

Rinder aktuell: Aufbau und Biomechanik der Rinderklaue

Der Joggingschuh der Kuh

Täglich lasten Hunderte Kilo Gewicht auf ihnen und in unzähligen Schritten wechselt jedes Mal die Belastung innerhalb von Sekunden von Null auf 100 %. Dennoch bringen die Klauen des Rindes das gesamte Körpergewicht mit nur wenigen Quadratzentimetern Aufstandfläche auf den Boden. Wie dies überhaupt möglich wird und was für eine gesunde Klauenfunktion wichtig ist, soll im Folgenden dargestellt werden.

Die Rinderklaue ist in ihrem Aufbau den Klauen der anderen Wiederkäuer sehr ähnlich, doch weist sie typische Anpassungen an weiche Wiesenböden auf, die seit Urzeiten den typischen Lebensraum des Niederungsrindes darstellen.

Knöcherner Kern

Grundlage der Kraftübertragung zwischen Boden und Tier ist natürlich das knöcherne Skelett des Rindes. An der Vorder- oder Hintergliedmaße sind die Knochen des Ober- und Unterarms (vorn) beziehungsweise -schenkels (hinten) über Gelenke mit den Mittelhand-(fuß)knochen verbunden. Beim Rind sind hier der dritte und vierte Mittelhandknochen verschmolzen und die übrigen stark zurückgebildet. Erst weiter abwärts folgen dann wie auch beim Menschen die drei Finger-/Zehenknochen. Diese Knochen nennt man von oben nach unten: Fesselbein, Kronbein und Klauenbein. Jeder dieser Knochen ist paarweise ausgebildet und mündet in je einer Klaue. Das Klauenbein ist als Einziger dieser drei Knochen vollständig vom Hornschuh der Klaue und dem zugehörigen Weichgewebe umgeben.

Mehrschichtiger Aufbau

Auch wenn die Ähnlichkeiten zum Menschen und anderen Säugetieren im Skelett noch sehr deutlich sind, unterscheidet sich die Klaue, also der Hornschuh mit den inneren Geweben ganz erheblich vom menschlichen Fuß, da der Mensch mit der ganzen Sohle auftritt, das Rind hingegen nur auf der Zehenspitze geht. Dies hat zur Folge, dass die Fußungsfläche beim Rind mit zirka 100 cm² je Bein und einem Körpergewicht jenseits



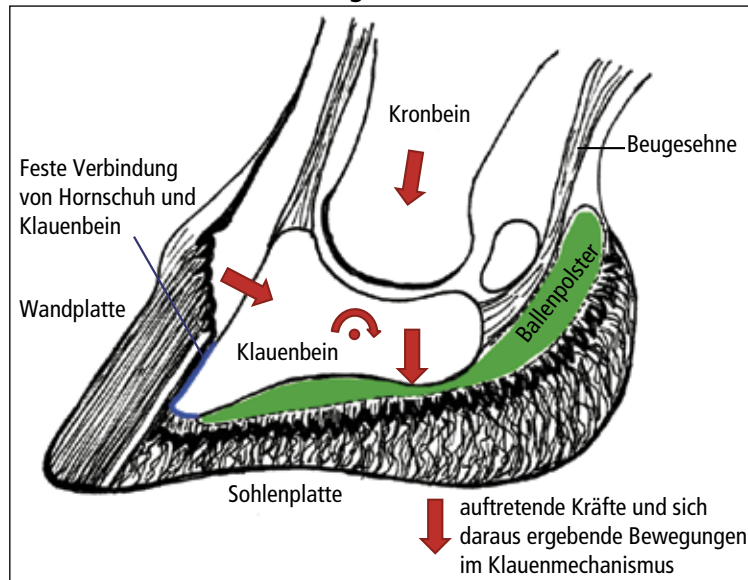
Unsere Milchkühe sind Nachfahren der Niederungsrinder, deren Bewegungsapparat ideal an weiche, nachgiebige Böden angepasst ist. Harte Böden führen auf Dauer zu Ungleichbelastungen, die durch häufige Klauenpflege ausgeglichen werden müssen.

der 600 kg deutlich höhere Kräfte aushalten muss als ein menschlicher Fuß mit rund 300 cm² und durchschnittlichen 80 kg Körpergewicht. Dies erfordert eine spezielle hängende Befestigung des Klauenbeins im Hornschuh in Verbindung mit einer sehr guten natürlichen Dämpfung. Der Hornschuh ist dabei nur die äußerste

