

# Ein Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit unter besonderer Berücksichtigung von Gussasphaltböden



Johann Kofler<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden anhand zahlreicher Studien die Auswirkungen verschiedener Bodenarten in Laufställen wie planbefestigter Betonboden, Betonspaltenboden, Gummimatten, gummierte Spaltenböden und Kompostlaufställe auf die Klauengesundheit bei Milchkühen beleuchtet. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Gussasphaltboden. Da die Beschaffenheit der Laufflächen nur einen von vielen Risikofaktoren ausmacht, müssen für eine umfassende Bewertung möglicher Ursachen bei Lahmheitsproblemen in einer Milchviehherde auch zahlreiche andere Faktoren (tierbezogene, umwelt- und managementbedingte) mitberücksichtigt werden. Neuere Studien und Benchmarking-Analysen zeigen, dass eine gute Klauengesundheit mit einer niedrigen Prävalenz an Lahmheit und Klauenläsionen ziemlich unabhängig von der vorliegenden Bodenart erreicht werden kann.

Schlüsselwörter: Klauengesundheit, Lahmheit, Betonboden, Spaltenboden, Gussasphalt, Gummimatten, Kompostlaufstall

## Summary

This contribution compares the effects of various flooring surfaces on claw health in dairy cows in loose housing systems, including hard concrete, slatted concrete floors, slatted rubber floors, mastic asphalt, rubber mats and compost bedded barns. Particular consideration is given to mastic asphalt floors. Overall, the type of flooring surface is only one of a large number of risk factors for claw health. Therefore, many other important risk factors (animal-related, environmental and management-related) must be considered for a comprehensive evaluation of causative factors for high lameness prevalences in dairy herds. Indeed, recent studies and benchmarkings show that good claw health with a low prevalence of lameness, and claw lesions can be achieved quite independently of flooring type.

Key words: Claw health, lameness, concrete, slatted floors, mastic asphalt, rubber mats, compost bedded barns

<sup>1</sup>Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Universitätsklinik für Wiederkäuer, Veterinärmedizinische Universität Wien, 1210 Wien;

\*Ansprechperson: Johann Kofler

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

## Einleitung

Die Risikofaktoren für die Entstehung druckbedingter, nicht-infektiöser Klauenhornkrankungen (KHE) und infektiöser Klauenerkrankungen sind sehr vielfältig (Abbildung. 1), und sind jeweils von Betrieb zu Betrieb in unterschiedlichem Ausmaße wirksam. Selten ist nur ein einzelner Risikofaktor für die Entstehung von Klauenläsionen ursächlich, meist liegt ein Zusammenwirken verschiedener Risikofaktoren vor (Cook u. Nordlund 2009, Endres 2017, Oehm et al. 2019). Als wichtige Risikofaktoren für die Entstehung von Klauenerkrankungen gelten zu geringe Dimensionen und mangelhafte Qualität der Lauf- und Liegeflächen, zu wenig Einstreu, zu geringe Zahl der Liege- und Fressplätze, zu wenige Tränkestellen sowie Sackgassen und Engstellen (DeVries et al. 2015, Oehm et al. 2019, Kofler 2021). Viele dieser Risikofaktoren, sowie auch Hitzestress führen zu deutlich (um mehrere Stunden) verlängerten Stehzeiten der Rinder am (meist) harten Boden, wodurch der Druck auf die Klauenlederhaut weiter verstärkt wird, so dass druckbedingte KHE resultieren (Cook u. Nordlund 2009, DeVries et al. 2015, Foditsch et al. 2016). Feuchte, verschmutzte Lauf- und Liegeflächen führen zur Mazeration der Haut, des Horns am Weichballen und des Horns der weißen Linie sowie zu anaeroben Bedingungen an der Haut, so dass das Eindringen von Keimen, welche Dermatitis digitalis (Mortellaro) und Zwischenklauenphlegmone auslösen, begünstigt wird (Refaai et al. 2013, Kofler 2020a,b). Ein praktischer Parameter zur Bewertung mangelhafter Hygiene der Lauf- und Liegeflächen ist die Beurteilung des Verschmutzungsgrades der Rinder an definierten Körperregionen (Faye u. Barnouin 1985).

Nicht wiederkäuergerechte Fütterung mit zu hohem Kraftfutter- bzw. auch Proteinanteil und zu geringem Rohfaseranteil in der Ration bzw. eine zu geringe Verteilung der täglichen Kraftfuttermittelgaben resultiert in einer subklinischen/subakuten Pansenazidose (SARA) (Nocek 1997, Greenough 2007, Kleen et al. 2013). Die Folge sind subklinische/subakute Reheschübe, so dass das Klauenbein im Hornschuh absinkt und die Klauenfettpolster nach und nach ihre Stossdämpferfunktion verlieren, was zu verstärktem Druck von innen auf die Klauenlederhaut führt (druckbedingte KHE). Typische klauenrehe-assoziierte Befunde sind konkave Vorderwände, Sohlenblutungen und Doppelsohlen (Greenough 2007). Auch Mangel an Spurenelementen, Vitaminen (Biotinmangel verstärkt durch SARA, Mangel an Zink, Selen, u.a.m.) und Mineralstoffen können zu einer verminderten Horn- bzw. Hautqualität führen (Gomez et al. 2014).

Abbildung 1: Darstellung der wichtigsten Risikofaktoren für das Auftreten von Klauenerkrankungen beim Milchrind (Quelle: Greenough et al. 1997: Lameness in Cattle, modifiziert)



Ein häufig unterschätzter Risikofaktor für das Auftreten von Klauenerkrankungen ist ein nicht fachgerechtes Management der Herde durch die betreuenden Personen („der menschliche Faktor“) (Kofler 2021). Dazu zählt der „raue“ Umgang mit den Tieren (Stress, Druckbelastungen), die gemeinsame Haltung und Fütterung von laktierenden und trockengestellten Kühen, zu lange Klauenpflegeintervalle (6 – 12 Monate), fehlende Klauenpflege bei hochträchtigen Kalbinnen und Trockenstehern, unsachgemäße Klauenpflege, wobei Defekte bzw. schmerzhafte Läsionen nicht fachgerecht versorgt werden, zu späte Erkennung und zu späte Behandlung lahmer Rinder sowie fehlende Nachkontrolle klauenbehandelter Tiere (Kofler 2021).

Des Weiteren sind genetische Faktoren relevant, so sind Rollklauen, eine zu niedrige Trachtenhöhe (< 3 cm) an inneren Hinterklauen und auch die Anfälligkeit für die DD-(Mortellaro-)Infektion (Typ-3-Rinder) genetisch bedingt (Biemans et al. 2019).

Eine überwiegende Weidehaltung hat prinzipiell einen positiven Einfluss auf die Klauengesundheit (Haufe et al. 2014, Hund et al. 2019). Da jedoch eine solche in vielen Betrieben bzw. auch ganzjährig in unseren Breiten nicht möglich ist, sollten die Lauf- und Liegeflächen in den Stallungen im besten Fall die Bedingungen auf der Weide so gut als möglich „imitieren“ (Vanegas et al. 2006, Telezhenko et al. 2007, Bergsten et al. 2015). In diesem Beitrag soll der Einfluss verschiedener Bodenarten, im Besonderen auch von Gussasphaltböden, auf die Klauengesundheit beim Rind beleuchtet werden.

## Vergleich von vollflächigem mit teilflächigem Gussasphaltboden

Bei Gussasphalt (GA) handelt es sich um Heißasphalt mit relativ hartem Bitumen, groben und feinen Gesteinskörnungen (meist Kantkorn) sowie Gesteinsmehl, und zusätzlich werden zur Herstellung einer rauen Oberfläche feinteilarme Fluss- oder Seesande (meist Kant-, selten Rundkorn) mit einer Korngröße von 1 bis 2 mm auf den heißen GA aufgestreut und mittels Handwalze oder anderer gleichwertiger Verfahren angedrückt. Dadurch bleibt die Oberfläche dauerhaft rutschfest (Steiner et al. 2008a,b, ÖKL 2011, ÖKL 2015). Auf GA-Böden mit Kantkörnung findet ein sehr starker Abrieb des Sohlenhorns statt, v.a. wenn der gesamte Laufbereich vollflächig damit ausgestattet ist (Steiner et al. 2008, Führer et al. 2019). GA-Böden mit Kantkörnung werden von Jahr zu Jahr rauer, daher nimmt der Hornabrieb mit der Zeit noch weiter zu (Juli u. Matig 2003, Schneider 2006, Kofler 2015). Schwedische Forscher wiesen nach, dass sich auf GA-Böden die gewichtstragende Fläche der Sohlen vergrößert (was ja prinzipiell positiv ist), dass die Klauenform steiler wird und sich Vorderwand und Trachtenhöhe verkürzen (was negativ ist). Daraus entwickeln sich zwangsläufig dünne Sohlen (Telezhenko et al. 2008, 2009), mit allen daraus resultierenden möglichen Komplikationen (Schneider 2006, Kofler 2015, 2017).

