

## Auswirkungen von Fütterungsfehlern und Stoffwechselstörungen auf die Klauengesundheit

Prof. Dr. N. Rossow

### Folgende Fütterungsfehler haben Einfluss auf die Klauengesundheit

- Rationen mit hohem Anteil an leichtfermentierbaren Kohlenhydraten bei gleichzeitigem Mangel an strukturierter Rohfaser (Laminitis in akuter, subakuter und chronischer Verlaufsform)
- Überversorgung mit Eiweiß (erhöhte Lahmheitshäufigkeit)
- Mangel an S-haltigen Aminosäuren (schlechtere Hornqualität)
- Mangel an Vitamin A, Vitamin E und Biotin (von allgemeiner Bedeutung für Integrität der Klauen)
- Jodmangel (vermehrtes Auftreten eitrig-infizierter Klauenerkrankungen)
- Selenmangel (immunsuppressive Wirkung bei eitrig-infizierten Klauenerkrankungen)
- Selenintoxikation (vermehrtes Auftreten von Lahmheiten und Klauendeformationen)
- Kupfermangel (mangelhafte Hornqualität, häufigeres Auftreten von Ballenfäule, Panaritium und Sohlengeschwür)
- Manganmangel (Verkürzung der Beugesehnen)
- Cobaltmangel (fördert Auftreten von Laminitis)
- Zinkmangel (Synthese- und Reifungsstörungen von Keratin, vermehrtes Auftreten von Klauenerkrankungen)

### Laminitis (Klauenrehe)

Laminitis ist eine aseptische diffuse Entzündung der Klauenlederhaut. Ursächlich bestehen enge Beziehungen zur Verfütterung konzentratreicher und strukturarmer Rationen.

Dabei wird die Entwicklung des Krankheitsgeschehens als multifaktorieller Prozess verstanden. Man kennt akute, subakute und chronische sowie subklinische Verlaufsformen (Abb. 1).

Die Klauenrehe entsteht zumeist im Gefolge einer akuten Pansenacidose. Diese bewirkt einen Abfall des pH-Wertes in der Pansenflüssigkeit und das Absterben zahlreicher Bakterien. Die Freisetzung von bakteriellen Endotoxinen veranlasst ihrerseits eine vermehrte Ausschüttung von Histamin in die Blutbahn. In den Gefäßen der Klauenlederhaut kommt es daraufhin zu einer **Störung der Mikrozirkulation** mit Ausschaltung kapillär durchbluteter Bezirke (Abb. 2).

Endometritis, Mastitis u.a. infektiös-toxische Prozesse sowie traumatische Einwirkungen auf die Klauenlederhaut (schadhafter Spaltenboden) unterstützen und fördern das an der Klauenlederhaut ablaufende Geschehen. Durch die geschädigte Gefäßwand tritt Blutflüssigkeit aus, die in das Gewebe der Klauenlederhaut (an der Klauensohle sichtbar) penetriert. Die Vorgänge sind verbunden mit auffälliger **Gelbfärbung des Sohlenhorns** (Ergebnis der Hämorrhagien).

Klinisch auffällig ist bei der akuten Form eine Lahmheit auf allen 4 Gliedmaßen. Die Kuh steht wie angewurzelt und lässt sich nur mit Mühe zum Laufen bewegen. Liegende Tiere stehen nicht oder nur widerwillig auf. Häufig sieht man Kühe, die auf den Karpalgelenken „knien“ und nur die Hintergliedmaßen belasten.

Bei der **subklinischen bis chronischen Verlaufsform** waren die Kühe mehrfach akuten Schüben ausgesetzt, die aber ohne Lahmheitserscheinungen waren. Das bei anhaltender konzentratreicher Fütterung produzierte Klauenhorn ist weich und von minderer Qualität. Das raschere Hornwachstum führt zu Deformationen des Klauenschuhs. Die Vorderwand ist konkav gewölbt, und es lassen sich deutliche Querrillen feststellen. Die Klaue erscheint verlängert und die Klauenspitzen zeigen nach oben. Gleichzeitig werden die Ballen stärker belastet und traumatisiert. Der Winkel zwischen Zehenwand und Tragerand ist kleiner als 40 Grad. Die Persistenz geringgradiger Insulte lässt immer wieder Hämorrhagien entstehen, deren Erscheinen an der Sohlenoberfläche ca. 2 Monate dauert. Dieser Wert ergibt sich aus der Sohlenhorndicke von 1 cm und der Wachstumsrate des Hornes von 5 mm pro Monat. Der Grad der Schädigung ist abhängig von der Intensität und der Häufigkeit der stattgehabten Episoden. Durch Zusammenhangstrennung zwischen Sohlen- und Wandhorn entstehen Spalten und Klüfte. Das weiche Sohlenhorn verstärkt Drücke auf die Sohlenlederhaut und führt zu örtlichen entzündlichen Reaktionen.

