

Grundlagen zu den Verdauungsvorgängen beim Rind - Pansenphysiologie, Pansenazidose

J. GASTEINER

1. Einleitung

Seit dem Beginn der Nutzung der Wiederkäuer als Haustiere durch den Menschen haben sich die Anforderungen an diese Tiere enorm geändert. Neben ihrer Eigenschaft als Hauptlieferanten der wertvollen Nahrungsmittel Milch und Fleisch sowie der Erzeugung von Leder wurden Rinder noch im vorigen Jahrhundert auch zur Zugarbeit herangezogen. Durch intensive Züchtung wurden bestimmte Leistungsmerkmale vermehrt ausgebildet (Milch- oder Fleischproduktion), was zu einer zunehmenden „Spezialisierung“ der Rinderrassen führte. In der Folge kam es bei den Tieren zu genetisch bedingten Veränderungen bestimmter anatomischer Strukturen (speziell Euter bzw. Bemuskelung). Andere ebenso bedeutende Organe wie beispielsweise Klauen, knöchernes Skelett und innere Organe wie auch der Verdauungstrakt erfuhren bestenfalls geringgradige anatomische Anpassungen.

Tabelle 1: Effekt der Ration auf die Speichelproduktion (BAILEY 1958)

Futter	Futtermenge (g/min)	Speichelproduktion	
		ml/min	ml/g Futter
pelletiert	357	243	0,68
frisches Gras	283	266	0,94
Silage	248	280	1,13
Heu	70	254	3,63

Tabelle 2: Faktoren, die zu einer Pansenpufferung führen (VAN SOEST 1994)

Quelle	Ursache	Wirkung
„Washout“ (Passage)	osmotischer Druck Futter- u. Wasseraufnahme	Verdünnung
Absorption	Konzentration freier Fettsäuren	Entfernung freier Fettsäuren
Speichel	strukturierte Rohfaser und Wiederkautätigkeit	Bikarbonate und Phosphate
Rohfaser	Kationenaustausch	Neutralisation
Protein	NH ₃ -Produktion	Neutralisation
Mikrobielle Aktivität	mikrobielles Wachstum	

Autor: Dipl.-Tzt. Dr. Johann GASTEINER, Abteilung für Ernährungsphysiologie und Tiergesundheit, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING, e-mail: johann.gasteiner@bal.bmf.gv.at

Die Mehrleistung, wie sie etwa von der Milchdrüse einer Hochleistungskuh vom Organismus „gefordert“ wird, muß durch ebenfalls erhöhte Stoffwechsellleistungen der übrigen Organe erbracht werden. Auch der hochspezialisierte Verdauungstrakt der Rinder ist durch intensive Fütterung und den Einsatz vieler verschiedener Futterkomponenten einer intensiven Anforderung und Belastung ausgesetzt. Dabei gilt es zu bedenken, dass der Wiederkäuer grundsätzlich zwei metabolische Systeme besitzt (mikrobieller Metabolismus in den Vormägen und den Säugetier-Metabolismus in den Geweben), welche jedoch, insbesondere bei Hochleistungskühen, stark unterschiedliche Ansprüche an die Ernährung stellen. Mit steigender Leistung und der damit verbundenen Intensivierung der Fütterung besteht eine zunehmende Diskrepanz zwischen den Anforderungen dieser beiden Systeme, es kommt vermehrt zu Stoffwechselerkrankungen. Viele Erkrankungen unserer Rinder werden daher auch unter dem Begriff Leistungskrankheit zusammengefasst.

Die Grundlagen der Verdauungsvorgänge des erwachsenen Rindes sollen durch Beschreibung der Anatomie, der Physiologie sowie der Darstellung von Zusammensetzung und Stoffwechsellleistung der Mikroflora des Vormagensystems in Erinnerung gerufen werden. Eine bedeutende Erkrankung des Verdauungstraktes, die Pansenazidose, die eine direkte Folge homöostatischer Störungen darstellt, wird beschrieben.

tende Erkrankung des Verdauungstraktes, die Pansenazidose, die eine direkte Folge homöostatischer Störungen darstellt, wird beschrieben.

