

Universitätsklinik für Wiederkäuer¹, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich und Univerzita Veterinárskeho Lekárstva a Farmácie v Košiciach², Košice, Slovakische Republik

Klauenbeinspitzennekrose bei 30 Rindern – retrospektive Analyse der chirurgischen Behandlungstechniken und der Behandlungsergebnisse

J. KOFLER^{1*}, A. OSOVIČ^{1,2}, B. ALTENBRUNNER-MARTINEK¹ und J. BURGSTALLER¹

eingelangt am 4. Oktober 2016
angenommen am 5. April 2017

Schlüsselwörter: Infektion der Klauenbeinspitze, Sohlenspitzenengeschwür, Klauenerkrankung, Resektion der Klauenbeinspitze, Amputation, Rind.

Keywords: Toe necrosis, infection of apex of pedal bone, toe ulcer, claw disease, resection of the apex of the pedal bone, amputation, cattle.

■ Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Analyse wurden die Daten von 30 Rindern, bei denen im Zeitraum von 2006–2016 an der Universitätsklinik für Wiederkäuer der Vetmeduni Vienna die Diagnose Klauenbeinspitzennekrose gestellt worden war, ausgewertet. Die Patientendaten wurden bezüglich Alter, Rasse, Geschlecht, Lokalisation der Klauenbeinspitzennekrose, Art der gewählten chirurgischen Behandlung und Erfolgsquote analysiert. Insgesamt wurde bei 30 Rindern (22 Milchkühe, vier Stiere, zwei Färsen, zwei Kälber) verschiedener Rassen an 33 Klauen eine Klauenbeinspitzennekrose diagnostiziert, davon in 19 Fällen (57,6 %) an lateralen hinteren Klauen. Das mittlere Alter aller Tiere betrug 58,3 Monate, 50 % der Kühe befanden sich im Zeitraum bis zum 61. Laktationstag. Drei Rinder wurden unmittelbar nach Diagnosestellung, Klauenbeinspitzennekrosen an zwei bzw. drei hinteren Klauen, euthanasiert. Bei 27 (84,4 %) Rindern war eine Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose mittels Resektion des nekrotischen Knochengewebes

■ Summary

Necrosis of the apex of the pedal bone (toe necrosis) in 30 cattle – retrospective evaluation of surgical approaches and outcomes

Introduction

Toe necrosis indicates an infection of the apex of the pedal bone in cattle which develops as a complication of thin soles, apical white line disease and toe ulcers.

Materials and methods

Case records of 30 cattle with apical pedal bone necrosis, hospitalized at the University Clinic for Ruminants at the University of Veterinary Medicine, Vienna, between 2006 and 2016, were evaluated retrospectively with regard to age, breed and sex of the animals, localization of toe necrosis, surgical approaches and final outcome.

Results

A mild to severe toe necrosis was diagnosed in 30 cattle (22 cows, four bulls, two heifers, two calves) of various breeds in 33

claws, with the lateral rear claws affected in 19 of them (57.6%). The mean age of all cattle was 58.3 months and 50% of the dairy cows were within the first 61 days in milk at admittance. Three cattle were euthanized immediately after the diagnosis of apical pedal bone necrosis in two or three claws of both rear limbs. Surgical treatment of the apical pedal bone necrosis was performed in 27 patients using a variety of approaches: resection using chisel, hammer and curette (n: 16; in four animals the affected claw had to be amputated *in toto* two to four weeks later), resection using a Forstner drill (n: 3), resection of the apex of the claw using a disc equipped with seven steel knives mounted on an angle grinder (n: 7) and amputation of the affected claw *in toto* (n: 1). All treated cattle had a favorable outcome, with a mean postsurgical life span of 26.6 months. In the 22 cattle that underwent a resection of the tip of the pedal bone, the mean postsurgical life span was 28.5 months.

*E-Mail: johann.kofler@vetmeduni.ac.at

mit Hammer, Meißel und Kürette (n: 16; bei vier Tieren musste 2–4 Wochen später die Klaue amputiert werden), mit einem Fräsbohrer (n: 3), mit einer auf einem Winkelschleifer montierten Messerscheibe (n: 7) bzw. auch durch Amputation der Klaue im Kronbein (n: 1) vorgenommen worden. Bei allen behandelten Rindern konnte eine Abheilung erreicht werden. Die postoperative Nutzungsdauer aller 27 behandelten Tiere betrug im Mittel 26,6 Monate. Die postoperative Nutzungsdauer der 22 Rinder, bei denen ausschließlich eine Resektion der Klauenbeinspitze vorgenommen worden war, lag im Mittel bei 28,5 Monaten. Die vorliegenden Ergebnisse zur Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose mit einer Erfolgsquote von 90 %, wenn auch die Fälle mit Klauenamputation mit eingerechnet werden, bzw. von 81,5 % bei Anwendung der drei genannten Techniken zur Resektion der Klauenbeinspitze führen zur klaren Empfehlung, diese einfache chirurgische Behandlung in der Praxis vermehrt vorzunehmen.

■ Einleitung

Erkrankungen an der Klauenspitze bei Rindern inkludieren dünne Sohlen, Sohlenspitzen-geschwüre, weiße-Linie-Erkrankungen, durchdringende Hornspalten und von all diesen genannten Primärerkrankungen ausgehende tiefe Infektionen mit Nekrose der Klauenbeinspitze, sowie auch traumatisch bedingte Abrisse der Klauenspitze (NUSS et al., 1990; KOFLER, 1999; KOFLER et al., 1999; MASON et al., 2012; PAETSCH, 2014; GYAN et al., 2015; KOFLER, 2017). Die Klauenbeinspitzennekrose ist definiert als bakteriell bedingte Infektion der Klauenbeinspitze von Rinderklauen (NUSS, 2004; EGGER-DANNER et al., 2015), verursacht durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren, wie übermäßigem Hornabrieb auf stark abrasiven Gussasphalt- oder Betonböden nach Neubelegung bzw. infolge langer Laufwege sowie unsachgemäßer Klauenpflege mit Dünn- bzw. Durchschneiden des Sohlenhorns an der Klauenspitze (DEWES, 1979; SICK et al., 1982; NUSS et al., 1990; MISKIMINS, 1994, 2002; KOFLER, 1999; VAN AMSTEL et al., 2004; SHAKESPEARE, 2009; SANDERS et al., 2009; SHEARER u. van AMSTEL, 2007, 2009; GYAN et al., 2015; KOFLER, 2015; JELINSKI et al., 2016; KOFLER, 2017).

Weitere begünstigende Faktoren, welche zusätzlich eine Rolle spielen können, sind Klauenrehe (akut, chronisch), sowie Biotin-, Mineral- und Spurenelementmangel im Futter (MÜLLING et al., 1999; TOMLINSON et al., 2004; SHEARER u. VAN AMSTEL, 2009; MASON et al., 2012). In den letzten Jahren haben Erkrankungen an der Klauenspitze zunehmend Aufmerksamkeit in der Literatur erfahren, weil einerseits in vielen Ländern immer häufiger eine elektronische und somit wesentlich detailliertere Dokumentation von Klauenbefunden während der Klauenpflege stattfindet (WENZ u. GIEBEL, 2012; KOFLER, 2013; KOFLER u.

Conclusions

The surgical treatment of apical pedal bone necrosis showed a 90% success rate when cases with claw amputation are included and a 81.5% success rate when methods for claw conservation were applied, such as resection of the tip of the pedal bone. There is thus the clear recommendation to apply these simple surgical techniques more frequently in bovine field practice.

Abkürzungen: DD = *Dermatitis digitalis*; DIM = days in milk (Laktationstage); Min = Minimum; Max = Maximum; STABW = Standardabweichung

PESENHOFER, 2015). Andererseits liegt mittlerweile in sehr vielen Milchviehherden eine endemische Infektion mit *Dermatitis digitalis* (DD) vor (CRAMER et al., 2008; HULEK et al., 2010; REFAAI et al., 2013; BECKER et al., 2014), so dass in solchen Herden Kühe mit bis zur Lederhaut penetrierenden Defekten an der Klauenspitze neben der Infektion mit ubiquitären Eitererregern (KOFLER et al., 1999) zwangsläufig auch noch eine Sekundärinfektion mit *Treponema* spp. aufweisen (ATKINSON, 2011; BLOWEY, 2011; EVANS et al., 2011; NOURI u. ASHRAFI-HELAN, 2013; ACEVEDO et al., 2013; STARKE et al., 2013; KOFLER et al., 2015).

Die Diagnosesstellung von Sohlenspitzen-geschwüren, weiße-Linie-Erkrankungen an der Sohlenspitze und Nekrose der Klauenbeinspitze erfolgt mittels orthopädischer Untersuchung. Eine genaue visuelle Inspektion der Sohlenoberfläche nach Anbringen eines „diagnostischen Schnittes“ mit dem Klauenmesser über das Sohlenhorn, die Anwendung der Klauenuntersuchungszange bzw. eines festen Fingerdruckes zur Überprüfung von Sohlendicke und Schmerzhaftigkeit sowie die Sondierung sind dabei unverzichtbar (SHEARER et al., 2012; KOFLER, 2014). Zur klinischen Feststellung einer Sekundärinfektion der Sohlenspitzenläsion mit *Treponema* spp. kann die Anamnese (Vorliegen einer endemischen Infektion in der Herde mit DD) sowie auch der Geruchssinn herangezogen werden. Damit lässt sich derselbe stinkende penetrante Geruch nachweisen wie an klassischen *Dermatitis digitalis*-Läsionen der Haut (EVANS et al., 2011; KOFLER et al., 2015). Eine abgesicherte Bestätigung einer solchen *Treponema* spp.-Sekundärinfektion kann mittels PCR erfolgen, indem man aus Gewebeproben an der Klauenspitze *Treponema* spp.-DNA nachweist (SYKORA et al., 2015).

