starke et al. 2007; Devaux et al. 2017; Nuss et al. 2019b).

Bei Vorliegen einer serösen oder serofibrinösen Entzündung einer FBSS besteht die adäquate Behandlung in der Spülung der FBSS entweder mittels einer dicklumigen Kanüle ( $\geq 1,6$  mm Durchmesser) oder unter Verwendung eines Arthroskops (Bertagnoli et al.

2012; Hund et al. 2020). Zusätzlich muss dabei jedoch immer die Eintrittspforte der FBSS-Infektion einer chirurgischen Behandlung (Wunddebridement oder Resektion) unterzogen werden, auch wenn sie erst wenige Stunden alt ist (Hund et al. 2020).

Liegt eine fibrinös-eitrige Entzündung einer FBSS vor, so muss diese vollständig eröffnet und beide infizierten Beugeschienen sowie der gesamte infizierte Inhalt müssen reseziert werden (Abb. 7). Der chirurgische Zugang zur FBSS ist dabei abhängig von der Eintrittspforte der Infektion, d.h. entweder beginnend an einer Wunde im Verlauf der FBSS oder beginnend am Weichballen nach aufsteigender Infektion ausgehend von einem SG oder WLA (Abb. 7) (Nuss et al. 2019b; Hund et al. 2020).

Nach Abschluss der genannten Operationen werden die Wunden sorgfältig mit 500–1000 ml physiologischer Kochsalzlösung gespült, eine Drainage in die Wundhöhle eingelegt (vorzugsweise Polyurethan-Weichschaumstoff) und eine sterile Wundabdeckung angebracht sowie ein Druckverband angelegt, der bis zum proximalen Drittel des Röhrebeines reicht (Nuss et al. 2019b; Hund et al. 2020). Zusätzlich zur notwendigen chirurgischen Behandlung bei all diesen in der Diagnose-Klasse 4 genannten Indikationen ist es sinnvoll, eine systemische antibiotische Therapie für 3–7 Tage durchzuführen, vorzugsweise ohne Reserveantibiotika anzuwenden (Aigner 2018) sowie NSAIDs für mindestens 3 Tage zu verabreichen. Zur antiphlogistischen Behandlung bieten sich Ketoprofen (3 mg/kg KM i.m.), Carprofen (1,4 mg/kg KM s.c./i.v.), Flunixin-Meglumin (2,2 mg/kg KM i.v.), Meloxicam (0,5 mg/kg KM s.c./i.v.) oder Metamizol (20–40 mg/kg KM i.m./i.v.) an (Offinger et al. 2013; Coetzee et al. 2017; Wagner et al. 2017; Alsaad et al. 2019).

## ■ Diskussion

Studien zeigten, dass die Implementierung von standardisierten Arbeitsanleitungen nachhaltig zur Qualität der Patientenversorgung in der Medizin beiträgt (McMurdo Station Medical Standard Operating Procedures & Protocols 2006; Schütter 2017; Fliesser 2018). In der Milchviehhaltung sowie in der betreuenden und kurativen Tiermedizin finden standardisierte Arbeitsanleitungen zur systematischen Qualitätssicherung in den letzten Jahren zunehmend Anwendung. Dies vor allem deswegen, weil die durchschnittliche Kuhzahl pro Betrieb deutlich ansteigt, vermehrt betriebsfremdes Betreuungspersonal eingesetzt wird und die betreuenden Tierärzt:innen zunehmend aus Gemeinschaftspraxen mit mehreren Mitarbeiter:innen kommen, welche alle mit demselben standardisierten Therapieregime bei Vorliegen spezifischer Diagnosestellungen, unabhängig von der durchführenden Person, arbeiten sollten (Sischo et al. 2019; Mills et al. 2020, Neukirchner & Heuwieser 2021). In der Tierhaltung sind zudem neben der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes vor allem gesellschaftlich brisante Themen

wie Nachhaltigkeit, Tierschutz und Antibiotikaeinsatz relevant. Daher ist auch in diesem Arbeitsumfeld eine konsequente und transparente Qualitätssicherung genauso wichtig, um neben dem Vertrauen der Tierhalter:innen auch das Vertrauen der Konsument:innen in die tierärztliche Betreuung und Therapie von Rinderbeständen, die der Lebensmittelgewinnung dienen, zu festigen (Neumann 2006; Mansfeld et al. 2007; Peter et al. 2018; Neukirchner & Heuwieser 2021).

Die für die jeweiligen, durch eine sorgfältige klinisch-orthopädische Untersuchung diagnostizierten Klauen- und Zehenerkrankungen, adäquaten und evidenzbasierten Behandlungen sind seit langem bekannt und in vielen Fachbüchern und Publikationen detailliert beschrieben (Dirksen 2002; Heppelmann et al. 2009; Nuss et al. 2019a,b) und werden auch im Studium intensiv vermittelt. Wie bei vielen anderen Fachbereichen, sind auch für das Fachgebiet Orthopädie eine Vertiefung und eine Spezialisierung sowie eine kontinuierliche Fortbildung notwendig, um schmerzhafte Klauen- und Zehenerkrankungen bei Rindern fachgerecht und entsprechend der „Good Clinical Practice“ zu behandeln (Glaser et al. 2002; Simoneit et al. 2012). Die Anamnese und die Informationen zu den erfolgten Vorbehandlungen von vielen an die Klinik zugewiesenen orthopädischen Rinderpatienten zeigen, dass zum Thema fachgerechte Behandlung von Klauenerkrankungen ein beträchtlicher Fortbildungsbedarf besteht. Andererseits sind auch zahlreiche vorbildliche Beispiele für eine „Good Clinical Practice“ bei der Behandlung von Rindern mit Klauenerkrankungen in der Praxis hervorzuheben (Kritzinger 2020).

