

# Tagungsbericht 2011



## 11. SYMPOSIUM

# »Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen«

31.03.2011 · Neuruppin



## Moderation

### Dr. Olaf Steinhöfel

Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie, Köllitsch



# Impressionen



## Grußwort von Reinhard Göhler, Leiter des RegionalCenter Nordwest-Brandenburg der ZAB



Sehr geehrter Herr Dr. Pieper,  
Sehr geehrte Bundestagsabgeordnete Frau Dr. Tackmann,  
Sehr geehrte Damen und Herren!

Im Namen des Geschäftsführers der Zukunftsagentur Brandenburg, Herrn Dr. Kamradt, möchte ich sie recht herzlich zum 11. Symposium mit dem Thema »Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen« der Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH begrüßen. Dr. Kamradt wäre sehr gern persönlich der Einladung gefolgt, längerfristig vereinbarte Termine ließen seine Teilnahme leider nicht zu.

Die Verknüpfung von gewerblicher Wirtschaft mit der Landwirtschaft wird durch die Dr. Pieper GmbH gelebt und tangiert die Tätigkeitsschwerpunkte der Zukunftsagentur Brandenburg. Die Zukunftsagentur Brandenburg ist die Wirtschaftsfördergesellschaft des Landes Brandenburg und die zentrale Anlaufstelle für Investoren ansässiger Unternehmen sowie technologieorientierte Existenzgründungen. Zum Leistungsprofil gehören sowohl Wirtschafts-, Innovations-, Technologie- und Außenwirtschaftsförderung als auch Energieberatung sowie die Betreuung von Technologietransfer und Firmennetzwerken.

Durch den Gründer des Unternehmens, Herrn Dr. Pieper, wurde seit 1992 konsequent die Entwicklung von neuen Produkten und Verfahren umgesetzt. Der wirtschaftliche Erfolg des Unternehmens bestätigt diesen eingeschlagenen Weg. Vielen Dank und viel Erfolg weiterhin. Erfolgsfaktoren sind zum einen motivierte, engagierte Mitarbeiter und zum anderen die enge Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von wissenschaftlichen Einrichtungen. Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist auch die Zukunftsagentur Brandenburg als Projektträger verschiedener Technologieförderprogramme des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes. Wir konnten mehrere Entwicklungsvorhaben der Dr. Pieper GmbH durch Zuwendungen des Landes als anteilige Finanzierung unterstützen. Dazu zählen unter anderem die Entwicklung von neuen Produkten und Verfahren zur Sicherung der aeroben Stabi-

lilität von Silagen, die Entwicklung von durchsatzorientierten Dosiergeräten, Untersuchungen zu neuen Einsatzmöglichkeiten von BIO-SIL® für die Silagebereitung und in der Fütterung von Monogastern. Das war das letzte Projekt von 2007 bis 2009.

Wenn man mal über Zahlen reden darf, ist jedem bekannt, dass Forschung und Entwicklung viel Geld kosten. Das muss eigentlich in der Kasse sein, wenn man ein Projekt plant, das ist die eine Seite. Wenn das Projekt beendet wird, war es jedoch meistens teurer. Das letztgenannte hatte ein Projektvolumen von 520 000 Euro. Da es eine sehr hohe Innovationsfähigkeit hatte, wurde es mit 63 % gefördert. Summa summarum 312 000 Euro kamen aus dem Land Brandenburg, des Bundes und der EU. Insgesamt, hat mir Dr. Pieper verraten, betrug die Objektkosten über 600 000 Euro.

Was mir Dr. Pieper auch verraten hat, ist, dass heute erstmalig in der Öffentlichkeit neueste Ergebnisse vorgestellt werden, die sie nicht enttäuschen werden. Zielstellung der Forschungs- und Entwicklungsleistungen der Dr. Pieper GmbH ist dabei ausschließlich die Leistungserhöhung sowie die Verbesserung und Sicherung der Tiergesundheit. Dies hat für sie als Landwirte, für ihre Betriebe wirtschaftlich einen sehr hohen Stellenwert.

Sehr geehrte Damen und Herren, es wird heute sehr viel von Innovation gesprochen. Die meisten Unternehmen wissen jedoch nicht ganz genau, wo sie stehen, welche Stärken und welche Schwächen sie haben. Aber genau das ist notwendig, um im Wettbewerb den aktuellen Anforderungen Rechnung zu tragen. Im Rahmen eines EU-Projektes, das von der Zukunftsagentur Brandenburg 2 Jahre betreut wurde, es wird jetzt im März beendet, erfolgte ein internationaler Unternehmensvergleich zur Bewertung von verschiedenen Innovationsprozessen in kleinen und mittleren Unternehmen. Insgesamt wurden mehr als 800 Unternehmen aus 9 verschiedenen Regionen der Länder Italien, Österreich, Polen, Ungarn, Slowenien und natürlich Deutschland befragt. Die Dr. Pieper GmbH war im Bereich Kunden und Wettbewerber, Kundenbeziehung sowie Einbeziehung in Entwicklungsprozesse unter den Top 50 im genannten Benchmarking und unter den Top 5 in Brandenburg. Im Bereich Mitarbeiterbeziehung in Entwicklungsprozesse, Belohnungssysteme für innovative Ideen unter den Top 100 und unter den Top 20 in Brandenburg. Dafür vielen Dank und hohe Anerkennung an sie, Dr. Pieper, und ihre 15 Mitarbeiter. Vielen Dank und hohe Anerkennung auch für die Vorbereitung des bereits 11. Symposiums an sie und ihre Mitarbeiter. Es ist ihnen wieder gelungen, Referenten mit äußerst interessanten Themen zu gewinnen. Ich wünsche ihnen viel Erfolg für das 11. Symposium und ihnen, liebes Fachpublikum, interessante Gespräche.

Vielen Dank!

**Reinhard Göhler**

## **Siliermitteleinsatz für Biogassilagen und neue technische Möglichkeiten in der Grünfütterernte**

11

Dr. Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,  
Abteilung Pflanzenbau/Pflanzenschutz/Umwelt

*Use of silage additives for biogas-production and new technical possibilities in green fodder harvest*

---

*Conservateur de fourrage pour les ensilages des stations de méthanisations et des nouvelles méthodes pour les ensilages classiques.*

---

*Использование силосующих добавок в силосе при производстве биогаза и новые технические возможности заготовки зеленых кормов*

---

## **Pansenalkalose, Pansenazidose, Pansenfermentationsstörungen – grundlegende Tiergesundheitsprobleme in der Milchkuhhaltung**

31

Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel,  
Klinik für Klautiere der Freien Universität Berlin

*Rumen alkalosis, rumen acidosis, rumen fermentation disorder – fundamental health problems in dairy cows breeding*

---

*Alcalose du rumen, Acidose du rumen, troubles de la fermentation dans le rumen – base des problèmes en santé animal chez les vaches laitières*

---

*Алкалоз рубца, ацидоз рубца, нарушения ферментации в рубце – основные проблемы со здоровьем животных в молочном скотоводстве*

---

## **Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe**

105

Prof. Dr. Manfred Hoffmann,  
Sächsischer Landeskontrollverband e.V., Lichtenwalde

*Possibilities and limits of evaluating the structural effectiveness of diets for dairy cows*

---

*Possibilités et limites de l'évaluation de l'efficacité de la structure des rations pour vaches laitières*

---

*Возможности и пределы оценки структурной действенности рационов для дойных коров*

---

## **Zusammenhang zwischen dem Zuchtwert für Milchleistung und der Tiergesundheit in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb.**

127

Dr. Laura Pieper | Prof. Dr. Rudolf Staufienbiel,  
Klinik für Klautiere der Freien Universität Berlin

*Association between breeding value and animal health and clinical laboratory parameters in an organic dairy operation*

---

*Relation entre l'index du lait de la génétique et la santé animale dans une exploitation laitière biologique.*

---

*Взаимосвязь между показателем племенной ценности по молочной продуктивности и здоровьем животных в экологическом молочном хозяйстве.*

---

## **Erste Untersuchungen zur Kälberaufzucht unter NOP-Bedingungen**

147

Holk Bellin<sup>1</sup> | Jeannette Schulz<sup>2</sup> | Prof. Dr. Norbert Kanswohl<sup>1</sup>  
Dr. Peter Sanftleben<sup>3</sup> | Dr. Bernd Pieper<sup>4</sup>

- 1 Fakultät für Agrar- und Umweltwissenschaften,  
Professur für Agrartechnologie und Verfahrenstechnik, Universität Rostock
- 2 Dabergotzer AGRAR GmbH
- 3 Institut für Tierproduktion, Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf
- 4 Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

### ***Initial studies on calve breeding under the conditions of National Organic Program***

---

### ***Les premières études sur l'élevage des veaux dans les conditions NOP***

---

### ***Первые исследования по выращиванию телят по нормам национальной эко-программы США (National Organic Program /NOP)***

---

## **Pansengeschützte Fette in der Milchkuhfütterung**

175

Dr. Roland Adelman,  
Berg + Schmidt (GmbH & Co.) KG, Hamburg

### ***Rumen protected fats for the feeding of dairy cows***

---

### ***Graisses protégées du rumen dans l'alimentation des vaches laitières***

---

### ***Нерасщепляемые в рубце жиры в кормлении дойных коров***

---

## **Untersuchungen zum Einsatz unterschiedlich behandelter Silagen bei Kühen mit hohen Leistungen** **195**

Roland Söffing<sup>1</sup> | Dr. Bernd Pieper<sup>2</sup>

Dr. Sandra Hoedtke<sup>1</sup> | Prof. Dr. Annette Zeyner<sup>1</sup>

- 1 Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock
- 2 Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

***Investigation of using different treated silages for feeding cows with high performances***

---

***Enquête sur l'utilisation de différents conservateurs sur les ensilages chez les vaches à haute production laitière.***

---

***Роланд Сёффинг, Бернд Пипер, Сандра Хёдтке и Аннетте Цайнер***

---

## **Neue Erkenntnisse zur Silierung schwer vergärbbarer Futterpflanzen – Einflüsse auf Futterwert, Gärqualität sowie den Gehalt an biogenen Aminen und Clostridien** **209**

Dr. Bernd Pieper<sup>1</sup> | Dr. Ulrich Korn<sup>1</sup> | Dr. Robert Pieper<sup>2</sup>

- 1 Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow
- 2 Institut für Tierernährung, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

***Topical results of ensiling difficult to ensile forages - effects on nutritive value, fermentation quality and the content of biogenic amines and clostridia***

---

***Nouvelles connaissances sur les ensilages des cultures fourragères difficilement fermentescibles – Effets sur la qualité nutritive, la qualité de fermentation, le contenu en Amines biogènes et les clostridium.***

---

***Новый опыт по силосованию трудно сбраживаемых кормовых растений – влияние на кормовую ценность, качество брожения, а также на содержание биогенных аминов и клостридий.***

---

# Siliermitteleinsatz für Biogassilagen und neue technische Möglichkeiten in der Grünfütterernte



## Dr. Johannes Thaysen

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,  
Abteilung Pflanzenbau/Pflanzenschutz/Umwelt

## Zusammenfassung

Futter für Nutztiere und Substrat für die Biogaserzeugung zu konservieren heißt in erster Linie, Menge und Qualität der geernteten oder zugekauften Biomasse soweit wie möglich zu bewahren. »Mehr Netto vom Brutto«, das muss das Ziel sein. Es geht darum, den Futter- bzw. Substratwert des Ausgangsmaterials möglichst vollständig zu erhalten, stabile, schmackhafte und hygienisch einwandfreie Silagen zu erzeugen, welche entweder von Wiederkäuern und Pferden gerne aufgenommen werden und somit einen wesentlichen Beitrag zur Deckung ihres Energie- und Nährstoffbedarfes sowie zur artgerechten Ernährung leisten oder eine vergleichsweise hohe Gasausbeute in der Fermentation liefern.

Mit einer sachgerechten Futterkonservierung wird ganz wesentlich zur Ressourceneffizienz von Biomasse beigetragen und das unabhängig davon, ob der konservierte Pflanzenaufwuchs später der Nutztierfütterung oder der Bioenergieerzeugung dient.

Am Beispiel der Maissilagebereitung ist die Ertrags- und TM-Gehaltserfassung via NIRS eine ökonomisch interessante Technik, die Verluste zu senken und die Silagequalität zu optimieren. Gleiches gilt für neue Logistikkösungen im Transport, in der Verteil- und Walztechnik. Mögliche Effekte von Silierzusätzen bei Biogassilagen müssen in einer Gesamtbewertung aller Produktionsschritte betrachtet werden.

### **Folgende Effekte werden in einer Gesamtbilanzierung herangezogen:**

1. Verlustreduzierung (weniger Substrat geht durch Fehlgärungen verloren)
2. Verhinderung der Nacherwärmung (weniger Substrat geht bei der Entnahme verloren)
3. Fermenterstoffwechsel
4. Fermenterdynamik (schnellere Methanbildung und daher höhere Raumbelastung)

Die DLG erarbeitet z.Z. ein Prüfsystem für diese Faktoren. Sobald positive Ergebnisse vorliegen, können abgesicherte Beratungsempfehlungen zum Einsatz von Silierzusätzen für Biogassilagen gegeben werden.

## Summary

### **Use of silage additives for biogas-production and new technical possibilities in green fodder harvest**

Forage production for animals and as a substrate for biogas means primarily to preserve the quantity and value of the harvested or purchased material. 'More net from gros' must be the goal. To produce stable and palatable qualities of silages with a high hygienic standard in order of a high intake or a high output in biogas production is a sustainable contribution to an economic agriculture.

Modern techniques such as yield measurement and DM- sensors, improved harvest- and density techniques are capable to reduce losses and enhance the quality of silage, f.e. maize silage. **The possible effects of additives designed for biogas silages must contribute to following effects:**

1. Reduction of losses
2. Prevention of aerobic instability
3. Digestion in bioreactor
4. Dynamic within the bioreactor

The German Agricultural Society (DLG) is scheduling a scheme for additives proposed for utilization in the biogas process. So far results are being published they should be used for a profound reason of the use of additives in practice.

## Résumé

### **Conservateur de fourrage pour les ensilages des stations de méthanisations et des nouvelles méthodes pour les ensilages classiques.**

En premier lieu, la conservation des fourrages pour le bétail et des substrats pour la production de Biogaz, signifie préserver la quantité et la qualité des récoltes ou de la biomasse achetée autant que possible. «Plus de net dans le Brut», doit être l'objectif. Il s'agit de préserver une valeur nutritionnelle des fourrages ou des substrats de départ, stable, une appétence et une hygiène pour un ensilage irréprochable. De telle sorte qu'il sera bien ingéré par les ruminants ou les chevaux et ainsi contribuera à la satisfaction des besoins en énergie et en éléments nutritifs des deux espèces, ou à un rendement élevé en gaz lors de la fermentation. Une bonne conservation des aliments contribuera considérablement à l'efficience

des ressources de la Biomasse et cela, indépendamment du fait que les plantes conservés seront utilisés pour l'alimentation du bétail ou pour la production de Bioénergie.

Les nouvelles méthodes de NIRA pour le calcul des rendements et des taux de matières sèches sont une technique économiquement intéressante pour réduire les pertes et optimiser la qualité de l'ensilage. La même chose s'applique pour les nouvelles solutions dans le transport logistique, dans l'étalage et la technologie du laminage.

**Les effets possibles des conservateurs d'ensilage sur l'ensilage de biogaz doivent être intégrés dans une analyse globale de toutes les étapes de production.**

**Les effets suivants sont pris en compte dans un bilan d'ensemble:**

1. Réduction des pertes (moins de perte dues à des mauvaises fermentations)
2. Empêcher le réchauffement (en front d'attaque du silo)
3. Le métabolisme fermenteur
4. Dynamique du fermenteur (production plus rapide de méthane et en conséquent un chargement plus élevé)

Des recherches par la DLG sont en cours pour un système de vérification de ces critères. Dès que des résultats seront obtenus, des recommandations sécurisées pourront être données lors d'une utilisation d'additifs d'ensilage pour Biogaz.

## **Аннотация**

**Использование силосующих добавок в силосе при производстве биогаза и новые технические возможности заготовки зеленых кормов**

Консервирование кормов для животных и субстрата для производства биогаза означает в первую очередь максимально сохранить количество и качество убранной с поля или купленной биомассы. «Больше нетто из брутто» - таков должен быть девиз. Речь идет о том, чтобы по возможности полностью сохранить ценность корма и/или субстрата, произвести стабильный, вкусный и гигиенически безупречный силос. Такой, который либо хорошо поедается жвачными и лошадьми, внося существенный вклад в покрытие потребности в энергии и питательных веществах и в соответствующее физиологии кормление, либо дает сравнительно высокий выход газа при ферментации.

Профессиональное консервирование кормов вносит существенный вклад в эффективность использования ресурса биомассы, независимо от того, направляются ли законсервированные растения затем на кормление животным или же на производство биогаза. На примере приготовления кукурузного силоса в работе представлена экономически интересная технология определения урожая и

содержания сухого вещества с помощью коротковолновой инфракрасной спектроскопии (Near-infrared spectroscopy (NIRS)), которая позволяет снизить потери и оптимизировать качество силоса. Теми же преимуществами обладают и новые решения в области транспортной логистики, техники для распределения и укатывания.

Возможные эффекты от применения силосующих добавок в силосах для производства биогаза должны рассматриваться в составе общей оценки всех производственных этапов. **При подведении общего баланса учитываются следующие моменты:**

1. Сокращение потерь (меньше субстрата теряется из-за неправильного брожения)
2. Предотвращение самосогревания (меньше субстрата теряется при заборе силоса)
3. Обмен веществ в ферментере
4. Динамика ферментера (более быстрое образование метана и, соответственно, более высокая пространственная нагрузка)

В настоящее время Немецкое сельскохозяйственное общества (DLG) разрабатывает системы оценки этих факторов. Как только будут получены положительные результаты, можно будет давать обоснованные консультации по использованию силосующих добавок в силосах для производства биогаза.

## 1. Ziel der Biogassubstratproduktion

Biogas kann aus sämtlichen organischen Materialien erzeugt werden. Neben Silomais haben, mit abnehmender Bedeutung, Gras, GPS, Zwischenfrüchte, Zucker- und Futterrüben die größten Anteile in der Einspeisung. Allgemeines Ziel muss es sein, ein Substrat zu erzeugen, das eine hohe Gasausbeute ermöglicht.

Der Gebrauchswert einer Silage für die Biogaserzeugung setzt sich aus einer Summe von Eigenschaften zusammen, die sich mit verschiedenen Kenngrößen charakterisieren lassen (s. Tab. 1). Wichtigstes Kriterium ist der TM-Gehalt bzw. der organische Anteil an der TM (oTM-Gehalt = TM-Gehalt abzüglich Rohaschegehalt). Da unter der TM-Grenze von 30 % sich Gärtsaft bilden kann, der aufgrund seines leichtlöslichen Kohlenhydratanteils eine große Verlustquelle darstellt, muss deren Bildung durch eine genügende Abreife (bzw. Kolbenanteil) beim Mais oder GPS sowie bei Gras durch den Anwelkgrad gesichert werden. Wenn dennoch Gärtsaft fließt, muss dieser entweder gebunden oder aufgefangen und der Anlage zugeführt werden.

Tab. 1 Zielwerte der Silagequalität für die Biogasproduktion

<b>Kenngroesse</b>	<b>Einheit</b>	<b>Zielwert</b>
Organische Trockenmasse	% TM	> 90
Sandgehalt	% TM	< 2
Abbaubarkeit der OM	% TM	> 75
pH Wert	bei TM von 30 - 40 %	4,2 - 4,6
Ammoniak-N	% NH <sub>3</sub> -N	< 10
Essigsäure	% TM	höhere Gehalte unkritisch
Buttersäure	% TM	< 0,3
Aerobe Stabilität	Tage	> 3

Alle anorganischen Anteile, insbesondere der Sand/Erdanteil, müssen so gering wie möglich gehalten werden, denn aus ihnen kann, mit Ausnahme der essentiellen Mineralstoffe und Spurenelemente, kein Gas gebildet werden. Letztere sind dennoch erforderlich, da sie die Mikroorganismen bei der Gasbildung unterstützen. Analog zur Tierfütterung entscheidet die Verdaulichkeit (hier die Abbaubarkeit) der organischen Masse (OM) über die Methanausbeute. Da die Ligninverbindungen weitestgehend unverdaulich sind, kann eine hohe Gasausbeute auch nur aus rechtzeitig geschnittenem Material mit einer hohen Verdaulichkeit realisiert werden. Bei stärkehaltigen Silagen ist hier der Korn- bzw. Kolbenanteil maßgebend.

Hinsichtlich der Säuerung als Folge des Silierprozesses ist eine milchsäurebetonte (mit der Folge eines in Abhängigkeit vom TM-Gehalt niedrigen pH-Wertes) Gärung mit niedrigen Gärverlusten anzustreben. Im Gegensatz zur Rinderfütterung spielt die Essigsäure für die Methanausbeute eine Sonderrolle: Ihr Anteil kann durchaus höher sein als es für die Tierfütterung gefordert wird. Hintergrund ist die zentrale Rolle der Essigsäure im Abbauprozess der OM bis zur Methanbildung. Kann dieses, z.B. durch den Einsatz entsprechender Silierzusätze erreicht werden, so werden auch gleichzeitig die für die Entnahmegüte der Silage so entscheidende aerobe Stabilität sowie die hygienische Qualität (Schimmelfreiheit, Nachwärmung) optimiert. Demgegenüber können die Gärverluste bei einer verstärkten Essigsäurebildung höher liegen.

Als Substrat für Biogasanlagen werden überwiegend Maissilage (rund 80 %) und Grassilage (rund 15 %) sowie GPS (rund 5 %) eingesetzt.

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass eine intensive Zerkleinerung von Silagen bei sonst gleichen Fermentationsbedingungen höhere Gasausbeuten bringen kann. Bei ge-

ringeren Häcksellängen besteht aber insbesondere bei TM-Gehalten < 30 % das erhöhte Risiko der Gärstoffbildung, bei höheren TM-Gehalten verringert sich die Verdichtbarkeit des Materials mit der möglichen Folge eines erhöhten Instabilitätsrisikos. Diese Anforderungen sind bei der Festlegung der Häcksellänge zu berücksichtigen. Tabelle 2 enthält Empfehlungen zum TM-Gehalt und zur Häcksellänge bei Mais-, Gras- und GPS-Silierung bei verschiedenen Stapelhöhen.

*Tab. 2 Optimale TM-Gehalte und theoretische Häcksellängen (mm) bei Silomais, Gras und GPS für Biogas bei unterschiedlichen Stapelhöhen*

<b>Stapelhöhe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Silomais</b>	<b>Gras</b>	<b>GPS</b>
bis 3 m	% TM	ab 30	ab 30	ab 35 - 40
	mm	9	80	6
3-6 m	% TM	30 - 35	30 - 35	40 - 45
	mm	7 - 5	40	5
> 6 bis 10 m	% TM	bis 37	bis 40	bis 45
	mm	4	20	4

## 2. Verlustarmes Silieren für eine hohe Biogausbeute

Das Ziel einer kostengünstigen und verlustarmen Silagebereitung und -lagerung bis hin zur Einspeisung muss es sein, abraumfreies Futter mit hohem Energiewert und bester Gärqualität ohne Nacherwärmung und Verschimmelung zu produzieren. Silagen mit schlechten Gärqualitätsnoten geben weniger Gas und gefährden durch ihren Besatz an Schadmikroben (Clostridien, Listerien, Hefen und Schimmelpilze) die Kontinuität der Gasbildung bzw. -nutzung. Entscheidend ist eine Gewährleistung der Qualität vom Feld bis zur Einspeisung in die Anlage. Um höchste Qualität zu sichern, sind hochwertige Pflanzenbestände, ihre Ernte im optimalen Entwicklungszustand, eine sachgerechte Konservierung und ein Silomanagement nach guter fachlicher Praxis erforderlich. Im Konservierungsprozess spielt ein schnellstmöglicher und nachhaltiger Luftabschluss eine zentrale Rolle, da eine Milchsäuregärung erst unter anaeroben Bedingungen stattfindet. An diese Bedingungen sind verfahrenstechnische Anforderungen im Ernte- und Konservierungsprozess geknüpft, die im Folgenden erläutert werden.

### Verluste kennen und vermeiden

Silieren bedeutet das Umsetzen von pflanzeigenen Zuckern in konservierende Säure unter Luftabschluss. Dieser Prozess ist mit unvermeidbaren Verlusten an Trockenmasse und Ener-

gie verbunden. Kommt noch eine Feldphase wie zum Beispiel beim Anwelken von Gras dazu, entstehen weitere Atmungs- und Bröckelverluste. Bei optimaler Durchführung des Silierverfahrens in der Grasernte, d.h. bei einer Feldliegezeit incl. Silobefülldauer von durchschnittlich 24 Stunden und bei sorgfältiger Abdeckung des Futterstapels nach der Befüllung, ist der durch die Silierung bedingte Rückgang des Futterwertes gegenüber dem Grünfutter mit ca. 0,2 (0,1-0,3) MJ NEL/kg TM relativ gering. Bei verlängerter Feldliegezeit und/oder verzögerter Silobefüllung und -zudeckung und dadurch bedingter Bildung von Buttersäure kann der Futterwert aber sehr schnell um 0,5-0,6 MJ NEL/kg TM zurückgehen.