2. Besonderheiten des Verdauungstraktes erwachsener Rinder

2.1 Speichelproduktion

Die Speicheldrüsen sind grundsätzlich paarig angeordnet. Man unterscheidet kleine und größere Speicheldrüsen. Die kleinen Speicheldrüsen finden sich in großer Anzahl in der gesamten Maulschleimhaut verteilt und sondern vorwiegend muköses Sekret ab.

Die größeren Speicheldrüsen des Rindes sind die Ohrspeicheldrüse (*Gl. parotis*), die Unterkieferdrüse (*Gl. mandibularis*) und die Unterzungdrüsen (*Gl. sublinguales*).

Diese größeren Speicheldrüsen sondern vorwiegend seröses Sekret ab und sind bei den Wiederkäuern im Vergleich zu anderen Spezies besonders groß ausgebildet. So beträgt der Anteil der Speicheldrüsen beim Rind 0,06 %, bei einigen Wildwiederkäuern sogar 0,22 % des Körpergewichtes (VAN SOEST 1994). Adulte Rinder produzieren etwa 180 l Speichel täglich, womit etwa 70 % des Wassers im Pansen aus der Speichelproduktion stammen.

2.2 Wiederkauen

Die Wiederkautätigkeit (etwa 40.000 bis 60.000 Kauschläge täglich) ist wie in *Abbildung 1* dargestellt, ein zyklischer Prozess, der mit der Kontraktion der Vormägen synchron geschaltet ist. Dadurch ist auch eine enge Abhängigkeit beider Prozesse gegeben. Störungen der hauptsächlich von *N. vagus* gesteuerten Vormagenperistaltik ziehen auch Störungen der Rumination bis hin zum völligen Pansenstillstand nach sich.

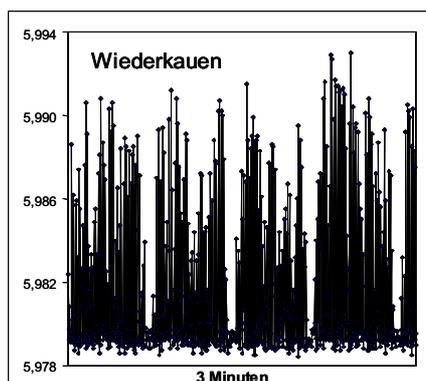


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Wiederkauaktivität

Tabelle 3: Strukturwirksamkeit einzelner Futtermittel (MENKE 1987, PIATKOWSKI u. NAGL 1978, POTTHAST 1987)

Futtermittel	Wiederkau-tätigkeit min/kg T	Struktur-wirksamkeit der RFA, %
Heu, mittel	63 - 87	100
Heu, gut	65 - 74	100
Grassilage	60 - 83	80 - 100
Maissilage, 7mm	49	50 - 60
Grünfütter	30 - 70	40 - 80
Krautfütter	0	0

2.3 Hauben-Pansenzyklus

Das Vormagensystem des Rindes besteht aus der Haube (Netzmagen, Reticulum), dem Pansen (Rumen) und dem Blättermagen (Psalter, Omasum). Das gesamte Vormagensystem eines erwachsenen Rindes fasst durchschnittlich 200 l, wobei davon rund 80 % auf den Pansen entfallen (KOCH und BERG 1990). Während die drei Vormägen mit drüsenloser kutaner Schleimhaut ausgekleidet sind, wobei deren Oberfläche unterschiedlich strukturiert ist, stellt der Labmagen (Abomasum) den eigentlichen Drüsenmagen dar.

Durch geordnete Kontraktion und Relaxation von Haube und Pansen werden die Ingesta gemischt, ein Hauben-Pansenzyklus dauert etwa 50 Sekunden. Dabei wird psalterreifes Futter in den Psalter befördert, während gröbere, noch zu lange Partikel wiedergekau werden. Für diesen Vorgang ist die 3-Schichtung des Panseninhaltes eine Grundvoraussetzung. Dabei schwimmt die stabile Faserschicht (fester Panseninhalt, Rohfaserpartikel) auf der Pansenflüssigkeit, über der Faserschicht befindet sich die mehr oder weniger große Gasphase. In diesem

Grenzbereich zwischen fester, flüssiger und gasförmiger Phase findet sich auch die größte mikrobielle und enzymatische Stoffwechsellätigkeit des Pansens, weshalb der Bildung und Erhaltung einer optimal strukturierten und mikrobiell adaptierten Faserplatte in der Fütterung von Hochleistungskühen eine essentielle Bedeutung zukommt.