Der Nachweis einer Infektion des Knochens an der Klauenspitze kann einerseits bereits klinisch durch Adspektion erfolgen, wenn der infizierte Knochen freiliegt (KOFLER, 1999), nach Schmerzausschaltung auch durch Sondierung, andererseits auf jeden Fall mittels röntgenologischer Untersuchung in zwei Standardprojektionen (KOFLER et al., 2014).

Die Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose hat zum Ziel, die infizierten Abschnitte des Knochens und der umgebenden Weichteilgewebe restlos zu entfernen. In der Literatur wurden dazu verschiedene Techniken empfohlen, wie die Kürettage mit einem scharfen Löffel (KOFLER, 1999; DIRKSEN, 2002) oder mit einem Forstnerbohrer (CLEMENTE, 1986; NUSS et al., 1990; NUSS, 2004), sowie die Resektion der Klauenspitze mittels einer Drahtsäge (MÜLLER, 1991; THOMPSON, 1996; DIRKSEN, 2002; NUSS, 2004) bzw. mit Hilfe eines Winkelschleifers (MÜLLER, 1991). In den letzten Jahren hat sich letztere Technik in modifizierter Version, nämlich die Resektion der Klauenbeinspitze mit Hilfe einer Messerscheibe montiert auf einem Winkelschleifer, auch an der obigen Klinik durchgesetzt.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, anhand einer retrospektiven Analyse der Patientendaten von hospitalisierten Rindern mit der Diagnose Klauenbeinspitzennekrose einen aktuellen Überblick über Ursachen, Lokalisation, Komplikationen und über die Methoden der chirurgischen Behandlung (Kürettage, Resektion mittels Drahtsäge bzw. mit Messerscheibe) sowie Behandlungsergebnisse zu geben. Zudem soll die modifizierte Technik der Resektion der Klauenbeinspitze mit Hilfe einer Messerscheibe hier erstmals im Detail beschrieben werden.

■ Material und Methode

Datenerhebung und Patienten

Ausgewertet wurden die Patientenakten von Rindern, die im Zeitraum von April 2006 bis August 2016 an der Universitätsklinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität Wien wegen Klauenbeinspitzennekrose behandelt worden waren. In die Studie wurden insgesamt 30 Rinder aufgenommen. Alle Patienten waren einer klinischen und orthopädischen Untersuchung mit einer genauen Inspektion der Klauen (KOFLER, 2014) unterzogen worden; letztere fand an den auf dem Operationstisch abgelegten Rindern statt. Die Lahmheitsbeurteilung erfolgte nach dem Beurteilungssystem von SPRECHER et al. (1997). Zudem wurde bei 14 Tieren eine Röntgenuntersuchung der Klauen in mindestens zwei Standardprojektionen bzw. mit Hilfe einer interdigital platzierten Röntgenkassette (KOFLER et al., 2014) durchgeführt. Bei den Patienten mit offensichtlicher Erkrankung nur einer einzigen Klaue wurde in der Regel keine Röntgenuntersuchung der Klauen vorgenommen. Die Diagnosesstellung der Infektion der Klauenbeinspitze erfolgte dabei z.T. bereits klinisch mittels Adspektion der Sohlenspitze (Vorliegen eines perforierenden Horndefektes; Abb. 1a, 2c) und der Krone dorsal und abaxial (Vorliegen einer lokalen ggr. – hgr. Schwellung), und mittels Schmerzpalpation mit kräftigem Fingerdruck oder mittels Untersuchungszange und Sondierung des Defektes bis zum Knochen. Bei Nachweis eines perforierenden Horndefektes, einer zumindest mittelgradigen Schwellung an der dorsalen Krone und einer möglichen Sondierung bis zum Knochen war das Vorliegen einer Infektion der Klauenbeinspitze sicher. Wünsche der Besitzer in solchen Fällen auf jeden Fall eine Behandlung des Patienten,

wurde vereinbart, vorerst eine klauenerhaltende Methode zu verwenden. Somit war es möglich, das endgültige Ausmaß der Knocheninfektion letztlich intraoperativ festzustellen, und dabei nötigenfalls die chirurgische Behandlungstechnik (klauenerhaltend versus Klauenamputation) dem definitiv festgestellten Umfang der Knocheninfektion anzupassen.

Datenanalyse und Auswertung

Die Patientendaten wurden bezüglich Alter, Rasse, Geschlecht, Lokalisation der Klauenbeinspitzennekrose, Begleiterkrankungen, Anzahl der Laktationstage zum Zeitpunkt der Einstellung in die Klinik, Art der gewählten chirurgischen Behandlung, Dauer der Hospitalisierung, Erfolgsquote sowie Langzeitprognose analysiert. Die postoperative Nutzungsdauer der behandelten Rinder wurde mittels telefonischer Nachkontrolle erhoben.

Behandlungsmethoden

Alle Patienten, bei denen letztlich eine chirurgische Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose vorgenommen werden sollte, wurden in Seitenlage am Operationstisch so fixiert, dass die betroffene Klaue oben lag. Für die Behandlung wurde eine Sedierung mit Xylazin (Sedaxylan®; 0,05 mg/kg KM, i.m.) durchgeführt, außer bei Kühen im letzten Trächtigkeitsdrittel. Alle Klauen wurden untersucht und, wenn nötig, eine funktionelle Klauenpflege vorgenommen. Vor Beginn der Operation wurde auf die gesunde Nachbarklaue ein Klotz zur Entlastung der erkrankten Klaue geklebt (NUSS u. FIEDLER, 2004). Zudem wurde die verschmutzte oberflächliche Hornschicht (ca. 1–2 mm) an der erkrankten Klaue mit einer an einem Winkelschleifer montierten Granulatscheibe im Bereich der gesamten Innen-, Vorder- und Seitenwand sowie der Sohle entfernt, sodass grobsinnlich eine völlig saubere Oberfläche vorlag. Nach Scheren der Haare bis auf Höhe des mittleren Rohrbeins und Reinigung der distalen Gliedmaße wurde an der erkrankten Zehe nach antiseptischer Vorbereitung eine intravenöse Stauungsanästhesie unter Verwendung von 15 ml Procainhydrochlorid 2 % (Procamidol®) durchgeführt. Anschließend erfolgte eine aseptische Vorbereitung der Klaue und Zehe.

Chirurgische Behandlungstechniken

Für die chirurgische Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose waren wahlweise drei unterschiedliche Resektionstechniken und die Amputation im Kronbein verwendet worden.

1. Resektion des infizierten Knochens mit Hammer und Meißel, sowie Kürettage mit dem scharfen Löffel (KOFLER, 1999): mit dem Hufmesser wurde vorerst ein entsprechend großer Teil des losen Sohlenhorns entfernt und die nekrotische Knochenoberfläche freigelegt; bei umfangreichen Knochennekrosen wurde anschließend der infizierte Knochen mit Hammer und Meißel reseziert, die endgültige „Feinkürettage“ erfolgte mit dem scharfen Löffel. Lagen nur geringgradige Knochennekrosen (weniger als ein Viertel der Klauenbeinspitze) vor, wurde ausschließlich der scharfe Löffel verwendet. Bei dieser Methode wurde das Wandhorn rund um den Operationsbereich ca. 1 cm weit überstehen lassen, um anschließend eine Tamponade und einen festen Druck durch den Verband auf die Wundfläche zu erreichen (KOFLER, 1999).

2. Resektion der Klauenbeinspitze mit einem Forstnerbohrer (CLEMENTE, 1986; NUSS et al., 1990; NUSS, 2004): die Vorbereitung mit dem Hufmesser war dieselbe wie unter 1. beschrieben, nach Freilegung des infizierten Knochens wurde mit dem auf einer elektrisch betriebenen Bohrmaschine montierten Forstnerbohrer der infizierte Knochen bis in den gesunden Bereich hin abgefräst. Die anschließende „Feinkürettage“ der durch Anwendung des Bohrers entstandenen scharfen Knochenkanten erfolgte ebenso mit dem scharfen Löffel. Auch bei dieser Methode wurde das Wandhorn rund um den Operationsbereich ca. 1 cm weit überstehen lassen, um anschließend einen festen Druck durch den Verband auf die Wundfläche zu erreichen.

3. Resektion der Klauenbeinspitze mit einer Messerscheibe montiert auf einem Winkelschleifer: die Messerscheibe mit sieben Widia-Stahlmessern wie sie auch zur funktionellen Klauenpflege verwendet wird, wurde vorher gründlich gewaschen, 15 Minuten in 70%iger Ethanollösung desinfiziert, dann auf den Winkelschleifer montiert. Mit der rotierenden Messerscheibe wurde die Klauenspitze

inklusive Horn, Weichteilgewebe und Knochen soweit abgefräst, bis letzterer adspektorisch wieder völlig vital aussah (Abb. 2d,e).

Bei diesen drei Techniken wurde immer zusätzlich noch ca. 2–3 mm adspektorisch gesund erscheinendes Knochengewebe entfernt, um möglichst sicher zu gehen, dass keine infizierten Knochenreste verblieben. Anschließend wurde die Knochenoberfläche mit 500 ml physiologischer Kochsalzlösung gespült, die Wunde trocken getupft und ein antibiotischer Spray aufgetragen.

4. Amputation der Klaue im Kronbein (KOFLENER u. FESSL, 1989; FERGUSON, 1997). Die gesamte Klaue wurde amputiert, wenn eine umfangreiche Knocheninfektion des Klauenbeines bis weit zum Gelenkspalt des Klauengelenkes hin vorlag bzw. weil das Klauengelenk auch bereits miterfasst war oder die Knocheninfektion mittels oben genannter Techniken nicht beherrscht werden konnte.