### Material und Methode

Die Feldstudie (Führer et al. 2019) wurde in insgesamt sechs Laufstallbetrieben mit GA-Böden durchgeführt, in vier Betrieben war der gesamte Laufbereich vollflächig damit ausgestattet (GA-V), während in zwei Betrieben nur ein Teil der Lauffläche aus GA bestand. Im Futtergang waren dabei entweder Gummimatten oder ein planbefestigter und seit mehreren Jahren bestehender Betonboden verlegt (Kontrollgruppe: GA-KON). Insgesamt wurden 97 Kühe in die Studie einbezogen, 57 Kühe in die Studiengruppe (GA-V) und 40 Kühe in die Kontrollgruppe (GA-KON). Pro Betrieb wurden die Hinterklauen von im Mittel 37,1 % (16,7 – 72,7 %) der laktierenden Kühe untersucht.

Bei allen 97 Kühen erfolgte ein Locomotion-Scoring (Sprecher et al. 1997), dann wurden die Kühe auf einem Kippstand abgelegt. Alle Klauen wurden mit Wasser gereinigt und anschließend wurden ausschließlich an den Hinterklauen folgende Messungen vorgenommen: Länge der Klauenvorderwand, Länge der Trachtenhöhe, sonographische Messung der Sohlenhorndicke (SHD) an 2 Messpunkten mittels 5 - 7,5 MHz Linearschallkopf sowie ein Kompressionstest an der Sohlenspitze mittels Daumen und Klauenuntersuchungszange. Zur Bestimmung des Nettowachstums der Vorderwandlänge wurde eine tiefe Rille an der Klauenvorderwand gefräst und die entsprechenden Distanzen bei der Erstuntersuchung sowie wiederum zwei Monate später vermessen. Anschließend erfolgte eine funktionelle Klauenpflege, sofern diese überhaupt notwendig war, und all-fällige Behandlungen wurden durchgeführt. Alle diagnostizierten Klauenläsionen wurden elektronisch dokumentiert (Klauenmanager®) (Kofler 2013).

## Ergebnisse

Bei insgesamt 65 Klauen von 32 (von insgesamt 97) Kühen wurden "Dünne Sohlen" diagnostiziert, bei 5 % der Kühe in der GA-KON-Gruppe und bei 52,6 % in der GA-V-Gruppe. Bezogen auf die Klauenanzahl wiesen nur 1,2 % der Klauen in der GA-KON-Gruppe "Dünne Sohlen" auf, während es in der GA-V-Gruppe 27,6 % waren ( $p = 0,001$ ) (Tabelle 1). Für Kühe in der GA-V-Gruppe wurde ein 11,8-mal höheres Risiko für das Auftreten von "Dünnen Sohlen" berechnet im Vergleich zu Kühen der GA-KON-Gruppe.

"Dünne Sohlen" wurden zu 44,6 % an äußeren und zu 55,4 % an inneren Hinterklauen festgestellt ( $p = 0,055$ ), was damit erklärt werden kann, dass vor der sonographischen Vermessung der Sohlenhorndicke keine Klauenpflege erfolgt war. Kühe der GA-V-Gruppe zeigten mit 12,3 % bzw. 59,6 % statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,02$ ) Sohlenspitzengeschwüre bzw. Weiße-Linie-Defekte ( $p = 0,01$ ) im Vergleich zu den Kühen der GA-KON-Gruppe mit 0 % bzw. 25 %. Sohlenspitzengeschwüre wurden mit 10,8 % bei Kühen mit "Dünnen Sohlen" 5,6-mal häufiger festgestellt ( $p = 0,065$ ) als bei Kühen mit physiologischer Sohlenhorndicke (1,9 %) von  $\geq 4,5$  mm.

Tabelle 1: Prävalenz "Dünner Sohlen" bezogen auf die Kuhzahl bzw. die Klauenzahl in den sechs Betrieben; der Cut-off Wert für "Dünne Sohlen" war  $\leq 4.5$  mm; a, b zeigen signifikante Unterschiede ( $p=0,01$ ) zwischen den Kühen auf vollflächigem GA-Boden und Kühen auf teilflächigem GA-Boden (aus Führer et al. 2019).

Gruppe	Betrieb	Kühe mit Dünnen Sohlen	% Kühe	Klauen mit Dünnen Sohlen	% Klauen
Kühe auf teilflächigem GA-Boden	1	5	25,0	10	12,5
	2	0	0,0	0	0,0
Zwischensumme		5	<b>12,5<sup>a</sup></b>	10	<b>6,2<sup>a</sup></b>
Kühe auf vollflächigem GA-Boden	3	9	39,1	19	21,5
	4	13	81,2	38	59,3
	5	2	33,3	6	27,2
	6	10	83,3	28	58,3
Zwischensumme		34	<b>59,6<sup>b</sup></b>	91	<b>40,9<sup>b</sup></b>
Summe		39	40,2	101	26,4

Die Nettozuwachsrate des Vorderwandhorns war bei Kühen in der GA-V-Gruppe signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) verglichen mit jenen in der GA-KON-Gruppe. Weiters war die Nettozuwachsrate des Vorderwandhorns bei Kühen mit "Dünnen Sohlen" statistisch signifikant geringer ( $p = 0,007$ ) im Vergleich zu Kühen mit physiologischer Sohlenhornstärke ( $\geq 4,5$  mm). Die Eindrückbarkeit der Sohle mit der Untersuchungszange war bei Kühen ohne Dünne Sohlen an allen Klauen signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) als bei Kühen mit "Dünnen Sohlen". Die Vorderwandlänge zeigte eine positive Korrelation mit der Sohlenhornstärke ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,001$ ), ebenso zeigte die Laktationsdauer eine positive Korrelation mit dem Auftreten von "Dünnen Sohlen" ( $r = 0,004$ ;  $p = 0,43$ ).

Die Prävalenz lahmer Kühe war in der GA-KON-Gruppe mit nur 10 % signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) als bei Kühen in der GA-V-Gruppe mit 70,2 %. Der mittlere Locomotion-Score (LOC-Score) betrug bei Kühen in der GA-KON-Gruppe 1,09 ( $\pm 0,04$ ) versus 1,97 ( $\pm 0,11$ ) bei Kühen in der GA-V-Gruppe ( $p = 0,01$ ). LOC-Score 1 bedeutet, dass keine Lahmheit vorliegt. Während keine Kuh aus der GA-KON-Gruppe einen LOC-Score  $\geq 3$  aufwies, zeigten 17 Kühe (29,8 %) in der GA-V-Gruppe einen LOC-Score  $\geq 3$  (Abbildung 2). Kühe mit "Dünnen Sohlen" (SHD  $\leq 4,5$  mm) wiesen statistisch signifikant ( $p = 0,02$ ) höhere mittlere LOC-Scores auf als, Kühe mit physiologischer Sohlenstärke ( $1,70 \pm 0,12$  vs.  $1,41 \pm 0,10$ ) (Führer et al. 2019).

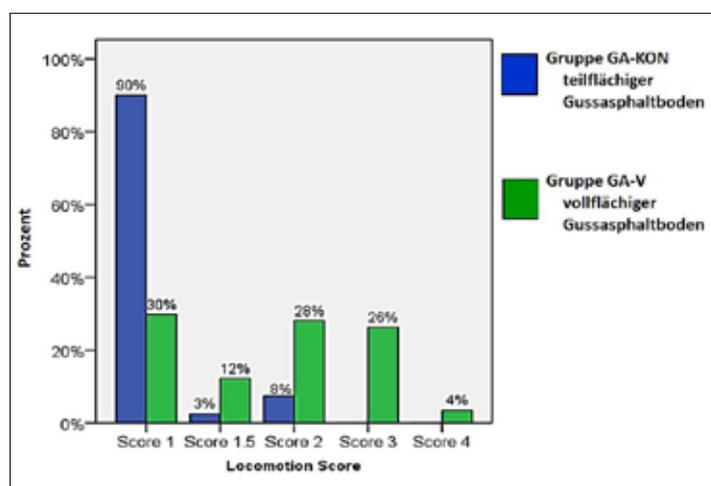


Abbildung 2: Verteilung der Locomotion-Scores (1 – 4) bei Kühen der GA-KON- und GA-V-Gruppe

## Vergleich von Betonböden, Gummimatten und anderer Bodenarten auf die Klauengesundheit

Es ist allgemeiner Konsens, dass die Art der Laufflächen und ihre jeweiligen physikalischen Eigenschaften positive bzw. auch negative Effekte auf die Klauengesundheit haben können (Shearer u. Van Amstel 2007, Kremer et al. 2007, Telezhenko et al. 2007, 2017, Führer et al. 2019). Als Laufflächen kommen planbefestigter Beton, Beton-Spaltenböden, planverlegte Gummimatten bzw. Spaltenböden mit entsprechenden Gummimattenaufgaben (gummierter Spaltenboden) sowie GA-Böden mit herkömmlichem Kantkorn- bzw. seltener mit Rundkorngranulat sowie Tiefstreu oder Kompost in Frage (Telezhenko et al. 2007, 2008, 2009, Platz et al. 2008, Bergsten et al. 2015, Burgstaller et al. 2016). Gegenüber den harten, planbefestigten Beton- und Spaltenböden verbessern Gummimatten im Laufbereich prinzipiell den Kuhkomfort, da Kühe lieber auf „weichem“ Boden gehen bzw. liegen (Kremer et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2007, Telezhenko et al. 2007, DeVries et al. 2015). Jedoch kann der Vorteil der größeren Rutschfestigkeit von Gummimatten gegenüber einem Betonboden auch verloren gehen, wenn die Gummimatten-Laufflächen nass bzw. mit Kot und Harn verschmutzt sind.

