



# 5. Tierärztetagung

---

## Raumberg-Gumpenstein 2012

Tierärztliche Bestandsbetreuung -  
Fokus Fütterung

31. Mai bis 3. Juni 2012

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

# 5. Tierärztetagung Raumberg-Gumpenstein 2012

Tierärztliche Bestandsbetreuung -  
Fokus Fütterung

31. Mai bis 03. Juni 2012

Organisiert von:

Lehr- und Forschungszentrum  
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft



## Impressum

### *Herausgeber*

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

### *Direktor*

HR Prof. Mag. Dr. Albert Sonnleitner

### *Leiter für Forschung und Innovation*

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

### *Für den Inhalt verantwortlich*

die Autoren

### *Redaktion*

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

### *Satz*

Sigrid Brettschuh  
Brigitte Krimberger

### *Lektorat*

Elisabeth Finotti

### *Druck, Verlag und © 2012*

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-76-0

Wir bedanken uns bei folgenden Sponsoren für die finanzielle Unterstützung:



Dieser Band wird wie folgt zitiert:

5. Tierärztetagung, Raumberg-Gumpenstein 2012, 31. Mai bis 03. Juni 2012, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2012

# Inhalt

Stallklima in Rinderstallungen Eduard Zentner .....	5
Monitoring der Klauengesundheit in Milchviehherden und Funktionelle Klauenpflege Johann Kofler .....	7
Tierärztliche Bestandsbetreuung Stamatios Dourakas .....	15
Fütterung von Milchkühen, viel Wissen oder noch mehr weiße Flecken? Michael Neumayer.....	25
Einführung in die Rationsberechnung bei Milchkühen Franz Tiefenthaller.....	29
Möglichkeiten und Grenzen der Weidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs Andreas Steinwidder und Johann Häusler .....	35
Management und Fütterung von Maststieren unter österreichischen Bedingungen Thomas Guggenberger .....	43
Entstehung von Endotoxinen im Vormagensystem und ihre Auswirkungen auf die Rindergesundheit – kann die Fütterung vorbeugend wirken? Qendrim Zebeli, Barbara U. Metzler-Zebeli und Annabella Khol-Parisini.....	49
Pathologische Zustände des Labmagens bei Milchkühen - Ursachen, Diagnose und Bedeutung Thomas Wittek .....	55
Erfahrungen zum praktischen Einsatz des Pansensensors auf Milchviehbetrieben Johann Gasteiner, Bertho Boswerger und Thomas Guggenberger .....	59
Diätische Prophylaxe von Milchfieber und Ketose Walter Peinhopf .....	71
Die Futtermitteluntersuchung als Basis für eine leistungsgerechte Ration Franz Tiefenthaller .....	73



**Landwirt**  
**SONDERBEILAGE**

# Stallklima in Rinderstallungen

Rinder benötigen viel Licht, beste Luftqualität und wenig Lärm, um optimale Leistungen zu erreichen

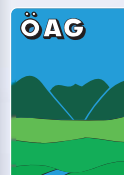


Broschüre erhältlich bei der  
Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG)  
**Fachgruppe:** Artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit  
**www.oeag-gruenland.at**  
E-Mail: [theresia.rieder@raumberg-gumpenstein.at](mailto:theresia.rieder@raumberg-gumpenstein.at)

Sowohl der Halter als auch seine Nutztiere benötigen entsprechende „Arbeitsbedingungen“. Die Umweltbedingungen wie Licht, Luftqualität oder Lärm werden sowohl vom Tier als auch vom Halter subjektiv wahrgenommen. Gestaltet werden sie bisher vor allem nach den Bedürfnissen des Tierhalters. So kommt es, dass die Haltungsbedingungen oft als gut empfunden werden, für die Tiere aber weit unter dem Optimum sind. Bereits mit geringem Aufwand lassen sich die Haltungsbedingungen wesentlich verbessern.



Autoren: Dipl.-Ing. Michael PICHLER – Leiter der Beratungsstelle Milchproduktion, Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Salzburg;  
Ing. Eduard ZENTNER – Abteilungsleiter für Stallklimattechnik und Nutztierschutz an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein





# Monitoring der Klauengesundheit in Milchviehherden und Funktionelle Klauenpflege

Johann Kofler<sup>1\*</sup>

Moderne Milchkühe mit ihren Leistungen von bis zu 10.000 Litern Milch und darüber sind wie „Hochleistungssportler“, sie benötigen beste Bedingungen bei Haltung, Komfort, Fütterung, Betreuung und Klauenpflege, um die gewünschten Leistungen auf Dauer zu erbringen, ohne dabei krank zu werden (GREENOUGH et al., 1997; VERMUNT u. GREENOUGH, 1997; KOFLER, 2001; SHEARER u. VAN AMSTEL, 2001; MANSKE et al., 2002; TOMLINSON et al., 2006; WANGLER et al., 2006; TELEZHENKO, 2007; BELL et al., 2009; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2009; COOK u. NORDLUND, 2010).

Buchstäblich der gesamte Organismus unserer Milchrinder wird von den Klauen getragen. Ein guter Indikator für die Beurteilung der Klauengesundheit in einer Herde ist die aktuelle Lahmheitsprävalenz. Diese kann am stehenden Rind, sollte aber immer auch in der Bewegung im Schritt (im Laufgang, auf dem Weg zum/vom Melkstand) beurteilt werden.

## Lahmheitsbeurteilung

Lahmheiten sind meist schmerzbedingte Störungen des Gangbildes, eine oder mehrere Gliedmaßen können gleichzeitig betroffen sein. Beidseitige Lahmheiten sind beim Rind häufig aufgrund gleichzeitiger Klauenerkrankungen an mehreren Klauen. Für den ungeübten Beobachter sind solche Lahmheiten oft schwerer festzustellen.

Zur Lahmheitsbeurteilung in der Praxis sowie auch für die Anwendung durch Landwirte hat sich das Locomotion-Scoring-System nach SPRECHER et al. (1997) mit Grad 1 (= nicht lahm) bis 5 (nur noch Belastung mit Klauenspitze oder gar nicht mehr) durchgesetzt, wo v.a. auf die Rückenlinie und auf Entlastungsstellungen bzw. -bewegungen geachtet wird.

Bei der Lahmheitsbeurteilung am stehenden Tier (z.B. im Fressgitter) wird die Rückenlinie (ist gerade bei Tieren ohne Lahmheit bzw. ggr. bzw. hgr. nach oben gekrümmt bei lahmen Rindern), die Entlastungsstellung einer Gliedmaße sowie hin-und-her-Trippeln beurteilt.

Bei der Lahmheitsbeurteilung im Schritt achtet man auf die Rückenlinie (gerade oder gekrümmt) und Entlastungsbewegungen (wie seitwärts Stellen der Gliedmaße bei Fußung, Einknicken der Gliedmaße im Moment der Fußung, Überköten im Fesselgelenk, Belastung nur an Klauenspitze bzw. fehlende Belastung). Auch die Beobachtung der Kühe beim Aufstehen und Niederlegen gibt Aufschlüsse über Lahmheiten (abnormale Weise, längere Dauer).

Wichtig ist eine regelmäßige Kontrolle auf Lahmheit etwa täglich vor/nach dem Melken (am Weg zum/vom/im Melkstand) oder zumindestens 1x wöchentlich, um Lahmheiten bereits frühzeitig zu erkennen und rasch behandeln zu können.

## Wirtschaftliche Einbußen infolge von Lahmheiten

Wirtschaftliche Verluste infolge von Lahmheiten bei Milchrindern stehen an dritter Stelle, nach Verlusten infolge von Euterentzündungen und Fruchtbarkeitsstörungen (GREENOUGH et al., 1997; GREEN et al., 2002; HERNANDEZ et al., 2002; TOMLINSON et al., 2006). Die Ursachen für Lahmheiten liegen zu mehr als 90% in Erkrankungen der Klaue und der Haut um die Klauen (CLARKSON et al., 1998). Dies zeigt die großen bestehenden Einflüsse der Aufstallung und Haltung, der Hygiene aber auch der Fütterung auf die Klauengesundheit auf.

Der wirtschaftliche Schaden infolge von Lahmheiten bzw. Klauenerkrankungen ist enorm und setzt sich aus offensichtlichen Kosten (Tierärztkosten, Kosten für Zukauf neuer Tiere, erhöhte Abschaffungsrate mit notwendiger Remontierung) und verborgenen Kosten zusammen (verminderte Milchleistung; verminderte Brunstanzeichen, verlängerte Rast- und Zwischenkalbezeiten, erhöhter Besamungsindex; Abmagerung; gesteigerte Arbeitskosten für Management und Behandlung lahmer Rinder; Kosten durch Wartezeiten für Milch bei Medikamenteneinsatz). In österreichischen Milchviehherden wurden mittlere jährliche Lahmheitshäufigkeiten von 36% (ROUHA-MÜLLEDER et al., 2009) nachgewiesen, und 7,25% aller vorzeitigen Schlachtungen bei Milchkühen in Österreich erfolgten infolge von Lahmheiten (ZUCHTDATA, 2009).

Der Milchverlust bei lahmen Kühen pro Laktation kann zwischen 160 bis 550 kg (im Mittel 360 kg) liegen (GREEN et al., 2002) bzw. bis zu 10% der 305-Tage-Laktationsleistung (HERNANDEZ et al., 2002) aber in Einzelfällen mit schweren und lang andauernden bzw. mehrmals wiederkehrenden Lahmheiten auch deutlich darüber; eine lahme Kuh kostet pro Jahr ca. 450-500 € (GREENOUGH et al., 1997; SOCHA et al., 2000).

Kühe mit Lahmheitsgrad 3 und größer weisen außerdem eine 2,8 mal größere Wahrscheinlichkeit auf, verspätet erstbesamt zu werden, eine um den Faktor 15 höhere Wahrscheinlichkeit für eine verlängerte Günstzeit, benötigen mehr Besamungen (bis 9), um neuerlich trächtig zu werden, und haben ein 8 mal höheres Risiko, aus der Herde abzugehen (ROBINSON u. JUAREZ, 2003).

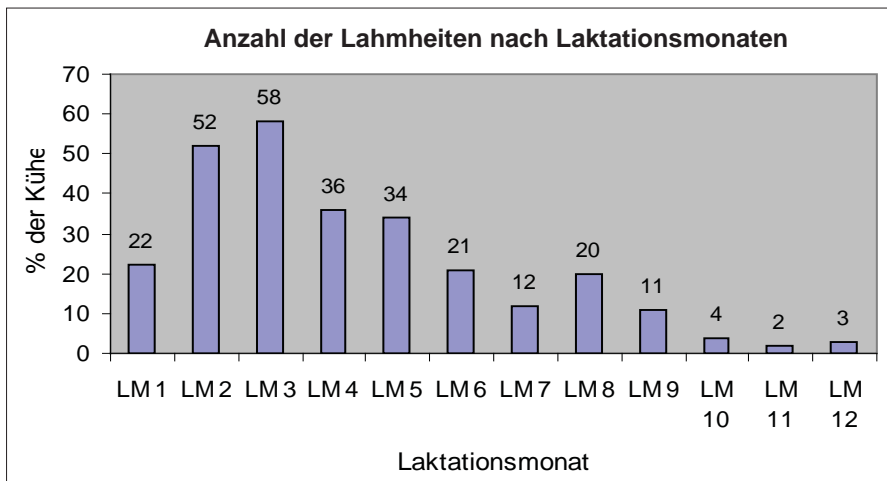
<sup>1</sup> Veterinärmedizinische Universität Wien, Abteilung für Großtierchirurgie und Orthopädie, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN

\* Ansprechperson: A.Prof. Dr. Dipl. ECBHM Johann Kofler, E-mail: johann.kofler@vetmeduni.ac.at



**Tabelle 1: Beziehung zwischen dem Schweregrad der Lahmheit (Score 1 – 5; score 1= nicht lahm), der Trockenmasseaufnahme (je stärker die Lahmheit, umso weniger TM-Aufnahme), den Milchinhaltsstoffen (auch die Qualität der Milch sinkt) und der Milchleistung (ROBINSON u. JUAREZ, 2003).**

Lahmheits-Grad	Trockenmasse Aufnahme % Reduktion	Milchinhaltsstoffe (Eiweiß, Fett) in kg	Milchleistungs- Reduktion %
1 (nicht lahm)	0	1,69	0
2	1	1,67	1
3	3	1,56	5
4	7	1,51	17
5	16	1,12	36



**Abbildung 1: Auftreten von Lahmheiten während der Laktationsperiode: Am häufigsten treten Lahmheiten (Klauenerkrankungen) in den ersten 3 - 5 Monaten (LM: Laktationsmonat) nach der Geburt auf. Daher kann die Durchführung der Funktionellen Klauenpflege bei Kühen 2-3 Monate nach der Geburt eine sehr wichtige vorbeugende und wesentliche Kontrollmaßnahme für Klauenerkrankungen darstellen (Tabelle aus: GREEN et al., 2002; neu gestaltet).**

## Wieviel Lahmheit ist erlaubt?

In einem gut geführten Milchviehbetrieb sollten zumindest 90% der Kühe lahmfrei sein, die restlichen Kühe sollten nur geringe Lahmheiten (Grad 2 und max. 3) aufweisen dürfen. Der Herdendurchschnitt sollte nicht über einem Lahmheitsscore von 1,4 liegen (VERMUNT u. GREENOUGH, 1997; ROBINSON u. JUAREZ, 2003; TOMLINSON et al., 2006). Liegen die wirklichen Lahmheitshäufigkeiten deutlich höher, dann muss als sofortige Maßnahme eine Klauenuntersuchung und fachgerechte funktionelle Klauenpflege mit evtl. nötiger Entlastung von Defekten bei allen lahmen Kühen vorgenommen werden bzw. rasch eine fachgerechte tierärztliche (meist chirurgische) Behandlung erfolgen. Anschließend sind die Aufstallungsbedingungen, Hygiene, Fütterung etc. zu kontrollieren, um die zugrundeliegenden Ursachen herauszufinden und vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen.

## Die Methode der Funktionellen Klauenpflege (TOUSSAINT RAVEN, 1998)

Ziel der Klauenpflege ist die Kontrolle und Erhaltung der Klauengesundheit, die Erhaltung der natürlichen Form der Klauen und die Erhaltung ausgewogener Belastungsverhältnisse. Regelmäßige Kontrolle der Klauen (2 – 3 mal jährlich) ermöglicht die Früherkennung von Klauenerkrankungen und deren frühzeitige Behandlung!

Eine fachgerecht durchgeführte Klauenpflege bewirkt eine Korrektur der Lastverteilung an der Einzelklaue durch Schaffung von stabilen, ebenen Sohlenflächen, damit verteilt sich die Last auf eine größere Fläche. Ziel: Verlagerung der Last vom Ballen auf die gesamte Sohlenfläche, Korrektur der Lastverteilung innerhalb des Klauenpaares (gleichmäßige Lastverteilung auf beide Klauen), eine Minderung der Umwelteinflüsse auf Ballen und Haut des Zwischenklauenspaltes durch Gewinn an Trachtenwandhöhe über eine vertretbar kurze Vorderwandlänge und einen relativ hohen Ballenbereich.

### Die Grundregeln der

#### Funktionellen Klauenpflege:

An den Hintergliedmaßen ist die Innenklaue durch die geringe Belastung weniger krankheitsanfällig und es treten kaum Verformungen dieser Klaue auf. Sie kann daher leicht in eine Form gebracht werden, an der sich die Korrektur der deformierten und meist überbelasteten Außenklaue orientieren kann.

An den Hintergliedmaßen beginnt daher die Funktionelle Klauenpflege an der **I n n e n k l a u e**.

An den Vordergliedmaßen ist die **A u ß e n k l a u e** weniger belastet,

daher wird sie zuerst bearbeitet.

Vor Durchführung der Klauenpflege wird die Kuh beim Hinführen zum Pflegestand beurteilt: Beurteilung von Fußung, Lahmheit, Gliedmaßenstellung. Die Kuh wird im Klauenpflgestand fixiert, die Klauen werden grob gereinigt, die Klauenform (normal, Stallklaue, Rollklaue, Reheklaue ...) und die Trachtenhöhe werden beurteilt, die Sohlenfläche wird auf abschilfernde Hornteile, eingetretene Fremdkörper und Klauenerkrankungen untersucht.

## Die Funktionelle Klauenpflege wird in 5 Arbeitsschritten durchgeführt:

**Schritt 1:** Richtiges Kürzen der Vorderwand und Beschneiden der Bodenfläche der Innenklaue: Mit einem Messstab wird an der Vorderwand der Innenklaue 7,5 cm (gilt als ungefähres Richtmaß für Holstein-Friesian- und Fleckviehkühe, bei Braunvieh-Kühen 8 cm) gemessen ab dem Übergang von der elastischen Haut des Kronsaumes zum harten Hornschuh, d.h. inklusive Saumband. Dann wird die Klauenspitze im rechten Winkel zur bestehenden Sohlenfläche und im rechten Winkel zur Mittelachse der Zehe mit der Zange oder dem Winkelschleifer gekürzt. Danach Schneiden einer ebenen Sohlenfläche an der Innenklaue, welche rechtwinklig zur Mittelachse der Zehen steht, wobei an der Klauenspitze 7 mm des Anschnittes stehen bleiben müssen. Diese 7 mm dick verbleibende

Anschnittsfläche dient als Maß für die Bestimmung der richtigen Sohlendicke an der Klauenspitze.

Als Maß für die Bestimmung der Dicke im hinteren Sohlenabschnitt dient die Trachtenhöhe, die ausreichend hoch verbleiben muss und generell unterschiedlich an Hinter- (3 – 3,5 cm) und Vorderklauen ist (4 - 4,5 cm)! Normales dickes Sohlenhorn lässt sich mit dem Daumen nicht eindrücken. Lässt sich Sohlenhorn auf starken Daumendruck gerade eindrücken, nicht mehr weiter schneiden! Oberstes Gebot für hintere Innenklauen ist, dass die Trachtenhöhe ausreichend hoch verbleiben muss, d.h. wenn die Trachtenhöhe bereits zu nieder ist, darf am hinteren Teil der Fußungsfläche überhaupt nichts abgetragen werden!

**Schritt 2:** Anpassen der Außenklaue: Ziel ist die Entlastung der meist höheren und daher überbelasteten Außenklaue. Diese wird in Länge und Sohlendicke der Innenklaue angeglichen, sofern dies möglich ist. Wenn die gleiche Höhe an der Außenklaue nur durch übermäßiges Dünnschneiden derselben erreicht werden könnte, dann ist es für die Kuh besser, dass die Sohlendicke an der Außenklaue ausreichend stark und damit etwas höher als an der Innenklaue bleibt!

Um zu prüfen, ob die Außenklaue gleich lang und gleich hoch ist wie die Innenklaue, müssen die Vorderwände beider Klauen mit der Hand auf die gleiche Ebene, parallel, gebracht werden. Wichtig für die Kontrolle der Höhe beider Sohlenflächen ist der Blick von hinten auf die Ballen.

**Schritt 3:** Herausarbeiten einer Hohlkehlung im hinteren, axialen Bereich der Sohle, um eine Entlastung zu ermöglichen. Die Hohlkehlung gewährleistet die notwendige Mikrobewegung der Sohle und Selbstreinigung (Klauenmechanismus). Sie umfasst ca. 1/3 bis 1/2 der Sohlenbreite und muss ohne Kante in das Sohlen- und Ballenhorn übergehen. Anschließend werden überschüssiges Horn und Hornkanten um den Zwischenklauenspalt entfernt. Der innere Tragrand darf nicht beschnitten werden, da dies zu Instabilität der Klaue und zu Spreizklauen führen würde.

**Schritt 4:** Freilegen von Defekten im Sohlen- und Wandhorn und Entlastung erkrankter Sohlen- bzw. Wandabschnitte: Schritt 4 ist nur dann nötig, wenn solche Defekte überhaupt vorhanden sind. Veränderungen im Sohlen- und Wandhorn (lose Wände, Doppelsohlen, abgelöstes Ballenhorn, Sohlengeschwüre, Wandgeschwüre mit Hornklüften an abaxialer Wand) werden ausgeschnitten, auf jeden Fall sind solche Bereiche zu entlasten. Das Horn rund herum wird mit flachem Übergang zum gesunden Bereich ausgeschnitten, bei Sohlen- und Wandgeschwüren ist auch der Tragrand in diesem Bereich wegzunehmen, damit der gesamte Defekt nach Entlastung ohne Bodenkontakt „schwebt“. Bei großen Sohlendefekten, die über die halbe Sohlenlänge nach vorne reichen, ist ein Klotz auf die gesunde Nachbarklaue zu kleben. Bei tief reichenden Infektionen, sicher und leicht erkennbar an der dabei immer vorhandenen Schwellung an Ballen oder/und Krone ist ein chirurgischer Eingriff durch den Tierarzt nötig.

**Schritt 5:** Entfernung von loseem Horn, Kürzen der Afterklauen, Kontrolle der Haut des Zwischenklauenspaltes und Entfernung von zerfurchtem Horn im Weichballenbereich

bei Vorliegen von Ballenfäule. Der Tragrand wird nur dann bearbeitet, wenn scharfe Horngrate vorstehen, ansonsten wird der Tragrand nicht abgerundet („der Tragrand ist zum Tragen da“). Kürzen der Afterklauen („so lang wie breit“) mit der Zange. Abschließend Kontrolle der Haut des Zwischenklauenspaltes und des Kron- und Ballensaumes auf Schwellungen. Beim Verlassen des Standes, Kontrolle der Gliedmaßenstellung und des Gangbildes in der Bewegung.

#### ***Die Pflege gesunder Klauen unterscheidet sich grundsätzlich von der Lahmheitsbehandlung!***

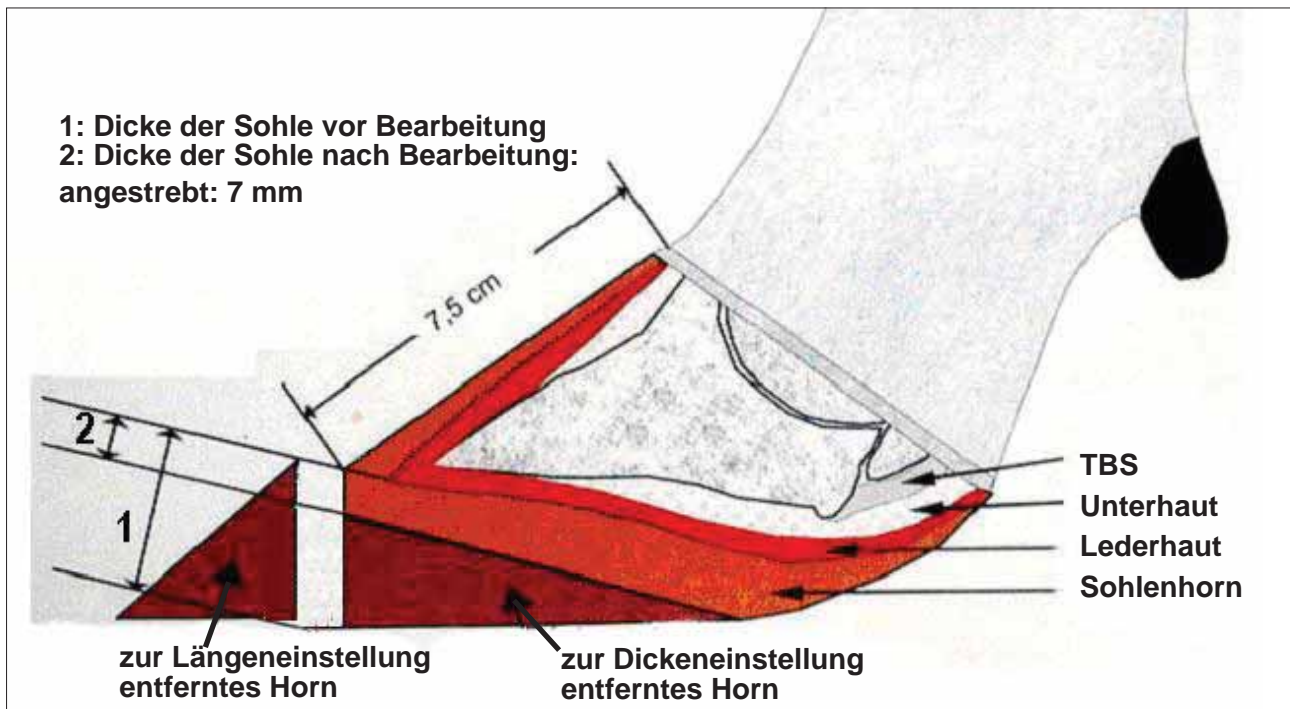
Bei gesunden Klauen strebt man eine möglichst gleichmäßige Lastverteilung zwischen Innen- und Außenklaue an. Hingegen versucht man bei der Klauenpflege lahmmer Tiere eine Entlastung der erkrankten Klaue herbeizuführen! Dies geschieht entweder durch Höhenreduzierung an der erkrankten Klaue unter Belassung der Höhe der gesunden Nachbarklaue oder durch Erhöhung der gesunden Klaue mittels Holz- oder Plastikklotz.

#### ***Funktionelle Klauenpflege regelmäßig vorbeugend durchführen***

Die fachgerechte funktionelle Klauenpflege gilt heute als eine der wichtigsten Vorbeuge- und Kontrollmaßnahmen für die Klauengesundheit in Milchviehherden (SHEARER and VAN AMSTEL, 2001, MANSKE et al., 2002; FIEDLER et al., 2004; HUBER et al., 2004). Damit klauenpflegerische Maßnahmen aber diesen gewünschten und erwarteten positiven Effekt auch erbringen können, muss die Klauenpflege von gut ausgebildeten Fachleuten ausgeführt werden (KOFER, 2001). Weiters muss die Funktionelle Klauenpflege regelmäßig im Betrieb vorgenommen werden und nicht nur dann, wenn die Kühe bereits lahm sind (TOUSSAINT RAVEN, 1998; FIEDLER et al., 2004). Man empfiehlt die sogenannte saisonale Pflege aller Kühe des Bestandes 2-3 mal jährlich oder auch öfters bei Rindern mit Rehe- und Rollklauen oder die Klauenpflege ausgerichtet am individuellen Geburtstermin der Kuh: d.h. beim Trockenstellen und wiederum 2 bis 3 Monate nach der Geburt. Auch Kühe mit freigelegten und entlasteten Klauendefekten sollten nach ca. 6 – 8 Wochen wiederum nachkontrolliert werden, um nun nachdem der Defekt mit neuem Horn aufgefüllt ist, eine funktionelle Klauenpflege vorzunehmen.

Einen nachhaltigen Effekt auf die Klauengesundheit der Milchkühe hat die Durchführung der Klauenpflege bereits bei der Erstbesamung der Kalbinnen. Untersuchungen haben gezeigt, dass wenn bereits Kalbinnen vor der ersten Geburt Klauenprobleme und Lahmheiten zeigten, diese Tiere dann später ein bis zu 27 mal höheres Risiko aufwiesen, in der Erstlaktation wiederum lahm zu werden (DRENDEL et al., 2005; BELL et al., 2009; CAPION et al., 2009).

- **Klauenpflege bei der Erstbesamung der Kalbin mit ca. 18 Monaten,**
- **Klauenpflege beim Trockenstellen ca. 2 Monate vor der Geburt,**
- **Klauenpflege wiederum 2 - 3 Monate nach der Geburt (weil im Zeitraum 2 bis 5 Monate nach der Geburt Lahmheiten am häufigsten zu erwarten sind,**
- **Klauenpflege wiederum beim Trockenstellen,**
- **Rinder mit hgr. chronischen Reheklauen, Rollklauen bzw. mit erkrankten und anlässlich der Klauenpflege behandelten Klauen sollten auch noch ein weiteres Mal dazwischen (nach ca. 6 bis 8 Wochen) kontrolliert und klauengepflegt werden.**



**Abbildung 2:** Schema der Funktionellen Klauenpflege in Seitenansicht: bei erwachsenen Kühen mit gesunden, aber stark angewachsenen Klauen wird die Vorderwandlänge ab dem Übergang von der elastischen Haut des Kronsaumes zum harten Hornschuhrand gemessen (ca. 7,5 cm; bei Braunviehkühen: 8 cm). Die Vorderwand wird dann mit der Zange gekürzt. 7 mm dieses „Anschnittes“ an der Klauenspitze müssen als Sohlendicke bestehen bleiben (1 mm pro 100 kg)! Das Sohlenhorn wird überwiegend im vorderen Sohlenbereich abgetragen, die Trachtenhöhe der hinteren Innenklaue sollte so hoch wie möglich bleiben! Die Trachtenhöhe ist an Hinterklauen häufig viel zu niedrig; in solchen Fällen darf dort überhaupt kein Horn abgetragen werden! (Aus Faltblatt „Funktionelle Klauenpflege“, herausgegeben von der Landwirtschaftskammer Hannover).

## Dokumentation bei der Klauenpflege

Unter den heutigen Bedingungen in der Milchwirtschaft (Qualitätsstandards in Produktion und Verarbeitung) ist die Dokumentation von Erkrankungen und der durchgeführten Behandlungsmaßnahmen (Ausschneiden von Defekten, Geschwüren, Klotz kleben ...) bei der Klauenpflege auf speziellen Protokollen unbedingt zu empfehlen. Die bei der Klauenpflege festgestellte Lahmheit (Grad 1 – 5) sowie die festgestellten Defekte und Klauenerkrankungen werden mit einem leicht merkbaren Kürzel (z.B. SG für Sohlengeschwür, BF für Ballenhornfäule, DD für Dermatitis digitalis usw.) oder mit einem Zahlenschlüssel protokolliert. Solche Protokolle sollten für jedes Tier einer Herde angelegt und durch den professionellen Klauenpfleger (bzw. Tierhalter oder Tierarzt) bei jeder Klauenpflege und Klauenbehandlung ausgefüllt werden. Sie dienen der Dokumentation der Klauengesundheit in der Herde und ermöglichen einen guten Überblick über die Entwicklung und Kontrolle von Klauenerkrankungen bzw. von implementierten Verbesserungsmaßnahmen. Die erhobenen Daten können auch gleich vor Ort bei der Klauenpflege in ein digitales Klauenpflegeprotokoll eines Computers eingegeben oder später vom handschriftlich geführten Protokoll in einen Computer übertragen werden.

Derzeit wird das Softwareprogramm KLAUENMANAGER von professionellen Klauenpflegern immer mehr eingesetzt, womit eine detaillierte elektronische Dokumentation der erhobenen Klauendaten erfolgt (KOFLENER et al., 2011) und

dem Landwirt sofort nach Beendigung der Klauenpflege ein Protokoll mit allen Analysen der Klauendaten ausgedruckt werden kann. Dies beinhaltet alle klauengepflegten Rinder mit allen festgestellten Klauenbefunden, geordnet nach Schweregraden. Weiters kann mit dem integrierten Softwareprogramm sofort eine breitgefächerte Analyse der Daten vorgenommen werden. So können die Prävalenzen der festgestellten Lahmheiten, der diagnostizierten Klauenerkrankungen und die bei den Kühen einer Herde am häufigsten betroffenen Klauenzonen dargestellt werden. Weiters kann das Programm den CCS (Kuh-Klauen-Score) jeder Kuh, den FCS (Farm-Klauen-Score) und den FZS (Farm-Zonen-Score) jeder Herde automatisch berechnen (Abb. 1, 2, 3). Diese numerischen Parameter – v.a. der FCS-Wert - ermöglichen rasche und einfache Vergleiche der Klauengesundheit mit vorausgegangenen Besuchen bzw. einen Vergleich der Klauengesundheit verschiedener Herden. Außerdem erlauben diese Parameter zusammen mit den oben genannten Häufigkeitsraten der diagnostizierten Klauenerkrankungen einer Herde einem Fachkundigen eindeutige Rückschlüsse auf ursächliche Risikofaktoren (KOFLENER et al., 2011).

Weiters ist auch eine elektronische Datenübermittlung zum betreuenden Hoftierarzt möglich, so dass dieser bei Bedarf alle relevanten und aktuellen Klauendaten zur Verfügung hat und damit zusammen mit den bereits routinemäßig verfügbaren Milchleistungs- und Fruchtbarkeitsdaten ein Monitoring der Klauengesundheit in den Herden etablieren kann.

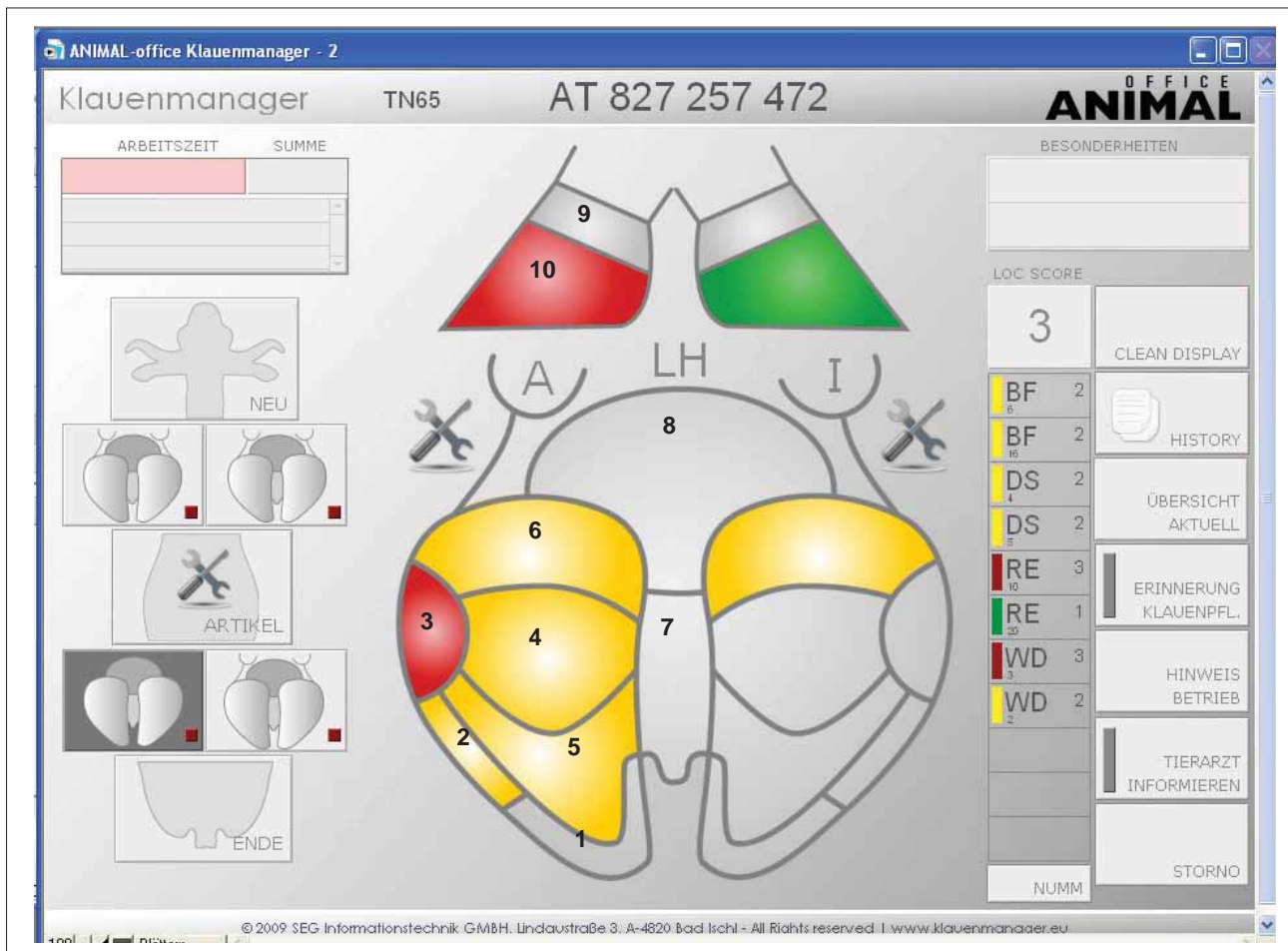


Abbildung 3: Eingabemaske des digitalen Klauenmanager-Programms mit der „Navigationskuh“ links im Bild sowie dem Klauenpaar hinten links, welches gerade angeklickt wurde und nun alle eingetragenen Diagnosen zeigt. Jede Klaue ist in 10 Zonen unterteilt, bei Anklicken der Zonen erscheinen automatisch alle Diagnosen, welche an dieser Zone der Klauen vorkommen können und man wählt nur noch die zutreffende aus und gibt den jeweiligen Schweregrad derselben (ggr. = grün = Schweregrad 1; mittelgradig = gelb = Schweregrad 2; hochgradig = rot = Schweregrad 3) an. NEU: Dokumentation der Klauendaten für eine neue Kuh; ENDE: Beendigung der Klauendokumentation; Artikel: Dokumentation und Verrechnung von Artikeln für die Klauenbehandlung. A: äußere Klaue; I: innere Klaue; LH: linker Hinterfuß; LOC Score: Locomotion Score.

In der Spalte unter dem LOC Score werden die dokumentierten Klauenläsionen in abgekürzter Form wiedergegeben: BF 2: Ballenfäule (Schweregrad 2); DS 2: Doppelsohle (Schweregrad 2); RE 3: chronische Reheklau mit konkaver Vorderwand (Schweregrad 3); WD 3: Wanddefekt (Schweregrad 3). In der rechten Spalte beinhaltet das Programm noch weitere hilfreiche Applikationen wie HISTORY (dort können die Klauendaten vorausgegangener Dokumentationen sofort abgerufen werden); ERINNERUNG KLAUENPFLEGER bzw. TIERARZT INFORMIEREN, wo Kontrolltermine für den Klauenpfleger selber bzw. schriftliche Empfehlungen an den Landwirt festgehalten werden, bei speziellen Diagnosen unbedingt den Tierarzt zu verständigen.

## Programm zur Erhaltung einer guten Klauengesundheit

1. Regelmäßige (tägliche / wöchentliche) Lahmheitskontrolle aller Tiere (Kalbinnen und Kühe) der Herde
2. Lahme Rinder sofort fachgerecht untersuchen und behandeln (lassen),
3. Regelmäßige, fachgerechte funktionelle Klauenpflege bei Kalbinnen und Kühen (saisonal oder besser tierindividuell ausgerichtet nach dem Geburtstermin) durch gut ausgebildete Klauenpfleger 2 – 3 mal jährlich,
4. Bedarfs- und wiederkäuergerechte Fütterung und Kontrolle mittels BCS, und Daten der regelmäßigen

Milchleistungskontrolle (Milcheiweiß-, Milchfett-, Milchlaktatwert, Fett-Eiweißquotient)

5. Tiergerechte Lauf- und Liegeflächengestaltung und Kontrolle mittels Tierbeobachtung (Bewegungsfreudigkeit, Verhalten beim Aufstehen bzw. Niederlegen in Box, Meiden von Boxen, Stauzonen, enge Kurven, Betonkanten in Lauffläche), Bewertung der Hautverschmutzung (Füße, Bauch, Euter) und Scoring von Druckstellen der Haut (seitlich am Sprunggelenk, vorne am Karpalgelenk) sowie Evaluierung der Lauf- und Liegeflächen mittels Checklisten zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit.
6. Genaue Protokollierung und Analyse aller Klauenbefunde, am besten mit dem digitalen Dokumentationsprogramm Klauenmanager.

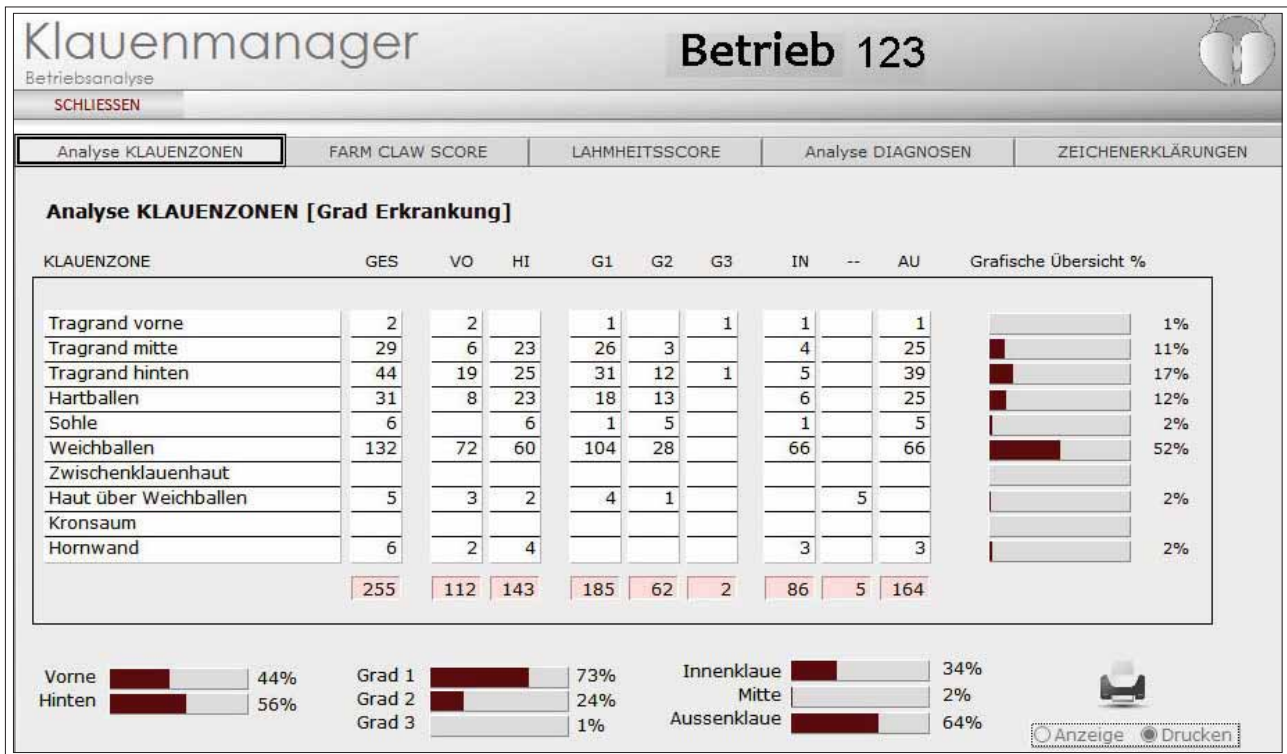


Abbildung 4: Maske des Klauenmanagers mit „Analyse der Klauenzonen“ 1 – 10, welche auch namentlich in der 1. Spalte links aufgelistet sind; Spalte 2 (GES) zeigt die Gesamtzahl der Befunde an den jeweiligen Zonen, Spalte 3 (VO) bzw. 4 (HE) zeigen die Anzahl der Befunde an der Vorder- bzw. Hintergliedmaße, die Spalten 5, 6 und 7 (G1, G2, G3) zeigen die jeweilige Anzahl der Schweregrade an, Spalte 8 (IN), Spalte 9 (--) und Spalte 10 (AU) listen die Anzahl der Befunde an den Innenklauen, an der Haut des Interdigitalspaltes sowie an der Außenklau auf. Ganz rechts sowie unten sind graphische Übersichten bzw. Prozentangaben der numerischen Verteilung der Häufigkeiten angeführt.

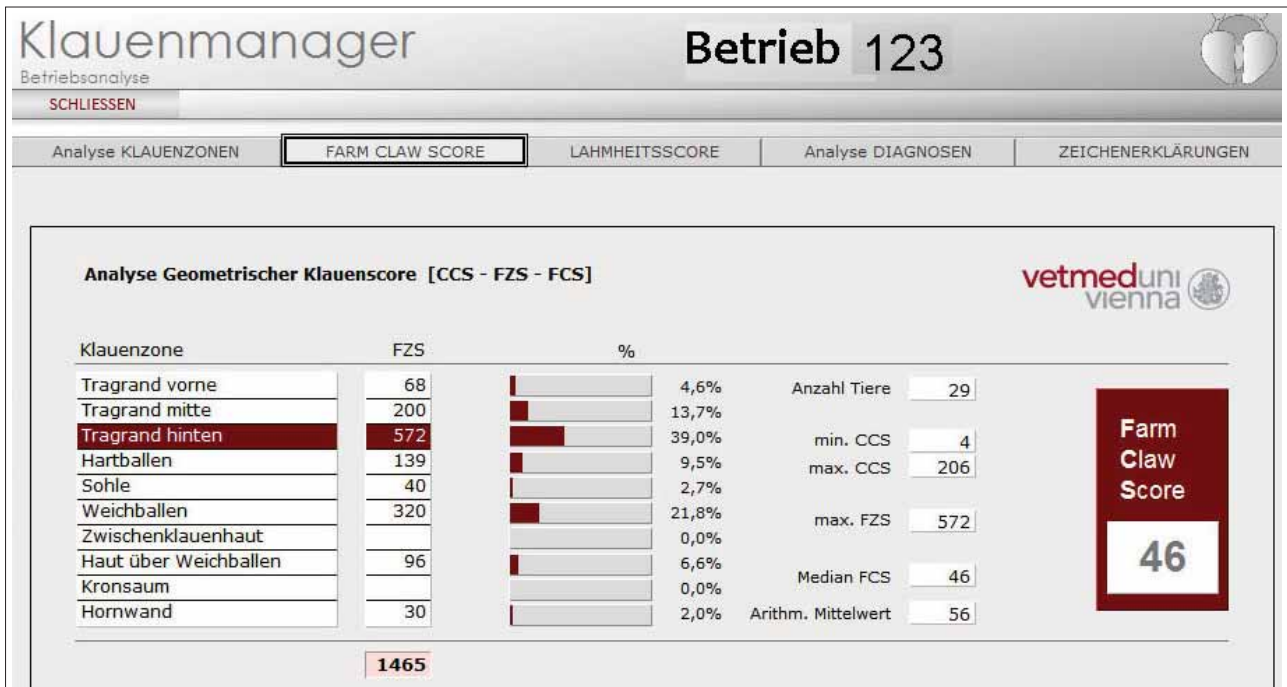


Abbildung 5: Maske des Klauenmanagers mit „Analyse Geometrischer Klauenscore“: CCS, FCS, FZS. In der linken Spalte sind die Zonen aufgelistet, dann die Werte des FZS, gefolgt von der graphischen Übersicht bzw. Prozentzahlen der geometrisch berechneten Scores, und in der rechten Spalte findet sich die Zahl der klauengepfligten Tiere, der CCS min, der CCS max, der FZS max., der FCS Median und der FCS Mittelwert. Die geometrische und damit gewichtete Analyse der Daten zeigt, dass die Zone 3 mit einem FZS von 572 bzw. 39,0% der gewichteten Befunde am häufigsten und schwerwiegendsten betroffen war bzw. der gesamte Tragrand und die Weiße-Linie (Zonen 1, 2, 3) mit insgesamt 57,3%.