Peri- und postoperative Versorgung

Als Wundauflage wurde steriler Polyurethan-Weichschaumstoff (Ligasano® Wundauflage) verwendet (KOFLENER et al., 2004). Darüber wurde Polsterwatte bis Mitte Rohrbein hoch aufgewickelt und ein Druckverband zur Blutstillung angelegt. Peri- und postoperativ wurde eine antibiotische Behandlung über drei bis fünf Tage mit Benzyl-Penicillin-Procaïn und Dihydrostreptomycin (Peni-Strepto®; 30 000 IE Benzyl-Penicillin-Procaïn/kg KM i.m.; 20 mg DHS/kg KM i.m.) oder mit Ampicillin (Ampicillin 20 % "Vana"; 10 mg/kg KM) durchgeführt. Zusätzlich wurde das nicht-steroidale Antiphlogistikum Ketoprofen (Rifen®; 3 mg/kg KM i.m.) an drei aufeinanderfolgenden Tagen appliziert. Der erste Verbandwechsel wurde unter neuerlicher intravenöser Stauungsanästhesie nach drei Tagen durchgeführt, die Wunde wurde kontrolliert, wiederum gespült und wie oben beschrieben versorgt. Der neue Verband wurde als Schutzverband angelegt, weitere Verbandwechsel erfolgten in Intervallen von 4–7 Tagen, bis die gesamte Wundfläche inklusive Knochen von gesundem Granulationsgewebe bedeckt war.

Statistik

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS, Version 24 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) deskriptiv in Form von Mittelwerten, Standardabweichung, Median und Perzentilen ausgewertet.

Bezugsquellennachweis:

Ampicillin 20 % "Vana"-Injektionssuspension für Tiere, Vana, Wien, Österreich; Forstnerbohrer 16 mm Durchmesser; Zgonc, Wien, Österreich; Granulatscheibe Wolfram-Hartmetallgranulatkörnung 70 % Belegung; 12,5 cm Durchmesser, Harnischmacher GmbH, Fröndenberg, Deutschland; Ligasano® weiß sterile Wundauflage, Ligamed Medical Products GmbH, Ötztal Bahnhof, Österreich; Messerscheibe DL-Scheibe, 10 cm Durchmesser, Demotec, Demel, Nidderau, Deutschland; Peni-Strepto®, Virbac Laboratoires, Wien, Österreich; Procamidol®, Richter Pharma Wels, Österreich; Rifen®

100 mg/ml-Injektionslösung für Pferde, Rinder und Schweine, Richter Pharma, Wels, Österreich; Sedaxylan® 20 mg/ml-Injektionslösung, Eurovet Animal Health B.V., AE Bladel, Niederlande

■ Ergebnisse

Alter, Geschlecht, Rasse und Laktationstage der Patienten

Das mittlere Alter aller 30 Rinder bei Einstellung an der Klinik betrug 58,3 Monate (±30,5), die Altersverteilung erstreckte sich von drei bis zu 127 Monaten (10,5 Jahre). Dabei waren drei Tiere (10,0 %) bis zu 24 Monate alt, sieben Tiere (23,3 %) zwischen 25 und 48 Monate alt, zwölf Tiere (40,0 %) zwischen 49 und 72 Monate alt und acht Rinder (26,7 %) älter als 72 Monate.

Von den 30 Tieren waren 22 (73,3 %) Kühe, vier (13,3 %) Stiere, zwei (6,7 %) Stierkälber und zwei Färsen (6,7 %). Die Rasse Fleckvieh war mit 18 Tieren (60,0 %) am häufigsten vertreten, gefolgt von drei Limousin-, jeweils zwei Braunvieh-, Holstein Friesian-, Red Friesian- und Aberdeen Angus-Rindern sowie einem Galloway-Rind (Tab. 1).

Der Median der Laktationstage der 22 laktierenden Rinder lag bei 61, der Mindestwert bei 13, der Höchstwert bei 455 Laktationstagen. Bei Diagnosestellung befanden sich 22 Kühe in der ersten bis achten Laktation, wobei der Median bei Laktationszahl 3 lag.

Anamnestiche Angaben

Bei 24 Tieren (80,0 %) wurden Angaben zur Dauer des Bestehens einer Lahmheit vom Tierhalter gemacht; diese betrug zwei bis sieben Tage (neun Tiere), acht bis 14 Tage (neun Tiere) bzw. drei bis zu acht Wochen (sechs Tiere). Unsachgemäße Klauenpflege mit zu starkem Kürzen der Vorderwand und zu dünn Schneiden des Sohlenhorns konnte bei sieben Rindern (23,3 %) als wahrscheinliche Ursache eruiert werden,

Tab. 1: Alter, postoperative Nutzungsdauer aller bzw. der noch lebenden Rinder, Laktationstage (DIM) und Laktationszahl von 30 Rindern mit Klauenbeinspitzennekrose (Mittelwert, STABW = Standardabweichung, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Median und Perzentile) / Age, postsurgical life span of all and of the currently alive cattle, days in milk (DIM) and number of lactation of 30 cattle with pedal bone necrosis (mean, standard deviation = STABW, Min.= Minimum, Max.= Maximum, median and percentiles)

	Anzahl Tiere	Mittelwert	STABW	Min.	Max.	Perzentile		
						25	50 Median	75
Alter (Monate)	30	58,3	30,5	2,93	127,47	39,4	55,6	75,1
Nutzungsdauer alle (Monate)	27	26,6	22,1	2,10	90,57	11,8	21,5	41,1
Nutzungsdauer noch lebende (Monate)	8	39,6	27,6	2,00	90,57	16,4	40,8	52,4
DIM (Tage)	22	124,5	126,6	13,00	453,00	37,5	61,5	208,2
Laktationszahl	22	3,1	1,8	1,00	8,00	2,0	3,0	4,0

bei drei Tieren (10,0 %) wurden durch andere Einflüsse bedingte Verletzungen an der Klauenspitze als mögliche Ursachen genannt. In sechs Fällen (20,0 %) wurden die Rinder bereits mit der Verdachtsdiagnose Klauenbeinspitzennekrose eingewiesen. Bei fünf Tieren (16,7 %) war bereits durch den Klauenpfleger oder Tierarzt der bestehende Defekt vorbehandelt und ein Verband angelegt sowie ein Klotz auf die Nachbarklaue geklebt worden. Bei zehn Tieren (33,3 %) war vom zuweisenden Tierarzt sowohl eine parenterale antibiotische als auch antiphlogistische Therapie mit NSAIDs ein- oder mehrmalig durchgeführt worden. Bei weiteren drei Tieren (10,0 %) war ausschließlich eine parenterale antibiotische und bei einer Kuh ausschließlich eine antiphlogistische Behandlung vorgenommen worden. Drei von den 30 Rindern stammten aus Betrieben mit endemischer *Dermatitis digitalis*-Infektion.

Lahmheitsbeurteilung

Alle 30 Rinder waren lahm und zeigten unterschiedlich schwere Lahmheitsgrade, drei Rinder waren hinten beidseits lahm. Sechs Rinder (20,0 %) zeigten eine Lahmheit 2. Grades, 14 Tiere (46,7 %) eine Lahmheit 3. Grades und zehn Rinder (33,3 %) eine Lahmheit 4. bzw. 5. Grades (klassifiziert nach SPRECHER et al., 1997).

Klauenbefunde

Nach gründlicher Reinigung der Klauen und gegebenenfalls vorsichtiger Anbringung eines dünnen frischen Schnittes über die Sohle konnte bei allen 33 Klauen mit einer Klauenbeinspitzennekrose ein unterschiedlich großer Defekt im Bereich des Sohlenhorns bzw. der weißen Linie an der Sohlenspitze festgestellt werden. Bei 24 Klauen (72,7 %) zeigten sich umschriebene Horndefekte mit freiliegender eitriger bzw. nekrotischer Lederhaut an der Sohlenspitze (Abb. 1a, 2c) in den Klauenzonen 1 und 5 (KOFLER, 2012) bzw. große weiße-Linie-Defekte in Zone 1 mit großflächiger Ablösung des

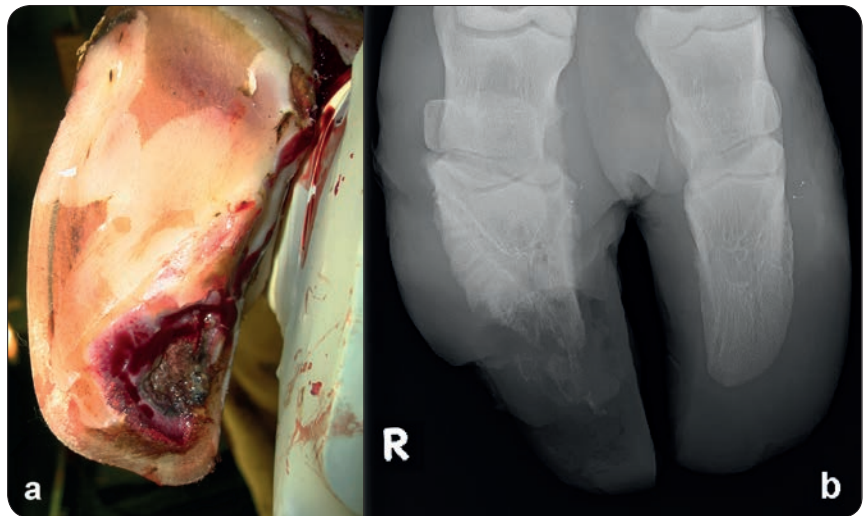


Abb. 1a, b: Plantare Ansicht (a) einer lateralen Hinterklaue mit einem Sohlenspitzengeschwür und bereits klinisch nachweisbarer Klauenbeinspitzennekrose. b: Dorso-plantare Röntgenaufnahme desselben Klauenpaares mit hochgradiger Nekrose der lateralen Klauenbeinspitze, die ca. ein Drittel derselben umfasst. / Plantar view (a) of a lateral rear claw showing a toe ulcer and an evident pedal bone necrosis; b: Corresponding dorso-plantar radiographic view showing a severe osteolysis of pedal bone involving about the dorsal one third of the pedal bone.