Daneben führen Laufflächen mit zu starkem Abrieb, wie frische Betonböden (ca. in den ersten 6 Monaten nach Einbau) oder GA-Böden mit Kantkorn, zu einem übermäßigen bis exzessiven Hornabrieb, welcher zudem noch durch Nässe im Laufbereich weiter verstärkt wird, und dadurch rasch zur Entwicklung von "Dünnen Sohlen", Sohlenspitzeneschwüren bzw. Weiße-Linie-Abszessen an der Sohlenspitze führen kann (Van Amstel et al. 2004, Shearer u. Van Amstel 2007, Kofler 2017, Führer et al. 2019). Ein neuer Betonboden, der zudem sehr nass ist, weist um bis zu 83 % mehr Abrieb, auf als ein neuer, trockener Betonboden (McDaniel 1983). Die Entstehung von Sohlenspitzeneschwüren kann zudem bei Hitzestress in den Sommermonaten, wenn mittels Sprinkleranlagen eine Kühlung der Rinder stattfindet und damit auch ein nasser Boden resultiert, verstärkt werden (Shearer u. Van Amstel 2007).

Da bei der Fußung der Gliedmaßen auf harten Laufflächen der auftreffende Druck nicht durch stoßdämpfende Eigenschaften des Bodens teilweise abgefangen wird (Van der Tol et al. 2005, Franck et al. 2007, Fischer et al. 2021), wird er direkt auf die Lederhaut, die Klauenfettpölster sowie die Gelenke und Muskeln der Rinder weitergegeben. Dadurch und in Zusammenarbeit mit gleichzeitig vorliegenden klauenrehebedingten Veränderungen in der Klaue und zunehmender Laktationszahl (Absinken des Klauenbeines, Abbau der Klauenfettpölster, Entstehung von Knochenzubildungen am Beugeknorren ...) wird das Risiko für die Entstehung „druckbedingter“ KHE auf harten Bodenflächen verstärkt (Van der Tol et al. 2005, Bicalho et al. 2009, Machado et al. 2010, Foditsch et al. 2016). Dieses Risiko wird zudem noch weiter vergrößert, wenn die fachgerechte Klauenpflege, die ja in der Regel zu einer gleichmäßigen Druckverteilung auf beide Klauen, wenn auch nur für einen Zeitraum von wenigen Wochen beiträgt, nur „nach Bedarf“, nur einmal jährlich oder auch nur zweimal jährlich in der Herde erfolgt (Kofler 2019, 2021, Sadiq et al. 2020, Fischer et al. 2021).

Andererseits werden die Stehzeiten generell verlängert, egal ob auf harten oder auf anderen Bodenflächen, wenn die Liegeplätze von den Kühen wegen Qualitätsmängeln oder zu geringer Dimensionierung, falsch angebrachter Nackenrohre bzw. wegen zu geringer Zahl (Überbelegung), nicht ausreichend genutzt werden können. Auch diese Situation verstärkt wiederum den Druck auf die Klauen, hierbei v.a. wiederum auf die hinteren Außenklauen (Murray et al. 1996, Cook u. Nordlund 2009, Salfer et al. 2018, Oehm et al. 2019). Die Haltung von Rindern auf harten Böden verstärkt nicht nur den Druck auf die unter der Sohle liegende Lederhaut, sondern abhängig von den Dimensionen des Fressganges und der Laufgänge, kommt es auf harten und rauen Böden sowie bei Überbelegung und/oder infolge von Engstellen und Sackgassen auch vermehrt zu plötzlichen mechanischen Zug- und Druckbelastungen im Bereich der weißen Linie (am Übergang vom harten Tragrandhorn zum weicheren Sohlenhorn) mit der Folge von Zusammenhangstrennungen und der nachfolgenden Entwicklung schmerzhafter Weiße-Linie-Abszesse (Mülling et al. 1994, Shearer u. Van Amstel 2017). Zudem kann diese mechanische Belastung im Bereich der Weißen-Linie noch verstärkt werden durch klauenrehebedingte Veränderungen in der Klaue selbst (Nocek et al. 1997, Collis et al. 2004, Greenough 2007).

Eine raue Oberfläche auf frisch verlegtem planbefestigtem Betonboden verstärkt den Hornabrieb immens und zudem entwickelt sich an dessen Oberfläche eine dünne Kalziumhydroxid-Suspension, die stark alkalisch ist (pH von ca. 11 - 12). Dadurch wird eine Keratindegradation am Sohlenhorn verursacht, so dass der Hornabrieb noch weiter beschleunigt wird (Hahn et al. 1986), was dann rasch zu "Dünnen Sohlen" führen kann (Wells et al. 1993, Shearer u. Van Amstel 2009). Daher wurde für dieses Krankheitsbild auch der Begriff „New concrete disease“ (= „Neue-Betonboden-Krankheit“) (Shearer u. Van Amstel 2009, Sanders et al. 2009) geprägt. Zu rauer Betonboden kann durch Abschleifen

„verbessert“ werden (Wells et al. 1993, Shearer u. Van Amstel 2007). Allerdings wird mit den Jahren jeder Betonboden glatt und rutschig (Van der Tol et al. 2005), was wiederum das Risiko für das Ausrutschen der Rinder stark erhöht und damit auch die Gefahr für die Entstehung hochgradiger Lahmheiten infolge von Knochenfrakturen, Bänderrissen oder Hüftgelenkluxationen (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Daher ist es bei älteren Betonböden notwendig, die Friktion zu verbessern, indem sie mechanisch aufgeraut werden. Dabei wird das Fräsen von parallelen Rillen bzw. eines Rautenprofils empfohlen. Die Rillen sollten maximal 1,25 cm breit und tief sein und parallel zum Verlauf des Falten-schiebers verlaufen (Shearer u. Van Amstel 2007).

In den letzten Jahren wurden verstärkt inadäquate Betonböden durch Verlegung von Gummimatten verbessert. Aber auch Gummimatten können rutschig werden, wenn der Falten-schieber den Mist nicht sauber und plan abschiebt, so dass Kotreste oberflächlich zwar eintrocknen, darunter aber rutschig bleiben (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Wichtig bei der Verlegung von Gummimatten ist es, dass sie gut am darunterliegenden Betonboden fixiert werden, um eine Verlagerung bzw. ein Aufwerfen der Elementenden zu vermeiden (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Auf Gummimatten zeigten Kühe ein schnelleres Gangverhalten mit größerer Schrittlänge als auf Betonböden, aber auch auf trockenem Betonboden bewegten sich die Kühe schneller als auf Laufflächen, die mit Kot-Harngemisch bedeckt waren (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Kremer et al. 2007).

Kremer et al. (2007) untersuchten die Auswirkungen eines Betonspaltenbodens im Vergleich zu einem gummierten Spaltenboden auf die Klauengesundheit, die Lahmheitsprävalenz und die Bewegungsaktivität bei 49 Kühen anhand der kontinuierlich erfassten (Aktivitäts-)Daten eines automatischen Melksystems. Bei diesen Kühen erfolgte dreimal jährlich eine Klauenpflege, u.a. auch beim Trockenstellen. Bei den Kühen auf Gummiböden war das Nettohornwachstum signifikant größer ( $p < 0,001$ ) im Vergleich zu jenen auf Betonspalten, woraus abgeleitet werden muss, dass eine regelmäßige etwa dreimal jährliche Klauenpflege bei auf Gummiböden gehaltenen Kühen auf jeden Fall notwendig ist. Sohlenblutungen wurden häufiger (37 % vs. 30 %) an den Klauen von Kühen auf Betonspalten festgestellt. Dermatitis digitalis war häufiger bei Kühen auf den gummierten Spalten (23 % vs. 14 %) zu beobachten, wobei dafür möglicherweise das für die Reinigung des Gummibodens zweimal tägliche Berieseln und die dadurch erhöhte Feuchtigkeit ausschlaggebend waren. Die Lahmheitshäufigkeit (22 % vs. 26 %;  $p > 0,05$ ) zwischen den beiden Gruppen zeigte keine signifikanten Unterschiede. Die Kühe auf den gummierten Spaltenboden zeigten jedoch eine signifikant größere Bewegungsaktivität ( $p < 0,001$ ) im Vergleich zu jenen auf Betonspalten, was als Indiz für einen besseren Kuhkomfort gewertet werden kann (Kremer et al. 2007).