## LITERATUR

- BELL, N.J., BELL, M.J., KNOWLES, T.G., WHAY, H.R., MAIN, D.J., WEBSTER, A.J.F. (2009): The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles and designated for heifers on dairy farms. *Vet. J.* 180 (2), 178-188.
- CAPION N, THAMSBORG SM, ENEVOLDSEN C (2009): Prevalence and severity of foot lesions in Danish Holstein heifers through first lactation. *Vet J* 182: 50–58.
- CLARKSON, M.J., DOWNHAM, D.Y., FAULL, W.B., HUGHES, J.W., MANSON, F.J., MERRIT, J.B., MURRAY, R.D., RUSSELL, W.B., SUTHERST, J.E., WARD, W.R. (1996): Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.* 138 (23), 563-567.
- COOK NB, NORDLUND KV (2010): The influence of the environment on dairy cow behaviour, claw health and herd dynamics. *Vet J* 179: 360–369.
- DRENDEL, T.R., HOFFMAN, P.C., St-PIERRE, N., SOCHA, M.T., TOMLINSON, D.J., WARD, T.L. (2005): Effects of feeding zinc, manganese and copper amino acid complexes and cobalt glucoheptonate on claw disorders in growing dairy replacement heifers. *Professional Animal Scientist* 21 (3), 217-224.
- FIEDLER, A., MAIERL, J., NUSS, K. (2004): Funktionelle Klauenpflege. In: FIEDLER, A., MAIERL, J., NUSS, K. (Eds.): *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes*. Schattauer Verlag, Stuttgart, p. 44-62.
- GREEN, L.E., HEDGES, V.J., SCHUKKEN, Y.H., BLOWEY, R.W., PACKINGTON, A.J. (2002): The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256.
- GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D., BROOM, D.M., ESSLEMONT, R.J., GALINDO, F.A. (1997): Basic concepts of bovine lameness. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (Eds.): *Lameness in cattle*, 3. Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 3-13.
- HERNANDEZ, J., SHEARER, J.K., WEBB, D.W. (2002): Effect of lameness on milk yield in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 220, 640-644.
- HUBER J, STANEK C, TROXLER J (2004): Effects of regular claw trimming in different housing systems. *Proceedings of the 13th International Symposium on Lameness in Ruminants, Maribor Slovenia 2004*, 116–117.
- KOFLER, J. (2001): Beziehungen zwischen Fütterung und Gliedmaßenkrankungen bei Rindern Diagnostik, Therapie und Prophylaxe. *Abstracts der 28. Viehwirtschaftlichen Fachtagung der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft 2001, BAL Gumpenstein*, 75–91.
- KOFLER, J. (2001): Claw disorders in cattle as a consequence of incorrect claw trimming – clinical and pathological findings. *Abstr. 3rd Middle European Congress for Buiatrics, Milovy, Czech Republic, May 3-25, 2001*, 155-159.
- KOFLER J. (2012): Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: *Der Huf*. Litzke L-F, Rau B (Hrsg), 6. Aufl., Stuttgart, Enke Verlag in MVS Medizinverlage, S. 326-353.
- KOFLER, J., HANGL, A., PESENHOFER, R., LANDL, G. (2011): Evaluation of claw health in heifers in seven dairy farms using a digital claw trimming protocol and program for analysis of claw data. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 2011; 124: 10–19.
- MANSKE, T., HULTGREN, J., BERGSTEN, C. (2002): The effect of claw trimming on the hoof health of Swedish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.* 54, 113-129.
- ROBINSON PH, JUAREZ ST (2003): Locomotion scoring your cows: use and interpretation. <http://www.txanc.org/proceedings/2003/LocomotionScoringofDairyCattle.PDF>. Accessed January 10, 2011.
- ROUHA MÜLLEDER, C., IBEN, C., WAGNER, E., LAAHAG, TROXLER, J., WAIBLINGER, S. (2009): Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose housed dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 92 (1-2), 123–133.
- SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R. (2001): Functional and corrective claw trimming. *Vet. Clin. North Am.-Food Anim. Pract* 17, 53-72.
- SPRECHER, D.J., HOSTELER, D.E., KANEENE, J.B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47 (6), 1179-1187.
- TELEZHENKO E (2007): Effect of flooring system on locomotion comfort in dairy cows: aspects of gait, preference and claw condition. *Skara, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Doctoral Thesis No.2007:76*.
- TOMLINSON DJ, SOCHA MT, WARD TL (2006): Using locomotion scoring to put together a program to reduce lameness in the dairy. [http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Using\\_Locomotion\\_Scoring.htm](http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Using_Locomotion_Scoring.htm); Accessed January 10, 2011.
- TOUSSAINT RAVEN, E. (1998): *Klauenpflege beim Rind – Über die Entstehung und Vorbeugung von Sohlengeschwüren*. Deutsche Übersetzung: Döpfer, D., ISBN 3-00-003219-3. Universität Utrecht, Niederlande. 83–91.
- VERMUNT, J.J., GREENOUGH, P.R. (1997): Management and control of claw lameness – an overview. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (Eds.): *Lameness in cattle*. 3. Auflage, W.B. Saunders Company, Philadelphia u.a., pp. 308- 315.
- WANGLER A, HARMS J, RUDOLPHI B, BLUM E, BÖTTCHER I, KAVEN D (2006): Verlängerung der Nutzungsdauer der Milchkühe durch eine gute Tiergesundheit bei gleichzeitig hoher Lebensleistung zur Erhöhung der Effizienz des Tiereinsatzes. *Forschungsbericht (Nr. 2/22), Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion*. [http://agrarnet-mv.de/var/plain\\_site/storage/original/application/182bc036894c108f9a61f90f1f4-4802f.pdf](http://agrarnet-mv.de/var/plain_site/storage/original/application/182bc036894c108f9a61f90f1f4-4802f.pdf); Accessed January 10, 2011.
- ZUCHTDATA (2011): [www.zuchtdata.at](http://www.zuchtdata.at).



# Tierärztliche Bestandsbetreuung

Stamatios Dourakas<sup>1\*</sup>

## Programm

*Leistungsdaten,  
Milchinhaltsstoffe,  
Rückenfett,  
Analysen*

© Mag. Stamatios Dourakas

## Analyse der Milchleistungsdaten

- Milchmenge
- Milchfett
- Milcheiweiß
- Fett/Eiweiß-Quotient
- Harnstoff
- Zellzahl

Erstlaktierende getrennt beurteilen!

© Mag. Stamatios Dourakas

## Leistungsdaten

- Milchinhaltsstoffe
- Fruchtbarkeitsparameter

© Mag. Stamatios Dourakas

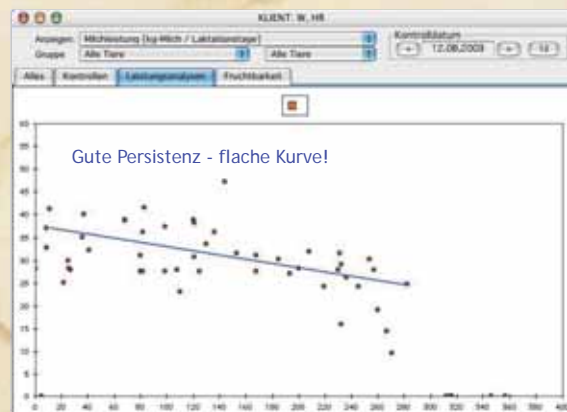
## Milchmenge

- Laktationsverlauf der Tiere
- Einsatzleistung
- Persistenz
- Leistungseinbrüche

© Mag. Stamatios Dourakas

## Milchinhaltsstoffe

© Mag. Stamatios Dourakas



<sup>1</sup> Praktischer Tierarzt, Windhager Straße 24, A-3931 SCHWEIGGERS

\* Ansprechperson: Mag. Stamatios Dourakas, E-mail-Adresse: matl@dourakas.at



## Milchfett

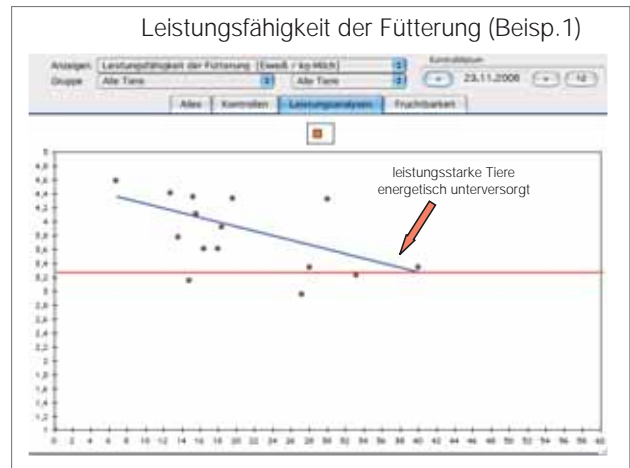
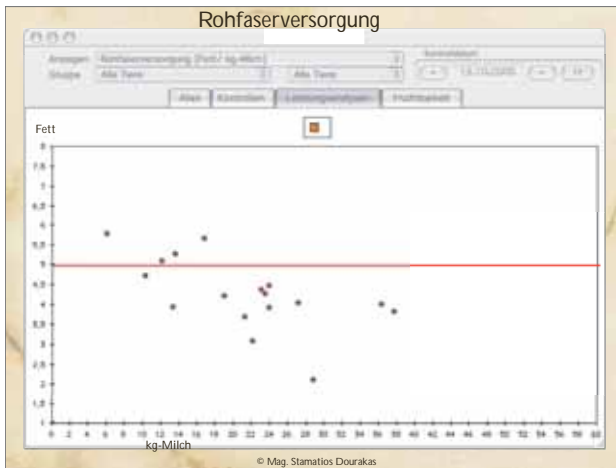
Genetik  
 Rohfaser mind. 18%  
 Ausreichend Struktur  
 Lipomobilisation (BCS, Fettleber, Ketose)  
 Milchfett sehr hoch (Ketosegefahr)  
 Milchfett sehr niedrig (Acidosegefahr)

Beginn Laktation  
 40% Milchfett aus  
 Körperfett produziert

© Mag. Stamatios Dourakas

## Milcheiweiß

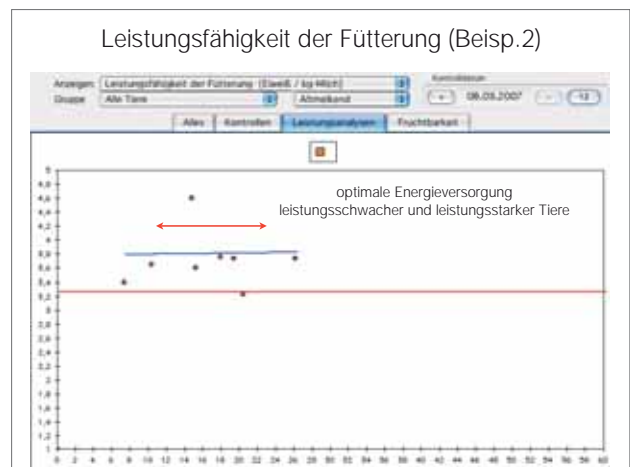
- ☐ Energiegehalt der Ration bestimmt Eiweißgehalt der Milch
- ☐ Nur geringer Zusammenhang zwischen Futtereiweiß und Milcheiweiß
- ☐ < 3,2% Milcheiweiß in der Lakt.spitze- Hinweis auf Energiemangel
- ☐ Hohe Milcheiweißgehalte (>3,9%) + hohe Harnstoffwerte in der Spätlaktation- Anzeichen einer Überversorgung
- ☐ 0,4% zu Beginn unter Durchschnitt, 0,4 % am Ende über Durchschnitt (z.B. 3,1-3,5-3,9) ideal

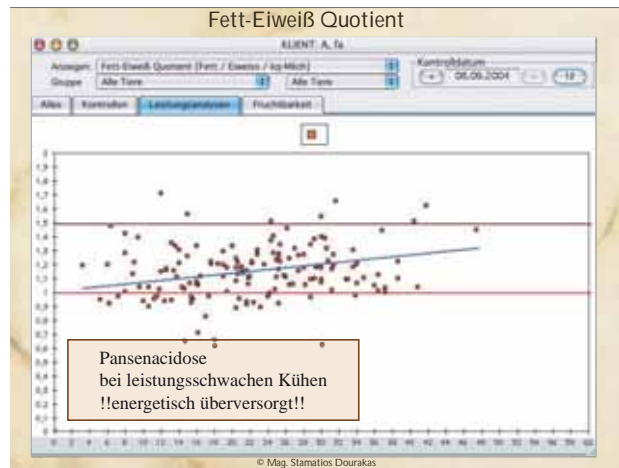
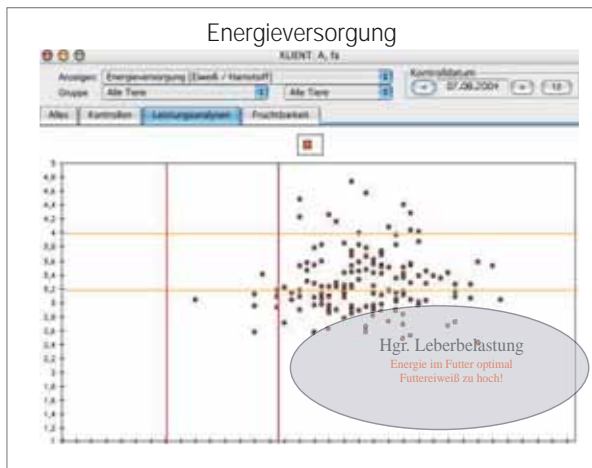


## Milcheiweiß

Nicht fütterungsbedingt		fütterungsbedingt	
Faktor		Faktor	
Laktationsbeginn	↑	Energieaufnahme	↑↑
Laktationsgipfel	↓	Energiemangel	↓↓
Kalbnummer	↓	Nahrungsfett	↓
Hohe Temperatur >20°C	↓	Rohfaser	↓
Hohe Luftfeuchtigkeit	↓	Rohproteinmangel	↓?
Mastitis	↓↓	Vit E, Niacin	↑?

Emery,1988 © Mag. Stamatios Dourakas





### Fett-Eiweiß Quotient

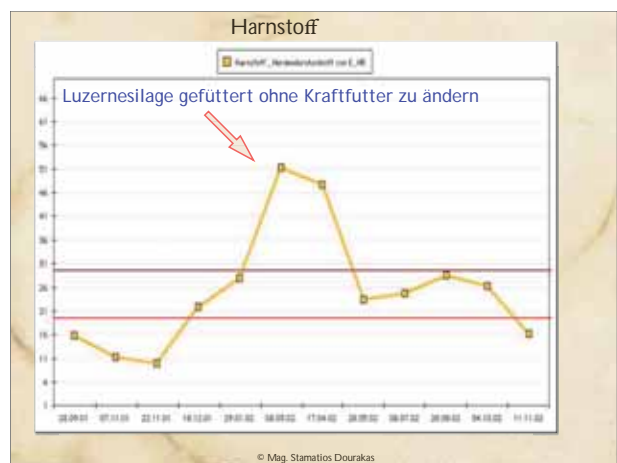
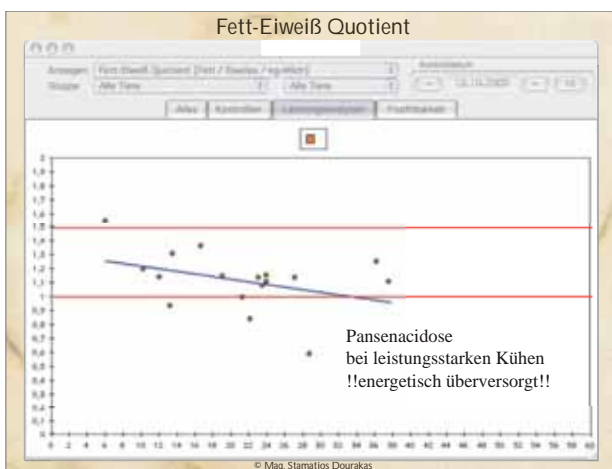
- Nicht beurteilen in ersten 14 Laktationstagen!
- Sehr aussagekräftiger Wert
- < 1 (subklinische) Pansenacidose, Rohfasermangel, mangelnder Ausmelkgrad
- > 1,5 (subklinische) Ketose (rel. Energiemangel)

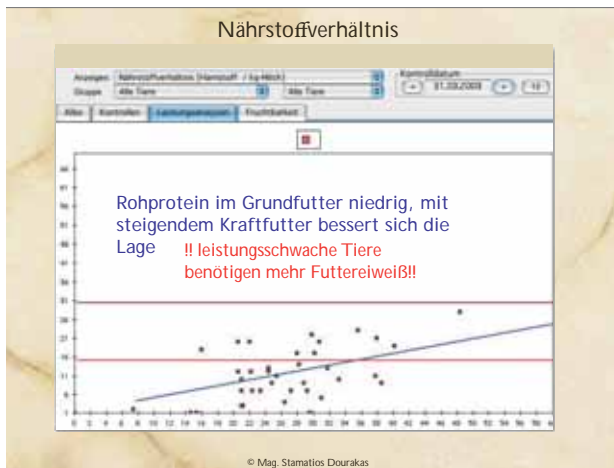
© Mag. Stamatios Dourakas

### Milchharnstoff

- Verhältnis Energie zu Eiweiß
- Immer in Zusammenhang mit Milcheiweißgehalt zu beurteilen
- Milcheiweiß unter 3,2% , zuerst Energie korrigieren, dann erst kontrollieren ob, Futtereiweiß zu hoch

© Mag. Stamatios Dourakas





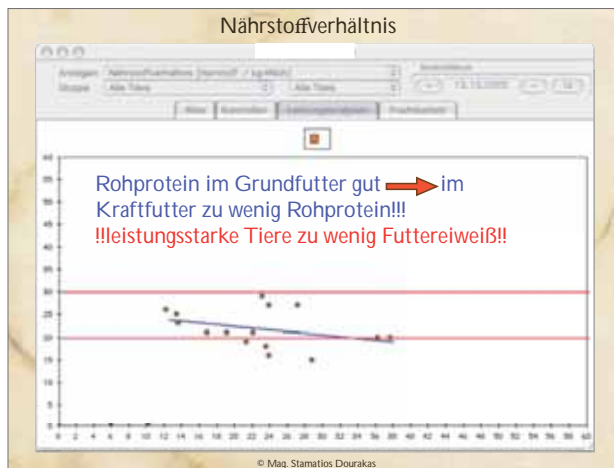
## Dokumentation

Messungsergebnisse werden in das EDV System (AnimalOffice) eingescannt!



50 Tiere sind in ca. 3-4 Minuten im System!

© Mag. Stamatios Dourakas



## Messungen

- [ nach Eintreffen der Milchleistungsdaten, erfolgt Messung
- [ Kühe, Kalbinnen (schwerträchtig um nicht überfettet in die Laktation zu kommen)
- [ Trockensteher (Geburtskondition, keine Milchleistungsdaten)

© Mag. Stamatios Dourakas

## Rückenfett-Milchleistungsdaten

Ergebnisse der Rückenfettmessung werden ausgedruckt und grafisch dargestellt!

Anschliessend werden RFD Daten mit Milchleistungsdaten -sofern vorhanden ( Trockensteher und Kalbinnen keine Milchleistungsdaten!) mit dem Betriebsführer diskutiert!

Managementprobleme und Fütterungsdefizite sollen erkannt und behoben werden!

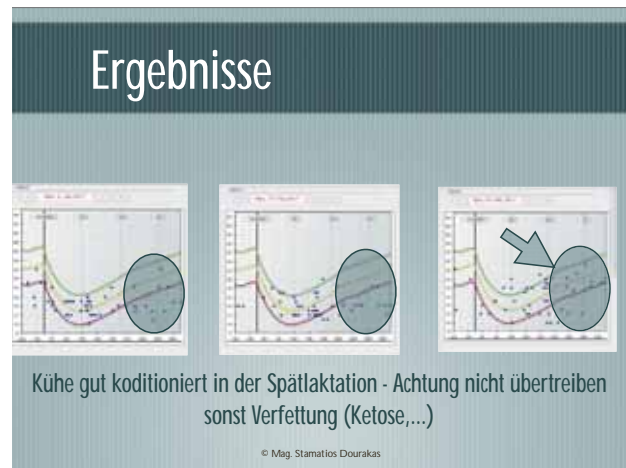
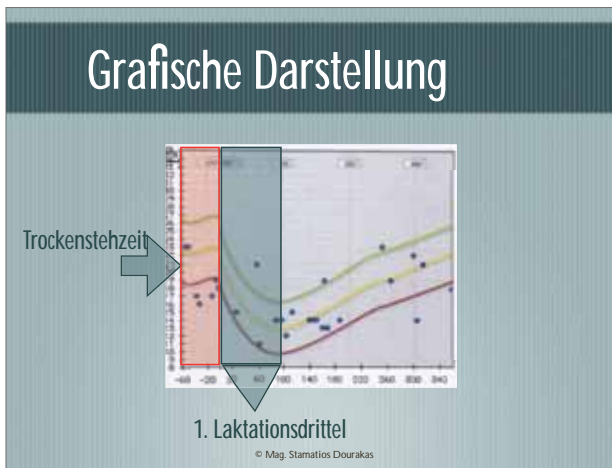
© Mag. Stamatios Dourakas

## Methode

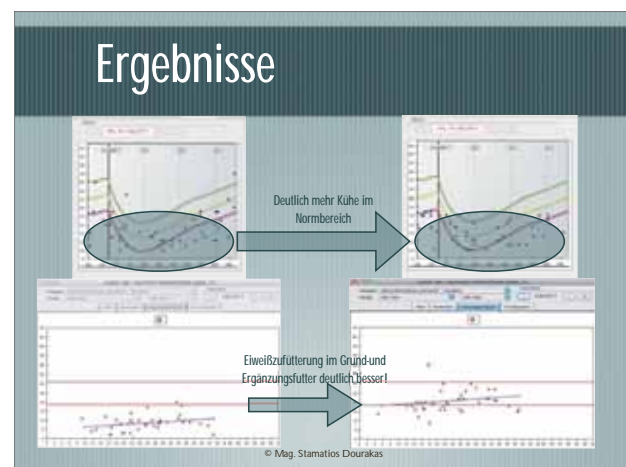
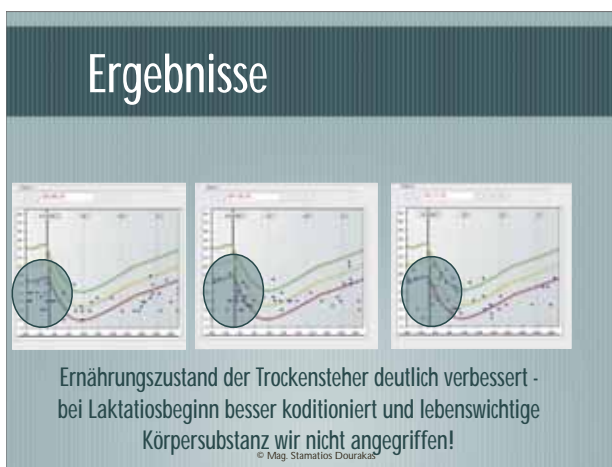
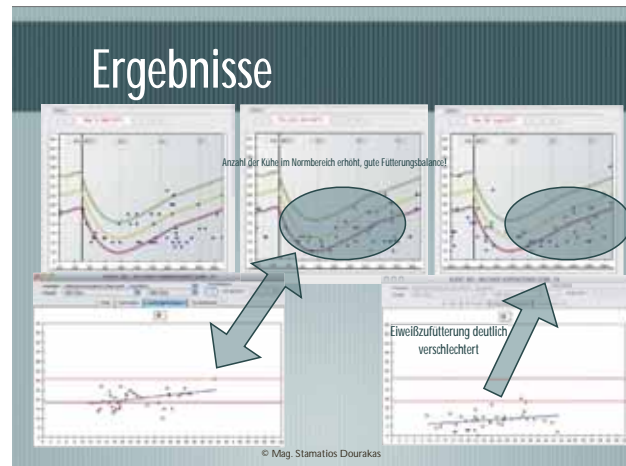
- [ Ultraschallgerät (anspruchsvolles, modernes Gerät der Firma Proxima)



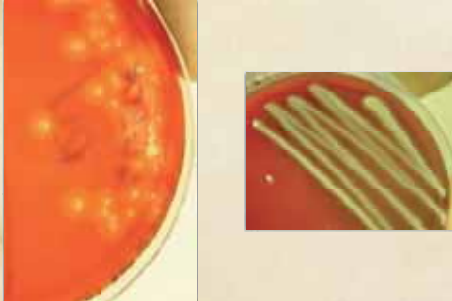
© Mag. Stamatios Dourakas



- ### Physiologie
- [ Fettauf- und abbau in den Depots
  - [ 1. Phase: Ende der Laktation (Kondition vor dem Trockenstellen)
  - [ 2. Phase: Ende der Trockenstehzeit (Kondition kurz vor Abkalbungsphase - hier sind auch keine Milchleistungsdaten vorhanden!)
  - [ 3. Phase: 1. Drittel der Laktation (wie schnell erholt sich die Kuh nach der Geburt - wann nimmt die Kuh wieder zu!)
- © Mag. Stamatios Dourakas

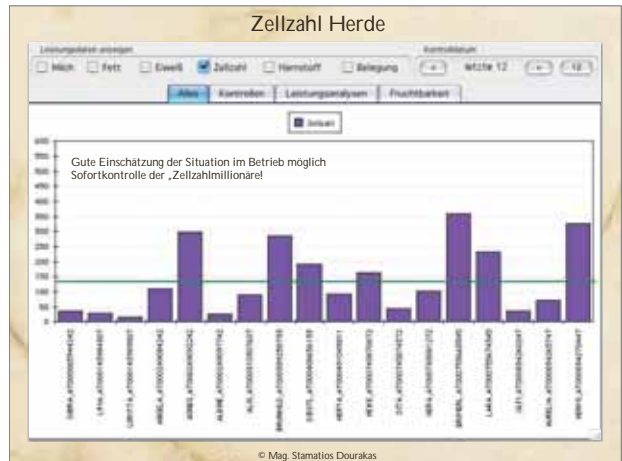


### Zellzahl



© Mag. Stamatios Dourakas

### Zellzahl Herde



© Mag. Stamatios Dourakas

### Zellzahl Einzeltier



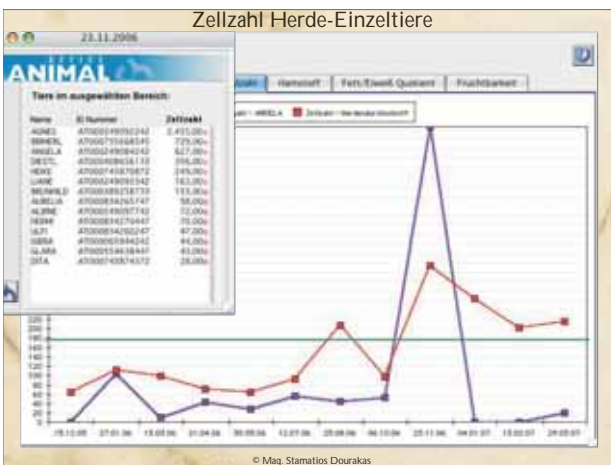
© Mag. Stamatios Dourakas

### Milchmengenverlust

- Zellzahl 200.000: -4%
- Zellzahl 300.000: -12%
- Zellzahl 600.000: -20%

In der betreffenden Laktation

### Zellzahl Herde-Einzeltiere



© Mag. Stamatios Dourakas

### Milchinhaltsstoffe und Fruchtbarkeit I

- Milchfett 1. Laktationsmonat neg. Kor. zu EBE (Fettmobilisationssyndrom) LOTTHAMMER 1991
- Milchfett 2. Laktationsmonat Beziehung Milchfett EBE umgekehrt (Acidose) ORTH u. KAUFFMANN 1975
- Positive Korrelation Milcheiweiß und EBE (Milcheiweiß Indikator für Energieversorgung)

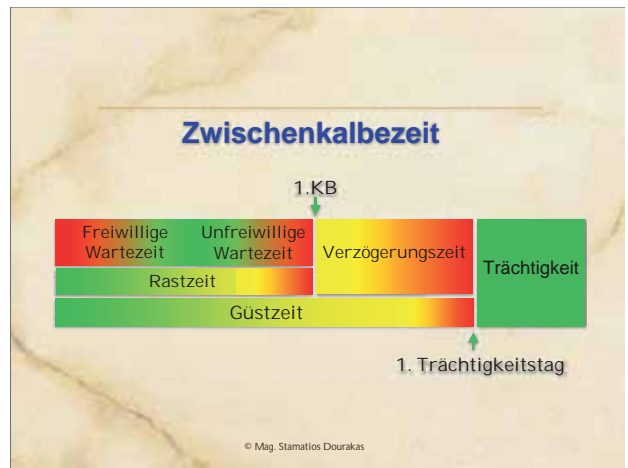
EBE - Erstbesamungserfolg

© Mag. Stamatios Dourakas

### Milchinhaltstoffe und Fruchtbarkeit II

- Milchnharnstoff Fruchtbarkeitskennzahlen am günstigsten zwischen 15 u. 25 mg/dl WENNINGERu.DISTL1994
- Risiko der Ovarzysten steigt mit steigendem Milchfettgehalt bei der ersten Milchkontrolle p.p.
- Ebenso steigt mit steigendem FEQ Wahrscheinlichkeit von Zysten
- Der Milcheiweißgehalt ebenfalls Korrelation zu Zysten
- Harnstoffgehalt keine Korrelation zu Zysten (ZERUHN 2002)

© Mag. Stamatios Dourakas



### Fruchtbarkeitsparameter

- Reproduktionsleistung
- Besamungserfolg

© Mag. Stamatios Dourakas

### Freiwillige Wartezeit

- Zeit p.p. in der das Tier nicht besamt wird
- Optimaler Wert 45-70 Tage

### Unfreiwillige Wartezeit

Tier kommt nicht in Brunst  
 Brunst muß erkannt werden  
 Brunst muß zur Besamung genutzt werden

### Reproduktionsdaten

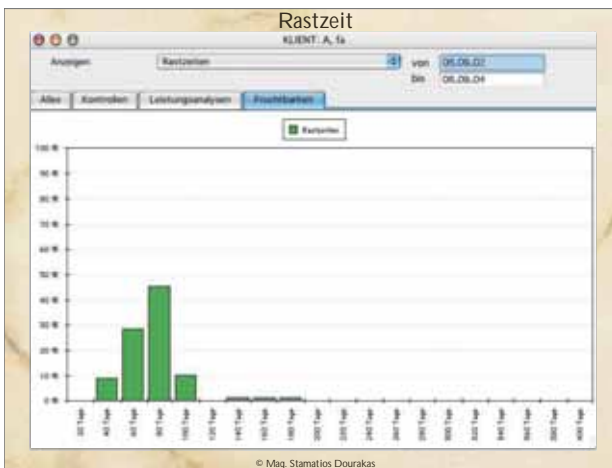
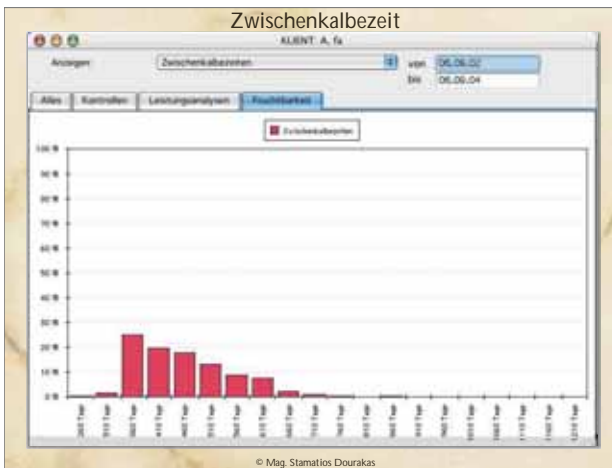
- Zwischenkalbezeit
- Rastzeit
- Güstzeit
- Verögerungszeit

© Mag. Stamatios Dourakas

### Rastzeit

- Zeit von der Abkalbung bis zur 1. Besamung
- Managemententscheidung des Landwirtes
- Besten Besamungserfolge 3- 4 Monate Rastzeit??? oder 1. schöne Brunst wenn auch 5 Wochen p.P.
- Heutige Empfehlung: 50 - 60 Tage bei problemlosem Puerperium
- 75 Tage bei patho Puerperium
- Einsatzleistung : 3 = Rastzeit in Wochen (Dr. Ressler)

© Mag. Stamatios Dourakas



### Verzögerungszeit

- Intervall zwischen der ersten Besamung und dem ersten Trächtigkeitstag innerhalb einer Laktation
- Sollte nicht mehr als 20-25 Tage sein
- Wird bestimmt durch  
Brunstnutzungsrate  
Besamungserfolg

© Mag. Stamatios Dourakas

### Güstzeit

- Zeitraum von der Abkalbung bis zum 1.Trächtigkeitstag
- Mittlere Güstzeit einer Herde bestimmt die Zwischenkalbezeit
- Richtwert 85-115 Tage
- Betriebe mit guter Herdenfruchtbarkeit 75% der Tiere Güstzeit unter 115 Tagen

© Mag. Stamatios Dourakas

### Fruchtbarkeitsrelevante Zahlen

	Referenzwert
Retentio sec.	<15 %
Tiere mit Ausfluss	<15 %
Keine Brunst 60 d p.p.	<15 %
Aborte	<6%
Erstbesamungserfolg	>55%
Mittlere Rastzeit	<85
Mittlere Güstzeit	<105
Trächtigkeitsindex	<1,6

© Mag. Stamatios Dourakas

### Trächtigkeitsindex

TI < 1,6

$$TI = \frac{\text{Anzahl Besamungen bei trächtigen Tieren}}{\text{Anzahl trächtige Tieren}}$$

© Mag. Stamatios Dourakas

### Brunsterkennungsrate

Die Brunsterkennungsrate beschreibt den Anteil brünstiger Tiere, die auch tatsächlich als brünstig erkannt werden

Ziel: 60-80%

© Mag. Stamatios Dourakas

### Besamungsindex

Optimaler Wert 1,5-2

$$BI = \frac{\text{Anzahl aller Besamungen}}{\text{Anzahl der besamten Tiere}}$$

© Mag. Stamatios Dourakas

### Brunstnutzungsrate

Die Brunstnutzungsrate beschreibt den prozentuellen Anteil der Tiere, die nach Ablauf der freiwilligen Wartezeit besamt worden sind.

$$BNR = \frac{\text{Anzahl der besamten Tiere}}{\text{Anzahl aller Tiere nach Ablauf der FWZ}} \times 100$$

© Mag. Stamatios Dourakas

### Gesamtindex

$$GI = \frac{\text{Anzahl aller Besamungen}}{\text{Anzahl tragender Tiere}}$$

© Mag. Stamatios Dourakas

### Erstbesamungserfolg

$$EBE = \frac{\text{Tragende Tiere nach Erstbesamung}}{\text{Anzahl der Erstbesamungen}} \times 100$$

Ziel: mindestens 55%

© Mag. Stamatios Dourakas

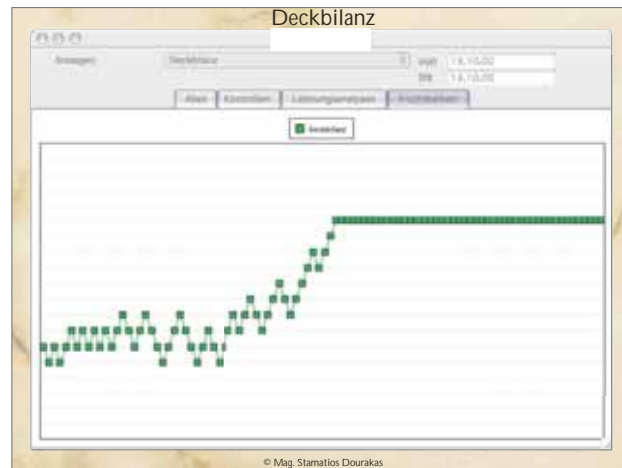


## Konzeptionsrate

$$KR = \frac{\text{Anzahl tragender Tiere}}{\text{Anzahl aller Besamungen}} \times 100$$

Zielwert: 50-70%

© Mag. Stamatios Dourakas



## Deckbilanz

Bilanzrechner																		
6																		
5																		
4																		
3																		
2																		
1																		
0																		
-1																		
-2																		
-3																		
-4																		
-5																		
-6																		

© Mag. Stamatios Dourakas



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

# E N D E

© Mag. Stamatios Dourakas

## Fütterung von Milchkühen, viel Wissen oder noch mehr weiße Flecken?

Michael Neumayer<sup>1\*</sup>

Die Fütterung von Milchkühen ist einfach. Man muss sich nur den Kreislauf der Natur vorstellen und dann versuchen, diesen so gut es geht zu kopieren. Urbane Eliten stellen sich dann, getrieben durch die Boulevard Presse vor, dass man eine Kuh nur auf die grüne Wiese stellen müsste, und dann würde die gesündeste Milch von den gesündesten Kühen fließen, die in der gesündesten Umwelt leben. Kraftfutter ist, vor allem wenn es aus dem Ausland kommt, gefährlich und suspekt. Unterstützung finden diese Meinungen durch findige Werbe- und Marketingmanager, die sich in den tollsten Regeln und Superlativen äußern, die dann auch ausgewiesen werden und an die sich die Landwirte auch zu halten haben. Zwischen den Ideen eines Marketers und der Realität unserer Milchkühe liegen sehr oft Welten. Leider finden sich aber immer wieder auch Fachleute, die solche Meinungen unreflektiert unterstützen. Die Folge ist, dass es allem Anschein nach sehr schwierig ist, Milchkühe richtig zu füttern.

Das Ziel, eine gute Milchkuh zu halten, wurde von BENESCH so definiert: Eine gute Milchkuh gibt ansprechend Milch (damals noch ohne Mengenangabe), mit guten Milchinhaltstoffen und hat die Fähigkeit, rechtzeitig wieder trüchtig zu werden, ein lebendes Kalb auf die Welt zu bringen und das für viele Jahre ohne Unterbrechung, und kann dann noch gewinnbringend verkauft werden. Egal, ob man eine wesentliche Sicht der Dinge hat oder, so wie im asiatischen Raum, die Seele im Darm zu suchen ist, wird die Nährstoffversorgung für jedes Lebewesen und damit auch für die Milchkuh die zentrale Bedeutung beim individuellen Überleben und bei der Arterhaltung spielen.

Was wissen wir über die Fütterung einer Milchkuh? Vieles! Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier einige wichtige Punkte aufgezählt:

Wir wissen, dass unsere Milchkühe von der Evolution, oder nach christlicher Ansicht einem intelligenten Design folgend, als Pflanzenfresser geschaffen wurden. Ein Pflanzenfresser, der auf die Aufnahme von Gräsern spezialisiert ist, ganz im Gegensatz zu manchem kleinen Wiederkäuer, der sich auf Kräuter und Blätter spezialisiert hat.

Wir wissen, dass die Milchleistungskurven einen typischen Verlauf zeigen, der dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Milchgipfel zwischen dem 80. und 100. Laktationstag erreicht wird. Ab dann fällt die Milchleistung kontinuierlich bis zum Trockenstellen ab. Auffallend ist, dass Kalbinnen normaler Weise eine flachere Laktationskurve zeigen als Kühe und dass Kalbinnen im Grunde persistenter sind als Kühe.

Wir wissen, dass in den 1960er Jahren die Weender-Analyse von Peter van Soest um die Analyse der Detergenz Fasern,

oder auch Gerüstsubstanzen, erweitert wurde. Wir wissen auch, dass die allermeisten Wissenschaftler, Forscher und Praktiker international gesehen, sich nicht mehr mit dem Begriff „Rohfaser“ auseinandersetzen. Das hat schon ein Schweizer Journal Ende des vorigen Jahrtausends prophezeit. Das NRC hat 2001 nachgezogen und 2010 wurde diese These auch von Herrn Univ.Do. Leonhard Gruber, LFZ Raumberg-Gumpenstein vertreten.

Wir wissen aber auch, dass NDF offensichtlich nicht gleich NDF ist, auch wenn sie mit den gleichen Maschinen und Untersuchungsmethoden bestimmt wird. In den LUFAs der BRD und in Österreich wird, für den Autor richtiger Weise, die Asche nicht zur NDF dazu gerechnet, was in den USA in einigen Labors doch der Fall ist. Daher unterscheiden sich auch die Ergebnisse am Papier deutlich, und man muss für die Rationsberechnung genau wissen, wo die Gerüstsubstanzen analysiert wurden. Die Grenzwerte über die NDF-Versorgung stammen aber zum größten Teil vom NRC in den USA und arbeiten daher mit den „falschen“ NDF-Werten.

Wir wissen, dass in unterschiedlichen Staaten von Europa unterschiedliche Formeln für die Energiebestimmung zur Anwendung kommen, die sich wiederum von denen in den USA unterscheiden.

Wir wissen, dass der Pansen, um zu funktionieren, eine Dreischichtung aufweisen muss und dass mit jeder Pansenkontraktion Futter vom Pansen in die tieferen Regionen des Magen-Darm-Trakts transportiert wird.

Wir können heute Verdaulichkeiten von Grundfutter bestimmen und so Rationen optimaler gestalten und zusammensetzen.

Wir wissen, dass die Milchleistungen von Milchkühen in den letzten 100 Jahren deutlich gestiegen sind. Milchkühe werden in immer größeren Herden gehalten und sie brauchen für die Produktion von 1 kg Milch immer weniger Trockenmasse.

Wir wissen, dass der Kohlenstoffabdruck einer hochleistenden Kuh sich in den letzten 50 Jahren verdoppelt hat, dass aber pro kg Milch der Kohlenstoffabdruck sich um zwei Drittel vermindert hat.

Wir wissen, dass im Pansen etwa 400 Bakterienarten, etwa 40 Protozoenarten und etwa 20 Pilz- und Schimmelarten leben und die Aufschlüsselung der Zellwandkohlenhydrate als vorgeschaltetes System für den Wiederkäuer übernehmen. Wir wissen, dass dieses Mikroorganismen-Ökosystem sehr sensibel ist und daher die Kontinuität für eine Kuh das Wichtigste überhaupt ist. Diese Kontinuität findet sie in der Natur vor, denn die jahreszeitlichen Änderungen gehen langsam und kontinuierlich vor sich.

<sup>1</sup> Kompetenzzentrum für innovative Milchviehhaltung (KiM), Hanselmannsiedlung 227, A-5741 NEUKIRCHEN

\* Ansprechperson: Mag. (FH) Dr. Michael Neumayer, E-mail: neumayer.tierarzt@sbg.at

Wir wissen, dass der pH-Wert bei reiner Heufütterung sehr stabil und knapp unter 7 liegt.

Wir wissen, dass der Energiebedarf mit steigender Milchleistung linear und der Eiweißbedarf exponentiell ansteigt.

Wir wissen um die richtige Zusammensetzung einer Ration für einen gesunden Pansen recht gut Bescheid und können dem auch Zahlen und Mengen verleihen.

Wir wissen, dass Kühe unmittelbar nach dem Melken und wenn frisches Futter vorgelegt wird, am meisten fressen.

Wir wissen, dass Ketosen und Azidosen gefährliche Stoffwechselstörungen sind und dass die Azidose hauptverantwortlich für das Entstehen von Lahmheiten (Stichwort Laminitis) ist.

Wir wissen, dass sozialer Stress für Kühe als Fluchttiere schrecklich sein muss und dass wir Stallungen niemals überbelegen sollten.

Wir wissen, dass das wichtigste bei der Milchkuhfütterung das Gleichgewicht der verschiedenen Kohlenhydrate ist und Eiweiß im Grunde nur für die Versorgung der Pansenmikroorganismen da ist und zum Beibringen essentieller Aminosäuren.

Das sind nur einige wenige Schlaglichter auf unser Wissen über die Fütterung und die Situationen im Pansen von Milchkühen.

## Und die weißen Flecken?

Je tiefer die Wissenschaft sich in die Vorgänge im Pansen einarbeitet, desto mehr weiße Flecken in unseren Vorstellungen über die Funktion des Vormagensystems werden uns bewusst. Tausende Jahre der Evolution haben ein schwer in allen Details zu durchschauendes, annähernd perfekt funktionierendes Vormagensystem entstehen lassen, das hochspezialisiert mit Zellwandkohlenhydraten umgehen kann und diese, auf der Erde fast überall vorkommenden Substanzen, zur Ernährung nutzen kann. Lange Zeit unbestritten, wurden von Wiederkäuern und in unseren Breiten vor allem vom Rind hochwertige Lebensmittel für die menschliche Ernährung gewonnen, die grundsätzlich aus dem reichlich zur Verfügung stehenden Gras entstanden sind. Erst in den letzten 150 Jahren wurden über züchterische Maßnahmen und damit den genetischen Fortschritt die Milchleistung und die Fleischleistung deutlich gesteigert. Hier scheint der erste weiße Fleck in unserer menschlichen Beobachtung zu liegen. Wir sprechen vom genetischen Fortschritt und fragen uns nicht, warum Aristoteles (384-322 v. Chr.) davon berichten konnte, dass eine Milchkuh zwei Mal am Tag eine Amphore voll Milch gibt oder geben kann, wobei eine Amphore ein Hohlraummaß für 22,8 l war. Wir fragen uns nicht, warum Herden, die in einen neuen, gut gebauten Stall mit hohem Kuhkomfort umziehen und deren Fütterung verbessert und optimiert wird, plötzlich um einige 1000 kg mehr Milch pro Kuh und Jahr produzieren können. Wir fragen uns nicht, warum Kühe in einem Stall bei 6000 kg durchschnittlicher Milchproduktion stehen und dann, von einem anderen Bauern übernommen, plötzlich deutlich mehr Milch geben und teilweise auf über 10000 kg Milchproduktion im Jahr kommen. Aus dem oben Gesagten scheint hervorzugehen, dass die genetischen Möglichkeiten unsere Rinder viel höher liegen, als wir meinen und dass der Fortschritt in den Milchleistungen

weniger einem genetischen Fortschritt als einer optimierten Fütterung, einem deutlich verbesserten Kuhkomfort und einem immer ausgeklügelteren Management zu verdanken ist. Sicher spielt die Genetik auch mit, aber viel mehr wurde und wird durch verbesserte Fütterung, Kuhkomfort und Management erreicht.

Die weißen Flecken in unserem Wissen über die Vorgänge im Vormagensystem könnten aber auch dort zu suchen sein, dass wir vorhandenes Wissen nicht konsequent umsetzen oder traditionelle Ansichten, ganz im Gegensatz zu Sir Karl Poppers Falsifikationstheorie, nicht in Frage stellen. Unbestritten war bisher, dass Pansenazidosen die Hauptursache für Klauenreihen sind. Es wird aber konsequent beiseite geschoben, dass der zweite Paarhufer, der als Haustier gehalten wird, das Schwein, keinen Pansen hat und offensichtlich trotzdem massiv unter Klauenrehe leidet. Es muss also noch weitere, vielleicht wichtigere Ursachen für die Entstehung dieser gefürchteten Klauenkrankheit geben, die sicherlich nicht im Pansen zu suchen sind.

Mit der Einführung des Pansensensors scheint unsere traditionelle Ansicht, was eine Pansenazidose eigentlich ist, massiv in Frage gestellt zu werden. Das scheint offensichtlich viel weniger mit einem absoluten pH-Wert im Pansen zusammen zu hängen als vielmehr mit der Schwankungsbreite des pH-Wertes in kurzer Zeit (z.B. eines Tages). Wie wäre es anders zu erklären, dass Rinder in freier Natur auch mit ganz jungem Gras, mit sehr niederen Gerüstsubstanzenmengen, sehr hohen Rohproteinmengen und sehr hohen Zuckermengen problemlos fertig werden und in der Fütterung von Rindern durch den Menschen diese Relationen in der Ration unausweichlich zu größten Problemen führen? Wenn man über die Notwendigkeit einer Kontinuität schon lange Bescheid weiß, wieso wird es dann noch immer propagiert, Kühe für einige wenige Stunden am Tag auf die Weide zu treiben und den Rest des Tages im Stall zu halten, wobei gleichzeitig akzeptiert wird, dass unter schlechten Wetterbedingungen die Tiere für einige Tage gar nicht auf die Weide kommen. Wieso wird dann nach wie vor die Komponentenfütterung als die bessere Fütterungsmethode hingestellt? Das muss doch zu massivsten Schwankungen im pH-Wert im Pansen innerhalb kürzester Zeit führen! Wenn dann auch noch zu einer jungen Weide unter Tags, am Abend und in der Nacht eher zellwandbetonte Rationen gefüttert werden, dann muss die Pansengesundheit leiden.