Sohlenhorns an der Klauenspitze. Des Weiteren wurden dünne Sohlen mit kleinen weiße-Linie-Defekten in Zone 1 (bei 9 Klauen) sowie Fistelöffnungen am dorsalen Saumband mit Eiteraustritt (bei 18 Klauen) und ggr. bis hgr. Schwellung der Krone dorsal bzw. dorso-abaxial (bei allen 33 Klauen) diagnostiziert. Die Nekrose der Klauenbeinspitze war bei zehn von diesen 24 Klauen ohne weitere Untersuchungen adspektorisch feststellbar, bei den anderen konnte die Sonde bis zum Knochen vorgeschoben werden. Bei den restlichen neun Klauen (27,3 %) war nur ein

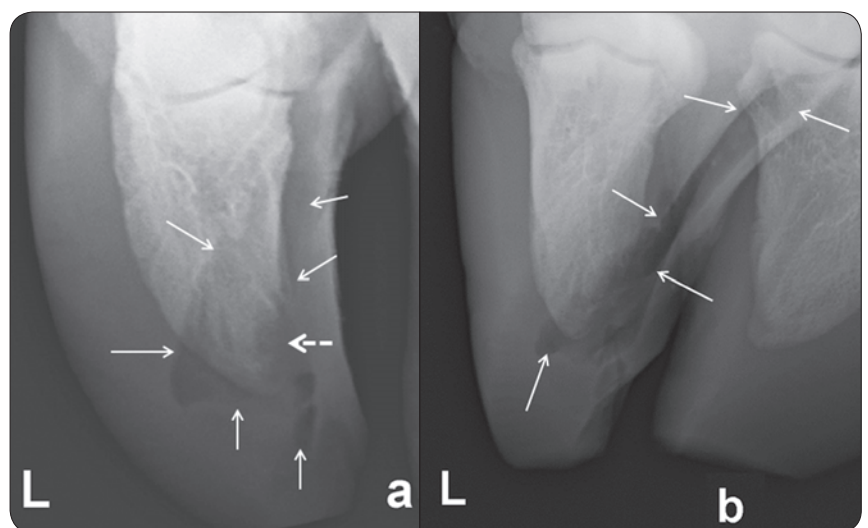


Abb. 2a, b: Dorso-plantare und oblique latero-mediale Röntgenaufnahmen der linken hinteren Außenklaue mit geringgradiger Osteolyse an der Klauenbeinspitze, vor allem axial (gestrichelter Pfeil). Zudem ist eine scharf begrenzte Aufhellung (Pfeile) in beiden Aufnahmen erkennbar, die einen luft- bzw. gasgefüllten Hohlraum zwischen Sohlenhorn und Knochen darstellt. / Dorso-plantar and oblique latero-medial radiographic views of the left lateral rear claw showing a slight osteolysis of the axial tip of the pedal bone (dotted arrow-line). In addition, a sharply demarcated radiolucent gas-pocket can be noticed located between the sole horn and the pedal bone contour.

Tab. 3: Verwendete chirurgische Behandlungstechniken bei Klauenbeinspitzennekrose bei 30 Rindern sowie Dauer und Erfolg der Behandlung (STABW = Standardabweichung). / Surgical treatment techniques applied in 30 cattle with pedal bone necrosis, duration of treatment and success (STABW = Standard deviation)

Behandlungsmethode	Anzahl Tiere %	Behandlungsdauer an Klinik in Tagen Min–Max Mittelwert STABW	Erfolg der Therapie
Resektion mit Hammer & Meißel + Kürettage	12 40 %	11–44 21,2 / 11,3	in Abheilung entlassen
Resektion mit Hammer & Meißel + Kürettage + Klauenamputation 2–4 Wochen später	4 13,3 %	20–45 32,0 / 12,1	in Abheilung entlassen
Amputation der Klauenbeinspitze mit Messerscheibe	7 23,3 %	7–46 25,7 / 11,8	in Abheilung entlassen
Resektion mit Fräsbohrer + Kürettage	3 0 %	18–44 33,5 / 11,1	in Abheilung entlassen
Klauenamputation als Ersttherapie	1 3,3 %	20	in Abheilung entlassen
Keine Operation, Euthanasie	3 10 %	-	Euthanasie
Gesamtwerte ohne euthanasierte und klauenamputierte Tiere	22 73,3 %	7–46 23,9 / 11,3	

wenige Millimeter langer, aber trotzdem penetrierender weiße-Linie-Defekt in Zone 1 nachweisbar, welcher ohne gründliche Untersuchung leicht übersehen hätte werden können.

Die Zangenpalpation an den Sohlenspitzen war in allen diesen Fällen mit einer Schmerzreaktion verbunden. Bei offensichtlichen Defekten mit freiliegender Lederhaut wurde dieser Test nicht durchgeführt.

Bei drei Klauen von drei Kühen war zusätzlich zum typischen Horndefekt an der Sohlenspitze und zur ggr.-hgr. Schwellung an der Krone und der Sondierung bis zum Knochen ein typischer, penetranter Geruch nachweisbar, wie er auch bei kutaner DD festgestellt werden kann. Daher lautete die Verdachtsdiagnose in diesen drei Fällen DD-assoziierte Sohlenspitzenengeschwüre mit Klauenbeinspitzennekrose; das Vorliegen einer Knocheninfektion wurde intraoperativ bestätigt. Bei drei weiteren Klauen waren zusätzlich zu den penetrierenden Defekten an der Sohlenspitze bereits deutliche klinische Anzeichen einer septischen Arthritis des Klauengelenkes mit wulstförmiger zirkulärer Schwellung an der Krone und am Ballen nachweisbar. Daneben wurden noch weitere Klauenläsionen bei diesen Tieren festgestellt (siehe unten).

Röntgenbefunde

Bei 14 von 30 Rindern (46,7 %) war eine Röntgenuntersuchung der erkrankten Zehen vorgenommen worden. Die pathologischen Veränderungen an 17 Klauen

reichten von einer geringgradigen Osteolyse des apikalen Randes der Klauenbeinspitze (n: 6), über Osteolyse ca. des vorderen Viertels (n: 5), Osteolyse ca. des vorderen Drittels (n: 2) bzw. bis zur hochgradigen Osteolyse großer Teile des Klauenbeins bis an den Klauengelenkspalt (n: 4) (Abb. 1b, 2a, b). Zusätzlich zur Osteolyse wurden bei drei Klauen (9,1 %) eine pathologische Fraktur der Klauenbeinspitze (Abb. 1b), bei neun Klauen (27,3 %) schmale, streifenförmige, scharf begrenzte Aufhellungen (Gas) zwischen Sohlenhorn und distaler Knochenkontur des Klauenbeines an der Sohlenspitze (Abb. 2a, b) sowie bei zwei Klauen (6,0 %) eine Verbreiterung des Klauengelenkspaltes mit subchondraler Osteolyse des Klauenbeines festgestellt.

Tab. 2: Lokalisation der 33 Klauenbeinspitzennekrosen bei 30 Rindern / Localisation of 33 cases of pedal bone necrosis in 30 cattle

Lokalisation der Klauenbeinspitzennekrose	Anzahl	%
Hinten links lateral	12	36,4
Hinten links medial	3	9,1
Hinten rechts medial	6	18,2
Hinten rechts lateral	7	21,2
Vorne rechts medial	3	9,1
Vorne links medial	1	3,0
Vorne links lateral	1	3,0

Verteilung der Klauenbein- spitzennekrose auf die Klauen und andere Diagnosen

Insgesamt wurde bei 30 Rindern an 33 Klauen eine Klauenbein-
spitzennekrose diagnostiziert, daneben
lagen noch andere Erkrankungen
vor. Am häufigsten war die Klauen-
bein-
spitzennekrose mit 19 Fällen
(57,6 %) an lateralen hinteren Klauen
lokalisiert, gefolgt von medialen hinteren
Klauen (27,3 %) sowie seltener
an medialen und lateralen Klauen
der Vordergliedmaßen (Tab. 2).

Bei einer Fleckviehkuh (5,6 Jahre)
wurde an drei hinteren Klauen eine
Nekrose der Klauenbein-
spitze
diag-
nostiziert, zudem waren alle Sohlen
zu dünn und zu kurz geschnitten, so
dass eine hochgradige Schmerz-
haftigkeit an allen vier hinteren Klauen
nachweisbar war. Diese Kuh wies
auch umfangreiche Dekubitalwunden
an der Vorderseite aller vier Zehen
auf. Bei einer weiteren fünf Jahre alten
Fleckviehkuh lag eine Klauenbein-
spitzennekrose an beiden Außenklauen
der Hintergliedmaßen vor, sowie zudem
noch Leder-
hautinfektionen an der abaxialen weißen
Linie an den hinteren Innenklauen.
Bei einer dritten 6,2 Jahre alten
Kuh wurde neben einer Klauenbein-
spitzennekrose hinten
rechts lateral auch eine eitrige
Klauengelenkentzündung
hinten links lateral ausgehend von
einer weißen-Linie-
Erkrankung diagnostiziert.

Zudem wiesen 14 Rinder neben einer
Klauenbein-
spitzennekrose an einer Klaue weitere
unkomplizierte
Klauenerkrankungen wie Ballenfäule,
Doppelsohlen,
Sohlenblutungen, Zusammenhang-
strennungen in der
weißen Linie, Limax, chronische
Reheklauen sowie
z.T. auch Dekubitalwunden an einer
oder mehreren
Gliedmaßen auf.