Am häufigsten tritt die **subklinische Form** auf. Sie verläuft anfangs unbemerkt. Lahmheiten sind das Ergebnis sekundärer Folgeschäden und manifestieren sich schließlich unter verschiedensten Krankheitsbildern.

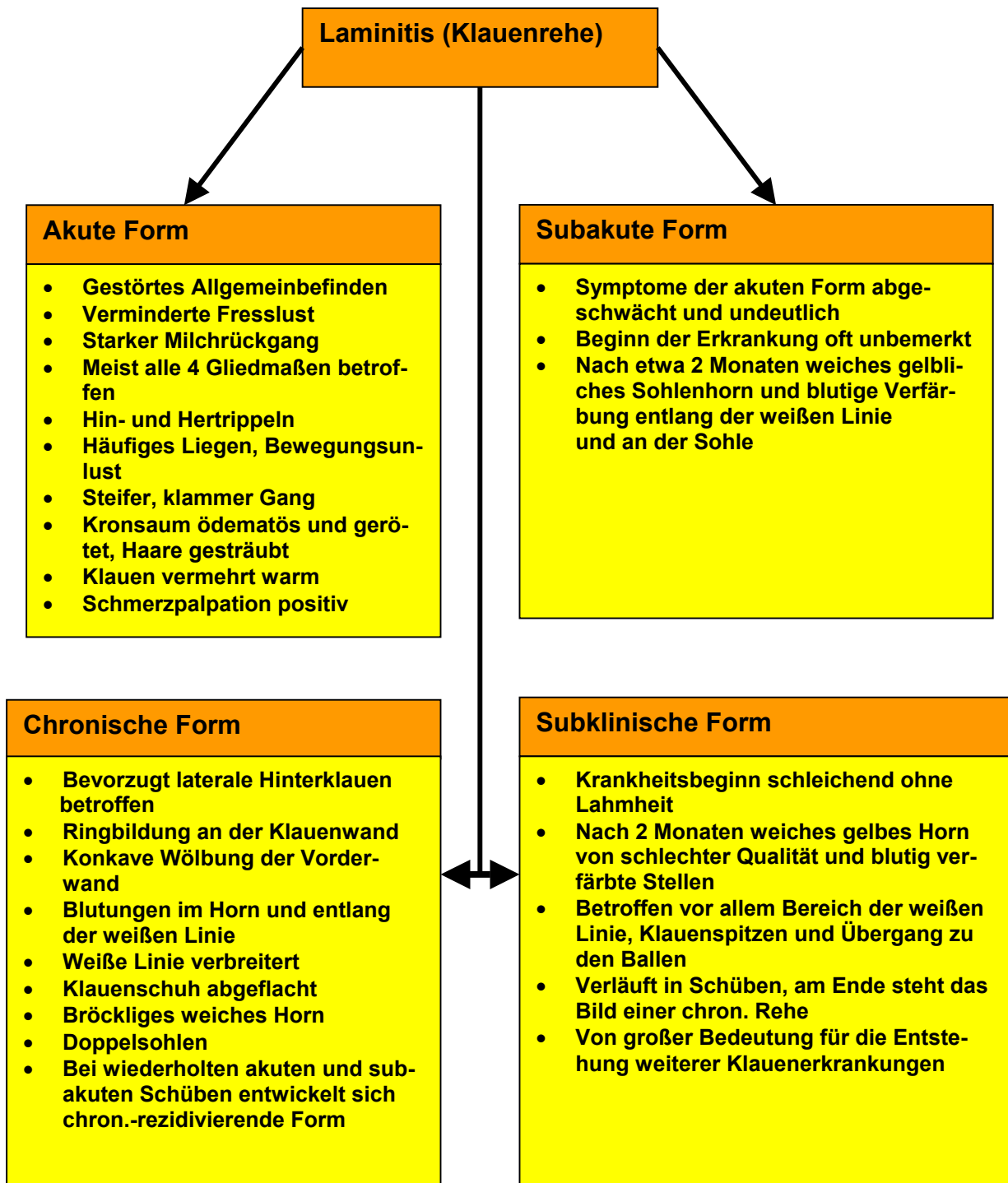


Abb. 1: Formen der Klauenrehe.