Der Einsatz von Antibiotika beim Rind ist nicht dazu geeignet, inadäquate Haltungsbedingungen, Managementfehler, mangelhafte Hygienestandards oder erforderliche chirurgische Interventionen zu kompensieren (Blaha 2014; Aigner 2018; Peter et al. 2018). Die geforderte und notwendige Reduktion des Einsatzes von Antibiotika bei Nutztieren durch den Gesetzgeber (Aigner 2018) und durch die Konsument:innen (Clark et al. 2016; Goddard et al. 2017; Wemette et al. 2021) muss mit der Optimierung von Managementmaßnahmen in Milchviehherden (Verbesserung des Tierwohls) (Blaha 2014; De Vries et al. 2015; Egger-Danner et al. 2021) aber auch mit der fachgerechten Wahl und Durchführung der adäquaten Therapie bei Rindern mit Klauenerkrankungen einhergehen, welche nicht zwangsläufig und nur äußerst selten eine ausschließliche systemische Antibiose inkludiert (Trevisi et al. 2014; Kofler 2019a; Nuss et al. 2019b). Hiervon ohnehin unberührt bleibt die Verpflichtung des Veterinärs, seinen Beruf gewissenhaft und fachlich eigenverantwortlich auszuüben (Tierärztegesetz 2021: § 20). Er/Sie ist verpflichtet, sich beruflich fortzubilden und sich mit dem letzten Stand der Veterinärmedizin vertraut zu machen (Kastelic 2006; Simoneit et al. 2012), wozu auch die Einhaltung der vorliegenden Leitlinien für den sorgfältigen und rationalen Einsatz mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln



gehört (Trevisi et al. 2014; Aigner 2018; Peter et al. 2018). Es kann mit Sicherheit eine beachtliche Reduktion des Antibiotikaeinsatzes erwartet werden, wenn eine systemische Antibiose nur bei den oben genannten strengen Indikationen (Tab. 1; Abb. 1–7) appliziert wird, so wie es z.B. in der Mastitistherapie bereits gelungen ist (Krömker & Leimbach 2017; Gerber et al. 2021).

Für die Entscheidungsfindung für oder gegen eine Behandlung bei Vorliegen einer Klauen- oder Zehenerkrankung generell und dann im Speziellen für die Wahl der adäquaten Therapiemethode bei Rindern mit Klauen- oder Zehenerkrankungen müssen diverse Kriterien berücksichtigt werden: ist nur eine Klaue oder sind mehrere Klauen eines Tieres erkrankt, welche auch (chirurgisch) behandelt werden müssten, liegen zusätzliche metabolische Erkrankungen oder Infektionen anderer Organsysteme vor? Zudem sind das Alter, das Trächtigkeitsstadium, der Zuchtwert und die aktuelle Milchleistung der Rinder sowie die Bereitschaft eines verstärkten postoperativen Betreuungsaufwandes chirurgisch behandelte Rinder durch den oder die Tierhalter:innen in die Entscheidung für eine chirurgische Behandlung mit einzubeziehen (Dirksen 2002; Neumann 2006; Kofler 2019b; Nuss et al. 2019b). Auch die Möglichkeit einer separaten Haltung des operierten Rindes in einer sauberen, gut eingestreuten Krankenbox mit rutschfestem Untergrund für 1–4 Wochen sollte auf jeden Fall gewährleistet werden, um den chirurgischen Behandlungserfolg nicht durch inadäquate postoperative Betreuungsumstände zu gefährden (Thomsen et al. 2019).

In der vorliegenden Übersichtsarbeit wurden die zahlreichen Klauen- und Zehenerkrankungen, die man bei lahmen Rindern diagnostizieren kann, vier verschiedenen Klassen und in jeweilige Subklassen zugeteilt (Tab. 1), für die dann jeweils spezifische Vorgehensweisen für eine fachgerechte und evidenzbasierte Behandlung gelten. Eine exakte Diagnosestellung kann auch unter Praxisbedingungen erfolgen, wenn eine sorgfältige Untersuchung des lahmen Rindes vorgenommen wird, die auch eine Untersuchung der Klauen und Zehen mittels Adspektion und Palpation des am Klauenpflegestand abgelegten Rindes miteinschließt (Pijl 2003; Kofler et al. 2018; Nuss et al. 2019a). Falls die klinisch-orthopädische Untersuchung für die definitive Diagnosestellung nicht ausreicht, kann eine sonographische Untersuchung der betroffenen Region mit den in der Rinderpraxis weit verbreiteten 5–10 MHz Rektalschallköpfen Gewissheit bringen (Kofler et al. 2014; Heppelmann et al. 2021). Eine Röntgenuntersuchung ist eine weitere bildgebende diagnostische Möglichkeit (Kofler et al. 2014), die jedoch in der Rinderpraxis oft nicht unmittelbar zur Verfügung steht. Eindeutige röntgenologische Befunde an Zehengelenken und Zehenknochen sind erst ca. 2–3 Wochen nach Beginn der Infektion an diesen Strukturen sicher nachweisbar (Kofler et al. 2014), zu einem Zeitpunkt, an dem die klinischen Symptome wie z.B. eine wulstförmige, zirkuläre entzündliche Schwellung am Kronsaum und Ballen und/oder eine Kippklauenbildung