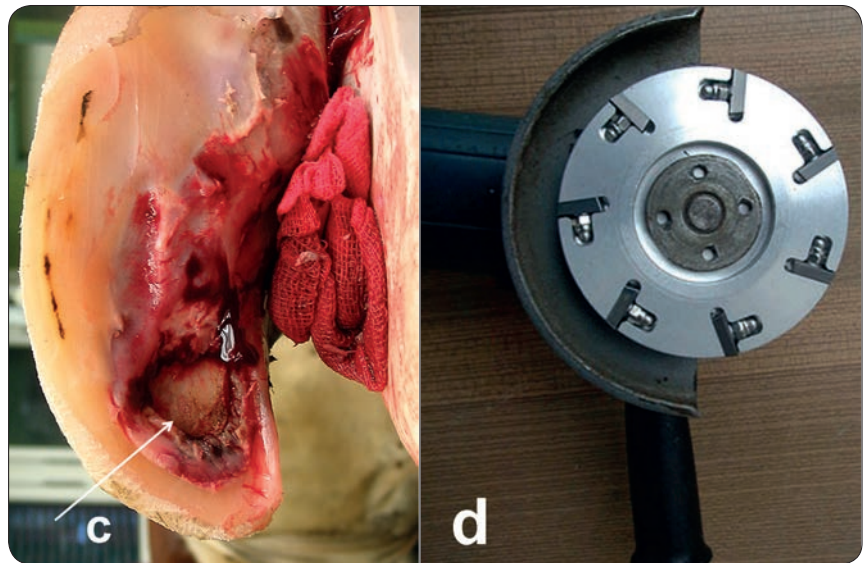


Abb. 2c, d: Plantare Ansicht der Klaue (c) nach Vorbereitung für die Amputation der Klauen-
bein-
spitze: die Hornkapsel ist komplett von den oberflächlichen Schmutzschichten
befreit
worden, der nekrotische Knochen an der Klauenbein-
spitze ist aufgrund der gelbbraunlichen
Farbe (Pfeil) erkennbar. d: Scheibe mit sieben Stahlmessern montiert auf einem Winkel-
schleifer. / Plantar view (c) of the same claw after aseptic preparation for amputation of
the tip of the pedal bone: the superficial dirty layers of the horn capsule were completely
removed, the necrosis of the tip of the pedal bone can be assessed by the yellow-brown-
ish discoloration (arrow). d: Disc with seven steel knives mounted on an angle grinder.

Bei insgesamt sieben Kühen mit z.T. länger bestehender
Lahmheit wurden ggr. bis mgr. Ketonkörper im Harn
nachgewiesen (Combur 9 Test®-Teststreifen, Roche,
Mannheim, Deutschland) und bei einer Kuh zudem auch
eine eitrige Endometritis diagnostiziert.

Behandlungsmethoden, Erfolg, postoperative Nutzungsdauer

Bei 27 (84,4 %) von 30 Rindern war eine Behandlung
der Klauenbein-
spitzennekrose vorgenommen worden,
drei Rinder im Alter von knapp über sechs Jahren
wurden nach Diagnosestellung und Besprechung
der schwerwiegenden Befunde (Klauenbein-
spitzen-
nekrosen an zwei bzw. drei hinteren Klauen bei zwei
Kühen, eitrige Arthritis im Klauengelenk hinten links



Abb. 2 e, f, g: Intraoperative Ansicht (e) nach Resektion der Klauenbein-
spitze mit der Messerscheibe: an der gesamten Fläche ist nun nur
vitaler Knochen sichtbar; f: Ansicht der Wunde beim 1. Verbandwechsel vier Tage später, sowie (g) Ansicht der heilenden Wunde 21 Tage
nach Amputation der Klauen-
spitze: ein planes und vitales Granulationsgewebe bedeckt den Knochen nun völlig. / Intraoperative view (e)
after amputation of the tip of the pedal bone using the disc with steel knives: vital bone can be observed on the complete bone surface; f:
view of the wound during the first change of the bandage after four days, and view of the wound three weeks (g) after resection: the complete
bone is covered now completely with vital and plane granulation tissue.

lateral und Klauenbeinspitzennekrose hinten rechts (lateral) euthanasiert (Tab. 3). Bei einer Kuh wurde nach Diagnosestellung aufgrund der umfangreichen Klauenbeinspitzennekrose sofort eine Klauenamputation im Kronbein durchgeführt. Bei vier von 16 Kühen, bei denen zuvor die infizierte Klauenbeinspitze mit Hammer, Meißel sowie einer Kürette reseziert worden war, kam es zu neuerlicher eitrig-Exsudation am Knochen, so dass nach zwei (n: 2), drei (n: 1) bzw. nach vier Wochen (n: 1) letztlich die Klaue im Kronbein amputiert werden musste.

Alle 27 Rinder (100 %), bei denen eine Behandlung der Klauenbeinspitzennekrose stattfand, konnten zur Abheilung gebracht werden. Bei letztlich 22 Rindern (81,4 %) erfolgte die chirurgische Behandlung mittels einer der genannten Resektionstechniken (Hammer, Meißel und Kürette, Forstnerbohrer, Messerscheibe) (Abb. 2d-g; 3) unter Erhaltung der betroffenen Klaue und konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Diese Tiere wurden im Mittel 23,9 Tage ($\pm 11,3$; min: 7 Tage; max: 46 Tage) an der Klinik behandelt.

Die postoperative Nutzungsdauer aller operierten Rinder betrug im Mittel 26,6 Monate ($\pm 22,1$; min: 2,1 Monate; max: 90,5 Monate; Median: 21,5). Die postoperative Nutzungsdauer der 22 Rinder, bei denen ausschließlich eine Resektion der Klauenbeinspitze vorgenommen worden war, betrug im Mittel 28,5 Monate ($\pm 22,6$; min: 2,0 Monate; max: 90,5 Monate; Median: 19,8). Detaillierte Angaben zur gewählten Behandlungstechnik, zur mittleren Behandlungsdauer an der Klinik sowie zum Behandlungserfolg finden sich in den Tabellen 1 und 3.

■ Diskussion

Zu den Erkrankungen an der Klauenspitze bei Milchkühen, Mastrindern und auch Zuchtstieren zählen dünne Sohlen, die weiße-Linie-Erkrankung an der Sohlenspitze, das Sohlenspitzen-geschwür, das DD-assoziierte Sohlenspitzen-geschwür und die Klauenbeinspitzennekrose (SICK et al., 1982; MISKIMINS, 1994, 2002; KOFLER, 1999; MASON et al., 2012; PAETSCH, 2014; GYAN et al., 2015; KOFLER et al., 2015; KOFLER, 2017). Letztlich bezeichnen diese verschiedenen Läsionen jedoch nur unterschiedliche Anfangs- sowie Erkrankungsstadien mit derselben daraus resultierenden Komplikation, der Infektion der Klauenbeinspitze bzw. großer Teile des Klauenbeins (KOFLER, 2017). Die Diagnosestellung der Klauenbeinspitzennekrose ist auch in der Praxis ohne verfügbare röntgenologische Untersuchung (KOFLER, 1999) unter Durchführung einer gründlichen Klauenuntersuchung am in den Klauenpflegestand verbrachten oder abgelegten Tier möglich. Auf diese Weise lassen sich Verfärbungen, Zusammenhangstrennungen der weißen Linie sowie auch dünne Sohlen an der Sohlenspitze leicht nachweisen (SHEARER et al., 2012; KOFLER, 2014). In vielen Fällen kann man ausgehend vom bestehenden sichtbaren Horndefekt eine Sonde

bis zum Knochen vorschieben bzw. die durch die Infektion verfärbte Spitze des Klauenbeins bereits sehen (KOFLER, 1999, 2017). Solche offensichtlichen Hinweise auf ein Krankheitsgeschehen an der Sohlenspitze mit umschriebenen Horndefekten lagen bei 72,7 % der in dieser Studie untersuchten Klauen mit Klauenbeinspitzennekrose vor, und bei 30,3 % der Klauen konnte die infizierte Klauenbeinspitze bereits mittels Adspektion diagnostiziert werden. Diese einerseits z.T. großen als auch z.T. sehr kleinen Defekte im Zusammenhang mit Vorliegen dünner Sohlen und weißer-Linie-Läsionen stellen die Eintrittspforte für die Infektion dar (DEWES, 1979; NUSS et al., 1990; THOMPSON, 1996; KOFLER et al., 1999; KOFLER, 2015, 2017), die dann sehr rasch auf die Klauenbeinspitze übergreift, weil dort keine Unterhautschicht vorhanden ist (KOFLER, 2012). Einen weiteren wichtigen Hinweis auf die Beteiligung des Knochens bei Vorliegen eines Sohlenspitzen-geschwürs bzw. einer eitrig-weiße-Linie-Erkrankung an der Sohlenspitze geben eine deutliche lokale Schwellung an der dorsalen Krone sowie ein höherer Lahmheitsgrad (KOFLER, 2014, 2017).

Selbstverständlich kann das gesamte Ausmaß der Knocheninfektion mittels Röntgenuntersuchung festgestellt werden, und diese Information kann die chirurgische Therapieplanung erleichtern (KOFLER et al., 2014). Wie oben erwähnt, ist es möglich, die Diagnose bzw. eine Verdachtsdiagnose auch ohne Röntgenuntersuchung zu erstellen. Bei jüngeren und wertvollen Milchrindern sollte man bei Vorliegen einer Klauenbeinspitzennekrose - sofern medizinisch überhaupt noch gerechtfertigt - immer eine klauenerhaltende Methode anstreben (CLEMENTE, 1986). Intraoperativ kann man dann immer noch die endgültige Entscheidung treffen, ob die gewählte klauenerhaltende Methode zielführend ist, oder ob man auf eine Klauenamputation umschwenken muss (NUSS, 2004).