Schicht und Teil der sogenannten Oberhaut. Darunter liegt in jedem Fall eine Lederhaut, die, wie in allen anderen Zonen der äußeren Haut, mit Blutgefäßen, Nerven und Lymphgefäßen durchzogen ist. Diese Schicht ist unter anderem für die Ernährung und Versorgung der hornbildenden Zellen der Oberhaut nötig, da diese selbst nicht durchblutet ist. Zugleich verfügt die Lederhaut über starke Bindegewebsfasern, die die Oberhaut mit der darunter folgenden Schicht verbinden und hohe Zugkräfte aus Längs- und Querrichtung aufnehmen können. Die nach anschließende Schicht ist in vielen Bereichen der Klaue die sogenannte Unterhaut, die zwischen der Lederhaut und dem Klauenbein liegt. Diese Schicht ist typischerweise in der Lage, größere Mengen Fett einzulagern, und sorgt auch am restlichen Körper für die Verschieblichkeit der Haut. Sie ist also insgesamt deutlich verformbarer als die Lederhaut. Im Bereich des Ballens, also im hinteren Teil der Klaue, ist die Unterhaut wie ein Gelpolster aufgebaut und verfügt dafür über speziell gekammerte Fettkissen. Auch im Bereich des oberen Hornschuhrandes, im Kronsaum, ist ein solches Unterhautpolster ausgebildet, das Druckkräfte sehr gut aufnehmen und verteilen kann.

Würde die Kuh jedoch mit voller Last auf die unteren Gelpolster treten, wären diese nach wenigen Schritten zerstört. Daher ist das Klauenbein im Bereich der vorderen Wand über die Fasern der Lederhaut direkt mit dem Hornschuh der Oberhaut verbunden und so an dessen vorderer Wandplatte aufgehängt. Eine Unterhaut gibt es in diesem Bereich nicht. Somit wird ein Großteil des Gewichtes des Rindes über diese Aufhängung abgefangen und in den Hornschuh abgeleitet.

Grafik 1: Schematischer Längsschnitt durch die Rinderklaue



Die Klaue besteht neben dem knöchernen Klauenbein unter anderem aus dem Hornschuh und der übrigen Oberhaut sowie den Schichten Leder- und Unterhaut und dem Sehnenapparat. Während die Unterhaut im Bereich des Ballens ein gelartiges Polster aus Fettgewebe bildet (grün), ist das Klauenbein im Wandbereich direkt über die Lederhaut im Hornschuh aufgehängt (blau). Infolge der Gewichtskräfte kommt es bei jedem Schritt zu einer leichten Drehung des Klauenbeins, bei der die Hinterkante Richtung Boden sinkt. Zeichnung: Dr. Julika Lamp

Zähelastischer Schuh

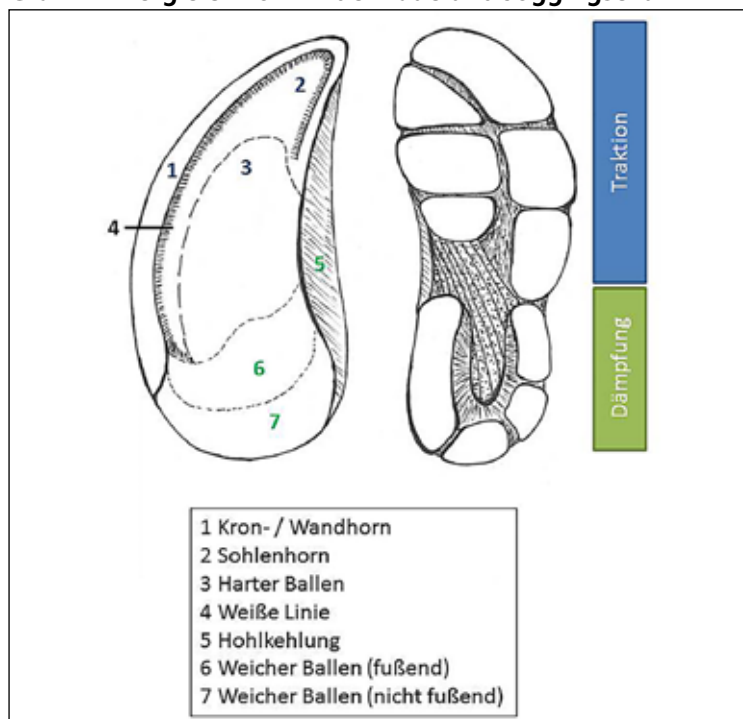
Der Hornschuh wird, wie auch die verhornte Haut am restlichen Körper, aus dem Körpereweiß Keratin gebildet. Dabei teilen sich in der untersten Schicht der Oberhaut die Hautzellen ständig und schieben so die darüberliegenden älteren Zellen weiter in Richtung Oberfläche. Je weiter sich die Zellen da-