Die Haube liegt zwischen dem Zwerchfell (nur 2 bis 3 cm vom Herzen entfernt) und dem vorderen oberen Blindsack des Pansens. Die Schleimhaut weist ein netzartiges, wabenförmiges Relief auf. In die Haube gelangen nicht nur feste Nahrungsbestandteile sondern gegebenenfalls auch Fremdkörper (Nägel, Drahtstücke, aber auch Steine, Sand usw.).

Wegen ihres höheren spezifischen Gewichtes können diese Fremdkörper nicht weitertransportiert werden und verbleiben wie auch ein evtl. prophylaktisch oder therapeutisch eingegebener Käfigmagnet am Haubenboden liegen. Aufgrund der starken Eigenkontraktionen der Haube können insbesondere spitze Fremdkörper die Haubenschleimhaut beschädigen oder sogar durchbohren und weiter in das Zwerchfell, das Herz, die Milz oder andere wichtige Gewebe eindringen.

Allgemein gilt, dass bei grundfütterbetonter Ration eine geringere Anzahl an Pansenbakterien nachweisbar ist als bei stärkereicher Ration. Diesem Umstand ist bei Rationsumstellungen auf kraftfütter-

Tabelle 4: Zusammensetzung des Pansensaftes (BELKNAP u. NAVARRE 2000)

Parameter	Ergebnis	Interpretation
Farbe	grün gelbbraun grünbraun milchig-braun	phys.: Grünfütter phys.: Silage phys.: GF + KF path.: KF-Überschuss
Geruch	aromatisch sauer	phys. path.: KF-Überschuss
pH-Wert	5,5 - 7,5 < 5,5 > 8	phys. path.: KF-Überschuss path.: N-Überschuss
Protozoen	alle Größen und Spezies keine großen Entodiniomorphe keine Entodiniomorphe keine Protozoen	phys. ggr. Indigestion mittl. Indigestion Pansenazidose
Methylenblau-Entfärbungszeit	< 150 sek. > 150 sek.	phys. Panseninaktivität (Pansenazidose)
Sedimentation/Flotation	4 - 8 min. beschleunigt verlangsamt	phys. bei Inappetenz schaumige Gärung
Gram-Färbung	Gram - > Gram + Gram + > Gram -	phys. path.: Pansenazidose
Chlorid-Gehalt	< 30 µmol/l > 30 µmol/l	phys. abomasaler Reflux

Tabelle 5: Mikrobiologie des Pansensaftes (VAN SOEST 1994)

Gruppe	Anzahl/ml	Ø Zellvolumen (n ³)	Nettomasse (mg/100 ml)	Generationsintervall	% der ges. Mikrobenmasse
kleine Bakterien					
Selenomonaden	1 x 10 ¹⁰	1	1.600	20 min.	60 - 90
Oscillospira	1 x 10 ⁸	30	300		
	1 x 10 ⁶	250	25		
Protozoen					
Entodinia	3 x 10 ⁵	1 x 10 ⁴	300	8 h	10 - 40
Dasytricha und Diplodinia	3 x 10 ⁴	1 x 10 ⁵	300		
Isotricha und Epidinia	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶	1.100	36 h	
Fungi	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁵		24 h	5 - 10

reiche Rationen durch kontinuierlich steigende Kraftfuttergaben Rechnung zu tragen.

