

Beziehungen zwischen Haltungssystemen und Klauenerkrankungen bei Milchkühen

Christoph K.W. Mülling

Institut für Veterinär-Anatomie, Freie Universität Berlin

Einleitung

Klauenerkrankungen bei Milchkühen sind ein herausragendes tierschützerisches und wirtschaftliches Problem. In der Europäischen Union leiden ungefähr 5 von insgesamt 21.5 Millionen Milchkühen an Lahmheit. Die Ursachen für diese Lahmheiten sind zum ganz überwiegenden Teil Erkrankungen der Klauen. Eine Hauptursache für viele Klauenerkrankungen sind die direkten und indirekten Auswirkungen der intensiven Haltungssysteme mit harten Böden im Bereich der Laufflächen sowie unkomfortable Liegeboxen mit zu geringen Dimensionen und hartem Untergrund. Intensivhaltungssysteme sind zumeist eher an die betriebstechnischen Erfordernisse aus Sicht des Menschen als an die Komfortbedürfnisse der Rinder angepasst. Klauenerkrankungen werden daher zunehmend als Technopathien bezeichnet. Es ist also sinnvoll, sich die tatsächlichen Zusammenhänge zwischen Haltungssystemen und Klauenerkrankungen bei Milchkühen näher anzusehen. Das soll in diesem Beitrag geschehen. Als Grundlage dienen die Konstruktion, also die Anatomie der Klaue und ihre funktionellen Bedürfnisse.

An der Entstehung von Klauenerkrankungen wirken viele Ursachen mit, sie entstehen multifaktoriell (Abb. 1).

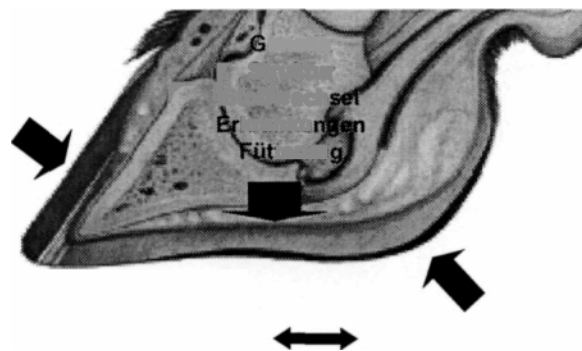


Abbildung 1: Klauenerkrankungen sind ein multifaktorielles Problem

Zu den wesentlichen ursächlichen Faktoren gehören zweifelsfrei die Haltungssysteme. Die Gestaltung und Ausführung der Liegebereiche und der Laufflächen sind als besonders kritische Faktoren anzusehen. Dementsprechend muss sich das Augenmerk bei der Verbesserung der Gliedmaßen- und Klauengesundheit einer Milchvieherde auf diese Bereiche lenken. Ohne Ver-



besserungen des Liegekomforts und der Laufflächenbeschaffenheit ist das Problem der Klauenerkrankungen nicht in den Griff zu bekommen.

Das Ziel der Verbesserungen ist klar: Die Kühe müssen schmerzfrei stehen und laufen können. Dann und nur dann können sie ihrem genetischen Potenzial entsprechende Leistungen erbringen. Insbesondere bei der Planung und Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen im Laufbereich müssen der Aufbau und die Funktion der Klaue zu Grunde gelegt werden. Sinnvolle Veränderungen ohne anatomische und biomechanische Kenntnisse der Klauen sind kaum möglich. Unter finanziellen Aspekten rechnen sich Verbesserungen in den meisten Fällen. So belaufen sich die direkten und indirekten Kosten eines einzigen Klauengeschwürs auf 300 - 600 Euro.