Am häufigsten wird die subakute und subklinische Form gesehen (nach KÖFLER, 2001).

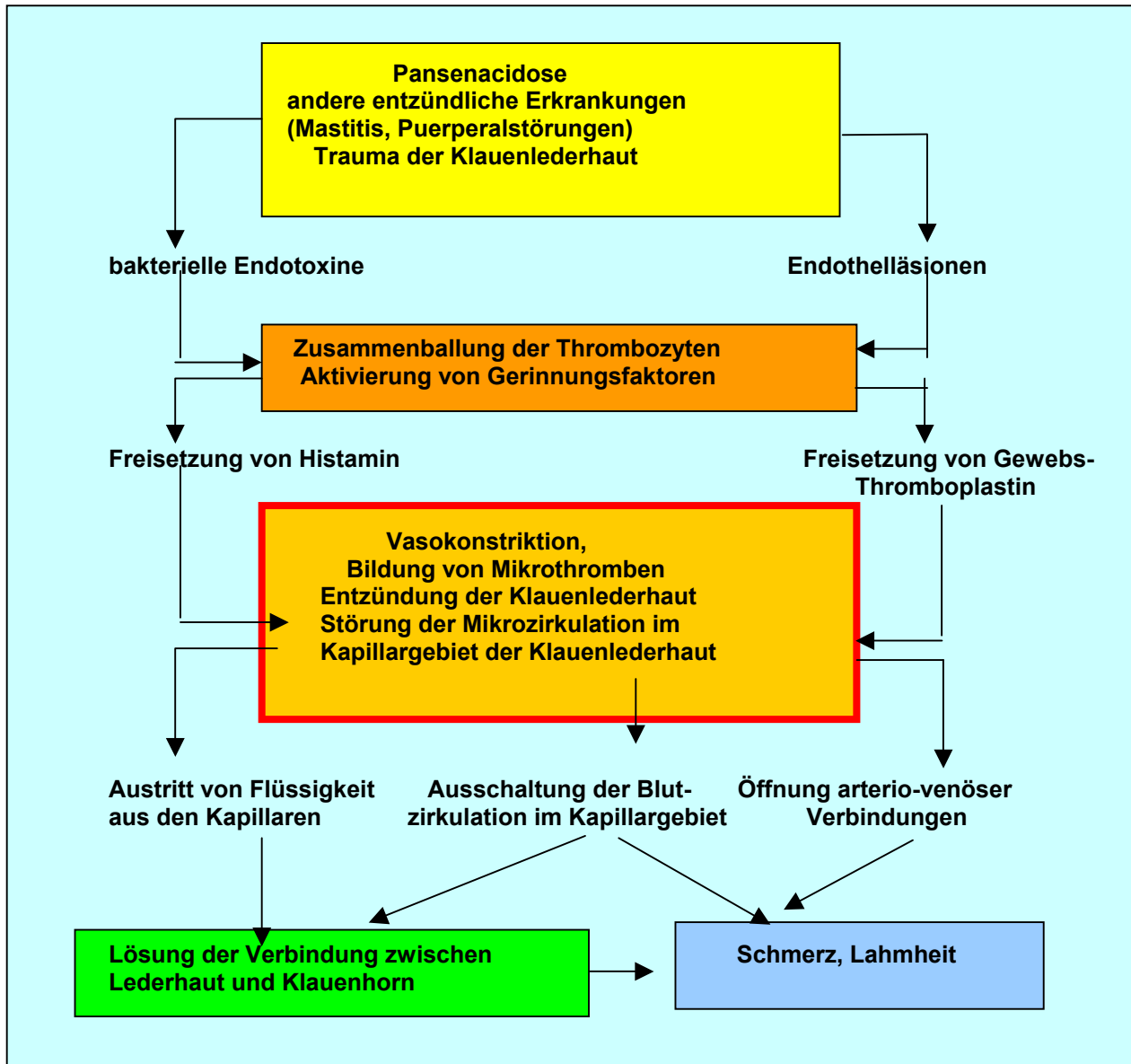


Abb. 2: Vermutliche Entstehung der Entzündung der Klauenlederhaut nach akuter Pansenacidose