Vorberichtlich lagen bei 80 % der Rinder Informationen zur Dauer des Bestehens der Lahmheit vor, welche sich von zwei Tagen bis zu acht Wochen, bei 15 Tieren (50 % aller Rinder) jedoch bereits über eine Woche erstreckte. Daraus lässt sich ableiten, dass man von tierärztlicher Seite weiter verstärkt auf die Tierhalter einwirken muss, lahme Tiere möglichst frühzeitig vorzustellen. Vor der Zuweisung waren bereits bei fünf Tieren bestehende Defekte an der Sohlenspitze (erfolglos) behandelt sowie bei 13 Rindern bereits eine parenterale antibiotische und/oder antiphlogistische Behandlung durchgeführt worden, die sich letztlich als ineffektiv herausstellte. Diese Ergebnisse sind besonders interessant im Hinblick auf die geforderte korrekte Diagnosestellung und vom Kunden erwartete Durchführung einer adäquaten Behandlung durch den Tierarzt sowie das Bemühen um eine Reduktion des Antibiotikaeinsatzes bei Nutztieren.

SANDERS et al. (2009) berichteten von einem häufigeren Auftreten von dünnen Sohlen und „Dünne Sohlen-induzierten Klauenspitzen-geschwüren“ in den ersten

60 Tagen nach der Kalbung. Diese Beobachtung konnte auch in der vorliegenden Studie gemacht werden; bei 50 % der Kühe wurde die Klauenbeinspitzennekrose in den ersten 61 Tagen der Laktation diagnostiziert. Diese zeitliche Koinzidenz kann zum Teil damit erklärt werden, dass das Hornwachstum um den Kalbezeitpunkt deutlich vermindert ist und daher der Nettoabrieb größer wird (LIVESEY u. LAVEN, 2007) und dass in dieser postpartalen Phase infolge der Futterumstellung ein erhöhtes Risiko für Klauenrehe mit Rotation und/oder Absinken des Klauenbeines besteht (OSSENT et al., 1997). Ein zeitliches Zusammentreffen dieser Situation mit einer der oben genannten Hauptursachen, – zu starker Abrieb auf abrasiven Beton- oder Gussasphaltböden, zu lange Laufwege, unsachgemäße Klauenpflege – vermag dieses Krankheitsbild noch viel rascher auszulösen. Zudem können harte und einstreulose Liegeflächen die Belastung und den Abrieb an der Klauenspitze verstärken (LIVESEY u. LAVEN, 2007). SANDERS et al. (2009) stellten zudem fest, dass Kühe mit höherer Laktationszahl häufiger dünne Sohlen, weiße-Linie Erkrankungen und Sohlengeschwüre aufweisen. Diese Tendenz war auch in der vorliegenden Studie nachweisbar.

57,6 % der Klauenbeinspitzennekrosen waren an hinteren Außenklauen lokalisiert. Vergleichbare Ergebnisse beschrieben NUSS et al. (1990), MÜLLER (1991), KOFLE (1999) sowie VAN AMSTEL et al. (2004). Neben der stärkeren Gewichtsbelastung von hinteren Außenklauen (VAN DER TOL et al., 2002) wird auch der im Gegensatz zu Vorderklauen und zu Klauen mit physiologischer Sohlendicke höhere Feuchtigkeitsgehalt von hinteren Klauen und von Klauen mit dünnen Sohlen als Erklärung für den verstärkten Abrieb angeführt (BORDERAS et al., 2004; VAN AMSTEL et al., 2004).

Eine weitere Komplikation bei Vorliegen einer wie auch immer erfolgten Exposition des Koriums der Sohlenspitze bzw. auch an anderen Abschnitten des Klauenschuhs stellt seit einigen Jahren zunehmend die Sekundärinfektion mit *Treponema* spp. dar. Diese *Treponema* spp. Infektion ist heutzutage viel wahrscheinlicher als noch vor zehn bis 15 Jahren,

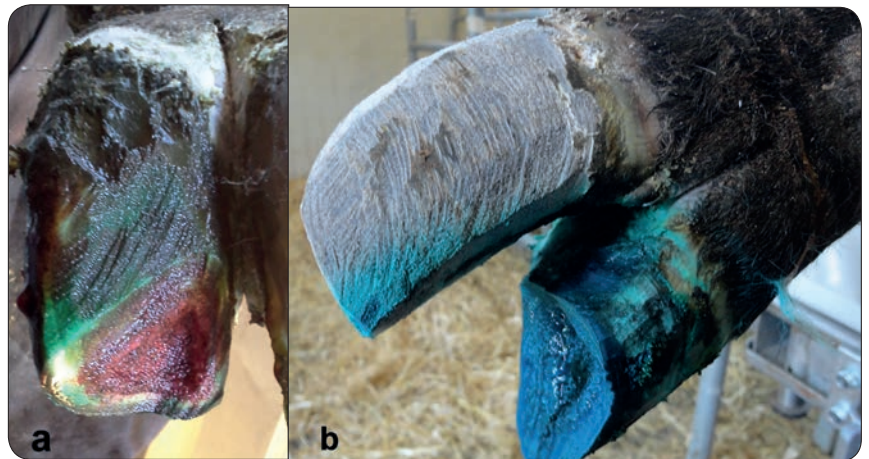


Abb. 3 a, b: Ansichten nach Amputation der medialen Klauenbeinspitze hinten rechts mit der Messerscheibe an der Innenklaue zehn Tage nach der Operation bei einem Aberdeen Angus Stier: der gesamte Knochen ist bereits von einer dünnen Schicht Granulationsgewebe bedeckt (a); nach lokaler Applikation von Tetracyklinspray (b). / Views of the wound on the tip of the medial claw of the right rear limb of an Aberdeen Angus bull ten days after amputation tip of the medial pedal bone using the disc with seven steel knives: the complete bone surface is already covered with a thin layer of granulation tissue (a), and view after topical application of tetracycline spray (b).

da z.T. in 30–90 % der Herden in vielen Ländern eine endemische Infektion mit DD besteht (CRAMER et al., 2008; HOLZHAUER, 2013; REFAAI et al., 2013; BECKER et al., 2014). So wurden vor einigen Jahren 15,1 % der Milchviehbetriebe im Einzugsgebiet eines österreichischen Auktionszentrums als endemisch mit DD infiziert ermittelt (HULEK et al., 2010). Diese mit *Treponema* spp. sekundär infizierten Klauenhornerkrankungen werden als „nicht-heilende“ (ATKINSON, 2011; BLOWEY, 2011; EVANS et al., 2011; ACEVEDO et al., 2013; NOURI u. ASHRAFI-HELAN, 2013; STARKE et al., 2013) bzw. neuerdings sinnvollerweise als



Abb. 3 c, d: Seitliche (c) und plantare (d) Ansichten des Klauenpaares des Aberdeen Angus Stieres anlässlich einer Kontrolluntersuchung 85 Tage nach Resektion der Klauenbeinspitze mit der Messerscheibe: die Klaue ist um den resezierten Teil kürzer, die gesamte ehemalige Wunde ist mit dicker Hornschicht bedeckt. Die Klauenpflege war bei Aufnahme des Bildes (d) noch nicht abgeschlossen. Der Stier belastete das rechte Hinterbein physiologisch und zeigte keine Lahmheit. / Lateral (c) and plantar (d) view of the claws of the right rear limb of the Aberdeen Angus bull during a follow-up exam 85 days after resections of the tip of the pedal bone: the medial claw was obviously shorter; however, the tip of the medial claw was covered completely with a thick layer of new horn, and the bull showed no lameness. The hoof trimming procedure was not completed at the time this figure (d) was taken.

„*Dermatitis digitalis*-assoziierte“ Sohlengeschwüre, Sohlenspitzeneschwüre, weiße-Linie-Erkrankungen bzw. Hornspalten bezeichnet (KOFLER et al., 2015; SYKORA et al., 2015). In der vorliegenden Studie lag eine solche Form der Infektion an der Sohlenspitze mit Beteiligung der angrenzenden Klauenbeinspitze bei drei Kühen vor.

Angaben zu Prävalenzen der Klauenbeinspitzenekrose beim Rind sind in der Literatur nur spärlich vorhanden. So wurde für kanadische „Feedlot“ Mast-rinder eine Prävalenz von 0,01 bis 1,3 % der Tiere pro Herde berichtet (GYAN et al., 2015). Hingegen berichtete HOLZHAUER (2013) eine mittlere Prävalenz von „toe necrosis“ von <2 % der Tiere pro Herde sowie von >50 % Herdenprävalenz in holländischen Milchviehherden. Diese hohe Herdenprävalenz ist damit zu erklären, dass in vielen holländischen Milchviehherden, wie bereits oben erwähnt, eine endemische Infektion mit *Treponema* spp. vorliegt.

Zur effektiven Behandlung einer Klauenbeinspitzenekrose muss, falls eine Therapie aufgrund der Prognose und aus ökonomischer Sicht überhaupt sinnvoll erscheint, eine vollständige chirurgische Exzision des infizierten Knochengewebes durchgeführt werden (CLEMENTE, 1986; NUSS et al., 1990; MÜLLER, 1991; THOMPSON, 1996; KOFLER, 1999, 2017; NUSS, 2004) sowie eine vollständige Entlastung der operierten Klaue mittels Kleben eines Klotzes auf die Nachbarklaue (NUSS u. FIEDLER, 2004). In Fällen mit hochgradiger Osteolyse des Klauenbeines bis knapp an den Spalt des Klauengelenkes heran bzw. bei dessen zusätzlicher Infektion kann mitunter eine Amputation der Klaue im Kronbein nicht vermieden werden (KOFLER u. FESSL, 1989; NUSS et al., 1990; FERGUSON, 1997).

In früheren Jahren wurde an der Klinik fast ausschließlich die Methode der Resektion der Klauenbeinspitze mit Hammer, Meißel und einem scharfen Löffel (KOFLER, 1999) praktiziert und nur in Einzelfällen war ein Forstnerbohrer oder die Drahtsäge verwendet worden. Die Erfolgsquote in der vorliegenden Studie bei Behandlung von Tieren, bei denen nur an einer Klaue eine Klauenbeinnekrose vorlag, war mit 81,5 % gut. Ähnlich positive Resultate wurden auch in anderen Studien beschrieben (NUSS et al., 1990; MÜLLER, 1991). Jedoch ist zu erwähnen, dass in den Studien von NUSS et al. (1990) und KOFLER (1999) ca. 30–40 % der Rinder ohne Behandlung sofort nach der Diagnosestellung abgeschafft wurden, da Klauenbeinspitzenekrosen oder andere ernsthafte Erkrankungen an mehreren Klauen vorlagen.