oftmals schon sehr klar adspektorisch zu erkennen sind (Kofler 2015; Nuss et al. 2019a). Hingegen lassen sich eindeutige Befunde wesentlich einfacher und schneller mittels Sonographie auch bereits im Frühstadium und natürlich auch in protrahierten Fällen von septischen Arthritiden und Tendovaginitiden, bei denen ja vorerst nur Weichteilstrukturen betroffen sind, nachweisen (Kofler et al. 2014; Heppelmann et al. 2021). Bei unsicherer Interpretation der Ultraschallbefunde kann die Untersucher:in immer die entsprechende kontralaterale (gesunde) Region vergleichend sonographisch untersuchen, um die Sicherheit der Befundung zu erhöhen (Kofler et al. 2014; Kofler 2021). Nach definitiver Diagnosestellung ist immer eine Abwägung notwendig, ob eine Therapie überhaupt erfolversprechend und auch wirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht (Heppelmann et al. 2009), dies gilt v.a. bei Vorliegen tiefer Klauen- und Zeheninfektionen mit zweifelhafter Prognose bei älteren und oftmals schon seit längerem nicht trächtigen Kühen.

Während bei Klauenerkrankungen, bei denen nur die Lederhaut an Sohle oder Wand eine Infektion aufweist, die systemische Gabe von Antibiotika völlig wirkungslos ist und nicht dem sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln entspricht, kann in Fällen mit weit fortgeschrittener Infektion tiefer Stützstrukturen der Klaue/Zehe, bei denen in erster Linie eine chirurgische Behandlung erforderlich ist, eine ausschließliche medikamentöse Behandlung mit systemischer Antibiose und NSAIDs und dem Kleben eines Klotzes auf die gesunde Nachbarklaue niemals einen Therapieerfolg bringen (Dirksen 2002; Kofler 2019b; Nuss et al. 2019b). Eine solche nicht evidenzbasierte Behandlung verlängert das Leiden des Tieres unnötig und erhöht zudem enorm das Risiko eines Totalverlustes (Devaux et al. 2017; Kofler 2019b; Nuss et al. 2019b).

Diese beschriebenen Operationsmethoden, u.a. auch die Resektion infizierter Weichteil- und Knochenstrukturen unter Erhaltung der Klaue setzen zwar einige Erfahrung voraus, können aber durchaus auch in der Praxis durchgeführt werden. Limitierende Faktoren dabei sind jedoch die im Vergleich zur Klauenamputation längere Operationsdauer, die zahlreichen notwendigen Kontrollvisiten sowie die Notwendigkeit im Betrieb, das operierte Tier für einige Zeit in einer Krankenbox separat aufzustellen (Starke et al. 2007; Thomsen et al. 2019). Alle diese Operationstechniken lassen sich allerdings im Gegensatz zu chirurgischen Eingriffen am Abdomen sehr gut an Rinderfüßen vom Schlachthof trainieren, so dass man sich dadurch die nötige Expertise ohne Gefahr für den Patienten durchaus aneignen kann. Außerdem besteht mancherorts auch die Möglichkeit, solche komplizierten Fälle zur Therapie in ein Tierspital einzuweisen, aber auch hier gilt die Regel besser früher als später. Zudem ist in Zukunft wohl auch in der Rinderpraxis vorstellbar, dass man zur chirurgischen Behandlung komplizierter septischer Klauen- und Zeheninfektionen verstärkt Fachkolleg:innen aus der näheren oder weiteren Umgebung zuzieht, wie dies

beim Pferd und Kleintier schon lange üblich ist. Ein mögliches Konsultationsmodell, um rasch Hilfestellung von Expert:innen aus diesem Fachbereich sowohl in Bezug auf die Diagnosestellung als auch die chirurgische

Behandlung einzuholen, könnte in Zukunft auch die Telemedizin darstellen (Kneissl & Hladschik-Kermer 2022).

### Fazit für die Praxis

Die Befolgung der genannten standardisierten Vorgangsweisen bei den in den jeweiligen Klassen zugewiesenen Diagnosen und Behandlungsregimen führt mit Sicherheit zu besseren und rascheren Behandlungsergebnissen. Als weiterer positiver Aspekt der genannten standardisierten und evidenzbasierten Vorgangsweisen bei der Behandlung von Klauenerkrankungen ist eine rasche Verbesserung des Tierwohls durch die schnellere Reduktion der Schmerzen zu nennen. Zudem kann mit Sicherheit eine beachtliche Reduktion des Antibiotikaeinsatzes erwartet werden, wenn eine systemische Antibiose nur bei den oben genannten strengen Indikationen (Tab. 1; Abb. 1–7) appliziert wird.

Eine Reduktion des Antibiotikaeinsatzes im Nutztierbereich wird durch gesetzliche Vorgaben und auch von Konsument:innen zunehmend gefordert.