**Durch Sekundärfaktoren** kommt es schließlich zu schweren Krankheitserscheinungen an der Klaue mit Ausbildung von Sohlengeschwüren, Klauenspitzen- und Spaltenbildung entlang der weißen Linie und späterer Bildung von Doppelsohlen und Ballenfäule. Eitrig-nekrotisierende Prozesse in Form von Sohlenabszessen und des Rusterholz'schen Sohlengeschwürs entwickeln sich durch das Eindringen von Fremdkörpern in die losen und zerklüfteten Hornschichten. Die mediale Seite der lateralen Klaue ist besonders häufig betroffen. Werden in einer Herde bei mehr als 10 % der lahmen Kühe Sohlengeschwüre diagnostiziert, ist der Verdacht auf das Vorliegen einer Laminitis gerechtfertigt. Zusätzliche traumatische Insulte (ausgewaschener und beschädigter Spaltenboden, ständiges Stehen auf dem Gitterrost, fehlende Klauenpflege) können schließlich zu schweren und irreversiblen Klauendeformationen oder zum Einbrechen der eitrigen Prozesse in Gelenk und Sehnscheiden führen.

Die Klauenerkrankungen werden gehäuft in den ersten 100 Laktationstagen gesehen, zu einer Zeit, wenn die Getreidekonzentratgaben am höchsten sind. So fanden mehrere Untersucher, dass bei Fütterung von Rationen mit einem Grundfutter-Konzentrat-Verhältnis von 40 : 60 mehr Lahmheiten von größerer Schwere und Dauer auftraten als bei einem Verhältnis von 60 : 40. Ältere Kühe scheinen häufiger zu erkranken als Jungkühe.