Konstruktion und Funktion der Klaue

Die Klaue besteht aus der sehr stark verhornten Haut im Bereich der Gliedmaßenspitze und den davon eingeschlossenen Strukturen, also den Knochen (Klauenbein und Strahlbein), Gelenken, Sehnen sowie Bindegewebe einschließlich Fett, Blutgefäße und Nerven. Die dicke Hornkapsel der Klaue wird von der Oberhaut produziert. Die inneren lebenden Zellen der Oberhaut vermehren sich durch Teilung und durchlaufen dann einen Entwicklungsprozess an dessen Ende sie absterben und zu stabilen Hornzellen werden. Die Hornzellen sind untereinander fest durch eine Kittsubstanz verbunden (Mülling und Budras 1998a). Somit erinnert die Architektur des Klauenhorns an eine Ziegelsteinmauer mit den Hornzellen als Steinen und dem Kitt zwischen den Zellen als Mörtel. Die Architektur des Klauenhorns bestimmt seine Qualität. Veränderte Umweltbedingungen verändern die Architektur und die Qualität des Klauenhorns (Mülling und Budras 1998b). So bewirkt zum Beispiel eine veränderte Härte der Laufflächen Veränderungen im mikroskopischen Aufbau des Klauenhorns. Harte Böden verändern die Feinstruktur nachteilig, die Qualität und die Widerstandsfähigkeit des Hornes sinken (Benz, 2002). Es besteht eine erhöhte Anfälligkeit für Klauenerkrankungen.

Unter der Oberhaut befindet sich die Lederhaut, die aus Bindegewebe besteht, in das stoßbrechende Fettpolster eingelagert sind. Die Lederhaut enthält ein dichtes Netz aus Blutgefäßen und Nerven und versorgt die Hörn produzierenden Zellen mit Nährstoffen und Sauerstoff. Diese Versorgung ist anfällig gegenüber zahlreichen Stoffwechseleinflüssen, aber auch sehr anfällig gegenüber mechanischen Einflüssen. Langes Stehen, z.B. infolge unkomfortabler Liegeboxen, oder andauernde Fortbewegung auf hartem Boden beeinträchtigen die Versorgung und damit die Hornproduktion negativ. Insbesondere örtliche Druckbelastungen führen zu Störungen der Durchblutung, der Versorgung und der Hornbildung. Stärkere Überbelastungen können direkt zur Zerstörung feinsten Lederhautgefäße und / oder sogar zum Absterben von Gewebe führen. Bluteinschlüsse im Klauenhorn ("haemorrhages") sind das sichtbare Zeichen dieser Prozesse im Inneren der Klaue.

Es bestehen also klare Zusammenhänge zwischen den Haltungssystemen und der Feinstruktur, der Hornproduktion sowie der Funktionsfähigkeit der Klaue.

Funktion der Klaue

Die wesentlichen Funktionen der Klaue sind der Schutz der Gliedmaßenspitze vor chemischen, mechanischen und mikrobiellen Einflüssen aus der Umwelt. Darüber hinaus übernimmt die Klaue als Ganzes biomechanische Aufgaben bei der Kraftübertragung vom Körper auf den Untergrund.

Schutz der umschlossenen Weichgewebe

Die verhornte Klauenkapsel verhindert den Kontakt von Chemikalien und Bakterien mit dem inneren lebenden Gewebe. Sie baut eine Schutzbarriere auf, die durch chemische, physikalische oder bakterielle Einwirkung geschwächt oder sogar zerstört werden kann. Im Zusammenhang mit Haltungssystemen spielt daher auch die Verbesserung der Hygiene durch entsprechende Gestaltung der Böden, Optimierung der Entmistung und gegebenenfalls Reinigung und Fußbäder eine große Rolle. Andauernde Einwirkung von Feuchtigkeit und erheblicher Verschmutzung muss verringert werden. Sonst werden Haut und Klauenhorn angegriffen, vorgeschädigt und so der Weg für schwere Folgeerkrankungen bereitet. Zu nennen sind hier die Dermatitis Digitalis (Mortellaro Erkrankung) und die Ballenhornfäule aber auch Erkrankungen der Weißen Linie („white line disease“). Bei fortschreitender Zersetzung des Klauenhornes können Infektionen und schmerzhafte Entzündungen der Lederhaut die Folge sein.