Viele dieser weißen Flecken sind dadurch gekennzeichnet, dass das Wissen nicht angewendet oder ignoriert wird. Wenn Kühe zu dünn im Mist werden, werden sehr oft die Rohproteinversorgung und der Zuckergehalt einer Ration ins Spiel gebracht. Es werden dann aber konsequent drei Punkte missachtet und führen zu scheinbar „weißen Flecken“ in unserer Sicht der Dinge.

1. Es sind der Zellwandgehalt (NDF) einer Ration und die Menge an ADF, die die Pansengeschwindigkeit beeinflussen. Ist der Gehalt an NDF und/oder ADF zu niedrig, dann läuft der ganze Magen-Darm-Trakt zu schnell und es wird zu dünnem Mist kommen müssen. Rationen für Milchkühe sollten laut NRC mindestens 28 % NDF enthalten, nach eigener Erfahrung mit auf Gras (in jeder Form) und Maissilage basierenden Rationen sollte ein NDF Gehalt von 33 bis 36 % (amerikanische Analysen) nicht unterschritten werden.

2. Ist nicht genügend peNDF (physikalisch effektive NDF) in einer Ration, dann wird zuerst die Dreischichtung des Pansens leiden, und auch dann wird der ganze Magendarmtrakt zu schnell laufen. Alle Teile über 3 cm Länge sind „physikalisch effektiv“ und es ist schon von den Schüttelboxen her bekannt, dass nicht mehr als 10 bis 15 % der Teile einer Ration wenigstens länger als 3 cm sein müssen. Für den ungeübten Betrachter erscheint eine Mischung mit so kurzem Grundfutter viel zu kurz zu sein. Hier wären Messungen mittels Schüttelboxen sehr hilfreich.
3. Durch die Evolution müssen die Pansenmikroorganismen Zucker abbauen können. Aber sie mussten erst durch die vom Menschen zusammengestellte Ration lernen mit Stärke umzugehen. Von Natur aus ist Stärke kein Nährstoff, mit dem Kühe konfrontiert sind. Daher sollte man sich in der Rationsgestaltung deutlich mehr Gedanken über die Stärke als über die Zuckerversorgung machen. Melasse passt fast überall in Rationen mit fermentiertem Futter, Stärke aber sollte auf eine Menge von maximal 25 bis 28 % in der Ration beschränkt werden. Bei reiner Grasheufütterung wird Melasse kaum ein Thema sein, weil in getrocknetem Gras genügend Zucker vorhanden ist. Ganz anders kann sich das bei Luzerne- oder Leguminosenheu darstellen. In solchen Rationen wird es schwer sein, viel Stärke zusätzlich unterzubringen und gleichzeitig den NDF-Gehalt hoch zu halten.

Die Energiedichte könnte man auch als einen dieser „weißen Flecken“ bei der Rationsgestaltung sehen. Viel wichtiger als dieser Rechenwert, der noch dazu je nach unterlegter Formel zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen führen muss, wäre das Verhältnis von NDF zu NFC (Nicht Faser Kohlenhydraten). Wobei man dann auch noch sehr genau zwischen NFC und NSC (Nicht strukturierten Kohlenhydraten) unterscheiden sollte. Der Unterschied besteht darin, dass die NSC den Zucker und die Stärke einer Ration darstellen, während die NFC zusätzlich die organischen Säuren, die Fuctane und die Pektine und  $\beta$ -Glucane umfassen. Der NFC-Gehalt einer Ration sollte über 35% liegen. 40% scheinen bei Gras- und Maissilage betonten Rationen die oberste Grenze zu sein, bei Rationen auf Luzernebasis dürfte der Wert noch höher liegen.

Schon lange diskutiert die Fachwelt die Interaktionen der Futtermittel untereinander. Verschiedenste Systeme zur Erklärung wurden entwickelt. Die einzelnen Futterkomponenten wurden auf Grund ihrer Abbauraten und -geschwindigkeiten unterteilt. Das große Schlagwort hieß: Synchronisation der Fütterung. Theoretisch hört sich das vernünftig und richtig an. Den großen Durchbruch bei der Voraussage, wie die einzelnen Komponenten sich gegenseitig beeinflussen, hat die Wissenschaft bisher noch nicht

geschafft. Das ist einer der großen weißen Flecken in der Fütterung, wir wissen viel zu wenig über Interaktionen der Nährstoffe.

Zusammenfassend scheinen das Management und der Kuhkomfort einen viel größeren Einfluss auf die Leistungsbereitschaft und die Gesundheit von Milchkühen zu haben, als eine noch so perfekt zusammengestellte Ration. Sind Mykotoxine im Futter, dann wird nichts helfen, und die Tiere werden weder Leistung noch Gesundheit zeigen. Wird „das Gesetz der Kontinuität der Rationsgestaltung“ übertreten, auch nicht. Änderungen in der Zusammensetzung der Ration, in der Zeitgestaltung des Tagesablaufes und sozialer Stress durch Umgruppierungen werden keine erfolgreiche Milchkuhhaltung zulassen. Man wird also von der leistungsgerechten Fütterung, die sich im Grunde nur um die leistungsgerechte Versorgung mit Kraftfutter kümmern kann, weg gehen müssen auf eine pansengerechte Fütterung, die sich am besten niemals ändert. Und man wird sich darauf verlassen müssen, dass größere Tiere und Tiere mit viel Milch deutlich mehr fressen als kleinere und Tiere mit weniger Milch. Man wird akzeptieren müssen, dass nicht die Nährstoffaufnahme die Milchleistung treibt, sondern umgekehrt die Milchleistung die Nährstoffaufnahme. Damit wird auch die Ketose leichter erklärlich: Die Genetik will ganz andere Milchleistungen liefern, als es das Nährstoffangebot erlaubt, es wird Fett mobilisiert werden und zur Deckung des Energiebedarfs werden Ketonkörper gebildet werden. Das führt zu einem Circulus vitiosus, der mit einer Abnahme der Milchleistung und kranken Kühen endet. Unter diesen Gesichtspunkten wird die TMR gegenüber einer Komponentenfütterung in vielen Bereichen Vorteile zeigen. Wer bei der Komponentenfütterung bleiben will, wird sich vermehrt mit der passenden Grundfutteraufnahme beschäftigen und die auch messen müssen.

Für Tierärzte wird es eine neue Aufgabe sein, die Fütterung zu evaluieren. In den letzten Jahren sind dazu viele Hilfsmittel erarbeitet und auf den Markt gebracht worden. Die Ergebnisse müssen richtig interpretiert und im richtigen Kontext dargestellt werden. Wer sollte das besser können und verstehen als Tierärzte. Schüttelbox, Sieb zum Aussieben von Mist, Messgerät zur Bestimmung der BHB Werte, gezielte Messung der freien Fettsäuren im Blut, Ultraschall für die RFD-Messungen werden genauso zum Repertoire von Tierärzten in der Bestandsbetreuung gehören müssen, wie Fieberthermometer, Phonendoskop und Ultraschall für die Untersuchung des Genitales. Die Interpretation und Durchforstung von langen Zahlenreihen aus der Milchleistungskontrolle und der Vergleich mit Molkereileistungsdaten im Kontext mit der Beurteilung der Tiere vor Ort wird notwendig sein, will man als Berater für hochleistende Milchviehbetriebe weiterhin gut im Geschäft bleiben.



# Einführung in die Rationsberechnung bei Milchkühen

Franz Tiefenthaller<sup>1\*</sup>

Die bedarfsgerechte Fütterung der Milchkühe ist eine ständige Herausforderung für den praktizierenden Landwirt. Dabei ist eine große Anzahl von Rationsparametern zu beachten. Moderne Hilfsmittel wie EDV-basierte Rationsberechnungsprogramme leisten hier wertvolle Unterstützung.

Um praxistaugliche Milchviehrationen berechnen zu können, müssen folgende Größen bekannt sein:

- der Bedarf der einzelnen Milchkuh
- die Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel
- die Futteraufnahme.

## 1. Bedarfskennzahlen

Der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) hat zuletzt 2001 umfangreiche Arbeiten über den Bedarf an Energie, Protein, Mineralstoffen, Vitaminen und die Strukturversorgung erarbeitet. Diese Angaben wurden mit Daten anderer Versuchsstationen und Forschungseinrichtungen abgestimmt.

Beim Energiebedarf wird zwischen Erhaltungsbedarf und Leistungsbedarf unterschieden. Der Erhaltungsbedarf gibt jene Energiemenge an, die zur Erhaltung der Lebensfunktionen notwendig ist. Er ist daher maßgeblich von der Lebendmasse abhängig.

**Tabelle 1: Energieerhaltungsbedarf in Abhängigkeit von der Lebendmasse**

Lebendmasse, kg	Erhaltungsbedarf, MJ NEL/Tag
450	28,6
500	31,0
550	33,3
600	35,5
650	37,7
700	39,9
750	42,0
800	44,1

Quelle: GfE 2001

Der Energiebedarf zur Erzeugung von einem kg Milch wird durch den Energiegehalt der Milch bestimmt. Dieser wiederum hängt von den Inhaltsstoffen ab und lässt sich wie folgt berechnen:

a) bei bekanntem Fettgehalt:  $LE \text{ (MJ/kg)} = 0,41 \times \% \text{ Fett} + 1,51$

b) bei bekanntem Fett- und Proteingehalt:  $LE \text{ (MJ/kg)} = 0,38 \times \% \text{ Fett} + 0,21 \times \% \text{ Protein} + 0,95$

Daraus ergeben sich folgende NEL-Bedarfsnormen für die Milchbildung:

**Tabelle 2: NEL-Bedarfsnormen für die Milchbildung**

Fettgehalt der Milch (%)	Energiegehalt der Milch (MJ/kg)	Bedarf an NEL (MJ/kg)
3,0	2,8	2,9
3,5	3,0	3,1
4,0	3,2	3,3
4,5	3,4	3,5
5,0	3,6	3,7

Quelle: GfE 2001

Auch bei der Abschätzung des Proteinbedarfes wird zwischen Erhaltung und Leistung unterschieden. Mit steigendem Körpergewicht, steigt auch die Menge an am Dünndarm nutzbarem Protein, um die Muskelmasse und alle lebenswichtigen Organfunktionen zu erhalten.

**Tabelle 3: Proteinerhaltungsbedarf in Abhängigkeit von der Lebendmasse**

Lebendmasse, kg	nutzbares Rohprotein/Tag, g
500	390
550	410
600	430
650	450
700	470
750	490
800	510

Quelle: GfE 2001

In Abhängigkeit vom Eiweißgehalt der Milch kann der Bedarf an nXP pro kg Milch angegeben werden. Mit der erzeugten Milchmenge pro Tag multipliziert, kann der nXP-Bedarf für die Leistung errechnet werden.

**Tabelle 4: nXP-Bedarf für die Milchbildung**

Milcheiweißgehalt %	Nutzbares Rohprotein/kg Milch g
3,2	81
3,4	85
3,6	89

Für die Berechnung des Energie- und nXP-Bedarfes müssen daher die beschriebenen Voraussetzungen für das einzelne Tier bekannt sein, wenn man nicht nur für Durchschnittstiere einer Herde Aussagen treffen will. Diese Daten sind aus der Milchleistungskontrolle (ausgenommen die Lebendmasse) ablesbar und bilden eine ideale Basis für die Abschätzung dieser Größen.

Für die bedarfsgerechte Versorgung von Milchkühen mit Mineralstoffen, also Mengen- und Spurenelementen, wurden durch die GfE 2001 ebenfalls Empfehlungen erarbeitet.

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer OÖ, Referent Fütterung, Auf der Gugl 3, A-4021 LINZ

\* Ansprechperson: Dipl.Ing. Franz Tiefenthaller, Email-Adresse: franz.tiefenthaller@lk-ooe.at

Besonders die Mengenelemente sind äußerst leistungsabhängig und müssen der sich ändernden Milchmenge angepasst werden.

**Tabelle 5: Empfehlungen für die Versorgung von Milchkühen mit Mengenelementen (g/Tag)**

Milch kg/Tag	IT kg/Tag	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
10	12,5	50	32	18	14	125	32
15	14,5	66	42	22	18	147	41
20	16,0	82	51	25	21	164	50
25	18,0	98	61	29	25	184	59
30	20,0	115	71	32	28	203	67
35	21,5	130	81	33	32	217	75
40	23,0	146	90	34	35	230	83
45	24,5	162	99	36	38	243	91
50	26,0	177	109	37	41	255	98
Trocken- stehend	10,5	34	22	16	10	100	22

Quelle: GfE 2001

Über die Gabe von Mineralergänzungsfutter muss sichergestellt werden, dass die empfohlenen Werte in der Ration enthalten sind. Bewährt hat sich die Einmischung in hofeigenes Kraftfutter, da dieses ebenfalls leistungsabhängig verabreicht wird. Auch Fertigfutter sind so mit Mineralstoffen ausgestattet, dass der Entzug über die Milch abgedeckt wird. Niedrig laktierende und trockenstehende Kühe, die nur wenig bzw. gar kein Kraftfutter erhalten, müssen das Mineralfutter direkt über den Futtertisch oder den Kraftfütterautomaten verabreicht erhalten, um Unterversorgungen zu vermeiden.

Für die Versorgung mit Spurenelementen wurden die in *Tabelle 6* zusammengefassten Empfehlungen erarbeitet.

Diese Empfehlungen beinhalten bereits Sicherheitszuschläge, um auch in Phasen hoher Produktivität (Wachstum, Gravidität, Laktation) bzw. bei eingeschränkter Futteraufnahme (Trächtigkeit) eine ausreichende Versorgung sicherzustellen. Bei der Fütterung von Spurenelementen werden teilweise auch organische Spurenelemente verwendet. Sie sollen besser im Verdauungstrakt aufgenommen werden und im Stoffwechsel besser verfügbar sein. Eine ausreichende wissenschaftliche Absicherung dieser Eigenschaften ist bislang noch nicht gelungen.

Für die Versorgung mit Vitaminen sind beim Wiederkäuer wesentlich weniger gesicherte Daten vorhanden als bei Schweinen und Geflügel. Die Ableitung gesicherter Bedarfsnormen für Vitamine ist beim Wiederkäuer deshalb so schwierig, weil durch die Eigensynthese besonders der wasserlöslichen Vitamine durch die Pansenmikroben Fütterungsversuche mit Mangelsituationen praktisch nicht durchführbar sind (*Tabelle 7*).

Die Versorgungsempfehlungen drücken den Gesamtbedarf am jeweiligen Vitamin für das Einzeltier aus. Dabei ist es unerheblich, ob das Vitamin aus den Rationskomponenten (Grund- oder Kraftfutter) oder aus Zusätzen (Mineralergänzungsfuttermittel) kommt. Unter bestimmten Fütterungsbedingungen ist daher eine Ergänzung mit Vitaminen nicht notwendig z.B. Carotin und Vitamin D bei Weidegang. Vielfach wird aber der Beitrag der Rationskomponenten zur Versorgung mit Spurenelementen und Vitaminen völlig außer Acht gelassen. Meist führt dies zu einer Überversorgung mit diesen Elementen und Wirkstoffen.

## 2. Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel

Um Rationen für Milchkühe nun den Bedarfsnormen entsprechend gestalten zu können, ist die Kenntnis der Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel unabdingbar. Vielfach wird aber auf eine Futtermittelanalyse - meist aus Kostengründen - verzichtet. Nicht jedes Jahr müssen alle Schnitte im Grünland untersucht oder Maissilage beprobt werden. Es sollten aber zumindest jene Futtermittel analysiert werden, die die größte Futtermasse bilden (Heu in Heubetrieben, Grassilage oder Maissilage). Idealerweise sollten jedoch alle Schnitte untersucht werden, da in manchen Jahren erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Aufwüchsen festzustellen sind. Besonders der erste Aufwuchs unterscheidet sich maßgeblich von den Folgeaufwüchsen. Mit höherer Schnitzzahl steigt aber auch der Massenanteil des dritten, vierten oder fünften Schnittes. Daher sollte – wenn auch nicht jedes Jahr – auch von

**Tabelle 6: Empfehlungen zur Versorgung mit Spurenelementen (mg/kg Futtertrockenmasse)**

	Aufzuchtrinder	Milchkühe trockenstehend und laktierend
Eisen	50	50
Mangan	40 – 50	50
Zink	40 – 50	50
Kupfer	10	10
Jod	0,25	0,50
Selen	0,15	0,20
Kobalt	0,20	0,20

Quelle: GfE 2001

**Tabelle 7: Versorgungsempfehlungen für Vitamine bei Aufzuchtrindern und Milchkühen (GfE 2001)**

Vitamine	Aufzuchtrinder je kg Futter-TM	Laktierende und trockenstehende Milchkühe		
		je Tier und Tag	je kg Futter-TM	
A (IE)	2500 – 5000	Erhaltung	40 000	~5 000
		20 kg Milch/Tag	70 000	~5 000
		30 kg Milch/Tag	85 000	~5 000
		40 kg Milch/Tag	100 000	~5 000
		50 kg Milch/Tag	115 000	~5 000
		trockenstehende Kuh	70 000	~10 000
β-Carotin (mg) <sup>1)</sup>	15	Laktierende und trockenstehende Kuh	300	15
D (IE)	500		10 000	~500
E (mg)	15	Laktation	500	25
		trockenstehende Kuh	500	50
B-Vitamine		Versorgungsempfehlungen können gegenwärtig nicht abgeleitet werden.		

<sup>1)</sup>Vitamin A-unabhängiger Effekt

diesen Schnitten regelmäßig eine Futterprobe zur Analyse gebracht werden.

**Tabelle 8: Folgende Parameter sollten untersucht werden:**

Parameter	Grassilage	Maissilage	Heu <sup>1)</sup>
Nährstoffe (Weender Analyse)	X	X	X
Zucker	X		X
Stärke		X	
Strukturkohlenhydrate (bei sehr hohen Leistungen)	X	X	X
Gärqualität	X	X	
Mengenelemente	X	X	X
Spurenelemente (bei Fruchtbarkeitsproblemen)	X		X
$\beta$ -Carotin (bei Fruchtbarkeitsproblemen)	X		X

<sup>1)</sup>Wenn Hauptfutter bzw. silofreie Fütterung

Wird dennoch auf die Analyse der betriebseigenen Futtermittel verzichtet, so muss auf Futterwerttabellen zurückgegriffen werden. Diese werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert aufgelegt. Für österreichische Rationen sind folgende Tabellen gebräuchlich:

- DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer 1997, DLG-Verlag, Frankfurt
- Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum, ÖAG Info 8/ 2006, LFZ Raumberg-Gumpenstein
- Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe 2010, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing-Grub

Kraftfuttermittel werden üblicherweise nicht untersucht, da dort die Schwankungsbreite der Inhaltsstoffe in sehr geringen Bereichen liegt, die eine Untersuchung nicht erforderlich machen.

Saffuttermittel wie Pressschnitzsilage, Birtreber, Pülpe und dergleichen sollten jedenfalls untersucht werden, da deren Inhaltsstoffe von Tabellenwerten oft erheblich abweichen können.

### 3. Futteraufnahme

Die Abschätzung der Futteraufnahme ist eine fast unlösbare Aufgabe. Kaum ein Landwirt kann aussagekräftige Angaben über die tägliche Futteraufnahme seiner Milchkühe machen. Näherungsweise wird die Grundfuttermenge für die ganze Herde ermittelt, in dem man beispielsweise die Siloblöcke oder Rundballen wiegt, den täglichen oder wöchentlichen Verbrauch erhebt und durch die Tieranzahl dividiert. Durch die Futtermittelanalyse ist die Trockenmasse bekannt und kann für die Herde bzw. für das durchschnittliche Einzeltier errechnet werden. In Heubetrieben ist das Abwiegen ganzer Tagesrationen fast unmöglich, auch in der Weidehaltung oder bei Grünfütterung im Stall können praktisch keine Aussagen über die verzehrte Menge an Grundfutter getätigt werden.

Eine wesentliche Verbesserung dieser unbefriedigenden Situation wurde durch die Entwicklung von Schätzformeln für die Futteraufnahme durch Univ.Doz. Dr. Leonhard Gruber, LFZ Raumberg-Gumpenstein, erreicht. Mit Hilfe

dieser Formeln ist eine Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen möglich, wenn eine Reihe von tier-, futter- und umweltbedingten Faktoren bekannt sind. Diese Formeln wurden nun auch durch die DLG zur Anwendung empfohlen und sollten in keinem Rationsberechnungsprogramm fehlen.

Tierbedingte Faktoren:

- Rasse (Fleckvieh, Brown Swiss, Holstein-Friesian)
- Laktationsnummer (1, 2 und 3,  $\geq 4$ )
- Laktationstag
- Lebendmasse (kg)
- Milchleistung (kg Milch je Tag)

Futterbedingte Faktoren:

- Kraftfutter: Verzehr (kg TM je Tag) oder Anteil in der Ration (% der TM)
- Energiegehalt im Grundfutter (MJ NEL je kg TM)
- Anteile an Heu, Maissilage und Grünfutter (% des Grundfutters in der TM)
- Verhältnis von Rohprotein zu Energie in der Gesamtration (g XP/MJ NEL)

Betriebsbedingte Faktoren:

- Region (Deutschland/Österreich, Schweiz)
- Managementniveau (mittel, hoch)
- Fütterungssystem (getrennte Futtermittel, Mischration)

Die Validierung der erarbeiteten Formeln ergab eine Schätzgenauigkeit zwischen 80 und 90%. Dies ist als äußerst gut zu bewerten wenn man bedenkt, dass natürlich eine Fülle weiterer Umstände die Futteraufnahme von Milchkühen täglich beeinflussen, die entweder sehr kurzfristig wirken oder nicht objektiv erfassbar und messbar sind, z.B. Tages-temperatur (Hitze, Kälte), Licht- und Luftverhältnisse im Stall, mikrobiologische und mykotoxikologische Qualität der Futtermittel, Gär säuremuster und pH-Wert, Tränkwasserqualität, Rangordnung in der Herde, Hormonstatus des Einzeltieres (Brunst), Gesundheitszustand (subklinische Azidose, Schmerzen, Klauenerkrankungen) und andere.

### 4. Praktische Durchführung der Rationsberechnung

Unter Beachtung der beschriebenen Voraussetzungen, sollte eine Berechnung der Ration für Milchkühe in folgenden Schritten durchgeführt werden.

- Optische Beurteilung der Körperkondition der Tiere (BCS)
- Beurteilung der Kotkonsistenz und -farbe
- Sensorische Beurteilung der Grund- und Kraftfuttermittel
- Beurteilung der Milchleistungskontrollergebnisse
- Erfassung der aktuell gefütterten Ration
- Eingabe von Futteruntersuchungsergebnissen des Grundfutters
- Berechnung der derzeitigen Ration
- Beurteilung der Ration in allen wichtigen Parametern
- Optimierung der Ration in jenen Punkten, die eine nicht bedarfsgerechte Versorgung zeigen
- Ausdruck einer Ergebnisliste mit den berechneten Mengen für Grund- und Kraftfutter



Dem Landwirt obliegt die Umsetzung der berechneten Werte in die Praxis. Dabei ist darauf zu achten, dass noch so korrekt errechnete Grund- und Kraftfuttermengen manchen Einzeltieren nicht gefüttert werden können, da beispielsweise die Körperkonditionsbeurteilung abweichende Kraftfuttermengen sinnvoll erscheinen lässt. Jede Rationsberechnung kann nur einen Versuch darstellen, die komplizierten Vorgänge der Futteraufnahme und Milchbildung in möglichst richtige Futtermengen umzusetzen. Je mehr Daten aber in diese Berechnung einfließen, desto genauer und praxisnäher wird das Ergebnis für das Einzeltier ausfallen.

### Online Rationsberechnung

Im Frühjahr 2012 wurde nach etwa zweijähriger Entwicklungsarbeit ein völlig neuartiges Rationsberechnungsprogramm für Milchkühe in die Praxis eingeführt. Der LKV Österreich und Baden-Württemberg erarbeiteten unter Mithilfe der Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark ein Online-Rationsprogramm. Dieses greift auf die Tiere und deren Daten aus der Milchleistungskontrolle zu.

Damit ist es möglich geworden, für jede einzelne Milchkuh eine Ration mit den „Echtdaten“ des Tieres wie Rasse, Laktationsnummer, Laktationstag, Lebendmasse, Milchleistung usw. zu erstellen. Vorbild für dieses Programm war ein bereits seit einigen Jahren in Oberösterreich entwickeltes Programm (MLP-Herdenmanager des LfL OÖ.), das ebenfalls mit den Echttierdaten arbeitete, jedoch die Tierdaten in einen PC einspielen musste. Dies entfällt in der Online-Version. Bei jedem Einstieg wird mit den tagesaktuellen Daten der Herde für jedes Einzeltier gerechnet. Programmaktualisierung und Erweiterungen werden zentral in Wien erledigt. Ein Zugriff auf das Programm ist aus ganz Österreich jedem Betrieb in der Leistungskontrolle möglich, sofern die Anwendung durch den Landeskontrollverband (LKV) freigegeben wurde.

Eine umfangreiche Futtermitteldatenbank für alle gängigen Grund- und Kraftfutter der Landesanstalt für Landwirtschaft in Pöng (LfL Grub) bietet eine große Auswahl an Futtermitteln. Ergänzt wird diese Datenbank mit jährlich aktualisierten Handelsfuttermitteln (Fertigfutter, Eiweißergänzungsfutter, Mineralergänzungsfutter) aus ganz Österreich und dem benachbarten Ausland (zusammengestellt durch das Fütterungsreferat der LK OÖ).

Die Futteraufnahmeschätzformeln aus Gumpenstein wurden in dieser Anwendung umgesetzt. Es finden Formeln für die getrennte Futteraufnahme, aufgewertete und totale Mischratio-

nen Anwendung. Die Tiergewichte können den Laktationen entsprechend oder auch tierindividuell angepasst werden. Milchleistungskontrollergebnisse, die für eine aktuelle Rationsberechnung nicht brauchbar sind (z.B. Milch aufgezogen, Brunst, Verletzungen am Euter udgl.), können korrigiert werden. Betriebseigene Futtermittel sind einfach in die Datenbank zu integrieren. Mineral- und Kraftfuttersorten können milchleistungsabhängig oder nach Laktationstagen den Tieren zugeordnet werden.

Damit können praktisch alle Einsatzarten von Futtermitteln auf einem Betrieb, wie z.B. „Laktationsstarter in den ersten drei Wochen füttern“, im Programm eingebaut werden, so wie die Futtermittel über moderne Kraftfutterstationen in der Praxis auch gefüttert werden.

Das Ergebnis der Rationsberechnung schlägt für jedes Tier - nach Schätzung der Futteraufnahme für die Gesamration, das Grundfutter und das Kraftfutter - die erforderlichen Mengen an Energie- und Eiweißkraftfutter vor, die zu Haltung der Leistung der letzten MLP notwendig sind (Abbildung 1).

Die Milchmenge der letzten Kontrolle wird mit den festgestellten Milchinhaltsstoffen auf energiekorrigierte Milch umgerechnet. So werden die richtigen Bedarfswerte aus der Milchmenge (Energie- und Rohproteinbedarf) für die Berechnung der Energie- und Eiweißkraftfuttermenge zugrunde gelegt.

Zur Kontrolle der Ration können eine Fülle von Parametern herangezogen werden:

- Errechnete Milchmenge aus der Gesamt- und Grundfütteration für NEL und nXP

Abbildung 1: Ansicht einer Beispielration

The screenshot shows a web application interface for ration calculation. At the top, there are tabs for 'Ration', 'Futtermittel', and 'Schnellinfo'. Below the tabs, the main heading is 'Rationsberechnung'. Underneath, it specifies 'Nutzungsart: Milch' and 'Berechnungsart: Getrennte Vorlage'. The main content area is titled 'Ergebnisdarstellung Tagung Tierärzte' and shows the 'MLP-Datum: 20.10.2011'. There are buttons for 'Zurück', 'Ausdruck', and 'erweiterter Ausdruck'. Below this is a table with columns for animal information and feed requirements.

Info	SNR	Name	Ra	Gew	L	Tage	kg Milch	kg Ges. TM	kg GF TM	kg KF TM	kg KF FM	% KF Anteil TM	kg KF 1 FM	kg KF 2 FM	V
1		OLIVIA	FL	800	5	81	38,4	22,5	13,5	8,8	10,0	39,1	7,60	2,40	
1		ODESSA GaWi	FL	800	4	36	34,8	22,5	13,5	8,8	10,0	39,1	7,42	2,58	
		LOTUS GaWi	FL	780	2	107	32,6	22,5	14,1	8,1	9,2	36,1	6,66	2,55	
1		BONSAI GaWi	FL	780	2	23	30,8	20,7	13,5	7,0	8,0	34,0	5,81	2,19	
1		LOLITA GaWi	FL	800	4	15	30,8	18,6	13,1	5,3	6,0	28,4	4,44	1,56	
		LOBINE GaWi	FL	780	3	153	30,8	22,0	14,1	7,7	8,8	35,0	6,28	2,48	
1		LOBE	FL	800	6	11	30,4	18,0	13,4	4,4	5,0	24,4	3,44	1,56	
		LORITA GaWi	FL	780	2	126	30,4	21,2	14,3	6,7	7,6	31,4	5,28	2,28	
		LEXA	FL	800	4	157	28,4	22,1	13,8	8,0	9,1	36,4	6,60	2,54	
		LIDI GaWi	FL	780	2	69	28,4	20,6	14,4	6,0	6,8	29,0	4,63	2,15	
		BIPPI GaWi	FL	780	3	145	28,4	21,4	14,2	7,0	8,0	32,8	5,64	2,35	
		EMO GaWi	FL	780	2	86	28,4	21,3	14,3	6,7	7,6	31,6	5,35	2,29	
		SUMSI GaWi	FL	680	1	151	28,4	19,0	11,9	6,8	7,8	36,1	5,47	2,29	
		OPAL GaWi	FL	780	2	163	27,6	20,9	14,2	6,5	7,4	30,9	5,11	2,24	
		LEA GaWi	FL	780	2	146	27,0	21,1	14,2	6,6	7,6	31,5	5,28	2,28	

- RNB-Wert
- Gehalte je kg TM: Zucker, Stärke, beständige Stärke, Strukturwert nach de Brabander, Rohfaser, NDF, ADF, NFC, Rohfett
- Mineralstoffversorgung: Ca, P, Mg, K, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, Se, Co, J
- Vitaminversorgung: A,  $\beta$ -Carotin, D, E, Niacin, Biotin
- Rationskosten: €pro Tag, Cent/kg Milch

Alle errechneten Werte können ausgedruckt werden. Die Liste der einzelnen Tiere mit den für das jeweilige Tier errechneten Kraftfuttermengen dient als Vorgabe für die händische Zuteilung bzw. für die Einstellung der Mengen am Kraftfutterautomaten.

Für AGR und TMR können Mischlisten für den Futtermischwagen errechnet und ausgedruckt werden.

Nach jeder MLP sollte der praktizierende Landwirt nicht nur die MLP-Daten seiner Tiere analysieren, sondern auch in der Online-Rationsberechnung die neuen Milchleistungsdaten in die praktische Fütterung durch eine Neuberechnung der Ration umsetzen. Dazu sind keine weiteren Arbeiten notwendig, sofern die Rationskomponenten gleich geblieben sind. Die neuen Kraftfutterlisten können mit einigen wenigen Arbeitsschritten erstellt werden.

So wird die Rationsberechnung zu einem wirklich hilfreichen und praktikablen Managementwerkzeug für den Milchviehbetrieb.

## Literaturverzeichnis

- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie - Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., SPIEKERS, H., GUGGENBERGER, T., SCHWARZ, F., 2007. Vorhersage der Futtermittelaufnahme von Milchkühen. ÖAG Info 9/2007
- KIRCHGESSNER, M., ROTH, F., SCHWARZ, F., STANGL, G., 2008: Tierernährung, 12. neu überarbeitete Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 342 ff
- SPIEKERS, H. und POTTHAST, V., 2004: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlags-GmbH, 394 ff
- STEINWIDDER, A., WURM, K., 2005: Milchviehfütterung, tier- und leistungsgerecht. Leopold-Stocker-Verlag, Graz, 238 S.
- ULBRICH, M., HOFFMANN, M., DROCHNER, W., 2004: Fütterung und Tiergesundheit. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 259.



# Möglichkeiten und Grenzen der Weidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs

Andreas Steinwider<sup>1\*</sup> und Johann Häusler<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Wie die Stallhaltung stellt auch die Weidehaltung besondere Ansprüche an den Betrieb und den Betriebsführer. So ist neben der Auswahl des richtigen Weidesystems und der „richtigen Tiere“ ein besonderes Augenmerk auf die Bestandes- bzw. Weideführung, eine gleichbleibende Futterqualität, ein ausreichendes Futterangebot und eine gute Düngerverteilung zu richten. Jahrzehnte altes

Wissen muss vielfach wieder „freigelegt“ werden und die individuellen Betriebsgegebenheiten mit den heutigen Anforderungen an die Fleisch- und Milcherzeugung in Einklang gebracht werden. Wer mit seinen Rindern in Richtung Weidewirtschaft geht, muss systematisch vorgehen. Es sind jedenfalls betriebsangepasste Strategien notwendig. Es ist auch zu beachten, dass sowohl der Pflanzenbestand, die Tiere als auch die Betriebsführer Zeit brauchen, um sich auf das Weidesystem umzustellen.

## 1. Einleitung

Auf Grund steigender Kosten für Energie, Maschinen, Ergänzungsfuttermittel, und Futtermischungen sowie der zunehmenden Arbeitsbelastung gewinnen in den letzten Jahren Weidestrategien auch in der Milchviehhaltung an Interesse. In der biologischen Landwirtschaft ist die Weidehaltung von Rindern von zentraler Bedeutung. Im Grünland- und Berggebiet Österreichs ergeben sich auf Grund der geographischen und klimatischen Bedingungen diesbezüglich jedoch besondere Anforderungen und Herausforderungen. Aus diesen Gründen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein mehrere Forschungsprojekte gestartet, welche sich mit Weidehaltungsstrategien bei Milchkühen beschäftigten. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse dieser Projekte dargestellt.

## 2. Ausgewählte Forschungsergebnisse zur Weidehaltung in Österreich

### 2.1 Erfahrungen und Möglichkeiten zur Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im österreichischen Berggebiet (Steinwider et al. 2010)

Bei Vollweidehaltung wird eine effiziente Nutzung des preiswerten Weidefutters angestrebt und auf Höchstleistungen pro Tier verzichtet. Konserviertes Futter und auch Kraftfutter werden in geringeren Mengen als sonst üblich eingesetzt. Die Abkalbezeit der Kühe wird in die Winter- bzw. Frühlingsmonate geblockt. Betriebe, welche das Konzept konsequent umsetzen, verzichten in der Weideperiode gänzlich auf Kraftfutter und erreichen im Winter eine 1- bis 2-monatige Melkpause.

In einem Forschungsprojekt wurden fünf biologisch wirtschaftende sowie ein konventioneller Low-Input Grün-

landbetrieb bei der Umstellung auf ein betriebsangepasstes Vollweidekonzept begleitet. Die Betriebe lagen auf einer durchschnittlichen Seehöhe von 680 m (400-1060), hatten vor Projektbeginn eine Milchkuhzahl von 22 Stück (13-32 Stück; Rassen Fleckvieh, Braunvieh bzw. Holstein Friesian) und setzten bei einer Milchquote von 125.000 kg je Betrieb (75.000-200.000) etwa 1.000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr (700-1.200) ein. Vor Projektbeginn lernten die Betriebsleiter die Vollweideerfahrungen und -ergebnisse von Schweizer Betrieben bei einem zweitägigen Betriebspraktikum, über Vortragsveranstaltungen sowie über Veröffentlichungen kennen. Die Projektbetriebe erklärten vor Projektbeginn, dass sie im Projekt einen möglichst hohen Weidegrasanteil in der Jahresration, eine Verlagerung der Abkalbung in die Winter-/Frühlingsmonate und eine deutliche Reduktion des Kraftfuttereinsatzes anstreben wollten. Den teilnehmenden Betriebsleitern wurden hinsichtlich Umstellungsgeschwindigkeit, Intensität der Umsetzung der Vollweidestrategie, Weide- und Fütterungssystem etc. bewusst keine starren Vorgaben gegeben. Aufgabe der wissenschaftlichen Projektmitarbeiter war es, den Betrieben die Ziele der Vollweidestrategie zu vermitteln, sie bei der Umstellung fachlich zu begleiten, die Erfahrungen zu dokumentieren und verallgemeinerbare Ergebnisse und Empfehlungen daraus abzuleiten. Dazu wurden Parameter zur Weideführung, zur Rationsgestaltung und Nährstoffversorgung, zur Milchleistung, zur Tiergesundheit und Fruchtbarkeit sowie ökonomische Parameter erfasst und die persönlichen Erfahrungen der Betriebsleiter über Fragebögen abgefragt.

#### 2.1.1 Ergebnisse - Vollweideumstellung

Das in der Schweiz praktizierte Vollweidekonzept, mit streng geblockter Frühlingsabkalbung, Melkpause und nur minimaler bzw. keiner Ergänzungsfütterung zur Weide (vergl. BLÄTTLER et al. 2004, DURGIAI et al. 2004, KOHLER et al. 2004, THOMET et al. 2004) wurde im

<sup>1</sup> Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

<sup>2</sup> Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

\* Ansprechperson: PD Dr. Andreas Steinwider, E-mail: andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

vorliegenden Projekt auf den Praxisbetrieben mit teilweise geringerer Intensität umgesetzt. Von den sechs Praxisbetrieben erreichten nur zwei Betriebe - zumindest einmal in den drei Projektjahren - eine Melkpause. Ein weiterer Betrieb strebt dies in den nächsten Jahren an. Die weiteren drei Projektbetriebe kamen von diesem Ziel aus unterschiedlichsten Gründen (Tierauffälle - Fruchtbarkeit, kontinuierliche Direktvermarktung, familiäre Gründe etc.) wieder ab. Von sechs Betrieben verzichteten in der Vollweidezeit bzw. nach dem Ende der Belegesaison nur drei Projektbetriebe auf eine Weideergänzungsfütterung. Eine bedeutende Ergänzungsfütterung wurde auf den Projektbetrieben insbesondere dann durchgeführt, wenn keine strenge saisonale Abkalbung umgesetzt wurde (Milchleistung teilweise in Weidezeit sehr hoch), Maissilagevorräte am Betrieb vorhanden waren oder phasenweise durch Trockenheit oder Weidefuttermangel Halbtagsweidehaltung erforderlich war. Der durchschnittliche Weidegrasanteil an der Jahresration lag daher im Durchschnitt aller sechs Betriebe nur bei 42 % (26-61 %). Jene vier Praxisbetriebe, welche die Vollweidestrategie am konsequentesten umsetzten kamen auf 41 bis 61 % ( $\bar{\sigma}$  50 %). THOMET et al. (2004) erreichten auf einem Schweizer Milchviehbetrieb im Mittelland einen Weidegrasanteil von 62–70 % an der Gesamtjahrestrockenmasseaufnahme. DILLON (2006) gibt einen Weidegrasanteil für Vollweidebetriebe in Irland von ca. 70 %, in Australien von 85 % und in Neuseeland von 90 % an der Jahresration an.

Mit 6,3 MJ NEL je kg Trockenmasse ( $\pm 0,4$  MJ) und 21% Rohprotein ( $\pm 3$  %) wies in der vorliegenden Untersuchung das Weidegras im Mittel eine hohe Qualität auf. Die Betriebe praktizierten Kurzrasenweide- bzw. Koppelweidehaltung. Im Durchschnitt reduzierten die Betriebe durch die Umstellung den Kraftfuttereinsatz in der Milchviehfütterung um etwa 30 %, im selben Zeitraum ging auch die Milchleistung der Kühe zurück.

Jene vier Betriebe welche die Vollweidestrategie am konsequentesten umsetzten, verfütterten im Mittel nur mehr 470 kg T Kraftfutter (581 kg FM) je Kuh und Jahr (*Tabelle 1*). Die Milchleistung der Kühe dieser Betriebe verringerte sich von 6.475 kg (3,94 % Fett, 3,38 % Eiweiß) vor Projektbeginn (2003) auf 5.837 kg (4,06 % Fett, 3,33 % Eiweiß) im letzten Projektjahr (2007). Da der Kuhbestand ausgeweitet wurde, nahm die Milchleistung je Betrieb zu (+6-7 %). Sowohl die produzierte Milchmenge als auch der Milchfettgehalt lag auf den Vollweidebetriebe tiefer als auf vergleichbaren konventionell bzw. biologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe. Im Milcheiweißgehalt lagen die Vollweidebetriebe mit 3,3 % im Jahresmittel um 0,1-0,2 % tiefer als die konventionell wirtschaftenden Arbeitskreisbetriebe, jedoch auf vergleichbarem Niveau mit österreichischen Bio-Betrieben. In den Monaten Juli, August und September muss bei konsequenter Vollweidehaltung mit Milchnitrogengehalten über 35 mg/100 ml (35–60) gerechnet werden.

Aus den Anteilen an Verlustkühen, dem Bestandsergänzunganteil, der Lebensleistung der Kühe auf den Betrieben, den Tierarztkosten sowie dem Besamungsindex konnten keine negativen Auswirkungen der Vollweidehaltung auf

**Tabelle 1: Ergebnisse jener vier Praxisbetriebe, welche die Vollweidestrategie am konsequentesten umsetzten im Vergleich zu biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Milchviehbetriebe Österreichs (dreijähriges Mittel)**

	Projektbetriebe 1 bis 4	Mittelwerte österreichischer Arbeitskreisbetriebe	
		Vollweide	AK biologisch
Durchschnittbestand Kühe [Stk]	29,1	22,5	24,0
Durchschnittsalter der Kühe [Jahre]	6,0	5,4	5,0
Lebensleistung [kg]	19.736	19.736	20.072
Anteil gesamte Bestandesergänzung [%]	23	32	34
produzierende Milchmenge / Kuh [kg]	5.542	6.320	6.973
Milchfettgehalt-Molkerei [%]	4,02	4,16	4,28
Milcheiweißgehalt-Molkerei [%]	3,34	3,38	3,48
Weidegrasanteil [% der Jahresration]	47	k.A.	k.A.
Kraftfutter / Kuh u. Jahr [kg]	581	1.291	1.787
Zwischenkalbezeit [Tage]	419	393	3,94
Non return Rate Kühe [%]	73	64	61
Besamungsindex Kühe [Anzahl]	1,4	1,5	1,6
Tiergesundheit [€/Kuh/Jahr]	33,1	58,2	63,4
Erstkalbealter [Monate]	33,9	30,4	29,4
Direktkostenfreie Leistung [€/Kuh/Jahr]	1.640	1.645	1.720
Direktk. Freie Leistung [Cent/kg Milch]	29,4	25,9	24,6

die Tiergesundheit abgeleitet werden. Bei einigen Parametern hoben sich die Betriebe sogar positiv vom Mittel der vergleichbaren Milchviehbetriebe ab. Demgegenüber lag die Zwischenkalbezeit mit durchschnittlich 415 Tagen deutlich über dem angestrebten Bereich von 365 bis max. 380 Tagen. Gründe dafür waren einerseits das mehrjährige Umstellen auf eine geblockte Abkalbung (verlängerte Laktationsdauer bei Einzeltieren) und andererseits wiederholte Probleme bei der rechtzeitigen Wiederbelegung von 10-20 % der Kühe. Vier Betriebsleiter gaben an, dass sie zukünftig stärkeres Augenmerk auf kleinrahmige Kuh-typen mit geringeren Einzeltierleistungen legen werden. Nur jene zwei Projektbetriebe die auch eine Melkpause erreichten, erzielten zu Projektende eine Zwischenkalbezeit von 365–380 Tagen.

Insbesondere jene Betriebe, die schwere Kühe mit geringer Einzeltierleistung hielten, schnitten in den Futtereffizienzparametern (kg ECM-Leistung/kg Futtertrockenmasseaufnahme; kg ECM-Leistung/kg Körpergewicht) schlecht ab. Eine Futterkonvertierungseffizienz von über 1,2 kg ECM pro kg Trockensubstanzaufnahme in der Jahresration ist nach THOMET et al. (2002) in der spezialisierten Milchproduktion anzustreben, auf den Projektbetrieben lag diese bei 0,9–1,1 kg ECM/kg T. In den direktkostenfreien Leistungen je kg Milch lagen die Projektbetriebe deutlich über dem Durchschnitt und in der direktkostenfreien Leistung je Kuh geringfügig unter dem Durchschnitt vergleichbarer Arbeitskreisbetriebe in Österreich.

### 2.1.2 Schlussfolgerungen - Vollweideumstellung

Bei passenden Betriebsbedingungen und konsequenter Umsetzung der Vollweidestrategie können auch im Grünland- und Berggebiet Österreichs - je nach Betriebssituation - Weidefuttermenge in der Gesamtjahresration zwischen 45 und 65 % der Trockenmasseaufnahme von Milchkühen erreicht werden. Die Umsetzung einer geblockten Abkalbung (mit oder ohne Melkpause) stellt jedoch eine große

Herausforderung für die Betriebsleiter dar, das Erreichen einer Melkpause kann generell nicht erwartet werden. Mit den üblichen Milchviehassen dürfte im Berggebiet eine geblockte Abkalbung im Winter (Dezember-Februar) günstiger als im Frühling sein. Durch die Umsetzung der Vollweidestrategie kann der Kraftfutteraufwand gezielt reduziert werden. Gleichzeitig ist aber auch die Einzeltierleistung eingeschränkt und steigt der Grundfutterbedarf an. Je nach Abkalbezeitraum, Ergänzungsfütterung zu Laktationsbeginn, Laktationsdauer, Rasse, Kuhtyp und Kuhgewicht sind bei Vollweidehaltung produzierte Milchleistungen zwischen 4.000 und knapp 7.500 kg je Durchschnittskuh realistisch. Aus den Anteilen an Verlustkühen, dem Bestandesergänzungsanteil, der Lebensleistung der Kühe auf den Betrieben, den Tierarztkosten sowie dem Besamungsindex konnten keine negativen Auswirkungen der Vollweidehaltung auf die Tiergesundheit abgeleitet werden. Die Ergebnisse des Projektes zeigen weiters, dass bei konsequenter Umsetzung des Low-Input Systems eine kostengünstige Milchproduktion auch im Berggebiet möglich ist. Besondere Beachtung muss jedoch der effizienten Grundfütterumwandlung in Milch geschenkt werden.

## 2.2 Einfluss des Abkalbezeitpunktes auf Rationszusammensetzung, Leistungs- und Gesundheitsparameter bei Vollweidehaltung von Milchkühen (Steinwigger et al. 2011)

Ein wichtiges Managementkriterium ist bei Vollweidehaltung die Abstimmung des Abkalbezeitpunktes auf die Vegetationsperiode (saisonale Abkalbung). In Weidegunstlagen, wo lange Vegetationsperioden gegeben sind (Neuseeland, Irland etc.), erfolgt die Abkalbung der Kühe überwiegend kurz vor bzw. zu Vegetationsbeginn und werden die Tiere zu Weideende trocken gestellt. Im Berggebiet ist die Vegetationsperiode jedoch deutlich kürzer. Darüber hinaus sind die Kühe in Mitteleuropa im Vergleich zu typischen Weideregionen schwerer und wird in der Zucht besonderer Wert auf hohe Tages- und Jahresmilchleistungen gelegt. Diese Kühe mobilisieren auf Grund der begrenzten Weidefutteraufnahme zu Laktationsbeginn bei Vollweidehaltung vermehrt Körperreserven, was zu Stoffwechselbelastungen führen kann (STEINWIGGER u. STARZ 2006). Im Versuch wurden daher die Auswirkungen der Vorverlegung des Abkalbezeitpunktes in die Monate November bis Jänner auf Rationszusammensetzung, Leistungs- und Gesundheitsparameter untersucht.