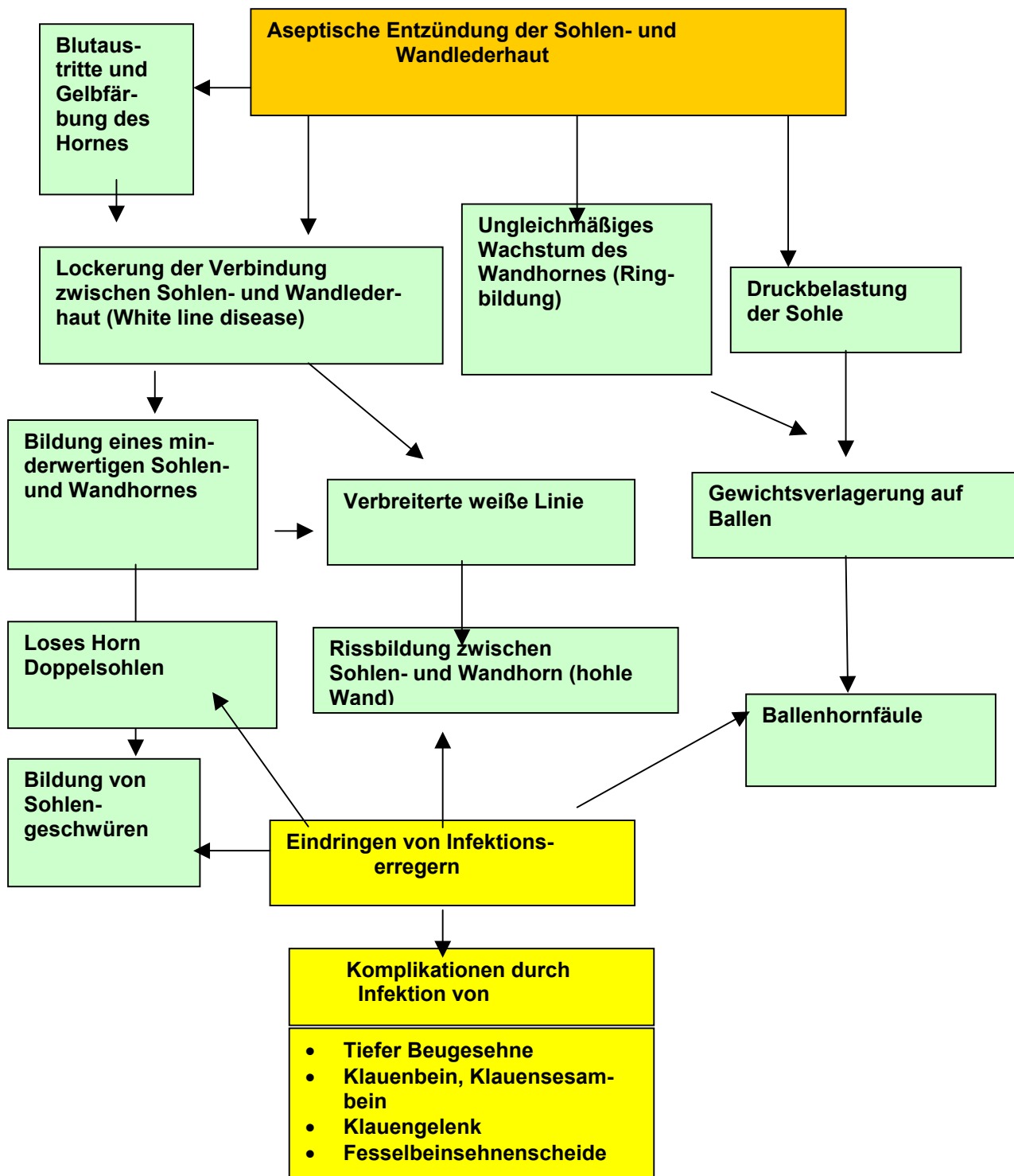


Abb. 3: Folgen eines subakuten oder subklinischen Krankheitsverlaufes der Laminitis

## Behandlung

### Akute Laminitis

- Behandlung der auslösenden Ursache (akute Pansenacidose, akute Endometritis, akute Mastitis)
- Entzug des auslösenden Futters, Ersatz durch Heu
- Blockade der Entzündungskaskade durch Finadyne® oder Metacam® und Antihistaminika
- Schmerzbekämpfung
- Aufstallung in Box mit weicher Einstreu
- Korrektive Klauenpflege
- Kühlen der Klauen (Klauenbad)

**Subklinische und chronische Fälle** bedürfen der operativen Behandlung der Sekundärerkrankungen (chronische Klauendeformationen sind schrittweise alle 3 Monate zu korrigieren, bis eine normale Klauenform wiederhergestellt ist. Aussichtslose Fälle müssen der Schlachtung zugeführt werden).