bei von der Zone der Zellteilung entfernen, desto flacher werden sie. Zugleich bilden die Zellen den Hornkitt Keratin. Dieser verbindet die Hornzellen, wie der Mörtel die Steine einer Mauer verbindet. Später füllen die Zellen auch ihren inneren Hohlraum mit Keratin aus, sodass letztlich ihre Zellaktivität zum Stillstand kommt und sie absterben. Diese abgestorbenen und durch Keratinbildung verhornten Zellen stellen die große Masse des Hornschuhs dar.

Belastungszonen

Das Horn der Klaue unterliegt in verschiedenen Zonen ganz unterschiedlichen Belastungen, sodass bestimmte Bereiche hochfest und zähelastisch, andere hingegen eher weich und dämpfend ausgelegt sein müssen. Diese Unterschiede in der Beschaffenheit des Keratins werden vor allem durch den Fettgehalt des Keratins gesteuert, da Fette die Weichheit erhöhen, zugleich aber die Abriebfestigkeit und Zähigkeit senken. Die Hornanteile, die an der Wand des Hornschuhs als sogenannte Wandplatte gebildet werden, sowie der vordere Teil der Bodenplatte, der als Sohle bezeichnet wird, sind dabei besonders fest und widerstandsfähig. Die hinteren Bereiche der Fußungsfläche werden dem Ballen zugerechnet und sind nur im vorderen Bereich aus härterem Horn gebildet. Der hintere Ballenbereich besteht hingegen aus weichem, nachgiebigem Horn und ist Teil des Dämpfungsapparates der Klaue. Unmittelbar am Zwischen-

Grafik 2: Vergleich von Rinderklaue und Jogging Schuh



Die unterschiedlichen Hornarten spiegeln die verschiedenen Aufgaben der einzelnen Bereiche ähnlich einem modernen Laufschuh (rechts) wider. Während die Sohle (Elemente 1-3) für den Vortrieb zuständig ist und über eine hohe Festigkeit und eine geringe Elastizität verfügt, ist der Ballen (Elemente 5-7) auf Dämpfung und elastische Stoßbrechung ausgelegt.

Zeichnung: Dr. Julika Lamp

klauenspalt wird unter natürlichen Bedingungen immer ein Teil des weichen Ballenhorns herausgerieben, sodass hier die sogenannte Hohlkehlung entsteht.

Während das Horn von Sohle und Ballen auf der unter dem Klauenbein liegenden Lederhaut gebildet wird, stammt das Horn der Wandplatte von der senk-

recht seitlich und vorn am Klauenbein anliegenden Lederhaut. Beide Hornplatten stoßen somit erst im Sohlenbereich aufeinander. Dort werden Sie durch die sogenannte Weiße Linie miteinander verbunden, welche aus besonders elastischem Horn besteht und die Aufgabe einer Dehnungsfuge zwischen beiden Hornplatten übernimmt.

Dämpfung im Schuh

Die Klaue besteht somit aus einer Vielzahl von Elementen und Zonen, die unterschiedliche Funktionen zu erfüllen haben. Dabei wird ein Großteil der auftretenden Gewichtskraft über die Aufhängung des Klauenbeins in den Hornschuh abgeleitet. Durch diesen Zug sinkt beim Aufsetzen aber die Vorderwand etwas nach hinten, sodass die Hinterkante des Klauenbeins ebenfalls gen Boden gedrückt wird. In diesem Moment werden die Polsterkissen in der Unterhaut des Klauenballens und das Ballenhorn zusammengedrückt. Sie nehmen somit die Kräfte auf, die noch nicht über Hornwand und Sohle gen Boden geleitet werden konnten. Dies entspricht der ausgeprägten Fersendämpfung eines modernen Joggingchuhs, welcher eben-