Wird die Gärstoffbildungsgrenze von 30 % TM unterschritten, so entstehen weitere Verlustquellen durch Gärstoffbildung in Abhängigkeit von der Häcksellänge bzw. Stapelhöhe des Silos. In Abhängigkeit vom Gärungstyp und der Lagerdauer sowie von der Entnahmetechnik, -frequenz und vom Ausmaß unerwünschter Nacherwärmungsprozesse kommen weitere Verlustquellen dazu. Diese Verschlechterung des Futterwertes infolge mangelhafter Siliertechnik kann durch nichts ausgeglichen werden. Eine Optimierung des Verfahrens ist die einzige Möglichkeit, den Futterwertrückgang während der Silierung gering zu halten. In den folgenden Tabellen und Abbildungen sind die wesentlichen Verlustarten quantifiziert.

Die Verluste an Nettoenergie während des Prozesses der Futterkonservierung sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen (Tab. 3). Diese sind im Falle der Restatmung bzw. der Gärung in Höhe von 5-12 % zu erwarten und auch aus technischer Sicht unvermeidbar. Potenziale zur Einsparung von Verlusten liegen in der Feld- und in der Lagerphase. Hier liegt die Schwankungsbreite der Verluste bei 6-40 %.

*Tab. 3 Verluste an Nettoenergie bei der Silierung (nach Zimmer, 1968)*

<b>Ursache</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Nettoenergie Verluste (%)</b>
Restatmung	unvermeidbar	1 ... 2
Vergärung	unvermeidbar	4 ... 10
Gärstoff	verfahrensabhängig	0 ... 7
Feldverluste	verfahrensabhängig	1 ... 5
Fehlgärungen	vermeidbar	0 ... 10
Aerober Verderb	vermeidbar	0 ... 10
Nacherwärmung	vermeidbar	0 ... 10

Weiterhin sind während der Lagerungsphase Verluste zu bilanzieren, die von der Dichte der Silage im Silo abhängen (Tab 4). Mit zunehmender Dichte lassen sich die Trockenmasseverluste halbieren, liegen aber dennoch bei 10 %.

Tab. 4 Trockenmasseverluste von Maissilagen nach 180 Tagen Lagerdauer in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad (Ruppel et al., 1995)

	Lagerungsdichte in kg TM pro m <sup>3</sup>				
	160	220	260	290	350
<b>TM-Verluste in %</b>	20	17	15	13	10

### Verdichtung optimieren

Die Verdichtung von Silagen beeinflusst deutlich die Gärprozesse und die Lagerstabilität, da durch eine unzureichende Verdichtung verstärkt Sauerstoff durch die Anschnittfläche in das Silo eindringen kann. Die Menge des Luftzutrittes und die Eindringtiefe in den Futterstock werden von der Größe der Poren und Luftkanälen bestimmt. Diese fördern das Wachstum unerwünschter Keime wie Hefen und Schimmelpilze und führen zur Nacherwärmung der Silagen (Tab. 5). Honig (1987) legte deshalb Mindestverdichtungen für einen Gasaustausch von  $< 20 \text{ l}/(\text{m}^2 \times \text{h})$  fest (Tab. 6), die als Sollwerte gelten.

Tab. 5 Verdichtung, Hefenkonzentration und aerobe Stabilität bei Grassilage (Kleinmanns, 1996)

	<b>Laktat abbauende Hefen (log KBE/g)</b>	<b>Aerobe Stabilität (Tage)</b>
Sehr gute Verdichtung, 100 % luftdicht	3,0	6,3
Sehr gute Verdichtung, mit Luftzutritt	4,1	5,7
Schlechte Verdichtung, mit Luftzutritt	6,1	3,3

Oftmals werden diese Werte in den oberen Bereichen und in den Randbereichen des Fahr-silos nicht erreicht, so dass hier besonders mit Nacherwärmung zu rechnen ist. Die Nährstoffverluste im Randbereich, von der Oberfläche bis in 1 m Tiefe, können das Zweifache der Verluste an Nährstoffen im Inneren des Silos ausmachen.

Bei Silomais kann eine Nacherwärmung durch Hefen und Schimmelbildung aufgrund des hohen Energiegehaltes und der laufenden Zuckernachlieferung zu erheblichen Verlusten führen. Untersuchungen an Maisilage zum Zusammenhang zwischen Dichte und Eindringtiefe der Luft im geöffneten Silostapel stellen heraus, dass bei einer Lagerungsdichte von  $120 \text{ kg TM}/\text{m}^3$  die Luft bereits 50-100 cm tief in den Silostock eindringt. Bei einer Dichte von  $270 \text{ kg TM}/\text{m}^3$  wird die Tiefe auf 15-20 cm reduziert (Tab. 7). Eine Unterschreitung der Zielgröße um mehr als  $30 \text{ kg TM}/\text{m}^3$  Lagerungsdichte ist aufgrund der finanziellen Einbußen durch Silierverluste und der erhöhten Neigung zur Nacherwärmung nicht zu akzeptieren.

Tab. 6 Sollwerte für Verdichtungen für einen Gasaustausch von  $<20\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$   
(nach Honig, 1987)

Futterart	TM-Gehalt (%)	Lagerdichte (kg TM/m <sup>3</sup> )
Gras	20	160
15 mm theor. Häcksellänge	40	230
Luzerne	20	180
15 mm theor. Häcksellänge	48	240
Mais	28	230
4-7 mm theor. Häcksellänge	33	270
GPS	35	230
gehäckselt	45	260
CCM	55	400
	60	440

Tab. 7 Eindringtiefe der Luft an der Anschnittfläche von Maissilagen in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte (modifiziert nach Losand, 2003)

Lagerungsdichte (kg TM/m <sup>3</sup> )	120	150	180	210	240	270
Eindringtiefe der Luft (cm)						
von	50	45	30	25	20	15
bis	100	80	60	40	30	20

Als Erntemaschinen für die Futterbergung werden Feldhäcksler, Ladewagen und Ballenpressen (Rund- oder Quaderballen) angeboten, deren Einsatz unmittelbar mit dem Konservierungsverfahren verknüpft ist. Der Ladewagen und die zum Feldhäcksler zugehörige Transporteinheit transportieren das Erntegut zum Silo (Siloverfahren), wo das Anwelkgut parallel zur Futterbergung im Flach- oder im Schlauchsilos verdichtet wird. Beim Rund- und Quaderballen-Silageverfahren kann der Ballen sofort nach dem Pressen in Silofolie gewickelt und damit luftdicht verschlossen werden. Während beim Häcksler- bzw. Ladewagenverfahren das Erntematerial erst am Ende der gesamten Futterbergung luftdicht verschlossen wird, sollte dieser Abschnitt beim Ballen-Wickelverfahren direkt im Anschluss an das Pressen stattfinden. Der Gärprozess setzt in diesem Fall früher ein und es sind geringere Atmungsverluste zu erwarten. Die Erfüllung von Qualitätsparametern ist somit an spezielle Techniken gebunden.

## Erreichen einer hohen Verdichtung im Fahrsilo

Im Fahrsilo erfolgt der Verdichtungsdruck über einen Schlepper oder Radlader während der Überfahrt. Die Effektivität der Walzarbeit wird von einem möglichst hohen Walzdruck beeinflusst. Dieser Walzdruck ist in erster Linie abhängig von dem Kontaktflächendruck ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), der durch die Reifen des Verdichtungsfahrzeuges auf den Silostock wirkt. Der Kontaktflächendruck kann über die Radlast und damit das Gewicht des Walzschleppers sowie über den Reifendruck und die Reifenaufstandsfläche beeinflusst werden.

### Grundsätzlich gilt für die Verdichtung im Fahrsilo:

- Reifendruck von 2-3,5 bar (Um die Aufstandsfläche des Schleppers so gering wie möglich zu halten, soll auf Zwillingsreifen verzichtet und schmalen Reifen der Vorzug gegeben werden.)
- Maximal 30 cm Schichtdicke (Bei größeren Schichtdicken kann die Tiefenwirkung des Verdichtungsfahrzeuges zu gering werden.)
- Walzgeschwindigkeit von 4-6 km/h (Geringe Fahrgeschwindigkeit erhöht die Zeitdauer der Druckeinwirkung und vermindert dadurch die Elastizität des Häckselgutes.)
- Mehrfache Überfahrt (mindestens dreimal)  
2-3 Minuten Verdichtungsaufwand pro Tonne Erntegut
- Je Walzfahrzeug (bei ausreichendem Gewicht) nicht mehr als 15-20 t TM (Gras) bzw. 20-25 t TM (Silomais) Bergeleistung je Stunde

Organisatorisch sind diese Verdichtungsempfehlungen an die Bergeleistung der Erntemaschinen geknüpft. Je höher die Ernteleistung, umso größer sind die Anforderungen an die Arbeitsorganisation am Silo, um oben genannte Verdichtungsempfehlungen umzusetzen.

Die Silogeometrie richtet sich grundsätzlich nach dem Vorschub, der im Winter bei 1,5 m/Woche und im Sommer bei 2,5 m/Woche liegen soll. Bei schmalen Silos und gleichzeitig hoher Ernteleistung sollten zwei Silos angelegt werden, so dass parallel eingelagert und verdichtet bzw. mit zwei Walzfahrzeugen verdichtet werden kann. Bei ausreichend großem Tierbestand und hoher Ernteleistung sind Silos von mindestens 7-8 m Breite zu empfehlen, die eine zügige Befüllung und intensives Verdichten ermöglichen. Eine maximale Füllhöhe von bis zu 4 m sollte nicht überschritten werden. Grundsätzlich sollten die Längen der Silos flexibel erweiterbar sein. In Abhängigkeit von der Bergeleistung und Transportkapazität werden unterschiedliche Walztechniken und Verfahren empfohlen (Tab. 8). Mit zunehmender Bergeleistung nehmen die Anzahl der Wagen als auch die Anzahl der Walzaggregate und deren Gesamtgewichte zu. Die neue Häckslergeneration lastet immer mehr als ein Silo

parallel aus. Hier gibt es keine vorhandene Verdichtungstechnik, die derartig große Silomen- gen an Mais sinnvoll verarbeiten kann.

*Tab. 8 Maissilageernte – Feldhäckslerleistung, Transportkapazität und Anforderung an die Walzleistung (Thaysen, 2003)  
(Annahmen: Silomaisertrag: 100 dt TM/ha, 30-35 % TM, ca. 50m<sup>3</sup>/ha Sila- ge, Häcksellänge 6-10 mm, Verdichtung 250-270 kg TM/m<sup>3</sup>)*

Feldhäcksler	Bergeleistung		Transportkapazität <sup>1)</sup> (Anzahl Wagen) bei Hof-Feld-Entfernung			Walztechniken und -verfahren		
			in km von ...					
Typ	tTM/h	ha/h	bis 3	bis 5	bis 8	1 Silo	2 Silos	Großsilo
Ø Geschwin- digkeit (km/h)			25	30	35	Walz- schlepper	Walz- schlepper	Walz- schlepper und Radlader
300 - 500 PS (6 - 8 Reiher)	55 - 90	1,2 bis 2,0	2 bis 3	3	3 bis 4	1 Stück • 14 t • 200 PS • 1,6 - 2 bar • mit Schiebeschild und/oder Verteiler	2 Stück • 11 t • 130 PS • 1,6 - 2 bar • mit Schiebeschild und/oder Verteiler	2 Stück • 14 t • 200 PS • 1,6 - 2 bar • mit Schiebeschild und/oder Verteiler oder Radlader 14 t, 3,5 bar
> 500 PS (8 - 12 Reiher)	90 - 135	2 bis 3	3	4 bis 5	4 bis 6		2 Stück • 14 t • 200 PS • 1,6 - 2 bar • mit Schiebeschild und/oder Verteiler oder Radlader 14 t, 3,5 bar	2 Stück • 14 t • 200 PS • 1,6 - 2 bar • mit Schiebeschild und/oder Verteiler oder Radlader 14 t, 3,5 bar oder Radlader 14 t, 3,5 bar + K700 + Rüttelwalze

<sup>1)</sup> Mittlere Fahrzeuggröße 30 m<sup>3</sup>-Transportfahrzeug, Ladekapazität 18 t

Die Berechnung der Walzgewichte richtet sich nach der Bergeleistung. **Es gilt die Faustregel:** Bergeleistung in Tonnen Frischmasse je Stunde geteilt durch den Faktor 4 entspricht dem notwendigen Walzgewicht beim Einsatz des Feldhäckslers. So erfordern 50 t/h Bergeleistung mindestens 12,5 t Walzgewicht. Beim Ladewageneinsatz gilt der Faktor 3. Weiterhin wird empfohlen, die Anzahl der Walzfahrzeuge nach der Ernteleistung auszurichten:

**Grassilage:** 1 Walzfahrzeug bei 15-20 t TM/h Ernteleistung

**Maissilage:** 1 Walzfahrzeug bei 20-25 t TM/h Ernteleistung

Fahrsiloanlagen mit festen Silowänden bieten im Vergleich zu Freigärhaufen Vorteile. Zum einen erlauben sie eine bessere Verdichtung, zum anderen besitzen sie eine geringere Silo-oberfläche und somit weniger Problemzonen. Die Verdichtung der Randbereiche ist in Silos mit schräg stehenden Wänden (sog. Traunsteiner Silos) problemlos durchzuführen.

### 3. Neue technische Lösungen für Biogassilagen

Bei der Ernte von Biogassubstrat dominiert der Exakthäcksler, da große Mengen rasch und kurz gehäckselt eingebracht werden müssen. **Bergeleistungen** von über 150 bis 200 Tonnen Frischmasse je Häcksler sind technisch erreichbar. Bei Hof-Feld-Entfernungen von mehr als 4-5 km verliert bei Grassilage der Kurzschnittladewagen seine Vorzüglichkeit, weil großvolumige Kipper, Ernte- oder Abschiebewagen den Transport kostengünstiger übernehmen. Die Anzahl der Transporteinheiten (TE) je Häcksler richtet sich nach Bergeleistung (Tonnen je Stunde), Transportvolumen ( $m^3$ /Einheit) und Entfernung (km) und lässt sich mit der Formel »TE= Umlaufzeit geteilt durch Füllzeit« errechnen. Beim Transport ist die Obergrenze von maximal 40 Tonnen für das gesamte Gespann zu beachten. Sie wird insbesondere bei Überladung oder Ernte von feuchtem Futter oft überschritten. Zur **Steuerung** schlagkräftiger Ernteketten sind zunehmend GPS-Softwarelösungen im Einsatz, um die Transportfahrzeuge gezielt zu lotsen. Dabei ist es angebracht, schon vorher die Fahrtrouten festzulegen, insbesondere wenn Wohnstraßen frequentiert werden. Einbahnregelungen zur Reduzierung von Lärmbelastungen und zur Vermeidung von Kollisionen bieten sich an. Damit kann die Akzeptanz für Biogasanlagen in der Bevölkerung verbessert werden.

Hohe Bergeleistungen bedingen eine Optimierung der Verteil- und Verdichtungsarbeiten im Silo. Große Bergemengen gleichmäßig in dünnen Schichten über ein langes Silo zu verteilen, stellt eine große Herausforderung dar. Gute Ergebnisse wurden dabei mit einer Pistenraupe erzielt. Der Bericht über einen entsprechenden DLG-Fokus-Test (Bericht 5936F) ist unter <http://www.dlg.org/sonder.html> zu finden.

Aber auch Spezialmaschinen, wie ein schwerer ‚Hundegang-Walzschieber‘ oder Allrad-LKW, die auch größere Steigungen auf dem Silo bewältigen können, stellen weitere Lösungsansätze dar. Als Allrad-LKW in der Silageernte setzen Lohnunternehmer Chassis der Fa. MAN oder IVECO ein. Die Bereifung wird auf Niederquerschnittstypen, z.B. der Fa. TRELLEBORG der Größe 650 x 22,5 umgestellt. Wichtigste Detailänderung ist die Installation eines separaten Antriebs für einen Kratzboden und die Dosierwalzen. Ein Häckselaufbau mit 40-60 cbm, eventuell auch in der Kipplösung, rundet den Silage-Lkw ab. Diese Techniken gibt es derzeit nur in Eigenbaulösung, was vielleicht auch eine Begründung dafür sein könnte, dass bisher nur relativ wenige dieser LKW in der Praxis zu finden sind.

Bis zu einer Feld-Hof-Entfernung von ca. 10 km ist der Allrad-LKW (mit der erwähnten Bereifung und einer Geschwindigkeit bis 80 km/h) ein schnelles und wendiges Gerät. Bei größerer Entfernung bieten sich dann Sattelaufleger als Überladefahrzeuge an. Der wesentliche Vorteil wird aber erst beim Überfahren der Silomiete und dabei insbesondere bei größeren Steigungen und Stapelhöhen erkennbar: LKW-verdichtetes Siliergut lässt sich wesentlich besser befahren als das durch schleppergezogene Silierwagen verdichtete. Die Folge: es ist kein aufwendiges Anhaken von Schleppern zum Überfahren erforderlich, der Walzschlepperfahrer kann sich auf seine Verdichtungsarbeit stärker konzentrieren. Das führt in der Summe zu einer besseren Verdichtung des Siliergutes, damit zu geringeren Verlusten und geringeren Risiken der aeroben Instabilität und Nacherwärmung. Summarisch entspricht die Leistung von 2 Allrad-LKW denen von 3 Schleppern mit Wagen bei jeweils gleichem Ladevolumen.

Abb. 1

*Unterschiedliche technische Lösungen zum Verteilen und Verdichten großer Bergemengen*

**Lösungsansatz Überfahrtsilo:  
Allrad-LKW anstatt Schlepper und Wagen**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Vorteile:

- hohe Verdichtung
- kein Rüberziehen
- hohe Schlagkraft
- 2 statt 3 Gespanne
- geringere Kosten
- bessere Silagequalität
- Steigungen weniger problematisch



**Lösungsansatz: Pistenbully**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein



**Technische Daten:** 240 KW/330 PS 8,7 l Hubraum  
hydrostatischer Antrieb 0-21 km/h, Gewicht 9,4 t  
Umbau gegenüber Schnee: Kühler, Raupe, Dreipunkt hinten

**Praxiserprobung von CLAAS-XERION Schlepper**



## Besonderheiten bei den Substraten

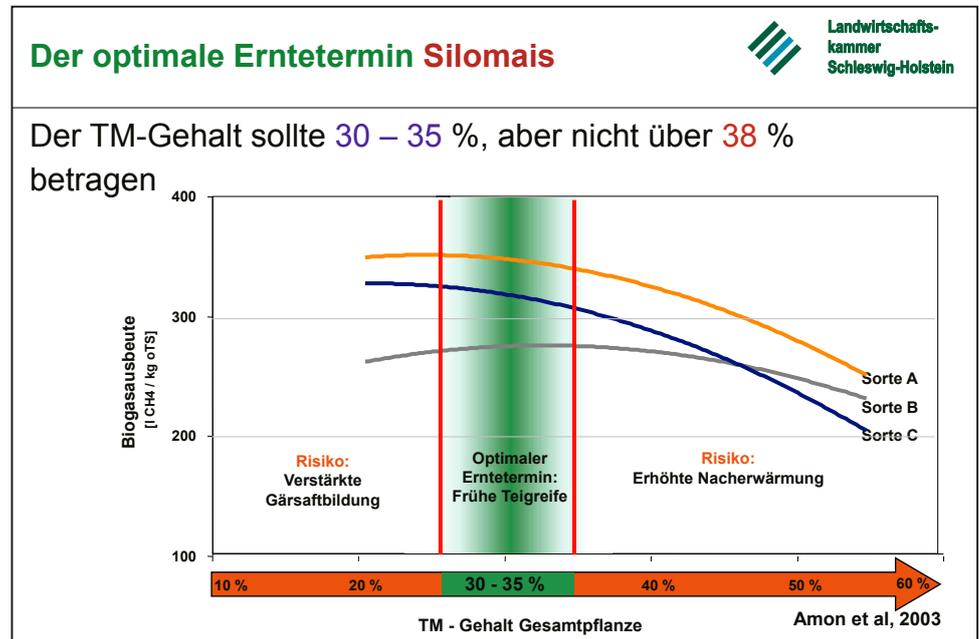
Die **TM-Gehalte** von Biogassilagen liegen oft niedriger und erreichen bei vielen Kulturarten (Grünroggen, Sudangras, Zuckerhirse, Silphie, Wildblumen) die Schwelle zur Vermeidung von Gärstoff (rund 30 % TM) häufig nicht. Da in der Regel große Flächen zu silieren sind (Faustzahl: 0,4 ha Anbaufläche je kW<sub>el</sub>) und damit nicht immer die optimalen Anwelk- oder Reifebedingungen erreicht werden, können auch bei Gras und Mais feuchte Silagen auftreten. Bei Maissilagen kann dem mit einem breiten Sortenspektrum hinsichtlich Sortentyp und Siloreifezahl entgegengesteuert werden. Kurze Häcksellängen sowie hohe Silagestapel tragen dazu bei, dass auch bei Silagen mit mehr als 30 % TM Gärstoff austritt. Demnach müssen Reifegrad, Häcksellänge und Stapelhöhe gut aufeinander abgestimmt sein. Dafür gibt es inzwischen technische Lösungen (NIRS-Technik im Häckslerrohr, automatische Schnittlängenanpassung) auf dem Markt.

## Bedeutung der Häcksellänge bei Silomais

Die richtige Wahl der **Häcksellänge** in der Rinderfütterung muss aus der Sicht Futteraufnahme, Wiederkauaktivität (Strukturwirkung), Maissilageanteil in der Ration, Verdichtbarkeit, möglicher Gärstoffbildung und der Stapelhöhe der Siloanlage gesehen werden. Bei üblichen Rationsanteilen von maximal 70 % sollte Silomais bei entsprechender Abreife und Silohöhen bis maximal 6 m eine theoretische Häcksellänge von 6-8 mm aufweisen. Diese kann bei höheren Maisanteilen in der Ration bis auf 20 mm vergrößert werden, um eine bessere Strukturversorgung der Hochleistungskuh zu garantieren. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass eine intensive Zerkleinerung von Silagen bei sonst gleichen Fermentationsbedingungen höhere Biogasausbeuten bringt. Daher ist bei der Festlegung der Häcksellänge zwischen dieser Anforderung, der Verdichtbarkeit des Materials in Abhängigkeit von der Siloform, dem Anlagentyp und dem Dieselverbrauch ein Kompromiss zu verwirklichen. Die Intensität der Körneraufbereitung (Körner müssen von Crackern und Reibeböden zerschlagen sein!) sollte dabei umso intensiver sein, je weiter die Körner abgereift sind. Gleiches gilt auch für die Häcksellänge: Je höher der Gesamt-TS-Gehalt des Silomaisbestandes bei der Ernte, umso wichtiger ist die Einhaltung der oben genannten Empfehlungen, da mit zunehmender Abreife auch eine Zunahme des Fasergehaltes einhergeht. Damit ist ein weiterer Faktor für eine geringere Verdichtbarkeit (Rückfederung beim Walzen) und eine geringe Gasausbeute zu verzeichnen. Für die Biogaserzeugung liegt daher die optimale Häcksellänge bei 4-6 mm. Überlängen z. B. durch lange Lieschblätter können bei höheren Abreifegraden in Kombination mit der Auslastung des Häckslers auftreten. Übersteigt ihr Anteil 5 % in der Silage, so können in Abhängigkeit von der Pump- und Rührtech-

nik Probleme in diesem Bereich entstehen. Weiterhin kann es die Ursache für eine erhöhte Gefahr der Schwimmdeckenbildung darstellen. Die dargelegten Empfehlungen sind, unter Berücksichtigung der Anforderungen der Futterkonservierung für Silomais und GPS, in der Abbildung 2 zusammengefasst.

Abb. 2  
Anforderungen der Futterkonservierung für Silomais und GPS



Soll das Ziel, sichere Vermeidung von Silagesickersäften, durch eine dem aktuellen TS-Gehalt angepasste Häcksellänge in Abhängigkeit von der Verwertung und Stapelhöhe erreicht werden, so wird deutlich, dass angesichts schwankender TS-Gehalte im Siliergut eine möglichst kontinuierliche Anpassung der Häcksellänge an das aktuell vorliegende Material gegeben sein müsste. Folglich wäre eine kontinuierliche Überwachung der Kenngrößen beim Häckseln erforderlich. Einfacher ist es, Techniken wie die TS-Messung am Häcksler und die kontinuierliche Häcksellängen Anpassung zu nutzen. Die Investition in diese Technik amortisiert sich über eine entsprechende Verlustvermeidung sowie Dieselkosteneinsparung innerhalb kürzester Zeit.