## Vorbeuge

- Jeden Fütterungswechsel langsam vornehmen. Die gefährlichste Zeit ist der Übergang von der Trockenstehperiode zur Laktation. Die Konzentratanfütterung auf 0,5 % der Körpermasse bis zum Kalben hat langsam innerhalb von 14 Tagen zu erfolgen. Wird ein Futterwechsel dennoch notwendig, darf das Energieangebot um nicht mehr als 10 % erhöht werden. Bei Fütterung der frischlaktierenden Kuh bis zum Laktationsgipfel soll die tägliche Steigerung der Konzentratmenge nicht mehr als 500 g betragen. Das Maximum der Konzentratmenge darf nicht vor dem 30. Laktationstag verabreicht werden.
- Die Fütterungsempfehlungen für Trockensteher und Frischabkalber sind streng zu beachten. Insbesondere geht es um die Einhaltung der Mindestmenge an strukturierter Rohfaser, die Vermeidung eines übermäßigen Angebotes an Getreide und die Sicherung der Mindestpartikelgröße in der TMR.
- Die TMR ist der Komponentenfütterung vorzuziehen. Der plötzliche unvorbereitete Wechsel von der konzentratarmen TMR der Trockensteher auf die konzentratreiche TMR der Frischabkalber kann schwere Acidosen auslösen. Deshalb bevorzugen viele Landwirte eine spezielle Transit-TMR.
- Die Ration der Frischabkalber (nicht die der Trockenstehperiode-2!) sollte Pansenpuffer enthalten (Einmischung von 0,8 % NaHCO<sub>3</sub> in die TMR - T-Basis).
- Verfettung der Kuh zum Kalbezeitpunkt vermeiden.
- Für trockene Trittplätze sorgen. Kühe dürfen nicht ständig im Kot-Harn-Gemisch stehen. Die Trittplätze müssen außerdem glatt und frei von Protuberanzen sein.
- Für Kühe in der Früh-laktation sollten die Wege vom Liege- zum Fressplatz bzw. zum Melkstand so kurz wie möglich gehalten werden.
- Klauendurchsichten sind mindestens 2 x jährlich durchzuführen, bei Problemkühen häufiger. Bevorzugte Zeitpunkte sind das Trockenstellen und das Ende des 1. Laktationsdrittels.
- Die Kühe sind wöchentlich 2 x durch ein Klauenbad aus 5 %iger Formalin- und 10 %iger Kupfersulfatlösung zu treiben.
- Da bei acidotischer Belastung die Synthese von Biotin herabgesetzt ist, empfiehlt sich die Supplementation von täglich 20 mg/Kuh.
- Der Bedarf an Cu und Zn ist zu sichern. Er liegt bei Cu um 32 bis 38 mg/kg TS und bei Zn um 70 bis 80 mg/kg TS.
- Bei freiem Zutritt zum Futter suchen Kühe den Fressplatz häufiger auf. Das ist für die Stabilisierung des ruminalen pH-Wertes vorteilhaft und kann durch mehrmaliges Vorlegen von frischem Futter am Tag, ausreichende Gewährung von Fresszeiten und Sicherung von genügend Fressplätzen mit richtig bemessener Fressplatzbreite (mindestens 61 cm) erreicht werden.
- Mindestens 10 % der Futterpartikel in der TMR sollten eine Partikellänge > 2 cm und 30 bis 50 % eine solche von 0,8 bis 2 cm aufweisen. Zu beachten ist, dass sich bei einer feuchten Ration der Anteil der Futterpartikel, der im oberen Sieb verbleibt, erhöhen kann.

**Tab. 1: Amerikanische Fütterungsrichtlinien für Hochleistungskühe zwecks Vorbeuge von Lahmheiten (ISHLER, V. A. und WOLFGANG, D. R.: <http://www.das.psu.edu/teamdairy/> )**

	Laktationsstadium		
	Früh	Mitte	Ende
Rohprotein (CP), % T	17 – 18	16 – 17	15 – 16
Lösl. Protein , in % CP	30 – 34	32 – 36	32 – 38
DIP, % CP	62 – 66	62 – 66	62 – 66
UIP, % CP	34 – 38	34 – 38	34 – 38
NDF Grundfutter, % T	21 – 24	25 – 26	27 – 28
NDF Ration, % T	28 – 32	33 – 35	36 – 38
NFC, % T	32 – 38	32 – 38	32 – 38
Cu mg/kg T	11 – 25	11 – 25	11 – 25
Zn mg/kg T	70 – 80	70 – 80	70 – 80
Vit. A, IE/kg T	8000 - 10000	8000 -10000	8000 -10000
Vit. E, IE/kg T	44 – 66	44 – 66	44 – 66

Tab. bezieht sich auf Herdendurchschnitt von 8 200 kg Milch mit 4 % Fett

**Tab. 2: Erwünschte Partikelgröße in Maissilage, Welksilage und TMR, ermittelt im Penn-State-Separator (ISHLER u. WOLFGANG)**

	Obere Schale	mittlere Schale	untere Schale
	> 2 cm	0,8 – 2 cm	< 0,8 cm
Maissilage	2 – 4 %	40 – 50 %	40 – 50 %
Welksilage	10 – 15 %	30 – 40 %	40 – 50 %
<b>TMR</b>	<b>6 – 10 %</b>	<b>30 – 50 %</b>	<b>40 – 60 %</b>

## Eiweißangebot und Klauengesundheit

Bei Kühen mit Eiweißüberschussversorgung ist die Erkrankungsdauer durch Lahmheiten unterschiedlicher Genese länger als bei normal versorgten Tieren. Die Ursache für dieses Phänomen ist nicht bekannt. Möglicherweise wirken sich Produkte des Eiweißabbaus negativ auf das Krankheitsgeschehen aus.