## Literatur

- Aigner G. Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln – Österreichisches Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz; 2018; Available from: [https://www.tieraerztekammer.at/fileadmin/daten/Oeffentlicher\\_Bereich/Kammer/Leitlinien/Leitlinien\\_fuer\\_den\\_sorgfaeltigen\\_Umgang\\_mit\\_antibakteriell\\_wirksamen\\_Tierarzneimitteln\\_2018.pdf](https://www.tieraerztekammer.at/fileadmin/daten/Oeffentlicher_Bereich/Kammer/Leitlinien/Leitlinien_fuer_den_sorgfaeltigen_Umgang_mit_antibakteriell_wirksamen_Tierarzneimitteln_2018.pdf)
- Alsaad M, Fadul M, Deiss R, Bucher E, Rehage J, Guccione J, et al. Use of validated objective methods of locomotion characteristics and weight distribution for evaluating the efficacy of ketoprofen for alleviating pain in cows with limb pathologies. *PLoS One*. 2019;14(6):e0218546. DOI:10.1371/journal.pone.0218546
- Alsaad M, Plüss J, Studer E, Steiner A. Nicht-antibiotische Behandlung von Dermatitis digitalis infizierter Hyperplasia interdigitalis beim Milchvieh. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 2021;163(12):871–875.
- Ariza JM, Bareille N, Lehebel A, Oberle K, Relun A, Guatteo R. Evaluation of a biocide footbath solution in the occurrence and healing of digital dermatitis lesions in dairy cows: A clinical trial. *Prev Vet Med*. 2019;163:58–67. DOI:10.1016/j.prevetmed.2018.12.017
- Bertagnoli A, Räber M, Morandi N, Mortellaro CM, Steiner A. Tenovaginoscopic approach to the common digital flexor tendon sheath of adult cattle: Technique, normal findings and preliminary results in four clinical cases. *Vet J*. 2012;191:121–127. DOI:10.1016/j.tvjl.2010.12.009
- Blaha T. Die Tierschutzrelevanz des Antibiotikaeinsatzes bei Nutztieren und des Tiergesundheitsmanagements. *Klauentierpraxis*. 2014;22:111–115.
- Blowey RW. Non-healing hoof lesions in dairy cows. *Vet Rec*. 2012;169:534. DOI:10.1136/vr.d7267
- Buisman LL, Alsaad M, Bucher E, Kofler J, Steiner A. Objective assessment of lameness in cattle after foot surgery. *PLoS One*. 2018;13:e0209783. DOI:10.1371/journal.pone.0209783
- Capion N, Boye M, Ekstrøm CT, Jensen TK. Infection dynamics of digital dermatitis in first-lactation Holstein cows in an infected herd. *J Dairy Sci*. 2012;95:6457–6464. DOI:10.3168/jds.2012-5335
- Clark B, Stewart GB, Panzone LA, Kyriazakis I, Frewer LJ. A systematic review of public attitudes, perceptions and behaviours towards production diseases associated with farm animal welfare. *J Agric Environ Ethics*. 2016;29:455–478. DOI:10.1007/s10806-016-9615-x
- Coetzee JF, Shearer JK, Stock ML, Kleinhenz MD, Van Amstel SR. An update on the assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Vet Clin Food Anim*. 2017;33:389–411. DOI:10.1016/j.cvfa.2017.02.009
- Cook NB, Rieman J, Gomez A, Burgi K. Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. *Vet J*. 2012;193:669–673. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.06.051
- DeLaval. Der 5-Punkte Plan zur Kontrolle der Dermatitis digitalis. 2017. Available from: <https://www.delaval.com/contentassets/2a6da954d-1bf46879c197a8a79902dc3/delaval-5-punkte-plan.pdf>
- Devaux D, Steiner A, Pipoz F, Nuss K. Die offene Amputation der Rinderzehe im Fesselbein: chirurgische Technik, Wundheilung und Langzeitergebnisse. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 2017;159(6):327–334.
- De Vries M, Bokkers E, Van Reenen C, Engel B, Van Schaik G, Dijkstra T, et al. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Prev Vet Med*. 2015;118(1):80–92. DOI:10.1016/j.prevetmed.2014.11.016
- Dirksen G. Krankheiten im Bereich der Zehen. In: Dirksen G, Gründer H-D, Stöber M, editors. *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 4<sup>th</sup> ed. Berlin-Wien: Blackwell Verlag; 2002. p. 912–978.
- Döpfer D, Koopmans A, Meijer FA, Szakall I, Schukken YH, Klee W, et al.: Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. *Vet Rec*. 1997;140:620–623.
- Döpfer D, Holzhauser M, Van Boven M. The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: model-based estimates of transition rates and implications for control. *Vet J*. 2012;193:648–653. DOI:10.1016/j.tvjl.2012.06.047
- Egger-Danner C, Hörmann M, Lenz E, Kofler J, Suntinger M. Klauengesundheit im Griff – mit System und Voraussicht: Ein Leitfaden für die Praxis. Wien: LFI Österreich; 2021. p. 5–69.
- Falagas ME, Rafailidis PI, Makris GC. Bacterial interference for the prevention and treatment of infections. *J Antimicrob Agents*. 2008;31(6):518–522. DOI:10.1016/j.ijantimicag.2008.01.024
- Fiedler A. Geeignete Entlastungssysteme an der Rinderklaue. *Klauentierpraxis*. 2013;21:11–19.