Platz et al. (2008) stellten fest, dass bei 50 Kühen auf Gummimatten eine deutlich größere Schrittlänge ( $70 \pm 1$  cm vs.  $58 \pm 1$  cm) und auch mehr Schritte pro Tag ( $5.611 \pm 495$  vs.  $4.226 \pm 450$ ) zu beobachten waren als bei der Kontrollgruppe auf Betonspaltenboden. Auch das Brunstverhalten der Kühe (Aufspringen) war auf Gummimatten im Vergleich zu Betonspalten signifikant ( $p < 0,01$ ) deutlicher ausgeprägt (112 vs. 23 Beobachtungen). Ausrutschen bzw. Zusammenbrechen der Kühe beim Aufspringen (bei der Brunst) war nur auf dem Betonspaltenboden zu beobachten (bei 19 von 23 „Aufspringvorgängen“), und auch das Belegen von Körperteilen während die Kühe auf 3 Beinen standen, war auf Gummimatten um bis zu viermal häufiger nachweisbar (511 vs. 105 Beobachtungen). Die Autoren schlussfolgern, dass auf Gummimatten aufgestallte Kühe signifikant häufiger ein artgerechtes Verhalten und mehr Bewegungsaktivität zeigen, als die Vergleichsgruppe auf Betonspalten (Platz et al. 2008).

Telezhenko et al. (2007) untersuchten in einer 280-Kuh-Herde anhand von Videoaufzeichnungen bei der Nachmittagsmelkung, ob die Kühe beim Stehen im Melkwartebereich

und in der Bewegung im Laufgang dorthin den Gummiboden (zwei unterschiedlich weiche Gummimatten) oder den planbefestigten Betonboden bzw. Spaltenboden bevorzugen. Ein signifikant größerer Anteil von Kühen wählte im Melkwartebereich die gummierten Böden ( $65,1 \% \pm 2,7 \%$  bzw.  $69,3 \% \pm 2,6 \%$ ) verglichen zur Kontrollgruppe mit dem Betonboden ( $50,9 \% \pm 3,9 \%$ ). Ebenso wählten signifikant mehr nicht-lahme Kühe einen der beiden gummierten Böden am Weg zum Melkwartebereich ( $64,5 \% \pm 5,4 \%$  bzw.  $68,2 \% \pm 5,1 \%$ ) im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $28,9 \% \pm 4,3 \%$ ). Bei lahmen Kühen konnte keine signifikant unterschiedliche Vorliebe für die Bodenart festgestellt werden, möglicherweise bedingt durch die Rangordnung der Tiere. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Mehrzahl der Kühe, wenn sie die Wahl haben, weiche Gummiböden bevorzugen (Telezhenko et al. 2007).

Telezhenko et al. (2008) untersuchten die Gewichts- und Druckverteilung auf defitierte Zonen der Klaue (Hartballen, Tragrand, Sohle) bei 127 Holstein-Kühen, die auf drei verschiedenen Laufflächen (Gummimatten, abrasiver Gussasphalt, wenig abrasiver Betonspaltenboden) aufgestellt waren. Mittels Kraftmessplatte wurden die vertikale Bodenreaktionskraft, die Größe der Kontaktfläche und der mittlere Kontaktdruck an den linken Hinterklauen an den drei Klauenzonen gemessen. Bei Klauen von Kühen auf Betonspaltenboden war die Gewichtsbelastung am Hartballen am größten ( $37,4 \% \pm 3,5 \%$  an Außenklaue und  $18,3 \% \pm 2,9 \%$  an Innenklaue), gefolgt vom Tragrand ( $20,0 \% \pm 2,6 \%$  an Außenklaue und  $13,4 \% \pm 2,4 \%$  an Innenklaue).

Die Gewichts- und Druckverteilung der Klauen von Kühen auf Gummimatten zeigte keine deutlichen Unterschiede an den drei Zonen, ausgenommen am Hartballen der Außenklaue, wo die Belastung größer war. Die Gewichtsbelastung der Sohle bei Kühen auf Gummimatten war deutlich geringer im Vergleich zu Kühen auf Betonspaltenböden ( $5,1 \% \pm 0,7 \%$  vs.  $12,7 \% \pm 1,1 \%$  an Außenklauen und  $1,1 \% \pm 0,5 \%$  vs.  $8,7 \% \pm 0,7 \%$  an Innenklauen). Bei Kühen auf GA-Boden fand die größte Gewichtsbelastung an der Sohle statt ( $36,2 \% \pm 2,9 \%$  an Außenklauen und  $22,2 \% \pm 1,8 \%$  an Innenklauen). Die größte Kontaktfläche an den Klauen wurde auf GA-Boden registriert, mit entsprechend geringerem Druck pro Flächeneinheit ( $39,8 \text{ N/cm}^2 \pm 2,3 \text{ N/cm}^2$ ), im Vergleich zu den Klauen von Kühen, die auf Betonspaltenboden ( $66,0 \text{ N/cm}^2 \pm 2,7 \text{ N/cm}^2$ ) bzw. auf Gummimatten ( $56,7 \text{ N/cm}^2 \pm 1,7 \text{ N/cm}^2$ ) aufgestellt waren. Es zeigte sich, dass auf Betonboden die stärkste Druckbelastung am Hartballen und am Tragrand stattfand. Hingegen hatte die Aufstallung auf stark abrasivem GA-Boden eine vergrößerte Kontaktfläche an den Klauen zur Folge, und daher einen verminderten Druck pro Flächeneinheit, aber dadurch auch eine verminderte Gewichtsbelastung am härtesten Teil der Klaue, dem Tragrand, wodurch letztlich das Risiko für die Entstehung von "Dünnen Sohlen" und ihren Folgeerkrankungen erhöht wurde (Telezhenko et al. 2008).

In einer weiteren Studie untersuchten Telezhenko et al. (2009) die Auswirkungen verschiedener Bodenarten (planverlegte Gummimatten, Gussasphalt mit bzw. ohne Gummimatten im Fressgang, alter Betonspaltenboden) auf die Klauenform, das Hornwachstum und den Hornabrieb bei 170 Holstein-Kühen. Alle Kühe wurden zu Laktationsbeginn auf der zugewiesenen Lauffläche für durchschnittlich 172 Tage aufgestellt, und waren zuvor klauengepflegt worden. Die Aufstallung auf GA-Boden führte bei diesen Kühen zu einer kürzeren Vorderwand und einem größeren Vorderwandwinkel. Das Nettowachstum des Horns (Wachstums- minus Abriebrate) pro Monat betrug an den hinteren Außenklauen  $2,54 \text{ mm} \pm 0,37 \text{ mm}$  auf Betonspaltenboden,  $-0,18 \text{ mm} \pm 0,37 \text{ mm}$  auf GA-Boden sowie  $1,16 \text{ mm} \pm 0,26 \text{ mm}$  auf GA-Boden mit Gummimatten im Fressgang bzw.  $2,46 \text{ mm} \pm 0,24 \text{ mm}$  auf Gummimatten. Allerdings konnte keine dieser getesteten Laufflächen die bestehenden Unterschiede (Klauenform, Trachtenhöhe, Wachstumsrate, Abriebrate) zwischen Außen- und Innenklauen ausgleichen (Telezhenko et al. 2009).

Telezhenko et al. (2017) untersuchten zudem die Rutschfestigkeit verschiedener Laufflächen wie glatter Betonboden, Betonboden mit geriffeltem Muster, Betonboden „handgestampft“, Gussasphaltboden, Gummimatten und abgenutzter Spaltenboden. Die Koeffizienten für Reibung und Rutschfestigkeit wurden auf sauberen sowie auf kotverschmutzten Böden bei 40 Kühen gemessen, welche in gerader Linie über die jeweiligen Bodenflächen im Schritt bewegt wurden. Als Referenzwerte wurden jene auf Spaltenböden verwendet. Die niedrigsten Reibungskoeffizienten mit 0,29 – 0,41 wurden auf Betonböden, mittlere Reibungskoeffizienten von 0,38 – 0,45 auf Gussasphalt und die höchsten Werte mit 0,49 – 0,57 auf Gummimatten festgestellt. Der stärkste Hornabrieb (g/10 m) fand auf GA-Boden statt (4,48 g/10 m), gefolgt von „handgestampften“ Betonboden (2,77 g/10 m) und den anderen Betonböden (1,26 – 1,60 g/10 m). Die niedrigsten Werte in Bezug auf den Rutschfestigkeitswert (trocken/feucht) wurde auf glattem Betonboden (79/35) und GA-Boden (65/47) festgestellt, v.a. wenn eine kotverschmierte Schicht darauf lag. Der sicherste Gang der Kühe im Schritt wurde auf Gummimatten beobachtet. Es konnten nur mittelmäßige bis schwache Korrelationen von  $r = 0,54 - 0,16$  zwischen den Gangbeurteilungen und den physikalischen Bodeneigenschaften berechnet werden, woraus die Autoren schlussfolgerten, dass keine der physikalischen Bodeneigenschaften alleine aussagekräftig genug ist, um die Rutschfestigkeit und die Reibung der getesteten Laufflächen ausreichend zu charakterisieren. Laufflächen mit elastischem Belag, auf welchem die Klauen etwas einsinken können, scheinen daher die beste Wirkung auf das Gehverhalten der Kühe zu zeigen (Telezhenko et al. 2017).