### Erfassung von TM-Gehalt und Ertrag beim Häckseln

Die Industrie bietet Lösungen zur Erfassung des TS-Gehaltes und des Ertrags während des Häckselvorganges an. Das System der Ertragsmessung erkennt über die Auslenkung der Vorpressewalzen sowie deren Geschwindigkeit das Volumen des Erntegutstromes, welcher in die Maschine gelangt. Die Erntegutfeuchte wurde bis dato immer auf Basis eines vom Fahrer eingegebenen fiktiven Feuchtwertes berechnet, was zwangsläufig die Genauigkeit eines solchen Systems beschränkt hat. Um die Genauigkeit der Ertragsmessung deutlich zu verbessern, wurde das System durch die Nahinfrarotmessung (NIRS) zur Ermittlung der Ernte-

gutfeuchte erweitert. Dieses System ermittelt am Auswurfkrümmer den aktuellen TS-Gehalt für Gras, GPS, Luzerne oder Mais und optimiert dadurch die Ertragsmessung. Pro Sekunde nimmt der N-I-R-Sensor 17 Messungen vor, aus denen ein Durchschnittswert mit bis zu 3.600 Messungen pro Stunde gebildet wird. Diese hohe Anzahl von Messungen wird erforderlich, weil das Material den Sensor im laufenden Gutstrom mit Geschwindigkeiten von bis zu 200 km/h passiert. Die Bestimmung des TS-Gehaltes ermöglicht es, permanent einen Überblick über die aktuelle Erntegutfeuchte zu erhalten. Die Daten werden im Bordcomputer gespeichert und können entweder nachher oder schon während des Häckselns via GPS ausgelesen werden. Es können Ertrags-, Feuchte-, TM-Ertrags-, Diesel- und Siliermittelkarten erstellt werden. Das System beinhaltet in der Grundversion eine Technik, die die Leistung und Effizienz der Maschine und der Ernte optimieren kann, **z.B. durch die werkzeuglose Verstellung der Schnittlänge in einem Bereich von 4-38 mm gemäß der Information TS-Gehalt**. Diese Daten werden genutzt, um die Schnittlänge automatisch dem TS-Gehalt anzupassen. Das System kann dabei völlig im Hintergrund arbeiten und je nach Vorgabe die Schnittlänge im Sekundentakt variabel anpassen, ohne dass der Fahrer einzugreifen braucht. Dies ermöglicht es, Kraftstoff zu sparen und gleichzeitig die Leistung der Maschine zu erhöhen.

In der Ernte 2009 hat die DLG die Messgenauigkeit des Systems in drei Maissorten überprüft. Dabei wurden jeweils 10 Anhänger pro Sorte gehäckselt und aus jedem Anhänger 10 Mischproben mit Hilfe von jeweils 50 Einstichen gezogen. Der Durchschnittswert dieser 10 Mischproben wurde dann im Trockenschrank gemessen und dem Ergebnis aus dem Feldhäckler je Anhänger gegenübergestellt.

Die Anforderungen der DLG für eine Zertifizierung waren:

- Abweichungen dürfen 3 % nicht überschreiten
- Durchschnittliche Abweichung pro Sorte < 2 %

Dem Ergebnis entsprechend hat der mit HarvestLab ausgerüstete Feldhäckler im DLG-Fokustest 5913F die Anforderungen für die Zertifizierung erfüllt ([www.dlg-test.de/pbdocs/5913F.pdf](http://www.dlg-test.de/pbdocs/5913F.pdf)). Damit eliminiert diese Technik durch vollautomatische Messung die Probenahme von Hand als bisher größte Fehlerquelle.

Gleichzeitig eignet sich diese Technik als verlässliche und geprüfte Abrechnungsmethode, um exakte Informationen über den Energiegehalt, die Sortenwahl und -qualität bzw. den Energieertrag pro Hektar zu gewinnen. Außerdem dienen diese Werte als Abrechnungsgrundlage für den Einkauf von Rohstoffen. Wenn mehrere Lieferanten einer Biogasanlage Substrate andienen, so ist eine schlagbezogene Erfassung des TM-Ertrages die einzig ge-

naue Abrechnungsbasis. Zu- oder Abschläge können somit bei Vereinbarung eines Basispreises gemäß dem jeweiligen TM-Gehalt vorgenommen werden.

Allerdings: Eine Fahrzeugwaage erübrigt sich nicht, da sie für die Kalibration dennoch vorhanden sein muss. Anhand der gewonnenen Daten lassen sich Trockenmasseerträge exakt erfassen und je nach Kundenwunsch pro Feld, pro Anhänger oder pro Kunde auswerten. Die schlaggenaue Information zu TM-Gehalt und Ertrag bildet die Basis für ein »precision-farming« im Futterbau, welches im Marktfruchtbau schon lange Realität ist. Düngerkarten, betriebswirtschaftliche Auswertungen, Sortenvergleiche, Effizienz von produktionstechnischen Maßnahmen, Schlagkarteiauswertungen: alles Beispiele einer möglichen Verwendung. Somit können sich die Kosten dieser Informationsbereitstellung in Höhe von 5-7 €/ha schnell amortisieren.

### **Senkung der Kosten der Substratproduktion bei Einstellung der optimalen Häcksellänge gemäß dem jeweiligen TM-Gehalt**

Bei der Substratproduktion von Silomais muss es das Ziel sein, einen hohen Methan- bzw. Stromertrag von der Fläche zu erzeugen. Ausgangspunkt ist der Bruttoertrag von der Fläche, der durch Sortenwahl, Bestandsführung und Ernte- bzw. Siliermanagement gesteuert wird. Bei der Silierung von Silomais fallen je nach Abreifegrad der Gesamtpflanze (TM-Gehalt) und dem tatsächlich realisierten Management unterschiedlich hohe Silierverluste von minimal 3-5 % TM bis zu > 20 % TM an. Ziel muss es sein, unter Anwendung aller bekannten Managementpraktiken ein niedriges Verlustniveau zu erreichen. Da die Methanausbeute und damit der Stromertrag aus der Silage (Nettoertrag) nur aus der oTM erzeugt wird, ist es erforderlich, den maximalen oTM-Ertrag bei einem für die Anlage noch vertretbaren TM-Gehalt zu produzieren.

Die wichtigste Steuerungsgröße für geringe Silierverluste ist die kontinuierliche Anpassung der Häcksellänge an den tatsächlichen TM-Gehalt. Diese Technik ermöglicht bei längeren Häcksellängen eine Dieselskostensparnis. Bei kürzeren Häcksellängen im trockeneren TM-Bereich ab 35 % entsteht zwar ein höherer Dieselaufwand, in der Summe jedoch kann bei einer Optimierung der Häcksellängen und -qualität eine Kostensparnis realisiert werden. (s. Abb. 2)

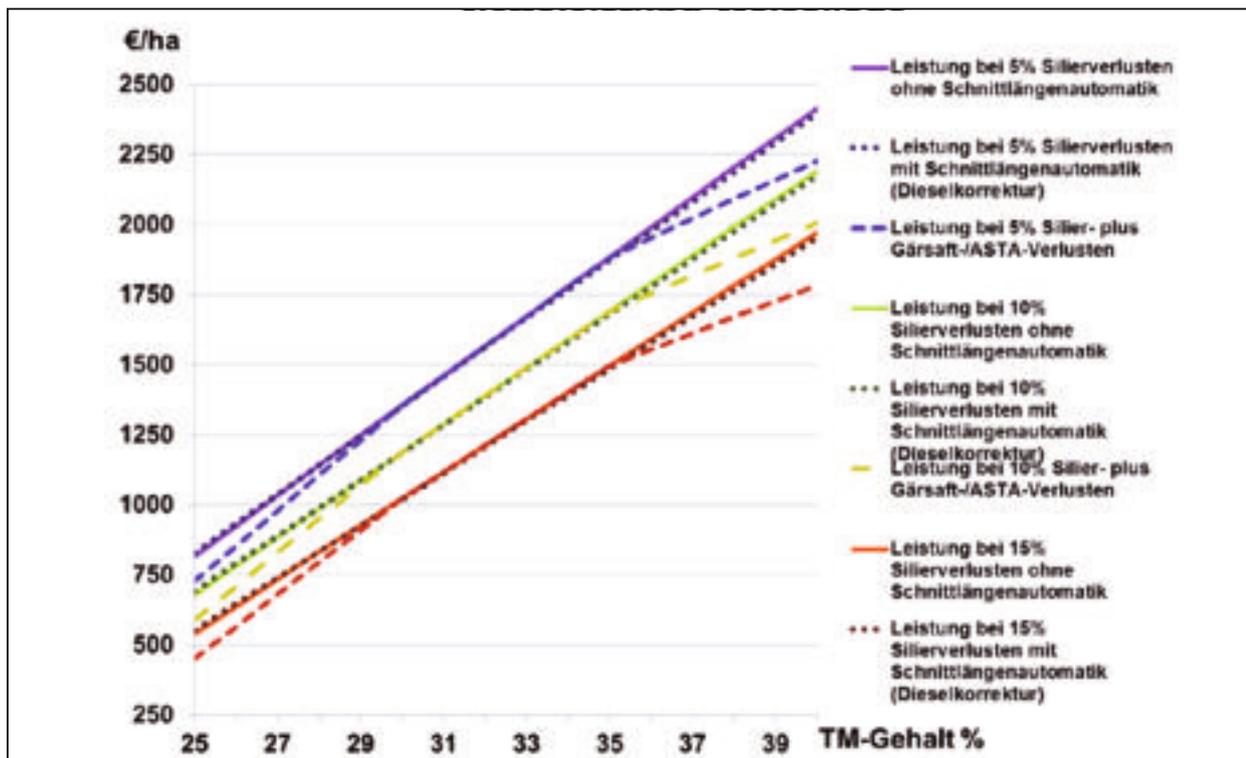


Abb. 3 Nettoleistung einer Maissilage bei 10 % Silierverlusten im TM Bereich von 25-40 % mit oder ohne Schnittlängenautomatik

#### 4. Siliermittel für Biogassilagen

Zum Einsatz von Siliermitteln bei Biogassilagen sind Möglichkeiten, Wirkungsweise und Einsatzhinweise der Mittel in Tabelle 9 aufgelistet. Mögliche Effekte von Silierzusätzen bei Biogassilagen müssen in einer Gesamtbewertung aller Produktionsschritte betrachtet werden.

##### **Folgende Effekte werden für eine Gesamtbilanzierung herangezogen:**

1. Verlustreduzierung (weniger Substrat geht durch Fehlgärungen verloren)
2. Verhinderung der Nacherwärmung (weniger Substrat geht bei der Entnahme verloren)
3. Fermenterstoffwechsel
4. Fermenterdynamik (schnellere Methanbildung und daher höhere Raumbelastung)

Die DLG erarbeitet derzeit ein spezielles Prüfsystem für ein DLG-Gütezeichen »Verbesserung der Ausbeute an Biogas«, das eine Gesamtbilanzierung des Siliermitteleinsatzes zulassen soll. Es ist damit zu rechnen, dass dieses Prüfverfahren ab 2012 zur Verfügung steht.

Eine Reduktion von Verlusten durch Verhinderung von Fehlgärungen kann mit Hilfe von homofermentativen Milchsäurebakterien (normale Silierbedingungen; DLG-Wirkungsrichtung 1b und 1c) oder durch chemische Zusätze (schwierige Bedingungen, DLG-Wirkungs-

richtung 1a) erfolgen. Zusätze zur Verhinderung der Nacherwärmung sind im DLG-Prüfssystem in der Gruppe 2 zu finden. Dabei kommen heterofermentative Milchsäurebakterien oder organische Säuren zum Einsatz.

Tab. 9 Siliermittel bei Biogassilagen

Ziel	Mögliche Zusätze	Wirkungsweise	Einsatzhinweise
<b>1. Verlustreduktion</b>			
	MSB homo	Schnelle, intensive Milchsäuregärung, rasche pH-Absenkung	0,6 - 2,0 €/t FM, aerobe Stabilität beachten!
	Chemische Zusätze, v.a. Neutralsalze, Formiat	Hemmung von Gärschädlingen, v.a. bei schwer silierbarem Substrat	3-4 €/t FM, angepasste Dosiertechnik
<b>2. Verhinderung der Nacherwärmung</b>			
	MSB hetero	Hemmung von Hefepilzen durch verstärkte Essigsäurebildung	0,6 - 2,0 €/t FM, etwas höhere Gärverluste
	Chemische Zusätze, v.a. Propionat, Benzoat, Sorbat	Hemmung von Hefepilzen	3-5 €/t FM, angepasste Dosiertechnik
<b>3. Essigsäurebildung</b>			
	MSB hetero	Essigsäure als Vorstufe des Methans soll Methanbildung verstärken	0,6 - 2,0 €/t FM, etwas höhere Gärverluste, Gesamtausbeute?
<b>4. Substratfreisetzung</b>			
	MSB hetero mit Ferulatesterase	MSB sollen Enzym Ferulatesterase bilden, das Zellwandbestandteile als zusätzliches Substrat freisetzt	ca. 2,0 €/t FM, etwas höhere Gärverluste, Gesamtausbeute?

Im Biogasfermenter stellt Essigsäure die Vorstufe des Methans dar. Die Gehalte an Essigsäure lassen sich mit dem Einsatz heterofermentativer Milchsäurebakterien erhöhen, entweder alleine oder in Kombination mit homofermentativen Milchsäurebakterien. Hinsichtlich der spezifischer Gasausbeute von Gärprodukten gibt es (nach Nußbaum, 2009) keinen Unterschied zwischen Milch- und Essigsäure (Milch- und Essigsäure < Buttersäure < Propandiol, Ethanol). Da beim Einsatz heterofermentativer MSB die Gärverluste zunehmen, muss der Gärprozess in die Bilanzierung mit aufgenommen werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass dann die Gesamtausbeute nicht zwingend höher liegt, aber verlustintensive Erwärmungen der Silage verhindert werden können.

In Abbildung 4 sind verschiedene Literaturergebnisse zu Effekten von Siliermitteln zur Förderung der Methanausbeute dargestellt.

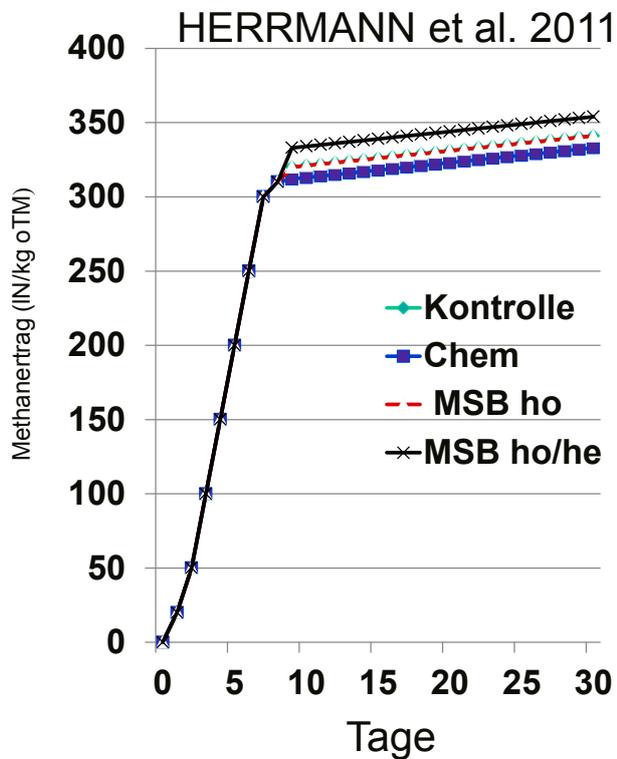
Auf dem Markt werden heterofermentative Milchsäurebakterien angeboten, die neben einer vermehrten Essigsäurebildung auch das Enzym Ferulatesterase produzieren. Ziel ist es, nicht nur eine drohende Nacherwärmung zu verhindern, sondern aus der Zellwand bisher nicht verdauliche Bestandteile heraus zu lösen und für die Methanbildung zur Verfügung zu stellen. Bisher steht bei diesen Zusätzen eine Gesamtbilanzierung noch aus.

Abb. 4 Literaturbefunde zu Siliermitteln zur Methanausbeute

## Dynamik der Methanbildung durch Siliermittel Maissilage



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein



### Literaturbefunde

#### Methanertrag durch Siliermittel:

- BANEMANN (2009):  
5 - 10% (MSB ho/he)
- HERRMANN (2011):  
0,5 - 3% weniger bei CHEM  
keine Effekte bei MSB ho/he unter Einbeziehung Verluste
- NUSSBAUM 2011:  
3 - 8% bei MSB ho/he



# Mais

Top Ertrag und Qualität für  
alle Nutzungsrichtungen

## LAURINIO

ca. S 220, K 200

- hohe Kornerträge mit sehr früher Reife
- herausragende GTM- und Energieerträge

## SALUDO

S 210, ca. K 210

- ertragsstabil
- qualitätsreich
- frühe und sichere Reife

## GEOXX

ca. S 240, ca. K 240

- gute Silagequalitäten
- sehr hohe GTM-Erträge mit hoher Ertragsstabilität

## INDEXX

ca. S 260, ca. K 260

- hoher Hartmaisanteil
- großbrahmige Pflanzen mit sehr hohen GTM-Erträgen

**WIR ZÜCHTEN ERFOLG**

R.A.G.T Saaten Deutschland GmbH, Postfach 2515, 32015 Herford  
Tel. (0 52 21) 76 52-0, Fax (0 52 21) 71 85-3, [www.ragt.de](http://www.ragt.de)



www.krone.de



# Fortschritt ist Bewegung



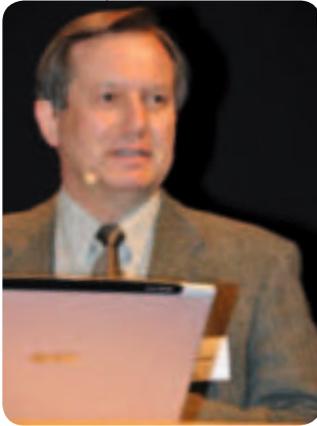
## Selbstfahrender Feldhäcksler BiG X

- 5 Modelle von 510 PS bis 1.078 PS  
= maximale Leistung bei bester Häckselqualität
- 6 Vorpresswalzen + Corn-Conditioner mit 25 cm Walzendurchmesser  
= Bessere Häckselqualität ist messbar!
- Biogastrommel für kurze Häcksellängen optional (40 Messer)  
= bis zu 25 % mehr Durchsatz bei 16 % geringerem Dieserverbrauch

Maschinenfabrik  
**Bernard KRONE GmbH**  
Heinrich-Krone-Straße 10  
D-48480 Spelle

Tel.: +49 (0) 5977/935-0  
Fax: +49 (0) 5977/935-339  
E-Mail: [Info.Idm@krone.de](mailto:Info.Idm@krone.de)  
Internet: [www.krone.de](http://www.krone.de)

# Pansenalkalose, Pansenazidose, Pansenfermentationsstörungen – grundlegende Tiergesundheitsprobleme in der Milchkuhhaltung



**Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel**

Klinik für Klauentiere der Freien Universität Berlin

## Zusammenfassung

Die Ketose, die Hypokalzämie und die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen sind die grundlegenden fütterungsabhängigen Störungen in Milchkuhherden. Sie werden deshalb auch als »Berufskrankheiten« der Milchkuh bezeichnet. Zur Sicherung einer stabilen Gesundheit und Fruchtbarkeit bei hohen Milchleistungen sollten in jeder Milchkuhherde gegen diese drei Störungen ständig strategisch geplante Überwachungs- und Prophylaxeprogramme etabliert werden. Die Diagnostik und Prophylaxe der Ketose und Hypokalzämie sind hinreichend geklärt. Diese Aussage trifft für die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen nicht zu. Man unterteilt die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen in die akute Pansenazidose, die subakute Pansenazidose, die chronische Pansenazidose, die Pansenfermentationsstörung, die Pansendysfunktion, die Pansenalkalose und die Pansenfäulnis. Es wird eine Übersicht zur Systematik, Bedeutung, Diagnostik und zu den Prophylaxeansätzen gegeben.

Der aus dem nordamerikanischen Raum stammende Begriff der SARA sollte nicht benutzt werden. Die aus Sicht der Herdengesundheit wichtigsten Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen sind die subakute und chronische Pansenazidose und die Pansenfermentationsstörung. Die verschiedenen Formen der Pansenazidose lassen sich an der Auslenkung des Säuren-Basen-Haushaltes über Pansensaftproben und Harnproben erkennen. Die Diagnostik der Pansenfermentationsstörung ist schwieriger und nicht ausreichend gelöst. Es wird ein Diagnostikschema vorgestellt. Auf Grund dieser Problematik wird die Pansenfermentationsstörung als im Bestand vorhandene Tiergesundheitsstörung häufig nicht erkannt. Sie ist aber als stark wirkender Risikofaktor an der Entstehung verschiedener Herdenerkrankungen we-

sentlich beteiligt. Scheinbar unlösbare Bestandsprobleme können ihre Ursache in einer un-erkannten Pansenfermentationsstörung haben. Es soll das Verständnis für diese fütterungs-bedingte Störung entwickelt werden. Auf Grund der zunehmenden Komplexität von Tiergesundheitsstörungen in Milchkuhherden mit höherer Leistung gewinnt die veterinär-medizinische Bestandsbetreuung im Allgemeinen und die prophylaktische Bestandsbetreu-ung im Besonderen als die adäquaten Arbeitsmittel zur tierärztlichen Versorgung von Milch-kuhherden zunehmend an Bedeutung.

## Summary

### **Rumen alkalosis, rumen acidosis, rumen fermentation disorder – fundamental health problems in dairy cows breeding**

Ketosis, hypocalcemia and microbial dysfunction in the rumen are the fundamental feed dependent problems affecting dairy herds. They are therefore also known as the 'occupatio-nal hazards' of dairy cows. To ensure stable health and reproductive status in high producing cows, strategic planning involving monitoring and prophylactic programs against these three feed related problems should be established. The diagnosis and prophylaxis for ketosis and hypocalcemia are clear. However, these methods do not apply to dysfunctional rumen microbiota. Problems with rumen microbiota can be subdivided into acute rumen acidosis, subacute rumen acidosis, chronic rumen acidosis, rumen fermentation disorder, rumen dys-function, rumen alkalosis and rumen sepsis. The classifications and significance as well as the diagnostic and prophylactic approaches are summarized.

The North American based concept of SARA should not be used. From the view of herd health the most important rumen microbial disorders are subacute and chronic rumen aci-dosis as well as rumen fermentation dysfunction. The different forms of rumen acidosis can be diagnosed by examining the acid-base status in rumen fluid and urine samples. Dia-gnostics for rumen fermentation disorder are more difficult and not thoroughly developed. A diagnostic scheme is proposed. Due to these diagnostic issues, rumen fermentation disorder is not commonly identified as an existing animal health concern but it is a strong risk factor for the development of different herd diseases. Rumen fermentation disorders can be the cause for apparently unsolvable herd problems, and therefore the understanding of this feeding related problem is seems necessary. General veterinary herd management and spe-cifically prophylactic management are becoming more and more important due to the com-plexity of health disorders in high yielding dairy herds.

## Résumé

### **Alcalose du rumen, Acidose du rumen, troubles de la fermentation dans le rumen – base des problèmes en santé animal chez les vaches laitières**

La Cétose, l'hypocalcémie et les modifications de la flore microbienne du rumen sont les principaux troubles liés à l'alimentation des troupeaux laitiers. C'est pour cela, qu'ils sont appelés « maladies du métier » de la vache laitière. Pour assurer santé et fertilité constantes chez les vaches laitières à haut potentiel, on devrait mettre en place des plans stratégiques de surveillance et un programme de prophylaxie, dans chaque troupeau laitier contre ces trois dérèglements. Le diagnostic et la prophylaxie de la cétose, ainsi que l'hypocalcémie ont été assez étudiés.

Cette affirmation n'est pas vraie pour les troubles du fonctionnement microbien dans le rumen. On sépare les dysfonctionnements microbiens du rumen en acidose aiguë, acidose subaiguë, acidose chronique, troubles de la fermentation du rumen, dysfonctionnement du rumen, alcalose du rumen et pourriture du rumen. Est donné un aperçu sur la systématique, la signification, le diagnostic et les approches de la prophylaxie.

Le terme SARA, originaire d'Amérique du nord, ne devrait pas être utilisé. D'un point de vue santé du troupeau, les dysfonctionnements microbiens du rumen les plus importants sont l'acidose subaiguë et chronique, ainsi que les troubles de fermentation du rumen. Les différentes formes d'acidoses peuvent être identifiées à travers la dérivation du liquide du rumen et des échantillons d'urine.

Le diagnostic des troubles de la fermentation du rumen est plus difficile et n'est pas encore assez étudié. Nous présentons un schéma de diagnostic. En raison de cette problématique, ces troubles de la fermentation du rumen ne sont souvent pas identifiés par les responsables du troupeau, par manque de connaissances. Mais elle est un facteur de risque important dans le développement de diverses maladies du troupeau, où elle joue donc un rôle majeur. Les connaissances pour ces troubles liés à l'alimentation doivent être développées.

En raison de la complexité croissante des troubles de la santé animale dans les troupeaux à haut potentiel laitier, l'encadrement par les vétérinaires en général et un bon plan pour la prophylaxie, gagnent en importance, tout comme l'utilisation de matériel adéquat pour les soins des vaches laitières.

## Аннотация

### **Алкалоз рубца, ацидоз рубца, нарушения ферментации в рубце – основные проблемы со здоровьем животных в молочном скотоводстве**

Кетоз, гипокальциемия и микробиальные нарушения функций рубца являются основными связанными с кормлением патологиями в дойных стадах. Поэтому их называют «профессиональными заболеваниями» дойной коровы. Для обеспечения стабильного состояния здоровья и плодовитости при высоких удоях необходимо в каждом дойном стаде создать стратегически спланированную программу контроля и профилактики этих трех заболеваний. Диагностика и профилактика кетоза и гипокальциемии в достаточной степени разъяснены. Иначе обстоит дело с микробиальными нарушениями функций рубца. Нарушения функций рубца подразделяют на острый ацидоз рубца, подострый ацидоз рубца, хронический ацидоз рубца, нарушение ферментации в рубце, дисфункцию рубца, алкалоз рубца и рубцовое гниение. Дается обзор по систематике, значению, диагностике и профилактическим мероприятиям.