Biomechanische Aufgaben

Zweite wesentliche Aufgabe der Klaue als Ganzes ist die Kraftübertragung von der Gliedmaße auf den Untergrund und umgekehrt. Das Klauenbein am Ende des Skelettes der Gliedmaße befindet sich innerhalb der schützenden Klauenkapsel. Es ist im Bereich der Klauenwand über ein System aus kräftigen Kollagenfaserbündeln in der Klauenkapsel aufgehängt. Diese Aufhängungskonstruktion wird Klauenbeinträger genannt (Lischer et al. 2002; Westerfeld et al. 2000). Die einwirkende Druckkraft der Körpermasse wird vom Klauenbein über das Gewebe des Klauenbeinträgers in die Hornkapsel übertragen und von dieser am Tragrand dann auf den Boden. Die Stoßdämpfungskapazität ist jedoch begrenzt. Andauerndes Laufen und insbesondere auch Stehen auf harten Böden führt zu andauernder Überbeanspruchung des Klauenbeinträgers, zu Funktionsverlust und letztendlich zum Absinken des Klauenbeines. Eine steigende Druckbelastung des Gewebes unterhalb des Klauenbeines ist die Folge. Dieser Druck bewirkt Gewebeschädigung und Störungen der Hornproduktion.

Neben dem Aufhängeapparat im Wandbereich besitzt die Klaue im Ballenbereich ein System aus stoßbrechenden Fettpolstern (Räber et al. 2002), die das Klauenbein unterstützen. Zusammen mit



dem Klauenbeinträger wirken sie als effizienter Stoßdämpfer. Stoffwechselerkrankungen wie zum Beispiel eine Ketose und möglicherweise auch dauerhafte mechanische Überbeanspruchung auf harten Böden können diese Polster in ihrem Aufbau verändern (Räber et al. 2002). Es kommt zum Absinken des Klauenbeines und zur Druckbelastung der Weichgewebe im Sohlen- und Ballenbereich. Bluteinschlüsse im Hörn und Klauengeschwüre sind typische Folgeschäden (Lischer et al. 2002).

Wesentliche Schlussfolgerung aus dem Aufbau und der Biomechanik der Klaue: Die Rinderklaue ist nicht für die Fortbewegung und das Stehen auf hartem Böden konstruiert sondern für weichere Böden, in welche die Klaue wie auf Gras/Weideboden ein Stück weit einsinken kann.

Mechanische Aspekte in der Entstehung von Klauenerkrankungen

Die Klauen sind grundsätzlich für eine gleichmäßige Belastung der Außen- und Innenklaue konstruiert. Eine regelrechte Form des Klauenschuhes mit deutlich ausgebildetem Tragrand und einer Hohlkehlung im Bereich der Unterseite ist die Voraussetzung für die physiologische Funktion der Klaue, des Klauenbeinträgers und des Stoßdämpfungssystems. Auf harten Betonoder Asphaltböden kommt es zur Veränderungen des Klauenschuhes, die nachteilig für die Biomechanik sind und früher oder später zu Erkrankungen führen. Auf rauen, abrasiven Böden kommt es zu einem verstärkten Hornabrieb mit dünnen und planen Fußungsflächen. Auf harten glatten Böden regt der andauernde Druck auf das Klauengewebe die Hornproduktion an und es wird vermehrt Hörn in kürzerer Zeit gebildet. Es kommt zu einer Vergrößerung der Außenklauen an den Hintergliedmaßen, die zu einer ungleichen Gewichtsverteilung und Belastung der Klauen führt. Örtliche Quetschungen oder Zerquetschungen der Lederhaut und ihrer Gefäße sind die Folge. Je nach Grad, Dauer und Ausdehnung verursachen diese Veränderungen, die von Bluteinschlüssen im Hörn bis hin zu Klauengeschwüren reichen. Chronische Überbelastungen des Klauenbeines führen zu Reaktionen am Knochengewebe und die entstehenden Knochenzubildungen verursachen örtliche Schädigungen des Gewebes. Die Weiße Linie verbindet das harte Hörn der Klauenplatte mit dem deutlich weicheren Hörn der Sohle. Sie ist aufgrund ihres Aufbaues aus sehr weichem Hörn ein besonderer Schwachpunkt (Budras et al. 1996; Mülling et al 1994). Bei jeder Belastung der Klaue wird die Weiße Linie wie ein Scharnier belastet. Es entstehen Mikrorisse, die sich ausweiten und zu Zusammenangstrennungen führen, die fortschreitend in Richtung Lederhaut aufsteigen. Erreichen sie die Lederhaut, kommt es zu einer Infektion und Eiterbildung. Harte Böden insbesondere solche mit beschädigten Oberflächen und ältere teilweise kaputte Spaltenböden mit Absätzen und Kanten begünstigen Zusammenangstrennungen der Weißen Linie.