Vanegas et al. (2006) untersuchten die Auswirkungen von Gummiböden auf die Entwicklung von Klauenläsionen, Lahmheit und Hornwachstum bzw. Hornabrieb bei Kühen ab der zweiten Laktation. Zwei Gruppen von Kühen (je 84 bzw. 82) waren dazu in identischen Laufställen aufgestellt worden, mit dem einzigen Unterschied, dass ein Bereich mit Gummimatten ausgelegt war, wohingegen die Kühe der zweiten Gruppe auf planbefestigtem Betonboden gehalten wurden. Alle Kühe wurden dreimal pro Laktation auf das Vorliegen von Klauenläsionen an den Hinterklauen, auf Lahmheit sowie auf das Hornwachstum bzw. den Hornabrieb an der Klauenvorderwand kontrolliert. Zu Beginn der Studie zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der überprüften Kriterien sowie bei der Laktationsnummer, den mittleren Laktationstagen und dem BCS. Das Risiko für die Entwicklung von Klauenläsionen war zwischen den Gruppen nicht unterschiedlich, jedoch zeigten die Kühe in beiden Gruppen vermehrt Klauenläsionen an den Außenklauen. Kühe auf Betonboden zeigten ein höheres Risiko lahm zu werden und eine entsprechende Behandlung zu benötigen (OR: 1,73 vs. 1,0; OR = odds ratio = Chancenverhältnis) gegenüber jenen auf Gummimatten. Das Hornwachstum und der Hornabrieb bei Kühen auf Gummimatten war geringer im Vergleich zu jenen auf Betonboden. Aus diesen Ergebnissen schlussfolgern die Autoren, dass Laufflächen aus Gummimatten besser für die Klauengesundheit sind als Betonböden (Vanegas et al. 2006).

Bergsten et al. (2015) untersuchten die Auswirkungen von harten Betonspaltenböden bzw. mit Gummimatten ausgestatteten Spaltenböden bei trächtigen Kalbinnen bzw. Erstlingskühen auf die Größe der Klauen-Kontaktfläche, die Druckverteilung an den Klauen, das Auftreten von Klauen- und Gliedmaßenläsionen sowie von Lahmheit jeweils zu Beginn und am Ende der Stallhaltungsperiode. Die trächtigen Kalbinnen wurden zum Teil auf Tiefstreu ( $n = 70$ ) und zum Teil in Laufställen mit Tiefboxen ( $n = 68$ ) gehalten, in beiden Fällen war der Fressgang mit planbefestigten Betonboden ausgestattet. Die Prävalenz von Sohlenblutungen war bei den trächtigen Kalbinnen, die auf Tiefstreu aufgestellt waren, statistisch signifikant geringer (21% vs. 38%;  $p = 0,06$ ) als bei jenen in Laufställen mit Tiefboxen. Nach der Weideperiode wurden beide Gruppen neu aufgestellt: Gruppe 1 in einem Laufstall mit Betonspaltenboden und Tiefboxen und Gruppe 2 in einem

Laufstall mit gummierten Spaltenböden und Tiefboxen. Nach der Abkalbung zeigten die Erstlingskühe, die auf den harten Laufflächen aufgestallt waren, ein signifikant höheres Chancenverhältnis (odds ratio = OR) für Lahmheit (OR: 3,6;  $p < 0,01$ ), Sohlenblutungen/Sohlengeschwüre (OR: 2,2;  $p < 0,05$ ), Weiße-Linie-Blutungen (OR: 2,8;  $p < 0,01$ ) und haarlosen Stellen bzw. Dekubitalwunden (OR: 2,6;  $p < 0,02$ ) im Vergleich zu jenen auf den gummierten Spaltenböden. Bezogen auf Dermatitis digitalis (Mortellaro) bestanden zwischen den Kühen beider Gruppen keine statistischen Unterschiede (OR: 1,06;  $p = 0,89$ ). Zusammengefasst zeigten Erstlingskühe aufgestallt auf gummierten Spaltenböden deutlich niedrigere Prävalenzen an Lahmheit, Klauenläsionen und Druckstellen an proximalen Gliedmaßenregionen im Vergleich zu Kühen auf Betonspaltenböden (Bergsten et al. 2015).

Haufe et al. (2014) untersuchten den Einfluss des Stallbodens und des Weideganges auf die Klauendimensionen und die Klauenform von Milchkühen in 36 Boxenlaufställen, von denen im Laufbereich bei je 12 Betrieben Gussasphalt, Betonspalten oder planbefestigte Gummimatten verlegt waren. Bei jeder Bodenart hatten die Kühe bei der Hälfte der Betriebe im Sommer 4 Stunden (Median) täglich Weidegang. Auf jedem Betrieb wurden zu drei Zeitpunkten in einem Abstand von rund sechs Monaten Daten von 10 Kühen erhoben. Das Klauenwachstum war auf Gummiböden am stärksten und auf Gussasphalt am schwächsten ausgeprägt. Unabhängig von der Bodenart waren die Klauenwinkel am Ende der Winterperiode größer und am Ende der Sommerperiode kleiner. Die Bodenart hatte auch einen Einfluss auf das Auftreten von flachen, konkaven und überwachsenen Klauen.

So betrug die odds ratio (OR) für flache Klauen im Winter/Sommer auf Gummiböden OR 1/1,5, auf GA-Böden jedoch OR 13,1/17,5 und auf Spaltenböden OR 0,5/0,4. Insgesamt erwies sich aber keine der Bodenarten als deutlich vorteilhaft, und der Weidegang (Median 4 Stunden täglich) hatte nur geringe Auswirkungen auf die Klauendimensionen und die Klauenform (Haufe et al. 2014). Leider wurden in dieser Studie weder die Prävalenz von Lahmheiten noch die Art und die Prävalenzen von Klauenläsionen erhoben.

In einer österreichischen Studie wurde die Klauengesundheit und Lahmheitsprävalenz von Kühen in fünf Milchviehherden, die in Kompostlaufflächen ( $n = 201$  Kühe) gehalten wurden mit den Kühen ( $n = 297$ ) von fünf Milchviehherden, die in Laufställen auf planbefestigten Beton- bzw. auf Betonspaltenböden mit Tiefboxen und Stroh-Mistmatratze gehalten wurden, verglichen (Burgstaller et al. 2016). Diese 10 Betriebe wiesen eine ähnliche Kuhzahl, Milchleistung und Laufflächenbeschaffenheit auf, die Klauenpflege erfolgte in Intervallen von sechs Monaten (Burgstaller et al. 2016). Die mittlere Lahmheitsprävalenz der beiden Gruppen war nicht signifikant unterschiedlich, sie betrug bei den Kühen in den Kompostlaufställen 18,7 % ( $\pm 11,8$  %; range 0 – 37,5 %) und 14,9 % ( $\pm 13,4$  %, range 0 – 39,8 %) bei den Kühen in herkömmlichen Laufställen. Mittels statistischer Modelle (CLMM) konnten signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) bei den Prävalenzen einzelner Klauenläsionen wie Weiße-Linie-Defekte (20,4 % vs. 46,6 %), Ballenhornfäule (26,9 % vs. 59,9%), konkave Vorderwand als Resultat einer chronischen Klauenrehe (6,5 % vs. 15,9 %) und Limax (0,2 % vs. 3,1 %) zwischen den Kühen im Kompostlaufstall und Kühen auf harten Betonlaufflächen berechnet werden. Diese Resultate zeigen, dass Kühe in Kompostlaufställen aufgrund des weichen Bodens bei einigen Klauenläsionen wesentlich besser abschneiden als die Kontrollgruppe, aber bei Betrachtung der Lahmheitsprävalenz, welche letztlich der wichtigste Parameter für das Kuhwohl ist, ähnlich gut abschneiden. Daraus lässt sich ableiten, dass auch in Laufställen mit harten Laufflächen bei Umsetzung wichtiger Vorsorgeaspekte eine gute Klauengesundheit erzielbar ist (Burgstaller et al. 2016).