2.4 Fermentationsprozesse

Die Vormagenflora stellt (unter anaeroben Verhältnissen) aus Zellulose und anderen Kohlenhydraten die für den Wiederkäuer energetisch nutzbaren Endprodukte (flüchtige Fettsäuren) her. Für diese Stoffwechsellösungen sind eine Vielzahl von Bakterienarten verantwortlich, welche mit ihrer jeweils spezifischen Enzymausstattung diese kurzketigen Carbonsäuren herstellen. Bei diesem Prozess gehen etwa 10 % der Kohlenhydratenergie in Form von Gärungswärme verloren. In Abhängigkeit von der Rationszusammensetzung entstehen im Pansen etwa 50 - 200 l Methangas (aus CO₂ und H₂), dieses wird über den Ruktus wieder abgegeben. Die Absorption der Gärsäuren erfolgt aufgrund des Konzentrationsgefälles zum Blut über die Pansenschleimhaut. Zellulosereiche Futtermittel führen zu einem hohen relativen Anteil an Essigsäure und zu geringen Anteilen an Propion- und Buttersäure. Stärkereiche Rationen reduzieren den Azetatanteil und erhöhen die Anteile an Propionat und Butyrat (JEROCH et al. 1999).

Futterprotein wird im Pansen durch proteolytisch wirkende Mikroorganismen zu Aminosäuren abgebaut und desaminiert. Dieser NH₃ dient den Mikroorganismen wiederum zur Synthese von Aminosäuren (energieabhängig). Die gebildeten Bakterien- und Protozoenproteine werden nach Passage in den Labmagen-Dünndarmabschnitt vom Wirtstier als Aminosäurequelle genutzt. Der Tatsache, dass nur das in den Darm gelangende Protein vom Wiederkäuer verwertet werden kann und etwa 20 - 40 % des Futterproteins dem Mikrobenabbau entgehen, trägt auch die angeführte Schätzgleichung für die Bestimmung der Menge an nutzbarem Rohprotein (nXP) am Duodenum von Milchkühen Rechnung (LEBZIEN et al. 1999):

$$nXP = [11,93 - (6,82 (UDP/XP))] ME + 1,03 UDP$$

2.5 Vitamin B-Synthese im Pansen

Bei wiederkäuergerechter Fütterung können die Pansenmikroben genügend Vit-

amin B für eine Milchkuh mit durchschnittlicher Milchleistung zur Verfügung stellen. Bei hoher Milchleistung kommt es jedoch zu einer vermehrten Abgabe von Vitamin B über die Milch. Durch hohe Kraftfuttergaben kann es weiters zu einer Veränderung des Pansenmilieus (subklinische, klinische Pansenazidose) kommen und dadurch können Mängel in der Versorgung entstehen. Dies kann insbesondere für Thiamin (Vitamin B₁), Biotin und Niazin zutreffen (FLACHOWSKY 1999).

Thiamin (Vitamin B₁): Dieses Coenzym ist aktiv am Kohlenhydratstoffwechsel beteiligt und wird im Pansen in einer Menge von 0,4 bis 5,2 mg je kg T-Aufnahme gebildet. Bei kraftfutterreicher Ration ist zwar mit einer hohen Thiaminproduktion zu rechnen, bei niedrigem Pansen-pH erhöht sich jedoch auch die Thiaminaseaktivität, wodurch Thiamin wieder abgebaut wird. Auch Fusarien an Mais, Getreide und Gräser sind zur Thiaminaseproduktion fähig und können so zu einem Thiamin-Mangel führen. Ein akut auftretender Mangel an Thiamin kann relativ häufig bei Kälbern, Mastrindern und Lämmern beim Krankheitsbild der Hirnrindennekrose (Cerebrocorticalnekrose, CCN) beobachtet werden. Die Erkrankung äussert sich in Blindheit, Bewegungsstörungen, Krämpfen (z.B. Ophistotonus) und bisweilen komatösem Zustand. Bei Milchkühen wurde dieses klinische Krankheitsbild bislang noch nicht beschrieben, jedoch ist sehr wohl ein subklinischer Thiamin-Mangel möglich, der in weiterer Folge den Energiestoffwechsel negativ beeinflussen kann. Da ein Thiaminmangel zumeist jedoch auf eine erhöhte Thiaminaseaktivität im Pansen und weniger auf einen primären Mangel zurückzuführen ist, erscheinen Maßnahmen zur Stabilisierung der Pansenflora wesentlich wirkungsvoller als die prophylaktische Zulage von Thiamin zur Ration.