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in A-8951 Trautenfels auf einer Seehöhe von 680 m durchgeführt (Breite: 47° 31' 03" N; Länge: 14° 04' 26" E; Klima 30-jähriges Mittel: Temperatur 7°C, Niederschlag 1014 mm/Jahr, 132 Frost- (<0°C) bzw. 44 Sommertage ( $\geq 25^\circ\text{C}$ )). Die Vegetationsperiode erstreckt sich von Ende März bis Anfang November. Für den Versuch wurden aus der Versuchsherde in den Jahren 2007 und 2008 insgesamt 33 Milchkühe entsprechend ihrem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und drei Gruppen (Abkalbegruppe 1–3) zugeteilt. In der Gruppe 1 lag das durchschnittliche Abkalbedatum am 17. November, in Gruppe 2 am 25. Dezember und in Gruppe 3 am 20. Februar. Es kamen 13 Braunvieh- und 20 Holstein Friesian-Kühe in

den Versuch. Die durchschnittliche Laktationsanzahl der Versuchstiere lag im Versuchszeitraum bei 2,7 Laktationen. Die Kühe wurden auf einer Kurzrasenweide bzw. in einem Liegeboxenlaufstall mit tierindividuellen Einzelfressplätzen (CALAN System) zur Erhebung der Futteraufnahme gehalten. In der Stallfütterungsperiode erhielten die laktierenden Kühe täglich eine Ration bestehend aus Heu und Grassilage (1. Aufwuchs Dauergrünland) zur freien Aufnahme. Das Kraftfutter (KF) wurde entsprechend dem Laktationsstadium bzw. der Leistung und der Jahreszeit zugeteilt. Vor der Abkalbung wurde kein KF gefüttert. Zu Laktationsbeginn erfolgte bei ausschließlicher Stallfütterung eine einheitliche KF-Steigerung, beginnend von 1 kg Frischmasse (FM) am 1. Laktationstag auf 8 kg am 21. Tag. Danach wurde die KF-Menge bei Stallhaltung leistungsbezogen zugeteilt. Unter 18 kg durchschnittlicher Tagesmilchleistung, erhielten die Kühe kein KF. Bei höheren Tagesmilchleistungen wurden je 2 kg Mehrmilchleistung 1 kg FM KF zugeteilt, wobei jedoch maximal 8 kg je Kuh und Tag eingesetzt wurde. Die Weidehaltung erfolgt auf Basis einer betriebsangepassten Kurzrasenweide bei einer Grasaufwuchshöhe von  $\varnothing$  4,7 cm (3,5-6,5 cm; ermittelt mit dem Rising Plate Meter (RPM) 7-13 Clics; Gesamtfutterangebot ab Bodenoberfläche 1.500–2.300 kg T/ha). Zu Weidebeginn (Stunden- und Halbtagsweide) wurde die Grassilagegabe reduziert und die KF-Gaben, auch bei Kühen mit einer Tagesmilchleistung über 24 kg, mit max. 4 kg FM begrenzt. Bei Milchleistungen die darunter lagen, erfolgte die KF-Zuteilung entsprechend den Vorgaben der Stallfütterungsperiode. Bei Umstellung auf Tag- und Nachtweidehaltung (30. April) wurde die Grassilagefütterung beendet und die Heuvorlage auf 1,5 kg FM pro Tier und Tag eingeschränkt. Kühe mit einer Tagesmilchleistung unter 28 kg erhielten ab diesem Zeitpunkt kein KF mehr. Zwischen 28 und 30 kg Tagesmilchleistung wurde 1 kg und mit einer Tagesmilchleistung über 30 kg Milch 2 kg FM KF pro Tier und Tag gefüttert. Im Herbst wurde am 01.11.2008 bzw. 03.11.2009 die Weidehaltung beendet. Die Weidedauer betrug im Jahr 2008 bzw. 2009 203 bzw. 202 Tage, wovon jeweils 177 Tage auf Tag- und Nachtweidehaltung entfielen. Zu Laktationsende und in der Trockenstehzeit erhielten die Kühe 4 kg FM Heu und Grassilage zur freien Aufnahme. Die Milchleistung der Kühe wurde täglich erfasst. Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Zellzahl, Milchnharnstoffgehalt) wurden dreimal wöchentlich tierindividuell analysiert. Die Tiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen. Jede Tierbehandlung wurde aufgezeichnet. Zur speziellen Beschreibung der Stoffwechselsituation der Kühe zu Laktationsbeginn bzw. in den Wochen vor und nach dem Weideaustrieb wurden wiederholt Blut- und Harnproben nach der Morgenmelkung (8:00 und 9:30 Uhr) genommen.

### 2.2.1 Ergebnisse - Abkalbezeitpunkt

Der Energiegehalt der Grassilage bzw. des Heus lagen bei 5,8 ( $\pm 0,2$ ) bzw. 5,4 ( $\pm 0,3$ ) MJ NEL und der Rohproteingehalt bei 15 ( $\pm 1,5$ ) bzw. 12 % ( $\pm 0,5$ ) je kg T. Für die Kraftfuttermischungen ergab sich ein Energiegehalt von 7,8 MJ NEL und ein Rohproteingehalt von 13 % ( $\pm 0,3$ ) je kg T. Die Weidefutterproben wiesen in den Versuchsjahren im Mittel einen Energiegehalt von 6,4 ( $\pm 0,33$ ) MJ NEL und einen Rohproteingehalt von knapp 22 % ( $\pm 3$ ) je kg Trockenmasse auf.

Die Laktationsdauer und die Milchfettmenge gingen signifikant und die energiekorrigierte Milchleistung tendenziell von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zurück (Tabelle 2). Der Kraftfut-  
teraufwand - bezogen auf die Jahresration - verringerte sich signifikant von Gruppe 1 bis Gruppe 3 von 11 % (669 kg T/ Kuh und Jahr) auf 6 % (373 kg T) und der Weidefutteranteil stieg von 43 % auf 50 % der Gesamt-T-Aufnahme pro Jahr an. Die Fruchtbarkeitsergebnisse sowie die Anzahl an tierärztlichen Behandlungen wurden vom Abkalbezeitpunkt nicht signifikant beeinflusst. In den Blutproben der Tiere der Gruppe 3 zeigten sich zu Weidebeginn die höchsten  $\beta$ -HB-, FFS- und AST-Gehalte.

### 2.2.2 Schlussfolgerungen - Abkalbezeitpunkt

Auf Grund der kürzeren Vegetationsdauer ist im Berggebiet der Weidefutteranteil an der Jahresration geringer als in Weidegunstlagen (STEINWIDDER et al. 2010, DILLON 2006). In Übereinstimmung mit Ergebnissen der Literatur (GARCIA und HOLMES 1999, AULDIST et al. 1997 und 1998) wurde die Zusammensetzung der Jahresration deutlich vom Abkalbezeitpunkt beeinflusst. Weidefutter ist sehr nährstoffreich und hochverdaulich. Dadurch kann bei Weidehaltung der Kraftfuttereinsatz reduziert werden bzw. schließt Weidehaltung aus pansenphysiologischen Gründen hohe Kraftfutterergänzungen aus. Die eingesetzte Kraftfuttermenge ging daher auch von Gruppe 1 (669 kg T) bis Gruppe 3 (373 kg T) zurück und der Weidefutteranteil stieg demgegenüber von 43 auf 50 % der Jahresration an. Im Vergleich zur späten Herbstabkalbung (Gruppe 1) war jedoch bei später Winterabkalbung (Gruppe 3) die Laktationsdauer kürzer und die Milchfettleistung signifikant geringer. In Gruppe 3 wurde deutlich mehr Milch in der Weidephase produziert, was die geringere Milchfettleistung erklärt. Darüber hinaus trat zu Weidebeginn bei den Tieren der Gruppe 3 kein Milchleistungsanstieg auf, welcher demgegenüber in den Gruppen 1 und 2 beobachtet wurde. Die Tiere der Gruppe 3 wiesen auch zu Laktationsende eine geringere Milchleistung auf und wurden daher früher trocken gestellt. Bei den Tierbehandlungen und den Fruchtbarkeitsparametern konnten keine Gruppenunterschiede festgestellt werden. Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen zu Weidebeginn weisen jedoch auf höhere Stoffwechselbelastungen in Gruppe 3 hin.

## 2.3 Untersuchungen zur Stunden- bzw. Halbtagsweide bei Milchkühen mit dem Ziel den Kraftfutterbedarf zu reduzieren (Häusler et al. 2011)

Im Jahr 2010 wurde über den Zeitraum einer Vegetationsperiode (Mitte April bis Anfang Oktober) ein Forschungsprojekt mit einer Milchviehherde, bestehend aus 16 Milchkühen, durchgeführt. Neben dem Kraftfuttereinsparungspotential lag ein besonderes Augenmerk auf dem Weidemanagement, denn ob auch Stunden- oder Halbtagsweiden als Kurzrasenweiden geführt werden können, darüber waren sich auch Weideexperten nicht einig.

Die 16 Versuchstiere kalbten zwischen Dezember 2009 und April 2010 ab. Für alle Kühe begann die Versuchsfütterung am 15.3.2010 und alle erhielten bis zum Weidaustrieb dieselbe Ration. Basierend auf der Milchleistung und der

Tabelle 2: Milchleistung und Futterbedarf pro Jahr

		Gruppe			se	P Werte
		1	2	3		
Tiere	Anzahl	11	12	10		
Lebendmasse- Laktation	kg	595	550	571	39	0,069
Laktationsdauer	Tage	299a	297a	284b	9	0,019
ECM	kg	6.300	5.974	5.449	305	0,068
Milch	kg	6.360	6.135	5.727	703	0,258
Fett	kg	261a	245ab	217b	28	0,026
Eiweiß	kg	200	189	178	19	0,149
Fett	%	4,10	4,00	3,79	0,29	0,091
Eiweiß	%	3,15	3,08	3,11	0,17	0,612
Heu	kg T/Jahr	1.075a	981b	957b	32	<0,001
Grassilage	kg T/Jahr	1.830	1.780	1.668	209	0,359
Weidefutter	kg T/Jahr	2.670b	2.856ab	3.046a	249	0,032
Kraftfutter	kg T/Jahr	669a	541ab	373b	146	0,004

Futteraufnahme vom 22.3.2010 bis 4.4.2010 erfolgte die Aufteilung in 2 gleichwertige Gruppen zu je 8 Tieren, wobei neben diesen beiden Parametern auch auf die Laktationszahl und vor allem die gleichmäßige Aufteilung der erstlaktierenden Kühe geachtet wurde. Mit Vegetationsbeginn (19.4.) kam die Weidegruppe auf die Weide und blieb dort bis Weideende (3.10.). Auf der Weide veränderte sich die Ration. Die Tiere erhielten am Morgen lediglich 2 kg Heu und kamen danach von 6:00 bis 12:00 Uhr auf die Weide, die restliche Grundfuttergabe blieb gleich. Kraftfutter wurde allerdings erst ab 16 kg Milch eingesetzt und pro 2 kg Milch wurden statt 1 kg nur 0,875 kg Energiekraftfutter (= Gesamt-KF-Protein-KF) eingesetzt. Die Stall-Kontrollgruppe wurde mit Heu (4 kg TM) und Grassilage (ad lib.) gefüttert und erhielt ab einer Milchleistung von 15 kg bereits Kraftfutter (1 kg je zwei kg Milchmehrleistung) jedoch maximal 10 kg je Kuh und Tag. Ab 19 kg Milchleistung erfolgte auch eine Proteinergänzung mit Rapsextraktionschrot (12,5 % des KF).

### 2.3.1 Ergebnisse - Stundenweide

Der Versuch zeigte, dass Kurzrasenweide auch bei Halbtags- oder Stundenweide möglich ist. Allerdings muss noch größeres Augenmerk auf das Weidemanagement gelegt werden als bei Vollweide. So darf die Weidefläche auf keinen Fall zu groß sein und die Aufwuchshöhe muss zwischen 4,0 und 5,2 cm (jeweils mit dem Plastikdeckel gemessen) liegen. Auf keinen Fall sollte sie 5,5 cm überschreiten. Die Weidefläche ist auf etwa 40 % der Größe bei Vollweide (abhängig von der Dauer der täglichen Weidezeit) zu reduzieren. Im vorliegenden Projekt wurden zu Beginn der Weidesaison rund 800 m<sup>2</sup> statt 2.000 m<sup>2</sup> vorgegeben. Im Verlauf der Weidesaison musste auf etwa 1.500 bis 1.800 m<sup>2</sup> vergrößert werden. Die Futteraufnahmen auf der Weide lagen zwischen 6 und 8 kg T. Diese Werte wurden mittels Differenzmethode (Abmähen und Wiegen des Futters vor und nach der Beweidung) ermittelt.

Wie aus Tabelle 3 zu entnehmen ist, konnten in der Weidegruppe in 168 Weidetagen (ab Anfang Oktober musste im Stall bereits stärker zugefüttert werden) von 8 Kühen etwa 30.000 kg Milch mit einem durchschnittlichen Fettgehalt von 4,08 % und einem Eiweißgehalt von 3,16 % ermolken werden. In der Stallgruppe reduzierte sich die Milchmenge auf etwa 24.000 kg mit einem Fett- bzw. Eiweißgehalt von 4,13 bzw. 2,90 %. Einen großen Unterschied

zeigte der Milhharnstoffgehalt, der in der Weidegruppe im Durchschnitt bei 31,2 und in der Stallgruppe bei 17,3 lag. Die niedrigen Eiweiß- bzw. Harnstoffgehalte in der Stallgruppe deuten auf eine zu niedrige Proteinversorgung hin, sie spiegeln aber Praxisbedingungen wider (vor allem im Biobereich). In der Weidegruppe konnte das Proteinkraftfutter zur Gänze eingespart werden, wodurch sich der Kraftfutteraufwand auf 13,2 dag pro kg Milch reduzierte.

Die *Abbildungen 1 – 3* zeigen, dass alle Versuchstiere vor Versuchsbeginn annähernd die gleiche Milchleistung mit ähnlichen Milchinhaltsstoffen aufwiesen. Mit Weidebeginn differenzierten sich die beiden Gruppen. Unmittelbar nach dem Austrieb erhöhten sich in der Weidegruppe sowohl Milchmenge und Milcheiweißgehalt, während der Milchfettgehalt keine großen Unterschiede zeigte. Der Milhharnstoffgehalt hingegen stieg sofort an und lag ab etwa Mitte Juni über 30 mg/dl. Dies wirkte sich – wie bereits erwähnt – positiv auf die Milchmenge und auf den Milcheiweißgehalt aus und zeigte keine negativen Einflüsse auf Tiergesundheit und Fruchtbarkeit.

### 2.3.2 Schlussfolgerungen - Stundenweide

Die Untersuchungen zeigen, dass Kurzrasenweide auch bei Halbtags- oder Stundenweide möglich ist. Es ist jedoch höchstes Augenmerk auf das Weidemanagement zu legen! Bei gleichem Kraftfuttereinsatz kann durch hochwertiges Weidefutter vor allem die Proteinversorgung verbessert und damit die Milchleistung und der Milcheiweißgehalt erhöht werden. Während der Weidesaison kann auch bei Halbtags- oder Stundenweide bis etwa 30-35 kg Milch gänzlich auf Proteinkraftfutter verzichtet werden. Durch billiges Weidefutter kann darum teures Kraftfutter eingespart werden. Die Weidehaltung reduzierte die Fütterungskosten (Kosten für Konservierung, Futtervorlage, Kraftfutter ...) und erhöhte die Wirtschaftlichkeit.

## 3. Empfehlungen für die Praxis

Die Weide liefert bei optimaler Nutzung ein sehr preiswertes Futter mit hoher Futterqualität. Zusätzlich sinken die Rationskosten und der Arbeitszeitbedarf für die Fütterung, weil im Stall weniger konserviertes Futter vorgelegt werden muss. Die hohe Verdaulichkeit des Weidefutters reduziert den Energie- und Eiweißergänzungsbedarf über teures Kraftfutter. Je nach Betriebsgegebenheiten kann man in der Vegetationszeit auf Systeme mit hohem (Vollweide oder Ganztagsweide) oder geringem Weidegrasanteil (Halbtags- bis Stundenweide) zurückgreifen.

Tabelle 3: Versuchsergebnisse

	Weide	Stall
Produzierte Milch, kg	30236	24401
ECM-Gesamt, kg	29966	23924
Weidetage	168	
Milch pro Kuh und Tag, kg	22,5	18,8
ECM pro Kuh und Tag, kg	22,3	18,4
Fett, %	4,08	4,13
Eiweiß, %	3,16	2,90
Zellzahl x1000	142	217
Harnstoff, mg/100 ml	31,2	17,3
Kraftfutteraufwand, dag/kg Milch	13,2	15,5
Verbrauch Protein-KF, dag/kg Milch	0	2,1

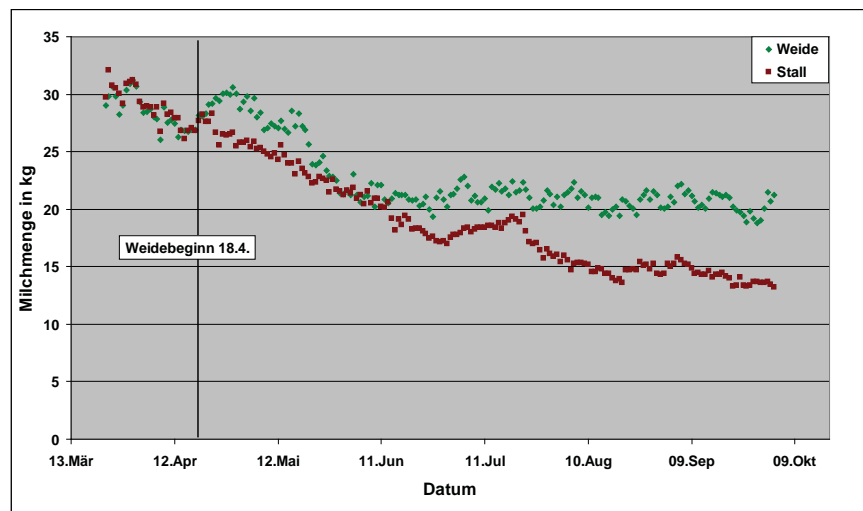


Abbildung 1: Milchmenge im Verlauf der Versuchsperiode

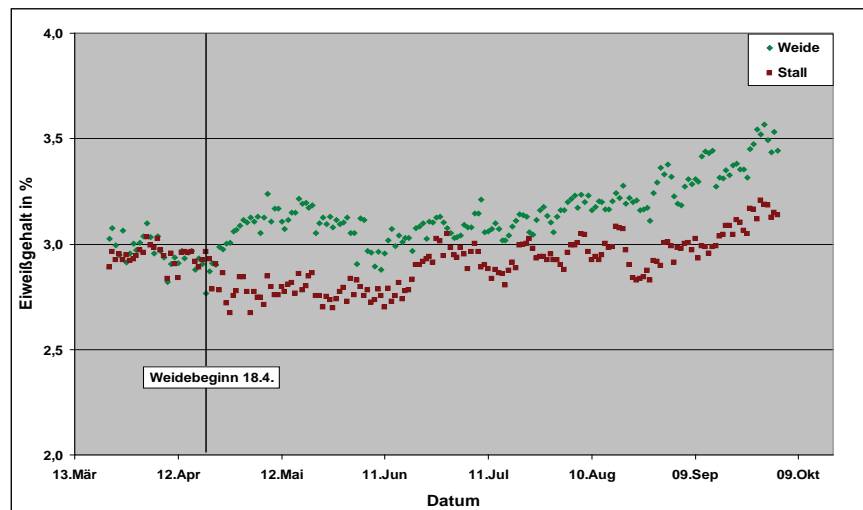


Abbildung 2: Eiweißgehalt im Verlauf der Versuchsperiode

Betriebe, die auf hohe Einzeltierleistungen setzen und möglichst konstante und hohe Milchinhaltsstoffe anstreben, greifen überwiegend auf Stundenweide zurück. Bei diesem Verfahren erreicht man in der Vegetationszeit einen Weidegrasanteil von 20–40 % (4–8 kg TM) an der Tagesration. Die Kühe befinden sich täglich für ca. 2–4 Stunden zum Gras auf der Weide. Der Kraftfuttereinsatz kann im Vergleich zur reinen Stallfütterung um 1–2 kg pro Tag reduziert werden. Je nach Vegetationsphase und Ertragslage sollte für 10 Kühe eine Weidefläche von zumindest 1–2 ha am Betrieb zur Ver-



fügung stehen. Um in der Weidezeit eine hohe Futteraufnahme zu erreichen, sollten die Tiere möglichst früh in den Morgenstunden bzw. am Abend auf die Weide kommen. Insbesondere in der warmen Jahreszeit geht am Vormittag die „Graseaktivität“ nach 10:00 Uhr bereits wieder zurück. In den Mittags- und Nachmittagsstunden sollten die Kühe bei diesem Verfahren im kühlen Stall gehalten und dort auch gefüttert werden. Die zweite Hauptweideaktivität tritt am frühen Abend bis zum Einsetzen der Dunkelheit auf (18:00 bis 20:00–21:00 Uhr). Bei starker Stallergänzungsfütterung ist eine Ausdehnung der Weidezeiten über etwa 2 Stunden am Vormittag bzw. Abend üblicherweise nicht sinnvoll, da die Kühe auf die bequemere Futter-

aufnahme im Stall warten. Damit die Kühe die Weidefläche nicht nur als Liege- und Kotplatz benutzen, sollten die nicht gesättigten Kühe möglichst rasch nach der Melkung auf die Weiden kommen. Für die Stundenweide ist sowohl die intensive Standweide (Kurzrasenweide mit einer mittleren Grasaufwuchshöhe von 4–7 cm) als auch die Koppelweidehaltung (Grasaufwuchshöhe am 1. Eintriebstag 10–15 cm) und eingeschränkt Portionsweide (Grasaufwuchshöhe unter 20 cm, zusätzlich hoher Arbeitszeitaufwand und am meisten Trittschäden – vor allem bei Schlechtwetter!) zurückgegriffen werden. Rinder sind Gewohnheitstiere, daher sollten Weidesysteme und Tagesabläufe auf keinen Fall ständig variiert werden.

Bei Halbtagsweidehaltung ist in der Praxis die Tagesweide weit verbreitet. An heißen Tagen bzw. in Regionen mit hohem Druck an Lästlingen (Bremsen, Fliegen etc.) wird teilweise auch Nachtweidehaltung betrieben. Je nach Weidedauer kann bei Halbtagsweidehaltung ein Weidegrasanteil von 30–60 % (6–12 kg TM) der Tagesration erreicht werden. Ein rascher Austrieb nach der Morgen- bzw. Abendmelkung ist auch hier günstig. In Versuchen hat sich gezeigt, dass bei gleicher Weidedauer jedoch in den Nachtstunden etwas weniger Futter aufgenommen wird. An heißen Tagen (Temperaturen über 25–30 °C) sollten die Kühe Schattenplätze aufsuchen können. Eine ausreichende Wasserversorgung ist immer notwendig. Der Kraftfuttereinsatz kann im Vergleich zur reinen Stallhaltung um 2–4 kg pro Tag reduziert werden. Bei Halbtagsweide ist je nach Vegetationsphase und Ertragslage für 10 Kühe eine Weidefläche von ca. 1,5–3 ha notwendig und auch hier können alle oben genannten Weidesysteme zur Anwendung kommen.

Bei Vollweidehaltung wird im Frühling nach einer ca. 2wöchigen Umstellungsphase (Stunden- und Halbtagsweide) rasch auf Ganztagsweidehaltung umgestellt. Eine Ergänzungsfütterung (sowohl mit Grund- als auch mit Kraftfutter) erfolgt nur mehr eingeschränkt bzw. es wird teilweise sogar vollständig darauf verzichtet. Im Biobetrieb sollten die Kühe täglich die Möglichkeit haben zusätzlich Heu aufzunehmen. In der Vollweidezeit kann ein Weidegrasanteil von 80–100 % der Tagesration (14–18 kg TM) erreicht werden. Vollweide bevorzugt Kurzrasen- oder Koppelweide, Portionsweide ist bedingt durch den hohen

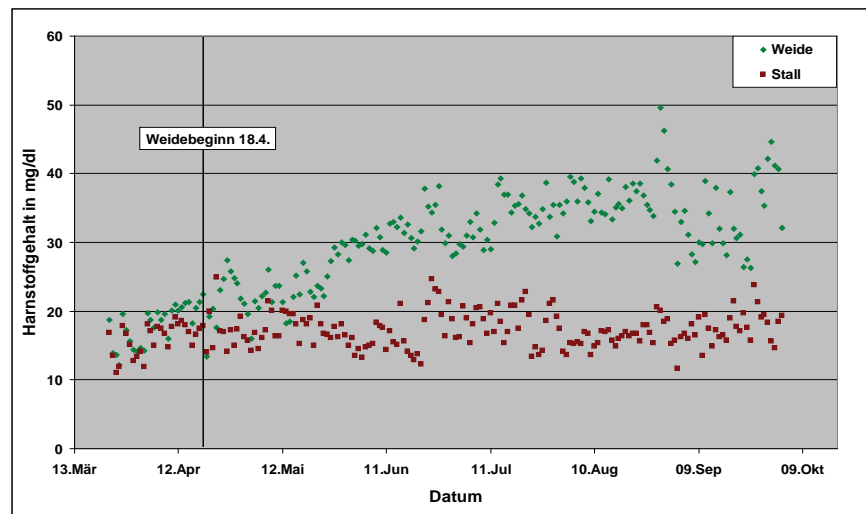


Abbildung 3: Harnstoffgehalt im Verlauf der Versuchsperiode

Arbeitszeitaufwand eher selten anzutreffen. Je nach Vegetationsphase und Ertragslage muss für 10 Kühe am Betrieb eine Weidefläche von 3–6 ha zur Verfügung stehen. Bedingt durch den hohen Weidegrasanteil muss jedoch mit einem niedrigeren Milchfettgehalt (3,6–3,9 %) und bei hochleistenden Kühen auch mit einem geringeren Eiweißgehalt (3,0–3,3 %) gerechnet werden. Über hochwertiges Weidefutter können Milchleistungen von etwa 20 bis max. 25 kg ausgefüttert werden. Da das Weidegras aber auch einen hohen Eiweißgehalt aufweist, liegt der Milchharnstoffgehalt von Juni bis September über 35 mg/100 ml (35–55), wobei die Werte gegen Ende des Sommers am höchsten sind. Wenn in diesem Zeitraum Kühe zur Belegung anstehen, muss daher mit verringerten Verbleiberaten gerechnet werden. Bei Vollweidehaltung wird daher üblicherweise auf gehäufte Winterabkalbungen zurückgegriffen. Unter optimalen Betriebsgegebenheiten (Kuhtypen, Stier, Weideflächen, Kalbinnenaufzucht, Interesse der Betriebsführer, kann im Einzelfall auch eine Blockabkalbung mit 1–2monatiger Melkpause angestrebt werden. Für die Mehrzahl der Betriebe ist derzeit eine enge Blockabkalbung mit rascher Wiederbelegung und damit verbundener Melkpause wohl nicht realistisch. Hier kann eine abkalbefreie Zeit von April bis Ende Oktober empfohlen werden. Damit ist gewährleistet, dass in der Vegetationszeit mit höchster Weidefutterqualität (bis September) keine Kühe trocken stehen und im Sommer auch keine Belegungen mehr erforderlich sind. Üblicherweise leiten bei diesen Betrieben die Kalbinnen die Abkalbesaison im Herbst ein. Bei Hochleistungsherden streben die Landwirte eine etwas frühere und auch kürzere Abkalbezeit (Dezember bis Februar) an, damit die Kühe im Stall noch gut ausgefüttert werden können.

#### 4. Literatur

- AULDIST, M.J., B.J. WALSCH and N.A. THOMSON (1997): Effects of time-of-calving on dairy production. Proc. Of the New Zealand Soc. Of Animal Production 57, 204.
- AULDIST, M.J., B.J. WALSCH and N.A. THOMSON (1998): Seasonal and lactational influence on bovine milk composition in New Zealand. Journal of Dairy Research 65, 401-411.

- BLÄTTLER T., B. DURGIAI, S. KOHLER, P. KUNZ, S. LEUENBERGER, H. MENZI, R. MÜLLER, H. SCHÄUBLIN, P. SPRING, R. STÄHLI, P. THOMET, K. WANNER und A. WEBER (2004): Projekt Opti-Milch: Zielsetzungen und Grundlagen. *Agrarforschung* 11, 80-85.
- DILLON P. (2006): Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cow. In: *Fresh herbage for dairy cattle* (Ed. A. Elgersma, J. Dijkstra und S. Tamminga). Springer-Verlag, 1-26.
- DLG-DEUTSCHE-LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- DURGIAI B. und R. MÜLLER (2004): Projekt Opti-Milch: Betriebswirtschaftliche Ergebnisse. *Agrarforschung* 11, 126-131.
- GARCIA S.C. and C.W. HOLMES (1999): Effects of time of calving on the productivity of pasture-based dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42, 347-362.
- GfE-GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 7, 141-150.
- GfE-GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136.
- KOHLER S., T. BLÄTTLER, K. WANNER, H. SCHÄUBLIN, C. MÜLLER und P. SPRINGER (2004): Projekt Opti-Milch: Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe. *Agrarforschung* 11, 180-185.
- HÄUSLER, J., D. EINGANG und J. WILDLING (2011): Mit Weide Kraftfutter sparen. *Der Fortschrittliche Landwirt* (17) 2011, S. 26-27.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ (2006): Sind unsere Kühe für die Weide noch geeignet? 13. Freilandtagung 28.09.2006, Tagungsband, 37-43.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, L. KIRNER, E.M. PÖTSCH, R. PFISTER und M. GALLNBÖCK (2010): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs – Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. *Züchtungskunde* 82, 241-252.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, J. GASTEINER, R. PFISTER, H. ROHRER und M. GALLNBÖCK (2011): Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde*, 83, 203-215.
- THOMET P., S. LEUENBERGER und T. BLÄTTLER (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotential des Vollweidesystems. *Agrarforschung* 11, 336-341.
- THOMET P., H. RÄTZER und B. DURGIAI (2002): Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung* 9, 404-409.



## Management und Fütterung von Maststieren unter österreichischen Bedingungen

Thomas Guggenberger<sup>1\*</sup>

Jedes landwirtschaftliche System wurzelt in seiner Art und Leistungsfähigkeit auf der Fruchtbarkeit seiner Böden und den regionalen klimatischen Gegebenheiten. Tiefgründige, fruchtbare Böden sind meist Ablagerungsprodukte der Erosion durch Wind und Wasser und deshalb oft in den zusätzlich klimatisch begünstigten Niederungen zu finden. Dort bilden sie die Grundlagen des Ackerbaus, der damit direkt zur Ernährung der Bevölkerung beiträgt oder aber hochwertiges Viehfutter produziert. In der Übergangszone zwischen Acker- und Grünland finden wir leistungsbereite Grünlandflächen. Diese erzeugen an den Wiederkäuer adaptiertes Futter, welches in der Regel durch Kraftfutter aus den nahen Anbauregionen ergänzt wird. Mit zunehmender Distanz zu den Gunstlagen sinken im Berggebiet die standortbedingten Möglichkeiten der Betriebe zur Produktion von Milch und Fleisch.

Seit mehreren Jahrzehnten wird dieses natürliche Regelwerk durch die Möglichkeiten der Marktwirtschaft aber aufgeweicht und je nach Entscheidung des Betriebsleiters sogar zum Teil außer Kraft gesetzt. Solange auf dem Angebotsmarkt für Kraftfutter ausreichende Mengen vorhanden sind, entscheidet also nicht die Natur über die Art und Leistung der Veredelungswirtschaft, sondern es sind wirtschaftliche Chancen und Zwänge, die bis in das letzte inneralpine Tal reichen. Diese Tatsache spiegelt sich auch in der Verteilung der männlichen Nachkommen der österreichischen Rinderzucht (siehe *Abbildung 1*). Im Jahre 2010 wurden nach der INVEKOS-Tierliste in Österreich rund 483.000 männliche Nachkommen in den verschiedenen Leistungsklassen gehalten (INVEKOS 2010). Deren Veredelung führt grundsätzlich in den Schienen der Produktion von Kalbfleisch oder als klassische Stiermast in die Nähe der physiologischen Reife der Tiere. In der Klasse der über ein Jahr alten Tiere, diese bilden die Grundgesamtheit der klassischen Stiermast, finden sich 2010 etwa 185.000 Tiere. Diese sind über insgesamt 29.000 Betriebe auf der gesamten landwirtschaftlichen Fläche von Österreich verteilt. Auf der Suche nach

Spezialisierungen wurden im Datenmaterial jene Betriebe selektiert, die insgesamt mehr als 15 Rinder-GVE auf ihrem Betrieb halten und deren Anteil an Mastrindern mehr als 50 % beträgt. Das Ergebnis fördert nur mehr 2.500 Betriebe zutage, die vor allem auf der Basis des Silomaisanbaus in den österreichischen Gunstlagen produzieren (siehe *Abbildung 2*). In Summe halten diese Betriebe rund 89.000 Rinder-GVE, das ist etwa die Hälfte des Mastbestandes. Die restliche Hälfte verteilt sich von Kleinbetrieben in den Gunstlagen bis zu benachteiligten Gebieten im Bergland. Diese ausschweifende Einführung zum Beitragsthema soll also bewusst zeigen, dass dieses Thema nicht nur durch einfache Standardrationen mit Silomais abgedeckt werden kann, sondern insgesamt ein breiterer Bogen zu Grünlandfutter gespannt werden muss. In der praktischen Beratung ist allerdings festzustellen, dass die Nachfrage nach Information in erster Linie von den spezialisierten Betrieben ausgeht, weshalb in der Literatur ein deutlich besserer Wissensstand über die Fütterung mit Silomais zu finden ist.

Selbstverständlich beginnt die Fütterung von Mastrindern mit der Aufzucht von Milchkälbern und deren Adaption an Grund- und Kraftfutter. Das Ziel dieser bei Weitem schwierigsten Phase der Rindermast ist die Bereitstellung eines gesunden, frohwüchsigen Jungtieres, im Fachjargon als „Fresser“ bezeichnet. Die wichtigsten Kriterien für die Fresserproduktion sind die Verhinderung von Durchfallser-

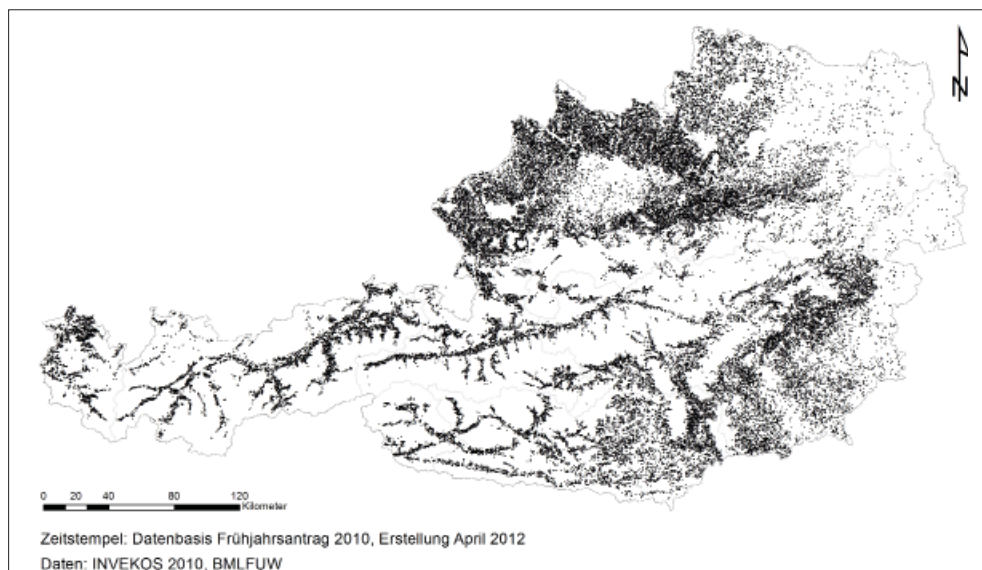


Abbildung 1: Verteilung der männlichen Rinder

<sup>1</sup> Abteilung für Ökonomie und Ressourcenmanagement, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 IRDNING

\* Ansprechperson: Mag. Thomas Guggenberger, email-Adresse: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

krankungen während der Tränkephase, die nach maximal 10 Wochen abzuschließen ist und die sehr frühe Zufütterung von Kälberkraftfutter und Grundfutter (GASTEINER 2005). Das Kälberkraftfutter sollte etwa zu je einem Viertel aus Getreide und Körnermais und zu einem Drittel aus Proteinkomponenten mit einem akzeptablen Anteil an Sojaextraktionsschrot bestehen. Die restlichen Komponenten wie Trockenschnitzel und Mineralstoffmittel stabilisieren die Verträglichkeit und decken sonstige Bedürf-

nisse des Organismus ab. Als Grundfutter kann schon sehr früh Gras- oder Maissilage verwendet werden. Diese sollte aber immer von bester Qualität sein und ist durch ebensolches Kälberheu zu ergänzen. Alle genannten Aspekte können am eigenen Betrieb bestens organisiert werden. Die spezialisierten Betriebe in den Gunstlagen haben sich aber zumeist von diesen Möglichkeiten abgeschnitten und müssen ihren Nachzuchtbedarf auf dem Kälbermarkt decken. Dieser hält in der Regel zwei Arten von Tieren bereit. Dies sind Kälber aus intensiven Milchbetrieben, die ob der Spezialisierung des Betriebes oft auch schon sehr früh entwöhnt und an den Verzehr von Wiederkäuerfutter herangeführt werden. Diese Kälber mit altersentsprechender Ausformung der Muskeln und adaptierten Pansen eignen sich in der Regel gut für die Weitermast. Häufig finden sich aber auch gut entwickelte Kälber, deren schöne Ausformung aber auf die Gabe hoher Milchmengen zurückzuführen ist. Diese Kälber sind ebenso wie „Kümmerer“ oder „Heufresser“, das sind schwache, kränkliche Tiere oder magere Tiere mit großen Pansen, zu meiden (GRABNER 2011).

Ausgestattet mit den besten Tieren startet die Rindermast bei einem Lebendgewicht von etwa 200 kg und wird derzeit bis in den Gewichtsbereich von etwa 750 kg (400 kg Fleischgewicht) geführt. Das Mastendgewicht hat sich dabei in den letzten 15 Jahren um etwa 100 kg nach oben verschoben. Als zentrales Element der leistungsorientierten Fütterung von Rindern steht die Förderung des Futterraufnahmevermögens der Tiere an erster Stelle. Zusätzliche Aspekte wie die Protein- oder Mineralstoffversorgung werden zwar immer breit diskutiert, können aber durch eine einfache Rationsberechnung in kürzester Zeit geregelt werden. Die Futterraufnahme selber ist aber einer ständigen Dynamik unterworfen. Es ist wohl die primäre Hauptaufgabe des Landwirts, die Fütterung möglichst gleichmäßig und ohne abrupte Veränderungen zu gestalten. Am Mastbeginn bei etwa 200 kg nehmen männliche Rinder etwa 5 kg Futtertrockenmasse (T) zu sich. Diese Menge steigt mit zunehmendem Lebendgewicht an und erreicht bei etwa 10,5 kg am Mastende ihr Maximum (LFL 2011). Verschiedenste Datenquellen (große Anzahl an individuell erhobenen Tieren in verschiedenen Versuchsstellen in Ös-

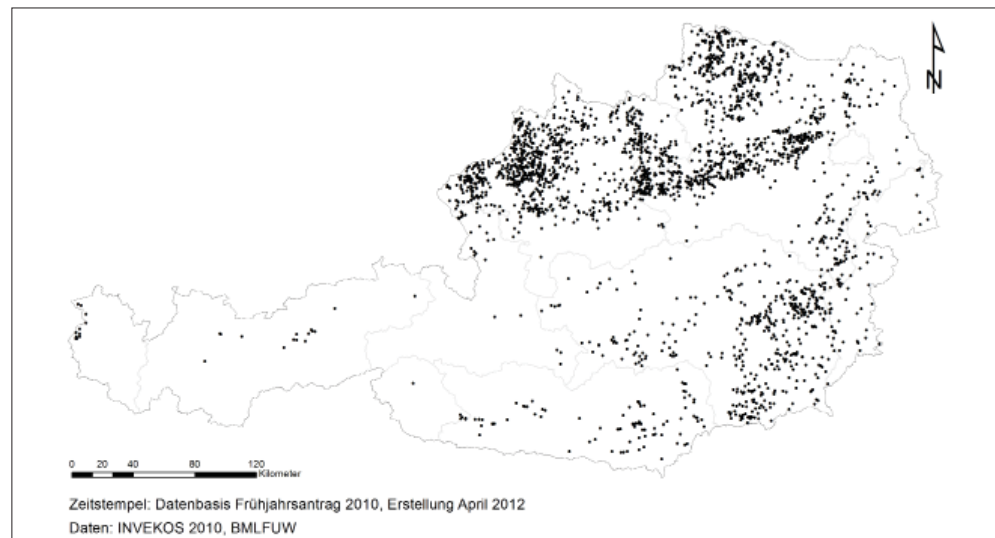


Abbildung 2: Auf Rindermast spezialisierte Betriebe

terreich und Deutschland sowie Ergebnisse der Betriebsberatung) zeigen, dass diese Mittellinie im Bereich einer Standardabweichung um etwa einen halben Kilogramm im Extrembereich um bis zu 1 Kilogramm schwankt. Diese Schwankungsbreite ist das auslösende Element für die erzielbaren Tageszunahmen und damit der Schlüsselfaktor für die Wirtschaftlichkeit der Rindermast!

*Folgende grundlegende Aspekte beeinflussen die Futterraufnahme:*

#### *Futterqualität*

Ungeachtet der Grundfutterart gilt für alle Arten von Silagen die Notwendigkeit der ordentlichen Vergärung. Eine rechtzeitige, saubere Ernte und eine gute Verdichtung verhindern bei Grassilagen die Entwicklung von Essig- und Buttersäure und führen zu einem schmackhaften Grundfutter mit einem mittleren Energiegehalt von rund  $10,8 \text{ MJ ME} \pm 0,4$ . In unseren besten Silomaisgebieten kämpfen die Rindermäster allerdings fast alljährlich in den Sommermonaten mit einer Nacherwärmung ihres Grundfutters. Hier entscheidet oft schon die Sortenwahl über das Problemverhalten. Die Züchtung von Sorten mit hohem Energiegehalt orientiert sich seit jeher an der Entwicklung des Kolbens. Dies führt zu einem früheren Abreifen der Mutterpflanze, was sich im Trockenmassegehalt des Siliergutes niederschlägt. Silagen ab einem T-Gehalt von über 35 % können nicht mehr gut verdichtet werden, nicht selten findet man in der Praxis allerdings Gehalte, die sich in Richtung 45 % orientieren. Die allgegenwärtigen Hefekeime können bei diesen Silagen durch eine gute Absäuerung nicht mehr stark dezimiert werden. Sobald die Silage bei hohen Temperaturen wieder der Luft ausgesetzt wird, entsteht ein extrem dynamischer Keimungsprozess, dem eine alkoholische Gärung folgt. Oft entstehen noch zusätzlich Schimmelpilze. Bilden diese Mykotoxine aus, besteht akute Gefahr für die Gesundheit der Tiere.

#### *Fütterungstechnik*

Die Vorlage von Grundfutter erfolgt in der üblichen Praxis einmal am Tag, wobei gute Betriebe auch zweimal frisch

vorlegen. Bei der besseren Variante verbleibt ein Teil des Grundfutters vorerst am Futtertisch und wird bei der zweiten Teilgabe des Kraftfutters am Nachmittag/Abend in den Barren geschoben. Die Grundfuttermenge ist so zu bemessen, dass etwa 105 % des Bedarfes zur Verfügung stehen. Die verbleibenden Reste sind täglich zu entsorgen! Bei der Verwendung von automatischen Systemen entstehen häufig Probleme in der Adaption der Mengen.

Fressen die Tiere gut, verbleibt oft kaum ein Rest. Bei z.B. temperaturbedingten Depressionen bleibt eine hohe Futtermenge liegen, die im Barren weitergärt. Das Gleiche gilt für eine Anpassung der Kraftfuttermenge. Diese ist nicht absolut zu betrachten, sondern orientiert sich an der Grundfuttermenge. Idealerweise bietet der gute Fütterungstechniker den Tieren mehrmals am Tag einen Anreiz, um zum Fressplatz zu kommen. Diese Anreize entstehen durch das Nachschieben von Futter und das gleichmäßige Nachstreuen von Kraftfutter auf das Grundfutter. Der Versorgung der Tiere mit Wasser ist höchste Aufmerksamkeit zu schenken! Hochwertige Grundfutter- und kostenintensive Kraftfuttermittel nützen nichts, wenn die mikrobielle Fermentation im Pansen nicht in einer ausreichend flüssigen Phase stattfindet. Wassermangel in der heißen Jahreszeit führt bis zum Tod des Tieres. Tränken sind als Trog mit umlaufendem Schutzbügel zu gestalten. Mit einem Kippmechanismus muss das Reinigen vom Rand der Box erledigt werden können und die Fließgeschwindigkeit des Wassers sollte nicht unter 20 Liter pro Minute liegen (PICHLER 2006).