Veränderungen in existierenden Haltungssystemen zur Verbesserung der Klauengesundheit

Natürlich können wir nicht alle Ställe mit harten Beton- oder Gussasphaltböden abreißen und durch neuere mit mehr Kuhkomfort ersetzen. Andererseits müssen wir aus wirtschaftlichen und auch tierschützerischen Sachzwängen heraus in vielen Milchviehbetrieben unbedingt sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung der Klauengesundheit ergreifen. Welche Maßnahmen sind aus Sicht der der Klaue besonders geeignet, direkt und mit vertretbarem finanziellem Aufwand eine messbare Verbesserung der Klauengesundheit herbeizuführen?

Mit dem Blick auf den Aufbau und die Funktionen der Rinderklaue ist die Antwort nahe liegend: Verbesserung der Hygiene und insbesondere Verbesserung der Bodenbeschaffenheit auf den Lauf- und Liegeflächen sowie mehr Komfort in den Liegeboxen. Eine Maßnahme von herausragender Bedeutung besteht in einer grundlegenden Veränderung der Bodenbeschaffenheit mit dem Ziel, die physiologische Funktion der Klaue zu ermöglichen. Unter Praxisbedingungen und aus wirtschaftlichen Überlegungen bieten „weiche“ Gummimatten derzeit die besten Voraussetzungen, dieses Ziel zu erreichen (Benz 2002, Benz et al. 2002). Entscheidend ist, dass diese Matten unter Belastung durch die Klauen mehrere Millimeter nachgeben. Dies unterstützt den Stoßbrechungsmechanismus der Klauen und verhindert ein seitliches Wegrutschen, da der Tragrand in den Boden einsinkt und so guten Halt findet. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Klauenform und die Hornarchitektur innerhalb weniger Monate an den weicheren Boden anpassen (Benz et al. 2002). An der Klaue bildet sich ein definierter belastbarer Tragrand aus, der funktionell optimal mit dem Klauenbeinträger zusammenarbeitet. Des Weiteren bildet sich eine deutliche Hohlkehlung zum Zwischenklauenspalt hin aus. Somit werden die darüber befindlichen Teile des Klauenbeines nicht zu stark belastet. Druckstellen und Klauengeschwüre in diesem Bereich wird wirkungsvoll vorgebeugt. Die Kühe haben deutlich weniger Klauenprobleme und damit weniger Schmerzen. Höhere Trittsicherheit bietet darüber hinaus auch die Gewähr, dass Gelenkbelastungen und Verletzungen durch Ausrutschen reduziert werden.

Bei kritischer Betrachtung des Dargestellten ist jedoch hervorzuheben, dass eine alleinige Veränderung der Haltungssysteme nicht alle Probleme lösen wird, da Klauenerkrankungen wie eingangs dargelegt multifaktoriell entstehen (Abb. 1). Es müssen also möglichst viele Faktoren in die Problemanalyse und Verbesserung des Herdenmanagements einbezogen werden.