Ähnliche Schlussfolgerungen lassen sich aus einer jüngst durchgeführten Auswertung von validierten Klauenpflagedaten von 512 österreichischen Milchviehbetrieben im

Rahmen des Klauen-Kuh-Wohl-Projektes ableiten: Gut geführte Betriebe (TOP 10 %) in Österreich schaffen es sehr wohl, eine gute Klauengesundheit aufrecht zu erhalten mit  $\leq 5$  % lahmen Rindern bzw.  $\leq 6,3$  % Alarmbefunden pro Herde, wie ein Benchmarking bei über 8.000 Kühen aus 512 Herden im Kontrolljahr 2020 zeigte (Egger-Danner et al. 2021). Dabei waren diese TOP 10 % Betriebe mit sehr unterschiedlichen Laufflächen sowie auch Anbindehaltung ausgestattet.

## Diskussion

Zahlreiche dieser genannten Studien beschreiben die Auswirkungen verschiedener Bodenarten auf die Klauenform, die Größe der Kontaktfläche, den Druck pro Flächeneinheit, den Vorderwandwinkel, die Horn-Nettozuwachsrate, die Schrittlänge und die Bewegungsaktivität (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Kremer et al. 2007, Platz et al. 2008, Telezhenko et al. 2008, 2009, 2017, Haufe et al. 2014). Diese Parameter sind allesamt sehr interessant und können letztlich auch schmerzhaftes Klauenläsionen zur Folge haben, geben aber per se nicht zwingend tierwohlrelevante Aspekte wieder, weil Veränderungen bei diesen genannten Parametern nicht unmittelbar mit Schmerzen, d.h. mit Lahmheit verbunden sind (Whay et al. 1997, Whay u. Shearer 2017). Daher ist die Aussagekraft jener Studien durchaus höher zu bewerten, bei denen die Auswirkungen verschiedener Bodenarten bei möglichst gleichbleibenden sonstigen Aufstellungs- und Managementbedingungen auf die Prävalenz von Lahmheiten und diversen Klauenläsionen bei Milchkühen untersucht wurden (Vanegas et al. 2006, Kremer et al. 2007, Bergsten et al. 2015, Burgstaller et al. 2016). Eine „gute Klauengesundheit“ liegt nach Modifizierung der WHO-Definition für Gesundheit dann vor, wenn die Klauen frei von schmerzhaften, lahmeitsverursachenden Läsionen („Zustand des körperlichen Wohlergehens“, „Freisein von Krankheit“) sind (Kofler 2021). Diese Definition kann jedoch gleichzeitig auch so interpretiert werden, dass „gute Klauengesundheit“ nicht zwangsläufig bedeutet, dass die Klaue völlig frei von nicht-schmerzhaften Läsionen oder Formveränderungen sein muss (Kofler 2021).

Nach dem ICAR-Klauengesundheitsatlas unterscheidet man 21 Befunde/Klauenläsionen, welche im Rahmen der Klauenpflege dokumentiert werden können (Egger-Danner et al. 2015). Grundsätzlich sind für die Entwicklung von KHE immer übermäßige chronische Druckwirkungen (von außen u./o. von innen) verantwortlich, daher werden sie auch als druckbedingte Klauenerkrankungen bezeichnet (Greenough et al. 1997, Machado et al. 2010, Foditsch et al. 2016). Vermehrter Druck von außen auf die Sohle bzw. den Tragrand ist eher bei harten Bodenflächen zu erwarten (Kremer et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Telezhenko et al. 2007, 2008, 2009, 2017) und in geringerem Ausmaß auf Gummimatten (Vanegas et al. 2006, Bergsten et al. 2015, Telezhenko et al. 2017) oder bei Haltung in Kompostlaufställen (Burgstaller et al. 2016). Infektiöse Klauenleiden wie Dermatitis digitalis (Mortellaro) und Zwischenklauenphlegmone stellen Faktoren-erkrankungen mit infektiöser Komponente dar, wofür v.a. große Hygienemängel und (Hitze-)Stressfaktoren (Schwächung der Immunabwehr) verantwortlich sind (Refaai et al. 2013, Endres 2017, Kofler 2020a). Die dafür spezifischen, anaeroben Bakterien benötigen für das Angehen der Infektion eine durch Hygienemängel vorgeschädigte Haut. Solch oberflächliche, kleine Hautschäden am Weichballen können aber fallweise auch durch zu raue Bodenoberflächen oder scharfe Kanten im Laufbereich bedingt sein (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Refaai et al. 2013, Kofler 2020a,b). So konnten Bergsten et al. (2015) bei Erstlingskühen, die ja besonders anfällig für die Mortellaro-Infektion sind (Refaai et al. 2013, Kofler 2020a) keine statistisch signifikanten Unterschiede (OR: 1,06;  $p = 0,89$ ) hinsichtlich der Prävalenz von Mortellaro-Krankheit zwischen den Kühen, die auf den gummierten Spaltenböden und Kühen, die auf Betonspaltenböden gehalten wurden, feststellen.

Für den Untersucher ist es wichtig zu unterscheiden, ob die vorliegende Klauenläsion für das Rind grundsätzlich mit Schmerzen und damit mit Lahmheit einhergeht oder nicht (Whay u. Shearer 2017). Mit Lahmheit bzw. Schmerzen assoziierte Klauenläsionen werden als Alarm-Erkrankungen bezeichnet (Kofler 2021, Egger-Danner et al. 2021), so dass daher im Sinne des Tierwohls eine sofortige, fachgerechte und konsequente Behandlung vorgenommen werden sollte. Dazu zählen alle Geschwüre, der weiße-Linie-Abszess, die Sohlenspitzennekrose, das akute (M2) Mortellaro (DD)-Stadium, alle Mortellaro-assoziierten KHE, die Zwischenklauen-Phlegmone sowie mittel- und hochgradige Schwellungen des Ballens/Kronsaums (Kofler 2021). Im Gegensatz zu den Alarm-Erkrankungen gehen andere Klauenläsionen wie Ballenhornfäule, Sohlenblutung, Doppelsohle, oberflächlicher Weiße-Linie-Defekt, "Dünne Sohle", konkave Vorderwand, Hornspalt, Limax sowie chronische (M4- und M4.1) Stadien und das Mortellaro-Frühs stadium (M1) nur selten oder nicht mit Schmerzhaftigkeit einher (Kofler 2021), und sind bei verschiedenen Bodenarten in unterschiedlicher Häufigkeit zu finden (Collis et al. 2004, Bergsten et al. 2015, Shearer u. Van Amstel 2017, Führer et al. 2019). Aus einer Sohlenblutung, Doppelsohle, einem Weiße-Linie-Defekt und einer "Dünnen Sohle" können sich allerdings bei längerem Einwirken des Druckes sehr wohl Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Abszesse entwickeln (Kofler 2017, Shearer u. Van Amstel 2017).

Vor allem das Krankheitsbild der „Dünne Sohle“ bei Milchkühen ist assoziiert mit der Haltung der Rinder ausschließlich auf abrasivem GA-Böden (Schneider 2006, Führer et al. 2019) bzw. auf frisch verlegten bzw. frisch (und zu scharf) aufgerauten Betonböden (McDaniel 1983, Franck et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2009, Kofler 2017). GA-Böden weisen bekanntermaßen eine stark abrasive Oberflächenstruktur auf und der Abrieb wird durch Nässe noch verstärkt (Schneider 2006, Steiner et al. 2008a), so dass dadurch eine deutlich geringere Nettozuwachsrate des Klauenhorns und höhere Lahmheitsprävalenzen resultieren (Telezhenko et al. 2009, Führer et al. 2019). Bei Kühen, die auf GA-Böden gehalten werden, ist v.a. während der Brunst das Risiko für das Auftreten von "Dünne Sohlen" und ihren schmerzhaften Folgeerkrankungen deutlich erhöht, da wegen der erhöhten Bewegungsaktivität der Hornabrieb noch verstärkt wird. Dies gilt genauso bei Überbelegung bzw. bei Vorliegen von Sackgassen oder Engstellen in den Laufgängen bzw. bei sehr langen Wegen zum Melkstand bzw. die Weide (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Hund et al. 2019). Aus den Ergebnissen der Studie von Führer et al. (2019) sowie auch aus den Erkenntnissen der Studie von Shearer u. Van Amstel (2009) lässt sich ableiten, dass bei Neubau von Stallungen für Milchrinder mit GA-Boden als Lauffläche zumindest Teile derselben (z.B. der Fressgang und Melkwartebereich) mit Gummimatten ausgestattet werden sollten oder man generell nur rundkörniges Granulat verwendet. Zur Verbesserung der Dünne-Sohle-Problematik in bereits bestehenden GA-Böden können nachträglich mit vertretbarem Aufwand Gummimatten im Fressgang und Melkwartebereich verlegt werden (Kofler 2015). Der positive Effekt dieser Maßnahme wurde durch eigene Erfahrungen bestätigt, zwei der vier Betriebe aus der Studie von Führer et al. (2019) haben auf unsere Empfehlungen hin Gummimatten im Fressgang und im Melkwartebereich verlegt. Auch Shearer und Van Amstel (2009) berichteten, dass die Verlegung von Gummimatten im Melkwartebereich die Häufigkeitsrate von Kühen mit "Dünne Sohle" in einer Herde von 32 % auf 4 % innerhalb eines Jahres reduzierte.