- Fiedler A, Sauter-Louis C, Maierl J. Polyurethane dressing, tetracycline and salicylic acid use for treatment of digital dermatitis in cattle - a comparative study. *Tierarztl Prax (G)*. 2015;43(6):350–358.
- Fiedler A, Maierl J, Nuss K. Grundsätze der Klauenpflege beim Rind. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes*. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme: Stuttgart; 2019. p. 63–77.
- Fischer D, Grund S, Pesenhofer R, Friebel L, Mülling CKW (2021): Kurative Klauenpflege zur mechanischen Entlastung von Sohlengeschwüren - eine ex-vivo-Studie. *Tierarztl Prax (G)*. 2021;49:92–100. DOI:10.1055/a-1385-7822
- Fliesser J. Einsatz von Standard Operating Procedures und Guidelines durch Pflegefachpersonen in der Primärvorsorgung [Bachelorarbeit]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2018.
- Gerber M, Dürr S, Bodmer M. Reducing antimicrobial use by implementing evidence-based, management-related prevention strategies in dairy cows in Switzerland. *Front Vet Sci*. 2021;7:611682. DOI:10.3389/fvets.2020.611682
- Glaser S, Dahms S, Rohmel J, Weiss H, Kreienbrock L. Statistical principles of „Good Clinical Practice“ in Veterinary Medicine - A position paper on the design, conduct and analysis of empirical studies. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*. 2002;109(2):68–72.
- Goddard E, Hartmann M, Klink-Lehmann J. Public acceptance of antibiotic use in livestock production Canada and Germany. *Proc. System Dynamics and Innovation in Food Networks*. 2017:424-437. DOI: 10.18461/pfsd.2017.1743
- Greenevelt M, Main DCJ, Tisdall D, Knowles TG, Bell NJ. Measuring the response to therapeutic foot trimming in dairy cows with fortnightly lameness scoring. *Vet J*. 2014;201:283–288. DOI:10.1016/j.tvjl.2014.05.017
- Häggman J, Junni R, Simojoki H, Jarmo Juga J, Soveri T. The costs of interdigital phlegmon in four loose-housed Finnish dairy herds. *Acta Vet Scand*. 2015;7:90. DOI:10.1186/s13028-015-0181-4
- Hepplmann M, Kofler J, Meyer H, Rehage J, Starke A. Advances in surgical treatment of septic arthritis of the distal interphalangeal joint in cattle – a review. *Vet J*. 2009;182:162–175. DOI:10.1016/J.Tvjl.2008.06.009
- Hepplmann M, Starke A, Kofler J. Ultrasonographic examination of the distal and proximal interphalangeal joint regions. In: Kofler J, editor. *Ultrasonography of the bovine musculoskeletal system - indications, examination protocols, findings*. Schlütersche: Hannover; 2021. p. 25–34.
- Holzhauser M, Döpfer D, De Boer J, Van Schaik G. Effects of different intervention strategies on the incidence of papillomatous digital dermatitis in dairy cows. *Vet Rec*. 2008;162:41–46. DOI:10.1136/vr.162.2.41
- Holzhauser M, Pijl R. Non-healing white line lesion, advanced experience. In: Laven R, editor. *16<sup>th</sup> Symposium and 8<sup>th</sup> Conference of Lameness in Ruminants*; 28.02. – 3.03.2011; Rotorua, New Zealand. ConferenceNZ Ltd; 2011. p. 149.
- Hund A, Senn M, Kofler J. Septic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath in 83 cattle. *Animals*. 2020;10:1303; DOI:10.3390/ani10081303
- Kastelic JP. Critical evaluation of scientific articles and other sources of information: an introduction to evidence-based veterinary medicine. *Theriogenol*. 2006;66(3):534–542.
- Klawitter M, Döpfer D, Braden TB, Amene E, Müller KE. Randomised clinical trial showing the curative effect of bandaging on M2-stage lesions of digital dermatitis in dairy cows. *Vet Rec Open*. 2019 May 22;6:e000264. DOI:10.1136/vetrec-2017-000264