Die Resektion der Klauenbeinspitze mit einer zuvor desinfizierten Messerscheibe, montiert auf einen Winkelschleifer, ist keine neue Technik. Sie wurde bereits von MÜLLER (1991) erwähnt, ohne jedoch eine detaillierte Beschreibung der Methode anzuführen. Es wird jedoch dringend von der Verwendung von Granulatscheiben zur Klauenbeinspitzenresektion abgeraten, da sich diese nicht vollständig reinigen und desinfizieren lassen. In die neuere Literatur hat diese Methode bislang keinen Eingang gefunden. An der Klinik wird diese Technik

zunehmend seit etwa drei Jahren vermehrt eingesetzt. Der große Vorteil gegenüber allen anderen Techniken ist die gute Übersicht am Operationsgebiet, die kurze Operationszeit und die kräftesparende Vorgangsweise. Bei Anwendung der Drahtsäge ist der genaue Ansatzpunkt an der Klaue stets fraglich, um mit einem Schnitt das gesamte infizierte Gewebe zu entfernen, vor allem dann, wenn keine Röntgenaufnahmen zur exakten Diagnosestellung zur Verfügung stehen (NUSS, 2004). Daher sind bei dieser Methode oft weitere Nacharbeiten nötig (MÜLLER, 1991). Im Gegensatz dazu kann bei Anwendung der Messerscheibe mit einem Blick auf die Knochenfläche erkannt werden, ob noch nekrotische Verfärbungen derselben vorhanden sind oder nicht. Wichtig ist bei allen Resektionstechniken, unabhängig von den verwendeten Instrumenten, eine gründliche Vorreinigung der Klaue, die immer ein Abtragen der verschmutzten 1–2 mm oberflächlichen Hornschichten an Sohle und Wand mit einer Granulatscheibe oder auch anderen Scheiben erforderlich macht, mit anschließender Waschung und Desinfektion (KOFLER, 2017). Nachdrücklich zu betonen ist zudem, dass die Messerscheibe für die Knochenresektion nur für diesen Zweck zu verwenden ist, dass sie vor jeder Operation vom Winkelschleifer abmontiert, gründlich gereinigt und desinfiziert wird. Anschließend kann sie dann auf den ebenfalls gereinigten Winkelschleifer mit sterilen Handschuhen wieder montiert werden.

Bei vier Kühen, bei denen die Klauenbeinspitzenekrose vorerst mittels Resektion mit Hammer, Meißel und Kürette therapiert wurde, konnte damit letztlich kein Erfolg erzielt werden. Trotz Nachresektion musste in diesen Fällen nach zwei bis vier Wochen letztlich eine Klauenamputation durchgeführt werden, um den Infektionsprozess zu stoppen. Ähnliche Rückschläge bei der Resektion der Klauenbeinspitze wurden auch in anderen Studien berichtet (NUSS et al., 1990; MÜLLER, 1991). Zwei Gründe dafür sind zu nennen: erstens eine nicht vollständige Kürettage allen infizierten Knochens trotz intraoperativer Kontrolle (NUSS, 2004) sowie zweitens die Möglichkeit, dass die Infektion bereits von Anfang an eines der bogenförmig verlaufenden Gefäße an der Klauenspitze erreicht hatte und entlang dieser Gefäße im Gefäßkanal bereits in weiter palmare/plantare Abschnitte des Klauenbeines vorgedrungen war, ohne dass dies intraoperativ erkennbar war. Eine bereits erfolgte Ausbreitung der Infektion entlang der radiär bzw. zirkulär verlaufenden Gefäßkanäle (BOOSMAN et al., 1989) nach hinten sollte man immer als mögliche Komplikation bedenken, und ist immer als Restrisiko bei Knochenresektionen auch dem Tierhalter gegenüber anzuführen. Ein Indiz für diesen Infektionsweg sind die in histologischen Studien von infizierten Klauenbeinen festgestellten Thrombosierungen von Seitenästen des *Arcus terminalis* (SICK et al., 1982; KOFLER et al., 1999).

In der vorliegenden Studie konnten letztlich alle 27 behandelten Rinder in Abheilung befindlich entlassen werden. Bei 22 Rindern war dies allein durch Resektion der Klauenbeinspitze unter Erhaltung der Klaue möglich.

Ähnlich gute Ergebnisse beschrieben auch andere Autoren (NUSS et al., 1990; MÜLLER, 1991; KOFLER, 1999). Eine völlige Deckung des Defektes mit neuem Horn ist jedoch je nach Größe desselben erst ab vier bis acht Wochen zu erwarten (CLEMENTE, 1986; NUSS et al., 1990). Die postoperative Nutzungsdauer der Rinder in der vorliegenden Studie betrug im Mittel 26,6 Monate mit sehr großer Standardabweichung und einem Median von 21,5. Dabei ist zu bedenken, dass zum Zeitpunkt des

Abschlusses der retrospektiven Datenauswertung noch acht von den 27 Rindern lebten. Ähnliche Ergebnisse berichteten NUSS et al. (1990). Unter Berücksichtigung des mittleren Alters von 4,8 Jahren zum Zeitpunkt der Operation sowie dem mittleren Abgangsalter aller Milchkühe, welches in Österreich bei 6,2 Jahren liegt (ZUCHTDATA, 2015), konnte damit die Nutzungsdauer von Rindern mit Klauenbeinspitzennekrose deutlich über das mittlere Abgangsalter hinaus verlängert werden.

Fazit für die Praxis:

Aus der vorliegenden Studie können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: lahme Rinder müssen so frühzeitig wie möglich untersucht und adäquat behandelt werden. Bei frischen Wunden an der Klauenspitze (z.B. entstanden anlässlich der Klauenpflege) müssen diese sofort fachgerecht versorgt werden (Reinigung, Spülung, Desinfektion, Klotz auf Nachbarklaue und Schutzverband), um die Entstehung einer Knocheninfektion zu vermeiden. Bei Vorliegen einer Klauenbeinspitzennekrose muss eine chirurgische Behandlung mit Entfernung des infizierten Knochengewebes erfolgen. Eine ausschließlich systemische Behandlung mit Antibiotika und NSAIDs kann in diesem Erkrankungsstadium nicht erfolgreich sein. Die Resektion der Klauenbeinspitze mit Hilfe einer Messerscheibe montiert am Winkelschleifer erwies sich als gut geeignete und praxisgerechte Methode. Die Prognose dieser Erkrankung ist abhängig von der Anzahl der erkrankten Klauenbeine bzw. dem Vorliegen weiterer Erkrankungen an anderen Klauen. Bei Vorliegen einer Klauenbeinspitzennekrose an nur einer Klaue sind die Erfolgchancen einer chirurgischen Behandlung als sehr hoch einzustufen.

Literatur

- ACEVEDO, J.P., CHESTERTON, R.N., HURTADO, C.S. (2013): Bovine Digital Dermatitis and non-healing lesions and toe necrosis in grazing dairy herds in Chile. 17th International Symposium & 9th International Conference on Lameness in Ruminants, August 11-14, 2013, Bristol, UK, 157–158.
- ATKINSON, O. (2011): Non-healing hoof lesions in dairy cows. *Vet Rec* **169**, 561–562.
- BECKER, J., STEINER, A., KOHLER, S., KOLLER-BÄHLER, A., WÜTHRICH, M., REIST, M. (2014): Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweiz Archiv Tierheilk* **156**, 71–78.
- BLOWEY, R. (2011): Non-healing hoof lesions in dairy cows. *Vet Rec* **169**, 534.
- BOOSMAN, B., NEMETH, F., GRUYS, E., KLARENBECK, A. (1989): Arteriographical and pathological changes in chronic laminitis in dairy cattle. *Vet Quarterly* **11**, 144–155.
- BORDERAS, T. F., PAWLUCZUK, B., DE PASSILLE, A.M., RUSHEN, D.J. (2004): Claw hardness of dairy cows: Relationship to water content and claw lesions. *J Dairy Sci* **87**, 2085–2093.
- CLEMENTE, C. (1986): *Chirurgie am Fuß des Rindes*. Schober Verlag, Hengersberg, 150–153.
- CRAMER, G., LISSEMORE, K.D., GUARD, C.L., LESLIE, K.E., KELTON, D.F. (2008): Herd- and cow-level prevalence of foot lesions in Ontario dairy cattle. *J Dairy Sci* **91**, 3888–3895.
- DEWES, H.F. (1979): Transit-related lameness in a group of Jersey heifers. *New Zealand Vet J* **27**, 45.
- DIRKSEN, G. (2002): Vorbereitende Maßnahmen, Anästhesie und Operationen an den Zehen. In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.-D., STÖBER, M. (Hrsg.): *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Parey-Blackwell, Berlin, 981–995.
- EGGER-DANNER, C., NIELSEN, P., FIEDLER, A., MÜLLER, K., FJELDAAS, T., DÖPFER, D., DANIEL, V., BERGSTEN, C., CRAMER, G., CHRISTEN, A.-M., STOCK, K.F., THOMAS, G., HOLZHAUER, M., STEINER, A., CLARKE, J., CAPION, N., CHARFEDDINE, N., PRYCE, J.E., OAKES, E., BURGSTALLER, J., HERINGSTAD, B., ØDEGÅRD, C., KOFLER, J. (2015): ICAR Claw Health Atlas. Editors: ICAR Working Group on Functional Traits (ICAR WGFT) and International Claw Health Experts. www.icar.org/Documents/ICAR_Claw_Health_Atlas.pdf; letzter Zugriff 30. September 2016.
- EVANS, N.J., BLOWEY, R.W., TIMOFTE, D., ISHERWOOD, D.R., BROWN, J.M., MURRAY, R., PATON, R.J., CARTER, S.D. (2011): Association between bovine digital dermatitis treponemes and a range of „non-healing“ bovine hoof disorders. *Vet Rec* **168**, 214–217.
- FERGUSON, J.G. (1997): Surgery of the distal limb. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (Eds): *Lameness in cattle*. 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 248–261.
- GYAN, L.A. PAETSCH, C.D., JELINSKI, M.D., ALLEN, A.L. (2015): The lesions of toe tip necrosis in southern Alberta feedlot cattle provide insight into the pathogenesis of the disease. *Can Vet J* **56**, 1134–1139.
- HOLZHAUER, M. (2013): Practical intervention toe necrosis. 17th International Symposium & 9th International Conference on Lameness in Ruminants, August 11-14, 2013, Bristol, UK, 154.
- HULEK, M., SOMMERFELD-STUR, I., KOFLER, J. (2010): Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *Vet J* **183**, 161–165.
- JELINSKI, M.D., FENTON, K., PERRETT, T., PAETSCH, C.D. (2016): Epidemiology of toe tip necrosis syndrome (TNNS) involving North American feedlot cattle. *Can Vet J* **57**, 829–834.
- KOFLER, J. (1999): Clinical study of toe ulcer and necrosis of the apex of the distal phalanx in 53 cattle. *Vet J* **157**, 139–147.
- KOFLER, J. (2012): Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: LITZKE, L.-F., RAU, B. (Hrsg.): *Der Huf: Lehrbuch des Hufbeschlages*. 6. Aufl., Enke, Stuttgart, 325–353.
- KOFLER, J. (2013): Computerised claw trimming database programs as the basis for monitoring hoof health in dairy herds. *Vet J* **198**, 358–361.