#### *Haltung, Management und Behandlung*

Die übliche Gruppenhaltung und der Aufbau des Stallbodens tragen entscheidend zum Mastserfolg bei. Schlechte, rutschige Spaltenböden und fehlender Platz sind nicht zu kompensieren. Dies kann an mehreren Ergebnissen des LFZ Raumberg-Gumpenstein abgelesen werden. Steinwider et al. erreichten in einem Fütterungsversuch mit verschiedenen Energie- und Proteinergänzungen bei einer Aufstallung auf Stroh und ausreichendem Platz Tageszunahmen bis zu 1.345 Gramm. Als Grundfutter wurde energieschwache Maissilage der Maisgrenzlage verwendet. Vor allem im letzten Drittel der Mast werden alle Fehler (Haltung und Fütterung) unmittelbar mit Erkrankungen der Extremitäten bestraft. Das Spektrum reicht von einfachen Schwellungen bis zu starken Verletzungen der Gelenke und Klauen. Häufig sind auch Verletzungen am Schwanz. Das derzeit wohl größte

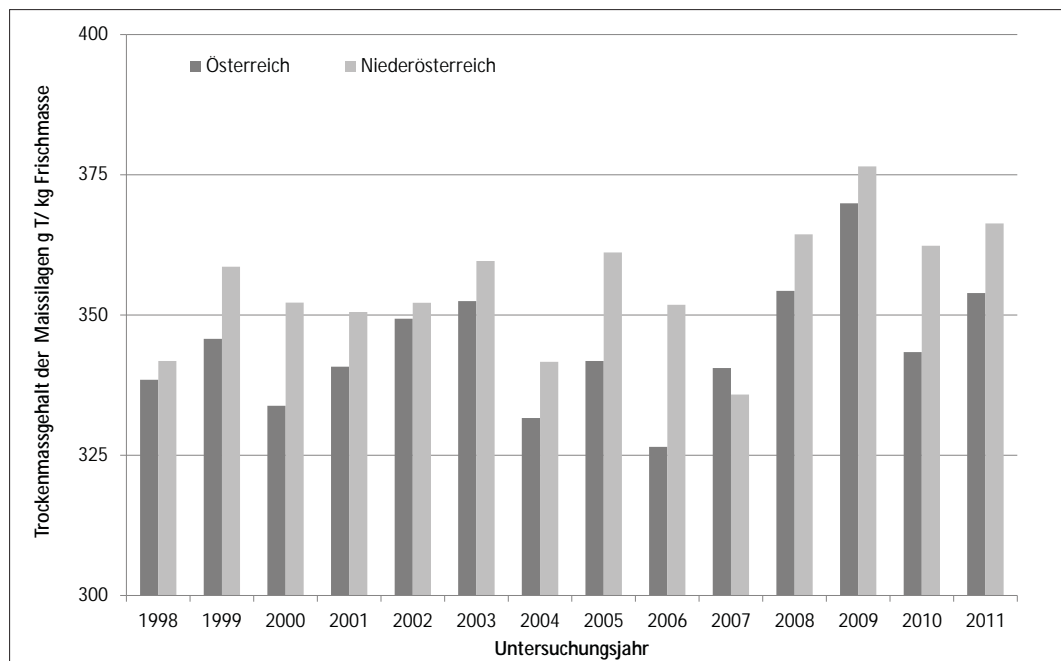


Abbildung 3: Trockenmassegehalt in österreichischen Maissilagen, Futtermittellabor Rosenau 2012

praktische Problem ist die fehlende Adaption der Fläche pro Tier an die stetig steigenden Mastendgewichte. Im Vergleich zu vor 15 Jahren müsste sich heute pro Endmastbox mindestens ein Tier weniger in der Box befinden. Zur Frage des Platzangebotes gesellt sich noch der Aspekt des Stallklimas. Thermische Belastungen in den Sommermonaten drücken die Fresslust deutlich – technische Gegenmaßnahmen sind möglich (PICHLER and ZENTNER 2009). Der erste Impuls für einen guten Start bei den spezialisierten Rindermastbetrieben wird aber bereits beim Zukauf der Tiere gesetzt. Es reicht nicht nur, gute Tiere zu kaufen, diese müssen am Betrieb auch rasch und mit wenig Stress an die neue Lebenssituation angepasst werden. Gute Vorbereitung der Stallung (Reinigen, austrocknen lassen, einstreuen) und einfache Triebwege inklusive eines Behandlungsstandes erleichtern diese Aufgabe. Die Tiere sollen rasch angefüttert werden und brauchen in den ersten Wochen auch vermehrte persönliche Ansprache. Mit Ausnahme der Mitglieder der Betriebszweigauswertung Rindermast werden Masttiere kaum gewogen. Dadurch gehen aber zwei wichtige Aspekte verloren. Erstens kann keine ausreichende Bestandskontrolle erfolgen und zweitens wird dadurch verhindert, dass die Tiere eine lose Separierung in der Waage lernen. Spätestens bei einer notwendigen Behandlung durch den Tierarzt wird diese Vernachlässigung bestraft.

Erst wenn möglichst alle Maßnahmen dieser drei elementaren Säulen stabilisiert wurden, kann sich der Rindermäster der eigentlichen Rationsgestaltung zuwenden. Wir drehen, das muss klar sein, mit den speziellen Mastrationen an feineren Stellschrauben, die grundsätzliche Fehler nicht kompensieren können! Wurde bisher die Futteraufnahme als Orientierungswert für die Leistung beschrieben, darf an dieser Stelle präzisiert werden: Eigentlich ist es die Aufnahmekapazität an einzelnen Nährstoffgruppen, die durch eine möglichst dynamische mikrobielle Fermentation zu einem hohen Anfall an energiereichen Fettsäuren und wertvollen Aminosäuren führen soll. Diese Stoffe werden

letztendlich über den Blutkreislauf in alle lebenden Gewebe transportiert, wo sie einerseits den Bestand erhalten und andererseits für ein entsprechendes Wachstum sorgen. Der Eingriff in diese letzte Phase der Verwertung ist den österreichischen Landwirten weitgehend verboten.

#### *Ansatzpunkte bei der Rationsberechnung und Fermentation im Pansen:*

##### *Stabilisierung der Fermentation*

Die energiereichen Futtermittel der Rindermast treiben zwar als positiven Effekt die Wachstumsdynamik des Tieres an, führen aber im Pansen durch die hohen Mengen an Fettsäuren zu latent tiefen pH-Werten (GASTEINER 2004). Nach ersten unveröffentlichten Ergebnissen von GASTEINER et al. 2012 reicht das mittlere Tagesniveau zu Mastende (650 kg Lebendgewicht) in den Bereich von pH 6,3, wobei an bis zu drei Stunden am Tag der Wert von pH 6,0 unterschritten wird. Ähnliche Werte sind auch in der Übergangsphase vom Fresser zum Jungrind zu erwarten. Kann das Niveau als systembedingt angesehen werden, sind die Schwankungen innerhalb des Tages so gering wie möglich zu halten. Idealerweise verwendet der spezialisierte Rindermäster deshalb eine Totalmischration. Diese kann aber nur bei sehr großen Betrieben praktisch umgesetzt werden, da in der Regel aufgrund der verschiedenen Proteinkonzentrationen drei verschiedene Mischungen notwendig wären. Ist dies nicht möglich, empfiehlt sich die Verwendung eines Fütterungsautomaten, der die Tiere zur laufenden Futteraufnahme von Grund- und Kraftfutter animiert und somit harmonische Bedingungen schafft. Die einfachste und effektivste Maßnahme zur Stabilisierung des Pansen pH-Wertes ist eine laufende Aktivierung des tierereigenen Pufferungsmechanismus, der durch aktives Wiederkauverhalten ausgelöst wird. Mit dem Speichel, der dabei produziert wird, können die gefährlichen Spitzen der Absäuerung bekämpft werden. Dafür ist aber die Gabe von mindestens 0,5 kg Heu pro Tier und Tag notwendig. Diese ist in den Silomaisregionen erstens oft Mangelware, zweitens meist in schlechter Qualität vorhanden und entzieht sich drittens einer automatisierten Vorlage. Trotzdem: Wer darauf verzichtet, versteht nichts vom eigentlichen Ablauf im Tier! Weitere positive Effekte können durch die Auswahl von Zusatzfuttermitteln mit schonender Wirkung im Pansen erreicht werden. Zu diesen Futtermitteln zählen Biertreber, Trockenschnitzel aber auch der Körnermais. Über eine chemische Dämpfung der Absäuerung durch Natriumbicarbonat oder ähnliche Futtermittel liegen kaum Erfahrungen vor, weshalb hier Forschungsbedarf besteht.

##### *Ausgleich der Hauptnährstoffe*

Singuläres Grundfutter bietet den Tieren aus der Sicht der intensiven Mast immer eine

unausgewogene Nährstoffkomposition an. Reicht bei gutem Silomais die Energiekonzentration schon fast an die notwendige Konzentration im Gesamtbedarf heran ( $> 11$  MJ ME/kg T), öffnet sich im Bereich der Proteinversorgung eine große Lücke. Silomais erreicht etwa einen Proteingehalt von 70-75 g/kg T, benötigt werden Konzentrationen, die im Laufe der Mast von 140 auf 120 g sinken (GfE 1995). Dominiert Grünlandfutter die Rationsgestaltung, entsteht ein gegengleiches Szenario. Das Rind als Steppentier ist an den Proteingehalt des Futters angepasst, und der mögliche Energiegehalt von Wiesengras, der bis etwa 10 MJ ME/kg T reicht, reguliert das Wachstum, das dann aber nur knapp über die 1000 g Grenze reicht. Deshalb brauchen Tiere mit solchen Rationen kräftige Energieschübe durch die Verwendung von Getreide oder Körnermais. Es ist die Aufgabe der Rationsberechnung (z.B. mit Rindermast-Exklusiv, einem EDV-Programm) die Ungleichgewichte in der Ration auszugleichen. Bei sehr guten Maissilagen führt die Gabe von Getreide und Körnermais nur mehr zu einer kleinen Steigerung in der Leistungsfähigkeit, der Ausgleich des Proteindefizits hat aber eine deutliche positive Wirkung. Sinkt der Energiegehalt der Maissilage allerdings ab, erhöht sich die Austauschkapazität und positive Effekte treten ein. STEINWIDDER, GRUBER et al. 2006 haben deshalb mit einer Gumpensteiner Maissilage bei drei Kraftfutterniveaus (1,3 kg T, 2,5 kg T und bis zu 3,9 kg T) eine degressive Steigerung der täglichen Zunahme von 1.214 g auf 1.345 g und weiter bis zu 1.385 g erreicht. Intensive Mäster im Ackerbauggebiet sollten nicht vergessen, dass sie mit dem Austausch von 1 kg guter Maissilage gegen z.B. Körnermais nur einen Effekt von 2 MJ/kg T erreichen, dafür aber eine deutliche Reduktion der Flächeneffizienz in Kauf nehmen. Sinnvoll erscheint bei Rationen mit Maissilage der Austausch gegen Proteinkraftfutter. Im bereits erwähnten Versuch konnte dieser Effekt deutlich bestätigt werden. Sinnvolle Ergänzungsmengen für Getreidefutter liegen bei guten Maissilagen bei etwa 1,5 kg pro Tier und Tag, können aber mit abnehmender Qualität der Silage auf das dreifache anwachsen (GRUBER 2009). Die Menge an Proteinfutter

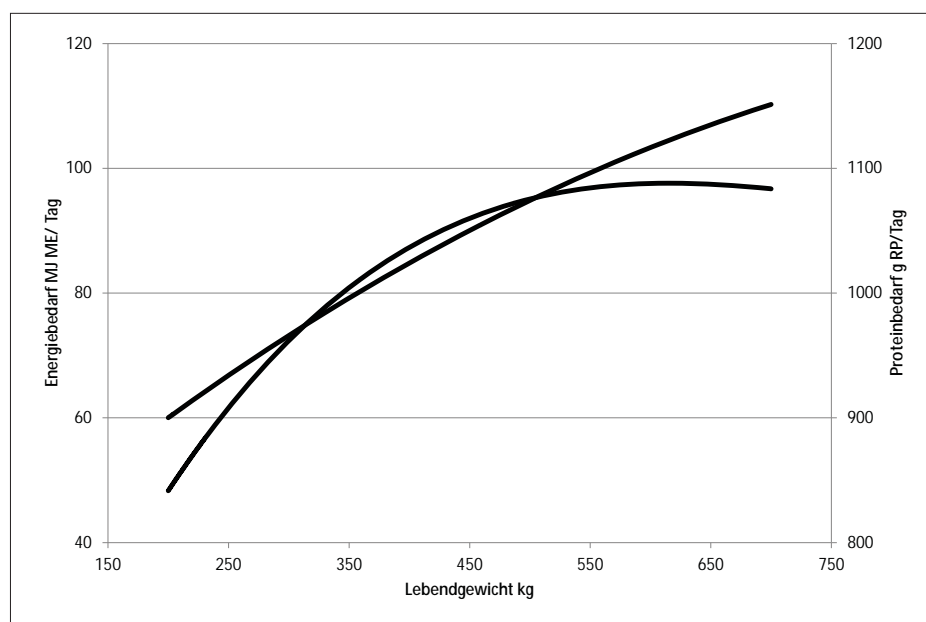


Abbildung 4: Energie und Proteinbedarf von Masttieren

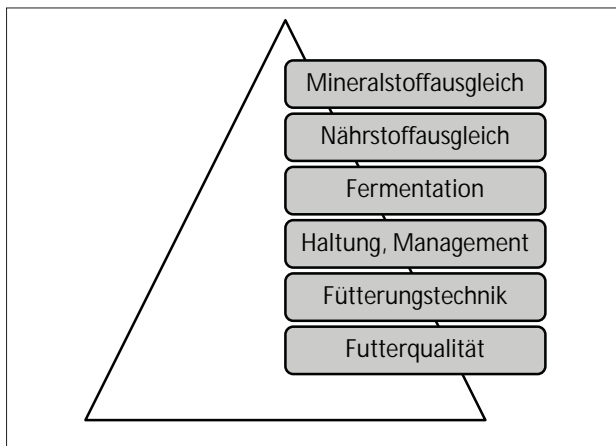


Abbildung 5: **Aufgabenhierarchie**

liegt je nach Art zwischen 0,9 und 1,4 kg pro Tier und Tag. Mit diesen Mengen kann ganz leicht ein wirtschaftliches Leistungsniveau erreicht werden. Es gilt: Wer mehr will, muss die Futtermenge steigern!

#### *Ergänzung der Mineralstoffe und Vitaminversorgung*

Die evolutionäre Anpassung des Rindes an Gras öffnet ähnlich dem Proteingehalt bei Maissilagerationen eine erhebliche Lücke zum natürlichen Versorgungsgrad mit Mineralstoffen, Mengen und Spurenelementen. Allen gemeinsam ist ihre spezifische Wirksamkeit in den unterschiedlichsten Geweben und Funktionen des Mastrindes. Das Spektrum reicht vom Aufbau des Körpers über chemisch-enzymatische Funktionen bis zur Versorgung der Pansenmikroben. Einzelne Mengenelemente wie Kalzium (35-50 g/Tag) oder Natrium (6-14 g/Tag) können mit Futterkalk und Viehsalz abgedeckt werden. Viele andere Gruppen werden mit Mineralstoffmischungen abgedeckt. Deren Einsatzmengen richten sich meist an der Abdeckung des Phosphorbedarfes (15-30 g/Tier). Es gibt von allen gängigen Firmen Mineralstoffmischungen, deren Spuren- und Vitaminkonzentration an den Bedarf einer Maissilageration adaptiert sind.

Zusammenfassend muss von jedem Rindermäster erkannt werden, dass er mit 6 Hauptaufgaben konfrontiert ist. Drei

Aufgaben betreffen in hohem Ausmaß das Alltagsgeschäft der Landwirte. Diese sind die Bereitstellung einer guten Futterqualität und einer optimalen Futtervorlage sowie eine leistungsfördernde Haltung der Tiere inklusive der laufenden Kontrolle ihrer Gesundheit. Drei weitere Aufgaben betreffen die Fütterungsgestaltung. Da die Pansenmikroben im Focus der Ernährung liegen, steht hier die Stabilisierung der Fermentation an erster Stelle. Erst dann folgen der Ausgleich von Energie und Protein sowie die Ergänzung der Mineralstoffe und Vitamine.

## Literatur

- GASTEINER, J. (2004). „Verdauungsstörungen beim erwachsenen Rind erkennen, vermeiden und behandeln!“ Sonderbeilagen Fortschrittlicher Landwirt 4/2004: 8.
- GASTEINER, J. (2005). „Die häufigsten Kälberkrankheiten.“ Sonderbeilagen Fortschrittlicher Landwirt 1/2005: 12.
- GFE (1995). Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. G. f. E. A. f. Bedarfsnormen. Frankfurt.
- GRABNER, R. (2011). „Mastrinder richtig managen.“ Sonderbeilagen Fortschrittlicher Landwirt 9/2011: 12.
- GRUBER, L. (2009). „Die Kraftfuttermenge in der Stiermast an die Qualität der Maissilage anpassen.“ Bauernzeitung. Retrieved 30.04.2012, from [www.bauernzeitung.at](http://www.bauernzeitung.at).
- INVEKOS (2010). Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- LFL (2011). Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast. LfL-Informationen. B. L. f. Landwirtschaft. Freising-Weihenstephan, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft. 16: 86.
- PICHLER, M. (2006). „Wasser - der vergessene Rohstoff in der Rinderfütterung.“ Sonderbeilagen Fortschrittlicher Landwirt 4/2006: 16.
- PICHLER, M. and E. ZENTNER (2009). „Stallklima in der Rinderstallung.“ Sonderbeilagen Fortschrittlicher Landwirt 11/2009: 20.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, et al. (2006). „Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullenmast.“ Züchtungskunde 78(2): 136-152.





# Entstehung von Endotoxinen im Vormagensystem und ihre Auswirkungen auf die Rindergesundheit – kann die Fütterung vorbeugend wirken? *Release of rumen endotoxin and their implications for cattle health – what is the preventive role of nutrition?*

Qendrim Zebeli<sup>1,2\*</sup>, Barbara U. Metzler-Zebeli<sup>2,3</sup> und Annabella Khol-Parisini<sup>1,2</sup>

## Zusammenfassung

In einer kurzen Einführung wird ein Überblick über den Einfluss von Fütterungsfehlern auf das ruminale Ökosystem gegeben und die mögliche Freisetzung bakterieller Zellwandbestandteile beschrieben, die immunogene und gegebenenfalls toxische Eigenschaften besitzen. Die Lipopolysaccharide oder Endotoxine zeigen als Vertreter dieser Gruppe und Bestandteil der äußeren Membran aller gram-negativen Bakterien starke proinflammatorische Eigenschaften. Sie können als die wichtigsten immunologisch aktiven Substanzen im Gastrointestinaltrakt betrachtet werden, da sie die Akute-Phase-Reaktion, eine unspezifische Immunantwort des gesamten Körpers, auslösen können, sobald die Mukosabarriere durch eine starke Dysbiose zerstört wird. Aktuelle Ergebnisse zur potentiellen Beteiligung von Endotoxinen an der Entstehung metabolischer Erkrankungen des Rindes werden am Beispiel der Klauenrehe und Labmagenverlagerung betrachtet und praxisnahe Lösungen zur Reduktion der Endotoxinfreisetzung und Verbesserung der Herdengesundheit mit Hilfe der Rationsgestaltung erarbeitet.

*Schlagwörter:* Pansenmikrobiota, Sub-acute rumen acidosis (SARA), Endotoxine, Gesundheitszustand des Rindes

## Summary

The talk starts with a brief introduction about the afflicting role of malnutrition on the changes of rumen ecosystem and explains how these changes may enhance the release of bacterial cell-wall components with immunogenic properties, which might also be toxic to the host. One of these compounds is lipopolysaccharide or endotoxin, a component of the outer membrane of all Gram-negative bacteria with highly pro-inflammatory properties.

Endotoxin can be regarded as the most important immunogenic substance of gastrointestinal tract, which is favored by disruption of mucosal barriers, during severe dysbiosis, induces a general, nonspecific immune response known as acute phase response. The presentation will also focus on recent evidences indicating potential involvement of endotoxin in metabolic diseases of cattle, such as laminitis and displaced abomasum, and will provide some practical solutions in terms of diet formulation aiming to curb down the release of endotoxin and enhance cattle health.

*Keywords:* Rumen microbiota, sub-acute rumen acidosis (SARA), endotoxin, cattle health

## 1. Einleitung

Im Ökosystem Pansen herrscht eine Symbiose zwischen Wirtstier und einer großen Vielfalt ruminaler Mikrobiota, die maßgebliche metabolische Leistungen, wie den Abbau der aufgenommenen Nährstoffe und die Bildung kurzkettiger Fettsäuren (short chain fatty acids, SCFA), die Synthese mikrobieller Proteine und Vitamine für den Wirt ausführen. Die mikrobiellen Produkte werden entweder direkt über das mehrschichtige Epithel des Retikorumens (z.B. die SCFA) oder im Duodenum resorbiert, wodurch dem Wirt sowohl Energie als auch nutzbares Protein und Vitamine zur Verfügung gestellt werden (BERGMAN 1990). Außerdem reduziert die Resorption kurzkettiger Fettsäuren das Risiko ruminaler Funktionsstörungen (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Eine Beeinträchtigung der

mikrobiellen Symbiose im Pansen, z.B. als Folge einer Pansenazidose, kann zu Verschiebungen im Mikrobiom (TAJIMA et al. 2000; FERNANDO et al. 2010; HOOK et al. 2011; KHAFIPOUR et al. 2011) und im Profil der mikrobiellen Metaboliten (AMETAJ et al. 2010a) führen. Es häufen sich die Hinweise, dass diese Entwicklungen mit erhöhten Konzentrationen toxischer Substanzen, z.B. von Lipopolysacchariden (LPS), einhergehen (NAGARAJA et al. 1978; EMMANUEL et al. 2008; KHAFIPOUR et al. 2009; AMETAJ et al. 2010a; ZEBELI et al. 2012). Dabei handelt es sich um eine bioaktive Zellwandkomponente aller gram-negativen Bakterien (GNB), die allgemein als Endotoxin bezeichnet wird. Der vorliegende Artikel legt den primären Fokus auf die Dysbiose im Pansen, ihre Ursachen und ihre Rolle in der Freisetzung von Endotoxinen und diskutiert deren Wirkungen auf die Gesundheit des Wirtes.

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN

<sup>2</sup> Forschungscampus „Animal Gut Health“, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN

<sup>3</sup> Klinik für Schweine, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN

\* Ansprechperson: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli; E-mail: qendrim.zebeli@vetmeduni.ac.at

## 2. Pansendysbiose und Endotoxine

### 2.1 Wie entstehen Endotoxine im Pansen?

Es gibt einen breiten Konsens darüber, dass die Fütterung von Kühen mit hohen Anteilen von Kraftfutter und geringen Mengen an physikalisch effektiver Faser mit der Entstehung von Funktionsstörungen des Pansens im Zusammenhang steht (KHAFIPOUR et al. 2009; ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Die subakute Pansenazidose (Subacute rumen acidosis, SARA) ist die Pansenfunktionsstörung mit der höchsten Prävalenz. Dabei handelt es sich um den Abfall des ruminalen pH-Wertes auf unter pH 5,8 für mindestens 5-6 Stunden pro Tag (ZEBELI et al. 2008), welcher zu einer Dysbiose mit bedeutenden Verschiebungen in der Population der Mikrobiota führt (KHAFIPOUR et al. 2011). KHAFIPOUR et al. (2009) zeigten, dass bei einer durch Getreide hervorgerufenen SARA *Streptococcus bovis* und *Escherichia coli* im Pansenflüssigkeit dominieren, also gram-positive (GPB) und gram-negative Keime (GNB) am Geschehen beteiligt sind. Im Gegensatz dazu wurde eine milde durch Getreide hervorgerufene SARA von einem anderen GNB dominiert, nämlich von *Megasphaera elsdenii* (KHAFIPOUR et al. 2009). Interessanter Weise zeigte der Pansenflüssigkeit von Kühen mit einer SARA, die von Grünfütter-Pellets hervorgerufen worden war, eine hohe Zellzahl von *Prevotella albensis*, einem weiteren GNB der Pansenflora (KHAFIPOUR et al. 2009). Dieser Anstieg der Zellzahlen der GNB im Zuge einer SARA erklärt frühere Ergebnisse, die einen dramatischen Anstieg von Endotoxinen im Pansenflüssigkeit von Milchkühen im Zusammenhang mit der Fütterung von Getreide-basierten Rationen zeigten (NAGARAJA et al. 1978). Tatsächlich stellt der Gastrointestinaltrakt mit seiner hohen Anzahl gramnegativer Keime, vor allem bei Gabe energiereicher Rationen, die bedeutendste Quelle von Endotoxin beim Rind dar und ist damit ein Pool für Endotoxine, die potentiell die Schleimhautbarriere überwinden und in den Körper eindringen können (AMETAJ et al. 2010b).

Der Pansen pH-Wert beeinflusst die physiologischen Funktionen des Pansens, die Balance des ruminalen Ökosystems und die metabolischen Prozesse und Veränderungen in der Zellwand der Mikrobiota, und spielt damit eine zentrale Rolle bei der Freisetzung und Akkumulation von Endotoxinen (RUSSELL und RYCHLIK 2001). Zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen dem ruminalen pH-Wert und der Endotoxinkonzentration im Pansenflüssigkeit von Milchkühen haben wir diese Beziehung in Form einer Korrelation dargestellt, die anhand einer Metaanalyse untersucht wurde (ZEBELI et al. 2012; *Abbildung 1*). Interessanter Weise zeigte sich eine starke lineare positive Korrelation zwischen der Dauer einer pH-Wert-Absenkung unter 6 und der Konzentration von Endotoxin im Pansenflüssigkeit, wobei 59 % der Variation des Endotoxingehaltes im Pansenflüssigkeit durch den pH-Wert erklärt werden konnten (*Abbildung 1*). GNB reagieren sensibel auf den pH-Wert der Umgebung und es wird postuliert, dass ihr Tod infolge einer pH-Wert Senkung zum beobachteten Anstieg des freien Endotoxins im Pansenflüssigkeit führt. Je länger der pH-Wert unter 6 liegt, umso schwerer ist der Grad der SARA und umso höher der Gehalt an freiem Endotoxin im Pansenflüssigkeit.

Steigt die Endotoxin-Konzentration im Lumen des Gastrointestinaltraktes nach der Gabe hoher Getreidemengen an (EMMANUEL et al. 2008; KHAFIPOUR et al. 2009), kann lunales Endotoxin die Schleimhautbarriere passieren und in den systemischen Kreislauf gelangen (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Erst eine gestörte Barrierefunktion des Pansenepithels ermöglicht den Übergang von Endotoxin in den Blutkreislauf. Sie entsteht meist auf Grund der hohen luminalen Osmolarität nach der Gabe Getreide-basierter Rationen, die zur Schwellung und Ruptur der Pansenzotten führen kann (KLEEN et al. 2003). Andere Studien konnten zeigen, dass der Übergang bakteriellen Endotoxins in den systemischen Kreislauf durch Änderungen im Elektrolyt-Transport und durch eine mukosale Ischämie als Folge der hohen Endotoxin-Belastung im Lumen des Verdauungstraktes erhöht wird (DREWE et al. 2001). CHIN

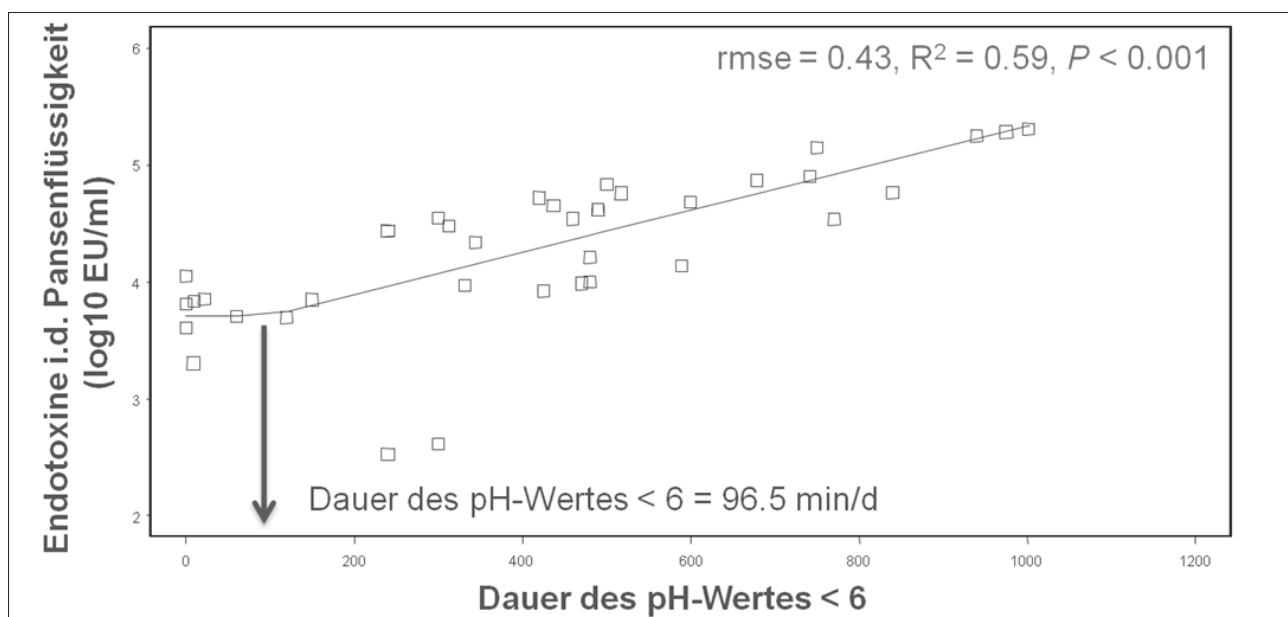


Abbildung 1: Einfluss der Pansenazidose (Dauer des pH-Wertes unter 6; Min/Tag) auf die Freisetzung der Endotoxine in der Pansenflüssigkeit beim Rind (modifiziert nach ZEBELI et al. 2012).

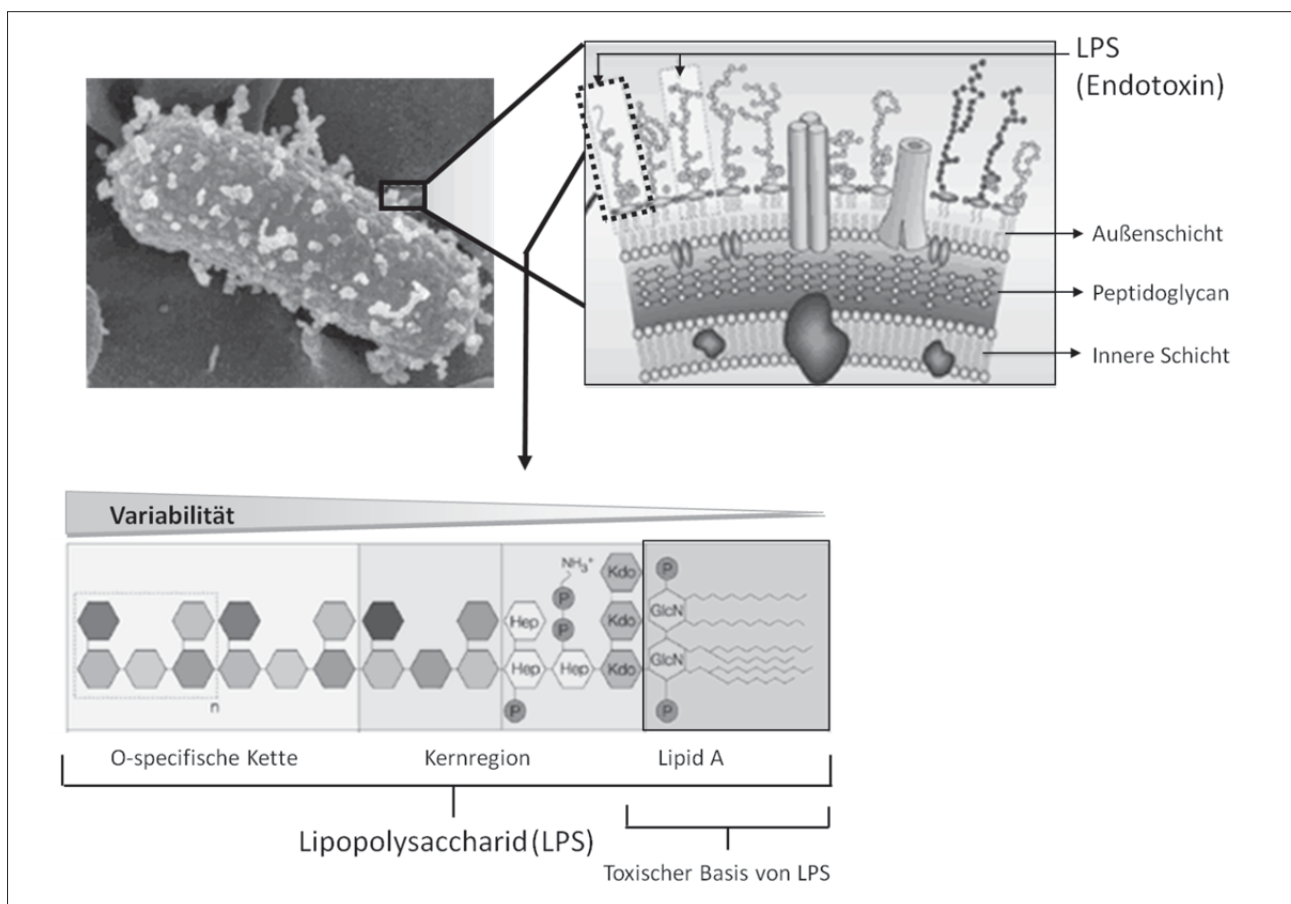
et al. (2006) schlussfolgerten nach ihren Versuchen mit intestinalen Zelllinien, dass ein abnormer Anstieg der luminalen Endotoxinkonzentration die Zellapoptose induziert, wodurch das tight-junction Protein Zonula Occludens-1 zerstört und die Produktion von Stickoxid gefördert wird, was zur Erhöhung der mukosalen Permeabilität führt. Zu den Faktoren, die für die Zerstörung der Barrierefunktion des GIT verantwortlich sind, gehören die luminalen LPS Konzentration (EMMANUEL et al. 2007; ZEBELI et al. 2012), die Überwucherung von GNB des Pansens mit bestimmten Virulenzfaktoren (KHAFIPOUR et al. 2011), sowie Adaptationen des Pansenepithels auf die Dauer und Schwere der vorliegenden SARA (STEELE et al. 2009, 2011). PENNER et al. (2010) zeigen, dass eine milde Episode von SARA (111 min. pH < 5,8) die Barrierefunktion des Pansenepithels nicht beeinträchtigte, eine schnelle und stärkere Ansäuerung in vitro (pH 5,2) die Permeabilität jedoch erhöhte, was darauf hinweist, dass die Dauer und Schwere der vorliegenden SARA eine Rolle spielen könnten.

## 2.2 Was sind bakterielle Endotoxine?

Bakterielle LPS sind Komponenten der Außenschicht der äußeren Membran der GNB, die als Permeabilitätsbarriere

funktionieren und so die GNB vor den Abwehrmechanismen des Wirtes schützen und ev. an der Bindung der Keime auf Oberflächen und der Bildung von Biofilmen beteiligt sind (Abbildung 2). Lipopolysaccharide sind komplexe Moleküle mit zwei Polysaccharid- und einer Lipidkomponente: die Polysaccharide (1), variables O-Antigen und (2) Kernregion, die an die dritte Komponente (3) Lipid A gebunden sind. Das O-Antigen hat eine starke Antigen-Wirkung und definiert daher die serologische Spezifität der LPS verschiedener GNB Spezies (PLAIZIER et al. 2012). In ungebundener Form werden LPS als Endotoxine bezeichnet, da sie toxisch wirken und eine Immunantwort hervorrufen, sobald sie in den Blutkreislauf des Wirtes eingedrungen sind. Obwohl LPS an die Außenmembran der GNB gebunden sind, werden sie sowohl während des bakteriellen Wachstums abgestoßen, als auch im Zuge der bakteriellen Zerstörung und Lyse freigesetzt (HURLEY 1995).

Wie vorher erwähnt, führt der niedrige pH-Wert der sauren Pansen-Umgebung zum Tod mancher Populationen gramnegativer Bakterien, wodurch es zur Freisetzung großer Mengen freien Endotoxins in den Pansen kommt; manche



**Abbildung 2:** Endotoxine (Lipopolysaccharid, LPS) als Moleküle der Außenschicht der äußeren Membran gramnegativer Bakterien gehören zu den stärksten bekannten immunmodulatorischen Komponenten in der Natur (modifiziert nach BÜTTNER 2005); Der Lipid-A-Teil ist aus einem biphosphorylierten Disaccharid aus Glucosaminen (GlcN) und meist 6 Fettsäuren aufgebaut und besitzt die größten immunstimulatorischen Eigenschaften im LPS-Molekül. Der kovalent an das Lipid A gebundene Polysaccharidanteil ragt aus der Bakterienhülle heraus und enthält in der inneren Kernregion den Zucker Kdo sowie L- oder D-glycero-D-manno-Heptosen (Hep) und auch Phosphatgruppen. Die äußere Kernregion der LPS besteht vorwiegend aus Hexosen. Die O-spezifische Kette (Antigen) ist aus bis zu 50 sich wiederholenden Oligosaccharideinheiten aufgebaut, die in Anzahl und Aufbau zwischen den einzelnen Bakterienspezies stark variieren oder auch ganz fehlen können.

andere Populationen haben die Möglichkeit, sich schnell an die Gegebenheiten anzupassen und zu wachsen und geben während ihres Wachstums weitere LPS an die Umgebung ab (AMETAJ et al. 2010a). Die Menge und Geschwindigkeit der Freigabe von LPS variiert zwischen den Arten und Stämmen der GNB, sowie die Toxizität der einzelnen LPS, wobei Enterobacteriaceae die LPS mit der höchsten Toxizität unter den GNB besitzen (PLAIZIER et al. 2012).

### 3. Auswirkungen der Endotoxine auf die Gesundheit

Das Zusammenspiel zwischen Störungen im Pansenstoffwechsel und systemischen Entzündungsprozessen wurde vor kurzem zusammenfassend dargestellt (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012). Danach führt eine konzentratreiche Fütterung und die damit einhergehenden Störungen des Pansenstoffwechsels zu einer Aktivierung der unspezifischen Akute-Phase-Reaktion beim Rind. Die Aktivierung der systemischen Akute-Phase-Reaktion wird durch die Translokation von luminalem Endotoxin in die systemische Zirkulation ausgelöst. Endotoxine bewirken eine Freisetzung von pro-inflammatorischen Zytokinen wie Tumor-Nekrose-Faktor (TNF)- $\alpha$ , Interleukin-(IL)-1 und IL-6 aus Makrophagen der Leber, welche wiederum zu einer Sekretion von Akute-Phase-Proteinen (APP) wie Lipopolysaccharid-bindendes Protein, Serum-Amyloid A, Haptoglobin und C-reaktives Protein aus den Hepatozyten führen (ZEBELI und METZLER-ZEBELI 2012).

Eine experimentell ausgelöste Endotoxämie, bei der hohe Mengen an Endotoxin im Pansen durch die Fütterung von großen Mengen an Getreide freigesetzt wurden, führte zu Ungleichgewichten von Mineralstoffen (WALDRON et al. 2003; ZEBELI et al. 2010) und Mediatoren des endokrinen Systems im Blutplasma (LOPEZ-SORIANO und WILLIAMSON 1994; WALDRON et al. 2003; ZEBELI und AMETAJ 2009). Die mögliche Beteiligung von Endotoxin im Pansen auf die Ätiopathogenese verschiedener Stoffwechselerkrankungen wurde ebenfalls kürzlich dargestellt (AMETAJ et al. 2010b). In dieser Hinsicht konnte in einer neueren Studie gezeigt werden, dass eine experimentell induzierte vorübergehende Endotoxämie um den Zeitpunkt der Abkalbung die Leistung von Milchkühen beeinträchtigte und mit einer höheren Inzidenz von Stoffwechselstörungen einherging. Diese Kühe hatten eine verringerte Futteraufnahme, insbesondere nach der Abkalbung, und damit einhergehend eine geringere Milchleistung (ZEBELI et al. 2011). Im Folgenden werden zwei wichtige Stoffwechselerkrankungen – Klauenrehe und Labmagenverlagerung – dargestellt, bei der die Endotoxämie eine Rolle spielen könnte.

#### 3.1 Klauenrehe

Die Klauenrehe ist eine der wichtigsten Krankheiten, die zu der hohen Abgangsrate von Milchkühen beiträgt. Obwohl schon lange bekannt ist, dass die Klauenrehe mit der Fütterung von getreidereichen Rationen und der Entwicklung einer Pansenazidose verbunden ist, sind viele Prozesse, die zur Entwicklung der Krankheit führen, noch unbekannt. Drei Substanzen werden als Auslöser mit der Entwicklung von Klauenrehe bei Milchkühen in Verbindung gebracht: Histamin, Pansen-Endotoxin und Metalloproteinasen, die

durch *Streptococcus bovis* im Magen-Darmtrakt aktiviert werden (BERGSTEN 2003; AMETAJ et al. 2010b). Die Histamin-Hypothese konnte bisher nicht durch experimentelle Daten bestätigt werden, da die orale Gabe von Histamin keinen Effekt auf die Entwicklung von Klauenrehe zeigte (AMETAJ et al. 2010b). Auf der anderen Seite gibt es vermehrt Hinweise, die die Endotoxin-Hypothese bestätigen. Beispielsweise wurde berichtet, dass in Studien, in denen Endotoxin systemisch oder lokal im Klauenbereich verabreicht wurde, die Entstehung einer leichtgradigen Klauenrehe zu beobachten war (BOOSMAN et al. 1991).

Außerdem konnte bei Pferden gezeigt werden, dass bei einer Oligofruktose-induzierten Klauenrehe die Konzentrationen an Endotoxin und TNF- $\alpha$  im Blut erhöht waren (BAILEY et al. 2004). Weitere Untersuchungen sind nötig, um die Mechanismen aufzudecken, auf welche Weise Endotoxin und andere potentielle immunogene Substanzen, die von GNB und GPB in Stresszeiten im Magen-Darm-Trakt generiert werden, Blutgefäße im Hufbereich schädigen und Entzündungsprozesse in diesem Bereich auslösen können. Kürzlich wurde nachgewiesen, dass die Fütterung von hohen Mengen an Getreide zu einem starken Anstieg der Konzentration an Methylamin in der Pansenflüssigkeit von Rindern führte (AMETAJ et al. 2010a). Wenn Methylamin in die Blutzirkulation absorbiert wird, könnte es zu Schädigungen in der Klaue durch die Umwandlung von Methylamin in gesundheitsschädliche Metaboliten wie Formaldehyd,  $H_2O_2$  und Ammoniak mittels der Semicarbazid-sensitiven Aminoxydase führen (YU et al. 2003). Daher ist es denkbar, dass die Ätiopathogenese der Klauenrehe durch ein multifaktorielles und nicht durch ein monofaktorielles Geschehen bedingt ist.

#### 3.2 Labmagenverlagerung

Die Labmagenverlagerung ist eine weitere weitverbreitete Krankheit beim Milchrind, bei der die Ätiopathogenese nicht eindeutig geklärt ist, und die durch unterschiedliche Stufen der Überdehnung des Abomasums und seiner Verlagerung zur linken oder rechten Bauchseite charakterisiert ist (FÜRLI und KRÜGER 1999; LEBLANC et al. 2005). Neue Daten aus Nordamerika deuten an, dass im Durchschnitt 3-5 % aller Milchkühe in einer Herde von einer Labmagenverlagerung betroffen sind (ZWALD et al. 2004; LEBLANC et al. 2005). Die dabei entstehenden Kosten werden auf mehr als 350 Euro pro Fall geschätzt. In einigen Herden kann die Inzidenzrate auf 10 % bis sogar auf 20 % aller postpartalen Kühe ansteigen (DAWSON et al. 1992).

Eine ansteigende Anzahl von Studien weist darauf hin, dass die Atonie des Abomasums, die bei der Krankheit auftritt, mit dem Vorhandensein von Endotoxin im Plasma von erkrankten Kühen verbunden sein könnte (FÜRLI und KRÜGER 1999; POIKE und FÜRLI 2000). Die Mechanismen, wie Endotoxin zur Ätiopathogenese der Labmagenverlagerung beiträgt, könnten eine direkte Inhibierung der glatten Muskulatur und eine Störung der Kalzium-Homöostase sein (DELGADO-LECAROZ et al. 2000). Diese Annahme wird durch die Beobachtungen von VLAMINCK et al. (1985) unterstützt, die einen Dosis-abhängigen Abfall und eine Inhibierung der Labmagenmotilität nach einer intravenösen bzw. duodenalen Applikation von LPS gefunden haben. Ebenfalls konnte KAZE et al. (2004) einen Abfall in der

Kontraktierbarkeit des abomasalen Muskelgewebes bei mit Endotoxin behandelten Kühen nachweisen. Demnach könnte Endotoxin die Motilität der glatten Muskulatur des Labmagens direkt oder indirekt über die Induzierung einer Hypokalzämie inhibieren.

Unterstützend für diese Hypothese sind die Ergebnisse von ZEBELI et al. (2011) zu sehen, in der Kühe wiederholt mit ansteigenden Mengen an LPS (*E. coli* 0111:B4) infundiert wurden. Bei 25 % der Kühe dieser Studie wurde eine Labmagenverlagerung diagnostiziert, die mit Störungen im Kalziumstoffwechsel und in der Immunantwort einherging. Es wurden ansteigende Dosen an Endotoxin verwendet, um ein Modell für eine progressive Endotoxämie zu simulieren, ähnlich den Bedingungen eines endotoxischen Insults, der oft in der Transitphase durch starke Veränderungen in der Rationszusammensetzung (Vorbereitung – Anfütterung – Früh-laktation) und bei infektiösen peripartalen Krankheiten ausgelöst durch GNB, auftritt (ZEBELI et al. 2011).

#### 4. Schlussfolgerungen

Eine Fehlernährung des Rindes, insbesondere eine Fütterung von Rationen mit einem geringen Gehalt an physikalisch-effektiver Faser und einem hohen Gehalt an Getreide, ist mit einer mikrobiellen Dysbiose im Magen-Darm-Trakt verbunden, bei der es zu einer Freisetzung von großen Mengen an bakteriellen Stoffwechselprodukten mit immunogenen Eigenschaften kommt, die toxisch für das Wirtstier sein können. Eines dieser freigesetzten Stoffwechselprodukte ist Endotoxin, welches ein Bestandteil der Zellmembran von gramnegativen Bakterien mit starken pro-inflammatorischen Eigenschaften ist. Bei einer Schädigung der mukosalen Barrierefunktion während einer schweren Dysbiose löst Endotoxin eine allgemeine unspezifische Immunantwort aus. Neue Hinweise deuten an, dass Endotoxin in die Ätiopathogenese von Stoffwechselerkrankungen beim Rind involviert ist. Weitere Untersuchungen sind nötig, um die Rolle von Endotoxin bei Stoffwechselerkrankungen von Rindern besser zu verstehen und Fütterungsstrategien zu entwickeln, die die Freisetzung von großen Mengen an Endotoxin im Magen-Darm-Trakt beim Rind vermindern.

#### Literatur

AMETAJ, B.N., Q. ZEBELI, F. SALEEM, N. PSYCHOGIOS, M.J. LEWIS, S.M. DUNN, J. XIA, und D.S. WISHART 2010a: Metabolomics reveals unhealthy alterations in rumen metabolism with increased proportion of cereal grain in the diet of dairy cows. *Metabolomics* 6, 583-594.

AMETAJ, B.N., Q. ZEBELI, und S. IQBAL, 2010b: Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 433-444.

BAILEY S.R., D.M. MARR, und J. ELLIOTT, 2004: Current research and theories on the pathogenesis of acute laminitis in the horse. *Vet. J.* 167, 129-142.

BERGMAN, E.N., 1990: Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.* 70, 567-590.

BERGSTEN, C., 2003: Causes, risk factors, and prevention of laminitis and related claw lesions. *Acta Vet. Scand.*, 98 (Suppl.), 157-166.

BOOSMAN, R., C.W. MUTSAERS, und A. KLARENBEK, 1991: The role of endotoxin in the pathogenesis of acute bovine laminitis. *Vet. Quarterly* 13, 155-162.

BÜTTNER, M.R., 2005. Synthetische LPS-bindende Peptide in vitro Untersuchungen zur Peptid-LPS-LBP-Interaktion. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin.

CHIN, A.C., A.N. FLYNN, J.P. FEDWICK, P. und A.G. BURET, 2006: The role of caspase-3 in lipopolysaccharide-mediated disruption of intestinal epithelial tight junctions. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 84, 1043-1050.

DAWSON, L.J., E.P. AALSETH, und L.E. RICE, 1992: Influence of fiber form in a complete mixed ration on incidence of left displaced abomasum in postpartum dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 200, 1989-1992.