Niazin: Bei wiederkäuergerechter Fütterung und mittlerer Milchleistung sind sowohl die Aufnahme von Niacin aus dem Futter sowie dessen mikrobielle Synthese im Pansen als ausreichend anzusehen. Da Niazin als Coenzym von NAD und NADP eine zentrale Bedeutung im Energiestoffwechsel hat, erscheint die Zulage von Niazin bei ketoti-

scher Stoffwechsellage manchen Auto- ren im Zeitraum von 14 Tagen *ante partum* bis etwa 100 Tage *post partum* in einer Dosis von 6 g je Tier und Tag als sinnvoll (FLACHOWSKY 1999).

Biotin: Es mehren sich wissenschaftliche Hinweise, dass zusätzliche Biotin- gaben einen positiven Einfluss auf die Klauengesundheit von Milchkühen ausüben können (FITZGERALD et al. 2000). Die Feststellung, dass die Biotin- synthese im Pansen mit zunehmender Kraftfuttergabe vermindert ist, könnte einen relativen Biotinmangel bei Hoch- leistungskühen erklären. Die Zulage von 20 mg Biotin pro Tier und Tag erscheint in Betrieben sinnvoll, deren Tiere vermehrt unter Klauenproblemen leiden. Eine positive Wirkung kann allerdings erst nach mehrmonatiger Wirkung erwartet werden. Haltungs- und Fütterungsfehler (einstreulose Haltung, inadäquates Nährstoffverhältnis, abrupte Rations- wechsel usw.), welche sich direkt negativ auf die Klauengesundheit auswirken, können durch Biotinzulagen natürlich nicht kompensiert werden.

2.6 Probiotika

Bei den Probiotika handelt es sich um lebende Mikroorganismen (Milchsäure- bakterien oder Hefen). Nach Verfütte- rung vermehren sich diese im Verdau- ungstrakt und treten somit in Konkurrenz zu der vorhandenen, teilweise uner- wünschten Mikroorganismenflora. Neben dem Eindringen, Anheften und der Vermehrung dieser zugesetzten Mikro- organismen (Platzhalterfunktion) beruht ihre Wirkung auf der Absonderung be- stimmter Stoffwechselprodukte, welche selektiv die Vermehrung anderer Keime hemmt bzw. fördert.

Das Haupteinsatzgebiet der Probiotika liegt in der Fütterung von Nichtwieder- käuern und Kälbern, in neueren Arbei- ten wird jedoch auch über leistungsstei- gernde Effekte von Hefen bei Milchkü- hen, aber auch Mastrindern, berichtet. Dabei werden in erster Linie Stämme der Art *Saccharomyces cerevisiae* (Bäcker- hefe) eingesetzt. Über eine günstige Wir- kung auf die Pansenbedingungen sowie über eine erhöhte zellulolytische Akti- vität wird berichtet. Andere Berichte wiederum fanden keine Hinweise auf

Tabelle 6: Einfluss von *Saccharomyces cerevisiae* auf Futteraufnahme, Milchleistung und -inhaltsstoffe nach verschiedenen Autoren

(unsupplementierte Kontrollgruppe = 100 %)

Autor/en	Dosis Je Tier u. Tag	Tierzahl Je Gruppe	Versuchs- dauer (Tage)	Futter- auf- nahme	Milch- leistung	Milch- fett	Milch- eiweiß
Adams <i>et al.</i> (1995)	10 g Yea Sacc 1026	60/58	84	107,1	105,9	95,8	95,0
Arambel und Kent (1990)	90 g Hefe Sacch. cerev.	10	70	99,5	96,3	101,2	99,0
Daenicke und Rohr (1991)	10 g Yea Sacc 1026	12	100	100,5	98,9	99,3	100,9
Erdmann und Sharma (1989)	190 g Hefe- kulturen	10	28	96,9	97,3	101,2	101,3
Swartz <i>et al.</i> (1994)	5,3 x 10 ¹⁰ KBE 5,1 x 10 ¹⁰ KBE Sacch. cerev.	102	98	- -	100,0 99,4	99,5 101,9	99,0 100,5

etwaige positive Effekte zum Einsatz von Hefen bei Milchrindern.