falls über Polster aus Gel oder Luft im hinteren Bereich verfügt. Da die Hinterkante des Klauenbeins einen Knochenvorsprung für den Ansatz der Beugesehne aufweist, besteht im Moment der tiefen Absenkung immer die Gefahr, dass dieser Vorsprung punktförmig Unter- und Lederhaut quetscht und diese schädigt. In der Folge könnten Sohlengeschwüre entstehen. Dies wird in der natürlichen Klauenform durch die Hohlkehlung vermieden, da sie dafür sorgt, dass das Ballenhorn bei zu starkem Druck nach unten auferweichen kann, da es an der gefährdeten Stelle hohl ist und so nicht sofort Kontakt zu hartem Boden hat. Will das Rind nach dem Aufsetzen und Aufstützen des Beins weitergehen, muss die Klaue Vortrieb ermöglichen. Hierbei hebt sich der Ballen wieder an und die Spitze des Klauenschuhs drückt sich in den Boden. Damit die volle Kraft hier übertragen werden kann, darf der vordere Bereich nicht besonders gedämpft sein. Auch bei unseren Laufschuhen ist der vordere Bereich aus dem gleichen Grund nur sehr wenig gedämpft. Dieses Zusammenspiel der einzelnen Zonen und Schichten bezeichnet man als Klauenmechanismus. Dieser wird noch ergänzt durch die federnde Wirkung der tiefen Beugesehne, die die Hinterkante des Klauenbeins nach oben zieht und ein zu tiefes Absinken ebenfalls verhindern soll. Genauso spielt aber auch die paarhufige Anordnung der Klauen eine Rolle bei der Dämpfung, da in weichem Boden beide Klauen beim Aufsetzen und Einsinken immer ein wenig auseinandergezogen werden. Dies spannt die Zwischenklauenbänder, die beide Zehen verbinden und so auch einen Teil der Kräfte elastisch aufnehmen und federnd wirken.

Ungleiche Belastung

Typischerweise fallen bei der Klauenpflege Größenunterschiede innerhalb der Klauenpaare auf. So sind an den Hintergliedmaßen die Außenklauen oft kräftiger ausgebildet, während an der Vorderhand die Innenklauen im Allgemeinen etwas größer sind. Dies ist eine Folge der ungleichen Belastungen im Bewegungsablauf im Zusammenspiel mit harten Böden. Das Rind fußt mit der Hinterhand stets etwas mehr unter den Schwerpunkt, da das Kugelgelenk der Hüfte ein solches Unterschieben in Richtung Mittellinie des Rumpfes ermöglicht. Dabei trifft die Außenklaue zuerst



Oft ist eine von beiden Klauen infolge höherer Belastung stärker gewachsen als die Partnerklaue. Daher muss in der Klauenpflege hier das überschüssige Horn entfernt und die Hohlkehlung wieder hergestellt werden, sodass die Kuh wieder gerade fußen kann. Fotos: Dr. Ole Lamp

auf den Boden und erst, wenn das Bein wieder senkrecht steht, wird auch die Innenklaue voll belastet, wenn harter Boden kein vorheriges Einsinken der Klauen erlaubt. Diese ständige Mehrbelastung hat auch ein vermehrtes Hornwachstum der Außenklaue zur Folge (Trainingseffekt).

An der Vorderhand hingegen bewegt sich das Bein fast nur in der Längsrichtung, da das Schultergelenk beim Rind wenig seitliches Spiel zulässt. Richtungsänderungen werden praktisch immer durch die Vordergliedmaßen umgesetzt und bewirken dann durch das seitliche Schieben des äußeren Beines eine Mehrbelastung der inneren Klaue, wenn auch hier har-

ter Boden kein Einsinken der inneren Klaue erlaubt. Im Rahmen der Klauenpflege müssen diese Ungleichheiten wieder beseitigt werden, indem die infolge höherer Belastung stärker gewachsene Klaue in der Größe an den kleineren Partner angeglichen wird. Ebenso muss die Hohlkehlung regelmäßig wiederhergestellt werden, da sie sich auf harten Böden nicht selbst durch Abrieb herausbilden kann. Im Mittel wächst das Klauenhorn der Milchkuh 6 bis 8 mm pro Monat, sodass mehrmals pro Jahr ein Pflegeschnitt durchgeführt werden sollte. Als Faustregel hat sich der Grundsatz „ein Klauenpflegetermin alle 3.000 kg Milch“ bewährt, da so der schnellere Stoffumsatz und die höheren

Halteansprüche moderner Milchkuhe gut berücksichtigt werden können.