Не следует применять происходящее из Северной Америки определение SARA. Важнейшие с точки зрения здоровья стада микробиальные патологии рубца – это подострый и хронический ацидоз рубца и нарушение ферментации в рубце. Различные формы ацидоза рубца можно опознавать по отклонениям в балансе кислот/щелочей в пробах рубцового сока и мочи.

Проблема диагностики нарушений ферментации в рубце сложнее и до сих пор решена не полностью. Представлена схема диагностики. Из-за сложности диагностики нарушения ферментации в рубце зачастую остаются не выявленным в стадах заболеванием. При этом оно является сильно действующим фактором риска и существенно влияет на возникновение в стаде различных заболеваний. Кажущиеся нерешаемыми проблемы поголовья могут иметь своей причиной неопознанные нарушения ферментации в рубце. Необходимо развить большее понимание этого вызванного кормлением нарушения.

По причине возрастающей комплексности патологий животных в дойных стадах с высокими удоями все большее значение в качестве адекватного рабочего инструмента ветеринарного обслуживания приобретают ветеринарно-медицинское наблюдение поголовья в целом и профилактическое наблюдение поголовья в частности.

## Tierärztliche Bestandsbetreuung und ökonomische Rentabilität der Milchproduktion

Die Milchproduzenten in Deutschland bereiten sich auf das Auslaufen der Quotenregulation im Jahr 2015 vor. Das geht mit einer intensiveren Analyse der Kostenstruktur der Milchproduktion einher. Der Spielraum zwischen ökonomisch rentabler und defizitärer Produktion wird immer enger. Aus dieser Sicht gewinnt die Tiergesundheit als ein wichtiger Kostenfaktor immer stärker an Bedeutung.

Bei den Tiergesundheitskosten stehen häufig die Aufwendungen für tierärztliche Tätigkeiten plus Medikamente im Vordergrund der Betrachtung. Sie sollen sich zwischen 1 bis 1,5 ct/kg Milch bewegen. Allerdings kommen noch zwei weitere tiergesundheitsbedingte Positionen hinzu. Das sind zum einen der durch Erkrankungen entgangene Gewinn durch Sperrmilch sowie durch eine Leistungsdepression und zum anderen die Verluste durch die höhere Remontierung bzw. Reproduktion. Diese beiden Kostenstellen können das betriebswirtschaftliche Ergebnis wesentlich stärker schmälern als die eng umschriebenen Tierarzkosten. Wir sind heute in der Lage, durch Nutzung von Herdenverwaltungsprogrammen die Verluste differenziert darzustellen (Feucker 2009). Als Zielgröße für die einfache Reproduktionsrate sollten 25 bis 30 % angestrebt werden.

Die Lösung der wichtigen Aufgabenstellung der Begrenzung der Kosten für tierärztliche Behandlungen und Medikamente, der Produktionsverluste durch Erkrankungen und der tiergesundheitsbedingten Tierabgänge durch Verendung, Nottötung und Schlachtung lässt sich in einem Begriff fokussieren, dem der Bestandsgesundheit. Die tierärztliche Bestandsbetreuung trägt wesentlich zum Erreichen der Ziele in Bezug auf die Begrenzung der Krankheitshäufigkeiten und der Reproduktionsrate bei. Diese Festlegungen müssen unbedingt durch die Einhaltung bestimmter Fruchtbarkeitskennzahlen bei einer Untergrenze der Milchleistung umrahmt werden. Der Bestandsbetreuungsvertrag zwischen Landwirt und Tierarzt bildet ein wichtiges Arbeitsinstrument zur Verteilung der Verantwortung und Aufteilung der Arbeitsbereiche. Die tierärztliche Bestandsbetreuung kann auf unterschiedlichen qualitativen Ebenen erfolgen.

In der ersten und einfachsten Form, der kurativen Bestandsbetreuung, stimmen sich Landwirt und Tierarzt über die Behandlung bestimmter, häufig auftretender Erkrankungen ab. Über ein Behandlungsprotokoll werden Personen mit Sachkenntnis nach praktischer Unterweisung befähigt, definierte Erkrankungen zu behandeln. Die Kontrolle der fachgerechten Durchführung und des Erfolges obliegt dem den Bestand betreuenden Tierarzt. Als prägnantes Beispiel verbessert die schnelle Erstbehandlung festliegender Kühe durch den Stallverantwortlichen wesentlich den Behandlungserfolg.

Die zweite Ebene ist die problembezogene Bestandsbetreuung. In der Herde treten bestimmte Erkrankungen (Totgeburten, Schwergewurten, Festlieger, Nachgeburtshaltungen,

Puerperalstörungen, Ovarialzysten, Ketosen, Labmagenverlagerungen, Mastitiden ...) vermehrt auf. Wichtig ist, dass der Landwirt/Herdenmanager für sich selbst diese Ereignisse als Bestandsproblem wahrnimmt. Für die Lösung solcher definierten Tiergesundheitsprobleme gibt es einen allgemein gültigen Algorithmus (Abb. 1). In der vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Landwirt/Herdenmanager, Tierarzt, Fütterungsberater und eventuell anderer in die Herdenbetreuung einbezogener Berufsgruppen liegt ein wichtiger Schlüssel für den Erfolg. Die problembezogene Bestandsbetreuung ist bereits eine große Herausforderung und stellt hohe Anforderungen an die Qualifikation. Dennoch hat sie einen Nachteil, sie kommt erst bei Auftreten von Bestandsproblemen zum Tragen.

<p><b><u>Lösungsalgorithmus für ein Bestandsproblem ?</u></b></p> <p><b>(1) Definition eines Bestandsproblems</b> Erfassen der aktuellen Inzidenz</p> <p><b>(2) Bestandsdiagnostik</b> systematische Ursachenanalyse Bestandsbesichtigung, Fütterung, Herden Daten, Labordiagnostik Prioritätenliste unter Beachtung von Möglichkeiten und Kosten</p> <p><b>(3) Bestandsprophylaxe</b> Maßnahmenkatalog zur Senkung der Inzidenz Studium, Fachbücher, Fachzeitschriften, Internetrecherche</p> <p><b>(4) Erfolgskontrolle</b> Erfassen der Inzidenzentwicklung ökonomische Bewertung</p>	<p><i>Abb. 1</i></p> <p><i>Lösungsalgorithmus in der problembezogenen tierärztlichen Bestandsbetreuung</i></p>
--	--

Daraus folgt der Anspruch an die dritte, obere Ebene der Bestandsbetreuung, die prophylaktische Bestandsbetreuung. Ziel der prophylaktischen Bestandsbetreuung ist das Vermeiden von Erkrankungen bzw. das Unterschreiten einer festgelegten Obergrenze der Häufigkeit für das Auftreten bestimmter Erkrankungen. Die sogenannten Produktionskrankheiten treten zwar in jeder Milchkuhherde auf, aber ihre Häufigkeit kann unter einer kritischen Grenze gehalten werden (Totgeburten bei Färsenabkalbungen < 10 %, Totgeburten bei Kühen < 5 %, Festlieger < 5 %, Nachgeburtsverhaltungen < 10 %, Labmagenverlagerungen < 5 %, Ovarialzysten < 5 %, Abgänge bis 100 Tage nach den Kalben < 8 % der Abkalbungen). Grundelemente der prophylaktischen Bestandsbetreuung sind die Bestandsdiagnostik (Abb. 2) und die Bestandsprophylaxe (Abb. 3). Im Unterschied zur Ebene 1 und 2 der tierärztlichen Bestandsbetreuung werden diese beiden Elemente der prophylaktischen Bestandsbetreuung als ständige Maßnahmen planmäßig in das Herdenmanagement inte-

griert. Auch hierfür bildet die störungsfreie und vertrauensvolle Zusammenarbeit aller mit der Herde befassten Personen- und Berufsgruppen eine Grundvoraussetzung. Das schließt den freien Informationsaustausch und Zugang zu den Herdendaten ein. Abb. 2 veranschaulicht den Aufbau der prophylaktischen Bestandsdiagnostik. Ziel ist das Erkennen von Hinweisen für das Auftreten von Erkrankungen vor der Manifestation sichtbarer Folgen, also von subklinischen Störungen. Konzentriert sich in der Ebene 1 und 2 die Diagnostik auf das Erkennen bestimmter Erkrankungen, so fokussiert sich die Diagnostik in der prophylaktischen Bestandsbetreuung auf das Erkennen von Risikofaktoren, die die synergistische Einheit einer hohen Milchleistung bei einer stabilen Fruchtbarkeit und akzeptablen Gesundheit stören. Grundbausteine der prophylaktischen Bestandsdiagnostik sind die Tierbeobachtung (Kusignale), die Fütterungskontrolle, die Anwendung einfacher Labortests im Stall (Stalltests), die Auswertung der Herdendaten der monatlichen Milchleistungskontrolle, der Körperkonditionsbeurteilung, des Fruchtbarkeitsmanagements und der Erkrankungen und Abgänge. Als zusätzliche Maßnahme kann ein prophylaktisches Stoffwechselprofil erstellt werden (Abb. 2). Auf die Einzelheiten der prophylaktischen Bestandsdiagnostik soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden (Staufenbiel et al. 2004).

Abb. 2  
 Elemente der Bestandsdiagnostik im Rahmen der prophylaktischen tierärztlichen Bestandsbetreuung



Das zweite Element der prophylaktischen Bestandsbetreuung ist die Bestandsprophylaxe (Abb. 3). Ziel der Bestandsprophylaxe im Rahmen der prophylaktischen Bestandsbetreuung ist, aufbauend auf die Struktur in Abbildung 2, die Sicherung einer hohen Milchleistung bei stabiler Fruchtbarkeit und Gesundheit. Es ist nicht möglich, für jede einzelne Erkrankung ein Prophylaxekonzept in der Herde zu integrieren. Es gibt auf der Ebene des Stoffwechsels aber drei Schlüsselerkrankungen, die die Herdengesundheit grundsätzlich bestimmen, die Ketose,

die Hypokalzämie und die Mikrobielle Pansenfunktionsstörung. Gelingt es, in einer Milchkuherde die Entwicklung dieser drei Basiserkrankungen zu unterbinden bzw. auf einem niedrigen Niveau zu halten, dann hat das eine stark positive Wirkung auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der gesamten Herde (Abb. 3).

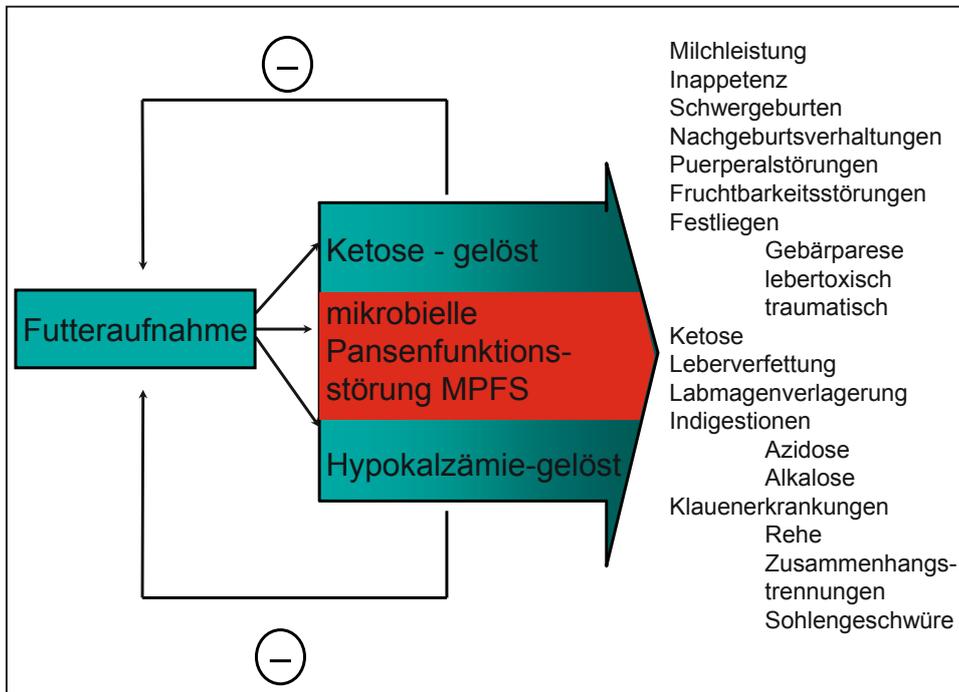


Abb. 3

*Elemente der Bestandprophylaxe im Rahmen der prophylaktischen tierärztlichen Bestandsbetreuung.*

*Stand 2011*

Die Abb. 3 wurde erstmalig auf dem 3. Symposium 1999 gezeigt (Staufenbiel 1999). In der ursprünglichen Fassung waren noch die Begriffe Hypokalzämie/Hypophosphatämie und Pansenazidose enthalten. Da die Bedeutung des Phosphormangels heute neu bewertet wird, konzentriert sich die Prophylaxe ausschließlich auf die Hypokalzämie (Abb. 4). Die Prophylaxe der Ketose und der Hypokalzämie sind umfangreich bearbeitet. Wir verfügen heute über ausreichend Wissen und Methoden, um diese Erkrankungen als Bestandsprobleme aus den Herden zu verdrängen.

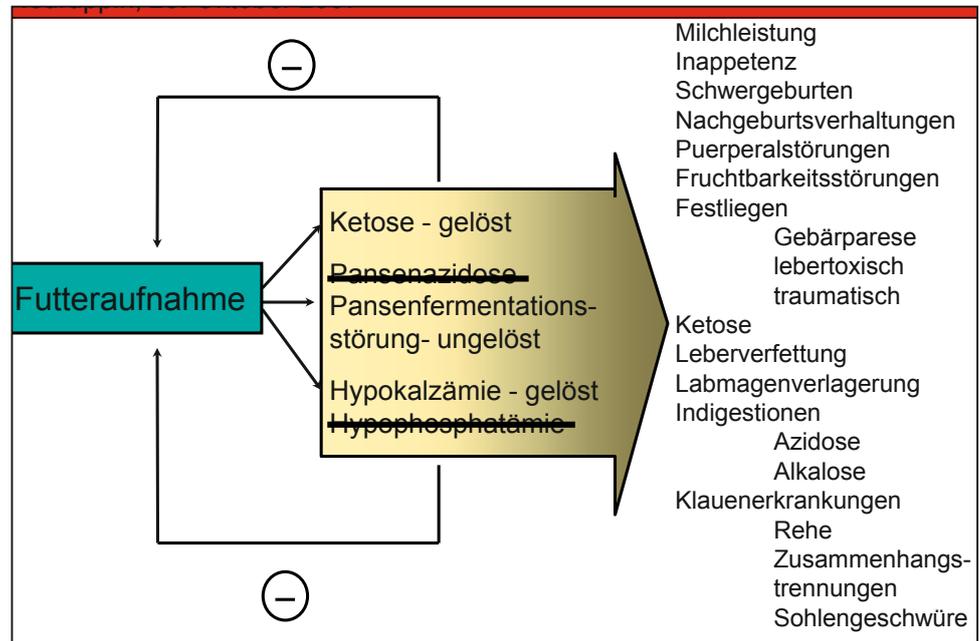
Ganz anders verhält es sich mit der dritten Grunderkrankung, der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung. In der ersten Fassung von 1999 wurde der Begriff Pansenazidose in Übereinstimmung mit der internationalen Literatur verwendet (Abb. 4). Auf dem 10. Symposium wurde dann endgültig der Begriff der Pansenazidose durch den Begriff der Pansenfermentationsstörung ersetzt (Abb. 4). Heute wird das dritte zentrale Bestandsproblem der Milchkuh unter dem Begriff der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung gefasst (Abb. 3).

Das Erkennen und Bekämpfen der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung auf Herdenebene als Bestandsproblem stellt den Schlüssel für die Lösung vieler, vor allem auch ungeklärter Bestandsprobleme dar. Immer wieder wird von Landwirten, aber auch von Tierärzten eine schlechte Herdenfruchtbarkeit oder unbefriedigende Herdengesundheit beklagt, deren Ursachen trotz intensiver Diagnostik nicht aufgeklärt werden können. Das führt am Ende nicht

selten zu einem ziellosen Pragmatismus als Lösungsversuch. Die Pansenfermentationsstörung als eine Form der mikrobiellen Pansenfunktionsstörung kann zur Erklärung von Gesundheitsstörungen ohne erkennbare Ursache dienen. Damit trägt die Pansenfermentationsstörung die Charakterzüge der vielzitierten »unknown unknowns« (Abb. 5, 6, 7).

Abb. 4

Elemente der Bestandsprophylaxe im Rahmen der prophylaktischen tierärztlichen Bestandsbetreuung. Stand 2007 (Staufenbiel et al. 2009)



## Mehr als nur Begriffe

Der erste Schritt zur Problemlösung ist die eindeutige Begriffsbestimmung. Das richtige Verständnis für das Wesen der unter der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung subsumierten Störungen ist der erste Schritt in Richtung des Erkennens und der Lösung dieser Erkrankungen in der Herde. An dieser Stelle sei schon auf zwei Unzulänglichkeiten der nachfolgenden Ausführungen hingewiesen, erstens ist den Erläuterungen nicht ganz ohne Anstrengung zu folgen, zweitens können wir die Probleme zwar gut definieren, aber es bestehen noch große Lücken in der Diagnostik und in der Bekämpfung. Wir können bei den Pansenfermentationsstörungen die Stufe der »known unknowns« erklimmen. Das Erreichen der Stufe der »known knowns« bleibt der Zukunft überlassen (Abb. 5)

Abb. 5

Zitat von Donald Rumsfeld über die bekannten und unbekanntes Dinge

There are known knowns;  
there are things we know we know.

We also know there are known unknowns;  
that is to say we know there are some things we do not know.

But there are also unknown unknowns –  
the ones we don't know we don't know.

12. Februar 2002

Donald Rumsfeld, ehemaliger US-Verteidigungsminister

## Konfusion der Begriffe

Die Bedeutung des Pansens bzw. der Vormägen als zweiter Stoffwechselraum für den Wiederkäuerorganismus steht außer Frage. Durch das komplexe Zusammenspiel der Pansenmikroben, und hier vordergründig der Pansenbakterien und Pansenprotozoen, werden die verschiedenen Bestandteile der Futtermittel tiefgreifend verstoffwechselt. Das betrifft nicht nur den Abbau der Kohlenhydrate zu flüchtigen Fettsäuren, vielmehr greifen die Pansenmikroben über die Pansenfermentation auch in den Haushalt der Proteine, Fette, Mengen- und Spurenelemente und Vitamine ein (Abb. 6).

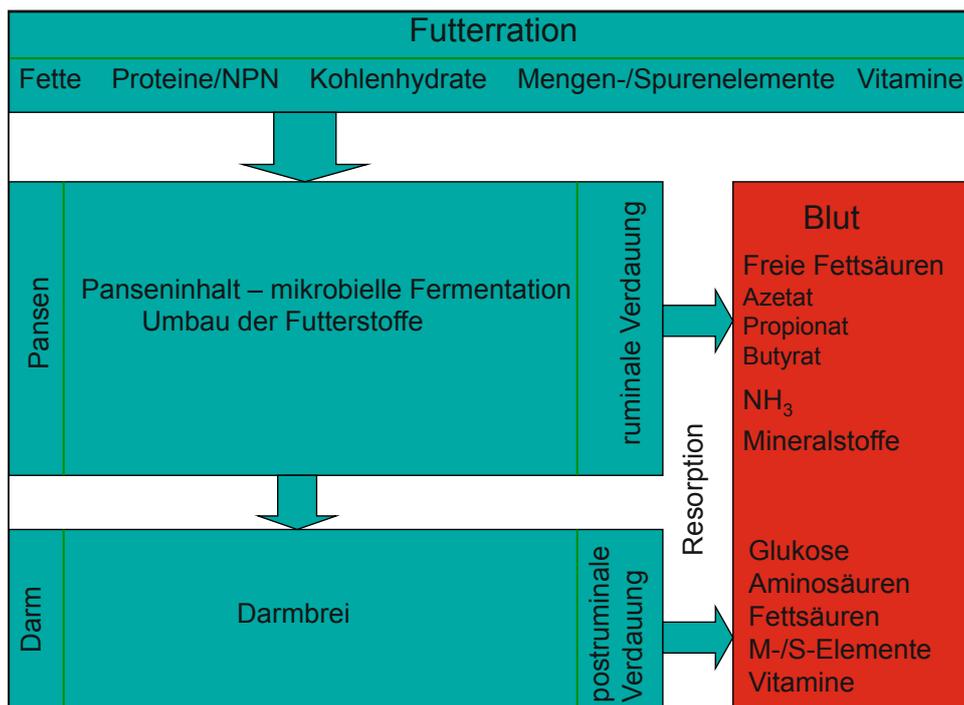


Abb. 6

Schema zum  
Ablauf der  
Verdauung

Die Pansenfermentation nimmt Einfluss auf die verschiedenen Stoffwechselkreisläufe und deren Regulation und kann deshalb durch bestimmte Veränderungen der Futtermittel an unterschiedlichen Stellen verändert bis gestört sein. Das hat zu einer Vielzahl von Begriffen mit unterschiedlichen Schwerpunkten und differenziertem Krankheitswert geführt (Abb. 7). Der Pansen besitzt zwar eine enorme Kompensations- und Anpassungsfähigkeit an Veränderungen der Ration. Höhere Leistungen aber erhöhen auch die Anforderungen an den Stoffwechsel und senken die Kompensationsfähigkeit des Pansens. Das erklärt die Zunahme von Störungen in der Pansenverdauung mit der Steigerung der Milchleistung. Zugleich folgt für die Sicherung der Tiergesundheit der Milchkuh eine exakte Begriffszuordnung (Abb. 7).

## Mikrobielle Pansenfunktionsstörungen (MPFS)

Die Mikrobielle Pansenfunktionsstörung (MPFS) ist der allgemeine Oberbegriff für jegliche Störung des Ablaufes der Pansenmikrobenaktivität. Die gestörte Pansenfermentation kann in einen oder mehrere Stoffwechselkreisläufe eingreifen (Abb. 6). Im Ergebnis liegt eine von

der physiologischen Norm abweichende Fermentation mit einer Veränderung der für die Resorption aus dem Verdauungstrakt zur Verfügung gestellten Substrate vor, die nicht mehr den physiologischen Bedarf deckt (Abb. 8). Eine Mikrobielle Pansenfunktionsstörung kann darüber hinaus den Organismus schädigen, indem toxische Metaboliten gebildet und resorbiert werden.

Abb. 7

Begriffe zur Bezeichnung einer veränderten mikrobiellen Pansenfunktion

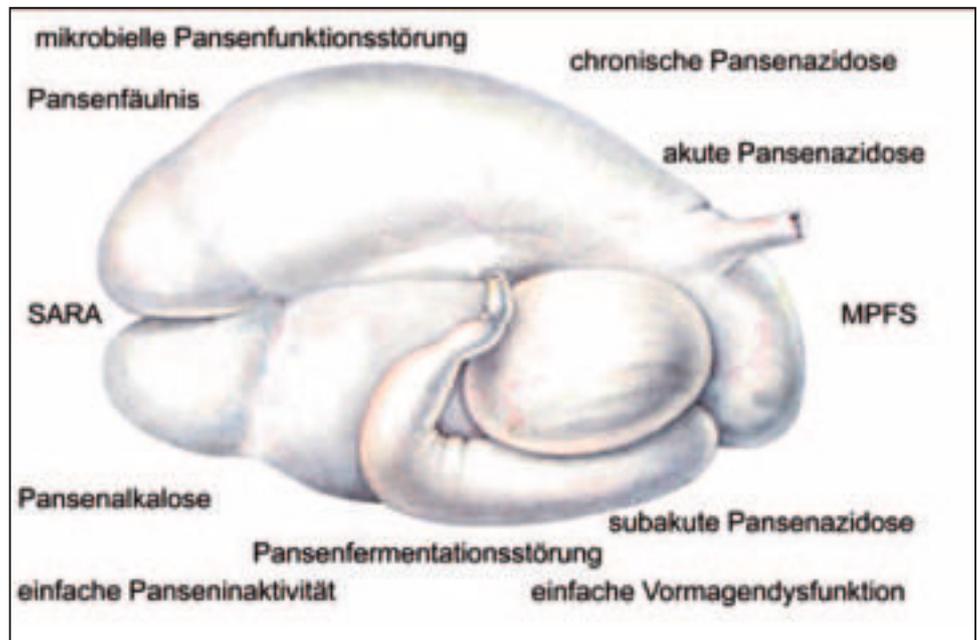
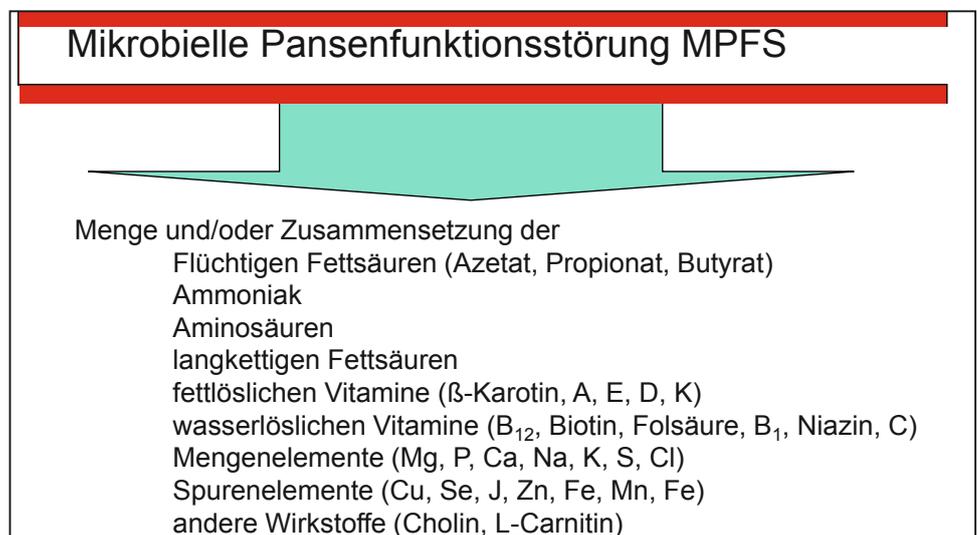


Abb. 8

Begriff der mikrobiellen Pansenfunktionsstörung



**Die Mikrobielle Pansenfunktionsstörung kann wie folgt definiert werden:**

Die Menge und/oder Zusammensetzung der aus dem Verdauungstrakt resorbierten Substanzen deckt nicht den physiologischen Bedarf in Folge eines veränderten Ablaufes der mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (Abb. 8).