- Kneissl S, Hladschik-Kermer B. Konsultationsmodelle für die veterinärmedizinische Praxis. *Vet Magazin*, 18.02.2022; Available from: <https://vet-magazin.com/wissenschaft/kleintiermedizin/Konsultationsmodelle-veterinaermedizinische-Praxis.html>
- Kofler J, Breinreich B, Altenbrunner-Martinek B. Phlegmon of the distal limb – an exact diagnosis? *Revista Romana Med Vet*. 2007;17(2) Suppl:34–35.
- Kofler J, Geissbühler U, Steiner A. Diagnostic imaging in bovine orthopedics. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2014;30:11–53. DOI:10.1016/j.cvfa.2013.11.003
- Kofler J. Klauenkrankheiten – Signale frühzeitig erkennen. *Fleckvieh Austria*. 2015;3:4-10.
- Kofler J, Glonegger-Reichert J, Dietrich J, Sykora S, Tichy A, Brandt S. A simple surgical treatment for digital dermatitis-associated white line lesions and sole ulcers. *Vet J*. 2015a;204:229–231. DOI:10.1016/J.Tvjl.2015.03.016
- Kofler J, Innerebner C, Pesenhofer R, Hangl A, Tichy A. Effectiveness of salicylic acid paste for treatment of digital dermatitis in dairy cows compared with tetracycline spray and hydrotherapy. *Berlin Munch Tierarztl Wschr*. 2015b;128:10–18.
- Kofler J. Surgical treatment in deep digital sepsis in cattle – Claw preserving methods and claw amputation. *Rev Acad Ciênc Anim*. 2017a;15(Suppl2):45–65. DOI:10.7213/academica.15.S02.2017.A06
- Kofler J. Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle including nonhealing toe lesions. *Vet Clin Food Anim*. 2017b;33(2):301–328. DOI:10.1016/j.cvfa.2017.02.005
- Kofler J. Untersuchung der Synovia. In: Baumgartner W, Wittek T, editors. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 9<sup>th</sup> ed. Enke Verlag: Stuttgart; 2018. p. 377–382.
- Kofler J, Lischer JC, Rheinfeld S, Kramer M, Pees M. Orthopädischer Untersuchungsgang. In: Baumgartner W, Wittek T, editors. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 9<sup>th</sup> ed. Enke Verlag: Stuttgart; 2018. p. 78–231.
- Kofler J. Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: Litzke L-F, Rau B, editors. *Der Huf*. 7<sup>th</sup> ed. Enke Verlag: Stuttgart; 2019a. p. 326–353.
- Kofler J. Konservative und chirurgische Behandlung von Erkrankungen der distalen Gliedmaße beim Rind in der Praxis oder wo genau liegen die engen Grenzen für eine ausschließliche antibiotische Therapie? In: ÖGT, editor. *ÖGT – Klauentiertagung & Fortbildungsveranstaltung der Sektion Klauentiere im Rahmen der 34. VÖK-Tagung*; 21.09.2019; Salzburg; 2019b. p. 11–17.
- Kofler J, Fiedler A. Mortellaro'sche Krankheit. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes*. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme: Stuttgart; 2019. p. 103–112.
- Kofler, J. Das "Neue" Gesicht der Mortellaro-Krankheit - Rinder leiden bis zu 12 Monate und länger an DD-assoziierten Klauenhornläsionen. *Klauentierpraxis*. 2020a;28(4):145–157.
- Kofler J. Die Mortellaro-Krankheit im Griff – Dank systematischer Prophylaxe und Therapie. *Klauentierpraxis*. 2020b;28(3):89-97.
- Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaa T, Cramer G, et al. ICAR Claw Health Atlas – Appendix 1 - Digital Dermatitis Stages (M-stages); 2020a; Available from: <https://www.icar.org/wp-content/uploads/2021/08/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-1-in-German.pdf>

- Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaas T, Cramer G, et al. ICAR Claw Health Atlas – Appendix 2 - Digital Dermatitis-associated Claw Horn Lesions. 2020b; Available from: <https://www.icar.org/wp-content/uploads/2021/08/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-2-in-German.pdf>
- Kofler J. Ultrasonographic examination of the metacarpo- and metatarsophalangeal joint regions. In: Kofler J, editor. Ultrasonography of the bovine musculoskeletal system - indications, examination protocols, findings. Schlütersche: Hannover; 2021. p. 35–50.
- Kofler J, Pesenhofer R. Die hohe Kunst der fachgerechten Entlastung schmerzhafter Klauendefekte – Wann welchen Klotz kleben? Fleckvieh Magazin. 2021(6):4–9.
- Kofler J, Starke A. Ultrasonographic examination of limb vessels. In: Kofler J, editor. Ultrasonography of the bovine musculoskeletal system - indications, examination protocols, findings. Schlütersche: Hannover; 2021. p. 159–174.
- Kritzinger F. Klauen – ein Thema für den Tierarzt – Teil 2. Vetjournal. 2020;73(6):42–44.
- Krömker V, Leimbach S. Mastitis treatment - reduction in antibiotic usage in dairy cows. Reprod Domest Anim. 2017;52(Suppl3):21-29. DOI:10.1111/rda.13032
- Laschinger J, Kofler J, Schieder K, Tichy A, Hund A. Ultrasonographic diagnosis of closed pedal bone fractures in bovine claws – ex-vivo study in slaughterhouse specimens. Vet J. 2021;268:105591. DOI:10.1016/j.tvjl.2020.105591
- Leach KA, Tisdall DA, Bell NJ, Main DCJ, Green LE. The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. Vet J. 2012;193:626–632. DOI:10.1016/j.tvjl.2012.06.043
- Lischer CJ, Koller U, Geyer H, Mülling C, Schulze J, Ossent P. Effect of therapeutic dietary biotin on the healing of uncomplicated sole ulcers in dairy cattle - a double blinded controlled study. Vet J. 2002;163:51–60. DOI:10.1053/tvjl.2001.0627
- Mansfeld R, Hoedemaker M, De Kruif A. Grundregeln der Integrierten Tierärztlichen Bestandsbetreuung – als Qualitätssicherungssystem. In: De Kruif A, Mansfeld R, Hoedemaker M, editors. Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. 2<sup>nd</sup> ed. Enke Verlag: Stuttgart; 2007. p. 4-10.
- McMurdo Station Medical Standard Operating Procedures & Protocols. 2006; Available from: [https://web.archive.org/web/20140611055027/http://www.nsf.gov/about/contracting/rfqs/support\\_ant/docs/environment\\_health\\_safety/usap\\_sandh\\_policy\\_man/mcmurdostandardmedicalsop-311.pdf](https://web.archive.org/web/20140611055027/http://www.nsf.gov/about/contracting/rfqs/support_ant/docs/environment_health_safety/usap_sandh_policy_man/mcmurdostandardmedicalsop-311.pdf)
- Mills KE, Koralesky KE, Weary DM, Von Keyserlingk MAG. Dairy farmer advising in relation to the development of standard operating procedures. J Dairy Sci. 2020;103:11524–11534. DOI: /10.3168/jds.2020-18487
- Müller M, Gehringer S, Hermanns W. Pathologie komplizierter Klauenerkrankungen. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme: Stuttgart; 2019. p. 209–217.
- Murray RD, Downham DY, Clarkson MJ, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, et al. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. Vet Rec. 1996;138(24):586–591. DOI:10.1136/vr.138.24.586
- Navarre CB, Zhang L, Sunkara G, Duran SH, Kompella UB. Ceftiofur distribution in plasma and joint fluid following regional limb injection in cattle. J Vet Pharmacol Therap. 1999;22:13–19. DOI: /10.1046/j.1365-2885.1999.00186.x
- Neukirchner S, Heuwieser W. Visuelle Arbeitsanleitungen vereinheitlichen Arbeitsabläufe und verbessern die Einarbeitung in Tiermedizin und Landwirtschaft – Beispiel „Kälberschule“. Der Prakt Tierarzt. 2021;102:623–627. DOI:10.2376/0032-681X-2130
- Neumann M. Erstellung eines Konzepts für ein dynamisches Qualitätssicherungssystem im Kontrollbereich Klauen-/ Gliedmaßengesundheit in Milcherzeugerbetrieben sowie in Rindermastbetrieben. [Dissertation] München: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München; 2006.
- Nouri M, Ashrafi-Helan J. Observations on healing process of wall ulcers with concurrent digital dermatitis in 52 cattle: gross and light microscopic pathology. Anim Vet Sci. 2013;1(6):60–65. DOI:10.11648/j.avs.20130106.13
- Nuss K. Surgery of the distal limb. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2016;32:753–775. DOI:10.1016/j.cvfa.2016.05.011
- Nuss K, Schwarz A, Ringer S. Lokalanästhesien beim Wiederkäuer. Tierärztl Prax (G). 2017;45:159–173. DOI:10.15653/TPG-161061
- Nuss K. Zwischenklauenphlegmone. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme Verlag: Stuttgart; 2019. p. 112–115.
- Nuss K, Steiner A, Kofler J. Untersuchung des Bewegungsapparates bei Erkrankungen im Zehenbereich. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme Verlag: Stuttgart; 2019a. p. 84–101.
- Nuss K, Feist M, Devaux D. Operationen an Klaue und Zehe. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme Verlag: Stuttgart; 2019b. p. 175–201.
- Nuss K, Kofler J. Ultrasonographic examination of flexor and extensor tendons, tendon sheaths and the suspensory ligament. In: Kofler J, editor. Ultrasonography of the Bovine Musculoskeletal System – Indications, Examination protocols, Findings. Schlütersche: Hannover; 2021. P. 137–146.
- Offinger J, Herdtweck S, Rizk A, Starke A, Heppelmann M, Meyer H, et al. Postoperative analgesic efficacy of meloxicam in lame dairy cows undergoing resection of the distal interphalangeal joint. J Dairy Sci. 2013;96(2):866–876. DOI:10.3168/jds.2011-4930
- Osová A, Hund A, Mudron P. Interdigital phlegmon (foot rot) in dairy cattle - an update. Wien Tierärztl Monat - Vet Med Austria. 2017;104:209–220.
- Palmer MA, O’Connell NE. Digital dermatitis in dairy cows: a review of risk factors and potential sources of between-animal variation in susceptibility. Animals. 2015;5:512–535. DOI:10.3390/ani5030369
- Persson Y, Jansson Mörk M, Pringle M, Bergsten C. A case-series report on the use of a salicylic acid bandage as a non-antibiotic treatment for early detected, non-complicated interdigital phlegmon in dairy cows. Animals. 2019;9:129; DOI:10.3390/ani9040129
- Peter R, Müntener CR, Demuth DC, Heim D, Stucki F, Mevissen M, et al. AntibioticScout.ch – Entscheidungshilfe für den umsichtigen Einsatz von antimikrobiellen Wirkstoffen: Anwendung beim Rind. Schweiz Arch Tierheilkd. 2018;160(4):219–226. DOI: 10.17236/sat00154
- Pijl R. Die häufigsten Fehler bei der Klauenpflege. Top Agrar. 2003;1:R10-R12.
- Plüss J, Steiner A, Alsaad M. Claw block application improves locomotion and weight-bearing characteristics in cattle with foot diseases. J Dairy Sci. 2020;104:2302–2307. DOI:10.3168/jds.2020-19135
- Potterton SL, Bell NJ, Whay HR, Berry EA, Atkinson OCD, Dean RS, et al. A descriptive review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published