DELGADO-LECAROZ, R., L.D. WARNICK, C.L. GUARD, M.C. SMITH, und D.A. BARRY, 2000: Cross-sectional study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and mineral concentrations in dairy cows. *Can. Vet. J.* 41, 301-305.

DREWE J., C. BEGLINGER, und G. FRICKER, 2001: Effect of ischemia on intestinal permeability of lipopolysaccharides. *Eur. J. Clin. Invest.* 31, 138-144.

EMMANUEL, D.G., K.L. MADSEN, T.A. CHURCHILL, S.M. DUNN, und B.N. AMETAJ, 2007: Acidosis and lipopolysaccharide from *Escherichia coli* B:055 cause hyperpermeability of rumen and colon tissues. *J. Dairy Sci.* 90, 5552-5557.

EMMANUEL, D.G., S.M. DUNN, und B.N. AMETAJ, 2008: Feeding high proportions of barley grain stimulates an inflammatory response in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 606-614.

FERNANDO, S.C., H.T. PURVIS II, F.Z. NAJAR, L.O. SUKHARNIKOV, C.R. KREHBIEL, T.G. NAGARAJA, B.A. ROE, und U. DESILVA, 2010: Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 7482-7490.

FÜLL, M., und M. KRÜGER, 1999: Alternative Möglichkeiten zur Prophylaxe der Dislocatio abomasi (DA) beim Rind. *Praktizierender Tierarzt* 80, 81-90.

HOOK, S.E., M.A. STEELE, K.S. NORTHWOOD, J. DIJKSTRA, J. FRANCE, A.-D.G. WRIGHT, B.W. MCBRIDE, 2011: Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation and recovery on the density and diversity of bacteria in the rumen of dairy cows. *FEMS Microbiol. Ecol.* 78, 275-284.

HURLEY, J.C., 1995: Endotoxemia: methods of detection and clinical correlates. *Clin. Microbiol. Rev.* 8, 268-292.

KAZE C., M. MEVISSSEN, G. HIRSBRUNNER, A. STEINER, 2004: Effect of endotoxins on contractility of smooth muscle preparations from the bovine abomasal antrum. *DTW Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.*, 111, 28-35.

KHAFIPOUR, E., J.C. PLAIZIER, P.C. AIKMAN, und D.O. KRAUSE, 2011: Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 94, 351-360.

KHAFIPOUR, E., S. LI, J.C. PLAIZIER, D.O. KRAUSE, 2009: Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. *Appl. Environ. Microbiol.* 75, 7115-7124.

KLEEN, J.L., G.A. HOOIJER, J. REHAGE, und P.T.M. NOORDHUIZEN, 2003: Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *J. Vet. Med.: A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50, 8, 406-414.

LEBLANC, S.J., K.E. LESLIE, und T.F. DUFFIELD, 2005: Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 88, 1, 159-170.

LOPEZ-SORIANO, F.J., und D.H. WILLIAMSON, 1994. Acute effects of endotoxin (lipopolysaccharide) on tissue lipid metabolism in the

- lactating rat. The role of delivery of intestinal glucose. *Mol. Cell Biochem.* 141, 113–120.
- NAGARAJA, T.G., E.E. BARTLEY, L.R. FINA, H.D. ANTHONY, und R.M. BECHTLE, 1978: Evidence of endotoxins in the rumen bacteria of cattle fed hay or grain. *J. Anim. Sci.* 47, 226–234.
- PENNER, G.B., M. OBA, G. GÄBEL, und J.R. ASCHENBACH, 2010: A single mild episode of subacute ruminal acidosis does not affect ruminal barrier function in the short term. *J. Dairy Sci.* 93, 4838–4845.
- PLAIZIER, J.C., E. KHAFIPOUR, S. LI, G.N. GOZHO, und D.O. KRAUSE, 2012: Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 9–21.
- POIKE, A., und M. FÜRLL, 2000: Zur Epidemiologie der Labmagenverlagerung (dislocatio abomasi) in Mitteldeutschland. In Fürll, M. (Ed.): *Proc. Internat. Workshop über Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi.* Leipzig, 14. Oktober 1998. Universitätsverlag Leipzig, 29–39.
- RUSSELL, J.B., und J.L. RYCHLIK, 2001: Factors that alter rumen microbial ecology. *Science* 292, 1119–1122.
- STEELE, M.A., A.O. ALZAHAL, S.E. HOOK, J. CROOM, und B.W. McBRIDE, 2009: Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow: a case report. *Acta Vet. Scand.* 51, 39.
- STEELE, M.A., J. CROOM, M. KAHLER, O. ALZAHAL, S.E. HOOK, K. PLAIZIER, und B.W. McBRIDE, 2011: Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. *Am. J. Physiol. – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* doi:10.1152/ajpregu.00120.2010.
- TAJIMA, K., S. ARAI, K. OGATA, T. NAGAMINE, H. MATSUI, M. NAMAKURA, R.I. AMINOV, und Y. BENNO, 2000: Rumen bacterial community transition during adaptation to high-grain diet. *Anaerobe* 6, 273–284.
- VLAMINCK, K., H. VAN MEIRHAEGHE, und C. VAN DEN HENDE, 1985: Einfluß von Endotoxinen auf die Labmagenentleerung beim Rind. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 92, 392–395.
- WALDRON, M.R., B.J. NONNECKE, T. NISHIDA, R.L. HORST, und T.R. OVERTON, 2003: Effect of lipopolysaccharide infusion on serum macromineral and vitamin D concentrations in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86, 11, 3440–3446.
- YU, P.H., S. WRIGHT, E.H. FAN, Z.R. LUN, D. GUBISNE-HARBERLE, 2003: Physiological and pathological implications of semicarbazide-sensitive amine oxidase. *Biochemica et Biophysica Acta*, 1647, 1–2, 193–199.
- ZEBELI, Q., und B.N. AMETAJ, 2009: Relationships between rumen lipopolysaccharide and mediators of inflammatory response with milk fat production and efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3800–3809.
- ZEBELI, Q. und B. METZLER-ZEBELI, 2012: Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Res. Vet. Sci.*, Article in Press.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAJ, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ, und W. DROCHNER, 2008: Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91, 2046–2066.
- ZEBELI, Q., S.M. DUNN, B.N. AMETAJ, 2010: Strong associations among rumen endotoxin and acute phase proteins with plasma minerals in lactating cows fed graded amounts of concentrate. *J. Anim. Sci.* 88, 1545–1553.
- ZEBELI, Q., S. SIVARAMAN, S.M. DUNN, und B.N. AMETAJ, 2011: Intermittent parenteral administration of endotoxin triggers metabolic and immunological alterations typically associated with displaced abomasum and retained placenta in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 4968–4983.
- ZEBELI, Q. B. METZLER-ZEBELI und B.N. AMETAJ, 2012: Meta-analysis reveals threshold level of dietary concentrate that triggers systemic inflammation in cattle. *J. Dairy Sci.*, Article in Press.
- ZWALD, N.R., K.A. WEIGEL, und Y.M. CHANG, 2004: Genetic selection for health traits using producer-recorded data. i. incidence rates, heritability estimates and sire breeding values. *J. Dairy Sci.*, 87, 4287–4294.

# Pathologische Zustände des Labmagens bei Milchkühen - Ursachen, Diagnose und Bedeutung

Thomas Wittek<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

In der Präsentation wird über verschiedene pathologische Zustände des Labmagens bei der Milchkuh referiert. Vier wesentliche Erkrankungen: 1. Labmagenverlagerung, 2. Labmagenverstopfung, 3. Labmagenhypomotilität/-atonie, paralytischer Ileus und 4. Labmagengeschwüre werden hinsichtlich ihrer Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik und Bedeutung charakterisiert und neuere Erkenntnisse dazu vorgestellt.

## Summary

The presentation covers pathological conditions of the abomasum in dairy cows. The aetiology, pathogenesis, diagnostic procedures and importance of four common abomasal pathologies (1. abomasal displacement, 2. abomasal obstipation, 3. abomasal atony/hypomotility, postoperative paralytic ileus, 4. abomasal ulcer) are discussed and the results of recent studies are reviewed.

## Einleitung

Der Labmagen als eigentlicher Drüsenmagen der Wiederkäuer hat bei erwachsenen Rindern ein Volumen von nur etwa 2 bis 4 Litern. Der Labmagenkörper liegt zu großen Anteilen der rechten ventralen Bauchwand in der Regio xiphoidea auf, die große Krümmung überschreitet die Mittellinie bis maximal 20 cm nach links. Das Antrum pyloricum wendet sich bereits nach kraniodorsal, so dass der Pylorus zwischen der 10. und 13. Rippe nah an der rechten seitlichen Bauchwand (Rippenbogen) liegt. Der Labmagenkörper stellt das Reservoir dar, die Entleerung wird über gesteuerte Kontraktionen und Erschlaffung des Antrum pyloricum, des Pylorus und des Anfangsteils des Duodenums realisiert.

Unter den gastrointestinalen Erkrankungen bei Milchkühen haben die Störungen der Funktion des Labmagens eine herausragende Bedeutung. Wesentliche Erkrankungen des Labmagens bei Milchkühen und teilweise auch bei anderen Subpopulationen der Rinder, die in diesem Beitrag besprochen werden sollen, sind:

1. Labmagenverlagerung
2. Labmagenverstopfung
3. Labmagenhypomotilität/-atonie, postoperativer paralytischer Ileus
4. Labmagengeschwüre

## 1. Labmagenverlagerung

Labmagenverlagerungen können zur linken Körperseite (dislocatio abomasi sinistra, left displaced abomasum, LDA) oder zur rechten Körperseite (dislocatio abomasi dextra, right displaced abomasum, RDA) erfolgen. Bei der linksseitigen Labmagenverlagerung ist der Labmagen zwischen Pansen und linker Bauchwand in den linken dorsalen Quadranten des Abdomens aufgestiegen, dabei ist er U-förmig gebogen und die große Krümmung weist nach dorsokaudal in Richtung Hüfthöcker (DIRKSEN 1961, WILKENS und DIRKSEN

1964, SACK 1968). Bei der rechtsseitigen Verlagerung wird der Labmagen je nach Ausprägung der Erkrankung unterschiedlich stark in den rechten dorsalen Quadranten des Abdomens verlagert. Die rechtsseitige Verlagerung kann als einfache Dilatation ohne Verdrehung des Labmagens oder als Verlagerung mit Verdrehung des Labmagens auftreten. Die im englischen Sprachraum übliche Bezeichnung für die rechtsseitige Verlagerung mit Verdrehung des Labmagens abomasal volvulus (AV, Labmagenvolvulus) charakterisiert die Erkrankung wesentlich zutreffender als die deutsche Bezeichnung, da eine Verdrehung des Labmagens und des proximalen Duodenums in mehr als einer Ebene erfolgt, was einen Volvulus darstellt (HABEL und SMITH 1981). Weiterhin ist der Labmagenvolvulus als strangulierende hämorrhagische Obstruktion des Labmagens anzusehen, die mit erhöhtem intraabomasalen Druck und einer Ischämie der Labmagenwand einhergeht (CONSTABLE et al. 1992a, CONSTABLE et al. 1998, WITTEK et al. 2004). Der Labmagenvolvulus ist als Ileuszustand zu verstehen, der ohne Behandlung zu schwerwiegender Dehydratation und zum Kreislaufversagen führt und deshalb unmittelbar einer Behandlung bedarf (COPPOCK 1974, POULSEN 1974a, HJORTKJAER und SVENDSEN 1979, ROBERTSON 1980, SAINT-JEAN et al. 1987).

Ausgehend von Literaturberichten hat die Inzidenz der LDA in Europa und Nordamerika während der letzten Jahre weiter zugenommen (LOTTHAMMER 1992, GEISHAUSER 1995a, POIKE und FÜRL 2000, STENGÄRDE und PEHRSON 2002). Die linksseitige Verlagerung tritt in einer höheren Frequenz als die rechtsseitige auf; dabei schwanken die Angaben über den Anteil der linksseitigen Verlagerungen von 85 bis zu 96 % (VARDEN 1979, GRYSER 1980, MARKUSFELD 1986, VAN DEN PUTTE et al. 1998). Die Labmagenverlagerung stellt prinzipiell eine Erkrankung der Milchkuh dar (DIRKSEN 1961), jedoch treten auch seltene Fälle beim Fleischrind, beim Kalb und bei männlichen Tieren auf (JONES 1952, DENNIS 1984, DIRKSEN 1981 und

<sup>1</sup> Veterinärmedizinische Universität Wien, Klinik für Wiederkäuer, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN

\* Ansprechperson: Univ.Prof. Dr. Thomas Wittek, ECBHM, E-mail: thomas.wittek@vetmeduni.ac.at



1987, VAN DEN PUTTE et al. 1998). Bei der Milchkühe hat die Erkrankung durch die Vielzahl der Fälle eine große ökonomische Bedeutung. Die wirtschaftlichen Schäden entstehen durch die Behandlungskosten, verminderte Milchleistung und Kosten für die Remontierung gemerzter oder verendeter Tiere (MARTIN et al. 1978b, DELUYKER et al. 1991, BARTLETT et al. 1995, DETILLEUX et al. 1997). In epidemiologischen und longitudinalen Studien wurde eine Vielzahl von Faktoren betrachtet, die in unterschiedlichem Maße in die Pathogenese der Labmagenverlagerung involviert sind. Neben Faktoren, wie Stoffwechsel, Reproduktion, Fütterung, Mineralstoffwechsel, Haltung, Rasse, Alter, Geschlecht, Ernährungszustand, mechanische Einflüsse, Körperform, genetische Faktoren, Wetter, wurden auch Säure-Basen-Haushalt, Endotoxinwirkungen, gleichzeitige andere Erkrankungen, Wirkung von lokalen Mediatoren, Stickoxiden oder Störungen der endogenen hormonellen Regulation, Innervation und Rezeptoren diskutiert (u. a. BEGG und WHITEFORD 1956, DIRKSEN 1961, SVENDSEN 1969, POULSEN und JONES 1974a und b, STÖBER et al. 1975, ERB und MARTIN 1978, GRYSER et al. 1981, WILLEBERG et al. 1982, DANIEL 1983, CURTIS et al. 1985, MARKUSFELD 1986, CONSTABLE et al. 1992, GEISHAUSER 1995, CAMERON et al. 1998, FÜRLL et al. 1999a, ROHRBACH et al. 1999, POIKE und FÜRLL 2000, PFANNKUCHE et al. 2002, SEN et al. 2002, CANNAS DA SILVA et al. 2004, MEYLAN et al. 2004a und b, SICKINGER et al. 2008). Obwohl zwischen verschiedenen Veröffentlichungen unterschiedliche Angaben zur Bedeutung einzelner Faktoren bei der Auslösung der Erkrankung existierten, wird nahezu übereinstimmend dem pathogenetischen Aspekt der gestörten Motilität und damit der gestörten Entleerung sowie der Dilatation des Labmagens eine entscheidende Rolle beigemessen.

Ein typischer Vorbericht für die linksseitige Labmagenverlagerung ist, dass der Besitzer über geringe bzw. wechselhafte Futteraufnahme, starken Rückgang der Milchleistung, Verlust des Wiederkäuens und behandlungsresistente Ketosen klagt (unter anderen BEGG und WHITEFORD 1956, MATHER und DEDRICK 1966, DIRKSEN 1967, MUYLLE et al. 1990, KÜMPER und SEEGER 2003). Allerdings sind diese Symptome unspezifisch und treten bei einer Reihe anderer Erkrankungen ebenso auf. Koliken treten selten oder nie auf, auch wenn es sich um Fälle mit Labmagenvolvulus handelt (ESPERSEN 1964, KÜMPER 1995b). In der überwiegenden Anzahl der Fälle ist eine Labmagenverlagerung während der routinemäßigen klinischen Untersuchung mittels Perkussions- und Schwingauskultation, die metallisch klingende (Steelband) bzw. plätschernde Geräusche hervorrufen, eindeutig zu diagnostizieren (BREUKINK und KRONEMAN 1963, RICHMOND 1964, MATHER und DEDRICK 1966, DIRKSEN 1967, SMITH et al. 1982, KÜMPER 1995a, KÜMPER und GRÜNDER 1997). Klingelnde metallische Geräusche bei der Perkussionsauskultation auf der linken Seite des Abdomens gelten als sehr spezifisch für linksseitige Labmagenverlagerungen. Im Gegensatz kommen für solche Geräusche auf der rechten Körperseite auch andere pathologische Prozesse als die rechtsseitige Labmagenverlagerung (z.B. Dilatation und Torsion des Blinddarms, gasgefüllte Darmschlingen oder Obstruktionen des proximalen Duodenums) in Betracht

(SMITH et al. 1982, GARRY et al. 1988b, EICHER et al. 1999, FÜRLL 2001). Die rektale Untersuchung ist hilfreich, da man den dilatierten, gasgefüllten Labmagen auf der rechten Seite in den meisten Fällen eines AV palpieren kann (ESPERSEN 1964), wogegen der Labmagen bei einer linksseitigen Verlagerung in der Regel nicht zu erreichen ist (ROSENBERGER und DIRKSEN 1957, MATHER und DEDRICK 1966, DIRKSEN 1967). Es ist eine Reihe von zusätzlicher diagnostischer Verfahren, wie die Pusteprobe, Doppelauskultation, transkutane Palpation in der linken Hungergrube, Röntgen, Punktion des verlagerten Labmagens, Ultraschalluntersuchung, diagnostische Laparoskopie und Laparotomie sowie Auswertung der Veränderungen des Säure-Basen-Haushaltes und von klinisch-chemischen Parametern beschrieben worden (SIPPEL 1959, NAGEL 1965a und b, MATHER und DEDRICK 1966, DIRKSEN 1967, WHITLOCK 1969, POULSEN 1974b, WALLACE 1975b, GARRY et al. 1988a, WINTER und HOFMANN 1996, BRAUN et al. 1997c, FÜRLL 2001, OK et al. 2002), die jedoch meist nur zur Sicherung der Diagnose genutzt werden. In Zweifelsfällen ist der direkte Nachweis des verlagerten Labmagens mittels Ultraschalluntersuchung zur Sicherung der klinischen Diagnose besonders geeignet (WINTER und HOFMANN 1996, BRAUN et al. 1997c, OK et al. 2002, BRAUN 2003). Kotabsatz und Kotkonsistenz können verändert sein (ROSENBERGER und DIRKSEN 1957), jedoch haben diese Veränderungen nur einen geringen diagnostischen Wert, da sie unregelmäßig auftreten (WALLACE 1975a und b). Der Basenüberschuss eignet sich nach SIMPSON et al. (1985) zur Differenzierung zwischen einfacher rechtsseitiger Verlagerung und Labmagenvolvulus, da die hypochlorämische Alkalose beim Volvulus immer deutlich ausgeprägt ist. Die durch den abomaso-ruminalen Reflux erhöhte Chloridkonzentration im Pansen kann ebenso zur Diagnostik verwendet werden (MEERMANN und AKSOY 1983, VÖRÖS et al. 1985, BRAUN et al. 1988).

## 2. Labmagenverstopfung

Die Erkrankung ist seit geraumer Zeit bekannt, es liegen Berichte von Fällen vor, die bereits über 100 Jahre zurückliegen. Die Labmagenverstopfung wird als selten auftretende Erkrankung beschrieben, jedoch existiert in der Literatur eine Reihe von Berichten, die eine größere Anzahl erkrankter Tiere einschließen (POPE 1961, BLIKSLAGER et al. 1993). Die Erkrankung ist charakterisiert durch ein vergrößertes Volumen des Labmagens (Labmagendilatation) und vermehrten Labmageninhalt, der meist eine trockenere Konsistenz aufweist (JONES und PIRIE 1962, BRAUN et al. 1990, REHAGE et al. 1995). Dabei wird unterschieden zwischen Verstopfungen, die ausschließlich das Antrum pyloricum betreffen, und Verstopfungen, die sowohl im Antrum pyloricum als auch im Labmagenkörper ausgebildet sind. In letzteren Fällen können Pansen und Netzmagen zusätzlich sekundär überfüllt und dilatiert sein (DIRKSEN und STÖBER 1962, ASHCROFT 1983).

Ausgehend von der klassischen Einteilung nach HOFLUND (1940) werden die Labmagenatonie, Labmagendilatation und -verstopfung zur Kategorie der hinteren funktionellen Stenose gezählt. Da jedoch bei keiner diagnostischen oder therapeutischen Laparotomie ein Hinweis auf eine Pylo-

russtenose oder einen Pylorospasmus, sondern immer ein atonischer Labmagen gefunden wurde, ist der Terminus hintere funktionelle Stenose zunehmend in Frage gestellt worden. BLIKSLAGER et al. (1993) beschreiben drei verschiedene Formen: 1) eigentliche, originäre Labmagenverstopfung (alimentär bedingt, z.B. ungeeignetes Futter und Wassermangel), 2) Indigestion durch Schäden des Nervus vagus (Hoflundsyndrom) und 3) abomasale Dysfunktion nachfolgend auf die rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Verdrehung des Organs (Labmagenvolvulus), die durch Ischämie Reperfusionsschäden hervorgerufen werden. Diese theoretische Unterscheidung lässt sich in der Praxis nicht immer aufrechterhalten, d.h. Mischformen treten auf. Weiterhin erwähnten BREUKINK und KUIPER (1980), dass der gravide Uterus während der späten Trächtigkeit die Lage und Funktion des Labmagens so beeinflussen kann, dass es zur mechanisch bedingten Störung der Entleerung und somit sekundär zur Labmagendilatation und -verstopfung kommen kann.

Die Begriffe Labmagenverstopfung oder Labmagenobstipation werden jedoch ebenfalls benutzt, um Labmagendilatationen mit vermehrtem Inhalt zu beschreiben, die sekundär durch Verlegungen des Labmagenausganges mit Fremdkörpern entstanden sind. Richtigerweise müssten diese pathologischen Prozesse als Labmagenobstruktionen bezeichnet werden, die durch Fremdkörper (Plastiksackerl, Folien, Bindegarn, Plazentateile, Sand, Steine oder Metallteile, Bezoare) oder Tumore verursacht werden.

Als klinische Symptome der Labmagenverstopfung werden die aufgehobene oder verminderte Futteraufnahme, die Entwicklung einer Überfüllung des Pansens und einer asymmetrischen Umfangsvermehrung des rechten ventralen Abdomens beschrieben, allerdings schwanken die klinischen Symptome besonders am Beginn der Erkrankung beträchtlich (BLIKSLAGER et al. 1993). Der Kotabsatz erfolgt oft nur in kleinen Mengen. Bei fortgeschrittener Erkrankung bildet sich dann die typische asymmetrische Körperform durch die Pansentympanie und die Labmagendilatation aus (papple shaped abdomen), die als recht sicheres klinisches Symptom gilt. Bei der rektalen Untersuchung ist der Labmagen in einigen Fällen palpierbar, eine direkte Palpation des obstipierten und vergrößerten Labmagens durch die Bauchdecke wurde als häufig nicht eindeutig interpretierbar beschrieben (BREUKINK und KUIPER 1980). Die Größe und Lage des Labmagens kann mittels Ultraschall abgeschätzt werden und kann ebenso wie die beim Hoflundsyndrom teilweise ausgeprägte Bradycardie als Symptom genutzt werden. Ein abomasoruminarer Reflux (höhere Chloridkonzentrationen im Pansensaft) und die daraus entstehende hypochlorämische Alkalose bei der gestörten Entleerung des Labmagens kann laboridiagnostisch zur Diagnose der Labmagenverstopfung verwendet werden. Eine diagnostische Laparoskopie oder Laparotomie kann zur Diagnosesicherung notwendig werden. REBHUN et al. (1988) betrachten die Untersuchung der Bauchhöhlenflüssigkeit als hilfreiche Methode bei der Diagnostik der Labmagenverstopfung, bemerkten jedoch, dass es aufgrund der starken Ausdehnung von Pansen und Labmagen oft sehr schwierig ist, Bauchhöhlenflüssigkeit zu gewinnen.

### 3. (Postoperativer) Paralytischer Ileus

Der (postoperative) paralytische Ileus (POI) ist eine vorübergehende Störung der Motilität und Entleerung des Magendarmtraktes, die nach Abdominalchirurgie oder pathologischen Prozessen im Abdomen wie z.B. Schmerzen oder Peritonitiden auftritt und beim Mensch sowie einer Vielzahl von Tierarten bekannt ist (DUBOIS et al. 1973, HOLTE und KEHLET 2000). POI-Fälle sind ebenfalls bereits vor über 100 Jahren erstmals beschrieben wurden (CANNON and MURPHY 1906 and 1907). Der POI ist durch veränderte elektromyographische Vorgänge (Unterbrechung des motor migrating complex) charakterisiert (BUENO et al. 1978, WALDHAUSEN et al. 1990, CONDON et al. 1995). Klinische Anzeichen sind die Ausdehnung des Bauchraumes, nichtvorhandene Magendarmgeräusche, verlängerte Transitzeiten und verringerte Kotmengen; Erbrechen tritt nur beim Monogastrier auf. Als Ursachen kommen verschiedene Vorgänge wie Schmerzreaktion, Catecholaminwirkung, inhibitorische Reflexe, Bildung von Stickoxid, Prostaglandinwirkung, Entzündung, Endotoxinwirkung, Neurotransmitter, Zytokine, Chemokine, Radikalbildung nach Ischämie und Reperfusion und gastrointestinale Mediatoren in Betracht, dabei wirken die Faktoren meist komplex.

Es ist beim Menschen und bei einer Reihe von Tieren gezeigt worden, dass die Ausprägung des POI eng mit dem Ausmaß der chirurgischen Manipulation assoziiert ist. Auch bei Kühen mit LDA, die mit minimal-invasiven endoskopischen Verfahren operiert worden waren, war die postoperative Entleerung des Labmagens weniger gestört als bei den Kühen, die mit klassischen chirurgischen Verfahren (Omentopexie nach Laparotomie in der rechten oder linken Flanke) operiert worden waren (WITTEK et al. 2009). Sowohl nach der chirurgischen Korrektur der LDA (PRAVETTONI et al. 2004) als auch des AV (VLAMINCK et al. 1979) sind gestörte elektromyographische Ableitungen gemessen worden. Ebenso waren die Entleerungsraten des Labmagens über 12 h nach der chirurgischen Korrektur von LDA und AV hochgradig vermindert (WITTEK et al. 2005a). Eine Studie über Entleerungsstörung, Labmagendilatation und -verstopfung nach der chirurgischen Korrektur des Labmagenvolvulus wurde von SATTLEL et al. (2000) durchgeführt.

Bei 14 bis 21 % der Kühe traten nach der Operation Entleerungs- und Motilitätsstörungen auf. Bei diesen Tieren konnte nur in 38 % der Fälle eine Schädigung des Nervus vagus nachgewiesen werden. Es wurde geschlussfolgert, dass als Ursache für die Dysfunktion des Labmagens nach der Korrektur der AV noch andere Faktoren, wie z.B. Reperfusionsschäden und Thrombosen, in Betracht kommen. Die genaue Dauer der postoperativen Störung der Labmagenentleerung ist nicht bekannt. Bei Kühen nach linksseitiger Verlagerung treten in der Regel keine klinischen Symptome auf, hingegen kann nach AV typischerweise nach 3 bis 5 Tagen post operativ eine Dilatation des Labmagens (und sekundär des Pansens) und ein verminderter Kotabsatz klinisch nachweisbar werden. Daher ist es ratsam, durch die präoperative Applikation von Antioxidantien und Antiphlogistika sowie die postoperative Gabe von Prokinetika den paralytischen Ileus zu vermeiden bzw. zu behandeln (WITTEK 2008 a und b).

#### 4. Labmagengeschwüre

Auch Labmagengeschwüre sind seit über 100 Jahren beim Rind bekannt (OSTERTAG 1889) und seither ist eine große Anzahl von Berichten publiziert worden (u.a. MÜLLER 1931, BEGG 1950, POPE und BENNETT 1961, COSTA et al. 2002). Im Gegensatz zu den oberflächlichen Erosionen penetrieren Geschwüre die Mukosa und Submukosa des Labmagens und können auch in die Muscularis und die Serosa vordringen. Je nach der Einbeziehung von Blutgefäßen treten Blutungen auf; eine Heilung von Geschwüren erfolgt stets unter Narbenbildung (SMITH et al. 1983). In der Pathogenese der Labmagengeschwüre muss generell von einer Störung der Schutzmechanismen (z.B. Schleim, Bikarbonatsekretion, lokale Faktoren) ausgegangen werden. Eine große Anzahl von Faktoren die eventuell zur Pathogenese beitragen (z.B. Jahreszeit, Alter, Besatzdichte, Begleitkrankheiten, Fütterung, Tränkefrequenz [langandauernde niedrige pH Werte], bilärer Reflux, Parasiten, bakterielle Besiedlung [Clostridien, Helicobacter], Durchblutung, Toxine, nervale Versorgung, Transporte) sind in der Literatur (teilweise kontrovers) diskutiert worden (u.a. LUEDKE et al. 1956, GROTH und BERNER 1971, AUKEMA und BREUKING 1974, REBHUN 1982, VAN DER MEI 1985, WENSING et al. 1986, WELCHMAN und BAUST 1987, ROEDER et al. 1988, JOHANNSEN et al. 1989, GEISHAUSER 1989, BRAUN et al. 1997, DIRKSEN et al. 1997, DE GROOTE et al. 1999, SONDER und MISKIMINS 2005).

Drei Subpopulationen innerhalb der Rinderpopulation werden als besonders gefährdet angesehen, das sind Kälber, die von der Milch abgesetzt werden, Kälber und Mastrinder in intensiven Systemen (Mast, Feedlots) und Milchkühe besonders im peripartalen Zeitraum und der Früh-laktation. Es scheint so zu sein, dass Kälber häufiger perforierende Ulcera aufweisen im Gegensatz zu Kühen, die mehr zu blutenden Geschwüren neigen (REBHUN 1982). Die in

der Literatur beschriebenen Prävalenzen schwanken je nach Untersuchungsmethodik und einbezogenen Tieren in sehr weiten Bereichen (HEMMINGSSEN 1967, KRISHNAN und NAIRN 1973, JENSEN et al. 1976, SMITH et al. 1983, WELCHMAN und BAUST 1987, PALMER und WHITLOCK 1983 und 1984, BRAUN et al. 1991a).

Ausgehend von morphologischen Kriterien und Ausmaß ist eine Einteilung der Labmagengeschwüre nach Graden erfolgt (FOX 1965, SMITH et al. 1983, BRAUN et al. 1991a and 1991b). Da die Gastroskopie beim Wiederkäuer aus anatomischen Gründen nicht möglich ist, muss die Diagnose indirekt gestellt werden. Die klinischen Anzeichen wie Schmerzen, vermindertes Allgemeinverhalten und verminderte bzw. selektive Futteraufnahme sind nicht spezifisch; Melaena und Anaemie treten nur bei stärker blutenden Geschwüren auf, Tiere mit perforierenden Geschwüren entwickeln Peritonitiden mit teilweise letalem Ausgang (Sepsis). Die meisten labordiagnostischen Parameter einschließlich Pepsinogen und Gastrin und auch der Test auf okkultes Blut im Kot sind ebenfalls relativ wenig sensitiv und spezifisch (FOX 1965, PALMER und WHITLOCK 1983, SMITH et al. 1983, SMITH et al. 1986, BRAUN et al. 1991a und b, OK et al. 2001). Deshalb und da viele Tiere, die nur gering- bis mittelgradige Ulzerationen haben, keine klinischen Symptome zeigen, muss damit gerechnet werden, dass im Vergleich zur Anzahl der gestellten Diagnosen die Häufigkeit der Erkrankung wesentlich höher liegt.

Um Verbesserungen in Prophylaxe und Therapie erreichen zu können, ist vermehrte klinische Forschung zum besseren Verständnis der Entstehung und der Diagnostik der Labmagengeschwüre beim Rind notwendig. Hinsichtlich der Behandlung der Labmagengeschwüre beim Rind besteht ebenso Forschungsbedarf, zudem sind hier Grenzen durch fehlende Zulassungen für lebensmittelliefernde Tiere gesetzt.

Literatur beim Verfasser

# Erfahrungen zum praktischen Einsatz des Pansensensors auf Milchviehbetrieben

Johann Gasteiner<sup>1\*</sup>, Bertho Boswenger<sup>2</sup> und Thomas Guggenberger<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Zur Erfassung des pH-Wertes und der Temperatur im Vormagenbereich wurde eine Einheit entwickelt und eingesetzt, welche in Bolusform im Vormagenbereich liegt und kontinuierliche Messungen durchführt. Die Form und Größe der Messeinheit erlauben es, das System einem erwachsenen Rind per os einzugeben. Die gesammelten Daten (Messintervall 10 Minuten) werden in einer Einheit des Bolus gespeichert (A/D-Converter; Speicherchip) und auf Signal von außen an eine externe Empfangseinheit über ISM-Band (433 MHz) gefunkt. Diese Empfangseinheit ist über Internet mit einem Server verbunden, von wo aus die aktuell ermittelten Daten mittels eigens entworfener Software analysiert und graphisch dargestellt werden können.

In der vorliegenden Arbeit werden 3 Anwendungsbeispiele des Systems beschrieben. In Anwendungsbeispiel 1 wurde der Vormagen-pH-Wert bei 8 Rindern, die mit einer Pansenfistel versehen waren, über 9 Wochen unter 2 unterschiedlichen Fütterungsbedingungen gemessen. Die beiden Rationen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung (Rohfasergehalt, Energiegehalt), hinsichtlich ihrer aufgenommenen Mengen (9,0 kg T vs. 18,5 kg T) und hinsichtlich des mittleren pH-Wertes im Vormagensystem signifikant voneinander. Der durchschnittliche pH-Wert im Vormagensystem lag bei Ration 1 bei  $6,64 \pm 0,33$  und bei Ration 2 bei  $6,08 \pm 0,37$ .

In Anwendungsbeispiel 2 wurden 20 Milchkühe mit dem Sensor-System ausgestattet. Die mittlere Laufzeit betrug hier 72 Tage (46-99 Tage). Es wurden explizit pH-Messergebnisse herangezogen, die eine Interpretation des pH-Niveaus, der Anpassungszeit an sich ändernde Rationsbedingungen und der pH-Wert-Amplitudengröße zulassen. Ursachen für starke Schwankungen des pH-Wertes, „short-term drops“ und „off-feed Syndrome“ wurden beschrieben und rationsbedingten, aber auch managementbedingten Ursachen zugeschrieben.

In Anwendungsbeispiel 3 wurden 16 hochleistende Milchkühe aus 4 Betrieben eine Woche vor der Abkalbung mit einem Sensor ausgestattet und der Vormagen-pH-Wert bis zum 80 d p.p. gemessen. Der zeitliche Verlauf des Vormagen-pH-Wertes zeigte eine enge Korrelation zum Laktationstag. In der Woche vor der Abkalbung kam es, ausgehend von pH 6,6 zu einem Anstieg des pH-Wertes auf ein höheres Niveau (pH 6,8)

für 7 Tage um den Abkalbetag, danach folgte eine Absenkung auf das Niveau pH 6,6. Auf diesem Niveau blieb der Vormagen-pH-Wert bis zum Tag 20-25 bestehen, um sich dann um den 80. Laktationstag auf das Niveau von pH 6,2 bzw. 6,0 abzusinken. Es bestand weiter eine enge Beziehung des Vormagen-pH-Wertes zur Tagesmilchleistung (kg FCM). Während sich bei Milchleistungen bis etwa 25 kg der pH-Wert oberhalb von 6,8 befand, fanden sich bei Milchleistungen von mehr als 40 kg die pH-Werte deutlich unter 6,6.

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuche wurden anhand einer technischen Innovation gewonnen, welche nicht nur im wissenschaftlichen Bereich neue Möglichkeiten zum besseren Verständnis der Vormagenphysiologie und Vormagenpathologie eröffnet. Der Einsatz von Vormagen-Sensoren ist auch unter praktischen Bedingungen möglich. Die Messergebnisse dienen zur Überwachung der Tiergesundheit und zur Überprüfung, aber auch zur Steuerung der Rationszusammensetzung und des Fütterungsmanagements. Fütterungsfehler können über das pH-Niveau, pH-Schwankungen sowie durch pH-Anstiege bzw. -Absenkungen dargestellt werden.

Das Sensorsystem kann somit nicht nur zu wissenschaftlichen Zwecken sondern auch bei einzelnen „Indikatortieren“ in intensiven Milchviehbetrieben als Management-Tool eingesetzt werden.

*Schlagwörter:* Wiederkäuer, Milchkühe, Vormagen-pH, Sensor, Funkübertragung, Milchviehrationen

## Summary

In order to do continuous measurement of pH-value in the reticulorumen, a sensor measuring unit –having the shape of a bolus – was used. Shape and size of the sensor allow the placing of the system at adult cattle per os. The resulting data (measuring interval is 10 minutes) were saved in a unit (A/D-converter, memory chip) and sent to an external receiver via ISM-band (433 MHz). This receiver unit was connected with an internet server, by which the actually assessed data could be analyzed and graphically represented by means of a specifically created software.

Three application examples are described in this paper. In the first one the pH-value in the reticulorumen of 8 rumen-fistulated cattle has been measured during 9 weeks under 2 different feeding conditions. Both rations

<sup>1</sup> Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

<sup>2</sup> Research Development ForFarmers, Postbus 91, NL-7240 AB LOCHEN

\* Ansprechperson: Dr. Johann Gasteiner, E:mail: johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at

significantly differed in terms of their composition (fiber content, energy content), in terms of their feed intake (9.0 kg T vs. 18.5 kg T) and by their mean reticuloruminal pH-value. The average reticuloruminal pH-value was  $6.64 \pm 0.33$  for ration 1 and  $6.08 \pm 0.37$  for ration 2.

In example 2 twenty dairy cows were equipped with the sensor-system. The mean runtime of the sensors was 72 days (46 – 99 days) here. Explicitly, such results from the pH-value measurements were taken, which allowed an interpretation of pH-level, adaptation time for changing ration conditions and pH-amplitudes. Reasons for large pH-variations, “short-term-drops” and “off-feed syndroms” were described and ascribed to ration- and management-conditioned circumstances.

In the third example 16 high-yielding dairy cows from 4 farms were equipped with a sensor one week before calving and reticuloruminal pH-values were continuously recorded until the 80th day p.p. The temporal processing of the pH in the reticulorumen showed a significant correlation with the day of lactation. In the week before calving an increase of the pH was seen beginning from pH 6.6 to a higher level (pH 6.8), remaining for 7 days around the calving day. After that, a decrease onto a level of pH 6.6 followed. This level remained unchanged until

the day 20-25; but then pH decreased to a level of 6.2 or 6.0, respectively, around the 80th day of lactation. Furthermore, there was a very close relation between mean reticuloruminal pH and daily milk yield (kg FCM). Whereas the pH-value was above 6.8 up to a milk yield of 25 kg, it was clearly beneath pH 6.6 at milk yields being higher than 40 kg.

The results of the present trials were achieved by means of technical innovations, which open up new possibilities for a better understanding of physiology and pathology of the reticulorumen not only in scientific areas. The use of pH-sensors in the reticulorumen is possible under practical conditions, as well. The results serve for the monitoring of animal health and for the check-up and controlling of the ration composition and feeding management. It was also shown that feeding failures are linked to pH-level, pH-deviations as well as to pH-increases or decreases. Therefore, the sensor system can be used for scientific purposes but also as a management tool at distinct “indicator animals”, mainly on high yielding dairy farms.

*Keywords:* ruminants, dairy cows, reticuloruminal pH-value, indwelling sensor, diet composition

## Einleitung

Die Untersuchung des Pansensaftes ist das aussagefähigste Kriterium zur Beurteilung des Milieus im Vormagensystem von Wiederkäuern. Der pH-Wert stellt dabei die wichtigste Größe zur Beurteilung der Kohlenhydratversorgung über die Ration dar und die Pansen-pH-Wert-Bestimmung wird auch als die definitive Untersuchungsmethode zur Erkennung einer Pansenazidose beschrieben (KRAUSE u. OETZEL, 2006; STEINGASS u. ZEBELI, 2008). Der Abfall des Pansen-pH-Wertes bei Rindern unter die physiologische Norm, in der häufigsten Ausprägung als subakute Pansenazidose (Subacute Rumen Acidosis, SARA) auftretend, stellt ein weit verbreitetes und zumeist auch bestandsweise gehäuft auftretendes Problem in der Rinderproduktion dar. SARA ist ein nicht immer einwandfrei nachzuweisender krankhafter Zustand (DUFFIELD et al., 2004). Das Risiko für SARA erhöht sich naturgemäß in Produktionssystemen, in welchen ein erhöhter Einsatz von leicht verdaulichen Kohlenhydraten (Stärke, Zucker) bei zumeist gleichzeitiger Verdrängung von strukturwirksamen Kohlenhydraten (Rohfaser, NDF) zur Erzielung höherer Wachstumsraten bzw. Zunahmen oder höherer Milchleistungen vorzufinden ist (GASTEINER, 2001).

ENEMARK et al. (2003) geben die Häufigkeit der Pansenazidose bei Milchkühen in Dänemark mit 22 % an. Nach einer Ketose-Häufigkeit von 26 % war somit die Pansenazidose die zweithäufigste Erkrankung bei Milchkühen. Eine Unterteilung in klinische und subklinische Verlaufsformen wurde dabei nicht vorgenommen. KRAUSE und OETZEL (2006) geben die Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose bei frischlaktierenden Kühen mit 15 % an.

Die tiergesundheitlichen Auswirkungen von SARA sind vielfältig, betreffen verschiedene Organsysteme und Gewebe des Körpers und sie stellen einen zentralen, die

Produktion mindernden Faktor der Milchviehhaltung dar (DIRKSEN, 1975, 1990; NORDLUND et al., 1995; OSSENT et al., 1997; GANTKE et al., 1998; OWENS et al., 1998; COOPER et al., 1999; LISCHER u. OSSENT, 2001; KLEEN et al. 2003; NORDLUND, 2003; ENEMARK, 2007).

Sowohl für wissenschaftliche Untersuchungen als auch für diagnostische Routineuntersuchungen unter Praxisbedingungen standen bislang die orale Pansensaftentnahme und die Rumenozentese zur Verfügung (GARRETT et al. 1999; DUFFIELD et al., 2004). Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen stellen Einzelergebnisse („spot sampling“) dar, wobei die Methode der Probenahme das Ergebnis signifikant beeinflussen kann (DIRKSEN, 1990; SEEMANN und SPOHR, 2007, STRABEL et al., 2007).

STRABEL et al. (2007) ermittelten, dass per Schlundsonde entnommene Proben durchschnittlich 0,5 pH-Einheiten (0,2 bis 1,9 pH-Einheiten) höhere Werte zeigten als solche, die per Rumenozentese entnommen wurden. Zur Entnahme von Pansensaft stehen verschiedene Bauarten von Schlundsonden zur Verfügung (DIRKSEN, 1975; SEEMANN und SPOHR, 2007), welche unterschiedlich stark mit Speichel angereicherte Pansensaftproben liefern.

Die Punktionsstelle zur Rumenozentese liegt 1-2 handbreit vor dem linken Kniegelenk (SEEMANN u. SPOHR, 2007) auf Höhe des Patellaoberrandes (STRABEL et al., 2007) und wird lege artis nach Rasur unter aseptischen Kautelen und unter Sedierung und Schmerzausschaltung durchgeführt. Die dabei gewonnene Menge an Pansensaft beträgt einige ml und die Probe ist nicht mit Speichel, möglicherweise aber mit Blut kontaminiert (NORDLUND, 2003). Durch Rumenozentese gewonnene Proben liefern im Vergleich zu per Schlundsonde gewonnenen Proben repräsentativere Ergebnisse für den Pansen-pH-Wert (DUFFIELD

et al., 2004; KLEEN et al., 2004). Das mögliche Auftreten von negativen Auswirkungen der Rumenozentese auf die Tiergesundheit, von lokalen Reaktionen bis zur Gefahr einer Peritonitis, stellt die Praxistauglichkeit dieser Methode jedoch in Frage (STRABEL et al., 2007).

Der Pansen-pH-Wert unterliegt starken tageszeitlichen und fütterungsbedingten Schwankungen (GASTEINER et al., 2009). Das Ergebnis einer Einzelmessung ist besonders vom Zeitpunkt der Probenahme in Bezug zur letzten Futteraufnahme abhängig, weshalb erst eine kontinuierliche Messung des Pansen-pH-Wertes diese Schwankungen darzustellen vermag (GASTEINER et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2010).

Eine In-vivo Messung des Pansen-pH-Wertes wurde erstmals von SMITH (1941) beschrieben, und von einer kontinuierlichen Dokumentation solcher Messungen berichteten JOHNSON und SUTTON (1968). DADO und ALLEN (1993) vernetzten die erhobenen Daten mit weiteren Ergebnissen aus Erhebungen der Futter- und Wasseraufnahme sowie der Kauaktivität, um die Zeitdauer und die konkreten Ursachen azidotischer Zustände im Vormagensystem von Rindern exakter definieren zu können. Eine kontinuierliche, intraruminale Messung des Pansen-pH-Wertes hat gegenüber dem „spot sampling“ den entscheidenden Vorteil, dass Fluktuationen des Pansen-pH-Wertes erkannt und auf einer Zeitachse dargestellt werden können. Solche Techniken zur Messung des Pansen-pH-Wertes wurden in einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet (DADO u. ALLEN, 1993; KEUNEN et al., 2002; RUSTOMO et al., 2006; ALZAHAL et al., 2007). Diese Techniken haben gemeinsam, dass bei dem zu untersuchenden Tier eine Pansenfistel anzulegen ist, und dass die erhobenen Daten in einer Speichereinheit im Pansen registriert werden. Um zu den erhobenen Daten zu gelangen, musste entweder die Speichereinheit wieder über die Pansenfistel aus dem Pansen entfernt werden (DADO u. ALLEN, 1993; KEUNEN et al., 2002; NOCEK et al., 2002; PENNER et al., 2007; RUSTOMO et al., 2006) oder die Daten wurden über eine Kabelverbindung an eine außerhalb des Pansens liegende, am Tier befestigte Einheit übertragen (ALZAHAL et al., 2007).

Am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein (LFZ) wurden in den letzten Jahren umfangreiche Versuche auf dem Gebiet der kontinuierlichen retikuloruminalen pH-Wert-Messung mit Sensoren bei Rindern durchgeführt, und in Zusammenarbeit mit der Firma smaXtec® wurde zu dieser Fragestellung eine technische Lösung bis zur Praxisreife entwickelt. GASTEINER et al. (2009) beschrieben das System zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Netzmagen mit Funküber-

tragung der Ergebnisse und dessen Einsatz unter praktischen Bedingungen. Aufgrund ihrer Abmessung und Bauart können diese Sensoren wie ein Bolus bei adulten Rindern per os eingegeben werden und sie verbleiben durch ihr Eigengewicht am Boden des Retikulums, wodurch Messungen auch bei Rindern ohne Pansenfistel möglich wurden. Das in den vorliegenden Untersuchungen verwendete Mess-System, aber auch die Messstelle am Boden des Retikulums, wurden in der Arbeit von SCHNEIDER et al. (2010) validiert.

Im folgenden Beitrag sollen die Erfahrungen mit der Technik und ausgewählte, auch für die Praxis relevante Ergebnisse und Interpretationen aus Fütterungs-Exaktversuchen des LFZ sowie aus 4 niederländischen Milchviehbetrieben vorgestellt werden.