Die Diagnostik der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung könnte grundsätzlich durch Messen der von der Pansenfermentation abhängigen Metabolitenkonzentrationen in verschiedenen biologischen Substraten (Pansensaft, Blutserum) erfolgen (Abb. 8). Spezifische Aussa-

gen sind nicht zu erwarten. Besser wäre die direkte Beurteilung der Pansenfermentation. Dazu würden sich Pansensaftproben anbieten, in denen dann die mikrobielle Verdauung untersucht wird. Dafür gibt es derzeit keine routinemäßig anwendbaren Methoden. Selbst Forschungslabore können immer nur einen kleinen Ausschnitt der Pansenfermentation untersuchen und bewerten. Es bleibt der Zukunft überlassen, globale Parameter herauszuarbeiten, die eine Aussage zum quantitativen und qualitativen Ablauf der Pansenfermentation an Schlüsselpositionen aus Sicht der Tiergesundheit geben. Dafür könnte die Bestimmung bestimmter Metabolitenkonzentrationen im Blut (Vitamin B12) sogar besser als die Pansensaftanalyse geeignet sein.

### Untersuchung von Pansensaftproben

Traditionell wird bei Verdacht von Erkrankungen mit Störungen der Pansenfermentation auf die Untersuchung von Pansensaftproben orientiert. Neben der sensorischen Beurteilung von Farbe, Geruch und Viskosität steht eine Reihe von einfachen Schnelltestmethoden zur Verfügung, einschließlich der Mikroskopie der Infusorien (Abb. 9). Diese Untersuchungsmethoden haben ihre Bedeutung in der klassischen Einzeltiermedizin. Am wichtigsten ist die pH-Wertmessung vor Ort in der frisch gewonnenen Pansensaftprobe (Abb. 10). Seltener werden Pansensaftproben zur chemischen Untersuchung in ein Labor versandt (Abb. 11).



Abb. 9

Mikroskopisches Bild eines Panseninfusoriums

#### pH-Wertmessung

pH-Indikatorpapier Meßbereich von 4 – 9

Optimalbereich	6,3 - 6,8
nach der Futteraufnahme	5,5 – 7,0

physiologische Einzeltiervariation	
in Abhängigkeit vom Abstand zur letzten Fütterung	5,5 – 7,4

Abb. 10

pH-Wert als wichtiger Parameter der Pansensaftuntersuchung

Abb. 11

Parameter der  
chemischen  
Laboranalytik  
von Pansensaft-  
proben

### Chemische Laboranalytik

Flüchtige Fettsäuren FFS (SCFA) über die Gaschromatographie

Gesamtfettsäuren 60 - 120 mmol/l

Azetat 50 – 65 %

Propionat 20 – 25 %

Butyrat 10 – 20 %

Gesamttitrationsazidität

Pufferkapazität

Laktat (Milchsäure) < 2 mmol/l

Ammoniak 6 – 18 mmol/l

Chlorid < 30 mmol/l

Abb. 12

Einführen der  
Pansensaftent-  
nahmesonde zur  
Gewinnung von  
Pansensaft-  
proben



Die Pansensaftuntersuchung ist heute etwas in den Hintergrund getreten. Erster Grund ist die aufwendige Probengewinnung über die Pansensondierung (Abb. 12, 13). Aus Sicht der Seuchenprophylaxe muss gefordert werden, dass Pansensaftentnahmesonden in jedem Bestand verbleiben. Die in Nordamerika als Routinemethode beschriebene Pansenpunktion (Kleen et al. 2004; Strabel et al. 2007) hat sich bisher in Deutschland nicht durchsetzen können (Abb. 14, 15), ebensowenig wie die Nutzung von Indikatorkühen mit einer Dauerpansenfistel (Abb. 16). Die Untersuchung von Pansensaftproben ist aus heutiger Sicht als Methode in der Einzeltiermedizin zur Diagnostik von klinisch manifesten Erkrankungen einzuordnen. In der Bestandsüberwachung ist die Aussagekraft als gering einzustufen. Das trifft insbesondere für Bestände zu, die eine totale Mischration (TMR) bei 24-stündigem Futterzugang erhalten. Bei einer TMR-Fütterung sind die pH-Wert-Schwankungen im Pansensaft nur gering ausgeprägt (Abb. 17).



Abb. 13

Gewinnung von Pansensaftproben mit der Pansensaftentnahmesonde

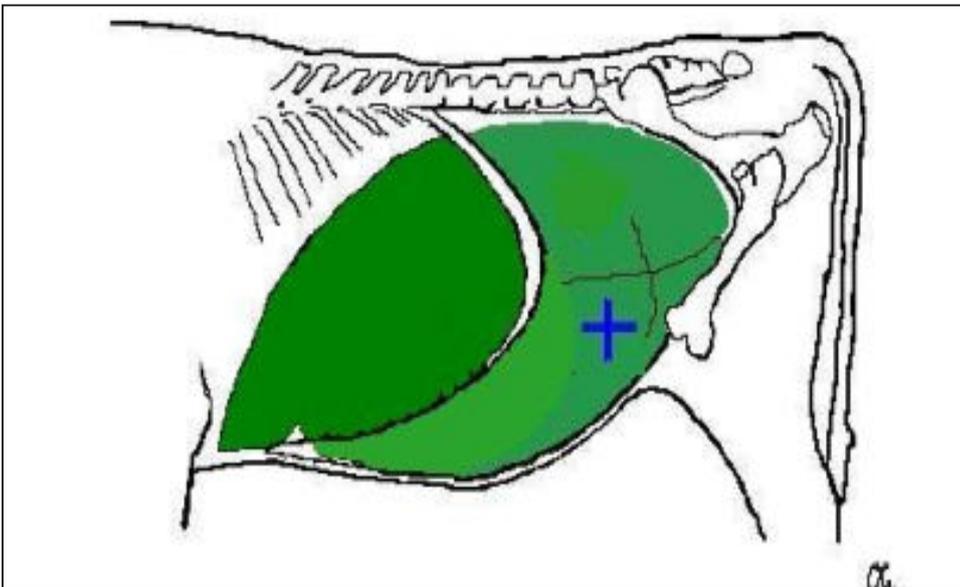


Abb. 14

Schema zur Bestimmung der Lokalisation der Pansenpunktion zur Gewinnung von Pansensaftproben



Abb. 15

Pansenpunktion zur Gewinnung von Pansensaftproben

Es bleibt abzuwarten, ob sich die neu entwickelten Boli zur permanenten Messung des Pansen-pH-Wertes durchsetzen werden (AlZahal et al. 2007; Gasteiner et al. 2009; Schneider et al. 2010). Aber auch hier besteht das grundsätzliche Problem der relativ geringen pH-Wert-Schwankungen bei der TMR-Fütterung (Abb. 17). Hinzu kommt, dass auch im Laktationsverlauf nur zu bestimmten, überwiegend kurzen Zeitabschnitten (Startperiode, nach Rationswechsel) ein höheres Risiko für größere Schwankungen im Pansen-pH-Wert besteht. Deshalb müssten viele Kühe in der Herde mit dem pH-Messgerät-Bolus ausgestattet werden.



Abb. 16

Gewinnung von Pansensaftproben bei einer Kuh mit einer Pansenfistel

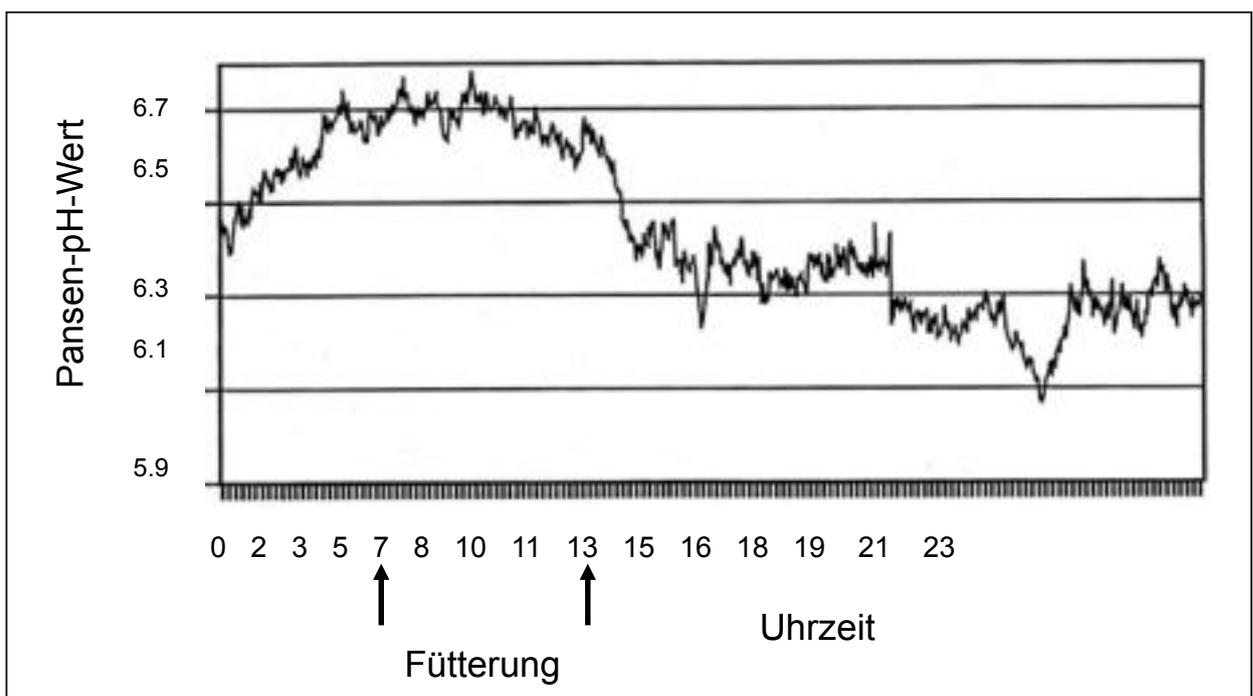


Abb. 17 Tagesprofil des Pansen-pH-Wertes bei Kühen mit TMR-Fütterung (Duffield et al. 2004)

## Untersuchung von Harnproben

Der Ablauf der Pansenfermentation und damit im Zusammenhang stehend die Zusammensetzung der Pansenmikroben werden wesentlich vom pH-Wert in der Pansenflüssigkeit beeinflusst (Abb. 18). Aus dieser Sicht bleibt die Kontrolle des Pansen-pH-Wertes von grundlegendem Interesse. Deshalb wurde nach anderen Untersuchungsmethoden gesucht, die diese Information mit weniger Aufwand liefern. Diese Aufgabe übernimmt die Analyse von Harnproben.

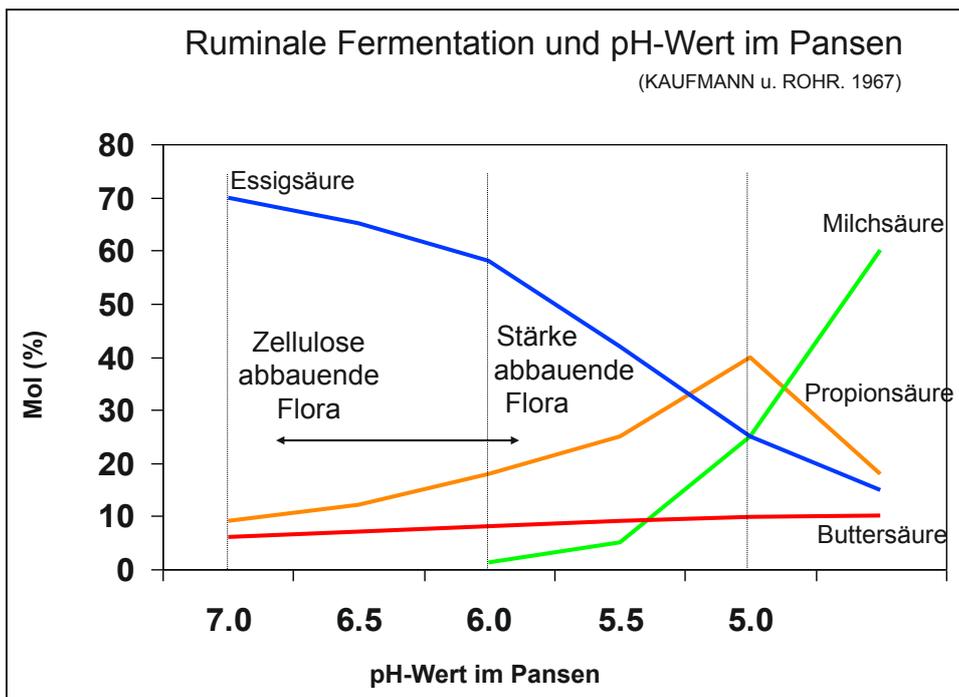


Abb. 18

Zusammenhang zwischen dem Pansen-pH-Wert und der relativen Verteilung der Fettsäuren aus der Kohlenhydratfermentation (Kaufmann und Rohr 1967)

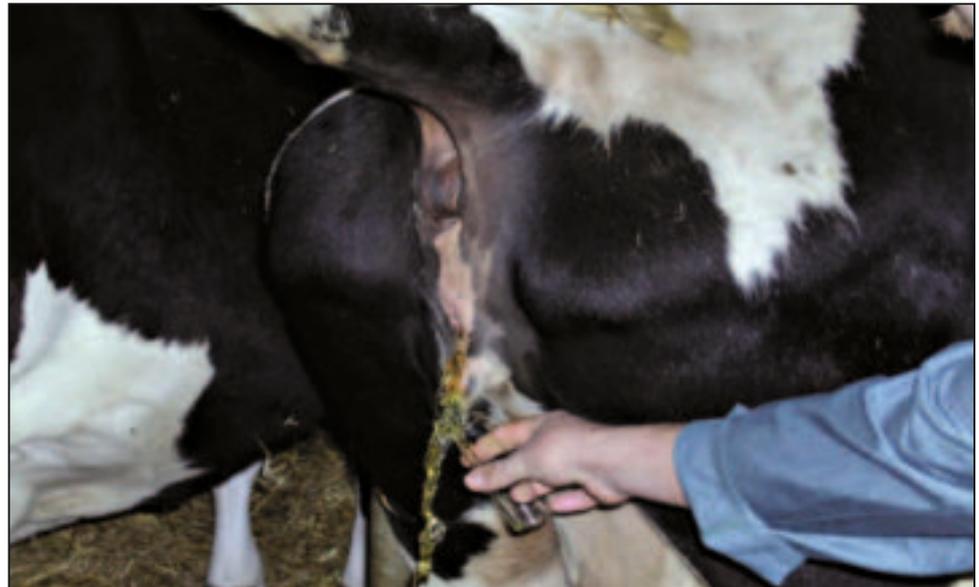


Abb. 19

Gewinnung von Harnproben über die manuelle Stimulation

Abb. 20

Gewinnung von Harnproben über die manuelle Stimulation



Harnproben können per Katheter oder heute üblicher durch die sogenannte »Streichelmethode« über eine manuelle Stimulation des Harnabsatzes relativ einfach von jeder Kuh zu jedem Zeitpunkt und so oft wie notwendig gewonnen werden (Abb. 19, 20). Zweiter Vorteil ist, die Harnproben geben als Sammelproben Mittelwerte über einen längeren Zeitraum von mehreren Stunden wieder. Dritter Vorteil, der Harn-pH-Wert kann unmittelbar vor Ort im Stall gemessen werden. Aussagekräftiger und für die Bestandsüberwachung zu empfehlen, ist die laboranalytische Untersuchung von Harnproben. Dazu steht ein fest gefügtes Parameterprofil zur Verfügung (Abb. 21). Über die Harnanalyse können der Mengenelementhaushalt (Na, K, Cl, Mg), die Wasseraufnahme (Kreatinin) und eben der Säuren-Basen-Haushalt beurteilt werden.

Abb. 21

Parameter der chemischen Laboranalytik von Harnproben

Labordiagnostische Harnuntersuchung	
pH	7,8 - 8,4
NSBA	100 - 200 mmol/l
fraktionierte NSBA	
Basen	150 - 250 mmol/l
Säuren	50 - 100 mmol/l
Basen-Säuren-Quotient BSQ	2,5 - 4,8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 10 mmol/l
Ca	< 1,5 mmol/l
P	< 1,5 mmol/l
Na	< 8,7 mmol/l
K	140 - 320 mmol/l
Cl	40 - 160 mmol/l
Mg	3,7 - 16,5 mmol/l
Kreatinin	< 10 mmol/l

Im Hinblick auf die Mikrobiellen Pansenfunktionstörungen sind Informationen zum Säure-Basen-Haushalt von besonderem Interesse. Die beste Aussage liefert die Bestimmung der einfachen NSBA, besser noch der fraktionierten NSBA (NSBA, Säuren, Basen, Basen-Säuren-Quotient BSQ, Ammoniak  $\text{NH}_4^+$ ). Die Konzentrationen an Kalzium und Phosphat lassen ebenfalls Schlüsse auf den Säuren-Basen-Haushalt zu.

Die relativ einfache Entnahme und laboranalytische Untersuchung von Harnproben in Verbindung mit der hohen Informationsdichte machen den Wert aus und berechtigen tatsächlich zum Ersatz der Pansensaftuntersuchung. Die Bestandsüberwachung von Milchkuhherden sollte deshalb immer die Untersuchung von Harnproben einbeziehen. Mehr noch, die Aussagekraft der Harnproben ist aus praktischer Sicht sogar höher als die von Blutproben einzuordnen.

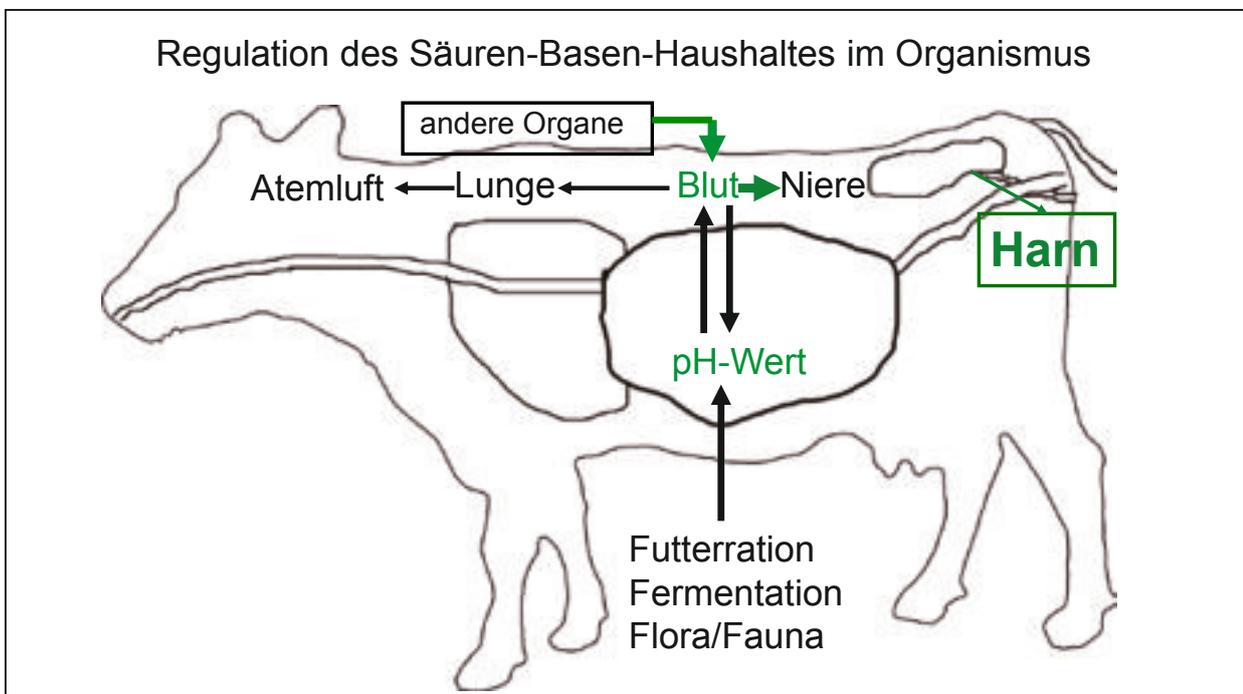


Abb. 22 Aussage von Harnproben zum Säuren-Basen-Haushalt im Blut und im Pansen

Aber Laborbefunde müssen richtig interpretiert werden. Ein Absinken der NSBA unter 100 mmol/l zeigt eine Azidose an, Werte über 200 eine Alkalose (Abb. 21). Die Harnuntersuchung spiegelt die Verhältnisse im Blut wider (Abb. 22). Die Aussage der Harnanalyse in Richtung einer Azidose ist nicht gleichzusetzen mit einer Azidose im Pansen. Es handelt sich um eine Azidose im Blut, die man zur Abgrenzung von der Pansenazidose als metabolische Azidose bezeichnet (Abb. 23). Auf den Säuren-Basen-Haushalt im Blut nehmen verschiedene Faktoren (Stoffwechselprodukte aus den verschiedenen Organen, Lungenfunktion, Nierenfunktion, aus dem Darm resorbierte Nährstoffe ...) Einfluss. Aber auf Grund der Größe des Stoffwechselraumes der Vormägen hat der Pansen im Vergleich zu den anderen Einfluss-

größen ein starkes Übergewicht auf den Säuren-Basen-Haushalt im Blut und darüber hinaus auf die NSBA im Harn. Es ist Aufgabe eines qualifizierten Fachmannes, Laborwerte exakt zu interpretieren. Das sollte im Rahmen der unter Punkt 1 erläuterten Gestaltung der Bestandsbetreuung durch den dafür ausgebildeten Tierarzt erfolgen.

Abb. 23

*Begriffsabgrenzungen der Veränderungen des Säuren-Basen-Status im Pansen und im Blut*

<u>Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes im Pansen</u>	
Pansenazidose Erkrankung mit pathologisch erniedrigtem Pansen-pH-Wert	
Pansenalkalose Erkrankung mit pathologisch erhöhtem Pansen-pH-Wert	
Krankheitsdauer	
perakut	Stunden bis 2 Tage
akut	3 Tage bis 14 Tage
subakut	15 Tage bis 4 Wochen
chronisch	über 4 Wochen
<u>Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes im Blut / im inneren Körpermilieu</u>	
(Blut)- Azidose Erkrankung mit pathologisch erniedrigtem Blut-pH-Wert	
(Blut)-Alkalose Erkrankung mit pathologisch erhöhtem Blut-pH-Wert	

## Systematik der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (MPFS)

Die allgemeine Definition der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung geht von einer von der physiologischen Norm abweichenden Fermentation im Pansenraum mit der Bereitstellung eines veränderten Substratprofils aus (Abb. 8). Das derzeit ungelöste Problem sind die fehlenden labordiagnostischen Methoden zur objektiven Erfassung der Fermentationsprodukte in ihrer Zusammensetzung und in der Menge. Für die praktische Routine stehen hauptsächlich die Methoden zur Beurteilung der Säuren-Basen-Verhältnisse im Pansen selbst und im Blut zur Verfügung (Abb. 22, 23). Deshalb können auf deren Basis die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen unterteilt werden (Abb. 24). Der hohe Stellenwert des Pansen-pH-Wertes ist für den Ablauf der Fermentation der Kohlenhydrate im Pansen gut beschrieben (Abb. 18). Das kann als Argument für die Richtigkeit der Unterteilung der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen auf Basis des Säuren-Basen-Haushaltes dienen.

Danach lassen sich die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen in die akute Pansenazidose, die subakute Pansenazidose, die chronische Pansenazidose, die Pansenfermentationsstörung, die einfache Pansendysfunktion, die Pansenalkalose und die Pansenfäulnis unterteilen (Abb. 24). Die Reihenfolge entspricht der Verschiebung des Säuren-Basen-Haushaltes von einer azidotischen, über keine bis zu einer alkalischen Auslenkung. Die Erkrankungen/Störungen mit einem veränderten Säuren-Basen-Gleichgewicht sind gut beschrieben und dürften in dieser Einteilung auch weiter Bestand haben. Es bleibt für die Zukunft abzuwarten,

inwiefern durch neue Messmethoden zur Erfassung einzelner Teilprozesse im Pansenmikrobenstoffwechsel der Block der Pansenfermentationsstörung weiter differenziert werden kann. Nachfolgend sollen die einzelnen Störungen kurz skizziert werden.