- KOFLER, J. (2014): Orthopädischer Untersuchungsgang. In: BAUMGARTNER, W. (Hrsg.): Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere. 8. Aufl., Enke, Stuttgart, 216–281.
- KOFLER, J. (2015): Dünne Sohlen als Lahmheitsursache beim Rind – Ätiologie, Komplikationen und Maßnahmen. *Klauentierpraxis* **23**, 2015.
- KOFLER, J. (2017): Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle including “non-healing” toe lesions. *Vet Clin Food Anim Food Anim Pract* **33** (in press).
- KOFLER, J., FESSL, L. (1989): Amputation im Kronbein und Exartikulation im Krongelenk beim Rind - Vergleich zweier Operationstechniken. *Wien Tierärztl Monat* **76**, 224–230.
- KOFLER, J., ALTON, K., LICKA, T. (1999): Die Klauenbeinspitzennekrose des Rindes – postmortale, histologische und bakteriologische Befunde. *Wien Tierärztl Monat - Vet Med Austria* **86**, 192–200.
- KOFLER, J., MARTINEK, B., REINOHLE-DESOUZA, C. (2004): Behandlung von infizierten Wunden und Abszessen an den Gliedmaßen des Rindes mit Ligasano®-Polyurethan-Weichschaumstoff Wundaufgabe. *Berl Münch Tierärztl Wschr* **117**, 428–438.
- KOFLER, J., GEISSBÜHLER, U., STEINER, A. (2014): Diagnostic imaging in bovine orthopedics. *Vet Clin Food Anim* **30**, 11–53.
- KOFLER, J., PESENHOFER, R. (2015): Monitoring der Klauengesundheit in Milchviehherden mittels kontinuierlicher elektronischer Dokumentation von Klauenbefunden bei jeder Herdenpflege. *Tierärztl Umschau* **70**, 199–207.
- KOFLER, J., GLONEGGER-REICHERT, J., DIETRICH, J., SYKORA, S., TICHY, A., BRANDT, S. (2015): A simple surgical treatment for bovine digital dermatitis-associated white line lesions and sole ulcers. *Vet J* **204**, 229–231.
- LIVESEY, C.T., LAVEN, R.A. (2007): Effects of housing and intake of methionine on the growth and wear of hoof horn and the conformation of the hooves of first-lactation Holstein heifers. *Vet Rec* **160**, 470–476.
- MASON, W.A., LAVEN, L.J., LAVEN, R.A. (2012): An outbreak of toe ulcers, sole ulcers and white line disease in a group of dairy heifers immediately after calving. *New Zealand Vet J* **60**, 76–81.
- MISKIMINS, D.W. (1994): Bovine Toe Abscesses. 8th International Symposium on disorders of the ruminant digit, June 26–30, 1994, Banff, Canada, 54–57.
- MISKIMINS, D.W. (2002): Update on toe abscesses in feedlot cattle. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, January 9–13, 2002, Orlando, Florida, 448–449.
- MÜLLER, K. (1991): Zur Klauenspitzenresektion beim Rind. *Prakt Tierarzt* **12**, 1112–1113.
- MÜLLING, C.K.W., BRAGULLA, H.H., REESE, S., BUDRAS, K.-D., STEINBERG, W. (1999): How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritional factors. *Anat Histol Embryol* **28**, 103–108.
- NOURI, M., ASHRAFI-HELAN, J. (2013): Observations on healing process of wall ulcers with concurrent digital dermatitis in 52 cattle: gross and light microscopic pathology. *Anim Vet Sci* **1**, 60–65.
- NUSS, K. (2004): Operationen an der Klaue und Zehe: Resektion der Klauenbeinspitze. In: FIEDLER, A., MAIERL, J., NUSS, K. (Hrsg.): Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. Schattauer, Stuttgart, 141–143.
- NUSS, K., FIEDLER, A. (2004): Nachsorge: Kothurne. In: FIEDLER, A., MAIERL, J., NUSS, K. (Hrsg.): Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. Schattauer, Stuttgart, 169–183.
- NUSS, K., KÖSTLIN, R.G., BÖHMER, H., WEAVER, M. (1990): Zur Bedeutung der *Ungulocoriitis septica (traumatica)* - UCS(T) - an der Klauenspitze („Sohlenspitzeneschwür“) des Rindes. *Tierärztl Prax* **18**, 567–575.
- OSSENT, P., GREENOUGH, P.R., VERMUNT, J.J. (1997): Laminitis. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (Eds): Lameness in cattle. 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 277–292.
- PAETSCH, C.D. (2014): Epidemiology of toe tip necrosis syndrome in Western Canadian feedlot cattle. Thesis Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Saskatoon.
- REFAAI, W., VAN AERT, M., ABD EL-AL, A.M., BEHERY, A.E., OPSOMER, G. (2013): Infectious diseases causing lameness in cattle with a main emphasis on digital dermatitis (Mortellaro disease). *Livestock Sci* **156**, 53–63.
- SANDERS, A.H., SHEARER, J.K., DE VRIES, A. (2009): Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *J Dairy Sci* **92**, 3165–3174.
- SHAKESPEARE, A.S. (2009): Inadequate thickness of the weight-bearing surface of claws in ruminants. *J South Afr Vet Assoc* **80**, 247–253.
- SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R. (2007): Effect of Flooring and Flooring Surfaces on Lameness Disorders in Dairy Cattle. Western Dairy Management Conference, Reno, NV, USA, March 7-9, 2007. <http://articles.extension.org/pages/11339/effect-of-flooring-and-flooring-surfaces-on-lameness-disorders-in-dairy-cattle>; letzter Zugriff 30. September 2016.
- SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R. (2009): Toe lesions in dairy cattle. 46th Florida Dairy Production Conference, April 28, 2009, Gainesville, USA, 47–55.
- SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., BRODERSEN, B.W. (2012): Clinical diagnosis of foot and leg lameness in cattle. *Vet Clin Food Anim Food Anim Pract* **28**, 535–556.
- SICK, F.L., BLEEKER, C.M., MOUW, J.K., THOMPSON, W.S. (1982): Toe abscesses in recently shipped feeder cattle. *Vet Med / Small Anim Clin* **77**, 1385–1387.
- SPRECHER, D.J., HOSTETLER, D. E., KANEENE, J.B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenol* **47**, 1179–1187.
- STARKE, A., MÜLLER, H., WIPPERMANN, W., GOERIGK, D., FIESELER, H., RECKARDT, M. (2013): Complicated toe lesions in cattle – treatment and post-surgical care. 17th International Symposium & 9th International Conference on Lameness in Ruminants, August 11–14, 2013, Bristol, UK, 126.
- SYKORA, S., KOFLER, J., GLONEGGER-REICHERT, J., DIETRICH, J., AUERSPERG, G., BRANDT, S. (2015): *Treponema* DNA in ‘non-healing’ versus common bovine sole ulcers and white line disease. *Vet J* **205**, 417–420.
- THOMPSON, P.N. (1996): Osteitis and fracture of the third phalanges following routine hoof trimming in a dairy cow. 9th International Symposium on disorders of the Ruminant digit, April 11-14, 1996, Jerusalem, Israel, 51.
- TOMLINSON, D. J., MÜLLING, C.H., FAKLER, T.M. (2004): Invited review: formation of keratins in the bovine claw: roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. *J Dairy Sci* **87**, 797–809.
- VAN AMSTEL, S.R., SHEARER, J.K., PALIN, F.L. (2004): Moisture content, thickness and lesions of the sole horn associated with thin soles in dairy cattle. *J Dairy Sci* **87**, 757–763.
- VAN DER TOL, P.P.J., METZ, J.H.M., NOORDHUIZEN-STASSEN, E.N., BACK, W., BRAAM, C.R., WEIJS, W.A. (2002): The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *J Dairy Sci* **85**, 1476–1481.
- WENZ, J.R., GIEBEL, S.K. (2012): Retrospective evaluation of health event data recording on 50 dairies using Dairy Comp 305. *J Dairy Sci* **95**, 4699–4706.
- ZUCHTDATA AUSTRIA 2015. Zuchtdata Jahresbericht 2015; <https://www.zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html>; letzter Zugriff am 30. September 2016.