## Material und Methoden

### *Der Pansensensor – eine pH-Wert- und Temperaturmeseinheit mit Funkeinrichtung im Vormagensystem*

Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Vormagensystem wurden Mess-Sensoren (smaXtec®-GmbH, Graz) bei Rindern eingesetzt. Die ermittelten Werte wurden in der pH-Sonde abgespeichert und kabellos über Funk ausgelesen. Die Messintervalle (von Sekunden bis Stunden) können variabel eingestellt werden. Das Messintervall in den vorgestellten Untersuchungen betrug immer jeweils 600 Sekunden. Die Sensoren können aufgrund ihrer Abmessungen (Länge 120 mm, Durchmesser 36 mm, Gewicht 208 g) und ihrer Bolusform per os eingegeben werden (*Abbildung 1*). Das bruchssichere Kunststoffgehäuse der Messeinheit besteht aus Pansensaft-resistentem Kunststoff (DLG 2010). Das Sensorsystem wird durch einen Mikroprozessor gesteuert. Die Daten werden mittels A/D-Konverter aufgezeichnet und danach vom Mikroprozessor weiterverarbeitet. Die gemessenen Daten werden in einem nicht flüchtigen Speicher des Sensors abgelegt und können von außerhalb des Tieres mit einem Empfangsgerät ausgelesen werden (*Abbildung 2*). Die Messergebnisse werden drahtlos über Funkwellen (433 MHz) an dieses externe Empfangsgerät übertragen.



Abbildung 1: Der Sensor hat eine Länge von 12 cm, einen Durchmesser von 3,6 cm und wiegt 208 g.

Die Empfangseinheit ist über Internet mit einem Server verbunden, wo die Ergebnisse über ein eigens entwickeltes EDV-Programm ausgelesen, graphisch dargestellt und interpretiert werden können (GASTEINER et al., 2008; 2009). Alternativ kann anstatt der Basisstation ein Mobile Reader verwendet werden. Mithilfe dieses Mobile Readers können die im Funkbereich befindlichen Sensoren gefunden und die gespeicherten Daten ausgelesen werden.

Die Datenübertragung per Funk aus dem Vormagensystem ist im Umkreis von zumindest 20 Metern möglich. Die Messdaten (pH und Temperatur) aus dem Vormagenbereich wurden über Antennen, die vorzugsweise im Melkstand montiert sind, auf eine Empfangseinheit (Basisstation) übertragen und von dort über eine Internet-Verbindung auf einem Server gespeichert. Der Anwender hat mit einem Zugangscode via Internet jederzeit Zugriff auf die aktuellen Daten.

### Tiere und Fütterung

Die angeführten Ergebnisse stammen aus kontinuierlichen pH-Wert-Messungen an 8 Rindern mit Pansenfistel (Anwendungsbeispiel 1) und 20 Milchkühen ohne Pansenfistel (Anwendungsbeispiel 2), durchgeführt am LFZ Raumberg-Gumpenstein, sowie von 16 Milchkühen ohne Pansenfistel aus 4 niederländischen Milchviehbetrieben (Anwendungsbeispiel 3).

#### Anwendungsbeispiel 1

Ziel dieses Fütterungsversuches war die Ermittlung der Veränderungen des Pansen-pH-Wertes in Abhängigkeit von unterschiedlichen Rationsbedingungen. Die Untersuchungen wurden an 8 Rindern mit Pansenfistel eingesetzt. Die Versuche wurden im Rahmen eines Fütterungsexaktversuches (latin square design, Ein- und Rückwaage der vorgelegten Futtermittel und wöchentliche WEENDER-Analyse) über einen Zeitraum von neun Wochen durchgeführt. Ration 1

Bestand aus 7 kg Heu und 2 kg Kraftfutter (1 kg Energie-Kraftfutter, 1 kg Proteinkraftfutter), Ration 2 bestand aus 1 kg Heu, 2 kg Sojaschrot und 15,5 kg Silomais (T).

*Zusammensetzung und Qualität des Grund- und Kraftfutters in Ration 1 und Ration 2:*

Heu (2. Aufwuchs), 5,5 – 5,7 MJ NEL/kg TM  
 Grassilage (1. Aufwuchs), 5,5-5,7 MJ NEL/kg TM (nur Ration 2)  
 Maissilage, 6,55 MJ NEL/kg TM

*Zusammensetzung der Kraftfutterkomponenten:*

Energie-Kraftfutter:	Protein-Kraftfutter:
30 % Gerste (Winter)	48 % Ackerbohne
35 % Mais	30 % Rapsextraktionsschrot
33 % Weizen (Winter)	20 % Maiskleber
2 % Rapsöl	2 % Rapsöl

*Erhebungen:*

pH-Wert: Sensor, Messungen im Intervall von 10 Minuten  
 Erhebungen zur individuellen Futteraufnahme: täglich  
 Futteranalyse: Sammelprobe pro Woche (Weender Analyse, Gerüstsubstanzen,  
 Mineralstoffe und Spurenelemente, Zellulasetest)  
 Futtervorlage: zweimal täglich, jeweils um 6:00 Uhr und um 16:00 Uhr

#### Anwendungsbeispiel 2

Ziel dieser Untersuchungen war es, die Anwendbarkeit des Systems zur kontinuierlichen pH-Wert-Messung unter Praxisbedingungen sowie die technische Zuverlässigkeit bei Milchkühen ohne Pansenfistel zu prüfen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Zusammenhänge zwischen Rations- und Fütterungsbedingungen und dem pH-Wert hinsichtlich der Interpretation der Ergebnisse gelegt. Dazu wurden 20

Milchkühe, ungeachtet ihres Alters oder Laktationsstadiums in Laufstallhaltung mit dem Sensor-System bestückt und ad lib. mit Grundfutter (Grassilage, Maissilage, Heu, Zusammensetzung siehe Ration 1) sowie mit Kraftfutter versorgt. Kraftfutter wurde über eine Kraftfutterstation zugefüttert. Die tägliche Kraftfuttersteigerung betrug 0,25 kg, ausgehend von einer täglichen KF-Gabe von 1,5 kg am Tag der Abkalbung, wobei die Futteraufnahmen durch zweimal tägliche Ein- und Rückwaage erhoben wurden („Calan-System“).

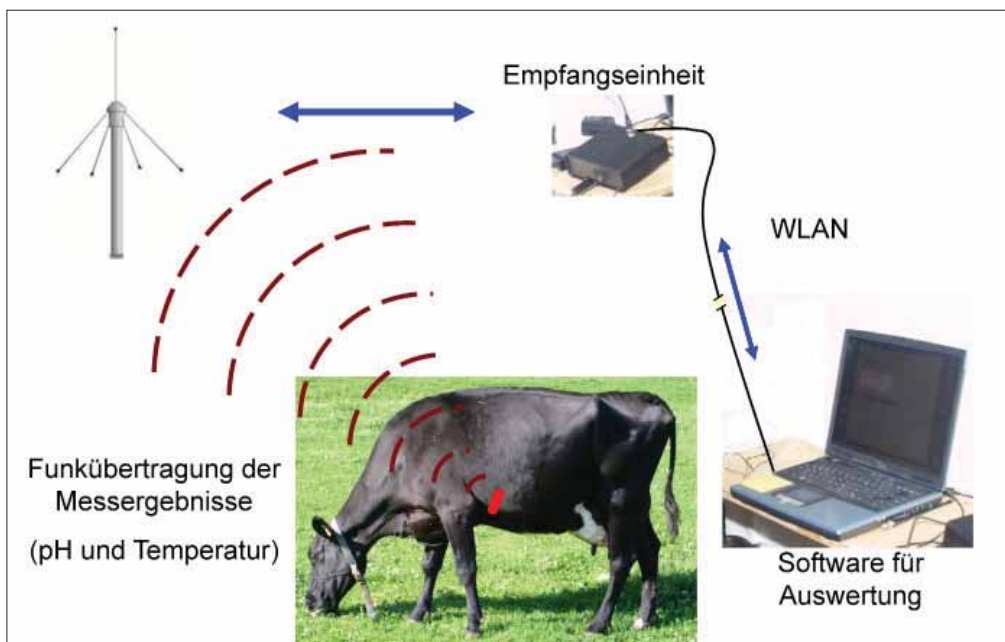


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Funktionsweise des Sensor-Systems zur kontinuierlichen Messung von pH-Wert und Temperatur

### Anwendungsbeispiel 3

Ziel dieses Versuches war der praktische Einsatz des Systems zur kontinuierlichen pH-Wert-Messung auf 4 intensiven Milchviehbetrieben, wobei besonderes Augenmerk auf die Dokumentation von Leistungsdaten und die Rationsbedingungen gelegt wurde. Die Betriebe wurden über das interaktive Analyseprogramm Agroscoop® betreut, wodurch gewährleistet war, dass die Angaben zu den Produktionsdaten (Leistungen und Rationszusammensetzung) dieser Betriebe zur Verfügung standen. Die Sensoren wurden etwa 1 Woche vor dem berechneten Abkalbetermin eingegeben, und die Messdaten wurden bis zum Tag 80 post partum ausgewertet. Die Futtervorlage erfolgte zweimal täglich und am Tag der Abkalbung erfolgte der Rationswechsel von der rohfaserbetonten Trockensteher-Ration auf die Laktationsration TMR.

### Rationsbedingungen Versuch 3

#### TMR

60 % - 30 %	Grassilage
40 % - 70 %	Maissilage
0,8 kg	Weizenstroh
0 bis 7,0 kg	Sastapro
0 bis 4,0 kg	Eiweißgänzer (Sojaschrot)
1,5 – 5,0 kg	Kartoffelpressschnitzel
0 bis 1,0 kg	Weizenschrot
0 bis 3,5 kg	Biertreber
0 bis 0,35 kg	geschütztes Fett
0 bis 0,40 kg	Harnstoff
0,13 kg	Mineralstoff
0,07 kg	Na Bikarbonat

#### Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mittels General Linear Model (GLM Statgraphics Centurion) durchgeführt. Die als Ergebnis angeführten Werte wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate (Method of Least Squares) ermittelt und stellen somit den Kleinstquadrat-Mittelwert (Least Square Mean) dar. Als hoch signifikant \*\*\* wurden Ergebnisse bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $P \leq 0,001$  angegeben.

## Ergebnisse

### Anwendungsbeispiel 1

Durch manuelle Exploration über die Pansenfistel wurde die Lage der Sensoren einmal täglich kontrolliert, wobei alle Sensoren spätestens 24 Stunden nach ihrer Eingabe am Boden des Retikulums zu liegen kamen. Alle Sensoren verblieben bis zum Ende des Versuches am Boden des Retikulums. Der Einsatz der Sensoren wurde von allen Bauteilen unbeschadet überstanden. Die Futteraufnahme sowie das Fressverhalten der mit den Sensoren bestückten Tiere wurden nicht beeinträchtigt, was aus vergleichenden Erhebungen der Futteraufnahmen der Tiere vor, während und nach den Untersuchungen geschlossen werden konnte. Die Daten und Messergebnisse der Sensoren (pH-Werte

und Temperatur) konnten problemlos und verlustfrei per Funksignal ausgelesen werden. Dieser Vorgang wurde zweimal täglich während der Melkzeiten automatisch durchgeführt.

Die beiden Rationen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung (Rohfasergehalt, Energiegehalt), hinsichtlich der aufgenommenen Menge (9,0 kg T vs. 18,5 kg T) und des mittleren pH-Wertes signifikant voneinander. Der durchschnittliche pH-Wert im Vormagensystem lag bei Ration 1 bei  $6,64 \pm 0,33$  und bei Ration 2 bei  $6,08 \pm 0,37$ . Die tagesdynamischen Schwankungen des pH-Wertes korrelieren mit den Zeitpunkten der Fütterung bzw. der Futteraufnahme (Abbildung 3). Anstiege des pH-Wertes weisen auf Phasen der Ruminierung bzw. der Ruhe hin, während pH-Wert-Absenkungen unmittelbar im Anschluss an die Futteraufnahme zu verzeichnen sind. Neben den typischen tagesdynamischen Schwankungen des pH-Wertes wird in Abbildung 4 der Unterschied des pH-Niveaus bei unterschiedlicher Fütterung deutlich. Während die pH-Ver-

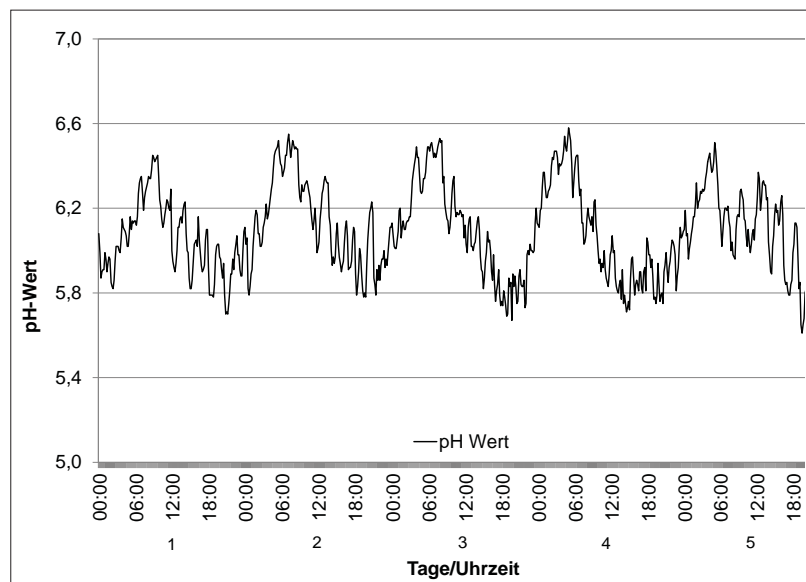


Abbildung 3: Verlauf des Vormagen-pH-Wertes über 5 Tage mit tagesdynamischen Schwankungen

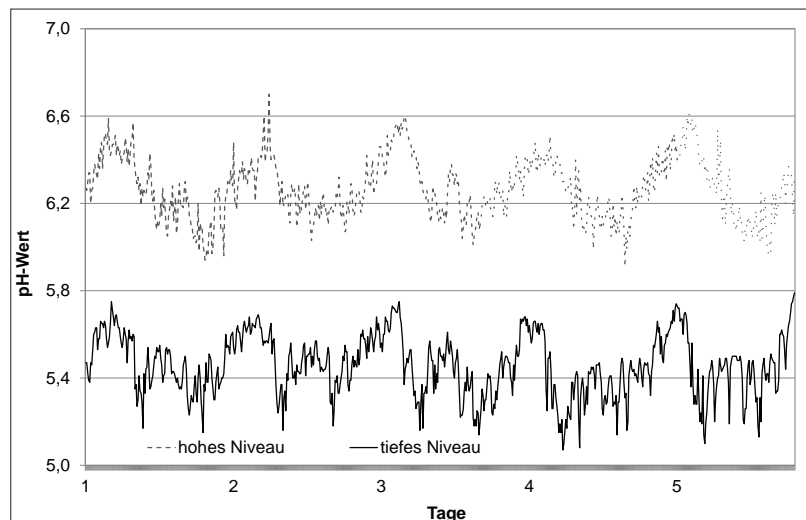


Abbildung 4: Vergleichende Darstellung des pH-Verlaufes bei tiefem bzw. bei hohem Niveau über jeweils 5 Tage



laufskurve „hohes Niveau“ von einer Kuh stammt, die mit Ration 1 gefüttert wurde, wurde die Kuh mit der pH-Verlaufskurve „tiefes Niveau“ mit Ration 2 versorgt.

### Anwendungsbeispiel 2

Die beiden pH-Wert-Verlaufskurven in Abbildung 5 stammen von 2 Kühen in der Startphase der Laktation (jeweils ab dem 7. Tag der Laktation). Bei kontinuierlicher täglicher Kraftfuttersteigerung um 0,25 kg (ausgehend von einer täglichen KF-Gabe von 1,5 kg) konnte die pH-Wert-Verlaufskurve „langsamer Abfall“ festgestellt werden. Bei rascher Steigerung der Kraftfuttergaben (Steigerung um 1 kg KF/d) kam es zu einer signifikanten pH-Wert-Absenkung ab dem 6. Tag mit Tiefstwerten bis pH 5,07.

Die großen Schwankungen des pH-Wertes der Verlaufskurve „große Amplitude“ (siehe auch Tabelle 1) in Abbildung 6 sind von einer Kuh, welche „mehrphasig“ gefüttert wurde. Im Rahmen der Morgenfütterung wurde 1 kg Heu gefüttert, danach Grassilage ad. lib. Hierauf folgte die Gabe von 4 kg Kraftfutter, gefolgt von der Gabe der Maissilage ad lib. Die Abendfütterung lief nach demselben Schema ab. Die pH-Wert-Verlaufskurve „kleine Amplitude“ stammt von einer Kuh, welche ad lib. mit einer TMR versorgt wurde.

Die rasche und kurzfristige Absenkung des pH-Wertes in Abbildung 7 auf einen Tiefstwert von pH 5,37 sind von einer Kuh, welche nachweislich zu diesem Zeitpunkt beim Raub von Kraftfutter (3,5-5 kg) in einer Kraftfutterstation beobachtet wurde.

Der Anstieg des pH-Wertes in Abbildung 8 ab dem 5. Tag wurde bei einer Kuh beobachtet, welche die Futteraufnahme in dieser Zeit von 19 kg TM/d auf 13,5 kg TM/d reduzierte. Ab dem 8. Tag war wieder eine deutliche Erhöhung der Futteraufnahme zu verzeichnen.

### Anwendungsbeispiel 3

Der zeitliche Verlauf des Vormagen-pH-Wertes (Tagesmittelwerte aller 16 Kühe der 4 Betriebe) zeigte eine enge Korrelation zum Laktationstag (Abbildung 7). In der Woche vor der Abkalbung kam es, ausgehend von pH 6,6, zu einem Anstieg des pH-Wertes auf ein höheres Niveau (pH 6,8) für 7 Tage (rund um den Tag der Abkalbung), danach folgte eine Absenkung auf das Niveau pH 6,6. Dieses Niveau blieb bis zum Tag 20-25 bestehen, um dann um den 80. Laktationstag auf das Niveau 6,2 bzw. 6,0 abzusinken.

Wie in Abbildung 10 dargestellt, gibt es eine enge Beziehung des durchschnittlichen

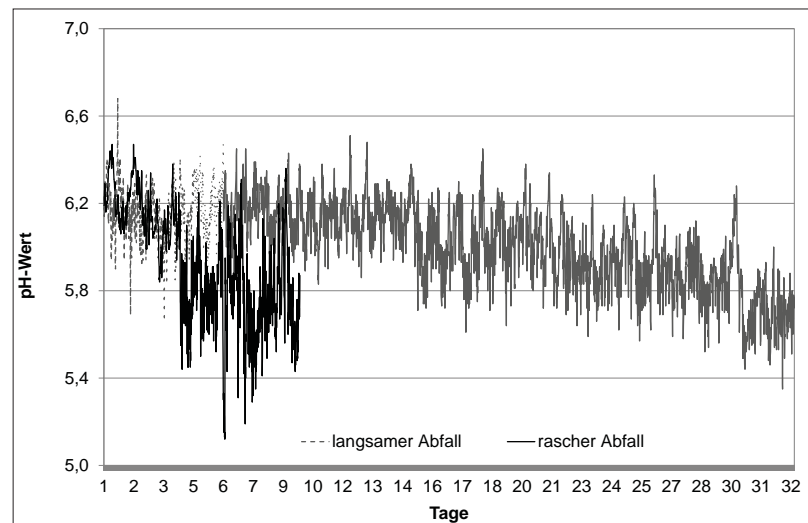


Abbildung 5: Vergleichende Darstellung des pH-Verlaufes bei langsamem (32 Tage) und raschem pH-Abfall (zur besseren Darstellbarkeit der vorliegenden Abbildung wurde für das Beispiel „rascher Abfall“ nur der Verlauf über 10 Tage abgebildet)

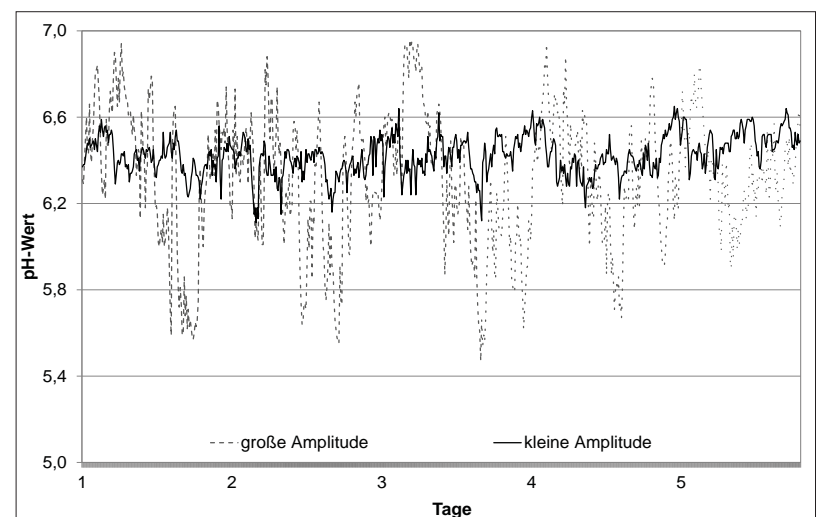


Abbildung 6: Vergleichende Darstellung des pH-Verlaufes bei großer und kleiner Amplitude

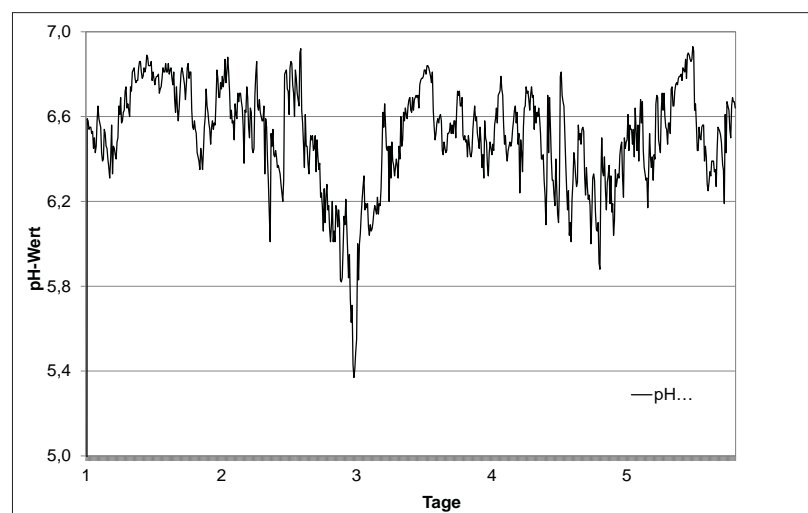


Abbildung 7: Darstellung des pH-Verlaufes (5 Tage) mit kurzfristiger Absenkung für 2 Stunden unter pH 6,0 („short term drop“)

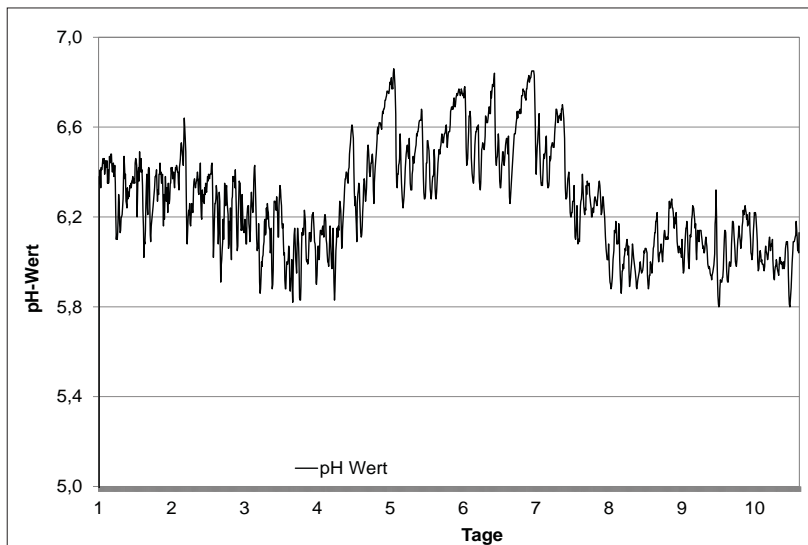


Abbildung 8: Darstellung des pH-Verlaufes (10 Tage) und Anstieg des pH-Wertes für 3 Tage in Bereiche über pH 6,6

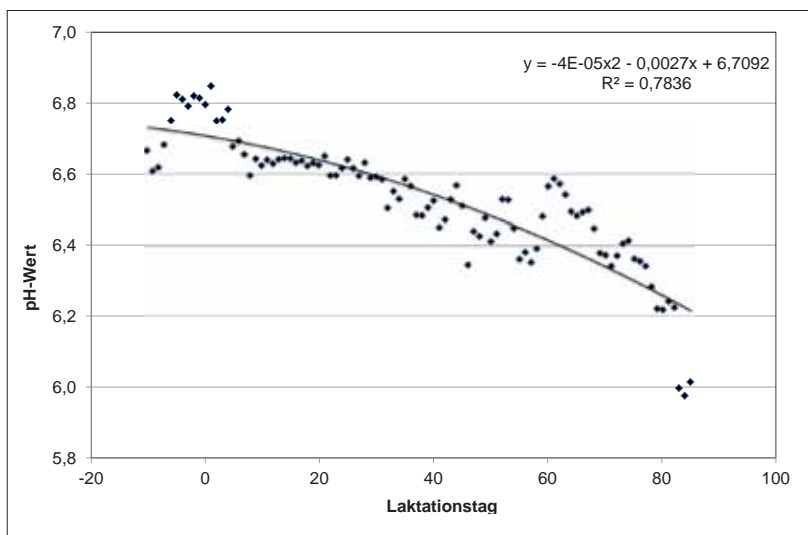


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf der pH-Tagesmittelwerte der 16 Kühe aus den 4 Betrieben von 7 d a.p. bis 80 d p.p.

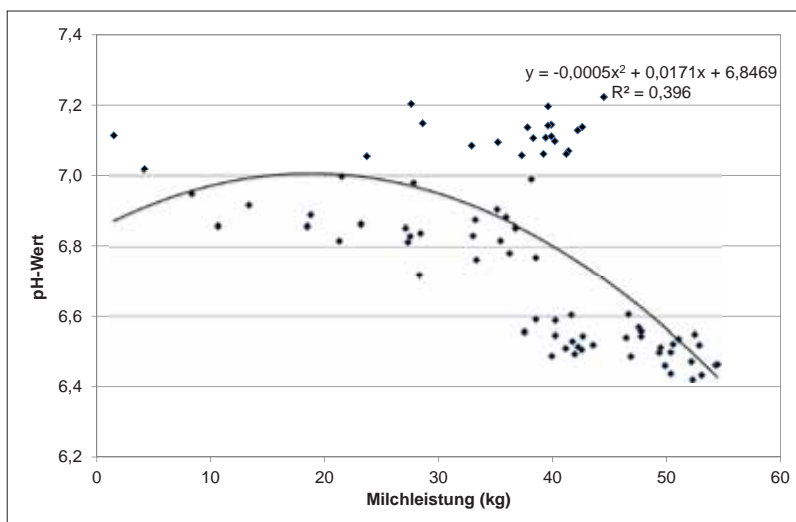


Abbildung 10: Beziehung des pH-Wertes zur Tagesmilchleistung (kg FCM)

Vormagen-pH-Wertes zur Tagesmilchleistung (kg FCM). Während sich bei Milchleistungen bis etwa 25 kg der pH-Wert oberhalb von 6,8 befindet, finden sich bei Milchleistungen von mehr als 40 kg die pH-Werte im Bereich deutlich unter 6,6.

## Diskussion

Der Einsatz der hier vorgestellten Methode zur kontinuierlichen Messung des Vormagen-pH-Wertes und Datenübertragung per Funk wurde anhand von 3 Anwendungsbeispielen beschrieben. In Beispiel 1 wurden 8 Rinder mit Pansenfistel mit dem Sensor-System ausgestattet und durch regelmäßige (tägliche) manuelle Exploration festgestellt, dass der Lageort und damit die Messstelle des Sensors am Boden des Retikulums ist. Dies wurde auch von GASTEINER et al. (2008) beschrieben, welche dasselbe System verwendeten und auch bei MOTTRAM et al. (2008) wird mit einem ähnlichen Messsystem der Boden des Retikulums als permanente Messstelle definiert. Der Einsatz der kabellosen pH-Messeinheit ist auch bei nicht Rindern ohne Pansenfistel möglich, wobei zur oralen Eingabe ein konventioneller Eingaber, wie er auch zur Gabe von Käfigmagneten verwendet wird, Anwendung findet. Durch das Eigengewicht des Sensors (208 g) bleibt dieser permanent am Boden des Retikulums liegen, wodurch grundsätzlich bei jeder Anwendung diese Stelle als Messstelle definiert ist. Das macht Untersuchungsergebnisse, die mit diesem System erhoben werden, miteinander vergleichbar, was auch SCHNEIDER et al. (2010) als Vorteil beschreiben. Durch die im Vormagensystem bestehende Dynamik der säureproduzierenden und -eliminierenden Prozesse bestehen große Unterschiede hinsichtlich des pH-Wertes in Abhängigkeit von der Messstelle bzw. dem Entnahmeort der Pansensaftprobe. SCHNEIDER et al. (2010) zeigten bei einem Vergleich unterschiedlicher Messstellen und Messmethoden, dass das Ergebnis einer pH-Wert-Messung in Abhängigkeit von den Rationsbedingungen und damit vom generellen pH-Wert-Niveau abhängt. Je tiefer das pH-Wert-Niveau im Vormagensystem insgesamt war, umso größer wurden die Unterschiede zwischen den einzelnen Kompartimenten des Vormagensystems und damit auch die Unterschiede der Messergebnisse und ihrer zugehörigen Methoden (Schlundsondenentnahme, Entnahme via Pansenfistel und kontinuierliche Messung durch Sensor am Haubenboden). Auch DUFFIELD et al. (2004) stellten fest, dass die pH-Werte in verschiedenen Kom-

Tabelle 1: pH-Minima und -Maxima, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Abbildungen 3 bis 8

	Abbildung 3	Abbildung 4		Abbildung 5		Abbildung 6		Abbildung 7	Abbildung 8
		hohes Niveau	tiefes Niveau	rascher Abfall	langsamer Abfall	große Amplitude	kleine Amplitude		
Minimum	5,57	5,91	5,07	5,35	5,12	5,47	6,11	5,37	5,82
Maximum	6,48	6,70	5,79	6,68	6,47	6,96	6,65	6,93	6,86
Mittelwert	5,95	6,27	5,46	6,03	5,93	6,31	6,42	6,50	6,30
Standardabweichung	0,19	0,14	0,14	0,19	0,26	0,31	0,09	0,24	0,20

partimenten des Pansens (hier cranioventral, caudoventral, zentral und craniodorsal) signifikant variierten. Dies unterstreicht die Bedeutung, bei Vergleichen von pH-Werten aus dem Vormagensystem die Messstelle bzw. den Entnahmestort der Pansensaftprobe grundsätzlich zu definieren und hebt den Vorteil des Sensorsystems, bei welchem die Messstelle immer der Boden des Retikulums ist, hervor.

Das in den vorliegenden Untersuchungen verwendete System zur kontinuierlichen pH-Wert-Messung wurde von GASTEINER et al. (2008; 2009) validiert, indem die eingesetzten Sensoren vor und nach der Anwendung in Rindern mit Pansenfistel in pH-Eichlösungen (pH 4 und pH 7) zum Messen eingelegt wurden. Ein Abweichen der Ergebnisse für pH 4 und pH 7 innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (hier: 1 Woche) wird als „Drift“ bezeichnet. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,99, wodurch bestätigt wurde, dass diese Methode der pH-Wert-Messung zu sehr sicheren Ergebnissen führt. Der Hersteller des Systems garantiert für valide Daten (pH-Wert Drift max.  $\pm 0,1$ ) über einen Zeitraum von zumindest 50 Tagen, wobei in den vorliegenden Untersuchungen Laufzeiten von bis zu 99 Tagen erreicht werden können.

### Diskussion der einzelnen Anwendungsbeispiele

In Beispiel 1 lag der durchschnittliche pH-Wert für Ration 1 bei  $6,64 \pm 0,33$  und für Ration 2 bei  $6,08 \pm 0,37$ . Die beiden Rationen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung (Rohfaser, Energie, Eiweiß), hinsichtlich der aufgenommenen Futtermenge (9,0 kg T vs. 18,5 kg T) und des mittleren Vormagen- pH-Wertes signifikant voneinander. Als markante Einflussgrößen auf den pH-Wert werden im Besonderen der Zerkleinerungsgrad, der Rohfasergehalt und der Energiegehalt angegeben (STEINGASS und ZEBELI, 2008). Dies konnte in den vorliegenden Untersuchungen bestätigt werden, wobei zwar der Zerkleinerungsgrad nicht bestimmt wurde, jedoch aber die aufgenommene Futtermenge als starker Einflussfaktor auf den pH-Wert erkennbar wurde. Generell ist bei geringeren Futterraufnahmen mit einem höheren Vormagen-pH-Wert zu rechnen („off-feed Syndrome“, Merck Veterinary Annual 2010), was auch die Ergebnisse und Beobachtungen in den vorliegenden Versuchen 1, 2 und 3 bestätigen.

Die Laufzeit der Sensoren in Beispiel 2 betrug im Mittel 72 Tage (46-99 Tage). Wenn ein Sensor keine validen Daten mehr lieferte, so war das durch eine abrupte „Drift“ des pH-Wertes nach oben erkennbar. Ab einer erkennbaren Drift wurden die Daten nicht mehr zur Auswertung herangezogen.

Die Interpretation von pH-Messergebnissen in der Literatur ist stark von der Intention geprägt, die akute und insbesondere auch die subklinische Pansenazidose über

den pH-Wert zu definieren, also verschiedenen pH-Wert-Messbereichen zuzuschreiben. STONE (2004) etwa definiert SARA als wiederholten Zustand eines zu tiefen Pansen-pH-Wertes zwischen 5,6 und 5,2 während KRAUSE und OETZEL (2006) einen pH-Bereich von 5,5-5,0 als subklinische Pansenazidose definieren, wobei in diesen Arbeiten die Zeitdauer, wie lange der pH-Wert unter/ in diesen Grenzen liegen soll, nicht berücksichtigt wird. GHOZO et al. (2005) und

PLAIZIER et al. (2008) definieren sowohl einen pH-Bereich (pH 5,6-5,2) als auch die Zeitdauer ( $>180$  min/d). Wenn der Vormagen-pH-Wert in diesen Bereichen zu liegen kommt, liegt SARA vor. GASTEINER et al. (2008) beschrieben den Einsatz einer kontinuierlichen pH-Wert-Messmethode unter verschiedenen Fütterungsbedingungen bei Milchkühen. Dabei wurde die Zeit (min/d; %/d), während welcher sich der pH-Wert unter den kritischen Bereichen  $<5,5$ ; 5,8 und 6,2 befand, für Milchkühe mit reiner Heufütterung, unter Bedingungen der Weidehaltung sowie bei 50 % Kraftfutteranteil in der Ration angegeben.

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, unterliegt der Verlauf des pH-Wertes im Vormagensystem einer bestimmten Tagesdynamik. In den vorliegenden Untersuchungen sank der pH-Wert konsequent nach jeder Fütterung ab und erreichte jeweils 2 Stunden nach der Fütterung/Futteraufnahme seinen Tiefstand. Dieses niedrigere Niveau hielt sich für ca. 2 Stunden. Auch bei NORDLUND und GARRETT (1994), bei NOCEK (1997) sowie bei SCHNEIDER et al. (2010) war der pH-Wert 2 bis 5 Stunden nach Kraftfuttergabe am tiefsten. Der kontinuierliche Verlauf des pH-Wertes kann somit als Spiegelbild der Fütterung gesehen werden. Dabei sind im Besonderen der Zeitpunkt der Futteraufnahme, die Menge des aufgenommenen Futters und dessen Zusammensetzung zu berücksichtigen. Bei zeitlich immer gleicher Fütterung/Futteraufnahme und vergleichbaren Rationsbedingungen ergibt sich immer ein sehr ähnliches Muster der täglichen pH-Wert-Verlaufskurven.

Das Niveau einer pH-Wert-Verlaufskurve gibt Aufschluss darüber, ob sich der pH-Verlauf im „physiologischen Bereich“ hält oder Grenzen unterschreitet, die eine subklinische bzw. klinische Pansenazidose erkennen lassen (siehe auch *Abbildung 4*). Nach der Definition von STONE (2004) ist der pH-Wert-Verlauf („hohes Niveau“) in *Abbildung 4* im physiologischen Bereich anzusiedeln, während sich die Kurve „tiefes Niveau“ bereits im Bereich der subklinischen Azidose (pH 5,6 – 5,2) und kurzfristig auch unter 5,2 befindet. Diese starke Ansäuerung ist Ausdruck einer intensiven, rationsbedingten Säureproduktion im Vormagensystem, wobei über die Bakterien in den Vormägen neben den erwünschten Säuren Essig- Propion- und Buttersäure, zunehmend auch unerwünschte Milchsäure produziert wird. Neben dem Niveau der pH-Verlaufskurve

ist aber auch die Zeit, innerhalb welcher sich die Mikroorganismen an bestimmte Rationsbedingungen anpassen konnten, von besonderer Bedeutung. In *Abbildung 5* werden ein kontinuierlich-langsamere pH-Abfall über 32 Tage und ein rascher pH-Wert-Abfall (innerhalb weniger Tage) gegenübergestellt. Auch HARMON et al. (1985) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass neben der kontinuierlichen Anpassung der Mikroben des Vormagensystems an sich ändernde Rationsbedingungen auch die absorptive Kapazität des Pansenepithels für flüchtige Fettsäuren kein statischer Zustand sondern in ständiger Veränderung ist. Auch hier führten Anpassungsmechanismen über den Zeitverlauf zu einer Stabilisierung des Pansenepithels, während abrupte Fütterungsänderungen zu Zellwandschädigungen führten. Das unterstreicht die Bedeutung kontinuierlicher Rationsänderungen im Zeitverlauf. Fehler in diesem Bereich können durch die kontinuierliche Messung des Pansen-pH-Wertes erkannt und dargestellt werden.

In der Gegenüberstellung von pH-Wert-Verlaufskurven bei mehrphasiger Fütterung („große Amplitude“) und TMR-Fütterung („kleine Amplitude“) in *Abbildung 6* wird die Dynamik des Vormagen-pH-Wertes in Abhängigkeit von der Fütterungstechnik dargestellt. Haben die Rinder ständig Zugang zu Futter und ist die Zusammensetzung des Futters (Rohfaser, Stärke, Zucker, Eiweiß) von ständig gleichbleibender Qualität (TMR), so kommt es nur zu geringen Schwankungen des pH-Wertes. Bei mehrphasiger Fütterung hingegen werden das Vormagensystem und damit seine Mikroben ständig mit sich ändernden und unterschiedlichen Rationskomponenten (Heu, Grassilage, Kraftfutter, Maissilage) konfrontiert, was durch die großen pH-Wert-Amplituden ausgedrückt wird. Die Säureproduktion und die Säure-Eliminationsmechanismen gleichen sich in diesem Fall im Vormagensystem nicht optimal aus, während bei kleinen pH-Wert-Amplituden von einer guten Stabilität der Mikroflora und der Absorptionskapazität gesprochen werden kann. Diese Beobachtungen wurden auch von NAGARAJA und TITGEMEYER (2007) beschrieben, die in ihren Versuchen solche wiederholten pH-Wert-Absenkungen/-schwankungen provozierten und mit Zunahme dieser pH-Wert-Veränderungen eine Instabilität der Mikroflora bemerkten. Auch eine verminderte Nährstoffausnutzung der aufgenommenen Ration konnte dabei auf die wiederholten starken pH-Schwankungen zurückgeführt werden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Nährstoffausnutzung der TMR in *Abbildung 6* („kleine pH-Amplituden“) besser ist als bei der Ration mit mehrphasiger Fütterung und „großen pH-Amplituden“. GÄBEL et al. (2002) geben an, dass sich die Absorptionskapazität der Pansenschleimhaut um das 4-fache erhöhen kann, wenn Fütterungsumstellungen bzw. Anpassungen an höhere Kraftfuttergaben langsam durchgeführt werden.

Neben der Berücksichtigung von pH-Wert-Fluktuationen sind auch einzelne, starke, jedoch kurzfristige pH-Wert-Absenkungen von großer Bedeutung für den Wiederkäuer. In *Abbildung 7* ist ein „short-term drop“ dargestellt. Bei der betreffenden Kuh konnte eine zu hohe Aufnahme von Kraftfutter nach Raub in der Kraftfutterstation bemerkt werden, was zur kurzfristigen, jedoch starken pH-Wert-Absenkung führte. CALSAMIGLIA et al. (2002) geben an, dass eine pH-Absenkung für mehr als 3 Stunden zu einer um 14 % schlechteren Rohfaserverdauung führte. Dadurch

kommt es zu einer geringeren Nährstoffausnutzung der aufgenommenen Ration, was eine geringere Leistung des Tieres und höhere Futterkosten für den Landwirt verursacht.

Auch ein unphysiologischer Anstieg des Pansen-pH-Wertes kann durch kontinuierliche pH-Messung dargestellt werden.

In *Abbildung 8* findet sich ein pH-Wert-Anstieg über 3 Tage. Die betreffende Kuh zeigte aufgrund Brunst eine herabgesetzte Futteraufnahme, was zu einer Erhöhung des Vormagen-pH-Wertes führte. Auch DOHME et al. (2008) beschreiben einen Anstieg des Pansen-pH nach restriktiver Fütterung. Dieses „off-feed Syndrome“ (Merck Veterinary Annual 2010) wurde in allen 3 beschriebenen Anwendungsbeispielen der vorliegenden Arbeit gefunden und bestätigt die direkte Beteiligung der Futteraufnahme am Zustandekommen von Dynamik und Niveau des Vormagen-pH-Wertes.

Damit die Sensoren bei lebensmittelliefernden Tieren angewendet werden können, musste die Lebensmittelsicherheit gewährleistet sein. Die verwendeten Sensoren wurden deshalb von der DLG auf ihre Sicherheit und Beständigkeit geprüft. Im DLG Prüfbericht 5973 F/2010 wird diese Sicherheit bestätigt.

Der zeitliche Verlauf des Vormagen-pH-Wertes im Tagesmittelwert aller Kühe über alle 4 Betriebe zeigte eine enge Korrelation zum Laktationstag (*Abbildung 9*). In der Woche vor der Abkalbung kam es, ausgehend von pH 6,6 zu einem Anstieg des pH-Wertes auf ein höheres Niveau (pH 6,8) für 7 Tage rund um dem Abkalbetag, was als Zeichen der herabgesetzten Futteraufnahme um den Tag der Abkalbung angesehen werden kann. LINS et al. (2003) beschreiben für diesen peripartalen Zeitraum eine Reduktion der Futteraufnahme von bis zu 30 %. 3 bis 4 Tage nach der Abkalbung folgte eine Absenkung auf das Niveau pH 6,6.

Dieses Niveau blieb bis zum Tag 20-25 bestehen, um dann um den 80. Laktationstag auf das Niveau 6,2 bzw. 6,0 abzusinken. Die Futteraufnahme steigt in dieser Periode stark an, und auch die Energiedichte der Ration wird während dieser Phase erhöht, wodurch die pH-Absenkung erklärt werden kann.

Wie in *Abbildung 10* dargestellt, gibt es auch eine enge Beziehung des durchschnittlichen Vormagen-pH-Wertes zur Tagesmilchleistung (kg FCM). Während sich der pH-Wert bei Milchleistungen bis etwa 25 kg oberhalb von 6,8 befindet, liegen die pH-Werte bei Milchleistungen von mehr als 40 kg deutlich unter pH 6,6. Die Milchleistung ist in direkter Abhängigkeit von der Futteraufnahme und wiederum in Zusammenhang mit der Energiedichte der Ration zu sehen. Gerade in den ersten 2 Monaten der Laktation kommt es zu einer starken Zunahme der Futteraufnahme bei gleichzeitiger Erhöhung der Energiedichte der Ration. Dies wiederum führt zur Verdrängung von rohfaservaltigem Grundfutter, wodurch der Abfall des pH-Wertes in diesem Stadium der Startphase der Laktation begründet liegt.

Das Sensorsystem bringt den entscheidenden Vorteil der kontinuierlichen Aufzeichnung des pH-Wertes im Zeitverlauf mit sich. Durch Funkübertragung der Messdaten wurde die Bewegungsfreiheit der Tiere in den vorliegenden Untersuchungen nicht eingeschränkt. Die Sensitivität des Sensorsystems wurde durch Validierung der Messergebnisse in einer Studie von GASTEINER et al. (2009) beschrieben.

## Schlussfolgerungen für die Praxis

Der Einsatz des beschriebenen Systems zur kontinuierlichen Messung des Vormagen-pH-Wertes kann gegenüber den bisher angewendeten Methoden als besonders innovative und verlässliche Möglichkeit zur Klärung wissenschaftlicher Fragen in Bezug auf Pansenphysiologie und Pansenpathologie angesehen werden. Auch in der Praxis kann der Sensor als Instrument zur kontinuierlichen Ermittlung des pH-Wertes im Vormagen von Rindern eingesetzt werden. Die Auswirkungen der Rationszusammensetzung und der Futteraufnahme können mit dem Vormagen-pH-Wert und dessen zeitlichem Verlauf in eine Beziehung gesetzt werden. Auch managementbedingte Faktoren wie die Art der Futterzuteilung und Fütterungsfehler, die einen direkten Einfluss auf die pH-Wert-Verlaufskurven haben, können durch den Einsatz der Sensoren sichtbar gemacht und bewertet werden. Die beschriebene Technik kann daher als Management-Tool zur Überprüfung der Fütterung und des Managements in Milchviehbetrieben, und künftig wohl auch in Rindermastbetrieben eingesetzt werden.

## Mitteilung

Für die vorliegenden Untersuchungen an pansenfistulierten Rindern liegen Tierversuchsgenehmigungen lt. TVG (1988) vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (GZ 68205/247) sowie vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung (GZ FA 8C-41A1/24-04) bzw. ein Verlängerungsantrag (GZ 68205/89-C/gd/2007) vor.