Das Vorkommen von Klauenläsionen in einer Herde ist nur äußerst selten auf einen einzelnen Risikofaktor zurückzuführen, vielmehr liegt den Klauenläsionen bei Milchkühen eine multifaktorielle Genese (Abbildung 1) zugrunde (Salfer et al. 2018, Oehme et al. 2019, Kofler 2021). Die Beschaffenheit der Laufflächen ist dabei nur einer von vielen Aspekten, der aber besonders dann schlagend wird, wenn die an die jeweiligen Bodenarten gestellten Erfordernisse (ÖKL 2011, ÖKL 2015, Endres 2017) aufgrund von Oberflächenschäden, zu starkem Abrieb bzw. zu glatter Oberfläche nicht mehr vorliegen

(Schneider 2006, Cook u. Nordlund 2009, Sanders et al. 2009). Daher müssen bei der Suche nach den ursächlichen Risikofaktoren für eine schlechte Klauengesundheit in Problembetrieben alle relevanten Einflussfaktoren bewertet werden, nur die Fokussierung auf einen einzelnen Risikofaktor wie z.B. auf die Bodenart greift in den allermeisten Betrieben viel zu kurz. Studien haben gezeigt, dass relativ unabhängig von der Bodenart, natürlich unter der Voraussetzung, dass die jeweiligen Laufflächen die an sie gestellten technischen/physikalischen Anforderungen auch erfüllen (ÖKL 2011, ÖKL 2015), eine gute Klauengesundheit erzielt werden kann (Gundelach et al. 2013, Burgstaller et al. 2016, Egger-Danner et al. 2021). Eine gute Klauengesundheit ist auch sehr stark von der Qualität und Dimension der Liegeflächen, der großzügigen Dimensionierung der Laufflächen und vielen Managementfaktoren wie Intervall und Qualität der Klauenpflege, Vermeidung einer Überbelegung, aktive Kontrolle auf Lahmheit im 2-Wochen-Intervall, Lahmheitskontrolle und Durchführung einer fachgerechten Klauenpflege bei Trockenstehern und bei Kühen um den 40. – 60. Laktationstag, leistungs- und wiederkäuergerechte Fütterung u.v.a.m. abhängig (Kleen et al. 2013, DeVries et al. 2015, Endres 2017, Salfer et al. 2018, Oehme et al. 2019, Christen et al. 2020, Kofler 2021). Zudem haben Studien gezeigt (Main et al. 2010, Klindworth et al. 2018), dass die Prävalenz an Lahmheiten in Milchviehherden signifikant negativ korreliert ist mit guter Ausbildung, hohem Fachwissen und fachgerechter Behandlung durch die betreuenden Personen.

## Literatur

BERGSTEN, C., TELEZHENKO, E., VENTORP, M., (2015): Influence of soft or hard floors before and after first calving on dairy heifer locomotion, claw and leg health. *Animals* 5, 662-686.

BICALHO, R.C., MACHADO, V.S., CAIXETA, L.S., (2009): Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J Dairy Sci* 92, 3175-3184.

BIEMANS, F., DE JONG, M.C.M., BIJMA, P., (2019): Genetic parameters and genomic breeding values for digital dermatitis in Holstein Friesian dairy cattle: host susceptibility, infectivity and the basic reproduction ratio. *Genet Sel Evol* 51, 67; doi.org/10.1186/s12711-019-0505-3.

BURGSTALLER, J., RAITH, J., KUCHLING, S., MANDL V., HUND, A., KOFLER J., (2016): Claw health and lameness prevalence in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *Vet J* 216, 81-86.

CHRISTEN, A.-M., EGGER-DANNER, C., CAPION, N., CHARFEDDINE, N., COLE, J., CRAMER, G., DE JONG, G., FIEDLER, A., FJELDAAS, T., GENGLER, N., HASKELL, M., HERINGSTAD, B., HOLZHAUER, M., KOECK, A., KOFLER, J., MÜLLER, K., PRYCE, J., SOGSTAD, A.M., STOCK, F.K., THOMAS, G., VASSEUR, E., (2020): Lameness In Dairy Cattle. In: Section 7 - Bovine Functional Traits: Guidelines for health, female fertility, udder health, claw health traits, and lameness in bovine. p. 115-137; <https://www.lcar.Org/Guidelines/07-Bovine-Functional-Traits.pdf> (letzter Zugriff: 9.04.2021).

COLLIS, V.J., GREEN, L.E., BLOWEY, R.W., PACKINGTON, A.J., BONSER, R.H.C., (2004): Testing white line strength in the dairy cow. *J Dairy Sci* 87 (9), 2874-2880.

- COOK, N.B., NORDLUND, K.V., 2009: The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet J* 179 (3), 360-369.
- DE VRIES, M., BOKKERS, E., VAN REENEN, C., ENGEL, B., VAN SCHAIK, G., DIJKSTRA, T., DE BOER, I., (2015): Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Prev Vet Med* 118, 80-92.
- EGGER-DANNER, C., NIELSEN, P., FIEDLER, A., MÜLLER, K.E., 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, E., OAKES, E., BURGSTALLER, J., HERINGSTAD, B., ØDEGÅRD, C., KOFLER, J. (2015): ICAR Claw Health Atlas. [http://www.icar.org/Documents/ICAR\\_Claw\\_Health\\_Atlas.pdf](http://www.icar.org/Documents/ICAR_Claw_Health_Atlas.pdf) (letzter Zugriff: 9.04.2021).
- EGGER-DANNER, C., SUNTINGER, M., FIEDLER, A., KOFLER, J. (2021): Klauengesundheit und Tierwohl. In: Klauengesundheitsbroschüre. LFI Österreich (Hrsg.), 2021.
- ENDRES, M., (2017): The relationship of cow comfort and flooring to lameness disorders in dairy cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 33 (2), 227-233.
- FAYE, B., BARNOUIN, J., (1985): Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – l'indice de propreté. *Bull Tech, Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix*, 59, 61-67.
- FISCHER, D., GRUND, S., PESENHOFER, R., FRIEBEL, L., MÜLLING, C.K.W., (2021): Kurative Klauenpflege zur mechanischen Entlastung von Sohlengeschwüren –eine ex-vivo-Studie. *Tierärztl Prax G* 49 (2), 92-100; DOI 10.1055/a-1385-7822.
- FODITSCH, C., OIKONOMOU, G., MACHADO, V.S., BICALHO, M.L., GANDA, E.K., LIMA, S.F., ROSSI, R., RIBEIRO, B.L., KUSSLER, A., BICALHO, R.C., (2016): Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in upstate New York - model development for the prediction of claw horn disruption lesions. *PLoS One* 2016;11(1):e0146718.
- FRANCK, A., OPSOMER, G., DE KRUIF, A., DE BELIE, N., (2007): Frictional interactions between bovine claw and concrete floor. *Biosyst Engineer* 96, 565–580.
- FÜHRER, G., MAJOROŠ OSOVÁ, A., VOGL, C., KOFLER, J., (2019): Prevalence of thin soles in the hind limbs of dairy cows housed on fully-floored vs. partially-floored mastic asphalt areas in Austria. *Vet J* 254, 2019: 105409; <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105409>.
- GOMEZ, A., BERNARDONI, N., RIEMAN, J., DUSICK, A., HARTSHORN, R., READ, D.H., SOCHA, M.T., COOK, N.B., DÖPFER, D., (2014): A randomized trial to evaluate the effect of a trace mineral premix on the incidence of active digital dermatitis lesions in cattle. *J Dairy Sci* 97, 6211-6222.
- GREENOUGH, P.R. (2007): Bovine laminitis and lameness - a hands on approach. Saunders Elsevier, Philadelphia, 8-198.
- GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D., BROOM, D.M., ESSELMONT, R.J., GALINDO, F.A., (1997): Basic concepts of bovine lameness. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (eds.): Lameness in cattle. 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 3-13.

GUNDELACH, Y., SCHULZ, T., FELDMANN, M., HOEDEMAKER, M., (2013): Effects of increased vigilance for locomotion disorders on lameness and production in dairy cows. *Animals* 3, 951-961.

HAHN, M.V., MCDANIEL, B.T., WILK, J.C., (1986): Rates of hoof growth and wear in Holstein cattle. *J Dairy Sci* 69, 2148–56.

HAUFE, H.C., FRIEDLI, K., GYGAX, L., WECHSLER, B., (2014): Influence of floor surface and access to pasture on claw characteristics in dairy cows kept in cubicle housing systems. *Schweiz Arch Tierheilk* 156 (4), 171 – 177.

HUND, A., CHIOZZA LOGROÑO, J., OLLHOFF, R.D., KOFLER, J., (2019): Aspects of lameness in pasture based dairy systems. *Vet J* 244, 83–90.

JULI, R., MATIG, J., (2003): Gussasphalt als Stallboden – der Estrich für das Rindvieh. Sonderdruck A120: Stallböden mit Gussasphalt, 08/2003; <http://aba-bad-hersfeld.de/Images/Leistungsinfo/A120.pdf> (letzter Zugriff 9.04.2021).