Eine Erhöhung des Angebotes an S-haltigen Aminosäuren verbessert deutlich die Klauenhornqualität und erhöht den Cysteingehalt des Hornes. Ziegen, denen pansengeschütztes Methionin verabreicht wurde, hatten härtere Klauen und einen höheren Cysteingehalt im Wandhorn. Das Hornwachstum wurde nicht beeinflusst.

## Einfluss der Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelementversorgung auf die Klauengesundheit

- **Biotin** beeinflusst die Klauenhärte. Andauernde Stresssituationen erschöpfen die Reserven und führen zu Mangelerscheinungen, durch die die Hornqualität verschlechtert wird.
- **Natriumhydrogencarbonat und primäres Na-Phosphat** sind Puffersubstanzen, die mit dem Speichel dem Pansen zugeführt werden. Bei verminderter Speichelsekretion infolge Fütterung strukturarmer und stärkerer Rationen sinkt der pH-Wert im Pansen, wodurch die Entstehung einer Laminitis begünstigt wird.
- **Subklinischer Jodmangel** hat Immunsuppression und vermehrtes Auftreten von infektiösen Klauenerkrankungen zur Folge. Die Supplementation von 0,11 mg Ethylen-Diamin-Dihydroiodid (EDDI)/kg KM und Tag erhöhte die Jodkonzentration im Blutserum auf 20 bis 80 µg/100 ml und erwies sich effektiv in der Panaritiumprophylaxe. In der Futtermischung für laktierende Kühe sollte der Jodgehalt bei 0,6 mg/kg T liegen. Nichtlaktierende Kühe benötigen nur 0,25 mg/kg T. Soja- und Rapsextraktionsschrote können goitrogene Verbindungen enthalten, die den Jodbedarf erhöhen. Auch ein hoher Nitratgehalt im Futter hemmt die Jodverwertung.
- **Selen** schützt den Organismus vor freien Radikalen, die eine Zellschädigung verursachen. Sein Mangel wirkt ferner immunsuppressiv und fördert das Auftreten von schwacher oder stiller Brunst. Auf die Klauengesundheit wirkt sich vor allem eine **Selenintoxikation** negativ aus. Sie verursacht neben Haarausfall am Schwanz vermehrtes Auftreten von Lahmheit und Klauendeformationen. Bei trächtigen Tieren kommt es zu Aborten, Totgeburten und der Geburt lebensschwacher Kälber, da sich Se vor allem im Fötus anreichert. Über ein verstärktes Auftreten von Nachgeburtsverhaltung, Metritis und Mastitis wird indirekt auch Einfluss auf die Klauengesundheit (Laminitispathogenese) genommen. Als suspekt gelten Se-Konzentrationen von > 0,3 mg Se/kg T. Selenmangel kann durch Überschuss an Ca, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn und S induziert werden.
- **Kupfermangel** hat u.a. auch Auswirkungen auf die Klauengesundheit. Er hemmt die Keratinsynthese und damit die Entwicklung des Klauenhornes. Die betroffenen Kühe erkranken häufiger an Ballenfäule, Panaritium und Sohlenabszessen. Die empfohlene Cu-Versorgung liegt bei 10 mg/kg T. Die Bioverfügbarkeit des im Futter enthaltenen Cu ist abhängig von der Überversorgung mit S, Mo, Fe und Zn.
- **Manganmangel** beeinflusst u.a. die Kollagensynthese und das Knochenwachstum. Außerdem senkt er die Fortpflanzungsleistung (stille Brunst, geringe Konzeptionsraten, Aborte, Ovarzystenbildung). Am Skelett ist vor allem eine Verkürzung der Beugesehnen auffällig. Empfohlen werden 40 mg Mn/kg T. Eine überschüssige Versorgung mit Ca, K, Fe, Mg, P und Co erhöht den Mn-Bedarf.
- **Zink** ist ein lebenswichtiger Bestandteil zahlreicher Enzymsysteme, mit metabolischen Auswirkungen auf den Energiestoffwechsel, die Proteinsynthese, den Nucleinsäurenstoffwechsel, die Zellteilung, Umwandlung und Transport von Vitamin A. Es spielt außerdem eine wichtige Rolle im Immunsystem und für die ungestörte Fortpflanzung. Zn fördert die Synthese und Reifung von Keratin und die Wundheilung. Über diesen Weg hat es auch Einfluss auf die Klauengesundheit. Kühen, denen über 70 Tage hinweg Zn in Form von Zinksulfat in einer Dosierung von 2 bis 3 g Zn/Tag verabreicht wurde, hatten weniger Klauenprobleme im Vergleich zu nicht mit Zn supplementierten Kühen. Da organische Zn-Verbindungen wie Zink-Methionin eine bessere Bioverfügbarkeit besitzen als anorganische, hat man in den USA umfangreiche Untersuchungen mit Zink-Methionin durchgeführt. Dabei traten weniger Fälle von Panaritium, Ballenfäule, Laminitis, Dermatitis digitalis und Sohlengeschwüren auf.