- between 2000 and 2011. *Vet J.* 2012;193:612–616. DOI:10.1016/j.tvjl.2012.06.040
- Reinöhl-Desouza C, Kofler J. Infektiöse Interdigitalnekrose (infektiöse Interdigitalphlegmone) bei 66 Rindern – Teil 2: Behandlung und Ergebnisse. *Tierarztl Prax (G)*. 2006;34:80–85.
- Relun A, Guatteo R, Roussel P, Bareille N. A simple method to score digital dermatitis in dairy cows in the milking parlor. *J Dairy Sci.* 2011;94:5424–5434. DOI:10.3168/jds.2010-4054
- Sadiq MB, Ramanoo SZ, Mansor R, Syed-Hussain SS, Shaik Mossadeq WM. Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals.* 2020;10:1515. DOI:10.3390/ani10091515
- Schmidt RH, Pierce PD. Chapter 16 - The use of Standard Operating Procedures (SOPs). In: Lelieveld H, Holah J, Gabrić D, editors. *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*. 2<sup>nd</sup> ed. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Elsevier: Amsterdam; 2016. p. 221–233.
- Schütter F-W. SOPs in der Chirurgie – Allgemein Chirurgie. Thieme Verlag: Stuttgart; 2017. Available from: [https://www.naturmed.de/wp-content/uploads/productpdf/Friedrich-Wilhelm\\_SOPs\\_in\\_der\\_Chirurgie\\_Allgemeinchirurgie\\_.pdf](https://www.naturmed.de/wp-content/uploads/productpdf/Friedrich-Wilhelm_SOPs_in_der_Chirurgie_Allgemeinchirurgie_.pdf)
- Schultz N, Capion N. Efficacy of salicylic acid in the treatment of digital dermatitis in dairy cattle. *Vet J.* 2013;198:518–523. DOI:10.1016/j.tvjl.2013.09.002
- Shearer JK, Van Amstel SR. Pathogenesis and treatment of sole ulcers and white line disease. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2017;33:283–300. DOI:10.1016/j.cvfa.2017.03.001
- Simoneit C, Heuwieser W, Arit S. Die evidenzbasierte Veterinärmedizin im Praxisalltag. *Tierarztl Prax (G)*. 2012;40:186–192.
- Sischo WM, Moore DA, Pereira R, Warnick L, Moore DL, Vanegas J, et al. Calf care personnel on dairy farms and their educational opportunities. *J Dairy Sci.* 2019;102:3501–3511. DOI:10.3168/jds.2018-15401
- Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenol.* 1997;47:1179–1187. DOI:10.1016/S0093-691X(97)00098-8
- Stanek C, Kofler J. Zum Einsatz von Na-Ceftiofur in der kombinierten Therapie von komplizierten Klauenerkrankungen beim Rind. *Tierarztl Praxis (G)*. 1998;26:314–317.
- Starke A, Heppelmann M, Beyerbach M, Rehage J. Septic arthritis of the distal interphalangeal joint in cattle: comparison of digital amputation and joint resection by solar approach. *Vet Surg.* 2007;36:350–359. DOI:10.1111/j.1532-950X.2007.00257.x
- Starke A, Müller H, Wippermann W, Goerigk D, Fieseler H, Reckardt M. Complicated toe lesions in cattle – treatment and post-surgical care. In: Whay B, Hockenhull J. editors. 17<sup>th</sup> International Symposium and 9<sup>th</sup> International Conference of Lameness in Ruminants; 11.–14.08.2013; Bristol, UK. University of Bristol; 2013. p. 126.
- Steiner A, Nuss K. Frakturen – Klauenbeinfraktur. In: Fiedler A, Maierl J, Nuss K, editors. *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes*. 2<sup>nd</sup> ed. Thieme Verlag: Stuttgart; 2019. p. 152–156.
- Thomas HJ, Miguel-Pacheco GG, Bollard NJ, Archer SC, Bell NJ, Mason C, et al. Evaluation of treatments for claw horn lesions in dairy cows in a randomized controlled trial. *J Dairy Sci.* 2015;98:4477–4486. DOI:10.3168/jds.2014-8982
- Thomsen PT, Fogsgaard KK, Jensen MB, Raundal P, Herskin MS. Better recovery from lameness among dairy cows housed in hospital pens. *J Dairy Sci.* 2019;102(12):11291–11297. DOI:10.3168/jds.2019-17045
- Tremblay M, Bennett T, Döpfer D. The DD Check App for prevention and control of digital dermatitis in dairy herds. *Prev Vet Med.* 2016;132:1–13. DOI:10.1016/j.prevetmed.2016.07.016
- Trevisi E, Zecconi A, Cogrossi S, Razzuoli E, Grossi P, Amadori M. Strategies for reduced antibiotic usage in dairy cattle farms. *Res Vet Sci.* 2014;96:229-233. DOI:10.1016/j.rvsc.2014.01.001
- Van Donkersgoed J, Dussault M, Knight P, Byers L. Clinical efficacy of a single injection of ceftiofur crystalline free acid sterile injectable suspension versus three daily injections of ceftiofur sodium sterile powder for the treatment of foot rot in feedlot cattle. *Vet Theriogenol.* 2008;9:157–162.
- Van Metre DC. Pathogenesis and treatment of bovine foot rot. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2017;33:183–194. DOI:10.1016/j.cvfa.2017.02.003
- Varasano V, Mortellaro CM, Argentieri V, Celan G, Petrizzi L. Clinical efficacy of a single intravenous regional limb perfusion (IVRLP) with Marbofloxacin for treating acute interdigital phlegmon in 30 dairy cows. In: Tadich N, editor. 18<sup>th</sup> International Symposium and 10<sup>th</sup> International Conference on Lameness in Ruminants; 22.–25.11.2015; Valdivia, Chile. IVIS; 2015. p. 81.
- Wagner SA, Young JM, Tena JK, Manning BH. Short communication: Behavioral evaluation of the analgesic effect of flunixin meglumine in lame dairy cows. *J Dairy Sci.* 2017;100:6562–6566. DOI:10.3168/jds.2016-12331
- Weber J, Richter S, Freick M. Comparison of the therapeutic efficacy of salicylic acid paste with a polyurethane wound dressing for the treatment of digital dermatitis lesions in dairy cows. *Res Vet Sci.* 2019;125:7–13. DOI:10.1016/j.rvsc.2019.05.008
- Wemette M, Greiner Safi A, Wolverson AK, Beauvais W, Shapiro M, Moroni P, et al. Public perceptions of antibiotic use on dairy farms in the United States. *J Dairy Sci.* 2021;104:2807–2821. DOI:10.3168/jds.2019-17673
- Yavari S, Khraim N, Szura G, Starke A, Engelke E, Pfarrer C, et al. Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. *BMC Vet Res.* 2017;13(1):320. DOI:10.1186/s12917-017-1250-x

## Rechtsnormen

Tierärztegesetz - Bundesgesetz vom 13. Dezember 1974 über den Tierarzt und seine berufliche Vertretung (Tierärztegesetz). BGBl. 1975/16, zuletzt geändert durch BGBl. I 171/2021

## Please cite as:

Kofler J, Altenbrunner-Martinek B. Qualitätssicherung bei der Behandlung von Klauen- und Zehenerkrankungen des Rindes – Vorstellung von Standardvorgehensweisen zur Erzielung besserer Therapieerfolge und zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes. *Wien Tierarztl Monat – Vet Med Austria.* 2022;109:Doc8. DOI:10.5680/wtm000008

Copyright ©2022 Kofler and Altenbrunner-Martinek. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>