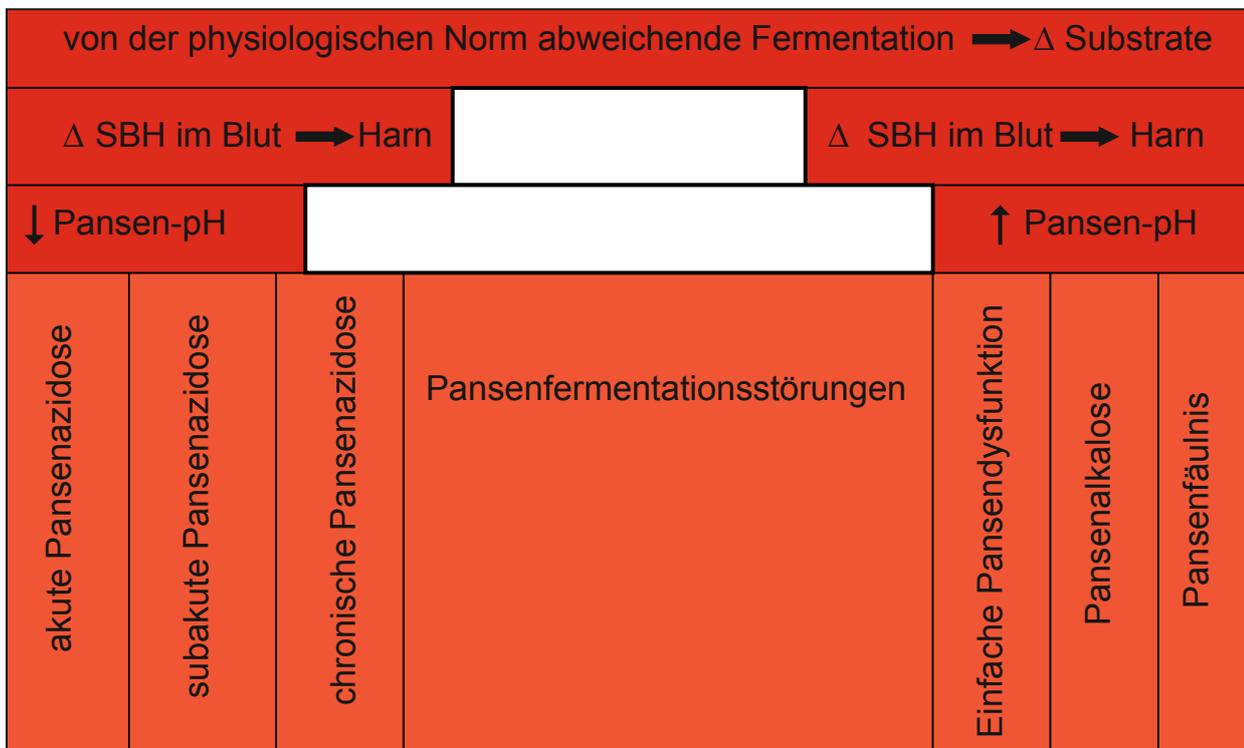


Abb. 24 Unterteilung der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (MPFS) in Abhängigkeit von den Laborbefunden im Säuren-Basen-Haushalt im Pansen und im Blut

### Einstellung des Pansen-pH-Wertes auf Basis der Säurefermentation

Der fermentative Abbau der Futterration im Pansen wird durch das Zusammenspiel der Vielzahl der Pansenmikroben bewirkt (Abb. 6). Der pH-Wert im Pansen bestimmt die Zusammensetzung der Flora (Bakterien, Pilze) und Fauna (Protozoen) in der Pansenflüssigkeit. Eine ungestörte Fermentation in dem Sinne, dass die Menge und Zusammensetzung der Endprodukte des mikrobiellen Ab- und Umbaus den physiologischen Nährstoffbedarf des Wiederkäuers deckt, ist im optimalen Bereich des Pansen-pH-Wertes zwischen 6,3 bis 6,8 gegeben (Abb. 10). Dieser leicht saure pH-Wert entsteht durch eine bestimmte Konzentration an flüchtigen Fettsäuren (Azetat, Propionat, Butyrat) im Pansen (Abb. 11, 18). Durch die Pansenfermentation werden ständig neue Fettsäuren gebildet, über die Resorption der Fettsäuren über die Pansenschleimhaut und den Abfluss von Panseninhalt in Richtung Darm stellt sich ein Gleichgewicht ein, das über die Aufrechterhaltung einer relativ gering schwankenden Konzentration an flüchtigen Fettsäuren auch den pH-Wert in einem engen Fenster konstant hält. Grundvoraussetzung dafür ist die wiederkäuergerechte Fütterung im Sinne erstens eines möglichst ständigen Zuganges zur Futterration und zweitens des Angebotes einer

Ration bei der die bekannten Kennwerte eingehalten sind. Als Empfehlung für die Fütterung von Milchkühen können die Tabellen 1 bis 8 bei Staufenbiel et al. (2009) dienen. Futteraufnahme, Fermentation und Resorption bilden ein Gleichgewicht, was den Pansen-pH-Wert im optimalen Bereich halten soll (Abb. 22).

Dieses Gleichgewicht kann auf zwei grundsätzlichen Wegen gestört werden. Störungen entstehen bei Fütterung von Rationen, die von den Kennwerten der wiederkäuergerechten Ration abweichen. Dazu zählen auch Rationen mit einem erhöhten Gehalt an toxischen Substanzen. Die zweite grundsätzliche Ursache für Störungen der Pansenfermentation sind Rationswechsel. Die Pansenmikroben können sich zwar an verschiedene Rationszusammensetzungen anpassen. Das erfolgt durch Umbau des spezifischen Spektrums an Bakterien, Protozoen und Pilzen. In Abhängigkeit von der graduellen Ausprägung der Rationsänderung sind dafür aber bis zu drei Wochen zu veranschlagen. Die Fütterung einer nicht wiederkäuergerecht zusammengesetzten Ration oder ein zu schneller Rationswechsel ohne ausreichende Anpassungszeit haben Mikrobielle Pansenfunktionsstörungen mit einem veränderten Säuren-Basen-Haushalt im Pansen und/oder im Blut/Harn zur Folge (Abb. 22, 24). An dieser Stelle sei auf das Grundproblem der Fütterung von Kühen mit hohen Milchleistungen hingewiesen. Es ergeben sich zwangsläufig immer höhere Anforderungen an das Fütterungsmanagement, um beiden für die Tiergesundheit essentiellen Ansprüchen gerecht zu werden, nämlich sowohl einer aus Sicht der Strukturversorgung wiederkäuergerechten als auch einer aus Sicht der Energieversorgung bedarfsgerechten Rationsgestaltung .

### Akute Pansenazidose

Die akute Pansenazidose ist eine seit langem bekannte (Erstbeschreibung 1938) und sehr gut beschriebene, konkrete Erkrankung, bei der die Ursachen, die Krankheitssymptome, die Diagnostik, Therapie und Prophylaxe widerspruchsfrei feststehen (Abb. 25).

Abb. 25

Akute Pansen-  
azidose

- D-Laktatvergiftung
- Havariesituation
- extreme Mischfehler, Ausbruch von Rindern
- plötzliche Aufnahme großer Mengen an Stärke / Zucker
- dominante Milchsäurefermentation im Pansen
  
- Erkrankung mit schweren Allgemeinstörungen und Todesfällen
  
- Diagnostik ohne Probleme  
Pansen-pH < 5,5
  
- grob fahrlässiges Handeln
- akute Pansenazidosen darf es in einer fachgerecht geführten Herde nicht geben

Bei der akuten Pansenazidose sind sowohl die Rationszusammensetzung als auch die Anpassungszeit an eine Rationsänderung krankheitsauslösend. Plötzlich fressen die Kühe übermäßige Mengen an leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Neben den klassischen Vertretern Stärke und Zucker sind heute auch die Fruktane einzubeziehen, die in beachtlichen Mengen in tetraploiden Weidelgräsern vorkommen können. Sie werden in der üblichen Fut-  
 teranalytik nicht erfasst, sondern müssen gesondert bestimmt werden. Akute Pansenazido-  
 sen können durch Mischfehler der TMR, bei Ausbruch von Rindern mit freiem Zugang zu  
 energiereichen Futtermitteln oder auch bei Fehleinschätzung des Zuckergehaltes von Grä-  
 sern auftreten. Bei jungen, vor allem Weidelgräsern, kommt neben der hohen Zuckeraufnah-  
 me noch ein geringes Angebot an strukturwirksamer Rohfaser hinzu. Der Pansen-pH-Wert  
 sinkt plötzlich und dauerhaft unter 5,5 ab. Das verändert grundlegend die mikrobielle Pan-  
 senbesiedlung. Die Laktatbildner bestimmen den Verlauf der Pansenfermentation mit der  
 Folge eines starken Anstiegs der Laktatkonzentration im Pansensaft und dann auch im Blut  
 (Abb. 26). Die Milchsäure, und hier die rechtsdrehende Form (D-Laktat), ist das dominieren-  
 de krankmachende Substrat. Deshalb wird die akute Pansenazidose auch als D-Laktat-Ver-  
 giftung bezeichnet.

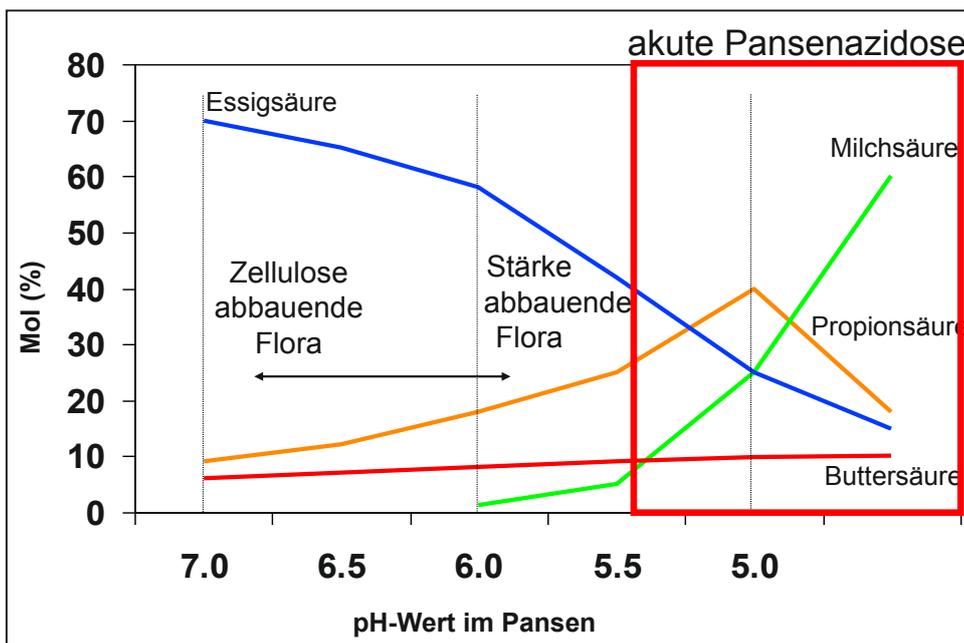


Abb. 26  
 pH-Bereich und  
 Säurefermenta-  
 tionsmuster im  
 Pansensaft bei  
 der akuten  
 Pansenazidose  
 (KAUFMANN u.  
 ROHR, 1967)

Leitsymptom sind profuse Durchfälle (Abb. 27). Hinzu kommen schwere Allgemeinstörungen bis hin zu Todesfällen. Überlebende Tiere können so nachhaltig geschädigt sein, dass sie geschlachtet werden. Die Diagnostik ist eindeutig und einfach an Hand des Vorberichtes und der Untersuchung von Pansensaftproben möglich. Als erste Maßnahmen sind Futtermittel mit einem hohen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser anzubieten und ein freier Wasserzugang zu gewährleisten. Alle weiteren Behandlungen sind durch den Tierarzt anzuleiten.

Die akute Pansenazidose kann durch ständige Überwachung der Fütterung vermieden werden. Sie sollte in Herden mit gutem Management nicht mehr auftreten.



Abb. 27

Profuser Durchfall bei einer Kuh mit akuter Pansenazidose

### Subakute Pansenazidose

Die subakute Pansenazidose ist nahezu das Gegenstück zur akuten Pansenazidose. Sie kommt heute in vielen Milchkuhbeständen regelmäßig vor, gehört zu den bedeutenden, mehr noch, zu den drei wichtigsten Bestandsproblemen in Milchkuhherden mit höherer Leistung (Abb. 3, 4), ist selbst aber keine konkret zu beschreibende Erkrankung mit einer spezifischen Symptomatik. Vielmehr ist die subakute Pansenazidose als ein relevanter Risikofaktor aufzufassen, der das Entstehen anderer Erkrankungen fördert (Abb. 28, 30).

- Anpassungsstörung nach einem Rationswechsel mit Erhöhung der Energiekonzentration
- Überangebot an Stärke/Zucker bei Mangel an strukturwirksamer Rohfaser
- Hauptzeitraum in den ersten Laktationswochen
- wichtiger Risikofaktor für andere Erkrankungen
  
- eindeutige Diagnostik
 

Pansensaft	pH-Wert	5,5 bis 6,3
Harn	NSBA	< 100 mmol/l
Kuhsignale	Wiederkauen	vermindert
	Kotkonsistenz	herabgesetzt
	schlecht verdauter Kot	
	geringe Milchfettwerte	
vermehrt	Rusterholzsche	Sohlengeschwüre
Erkrankungen	Labmagenverlagerungen	

Abb. 28

Subakute Pansenazidose

Hauptursache ist ein Rationswechsel in Richtung einer Erhöhung der Energiekonzentration. Das geht immer mit einer Erhöhung des Anteils an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke, Zucker) zu Lasten des Anteils an strukturwirksamer Rohfaser einher (Abb. 28). An die Änderung der Rationszusammensetzung müssen sich die Pansenmikroben und auch die Pansenschleimhaut anpassen, um wieder ein stabiles Gleichgewicht zwischen der Bildung und der Verwertung der flüchtigen Fettsäuren herzustellen. Das geht mit einem Umbau der Zusammensetzung der Pansenmikroben und der Pansenschleimhaut einher. Diese Anpassungsreaktionen nehmen einen Zeitraum von ungefähr 3 Wochen in Anspruch. Häufig kann auch das selektive Fressen einer in der Kalkulation bedarfsgerecht erscheinenden TMR auslösend wirken.

Damit ist die subakute Pansenazidose eine Adaptationsstörung auf einen zu schnellen und zu drastischen Rationswechsel. Im Zyklus der Milchkuhhaltung ist dafür der Rationswechsel von der Trockenstehperiode in die Laktation geradezu prädestiniert. Die subakute Pansenazidose wird am häufigsten und regelmäßig in den ersten Laktationswochen bzw. im ersten Laktationsdrittel beobachtet. Mitunter kann eine subakute Pansenazidose auch schon beim Wechsel von der extensiven Fütterung in der frühen Trockenstehperiode auf die intensivere Vorbereitungsration auftreten. Das Risiko ist besonders groß, wenn Kühe von der Weidehaltung unmittelbar in die Vorbereitungsgruppe kommen.

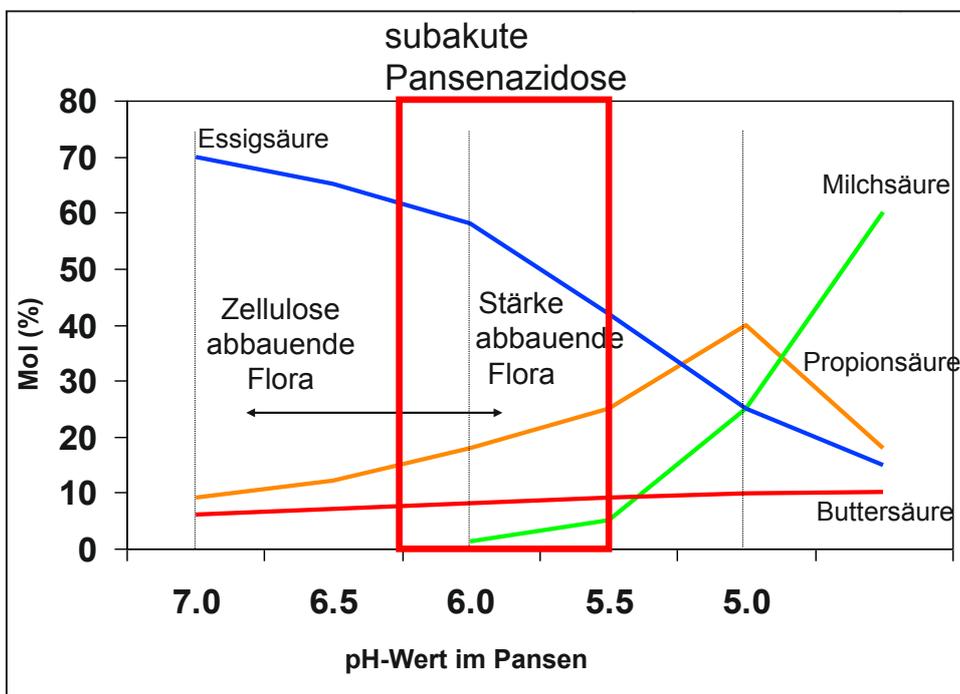


Abb. 29

*pH-Bereich und Säurefermentationsmuster im Pansensaft bei der subakuten Pansenazidose (KAUFMANN u. ROHR, 1967)*

Subakute Pansenazidosen können auch bei fortdauernder Fütterung einer Ration mit einem zu geringen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser und einem zugleich überhöhten Angebot an Stärke/Zucker auftreten. Durch Adaptationsprozesse ist das aber bei Milchkuhen eher seltener, vielmehr geht die subakute Pansenazidose in eine chronische Pansenazidose über.

Bei der subakuten Pansenazidose kommt es zu einer moderaten, aber dauerhaften Absenkung des Pansen-pH-Wertes in den Bereich von 6,3 bis 5,5 (Abb. 28, 29). Die mikrobielle Pansenbesiedlung verschiebt sich von den faserabbauenden Bakterien in Richtung der stärkeabbauenden Bakterien, was im Ergebnis im Fermentationsmuster zu einem höheren Propionatanteil zu Lasten des Azetats führt (Abb. 29). Diese Veränderungen können an einer dünnen Kotkonsistenz (Abb. 31) bzw. an schlecht verdaulichem Kot (Abb. 32) abgelesen werden. Das verengte Azetat-Propionat-Verhältnis beeinflusst den Ablauf der Milchsynthese im Eutergewebe mit einem Absinken des Milchfettgehaltes und des Milchfett-Milchprotein-Quotienten unter 1,0 (Abb. 33).

Abb. 30

*Subakute Pansenazidose als Risikofaktor für die Entwicklung anderer Erkrankungen*

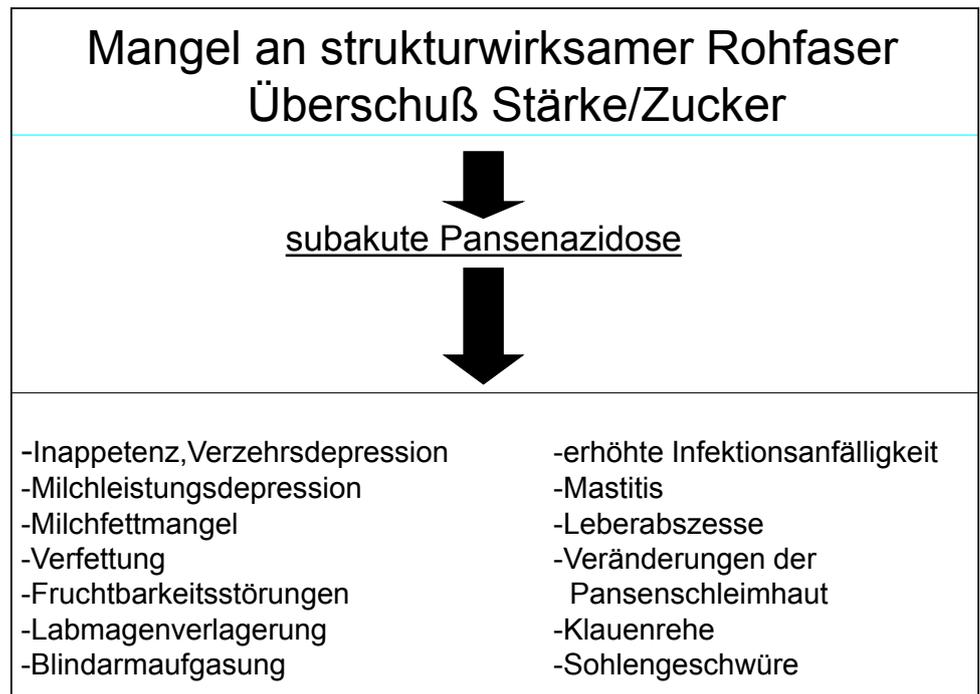


Abb. 31

*Dünne Kotkonsistenz mit unverdaulichem Futterbestandteilen als Hinweis auf eine subakute Pansenazidose*





Abb. 32

Kot mit hohem Anteil an unverdauten Faser- und anderen Futterbestandteilen als Hinweis auf eine subakute Pansenazidose

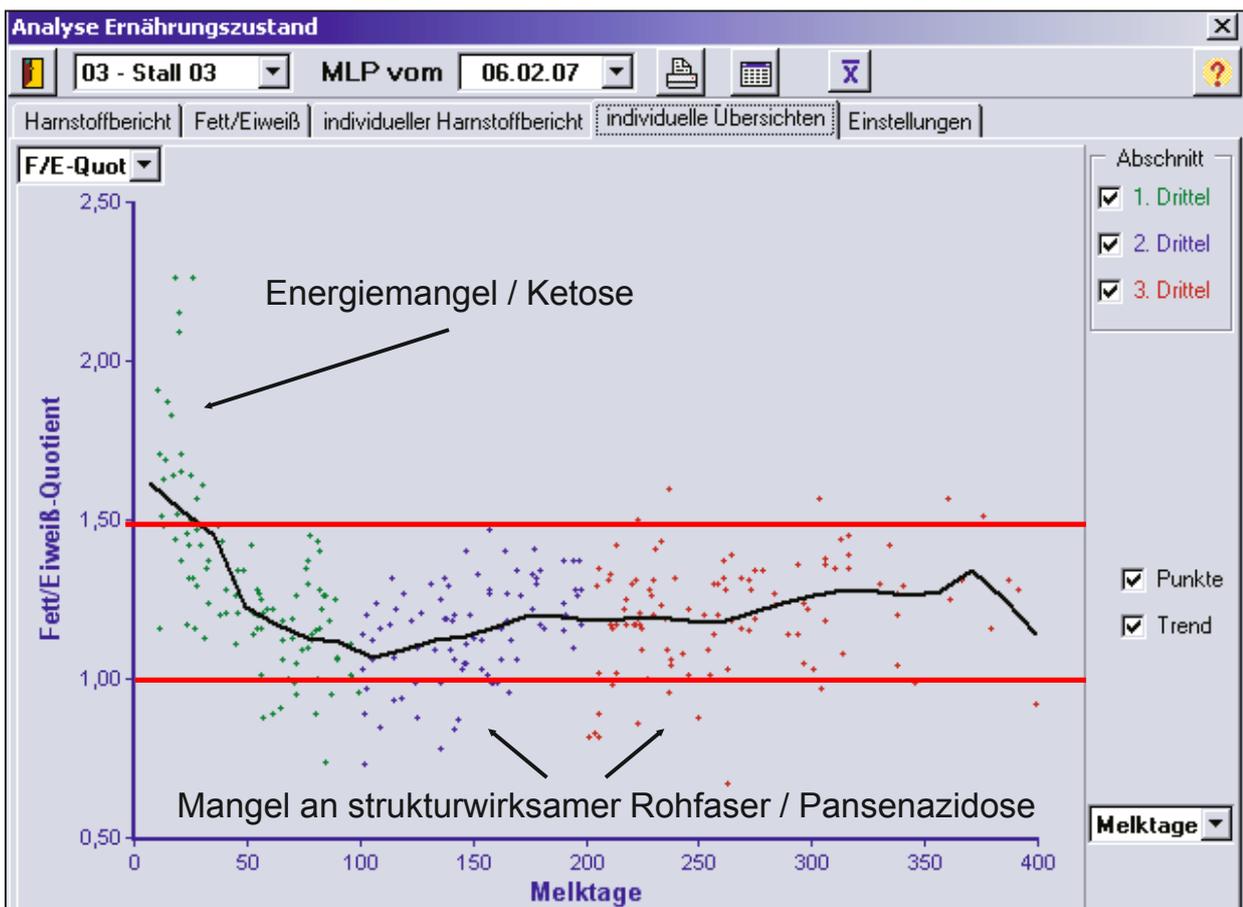


Abb. 33 Auswertung des Milchfett-Milchprotein-Quotienten als Hinweis auf eine subakute Pansenazidose

Der relativ höhere Anteil an Propionat in der Pansenfermentation hat noch einen anderen, auf den ersten Blick als positiv eingeschätzten Effekt. Da Propionat das Ausgangssubstrat

für die Glukosebildung in der Leber ist, wird über diesen Weg auch die Milchmengenbildung gefördert. Das manifestiert sich in der Laktationskurve in einer überschießenden Einsatzleistung. Beide Effekte, ein verengter Milchlaktat-Milchprotein-Quotient und eine höhere Milchmengenleistung, können als positive Effekte wahrgenommen werden. Ähnlich ist es in der Mastrindhaltung. Hier fördert eine Fütterung im Bereich der subakuten Pansenazidose die Mastleistung, solange die Futteraufnahme ungestört bleibt. Damit ist ein besonderes Problem der subakuten Pansenazidose umrissen, es treten nicht nur negative, sondern auch positive Effekte auf, und es fehlt ein exakt umschriebenes Krankheitsbild.