## Literatur

- ALZAHAL O., KEBREAB E., FRANCE J., FROETSCHER M., MCBRIDE BW. (2007): Rumenal temperature may aid in the detection of subacute ruminal acidosis. *J. Dairy Sci.* 91: 202–207.
- CALSAMIGLIA, S., FERRET A., and DEVANT. M. (200): Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. *J. Dairy Sci.* 85:574–579.
- COOPER, RJ., KLOPFENSTEIN TJ., STOCK RA., MILTON CT., HEROLD DW., PARROTT JC. (1999): Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *J. Anim. Sci.* 77, 1093-1099.
- DADO RG, ALLEN MS. (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.* 76: 1589–1600.
- DIRKSEN G. (1975): Eine lenkbare Sonde zur gezielten Pansensaftentnahme beim Rind. *Tierärztl Umsch* 8: 367–370.
- DIRKSEN G. (1990): Verdauungsapparat in ROSENBERGER G. (Ed.): Die klinische Untersuchung des Rindes. Parey Verlag, 3. Aufl., Berlin-Hamburg: 288–400.
- DLG (2010): Pansensaftbeständigkeit eines intraruminalen Messsystems, DLG-Prüfbericht 5973 F 10/10
- DOHME F., DEVRIES TJ., BEAUCHEMIN KA. (2008): Repeated Ruminal Acidosis Challenges in Lactating Dairy Cows at High and Low Risk for Developing Acidosis: Ruminal pH1. *J. Dairy Sci.* 91:3554–3567.
- DUFFIELD T., PLAIZIER JC., FAIRFIELD A., BAGG R., VESSIE G., DICK P., WILSON J., ARAMINI J., MCBRIDE B. (2004): Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 59–66.
- ENEMARK JMD., JORGENSEN RJ., ENEMARK ST. (2002): Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis. a review. *Veterinarja Zootechnika*, 20, 16-29.
- ENEMARK JMD., PETERS G., JORGENSEN RJ. (2003): Continuous monitoring of rumen pH – A Case Study with cattle. *J. Vet. Sci.* 62–66.
- ENEMARK JMD. (2007): The monitoring, prevention and treatment of subacute rumen acidosis (SARA): A review. *Vet. J.* 176: 32–43.
- GÄBEL G., ASCHENBACH JR., MÜLL F. (2002): Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: Implications and limitations. *Anim. Health Res. Rev.* 3:15–30
- GANTKE SM., NUSS K., KÖSTLIN R. (1998): Röntgenbefunde bei der Klauenrehe des Rindes. *Tierärztl. Praxis* 26, 239-246.
- GOZHO GN., KRAUSE DO., PLAIZIER JC. (2006). Rumen lipopolysaccharide and inflammation during grain adaptation and subacute ruminal acidosis in steers. *J. Dairy Sci.* 89, 4404–4413
- GARRETT EF, PERREIRA MN., NORDLUND KV., ARMENTANO LE., GOODGER WJ., OETZEL GR. (1999): Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1170–1178.
- GASTEINER J. (2001): Grundlagen zu den Verdauungsvorgängen beim Rind (Anatomie, Physiologie, Mikroflora). *Viehwirtschaftliche Fachtagung* 28: 69–75.
- GASTEINER J., FALLAST M., ROSENKRANZ S., HÄUSLER J., SCHNEIDER K., SCHWAB M., GUGGENBERGER T. (2008): Möglichkeiten zur Messung des pH-Wertes im Pansen. 35. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein*, 9–10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2008: 27–32.
- GASTEINER J., FALLAST M., ROSENKRANZ S., HÄUSLER J., SCHNEIDER K., GUGGENBERGER T. (2009): Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmesseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen. *Wien Tierärztl Mschrift; Vet. Med. Austria* 96: 188–194.
- HARMON DL., BRITTON RA., PRIOR RL., STOCK RA. (1985): Net portal absorption of lactate and volatile fatty acids in steers experiencing glucose-induced acidosis or fed a 70% concentrate diet ad libitum. *J. Anim. Sci.* 60:650–659.
- JOHNSON VW., SUTTON JD. (1968): The continuous recording of the pH in the bovine rumen. *Br. J. Nutr.* 22, 303-307.
- KEUNEN JE., PLAIZIER JC., KYRIAZAKIS I., DUFFIELD TF., WIDOWSKI TM, LINDINGER MI, MCBRIDE BW (2002): Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 3304–3313.
- KLEEN JL., HOOIJER GA., REHAGE J., NOORDHUIZEN JP. (2003): Subacute Ruminal Acidosis (SARA): a Review. *J. Vet. Med. A* 50: 406–414.
- KLEEN JL., HOOIJER GA., REHAGE J., NOORDHUIZEN JPT. (2004): Rumenocentesis (rumen puncture): A viable instrument in herd health diagnosis. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 111: 458-462.
- KRAUSE MK., OETZEL GR. (2006): Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Anim. Feed Sci. Tech* 126: 215.
- LINS M., GRUBER L., OBRITZHAUSER W. (2003): Literaturübersicht zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung auf Futteraufnahme, Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung und Stoffwechsel von Milchkühen. *Übersichten Tierernährung* 31:75–120
- LISCHER CJ., OSSENT P. (2001): Das Sohlengeschwür beim Rind: Eine Literaturübersicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 114; S. 13 – 21

- MOTTRAM TT., LOWE J., MCGOWAN M., PHILLIPS N. (2008): Technical Note: A wireless telemetric method of monitoring clinical acidosis in dairy cows, *Computers and electronics in Agriculture*, Volume 64, 45-48.
- MERCK VETERINARY ANNUAL (2010): PORTER R.S., KAPLAN J.S. (Eds.), Published by Merck Sharp & Dohme Corp., Whitehouse Station, N.J., U.S.A.
- NAGARAJA TG., TITGEMEYER EC, (2007): Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. *J. Dairy Sci.* 90: E17-E38.
- NOCEK JE. (1997): Bovine acidosis: implications of laminitis. *J. Dairy Sci.* 80: 1005-1028.
- NOCEK JE., ALLMAN JG., KAUTZ WP. (2002): Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 422-428.
- NORDLUND KV., GARRETT EF. (1994): Rumencentesis: A technique for the diagnosis of herd-based subacute rumen acidosis. *Bov Pract* 28: 109-112.
- NORDLUND KV. (2003): Herd-based diagnosis of subacute ruminal acidosis. *AABP Preconvention Seminar 7*, Columbus-OH.
- NORDLUND KV., GARETT EF., OETZEL GR. (1995): Herd-based rumencentesis: A clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 17, 48-56.
- OSSENT P., GREENOUGH PR., VERMUNT JJ. (1997): Laminitis. In *Lameness in cattle* (GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D.) 277-292, Saunders Company, Philadelphia.
- OWENS FN., SECRIST DS., HILL WJ., GILL DR. (1998): Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76:275.
- PENNER GB., BEAUCHEMIN KA., MUTSAVANGA T. (2007): Severity of ruminal acidosis in primiparous holstein cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 90, 365-375.
- PLAIZIER JC., KRAUSE DO., GOZHO GN., MCBRIDE BW. (2008): Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.*, 176: 21-31.
- RUSTOMO B., ALZAHAL O., CANT JP., FAN MZ., DUFFIELD TF., ODONGO NE., MCBRIDE BW. (2006): Acidogenic value of feeds II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fiber degradability and milk production in the lactating dairy cow. *Can. J. Anim. Sci.* 86: 119-126.
- SCHNEIDER K., GASTEINER J., GUGGENBERGER T., URDL M., ROSENKRANZ S., FALLAST M., STEINER S., NEIDL L.A., LINHARD N., BAUMGARTNER W. (2010): Vergleichende Untersuchungen zur Messung des pH-Wertes im Vormagensystem von Rindern; *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 123. 406-412 (2010)
- SEEMANN G., SPOHR M. (2007): Untersuchungen zur Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose und zur Zuverlässigkeit üblicher Diagnostika. *Proc. 32. Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung*, 22. Juni.2007 Tierklinik Leipzig: 16-19.
- SMITH VR. (1941): In vivo studies of hydrogen ion concentrations in the rumen of the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 24, 659-665.
- STEINGASS H., ZEBELI Q. (2008): Strukturbewertung von Rationen für Wiederkäuer. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 9.-10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2008: 19-25.
- STONE, W.C. (2004): Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 87: 13-26.
- STRABEL D., EWY A., KAUFMANN T., STEINER A., KIRCHOFER M. (2007): Rumencentese: Eine geeignete Methode zur pH-Bestimmung im Pansensaft beim Rind?, *SAT* 149: 301-306.



# Diätische Prophylaxe von Milchfieber und Ketose

Walter Peinhopf<sup>1\*</sup>

In der tierärztlichen Rinderpraxis zählen Erkrankungen rund um die Geburt zu den größten Herausforderungen, da sie trotz fachgerecht durchgeführter Therapie nicht immer den gewünschten Ausgang finden. Dies liegt wohl auch daran, dass viele dieser Krankheiten miteinander in engem Zusammenhang stehen und die Effekte von Ursache und Wirkung nicht immer klar erkennbar sind. So kann eine Ketose die Folge einer Gebärparese sein, da die Kühe im Zuge der Milchfiebererkrankung eine verminderte Futteraufnahme zeigen. Auf der anderen Seite wissen wir aber auch, dass Ketosen ante partum das Risiko einer Parese deutlich erhöhen. Ähnlich ist es bei Labmagenverlagerungen und Ketosen oder auch bei Tieren mit Schweregeburten, die dann festliegen.

Wenn wir uns neben der Akutpraxis im Rahmen von Bestandsbetreuungsbesuchen dann auch noch die Inzidenzen der subklinischen Fälle anschauen, wird deutlich, dass in manchen Betrieben mehr als 50% der Kühe an puerperalen Krankheiten leiden. Alleine bei der subklinischen Hypokalzämie werden Inzidenzen von 20 – 40% erreicht (HOUSE et al., 2001).

Um die daraus resultierenden Verluste für die Milchviehbetriebe zu minimieren, muss unser Augenmerk auf die Prophylaxe dieser Erkrankungen gelegt werden. Dabei sind die Bereiche Management, Haltung und Fütterung der einzelnen Betriebe einer genauen Prüfung zu unterziehen, um dann kurz-, mittel- und langfristige Strategien zu entwickeln.

Die Milchfieberproblematik stellt insbesondere in Gebieten mit überwiegend Grünland und Gülledüngung ein großes Problem dar, da das Futter der Kühe ante partum in diesen Regionen meist hohe Kalium- und Kalziumgehalte aufweist. Außer diesen hohen Gehalten an Kationen, gibt es aber auch noch weitere Ursachen für eine hohe Gebärpareseinzidenz. Neben niedrigen Magnesiumwerten, die für eine verminderte Kalziumresorption verantwortlich sein können, erhöht insbesondere eine Überkonditionierung ante partum das Risiko für Milchfieber um das bis zu 4-fache (OSTERGAARD et al., 2003). Erklärt werden kann diese Tatsache vor allem durch die verminderte Futter- und somit auch Mineralstoffaufnahme ante partum sowie möglicherweise durch eine verminderte Umwandlung des Vitamin D3 in seine aktive Form in Leber und Nieren fetter Tiere.

Aus diätetischer Sicht kann kurzfristig eine Kalziumsupplementierung in oraler Form rund um die Geburt vorgenommen werden. Wird zusätzlich ante partum Vitamin D3 parenteral verabreicht, so sollte die Kalziumgabe in Form von Boli, Pasten oder Drenches zumindest bis zum 3. Tag post partum fortgesetzt werden, da die Injektion von Vitamin D3 die Milchfieberproblematik um ein bis zwei Tage nach hinten verschieben kann. Eine weitere kurzfristig durchzuführende Maßnahme ist die Gabe von Propylenglykol

oder/und Glycerin in den letzten Tagen ante partum, um den Energiestoffwechsel zu unterstützen und die Tiere am Fressen zu halten.

Eine mittelfristige Strategie besteht in der getrennten Fütterung und wenn möglich auch Haltung der Kühe während der letzten 3 bis 4 Wochen vor der Geburt. Insbesondere in Laufstallbetrieben werden während dieser Zeit die Kühe häufig zu den laktierenden Tieren gesperrt, um sie am Transponder anzufüttern. Dabei ist die Ration am Futtertisch für alle Kühe die gleiche, und auch die Kraftfutterration ist meist für laktierende Kühe entsprechend mineralisiert. Können die Close up-Kühe nicht getrennt gehalten und gefüttert werden, so sollte zumindest die Grundration am Futtertisch (in vielen Fällen eine aufgewertete Mischration, AMR) nicht mineralisiert und im Transponder eine gesonderte Kraftfuttermischung für Trockensteher angeboten werden.

Lässt sich eine eigene Gruppe bilden, so kann hier im einfachsten Fall Maissilage und Heu von wenig gedüngten Flächen (niedriger Kaliumgehalt) ad libitum angeboten werden. Zusätzlich werden diese Kühe per Hand mit einer nach Bedarf mineralisierten Kraftfuttermischung versorgt. Dies hat neben der entsprechenden Milchfiebervorbeugung den Vorteil, dass diese Tiergruppe zweimal täglich bewusst beobachtet wird.

Langfristig kann die Futtermischung nur nach genauer Analyse der im Grundfutter enthaltenen Mineralstoffe eingestellt werden. Dazu wird in einigen Ländern das System der Fütterung „Saurer Salze“ eingesetzt. Dabei werden entsprechend der Menge an Kationen in der Ration Anionen (Cl und S) zugesetzt. Dadurch wird ein Harn pH-Wert von 6,2 – 6,8 erreicht, was die renale Kalziumausscheidung fördert. Der Zusatz saurer Salze vermindert jedoch in der Regel die Schmackhaftigkeit der Ration, weshalb dies in erster Linie größeren Betrieben mit eigener Close up - TMR vorbehalten ist.

Bei konventioneller Fütterung ist zu beachten, dass Magnesium in der Close up – Ration auf 0,4% eingestellt wird. Laut GOFF (2008) liegt der Schlüssel zur Milchfieberprevention beim Kalium, das rund 1,0 % sein darf, während subklinisches Milchfieber über den Chloridgehalt gesteuert werden kann, der etwa 0,5 % niedriger als Kalium sein sollte.

Eine weitere langfristige Strategie zur Milchfievermeidung ist das regelmäßige Monitoren der Körperkondition. So müssen Überkonditionierungen bereits im letzten Drittel der Laktation erkannt werden, um entsprechend rechtzeitig gegenzusteuern. Als sehr gutes Instrument dazu hat sich das regelmäßige Messen der Rückenfettdicke herausgestellt.

Ein weiteres Stoffwechselproblem unserer Milchkuhe ist die Ketose. Gerade die mittlerweile vielfach durchgeführte Bestimmung der Beta-Hydroxy-Buttersäure (BHB) aus dem

<sup>1</sup> Jöss 6a, A-8403 LEBRING

\* Anprechperson: Dr. Walter Peinhopf, E-mail-Adresse: walter.peinhopf@dr-vet.at



Blut mittels Schnelltestgeräten zeigt deutlich die Leberbelastung der Tiere im Laufe der Laktation. Insbesondere die letzten Tage ante partum sowie die ersten beiden Laktationswochen führen auf Grund einer extrem hohen negativen Energiebilanz zum Anstieg freier Fettsäuren (NEFA) im Blut. Gerade überkonditionierte Tiere ( $BCS \geq 4$ ) haben damit ein größeres Risiko, an Ketosen und Fettleber zu erkranken.

Um jedoch eine entsprechende Therapie und in der Folge auch Prophylaxe von Ketosen durchführen zu können, müssen wir die Frage nach der Ursache dieser Stoffwechselstörung beantworten. In vielen Fällen handelt es sich dabei um sekundäre Ketosen, deren primäre Ursache Klauenerkrankungen, Pansenazidosen oder eine verminderte Futteraufnahme in Folge von Infektionskrankheiten sein können.

Primäre Ketosen ergeben sich aus einer zu großen Differenz von Energieaufnahme und Energieverbrauch. Ein solches Ereignis tritt manchmal bereits in den letzten Tagen vor der Geburt auf. Die Futteraufnahme sinkt in dieser Phase teilweise unter 10 kg Trockenmasse. Optimale Haltung, eine Erhöhung der Energiedichte der Ration (energiereiches Kraftfutter) und der Einsatz glukoplastischer Substanzen (Propylenglykol, Glycerin, Propionat) bei überkonditionierten Kühen sind entscheidende Prophylaxemaßnahmen.

Da die Futteraufnahme am Tag der Geburt teilweise unter 5 kg Trockenmasse liegt und der Energiebedarf für Kalbung und beginnende Milchproduktion hoch sind, muss bereits in den letzten Tagen a.p. für eine gute Pansenfüllung gesorgt werden. Dazu sollten Grundfuttermittel mit langsam verdaulicher NDF gefüttert werden, die auf Grund einer verzögerten Pansenpassage auch bei geringer Futteraufnahme für eine gute Pansenfüllung sorgen und damit auch bei alleiniger Aufnahme von schnellverdaulichem Kraftfutter einen Puffer darstellen. In den ersten Tagen nach der Geburt können die Säuren rasch im Pansen abgebauter Kohlehydrate (v. a. Propionsäure) noch nicht schnell genug abtransportiert und über Glucose zu Lactose umgewandelt

werden. Propionsäure wird dann in der Leber metabolisiert, was zu einem Sättigungsgefühl und damit zur Verminderung der Futteraufnahme führt (Leber-Oxidationstheorie; ALLEN M.). Aus diesem Grund sollte in dieser Phase eine langsam verdauliche Kohlehydratquelle (z.B. Maisschrot grob) eingesetzt werden. In den folgenden Tagen steigt die Milchleistung deutlich rascher als die Futteraufnahme der Tiere. Um die Energiedifferenz zu kompensieren, wird Körperfett eingeschmolzen. Eine Erhöhung der Energiedichte des Futters durch vermehrte Kraftfuttergaben führt häufig zu Pansenazidosen, was stets in einer meist länger andauernden sekundären Ketose mündet. Als Faustregel kann eine tägliche Erhöhung der Kraftfuttermenge um max. 25 dag angenommen werden.

Der Beginn dieser Steigerungskurve sollte je nach Futteraufnahme und Gesundheitsstatus des Tieres zwischen dem 2. und 7. Tag p.p. liegen. Bei fetten Tieren empfiehlt es sich, Propylenglykol für zumindest 2 Wochen zu verabreichen. Dabei ist zu beachten, dass ausschließlich die stoßweise Gabe von ca. 200 – 250 ml zu einer entsprechenden Insulinwirkung führt, wodurch die Fettmobilisation eingebremst wird. Die Normwerte für BHB variieren in der Literatur. In unserer Praxis beobachten wir einen stetigen Anstieg bis zur 3. Laktationswoche, wobei wir als Grenzwerte 1,0, 1,5 und 2,0 mmol/l für die 1., 2. und 3. Woche p.p. annehmen. Tiere darunter zeigen in der Regel keinerlei Anzeichen einer klinischen oder subklinischen Ketose. Wird dieser Wert überschritten, empfehlen wir zunächst die Gabe von 250 ml Propylenglykol zweimal täglich über zumindest 3 aufeinanderfolgende Tage.

Ein mittelfristiges Prophylaxeprogramm zur Verminderung klinischer und subklinischer Ketosen beinhaltet stets Rationsberechnungen und Evaluierungen an Hand der MLP-Daten. Langfristig ist die Verbesserung der Grundfutterqualität und die damit verbundene höhere Futteraufnahme der Schlüssel zu mehr Milch bei gesünderen Kühen.

*Literatur beim Verfasser*

# Die Futtermitteluntersuchung als Basis für eine leistungsgerechte Ration

Franz Tiefenthaller<sup>1\*</sup>

## Einleitung

Die möglichst optimale Versorgung landwirtschaftlicher Nutztiere ist eine ständige Herausforderung für den Landwirt. Die tierischen Leistungen haben sich in den letzten Jahrzehnten bedingt durch Fortschritte in der Zucht, Optimierung in der Haltung und Perfektion in der Fütterung enorm gesteigert. Besonders der Fütterung kommt hohe Bedeutung zu, führen doch Fehler zu Leistungsabfall, Krankheit und hohem wirtschaftlichen Schaden.

Eine leistungsgerechte Ration für hochleistende Milchkühe stellt an den Landwirt hohe Anforderungen. Einerseits sollen alle Nährstoffansprüche erfüllt werden, andererseits darf die Wiederkäuergerechtigkeit nicht aus den Augen verloren werden. Eine Berechnung der Ration ist empfehlenswert und hilft, grobe Fehler in der Fütterung zu vermeiden. Die Basis für eine sinnvolle Rationsberechnung stellt die Futtermitteluntersuchung dar. Sie zählt zum Standardwerkzeug professioneller Milchviehhalter.

## Weender

### Futtermittelanalyse

Die in der landwirtschaftlichen Versuchsstation Weende (einem heutigen Stadtteil von Göttingen) erarbeitete Futtermittelanalyse, stellt weltweit die Standardmethode dar, mit der Futtermittel für die Nutztierfütterung untersucht werden. Wilhelm HENNEBERG (1825-1890) und Friedrich STOHMANN (1832-1897) veröffentlichten 1860 ein Methodenheft, in dem sie genaue Analysenvorschriften zur Untersuchung der einzelnen Nährstoffgruppen

vorstellten („Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer“. Heft 1, Braunschweig 1860).

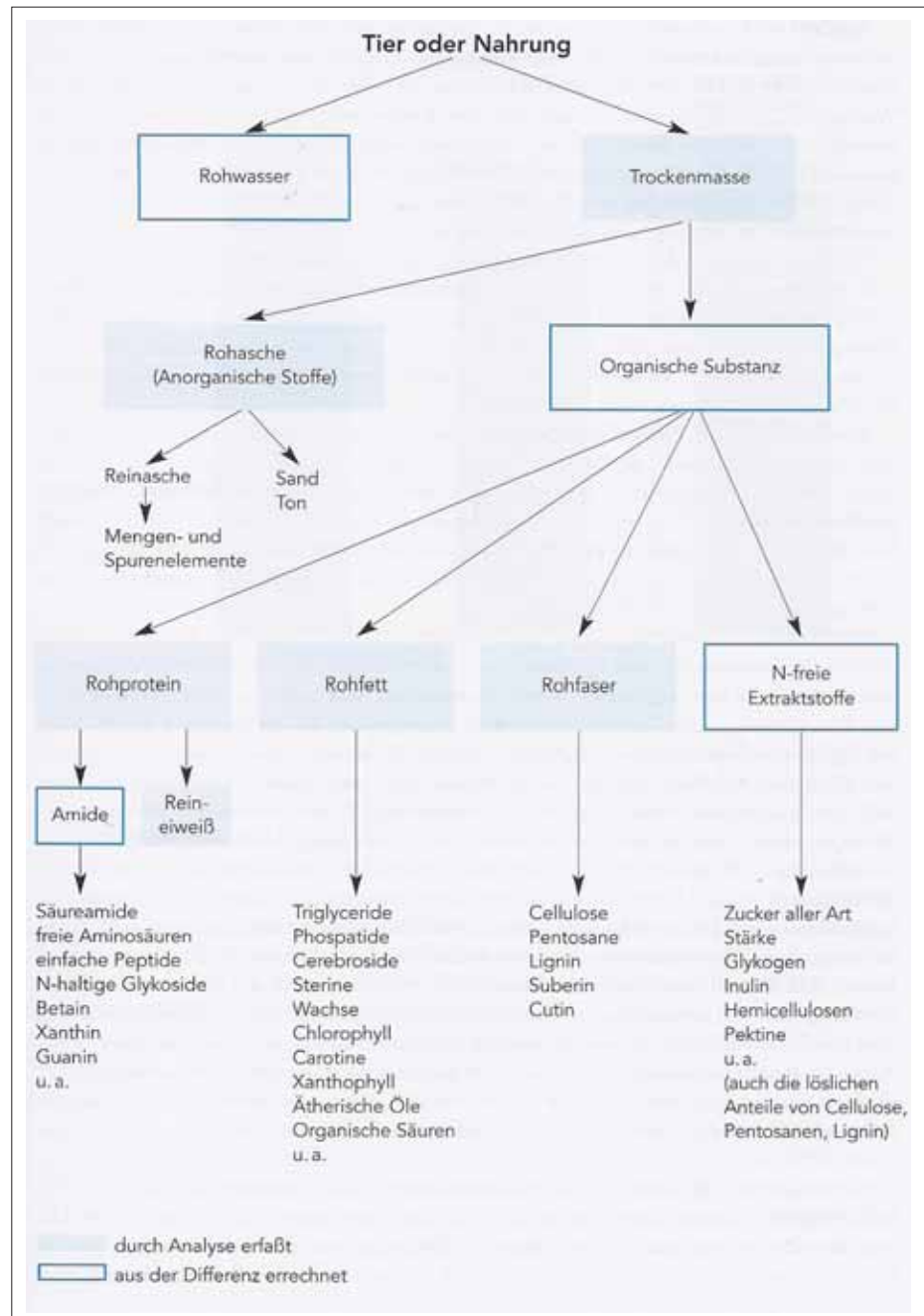


Abbildung 1: Chemische Zusammensetzung von Tier und Nahrung. Quelle: KIRCHGESSNER, M., 2008: Tierernährung, S. 23

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer OÖ, Referent Fütterung, Auf der Gugl 3, A-4021 LINZ

\* Ansprechperson: Dipl.Ing. Franz Tiefenthaller, E-mail: franz.tiefenthaller@lk-ooe.at

Unter strenger Einhaltung der genauen Vorgaben war es nun möglich, gut reproduzierbare Analysenergebnisse zu erhalten.

Analysiert werden aber Stoffgruppen, keine einzelnen chemischen Verbindungen. Dies wird auch in der Bezeichnung „Roh-“ ausgedrückt z.B. bei Rohprotein, Rohfett usw. Darüber hinaus werden nicht alle Stoffgruppen analysiert, die im Analysenbefund ausgewiesen werden. Die N-freien Extraktstoffe beispielsweise werden durch Subtraktion der Rohnährstoffe von der Trockenmasse errechnet. Ungenauigkeiten bei der Analyse der Rohnährstoffe schlagen sich daher auch auf das Ergebnis der N-freien Extraktstoffe nieder.

Eine wesentliche Erweiterung erfuhr die Weender-Analyse aber durch die verbesserte Bestimmung der Kohlenhydrate, die ursprünglich in N-freie Extraktstoffe und Rohfaser aufgeteilt war. Diese Aufteilung sollte die besser von den schlechter verdaulichen Kohlenhydraten unterscheiden. Durch Peter J. VAN SOEST, Cornell Universität, Ithaka, USA, wurde um 1970 eine genauere Beschreibung der Gerüstsubstanzen (Cellulose, Hemicellulose, Lignin) vorgenommen.

Durch die Beschreibung der Gerüstsubstanzen als sogenannte Faserfraktionen in Form von NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber) und ADL (acid detergent lignin), ist nun eine genauere Charakterisierung dieser Kohlenhydratgruppe möglich.

## Futterprobenahme

Damit durch Futtermittelanalysen aussagekräftige Werte für eine gezielte Optimierung der Rationen bei Milchvieh erreicht werden kann, muss die Grundvoraussetzung für die Laboranalyse korrekt erledigt werden: die Ziehung der Futterprobe. Für Silageproben aus Fahrtilos sollte der Einstich mittels Probenbohrer durch alle Futterschichten erfolgen. Idealerweise sollten 2-3 Einstiche vorgenommen und daraus eine Mischprobe gebildet werden. Bei Rundballensilage sollten mehrere Ballen je Aufwuchs beprobt werden, da erfahrungsgemäß zwischen den einzelnen Ballen erhebliche Unterschiede in der Futterqualität erwartet werden dürfen. Etwa 1 kg Frischmasse-Probenmaterial sollte so rasch als möglich in das Analyselabor gesendet werden. Bewährt hat sich eine Vakuumverpackung des Probenmaterials, speziell dann, wenn auch das Gär säuremuster untersucht werden soll.

Bei Heuproben sollte ebenfalls eine repräsentative Probe durch die gesamte Höhe des Heustockes pro Aufwuchs gezogen werden. Die Fütterungsberater der Landwirt-

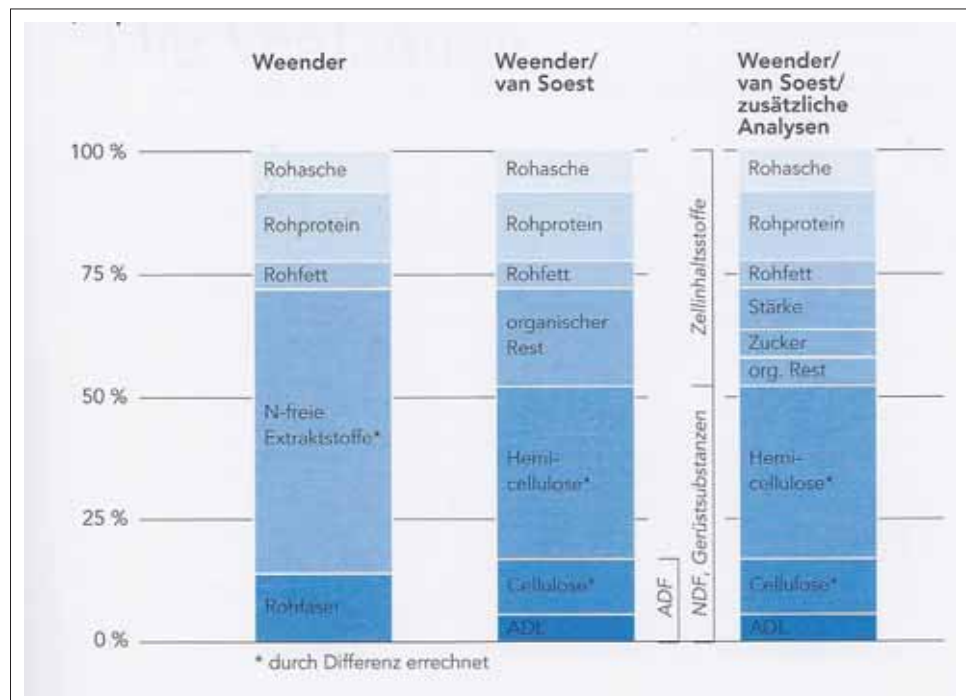


Abbildung 2: Futtermittelanalyse nach dem Weender System und modifizierten Weender System (am Beispiel Weizenkleie, Trockenmasse = 100) Quelle: KIRCHGESSNER, M., 2008: Tierernährung, S. 25

schaftskammern haben im Zuge der Heu- und Silageprojekte der vergangenen Jahre entsprechende Probenbohrer angeschafft.

Die Proben müssen mit wasserfestem Stift beschriftet und mit einem unterschriebenen Untersuchungsauftrag zur Analyse kommen. Für die Durchführung der nasschemischen Weender-Analyse werden je nach Umfang des Auftrages etwa 2 Wochen benötigt. Neuere Analysemethoden mit Hilfe der NIRS-Methodik (Nahinfrarotspektroskopie) liefern Analyseergebnisse in wesentlich kürzerer Zeit zu niedrigeren Kosten. Jedoch müssen diese Geräte laufend durch Kontrollproben, die parallel dazu nasschemisch untersucht wurden, geeicht werden, um Messungenauigkeiten korrigieren zu können.

Folgende Untersuchungen sind besonders in der Milchviehfütterung von Interesse:

### 1. Chemische Analyse der Nährstoffe

- Trockenmasse - TM**  
Bestimmung des wasserfreien Anteiles eines Futtermittels. Trocknen der Futterprobe bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank drei Stunden bei 105 °C, nach einer Vortrocknung bei 60 °C (bei Feuchtfutter z.B. Silagen).
- Rohasche - XA**  
Bestimmung der organischen und anorganischen Substanz durch Trockenveraschung des Futtermittels im Muffelofen bei maximal 600°C bis zur Gewichtskonstanz.
- Rohprotein - XP**  
Bestimmung des Stickstoffgehaltes und Rückschluss auf den Proteingehalt eines Futtermittels. Mittels der Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmung (benannt nach

dem dänischen Chemiker Johan KJELDAHL, der 1883 diese Methode entwickelte) wird der N-Gehalt ermittelt und auf den durchschnittlichen Rohproteingehalt rückgerechnet (Faktor 6,25 für Pflanzen bei durchschnittlich 16% Stickstoff). In letzter Zeit immer mehr verdrängt durch die Verbrennungsanalyse nach DUMAR.

- d) Rohfett - XL  
Bestimmung des Rohfettes, das sich in Petrolether löst. Mit dem Soxhlet-Aufsatz wird das Fett der Futterprobe durch Lösungsmittel gelöst und anschließend eingeengt (vom deutschen Chemiker Franz von SOXHLET 1881 entwickeltes Gerät).
- e) Rohfaser - XF  
Bestimmung des unverdaulichen bzw. schwer verdaulichen Anteiles eines Futtermittels. Nach Behandlung mit verdünnten Säuren (Schwefelsäure) und Laugen (Kalilauge) verbleibender Anteil „unverdaulicher“ Bestandteile eines Futtermittels, das hauptsächlich aus Cellulose besteht. Durchführung dieses Zweistufen-Aufschlusses mit der Fibertec-Apparatur.
- f) Strukturkohlenhydrate – NDF, ADF, ADL  
Bestimmung der Kohlenhydrat- Faserfraktionen durch Kochen mit neutraler bzw. saurer Detergentienlösung. Erweiterte Weender Analyse benannt nach dem amerikanischen Professor der Cornell Universität Peter J. VAN SOEST.
- g) Zucker – XZ  
Bestimmung des Zuckergehaltes nach Inversion (Methode nach LUFF und SCHOORL). Gemeinsam mit dem Stärkegehalt, speziell der unbeständigen Stärke, sind die leicht löslichen Kohlenhydrate von besonderem Interesse für die Pansengesundheit. Im englischen Sprachraum wird die Summe aus Zucker, Stärke und Pektinen als Nicht-Faser-Kohlenhydrate (NFC) in der Beurteilung von Futtermitteln genutzt ( $NFC = TM - XA - XP - XL - NDF$ ).
- h) Stärke – XS  
Bestimmung des Stärkegehaltes erfolgt polarimetrisch nach dem EWERS-Verfahren. Durch Verwendung von Faktoren kann der Anteil an beständiger Stärke ermittelt werden.  
  
Aus den chemisch analysierten Rohnährstoffen werden folgende weitere Kennzahlen zur Beschreibung eines Futtermittels für Wiederkäuer berechnet:
- i) Stickstofffreie Extraktstoffe - XX  
Rechnerische Ermittlung jenes Anteiles eines Futtermittels, der von der organischen Masse übrigbleibt, wenn alle bisher bestimmten Rohnährstoffe in Abzug gebracht werden.
- j) Nutzbares Rohprotein – nXP  
Am Dünndarm nutzbares Rohprotein, das sich aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein und dem unabgebauten Futterprotein (UDP) zusammensetzt. Da Mikrobenprotein nur gebildet werden kann, wenn ausreichend Energie für die Mikroorganismen vorhanden ist, spiegelt dieser Parameter auch indirekt die Energieversorgung wider. Je höher die Milchleistung, desto wichtiger wird der Anteil an unabgebautem Futterprotein.

- k) Ruminale Stickstoffbilanz – RNB  
Die ruminale N-Bilanz gibt an, ob in Abhängigkeit vom Protein- und Energiegehalt eines Futtermittels im Pansen eine Über- oder Unterversorgung an Stickstoff besteht.
- l) Energiegehalt – ME und NEL  
Der Energiegehalt eines Futtermittels wird als „Umsetzbare Energie“, bzw. „Nettoenergie Laktation“ angegeben. Der Wert wird aus den analysierten Rohnährstoffen unter Beachtung der jeweiligen Verdaulichkeit nach DLG-Berechnungsmethoden berechnet.

## 2. Bestimmung der Mineralstoffe

- a) Mengenelemente:  
Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na) werden so wie die Spurenelemente mit Plasmaspektroskopie (ICP-OES) in Futtermitteln ermittelt. Für die Ermittlung der Kationen-Anionen-Bilanz für trockenstehende Kühe (DCAB) ist auch Chlor (Cl) und Schwefel (S) von Bedeutung. Mengenelemente sollten bei den wichtigsten Grundfuttermitteln zumindest für die massenmäßig ausgiebigsten Schnitte (meist der 1. Schnitt) analysiert werden.
- b) Spurenelemente  
Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn), Kupfer (Cu) sollten zumindest bei einem Schnitt jährlich analysiert werden. Bei Problemen mit der Fruchtbarkeit, erhöhter Kälbersterblichkeit und Lebensschwäche sollte auch Selen (Se) bestimmt werden.

## 3. Bestimmung der Gärssäuren

Die Bestimmung der Gärssäuren erfolgt mittels Gaschromatographie. Bei Silagen sollte unbedingt die Gärqualität durch die Bestimmung der Gärssäuren überprüft werden. Aus diesen Werten können Verbesserungen für Folgeschnitte abgeleitet und Fehler in der Silagebereitung korrigiert werden.

- a) Milchsäure – MS  
Erwünschte Säure, die den Hauptanteil an der pH-Absenkung haben soll. Die Bildung erfolgt durch Milchsäurebakterien, die den Zuckergehalt der Pflanzen für ihre Vermehrung unter Luftabschluss unter Bildung von  $CO_2$  und Milchsäure nutzen.
- b) Essigsäure – ES  
In begrenztem Umfang ist Essigsäure erwünscht. Geschätzt wird ihre positive Wirkung auf die Stabilität von Silagen nach dem Öffnen. Zu hohe Gehalte senken jedoch die Futteraufnahme.
- c) Buttersäure – BS  
Unerwünschte Säure, die durch Clostridien im Futter speziell bei Verschmutzung und hohen Wassergehalten des Siliergutes gebildet wird. Idealerweise enthalten Silagen keine Buttersäure.
- d) pH-Wert  
In Abhängigkeit von der Trockenmasse, dem Zuckergehalt, der Verschmutzung und der Pufferkapazität des Siliergutes können unterschiedliche Mengen an Gärssäuren während der Silierung gebildet werden. Bestimmt wird der pH-Wert mittels pH-Meter.

## e) Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff

Ein geringer Abbau von Futterprotein durch die Mikroorganismen ist unvermeidbar, sodass Ammoniak als Stoffwechselprodukt in Silagen nachweisbar ist. Der Anteil sollte möglichst gering bleiben (unter 10% des Gesamt-N). Die Bestimmung erfolgt im Rahmen der Gärqualitätsanalyse mit einer  $\text{NH}_3$ -Elektrode.

#### 4. Mikrobiologische Beurteilung

Die Verfütterung von qualitativ hochwertigen Grund- und Kraftfuttermitteln ist Voraussetzung für gesunde, leistungsstarke Nutztiere. Darüber hinaus verbietet das europäische Gesetz über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln (VO/EG/767 vom 13.7.2009) die Verfütterung von Futtermitteln, die die Gesundheit von Lebensmitteln liefernden Tieren und Menschen gefährden könnten. Fehler bei der Silierung führen immer wieder zu mehr oder weniger stark belasteten Silagen (Schimmelbildung). Aber auch Heu oder Getreide weisen zum Teil hohe Gehalte an Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen und zum Teil Mykotoxinen auf. Die Futterkonservierung muss möglichst professionell erfolgen, um Verluste an Inhaltsstoffen zu vermeiden und die Tiergesundheit nicht zu beeinträchtigen.

#### 5. Mykotoxikologische Beurteilung

Die Beurteilung der Belastung mit Mykotoxinen beschränkt sich durchwegs auf die Haupttoxine Desoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) aus Getreide und Körnermais. Aber auch Grundfuttermittel weisen oftmals bedenkliche Gehalte an Schimmelpilzgiften auf, die nur selten untersucht werden. Die Analyse erfolgt meist mit ELISA-Bestimmung in besonderen Fällen auch mittels der genaueren HPLC-Technik. Für landwirtschaftliche Nutztiere, also auch für Rinder wurden durch die Europäische Union 2006 Empfehlungen zur Einhaltung von Mykotoxinrichtwerten herausgegeben (Empfehlung 2006/567/EG vom 17.8.2006). Die dort festgehaltenen Werte beziehen sich auf die Tagesration in kg Futtermittel mit 88% Trockenmasse. Allein- und Ergänzungsfutter dürfen folglich 5,0 mg DON und für Kälber 2,0 mg DON nicht überschreiten. Für ZON werden 0,25 mg für Allein- und Ergänzungsfuttermittel als Obergrenze angegeben. Futtermittelausgangserzeugnisse dürfen wesentlich höhere Werte aufweisen (Getreide bis 8,0 mg DON und 2,0 mg ZON, Mais bis 12,0 mg DON und 3,0 mg ZON), um verkehrsfähig zu bleiben.

Aus der Vielfalt von Daten, die durch eine Futteruntersuchung über das jeweilige Futtermittel gewonnen werden, kann eine umfassende Beurteilung des Grund- oder Kraftfutters vorgenommen werden. Auf diesen Daten aufbauend ist die Umsetzung dieser Informationen in gezielte Rationsberechnungen für einen professionellen Milchviehhalter unumgänglich.

Die Kosten der Futtermittelanalyse stehen in keinem Verhältnis zu den gewonnen Erkenntnissen für die zukünftige Futtergewinnung, Maßnahmen in der Flächenbewirtschaftung und Berechnung der bedarfsgerechten Kraftfutterergänzung.

## Tabellenanhang

### Sollbereiche für Grassilagen:

Nährstoffe, g/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Trockenmasse	TM	300 – 400	300 – 400
Rohprotein	XP	140 - 160	150 - 170
Nutzbare Rohprotein	nXP	> 130	> 130
Unabgebautes XP, %	UDP	15	15
N-Bilanz im Pansen	RNB	> 2	> 3
Rohfett	XL	30	30
Rohfaser	XF	240 – 270	230 – 260
Gerüstsubstanzen	NDF	510	520
Zellulose und Lignin	ADF	340	370
Lignin	ADL	40	50
N-freie Extraktstoffe	XX	460	450
Rohasche	XA	< 100	< 115
Verd.d.org. Masse, %	dOM	> 70	> 70
Umsetzbare Energie, MJ	ME	> 10,1	> 10,1
Nettoenergie, MJ	NEL	5,8 – 6,2	5,5 – 5,9

Mengenelemente, g/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Calcium	Ca	6,5 – 9,5	8,0 – 11,0
Phosphor	P	3,2 – 3,7	3,4 – 3,9
Magnesium	Mg	2,1 – 2,7	2,5 – 3,3
Kalium	K	< 30	< 30
Natrium	Na	> 0,30	> 0,30

Spurenelemente, mg/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Eisen	Fe	< 500	< 500
Mangan	Mg	90	100
Zink	Zn	35	40
Kupfer	Cu	8	9

Gärqualität, alle Schnitte		%	g/kg TM
Milchsäure	MS	75	> 40
Essigsäure	ES	25	< 35
Buttersäure	BS	0	< 3
Gesamtsäure	GS	100	> 50
pH-Wert	pH	TM < 20%	4,1 - 4,8
		20 – 30%	4,3 - 5,0
		30 – 45%	4,5 - 5,2
		> 45 %	4,7 - 5,4
Ammoniak-N, % von Ges-N			< 10
Dichte		-	-
Bewertung: Punkte'			100 – 71
Note		-	1 - 2

Zusatzuntersuchungen		1. Schnitt	2. u. Folgende
Zucker, g/kg TM	XZ	30 - 60	30 – 60
Carotin, mg/kg TM		> 100	> 100

*Sollbereiche für Maissilagen:*

Nährstoffe, g/kg TM		Werte
Trockenmasse	TM	280 – 350
Rohprotein	XP	> 70
Nutzbares Rohprotein	nXP	> 130
Unabgebautes XP, %	UDP	25
N-Bilanz im Pansen	RNB	-7 bis -10
Rohfett	XL	30
Rohfaser	XF	190 – 210
Gerüstsubstanzen	NDF	450
Zellulose und Lignin	ADF	230
Lignin	ADL	25
N-freie Extraktstoffe	XX	650
Rohasche	XA	< 40
Verd.d.org. Masse, %	dOM	> 70
Umsetzbare Energie, MJ	ME	> 10,5
Nettoenergie, MJ	NEL	6,4 – 6,6

Mengenelemente, g/kg TM		Werte
Calcium	Ca	1,9 – 2,5
Phosphor	P	1,8 – 2,4
Magnesium	Mg	1,2 – 1,6
Kalium	K	< 14
Natrium	Na	> 0,03

Spurenelemente, mg/kg TM		Werte
Eisen	Fe	200
Mangan	Mg	28
Zink	Zn	25
Kupfer	Cu	4

Gärqualität	%	g/kg TM
Milchsäure	MS	75 > 40
Essigsäure	ES	25 < 35
Buttersäure	BS	0 < 3
Gesamtsäure	GS	100 > 50
		TM < 20%
		4,1 - 4,8
pH-Wert	pH	20 – 30%
		4,3 - 5,0
		30 – 45%
		4,5 - 5,2
		> 45 %
		4,7 - 5,4
Ammoniak-N, % von Ges-N		< 10
Dichte	-	-
Bewertung: Punkte'		100 – 71
Note	-	1 - 2

Zusatzuntersuchungen		Werte
Stärke, g/kg TM	XS	270
Zucker, g/kg TM	XZ	10

*Sollbereiche für Heu:*

Nährstoffe, g/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Trockenmasse	TM	> 870	> 870
Rohprotein	XP	110 - 130	120 - 140
Nutzbares Rohprotein	nXP	> 115	> 120
Unabgebautes XP, %	UDP	25	20
N-Bilanz im Pansen	RNB	< 0	> 0
Rohfett	XL	20	25
Rohfaser	XF	270 – 290	250 – 270
Gerüstsubstanzen	NDF	600	570
Zellulose und Lignin	ADF	350	330
Lignin	ADL	50	60
N-freie Extraktstoffe	XX	480	470
Rohasche	XA	< 90	< 100
Verd.d.org. Masse, %	dOM	> 60	> 60
Umsetzbare Energie, MJ	ME	> 9,0	> 9,0
Nettoenergie, MJ	NEL	5,4 – 5,7	5,3 – 5,6

Mengenelemente, g/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Calcium	Ca	5,0 – 8,0	6,5 – 10,0
Phosphor	P	2,5 – 3,2	2,9 – 3,6
Magnesium	Mg	1,8 – 2,5	2,2 – 3,3
Kalium	K	< 25	< 25
Natrium	Na	> 0,20	> 0,20

Spurenelemente, mg/kg TM		1. Schnitt	2. u. Folgende
Eisen	Fe	< 500	< 500
Mangan	Mg	90	100
Zink	Zn	30	35
Kupfer	Cu	6	7

Zusatzuntersuchungen		1. Schnitt	2. u. Folgende
Zucker, g/kg TM	XZ	< 100	< 100
Carotin, mg/kg TM		> 20	> 20

*Richtwerte für Keimgehalte in Futtermitteln:**Grundfutter*

Mikro-organismen	Raufutter	Mais- und Mais- kornsilagen	Grassilagen
	KBE/g	KBE/g	KBE/g
Bakterien	-	-	-
Schimmelpilze	< 100.000	< 10.000	< 10.000
Hefen	< 10.000	< 1.000.000	< 100.000

*Kraftfutter*

Qualitätsstufen	gut	vermindert	verdorben
Bakterien	< 5 Mio	5 – 12 Mio	> 12 Mio
Schimmelpilze	< 50.000	50.000 – 200.000	> 200.000
Hefen	< 50.000	50.000 – 200.000	> 200.000

KBE = koloniebildende Einheiten pro Gramm Futter

**Literaturverzeichnis:**

- FUTTERMITTELLABOR ROSENAU: homepage: [www.futtermittellabor.at](http://www.futtermittellabor.at), Proben, Befundung, Auswertung. 2012
- KIRCHGESSNER, M., ROTH, F., SCHWARZ, F., STANGL, G., 2008: Tierernährung, 12. neu überarbeitete Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 22-26.

*Richtwerte für Mykotoxine gemäß Empfehlung 2006/567/EG für Desoxivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) bezogen auf Allein-futtermittel mit 88% Trockenmasse:*

Futtermittel und Tierart	DON	ZON
Futtermittel- ausgangs- erzeugnisse	8,0	2,0
• Mais und Maiserzeugnisse	12,0	3,0
Allein- und Ergänzungs- futtermittel	5,0	
• alle Tierarten		
• für Kälber, Lämmer und Jungziegen	2,0	
• für Schweine	0,9	
• für Zuchtsauen und Mastschweine		0,25
• für Kälber, Milchkühe, Schafe und Ziegen		0,5
• für Ferkel		0,1

SPIEKERS, H. und POTTHAST, V., 2004: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlags-GmbH, 32-40.

ULBRICH, M., HOFFMANN, M., DROCHNER, W., 2004: Fütterung und Tiergesundheit. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 259.

WIKIPEDIA-Homepage: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de): Futtermittelanalytik