Schlussfolgerungen

Aufgrund ihrer Konstruktion und Funktionsweise ist die Klaue nicht für dauerhaften Aufenthalt auf harten Böden konstruiert. Erkenntnisse aus der Forschung zeigen, dass biomechanischen Faktoren in der Entstehung der wichtigsten Klauenerkrankungen eine große Rolle zukommt. Die Bodenbeschaffenheit hat Auswirkungen auf die Klauenform, die Hornproduktion und die Hornarchi-

tektur sowie die Biomechanik. Dies erklärt die Bedeutung des Bodens bei der Entstehung von Klauenerkrankungen. Mit Blick auf die positiven Auswirkungen weicher Böden auf die Klaue das enorme Potenzial für die Verbesserung der Klauengesundheit deutlich. Haltungssysteme mit weichen Lauf- und Liegeflächen reduzieren Klauenerkrankungen und damit Schmerzen und Stress für den Organismus. Das Leistungspotenzial der Milchkühe wird besser genutzt. Insgesamt führt dies zu einer wirtschaftlich erfolgreicherer und tierschutzgerechterer Milchviehhaltung.

Literatur

- Benz, B. (2002) Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegelaufboxenställen. Diss. Agr., Universität Hohenheim, Stuttgart, 2002.
- Benz B, Wandel H, Jungbluth T (2002) Yielding walking areas in loose house Systems. In: Shearer J (ed.), Proceedings of the 12th International Symposium on lameness in Ruminants, January 9-13, Orlando, 280-282.
- Budras K-D, Mülling Ch, Horowitz A (1996) The rate of keratinization of the wall segment of the cattle hoof and its relationship to width and structure of the zona alba (white line) with respect to claw disease. Am J Vet Res 57,444-555.
- Lischer CJ, Ossent P and others (2002) The suspensory structures and supporting tissues of the bovine third phalanx and their relevance in the development of sole ulcers at the typical site (=Rusterholz ulcers). The Veterinary Record: in press.
- Mülling, Ch. (1993) Struktur, Verhornung und Hornqualität in Ballen, Sohle und Weißer Linie der Rinderklaue und ihre Bedeutung für Klauenerkrankungen, Berlin, Freie Univ., Fachber. Veterinärmed., Dissertation.
- Mülling, Ch., H. Bragulla, K.-D. Budras u. S. Reese (1994): Strukturelle Faktoren mit Einfluß auf die Hornqualität und Prädilektionsstellen für Erkrankungen an der Fußungsfläche der Rinderklaue. Schw. Arch. Tierheilkd. 136, 49-57.
- Mülling, Ch., und K.-D. Budras (1998a): Der Interzellularkitt (Membrane Coating Material, MCM) in der Epidermis der Rinderklaue. Wien. Tierärztl. Mschr. 85, 216-223. Mülling Ch, Budras K-D (1998b) Influence of environmental factors on horn quality of the bovine hoof. In: Lischer CJ (ed.), Proceedings IOth International Symposium on Lameness in Ruminants, September 7-10, 1998, Lucerne, 214-215.
- Mülling, Ch. (1999): Die Klaue (Ungula). In: H. König u. H.-G. Liebich: Anatomie der Haus-säugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis; Bd. 2: Organe und Organsysteme. Stuttgart, Schattauer, 1999, S. 356-365.
- Mülling, Ch. (2002): Aufbau und Funktion der Rinderklaue. In: Top agrar Hrsg.: Klauenprobleme schneller lösen. Landwirtschaftsverlag, 2002.



Räber M, Scheeder MRL and others (2002) The influence of load and age on the fat content and the fatty acid profile of the bovine digital cushion. In: Shearer J (ed.), Proceedings of the 12th International Symposium on lameness in Ruminants, January 9-13, Orlando, 194. Westerfeld I, Mülling Ch, Budras K-D (2000) Suspensory apparatus of the distal phalanx (Ph III) in the bovine hoof. In: Mortellaro CM, de Vecchis L, Brizzi A (eds.), Proceedings of the 11th International Symposium on lameness in Ruminants, Parma Italy, 103-105.