Für die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse dürften die Anwendung verschiedener Hefestämme sowie unterschiedliche Fütterungsbedingungen ursächlich verantwortlich sein. Probiotika könnten einen günstigen Einfluss auf das Vormagenmilieu haben. Ihr Einsatz darf den Tierhalter jedoch nicht dazu verleiten, keine wiederkäuergerechte Ration einzusetzen.

3. Subklinische und klinische Pansenazidose

Pansenazidose wird durch ein Überangebot an rasch fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke) ausgelöst. In der Folge kommt es im Pansen zu einer vermehrten und rascheren Produktion von organischen Säuren. Die Azidose ist deshalb als pathologische Konsequenz (Krankheitssymptome) der Störung des chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Gleichgewichtes des Panseninhaltes anzusehen. In Abhängigkeit von Abwesenheit bzw. Bestehen klinischer Symptome kann zwischen subklinischer und klinischer Azidose unterschieden werden.

Ätiologie, Pathogenese und Klinik der Azidose (OWENS *et al.* 1997)

1. Nach Verfütterung einer besonders stärkehaltigen Ration werden von bestimmten Bakterienstämmen im Pansen große Mengen an Glukose freige-

setzt. Die physiologische Konzentration von Glukose im Pansen saft beträgt 160 mg/dl. Durch die große Amylase-Aktivität dieser Bakterien kann der Glukosegehalt im Pansen saft 1400 mg/dl überschreiten. Dieses Überangebot an Glukose führt zu einer rapiden Vermehrung von üblicherweise nicht kompetitiven Bakterien wie *Sc. bovis*, welche in erster Linie Laktat produzieren.

Andere opportunistische Bakterien, insbesondere Koliforme und Aminosäure-Decarboxylierende Mikroben vermehren sich ebenfalls stark und produzieren Endotoxine und Amide (Histamin), welche bei deren Lysis wieder frei werden.

Durch den erhöhten Glukosegehalt im Pansen wird auch die Osmolarität des Pansen saftes erhöht, wodurch sich die Absorption von freien Fettsäuren aus dem Pansen vermindert.

- Als weitere Ursache für Azidose sind eine unregelmäßige Futteraufnahme (insbesondere von Grundfutter, siehe auch *Abbildung 3*) sowie die Fütterungsfrequenz (KF nur 1 mal oder 2 mal täglich, siehe auch *Abbildung 4*) anzusehen.
- Aufgrund der homöostatischen Störungen im Pansen saft ist auch die Glykolyse in diesem Medium gestört.
- Die Pansenbakterien können aufgrund ihrer Stoffwechselleistung auch in Laktat-Produzenten und Laktat-Zehrer unterteilt werden. Unter physiologischen Verhältnissen besteht zwischen diesen beiden Gruppen ein Gleichgewicht. Da jedoch nur die Laktat-Zehrer sehr sensibel gegenüber pH-Wertveränderungen sind und absterben, kommt es zu einer weiteren Vermehrung der Laktat-Produzenten und somit zu einer Akkumulation von Laktat.
- Eine direkte Folge des Absinkens des Pansen-pH-Wertes ist die schmerzhafteste Entzündung der Vormagenschleimhaut (Ruminitis) sowie eine Störung der Entwicklung der Pansen zotten. Das erkrankte Rind weist eine verminderte oder gar sistierende Fresslust bei vermehrter Speichelproduktion auf und der Kot wird dünnbreiig. Die Zusammenhänge zwischen Ruminitis