Es muss an dieser Stelle eindeutig herausgestellt werden, dass in der Summe die negativen Effekte auf die Herdengesundheit in der Milchkuhhaltung überwiegen. Die mittlere Nutzungsdauer der Kühe in der Herde wird verkürzt. Die subklinische Pansenazidose trägt wesentlich zu einer langsam fortschreitenden Verschlechterung der Herdengesundheit bei. Die Betonung liegt auf langsam fortschreitend. Der Zusammenhang zwischen einer falschen Rationsgestaltung und dem Auftreten von Tiergesundheitsproblemen wird zeitlich entkoppelt, mehr noch, in der Anfangsphase können sogar positive Effekte auf die Leistung dominieren. Das führt zu falschen Schlussfolgerungen. Am Ende ist eine wiederkäuergerechte Rationsgestaltung unter Vermeidung der subakuten Pansenazidose ökonomisch tragfähiger als kurzfristig wirksame Steigerungen der Milchleistung durch Rationen, die die Herde in die subklinische Pansenazidose drängen.

Die subklinische Pansenazidose geht mit einer Reihe an negativen Effekten auf die Tiergesundheit einher (Abb. 30). Der erhöhte Anfall von Propionat senkt ab dem zweiten Laktationsdrittel die Persistenz der Laktationskurve und unterstützt in der Folgezeit die Verfettung der Kühe. Letzteres erhöht die Zahl der Tot- und Schweregeburten und führt zu Ketosen in der Folgelaktation. Für eine subakute Pansenazidose typische Rationen werden anfangs gut gefressen, längerfristig (nach Tagen bis Wochen) wird die Futteraufnahme schlechter. Die Persistenz in der Laktationskurve sinkt ab. Die Passagegeschwindigkeit steigt. Es gelangt mehr Futterbrei pro Zeiteinheit in den Labmagen und in den Darm. Der Labmagen hat eine wichtige Barrierefunktion. Durch das Absenken des pH-Wertes über die sezernierte Salzsäure sollen krankmachende Bakterien abgetötet werden. Ist dieses Regelsystem gestört, steigt das Risiko der Passage pathogener Keime (unter anderem von Clostridien) in den Darm. Daneben gelangt auch ein höherer Anteil an leicht verdaulichen und vergärbaren Kohlenhydraten über den Labmagen in die hinteren Abschnitte des Dünndarmes und in den Dickdarm. Das verändert die Darmflora und unterstützt das Auftreten von Labmagenverlagerungen und von Blinddarmkrankungen. Subakute Pansenazidosen sind neben der Ketose ein starker Risikofaktor für das vermehrte Auftreten von Labmagenverlagerungen. Die unter 6,3 abgesenkten Pansen-pH-Werte sind Folge einer erhöhten Säureproduktion und verminderten Säureresorption. Die physiologische Funktion der Pansenschleimhaut wird überfor-

dert. Die Verhornungsschicht der Pansenschleimhaut nimmt zu (Hyperkeratosen). Die Hornqualität wird verändert (Parakeratosen). Das beeinflusst die Resorptionsleistung der Pansenschleimhaut negativ. Ein weiterer zentraler Punkt ist die eingeschränkte Barrierefunktion der Pansenschleimhaut. Neben der Veränderung der Hornstärke und der Hornqualität kommen oberflächliche Schleimhautläsionen hinzu. Das hat fatale Folgen. Bakterien und üblicherweise nicht resorbierbare Substanzen können in die Blutbahn übertreten. Es wird das Auftreten von Euterentzündungen und Leberabszessen unterstützt. Eine der gravierendsten Folgen einer subakuten Pansenazidose ist die Zunahme von Klauenerkrankungen. Unter den Bedingungen einer subakuten Pansenazidose werden vermehrt Toxine (Endotoxine) und biogene Amine in der Pansenflüssigkeit gebildet. Die veränderte Beschaffenheit der Pansenschleimhaut trägt zur Resorption dieser unerwünschten Produkte bei. Diese Toxine schädigen den Gesamtorganismus, haben aber eine besonders starke Wirkung an der Klauenlederhaut. Es kommt zunächst zu einer Klauenrehe. Besonders betroffen sind Jungkühe (Abb. 34), was häufig übersehen wird. Durch Lockerung des Aufhängeapparates des Klauenbeines im Klauenschuh verändern sich die Belastungsverhältnisse. Nach ungefähr 12 Wochen manifestieren sich im Bestand vermehrt Rusterholz'sche Sohlengeschwüre, Defekte an der weißen Linie oder andere Zusammenhangstrennungen. Besteht die subakute Pansenazidose über längere Zeit als Bestandsproblem, nehmen die Lahmheiten immer mehr zu. Es bedarf keiner langen Begründung, dass die aufgezeigten Veränderungen mit einer Verschlechterung der Fruchtbarkeit einhergehen (Abb. 30). Diese Erläuterungen sollen eindringlich verdeutlichen, dass selbst die nur subklinisch verlaufende subakute Pansenazidose ein zentraler Störfaktor von grundlegender Bedeutung für die Herdenleistung und Herdengesundheit ist (Abb. 3, 4, 30).

### Subakute Pansenazidose und Klauenrehe

- erhalten Erst- und Mehrkalbskühe in den ersten Wochen nach dem Kalben die gleiche Ration
- dann liegt der Erkrankungsschwerpunkt für die Klauenrehe bei den Jungkühen
- Symptome
  - vermehrtes Liegen
  - unsicheres Laufen „wie auf Eiern“
  - dünne Kotkonsistenz
  - verminderte Wiederkauaktivität
  - schlecht gefüllte Hungergrube
  - Abmagerung
  - struppiges Haarkleid
- 12 Wochen später vermehrtes Auftreten von Lahmheiten auf Grund von Rusterholz'schen Klauensohlengeschwüren und anderen Klauenerkrankungen mit Zusammenhangstrennungen

*Abb. 34*

*Subakute  
Pansenazidose  
und Klauenrehe*

Die sichere Diagnose der subklinischen Pansenazidose schließt die Labordiagnostik von Pansensaft- und Harnproben ein, da eine charakteristische klinische Symptomatik fehlt. Entsprechend der Zuordnung in Abb. 24 geht die subklinische Pansenazidose mit einer Absenkung des Pansensaft-pH-Wertes in den Bereich zwischen 5,5 und 6,3 und einer NSBA im Harn unter 100 mmol/l einher (Abb. 28). Als Probanden müssen Kühe aus der Fütterungsgruppe mit dem höchsten Risiko ausgewählt werden. Sie sollten sich ein bis zwei Wochen nach dem Rationswechsel in der Gruppe befinden. Auf Grund der Tagesschwankungen sollten die Pansensaftproben ein bis drei Stunden nach der Morgenfütterung gewonnen werden. Die Harnprobenentnahme kann zur gleichen Zeit durchgeführt werden. Harnproben werden von der Tagesdynamik nur gering beeinflusst. Es sollten von mehreren Kühe Proben gewonnen werden. Eine Stichprobenzahl von 10 Tieren kann empfohlen werden. Zur Sicherung der Diagnose und zur Ursachenklärung ist eine TMR-Analyse zielführend (Staufenbiel et al. 2009). Als Hilfsmittel können die Tabellen 1 bis 8 bei Staufenbiel et al. (2009) dienen.

Eine zweite Säule der Diagnostik beruht auf der Beobachtung der durch eine subklinische Pansenazidose ausgelösten Effekte. Heute gehört das Erfassen der sogenannten Kuhsignale zum Standard eines guten Herdenmanagements. Durch bewusstes Beobachten der Tiere und Erfassen bestimmter Kriterien (zum Teil einer Bonitierung an Hand vorgegebener Notenschlüssel) soll die Entwicklung von Störungen und Erkrankungen frühzeitig erkannt und verhindert werden. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei Hulsen (2004). Beobachtungskriterien für das Erkennen einer subklinischen Pansenazidose sind das Wiederkauen, die Kotkonsistenz (Abb. 31), der Kotzerkleinerungsgrad (Abb. 32) und die Pansenfüllung (Hulsen 2004). Ein weiterer wichtiger diagnostischer Ansatz basiert auf der Auswertung der Herdendaten. An erster Stelle stehen die Ergebnisse der monatlichen Milchleistungskontrolle. Ein Absinken des Milchfett-Milchprotein-Quotienten unter 1,0 weist auf eine subklinische Pansenazidose hin (Abb. 33). Die Auswertung der Herdendaten nach den Erkrankungshäufigkeiten ist eine weitere wichtige Informationsquelle. Die Zunahme bzw. das Überschreiten einer oberen Grenzhäufigkeit von Labmagenverlagerungen, Klauensohlungeschwüren oder Mastitiden sind als ein Hinweis auf eine subklinische Pansenazidose zu werten (Abb. 28). Es bleibt aber festzuhalten, dass diese genannten Punkte nur Hinweise geben. Ohne die labor-diagnostische Untersuchung von Pansensaft- und Harnproben ist eine gesicherte Diagnose nicht möglich.

Eine Therapie einer subklinischen Störung erübrigt sich. Vielmehr werden die begleitenden Folgeerkrankungen unter Anleitung des den Bestand betreuenden Tierarztes nach den bekannten Therapieplänen behandelt.

Die Prophylaxe der subakuten Pansenazidose lässt sich unter dem Stichwort wiederkäuergerechte Rationsgestaltung zusammenfassen. Das Grundsatzproblem bei der Fütterung der Kühe in der Früh-laktation ist die Sicherung des Bedarfes an strukturwirksamer Rohfaser und an Energie. Beide Anforderungen wirken in der Rationsgestaltung gegenläufig. Damit wird mit steigender Milchleistung die Fütterung der Kühe in der Früh-laktation immer mehr zu einer Gratwanderung zwischen diesen beiden Anforderungen. Im Konfliktfall ist dem Angebot an strukturwirksamer Rohfaser der Vorrang vor der Energieversorgung einzuräumen. Eine subklinische Pansenazidose hat langfristige negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit. Die Fähigkeit in der Rationsgestaltung, den Bedarf an strukturwirksamer Rohfaser und Energie im ersten Laktationsdrittel zu decken, bestimmt im hohen Maße über den wirtschaftlichen Erfolg der Milchkuhhaltung. Die Grundsätze wurden bei Staufenberg et al. (2009) dargestellt. Wichtig ist, zu realisieren, dass das Einhalten von Tabellenwerten bei der Ausgestaltung der Ration allein nicht ausreicht, um subakute Pansenazidosen zu vermeiden. Ein den Tabellenwerten nicht zu entnehmender Einflussfaktor ist der Rationswechsel. Die Übergänge von der Trockensteherration auf die Vorbereiterration, von dieser auf die Startration und dann von der Startration auf die Hochleistungsration müssen gut aufeinander abgestimmt sein, um das Adaptationsvermögen der Pansenmikroben nicht zu überfordern (Staufenberg et al. 2009). Ein anderes grundlegendes Problem besteht in der Beurteilung der realen Aufnahme an strukturwirksamer Rohfaser. Die Futteranalyse bewertet die chemischen Eigenschaften. Die Strukturwirksamkeit ist eine physikalische Eigenschaft (an anderer Stelle in diesem Tagungsband wird darauf ausführlicher eingegangen). Bis heute ist dieses Problem nicht hinreichend gelöst. Deshalb kann die Deckung des Bedarfes an strukturwirksamer Rohfaser nicht allein aus der Rationsberechnung und der Rationskontrolle beurteilt werden. Das unterstreicht die Bedeutung der dargestellten Methoden zur Diagnostik der subklinischen Pansenazidose.

Schließlich leitet sich aus den Unsicherheiten bei der Rationskalkulation in Bezug auf die strukturwirksame Rohfaser die Bedeutung von Futterstroh in Rationen mit hoher Energiedichte ab. An das Futterstroh, das der TMR zugegeben wird, sind hohe Anforderungen zu stellen. Es soll von hoher Qualität und ohne Pilzbefall sein, erkennbar an der goldgelben Farbe. Die Häcksellänge soll 1 bis 4 cm betragen, um ein selektives Fressen in der TMR zu verhindern (Abb. 36). Häckselstroh wirkt als beste Strukturkomponente für die Ausbildung der Pansenmatte. Es ist durch kein anderes Futtermittel zu ersetzen, auch nicht durch Heu. Häckselstroh ist vor allem für Kühe mit hohen Leistungen ein ganz wichtiges Futtermittel. Grundsätzlich können mindestens 0,5 kg qualitativ hochwertiges Häckselstroh in die kritischen Rationen der Vorbereiter, der Startkühe und der Hochleistungskühe eingemischt werden. Die theoretische Energieverdünnung durch den Strohzusatz wird in der Regel durch eine höhere Futteraufnahme ausgeglichen. Als Zusatzeffekt kann auf Grund der Verbesse-

rung der Pansenfermentation eine stabilere Tiergesundheit erwartet werden. Aus diesem Grund wird heute zu Recht ein großer Aufwand zur Bereitstellung von Futterstroh betrieben (Abb. 35, 36).

*Abb. 35*

*Häckselstrohlager  
zur ganzjährigen  
Absicherung der  
Prophylaxe der  
subakuten  
Pansenazidose*



*Abb. 36*

*Häckselstroh von  
guter Qualität,  
allerdings etwas  
zu lang  
(Ziel 1 bis 4 cm)*



### **Chronische Pansenazidose**

Die chronische Pansenazidose entwickelt sich immer aus einer subakuten Pansenazidose. Letztere kann ausheilen, sie kann zum Tod des Patienten führen oder sie kann auch in das chronische Stadium übergehen, wenn weiterhin eine Ration mit einem zu geringen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser bei einem gleichzeitigen Überangebot an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke, Zucker, Fruktane) verfüttert wird. Subakute Erkrankungen umfassen einen Zeitraum von bis zu 4 Wochen, danach gehen Erkrankungen in das chronische Stadium über (Abb. 23). Dieser formalen zeitlichen Einteilung entsprechend lassen

sich auch systematische Veränderungen beobachten. Wirkt auf einen Organismus ein Störfaktor, hier die Ration mit einem Mangel an strukturwirksamer Rohfaser und einem Überangebot an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten, dann setzen Anpassungsreaktionen ein. Sind im subakuten Stadium noch klinische Anzeichen der Erkrankung sichtbar (Veränderungen in der Kotkonsistenz, im Wiederkauen (Abb. 34), so werden diese Anzeichen danach immer undeutlicher und gehen verloren. Das Tier passt sich scheinbar an den Störfaktor an. Aber sein Organismus muss dauerhaft die nicht wiederkäuergerechte Rationsgestaltung durch einen erhöhten Regelaufwand ausgleichen, um einen äußerlich ungestörten Zustand aufrecht zu erhalten (Abb. 37).

- Anpassung an eine Ration mit einem Missverhältnis an Stärke/Zucker bei Mangel an strukturwirksamer Rohfaser bei gleichbleibender Fütterung
- Schwerpunkt Mastrinder, Milchkühe
- Pansen-pH-Wert durch Rationsadaptation physiologisch
- erhöhte Gesamtmenge an resorbierten flüchtigen Fettsäuren
- verändertes Fettsäuremuster mit erhöhtem Propionatanteil
- Risikofaktor für andere Erkrankungen (Osteopathien, Leberabszesse, Hyperkeratosen und Parakeratosen des Pansenepithels)
- eindeutige Diagnostik ausschließlich
 

Harn	NSBA	< 100 mmol/l
	Ca	> 1,5 mmol/l
- Schlachthofbefunde

Abb. 37

Chronische Pansenazidose

Bei der chronischen Pansenazidose bewegt sich der Pansen-pH-Wert im unteren physiologischen Bereich um 6,0 (Abb. 38). Das geht mit einer Förderung der stärkefermentierenden Bakterien auf Kosten der Zellulosespalter einher. Das Fermentationsmuster der flüchtigen Fettsäuren im Pansen verschiebt sich in Richtung zum Propionat auf Kosten des Azetats (Abb. 38). Bei einem Anstieg der Gesamtmenge an fermentierten Fettsäuren im Pansen ist deren aktuelle Konzentration in der Pansenflüssigkeit aber nicht erhöht, was die moderate Reaktion des pH-Wertes in der Pansenflüssigkeit erklärt. Das wird durch eine Steigerung der Resorptionsgeschwindigkeit erreicht. Pro Zeiteinheit werden mehr Säuren durch die Pansen-schleimhaut in das Blut aufgenommen (Abb. 39).

Die Blut-pH-Verhältnisse sind extrem streng reguliert. Der Organismus gleicht die Säurelast auf zwei Wegen aus (Abb. 39). Die Nieren geben über den Harn vermehrt saure Valenzen ab. Das ist an Hand eines Abfalls der NSBA unter 100 mmol/l messbar. Darüber hinaus werden die resorbierten Säuren verstoffwechselt und über diesen Weg neutralisiert. Das verengte

Azetat-Propionat-Verhältnis kann bei der Milchkuh an einem Absinken der MilCHFettkonzentration abgelesen werden. Propionat unterstützt die Milchproteinsynthese. Damit wird der MilCHFett/Milchprotein-Quotient zu einem aussagekräftigen Indikator, sowohl für die subakute als auch für die chronische Pansenazidose (Abb. 33). Auf der anderen Seite fördert der erhöhte Propionatanteil auch die Milchmengenbildung. Das trifft aber nur für die FrühLaktation zu. Mit Fortschreiten der Laktation wird dann immer stärker der Körperfettansatz unterstützt. Das zeigt sich in der Laktationskurve an Hand einer überschießenden Einsatzleistung, bei einer nachfolgend schlechten, übermäßig abfallenden Laktationspersistenz (Abb. 40). Im Gegenzug nimmt der Fettansatz mit Fortschreiten der Laktation immer stärker zu.

Abb. 38

*pH-Bereich und Säurefermentationsmuster im Pansen saft bei der chronischen Pansenazidose (KAUFMANN u. ROHR, 1967)*

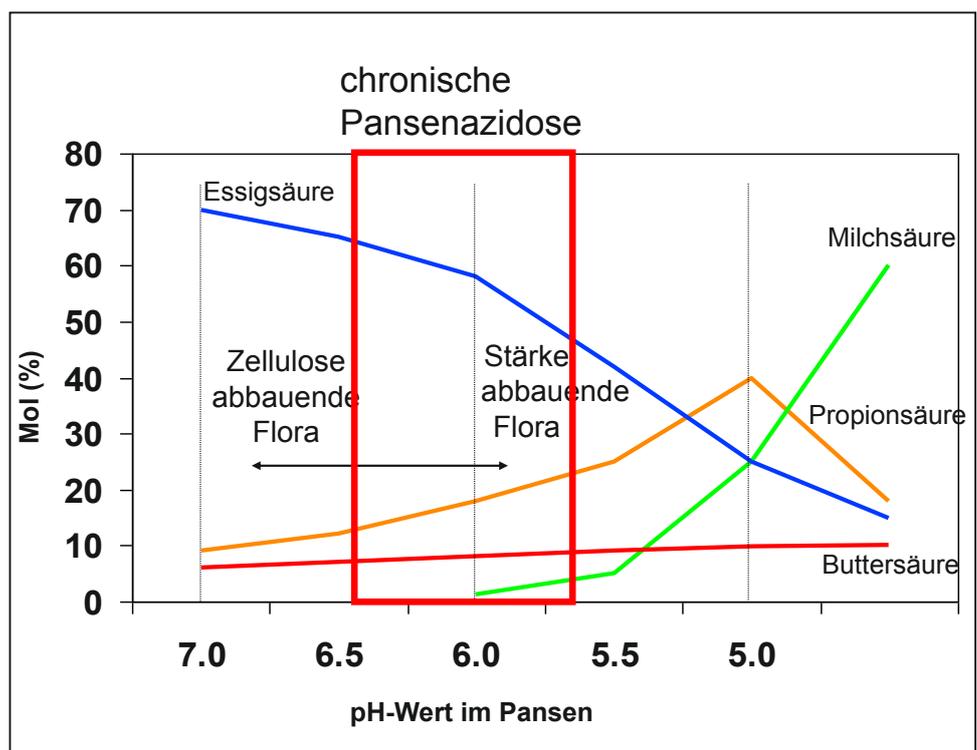
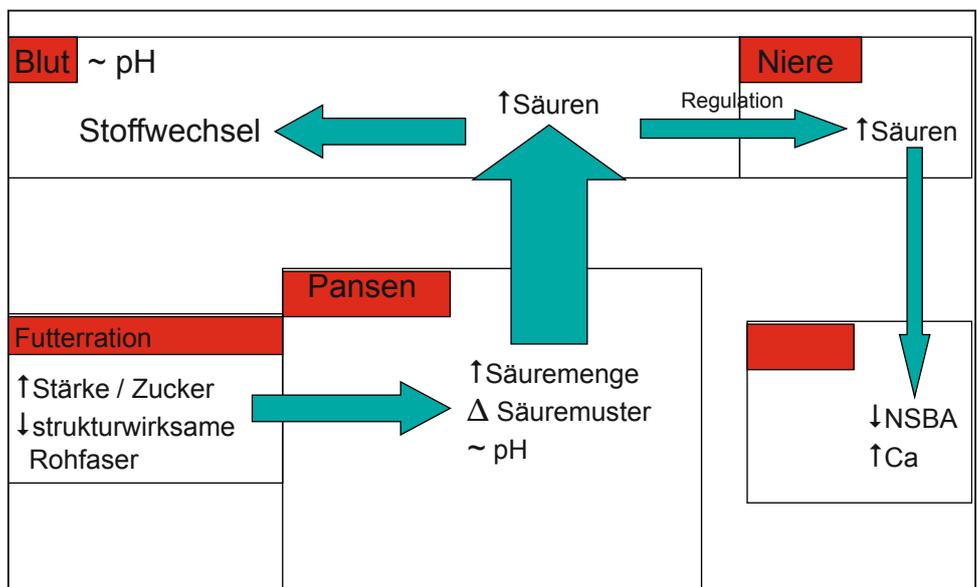


Abb. 39

*Metabolitenströme bei der chronischen Pansenazidose*



Die Diagnostik der chronischen Pansenazidose gründet sich auf die Rationsanalyse, die bekannte Zeitdauer der Verfütterung dieser Ration und auf die Harnanalytik (Abb. 37, 39). Es werden NSBA-Werte unter 100 mmol/l gefunden. Häufig sind auch die Konzentrationen an Kalzium im Harn erhöht. Würde man Pansensaftproben untersuchen, fände man pH-Werte im unteren physiologischen Bereich (Abb. 10, 38). Die Gesamtfettsäurenkonzentration bewegt sich im Normbereich. Das Fettsäuremuster ist tendenziell zum Propionat verschoben, bleibt aber in der Regel auch noch im physiologischen Bereich (Abb. 11, 38).

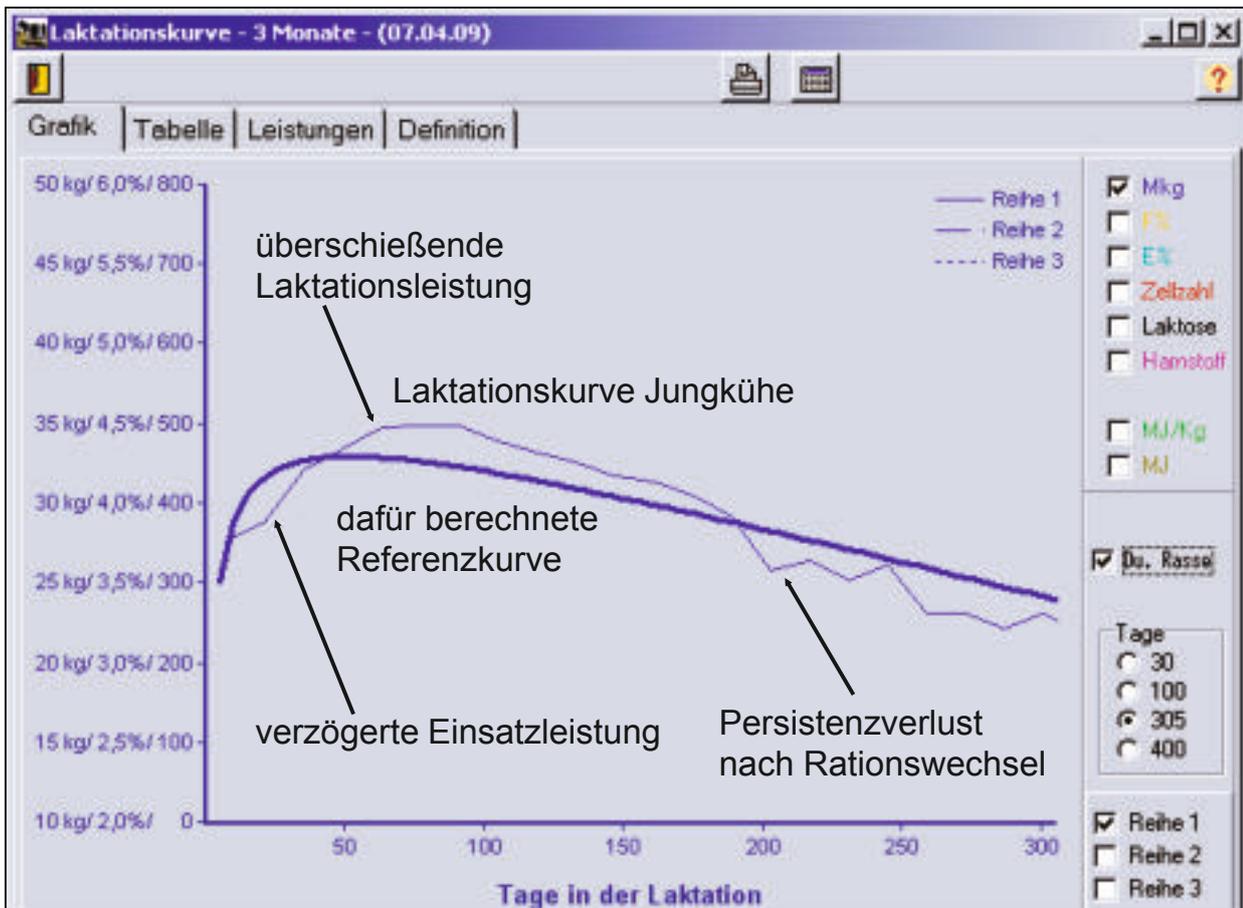


Abb. 40 Auswertung der Laktationskurve mit Hinweisen auf eine subakute und chronische Pansenazidose

Die Bekämpfung der chronischen Pansenazidose entspricht dem Vorgehen bei der subakuten Pansenazidose. Im Mittelpunkt steht die wiederkäuergerechte Rationsgestaltung. Der chronischen Pansenazidose fehlen charakteristische Krankheitssymptome. Vielmehr rührt ihre klinische und wirtschaftliche Bedeutung analog zur subakuten Pansenazidose aus der Wirkung eines starken Risikofaktors, der das Auftreten anderer Erkrankungen fördert (Abb. 30).