KLEEN, J.L., UPGANG, L., REHAGE, J., (2013): Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Vet. Scand.* 2013, 55:48; <http://www.acta-vetscand.com/content/55/1/48>.

KLINDWORTH, H.-P., SCHRANNER, A., ULLRICH, A., KASKE, M., (2018): Prävalenz lahmer Kühe in niedersächsischen Milchviehbetrieben – Untersuchungen im Rahmen des Niedersächsischen Tierschutzplans. *Berlin Münch Tierärztl Wochenschr* 131 (11/12), 465-472.

KOFLER, J., (2013): Computerised claw trimming database programs – the basis for monitoring hoof health in dairy herds. *Vet J* 198, 358–361.

KOFLER, J., (2015): Dünne Sohlen als Lahmheitsursache beim Rind – Ätiologie, Komplikationen und Maßnahmen. *Klauentierpraxis* 23, 5-13.

KOFLER, J., (2017): Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle (including non-healing toe lesions). *Vet Clin Food Anim* 33 (2), 301–328.

KOFLER, J., (2019): Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: LITZKE, L-F., RAU, B. (Hrsg.): *Der Huf*. 7. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart, S. 366-399.

KOFLER, J., (2020)a: Die Mortellaro-Krankheit im Griff – dank systematischer Prophylaxe und Therapie. *Klauentierpraxis* 28 (3), 89-97.

KOFLER, J., (2020)b: Das „Neue“ Gesicht der Mortellaro-Krankheit - Rinder leiden bis zu 12 Monate und länger an DD-assoziierten Klauenhornläsionen. *Klauentierpraxis* 28 (4), 145-157.

KOFLER, J., (2021): Klauengesundheit im Griff –mit System und Konsequenz. *News4Vets* 10 (1), 56-65.

KREMER, P.V., NÜSKE, S., SCHOLZ, A.M., FÖRSTER, M., (2007): Comparison of Claw Health and Milk Yield in Dairy Cows on Elastic or Concrete Flooring. *J Dairy Sci* 90, 4603–4611.

MACHADO, V.S., CAIXETA, L.S., McART, J.A.A., BICALHO, R.C., (2010): The effect of claw horn disruption lesions 765 and body condition score at dry-off on survivability,

reproductive performance, and milk production in 766 the subsequent lactation. *J Dairy Sci* 93, 4071–4078.

MAIN, D.C.J., BARKER, Z.E., LEACH, K.A., BELL, N.J., WHAY, H.R., BROWNE, W.J., (2010): Sampling strategies for monitoring lameness in dairy cattle. *J Dairy Sci* 93, 1970–1978.

McDANIEL, B.T., (1983): Management and housing factors affecting feet and leg soundness in dairy cattle. *Proceedings Am Assoc Bov Pract* 14, 41-49.

MÜLLING, C.K.W., BRAGULLA, H., BUDRAS, K.-D., REESE, S., (1994): Structural factors influencing the horn quality and predilection sites for diseases at the bottom surface of the bovine hoof. *Schweiz Arch Tierheilkd* 136 (2), 49-57.

MURRAY, R.D., DOWNHAM, D.Y., CLARKSON, M.J., FAULL, W.B., HUGHES, J.W., MANSON, F.J., MERRITT, J.B., RUSSELL, W.B., SUTHERST, J.E., WARD, W.R., (1996): Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *Vet Rec* 138, 586–591.

NOCEK, J.E., (1997): Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J Dairy Sci* 80, 1005-1028.

OEHM, A. W., KNUBBEN-SCHWEIZER, G., RIEGER, A., STOLL, A., HARTNACK, S., (2019): A systematic review and meta-analyses of risk factors associated with lameness in dairy cows. *BMC Vet Res* 15, 346, DOI: 10.1186/s12917-019-2095-2.

ÖKL MERKBLATT 90, (2011): Österreichisches Kuratorium für Landtechnik; 2011. Baustoffe in der Landwirtschaft - Asphalt. Grundlagen und Anwendung. 1. Auflage.

ÖKL-MERKBLATT 49a, (2015): Stallfußböden für Rinder, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik; 2015. Stallfußböden für Rinder. 4. Auflage.

PLATZ, S., AHRENS, F., BENDEL, J., MEYER, H.H.D., ERHARD, M.H., (2008): What happens with cow behavior when replacing concrete slatted floor by rubber coating: a case study. *J Dairy Sci* 91 (3), 999-1004.

REFAAI, W., VAN AERT, M., ABDEL-AAL, 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.

SADIQ, M.B., RAMANOON, S.Z., MANSOR, R., SYED-HUSSAIN, S.S., SHAIK MOSSADEQ, W.M., (2020): Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals (Basel)* 10 (9), 1515. doi: 10.3390/ani10091515.

SALFER, J.A., SIEWERT, J.M., ENDRES, M.I., (2018): Housing, management characteristics, and factors associated with lameness, hock lesion, and hygiene of lactating dairy cattle on Upper Midwest United States dairy farms using automatic milking systems. *J Dairy Sci* 101 (9), 8586-8594.

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 (7), 3165-3174.

SCHNEIDER, J.H., (2006): Gussasphalt: Immer mehr Probleme. *Top Agrar* 2/2006, R28-R30.

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, pp. 148-159; <http://www.wdmc.org/2007/shearer.pdf>; letzter Zugriff: 9.04.2021.

SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., (2009): Toe lesions in dairy cattle. Proceedings of 46th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, USA, 2009; p. 47-55; [https://www.researchgate.net/publication/266500226\\_Toe\\_Lesions\\_in\\_Dairy\\_Cattle](https://www.researchgate.net/publication/266500226_Toe_Lesions_in_Dairy_Cattle); letzter Zugriff: 9.04.2021.

SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., (2017): Pathogenesis and treatment of sole ulcers and white line disease. *Vet Clin Food Anim* 33, 283–300.

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 (6), 1179–1187.

STEINER, B., MATIG, J., VAN CAENEGEM, L., AESCHLIMANN, H., ANDRES, K., DEPIERRAZ, J., SCHREYER, A., (2008)a: Ausführung von Bodenbelägen aus Gussasphalt für Rinderställe. [http://www.pavidensa.ch/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/f\\_Merkblatt\\_Rinderstaele\\_Web.pdf](http://www.pavidensa.ch/fileadmin/_migrated/content_uploads/f_Merkblatt_Rinderstaele_Web.pdf); letzter Zugriff: 9.04.2021.

STEINER, B., VAN CAENEGEM, L., SCHELLENBERG, K., (2008)b: Durability of mastic asphalt floors in cattle housing. *AGRARForschung* 15, 536–541.

TELEZHENKO, E., LIDFORS, L., BERGSTEN, C., (2007): Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *J Dairy Sci* 90, 3716–3724.

TELEZHENKO, E., BERGSTEN, C., MAGNUSSON, M., VENTORP, M., NILSSON, C., (2008): Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. *J Dairy Sci* 91 (5), 1874–1884.

TELEZHENKO, E., BERGSTEN, C., MAGNUSSON, M., NILSSON C., (2009): Effect of different flooring systems on claw conformation of dairy cows. *J Dairy Sci* 92 (6), 2625–2633.

TELEZHENKO, E., MAGNUSSON, M., BERGSTEN, C., (2017): Gait of dairy cows on floors with different slipperiness. *J Dairy Sci* 100 (8), 6494-6503.

VAN AMSTEL, S.R., SHEARER, J.K., PALIN, F.L., (2004): Moisture content, thickness, and lesions of sole horn associated with thin soles in dairy cattle. *J Dairy Sci* 87 (3), 757–763.

VAN DER TOL, P.P.J., METZ, J.H.M., NOORDHUIZEN-STASSEN, E.N., BACK, W., BRAAM, C.R., WEIJS, W.A., (2005): Frictional forces required for unrestrained locomotion in dairy cattle. *J Dairy Sci* 88, 615-624.

VANEGAS, J., OVERTON, M., BERRY, S.L., SISCHO W.M., (2006): Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in free-stall barns. *J. Dairy Sci* 89, 4251–4258.

WHAY, H.R., WATERMAN, A.E., WEBSTER, A.J.F., (1997): Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. *Vet J* 154, 155-161.

WHAY, H.R., SHEARER, J.K., (2017): The impact of lameness on welfare of the dairy cow. *Vet Clin Food Anim* 33, 153–164.

WELLS, S.J., TRENT, A.M., MARSH, W.E., ROBINSON. R.A., (1993): Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds. J Am Vet Med Assoc 202 (1), 78-82.

Gendererklärung: Generell wurde in diesem Tagungsband die in der deutschen Sprache übliche, männliche Anrede gewählt. Diese Anrede für personenbezogene Bezeichnungen bezieht sich jeweils auf alle Geschlechter gleich. Keinesfalls soll dies eine Ablehnung des Gleichheitsgrundsatzes zum Ausdruck bringen.