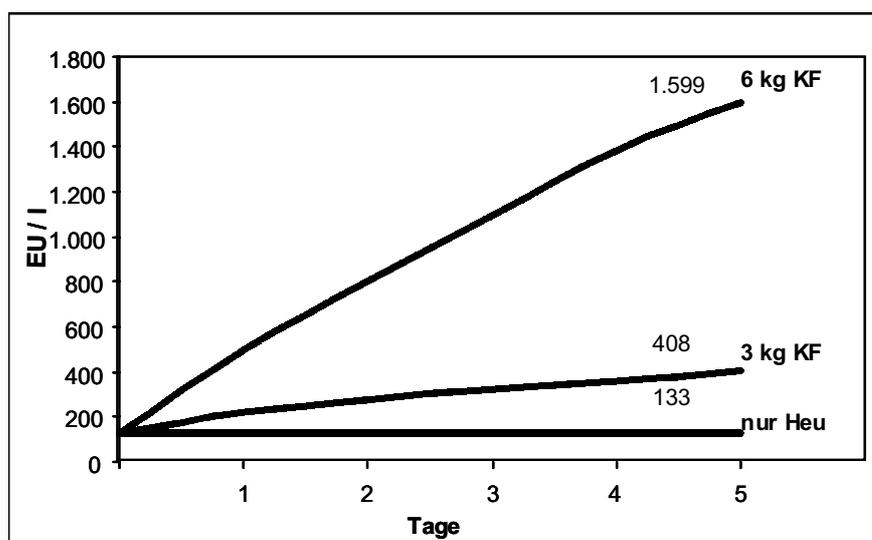


Abbildung 2: Einfluss abrupter Krafftutergaben auf den Endotoxingehalt im Pansen saft (ANDERSEN *et al.* 1993)