Dr. Ole Lamp
Landwirtschaftskammer
Tel.: 0 43 81-90 09-16
olamp@lksh.de

FAZIT

Die moderne Milchkuh wurde aus dem Niederungsgrind gezüchtet, dessen Bewegungsapparat optimal an feuchte und nachgiebige Böden angepasst ist. Die paarhufige Anordnung der Klauen ermöglicht auch dann eine sichere Fortbewegung, wenn der Boden stark nachgibt. Auf harten Böden hingegen entstehen Probleme, wenn die stärker belasteten Klauen deutlich mehr

Horn bilden und letztlich alle Last alleine tragen. Hier muss eine fachkundige Klauenpflege regelmäßig die normalen Ausgangsverhältnisse wieder herstellen. Nur dann können die einzelnen Zonen und Elemente der Klaue mit ihren Dämpfungs- und Federungseigenschaften optimal funktionieren und langfristig lahmfreies Laufen ermöglichen.

Bisher nicht genutztes Verfahren in der Mutterkuhhaltung

Systematische Kreuzung auch in der Fleischrinderzucht?

Wiederkäuer sind für die Nutzung von Dauergrünland besonders prädestiniert. Das typische Produkt aus der Mutterkuhhaltung ist der Absetzer, der vorzugsweise – im Interesse der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Rindfleischherzeugung – durch gezielte Kreuzung marktgerecht erzeugt wird. Die richtige Auswahl der Rasse/Kreuzung erfordert die Berücksichtigung des Standortes und damit vorhandener einzelbetrieblicher Besonderheiten und Zielstellungen.



Die Möglichkeiten der Kreuzungszucht bei Fleischrindern sind vielfältig. Hier eine milchbetonte Kreuzungsmutterkuh (Angus x Schwarzbuntes Niederungsvieh [DSN]) mit einem Kalb aus einer Anpaarung mit einem Limousin-bullen
Fotos: Prof. Wilfried Brade

bereich wurden und werden vielerorts Grünlandflächen frei, die von Mutterkühen genutzt werden. Auch die zahlreich vorhandenen Splitterflächen sowohl in Grünland- als auch Ackerbauregionen werden oft mit Mutterkühen extensiv genutzt. In Ostdeutschland, speziell in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, erfolgt die extensive Mutterkuhhaltung inzwischen sehr großflächig (siehe Abbildung 1).

Genetik auf Betrieb abstimmen

Generell muss das Produktionsziel (Absetzalter, Zunahmen et cetera) und damit auch die Tiergenetik (Rasse) auf die Futtergrundlage des Betriebes abgestimmt

Abbildung 1: Anteil (%) der Mutterkühe am Gesamtkuhbestand auf Bundes- beziehungsweise Länderebene

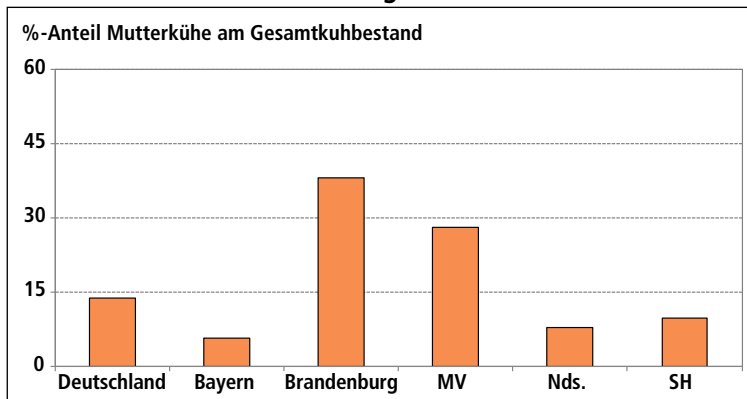


Abbildung 2: Anteil (%) ausgewählter Rassen am Gesamtmutterkuhbestand auf Bundesebene