## Literatur

BERGMANN, J.; KLUTH, J.; HEUWIESER, W:  
Kuhkomfort: Optimale Leistung nur durch optimale Bedingungen  
Teil 1: Verhaltensbiologie und Stallgestaltung  
Milchpraxis **34**, 1, 14-16  
Teil 2: Liegeboxengestaltung  
Milchpraxis **34**, 2, 14-15

BERRY, S. L. (1999):  
Lameness and hoof health  
[http://www.dairybiz.com/archive/a\\_health\\_35.htm](http://www.dairybiz.com/archive/a_health_35.htm)

Mc DERMID, D. H.:  
Laminitis and dairy cow lameness  
<http://www.prolivestock.com/DairyWeb/content/lameness.pdf>

FIEDLER, Andrea: Dermatitis digitalis: Klinik, Ursachen, Therapie und Prophylaxe  
Großtierpraxis 3: 10, 20-25 (2002)

ISHLER, V. A.; WOLFGANG, D. R.:  
Prevention and control of foot problems in dairy cows  
<http://www.das.psu.edu/teamdairy/>

KENYON, S.:  
Laminitis and foot health: guidelines for dairy cows  
<http://www.ansc.purdue.edu/dairy/health/diseases/lam.htm>

KÖFLER, J. (2001):  
Beziehungen zwischen Fütterung und Gliedmaßenkrankungen bei Rindern – Diagnostik, Therapie, Prophylaxe  
Tagungsbericht 28. Viehwirtschaftl. Fachtagung der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft  
Gumpenstein 2. – 3. Mai 2001, S. 75

KÜMPER, H. (2000):  
Entstehungsweise, Therapie und Prophylaxe von Gliedmaßenkrankungen bei Kühen  
Großtierpraxis 5/2000

NOCEK, J. E. (1996):  
The link between nutrition, acidosis, laminitis and environment  
<http://www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd96/wcd96049.htm>

NUSS, K.; SCHWARZMANN, B. (2001):  
Phlegmona interdigitalis und Klauenrehe  
Großtierpraxis 2: 06, 36-41

OLSON, J. D. (1996):  
The relationship between lameness and nutrition  
[http://www.cvmb.colostate.edu/ilm/cdn/96articles/Mar/Nutr\\_lame.htm](http://www.cvmb.colostate.edu/ilm/cdn/96articles/Mar/Nutr_lame.htm)

PIJL, R. (2000):  
Fußbäder für Kühe  
Großtierpraxis 5/2000

ROGERS, P.:  
Herd lameness and laminitis  
<http://www.research.teagasc.ie/grange/lamebov.htm>

SHEARER, J. K.:  
Foot health from a veterinarian's perspective  
<http://www.dasc.vt.edu/nutritioncc/shear99a.pdf>

SOCHA, M. T.; JOHNSON, A. B.; SCHUGEL, L. M.:  
Effect of nutrition on claw health  
<http://www.dasc.vt.edu/nutritioncc/socha99.pdf>

STEEVENS, B.:  
Dairy cattle lameness  
Slide show  
<http://agebb.missouri.edu/dairy/footdisease/index.htm>

STOCKA, G.; SMITH, J. F.; DUNHAM, J. R.; TRAVIS Van, Anne:  
Lameness in dairy cattle  
<http://www.oznet.ksu.edu/library/LVSTK2/mf2070.pdf>