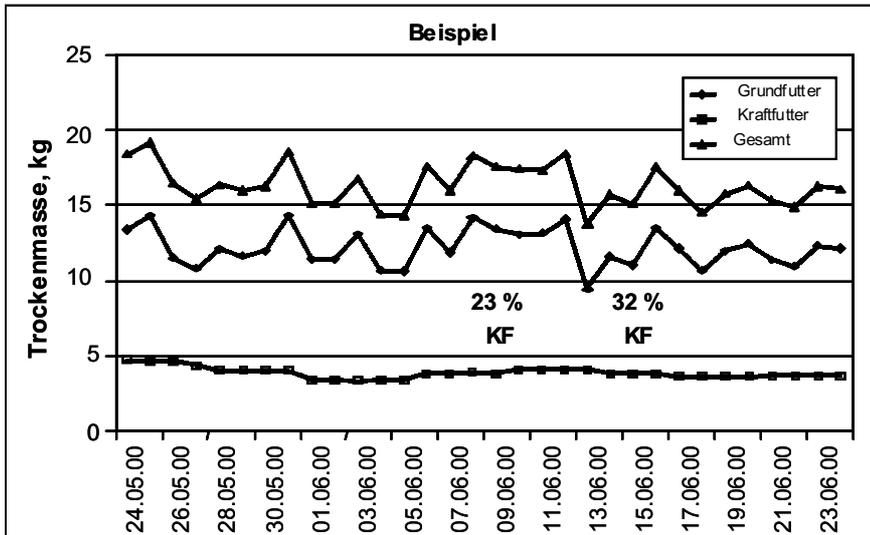


Abbildung 3: Beispiel für die tägl. variierende Grundfutteraufnahme einer Kuh

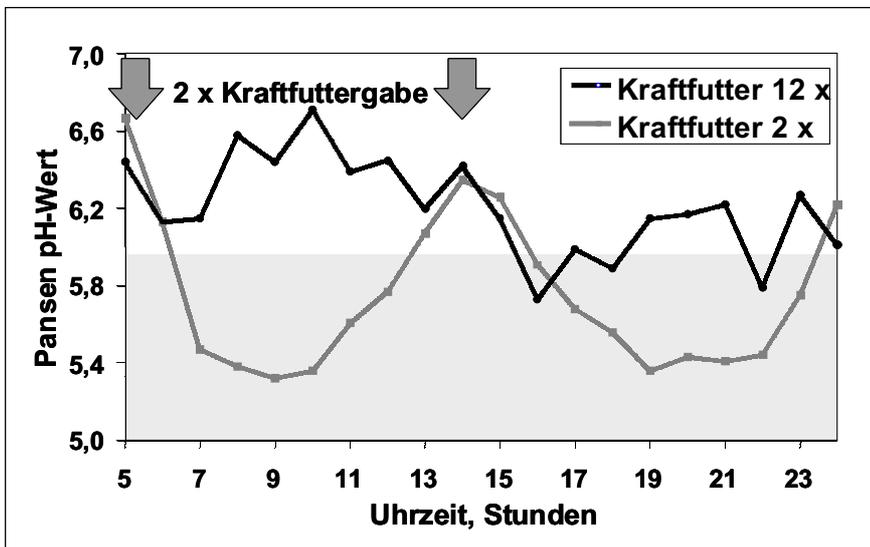


Abbildung 4: Einfluss der Häufigkeit von Krafftuttergaben auf den Pansen-pH (FRENCH u. KENNELLY 1990)

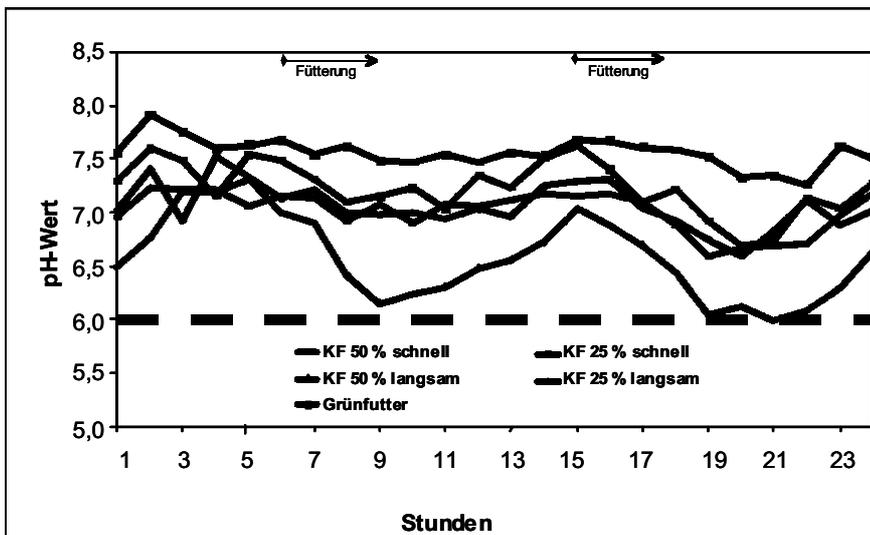


Abbildung 5: Einfluss der Rationsgestaltung auf den Pansen-pH

und dem vermehrten Auftreten von Leberabszessen ist als gesichert anzusehen (DIRKSEN et al. 1985). Die Anflutung des Blutes mit sauren Stoffwechselprodukten kann zu einer metabolischen Blutazidose mit schweren klinischen Krankheitserscheinungen führen. Infolge der Freisetzung von Endotoxinen und Histamin können akute und chronische Krankheitserscheinungen der Klauenreihe ausgelöst werden. In jüngerer Zeit wird die Klauenreihe als die Hauptursache für Pododermatitiden (eitrige und nicht eitrig-Entzündungen im Bereich der Klauenlederhaut) angesehen (BOOSMAN 1990, GANTKE et al. 1998, LISCHER und OSSENT 1996, OSSENT et al. 1997). Aufgrund der verminderten/gestörten Futteraufnahme kommt es zu einer vermehrten Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven und es entsteht das Krankheitsbild der Ketose.

4. Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Referat wird versucht, einen Einblick in das Wesen der Physiologie der Vormägen des Wiederkäuers zu vermitteln. Je höher die Leistungen an Milch oder Gewichtszuwachs sind, die vom Tier gefordert werden, umso gravierender werden auch die Auswirkungen der Fütterungsintensivierung auf Pansenaktivität und damit auf die Tiergesundheit sein. Dabei gilt es zu bedenken, dass bereits vor dem Bestehen klinischer Krankheitserscheinungen subklinische Störungen vorliegen, die noch vor Entstehen spezifischer Krankheits-symptome andere Konsequenzen wie beispielsweise Fruchtbarkeits-, Stoffwechsel- und Gliedmaßenkrankungen zur Folge haben können.

5. Literatur

Literaturstellen können beim Verfasser angefordert werden.