Auf Grund der engen Zusammenhänge wird in der praktischen Routine häufig nicht zwischen subakuter und chronischer Pansenazidose unterschieden. Beide Erkrankungsformen werden überwiegend über die Harnanalytik an Hand der NSBA diagnostiziert (Abb. 28, 37).

Ohne ergänzende Pansensaft-pH-Untersuchung ist eine Unterscheidung auch schwierig, was die Übersicht in Abb. 24 verdeutlicht. Das Unterlassen einer Differenzierung ist zwar systematisch nicht korrekt, es hat aber auf Grund der gleichen Ursachen und Bekämpfung aus praktischer Sicht keine relevanten Konsequenzen.

### SARA (subacute rumen acidosis)

Der Begriff der SARA stammt aus dem nordamerikanischen Raum (Garret et al. 1999; Nordlund et al. 1995; Cook et 2006; Tajik u. Nazifi 2011). Im Gefolge der enormen Leistungssteigerung der Holstein-Friesian-Herden in den USA und Kanada erkannte man die subakute Pansenazidose als ein zentrales und weit verbreitetes Bestandsproblem. Das führte zu einer intensiven Forschung mit kontinuierlichen Messungen des Pansen-pH-Wertes über 24 Stunden. Dabei stellte sich eine Diskrepanz zwischen dem laut Definition der subakuten Pansenazidose zu erwartenden (Abb. 28) und dem tatsächlich gemessenen Pansen-pH-Wert heraus. Bei Rationen mit einer theoretisch zu erwartenden azidotischen Wirkung wurden nur kurze oder sogar ausbleibende Perioden mit pH-Werten unter 6,3 im Pansensaft gefunden (Abb. 41). Dieser Effekt wurde bei der Fütterung von TMR-Rationen noch verstärkt (Abb. 41).

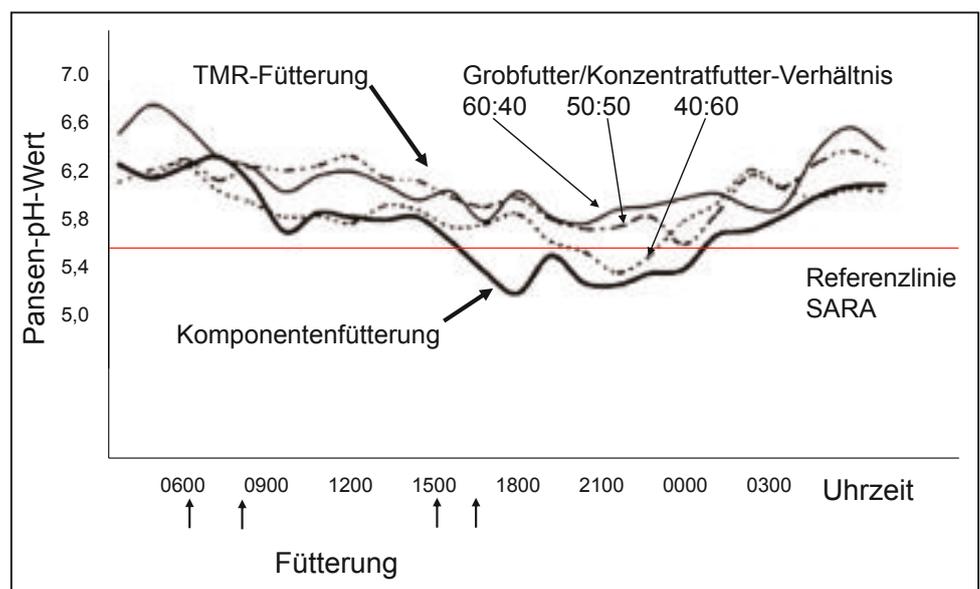


Abb. 41

*Tagesprofile des pH-Werts im Pansensaft bei Verfütterung von Rationen mit einem unterschiedlichen Grobfutter/Konzentratfütter-Verhältnis als Komponentenfütterung (60:40) und TMR-Fütterung (60:40; 50:50; 40:60) (Maekawa et al. 2002)*

Überträgt man die Ergebnisse auf eine Bestandsuntersuchung, wird deutlich, dass bei einer Probenentnahme zu einem bestimmten Zeitpunkt nur eine kleine Zahl an Tieren zu finden sein wird, die einen abgesenkten Pansen-pH-Wert aufweisen. Daraus schlussfolgernd wird postuliert, dass die gesamte Fütterungsgruppe bzw. die Herde an einer subakuten Pansenazidose leidet, wenn in einer Stichprobe ein bestimmter Anteil an Probanden einen vermin-

derten Pansen-pH-Wert aufweist. Damit kann die Diagnose der SARA nicht auf ein Einzeltier, sondern immer nur auf eine Tiergruppe angewandt werden (Abb. 42). In der Folgezeit wurden die Stichprobengrößen, die Zeitpunkte der Pansensaftprobenentnahmen und die Beurteilung vereinheitlicht (Nordlund et al. 1995; Cook et al. 2006). Zugleich wurde als Methode zur Pansensaftprobengewinnung die Pansenpunktion im Rahmen der Bestandsüberwachung vorgegeben. Das ist deshalb von Bedeutung, weil die Art der Pansensaftuntersuchung das Ergebnis der pH-Messung wesentlich beeinflusst (Enemark et al. 2003; Duffield et al. 2004; Schneider et al. 2010).

<p><b>SARA (SubAcute Rumen Acidosis</b> nach Nordlund et al. 1995)  <b>ist nicht identisch mit der subakuten Pansenazidose</b></p> <p>Definition der SARA nach Cook et al. 2006:  Pansen-pH &lt; 5,6 bei &gt; 25% der untersuchten Probanden  immer Bestandsdiagnose, keine Einzeltierdiagnose</p> <p>Stichprobentest</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 klinisch gesunde Kühe aus der Gruppe mit erhöhtem Risiko</li> <li>- Komponentenfütterung      5 bis 50 Laktationstage</li> <li>- TMR-Fütterung                      50 bis 150 Laktationstage</li> <li>- Pansensaftprobenentnahme durch Pansenpunktion</li> <li>- kein Risiko                              &lt; 2 von 12 Kühen pH &lt; 5,6</li> <li>- unklare Diagnose      2 bis 4 Kühe von 12 Kühen pH &lt; 5,6</li> <li>- Diagnose SARA                      &gt; 4 Kühe von 12 Kühen pH &lt; 5,6</li> </ul>
---

*Abb. 42*

*SARA ist nicht identisch mit der subakuten Pansenazidose*

Erkenntnistheoretisch ist der Begriff der SARA nicht konsistent. Es werden auch Kühe mit nur kurzzeitiger oder gar keiner pH-Wert-Absenkung zugeordnet. Um das Problem zu lösen, darf die SARA nie als Einzeltierdiagnose, sondern immer nur als Herdendiagnose verwandt werden. Auch in der deutschen Literatur wird das sehr häufig übersehen und die SARA unzulässigerweise mit der subakuten Pansenazidose eines Einzeltieres gleichgesetzt. Um diese Fehlinterpretation zu vermeiden und im Hinblick auf eine exakte Begriffsbestimmung sollte auf den Gebrauch des Begriffes SARA verzichtet werden.

Betrachtet man die Unterteilung der mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen in Abb. 24, so liegt die Ursache der problematischen Definition der SARA darin, dass drei Störungen zusammengefasst und nicht korrekt abgegrenzt werden, die subakute Pansenazidose, die chronische Pansenazidose und die Pansenfermentationsstörung. Dieses Verwischen unterstreicht die Überbewertung der diagnostischen Bedeutung des Pansen-pH-Wertes.

### **Einfache Pansendysfunktion**

Die Pansenazidosen (akute, subakute und chronische Form) sind durch eine Verschiebung des Milieus in den sauren Bereich im Pansen und im Organismus gekennzeichnet, ablesbar

an Pansensaft, Blut und Harn. Allen ist als auslösende Ursache ein Überangebot an energiereichen, schnell fermentierbaren Kohlenhydraten gemein. Daraus leitet sich logisch ab, dass im Gefolge einer zu geringen Produktion an flüchtigen Fettsäuren im Pansen eine Verschiebung in den alkalischen Bereich zu erwarten ist. Genau wie bei den Pansenazidosen werden auch hier drei graduell unterschiedlich ausgeprägte Störungen unterschieden, die einfache Pansendysfunktion, die Pansenalkalose und die Pansenfäulnis (Abb. 24).

Die einfache Pansendysfunktion entsteht bei Verfütterung von Rationen mit einem zu hohen Rohfaseranteil auf Kosten eines zu geringen Gehaltes an schnell fermentierbaren Kohlenhydraten (Abb. 43). Derselbe Effekt kann auch durch eine zu geringe Futteraufnahme hervorgerufen werden. Die Ursachen für eine geringe Futteraufnahme können sehr vielfältig sein. Das reicht von einem zu geringen Futterangebot bis zu einer Einschränkung der Futteraufnahme wegen schlechter Futterqualität. Sie kann auch Symptom einer anderen Erkrankung sein. So senkt eine subakute Pansenazidose die Futteraufnahme. Das führt dazu, dass schon nach wenigen Tagen die Laborbefunde im Pansensaft und im Harn keine azidotische, sondern eine alkalische Auslenkung zeigen.

Abb. 43

Einfache  
Pansendys-  
funktion

- verminderte Aufnahme an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke / Zucker) auf Grund falscher Ration (zu viel Rohfaser)
- geringer Futteraufnahme (Hungeralkalose)
- Inappetenz als Folge anderer Erkrankungen
- Absinken der Menge an flüchtigen Fettsäuren im Pansen
- Rückgang der Menge an resorbierten Fettsäuren
- eindeutige Diagnostik  
Pansensaft                    pH        6,8 bis 7,5  
Primärerkrankung als Ursache einer Inappetenz
- keine spezifischen klinischen Symptome

Unabhängig von der Ursache kommt es bei der einfachen Pansendysfunktion zu einer Verminderung der im Pansen durch die Mikroben fermentierten Säuremenge (Abb. 44). Das bedingt einen moderaten Anstieg des pH-Wertes in den Bereich von 6,8 bis 7,5 (Abb. 43). Auch die Menge an resorbierten Säuren und anderen Metaboliten aus dem Pansen geht zurück. Dadurch kann das Rind in eine negative Energiebilanz gleiten. Als Kompensation muss in dieser Situation des Hungerstoffwechsels auf den Abbau von Körpersubstanz zur Energiegewinnung zurückgegriffen werden. Deshalb kann der Harn sehr variabel reagieren. Es können ausgeglichene, aber eben sowohl in den alkalischen als auch in den sauren Bereich ausgelenkte pH- und NSBA-Werte im Harn gefunden werden (Abb. 44).

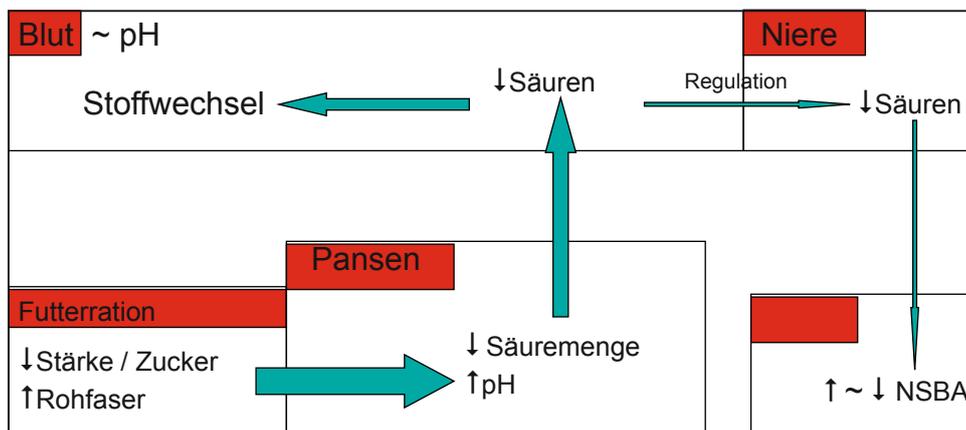


Abb. 44

Metabolitenströme bei der einfachen Pansendysfunktion

Einfache Pansendysfunktionen sind immer Ausdruck eines defizitären Stoffwechsels und werden in jedem Fall von einer Depression der Milchleistung und der Fruchtbarkeit begleitet. Darüber hinaus kann die Entstehung anderer Erkrankungen unterstützt werden. Aus Sicht der Milchkuhfütterung ist darauf hinzuweisen, dass nicht nur eine Überversorgung mit leicht fermentierbaren Kohlenhydraten mit negativen Effekten verbunden ist, sondern dass auch umgekehrt eine Unterversorgung an schnell abbaubaren Kohlenhydraten bei einem Überangebot an Rohfaser aus Sicht der Tiergesundheit unerwünscht ist. Dementsprechend konzentriert sich die Bekämpfung auf die Gestaltung einer wiederkäuergerechten, aber auch bedarfsdeckenden Ration (Tab. 1 bis 8 in Staufenbiel et al. 2009).

## Pansenalkalose

Die Pansenalkalose ist die erste Steigerungsform der einfachen Pansendysfunktion (Abb. 24). Auf Grund eines geringen Verzehrs an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten kommt es zu einer verminderten Säurebildung im Pansen und daraus folgend zu einem geringen Säureeintrag in das Blut (Abb. 45, 46). Zusätzlich ist aber gleichzeitig die Aufnahme an basischen Futterbestandteilen erhöht (Abb. 46). Hier ist an erster Stelle ein überhöhtes Angebot an Rohprotein in der Ration zu nennen. Dabei ist nicht nur die absolute Proteinmenge, sondern auch die Proteinqualität zu berücksichtigen. Alkalische Effekte im Pansen und im Stoffwechsel gehen in erster Linie von dem pansenabbaubaren Futterprotein oder von NPN-Verbindungen aus. Der alkalisierende Effekt wird von der im Pansen verfügbaren Energie bestimmt. Die RNB gibt als Maßzahl die Relation zwischen Protein- und Energieangebot auf Pansenebene wieder. Eine positive RNB fördert eine Pansenalkalose. Hohe Kaliumgehalte verschieben das Pansenmilieu ebenfalls in die alkalische Richtung. Das trifft auch für einen erhöhten Rohaschegehalt der Ration zu. Der alkalisierende Effekt der Mineralstoffe in einer Ration wird durch den Messwert der DCAB abgebildet. DCAB-Werte über 200 mequ/kg TM wirken deutlich in Richtung einer Pansenalkalose. Im Ergebnis verschieben sich die Metabolitenkonzentrationen im Pansenmilchsaft von den Säuren in Richtung der basischen Substrate. Es werden mehr Basen als Säuren resorbiert (Abb. 46). Diese Überlast an Basen muss zur

lebensnotwendigen Aufrechterhaltung des Säuren-Basen-Gleichgewichtes im Blut und im Körper wieder ausgeschieden werden. Das übernehmen die Nieren. Es entsteht ein deutlich alkalisch reagierender Harn mit einer erhöhten NSBA. Das Auftreten von Pansenalkalosen weist auf schwere Mängel im Fütterungsmanagement hin. Die Rinder werden nicht bedarfsgerecht ernährt. Sie können ihr Leistungsvermögen nicht ausnutzen. Das alkalische Pansenmilieu kann die Verwertung verschiedener Nährstoffe stören. Das Risiko der Passage von Krankheitserregern in den Darm ist erhöht.

Die Diagnostik der Pansenalkalose ist eindeutig. Man findet einen erhöhten pH-Wert im Pansensaft zwischen 7,0 und 8,0 plus, einen erhöhten Harn-pH-Wert und einen NSBA-Wert über 200 mmol/l. Die Bekämpfung der Pansenalkalose konzentriert sich auf eine bedarfsgerechte Rationsgestaltung (Tab. 1 bis 8 in Staufenbiel et al. 2009).

Abb. 45

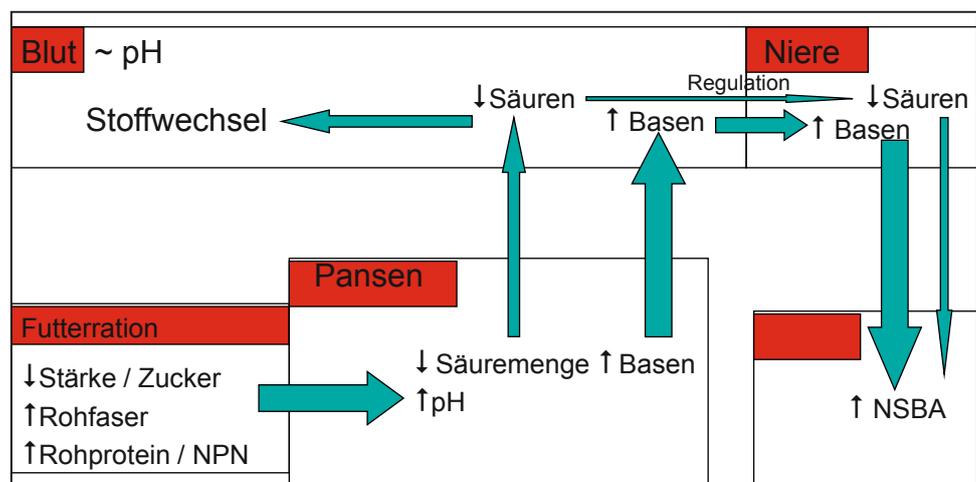
Pansenalkalose

- energiearme, proteinreiche Rationen
- stark positive RNB
- verminderte Aufnahme an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke / Zucker)  
plus erhöhte Aufnahme an alkalischen Futterstoffen  
zu viel Rohprotein / NPN  
zu viel Kalium
- Absinken der Menge an flüchtigen Fettsäuren im Pansen
- Erhöhung der Menge an alkalischen Substraten (NH<sub>4</sub>)
- eindeutige Diagnostik
 

Pansensaft	pH	7,0 bis 8,0
Harn	NSBA	> 200 mmol/l
- keine spezifischen klinischen Symptome

Abb. 46

Metabolitenströme bei der Pansenalkalose



## Pansenfäulnis

Der bakteriell-fermentative Abbau von Kohlenhydraten zu Säuren wird als Gärung bezeichnet. Die pH-Verhältnisse im Pansen werden wesentlich durch die Menge an fermentierten flüchtigen Fettsäuren plus Laktat bestimmt. In diesem Kontext kommt es zu einer für den Pansen typischen Besiedlung mit Mikroben. Das ändert sich grundlegend bei der Pansenfäulnis. Ausgangspunkt hierfür ist ein alkalischer Rationstyp mit einem geringen Gehalt an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten und einem hohen Gehalt an Rohprotein (Abb. 47). Der Pansensaft-pH-Wert befindet sich, wie für eine Pansenalkalose typisch, im alkalischen Bereich über 7,0. Als zusätzlicher Störfaktor kommt jetzt noch die Aufnahme von verdorbenen Futtermitteln hinzu (fehlgeegorene, stark schmutzhaltige oder verfaulte Silagen, verschimmelte Pressschnitzel und andere Feuchtfuttermittel). Diese verdorbenen Rationsbestandteile bringen eine hohe Last an Fäulnisbakterien (Proteus, Clostridien ...) in den Pansen. Die Fäulnis wird durch den bakteriellen Abbau von proteinhaltigen Futterbestandteilen bestimmt. Es entstehen keine Säuren, sondern ein breites Spektrum an Stickstoffmetaboliten mit zum Teil erheblicher toxischer Wirkung. Diese pansenuntypischen Bakterien werden in einem gesunden Pansen durch den leicht sauren pH-Wert unterdrückt. In dem jetzt vorliegenden alkalischen Milieu können sie sich explosionsartig vermehren. Sie bestimmen nun den Ablauf der mikrobiellen Verdauungsprozesse im Pansen. Sie verdrängen die physiologische mikrobielle Pansenbesiedlung. Statt durch Gärung werden die Nährstoffe jetzt durch Fäulnis abgebaut.

- verdorbene Futtermittel mit Fäulnisbakterien
- toxische Futtermittel
- energiearme, proteinreiche Rationen
- verminderte Aufnahme an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke / Zucker)  
plus erhöhte Aufnahme an alkalischen Futterstoffen  
zu viel Rohprotein / NPN
- Ersetzen / Umkippen der bakteriellen Pansenfermentation (Gärung) durch Fäulnis des Panseninhaltes
- massive Toxinproduktion
- eindeutige Diagnostik
  - Pansensaft                      pH        > 8,0
  - Harn                                NSBA   > 200 mmol/l
- Erkrankung mit schweren Allgemeinstörungen und Tod
- Erkrankung darf nicht vorkommen

Abb. 47

Pansenfäulnis

Das klinische Bild der Pansenfäulnis ist fatal (Abb. 47). Die betroffenen Tiere zeigen schwerste Allgemeinstörungen und sterben, wenn eine entsprechende Behandlung ausbleibt. Zuerst erkranken immer wenige Einzeltiere. Es müssen aber sofort auf Herdenebene die verdor-

benen Futtermittel aus der Ration entfernt werden. Frühe Anzeichen des Umkippens der Pansenalkalose in eine Pansenfäulnis sind schwere, profuse Durchfälle in Kombination mit einem massiven Leistungseinbruch.

Die Diagnostik ist über die Begutachtung der Futtermittel in Kombination mit der Pansensaftuntersuchung eindeutig (Abb. 47).

Pansenfäulnis darf in einem gut geführten Bestand nicht auftreten. Der Bekämpfungsschwerpunkt liegt in der Sicherung einer akzeptablen Qualität aller eingesetzten Futtermittel, insbesondere der Feuchtfuttermittel.

## Pansenfermentationsstörung

Die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen lassen sich in jeweils drei Formen mit einer sauren oder alkalischen Auslenkung des Säuren-Basen-Haushaltes im Blut bzw. im Blut und im Pansensaft unterteilen (Abb. 24). Das hat den großen Vorzug, dass über Harnanalysen und/oder Pansensaftuntersuchungen die Veränderungen in Richtung einer Azidose oder Alkalose einfach messbar und interpretierbar sind. Das Wesen der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen wird aber nicht durch den Zustand des Säuren-Basen-Haushaltes charakterisiert, sondern durch den Ablauf der Fermentation der Nahrungsstoffe und den in diesem Prozess produzierten Metaboliten in Menge und Zusammensetzung (Abb. 8). Demzufolge können Mikrobielle Pansenfunktionsstörungen auch ohne Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt auftreten. Das ist immer dann der Fall, wenn sich in der Nahrung azidotisch und alkalisch wirkende Faktoren gegenseitig aufheben, aber dennoch die Bedürfnisse der Pansenmikroben zur Sicherstellung einer physiologischen Fermentation nicht erfüllt werden (Abb. 48). Dieser Fall soll als Pansenfermentationsstörung bezeichnet werden (Abb. 48).

Abb. 48

*Pansenfermentationsstörung als eine Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (MPFS)*

Störungen / Erkrankungen, die durch einen

- von der physiologischen Norm abweichenden Ablauf der mikrobiellen Fermentationsprozesse im Pansen gekennzeichnet sind.

Sie liefern

- veränderte Fermentationsprodukte.

Sie können mit und ohne Veränderungen

- im Säuren-Basen-Haushalt im Pansen (Pansen-pH-Wert) und/oder

- im Blut (messbar am pH-Wert und NSBA-Wert im Harn) verbunden sein.

### Pansenfermentationsstörungen

- sind eine Form der mikrobiellen Pansenfunktionsstörung

- ohne Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt im Pansen (physiologischer Pansen-pH-Wert)

Blut (physiologische Werte für den Harn-pH-Wert und die NSBA)

Sie dürfte sogar im Vergleich zu den azidotischen und alkalotischen Veränderungen die häufigste Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung sein. Das Problem ist die schwierige Diagnostik. Deshalb wird die Pansenfermentationsstörung als Krankheitsproblem des Einzeltieres und der Herde häufig übersehen .

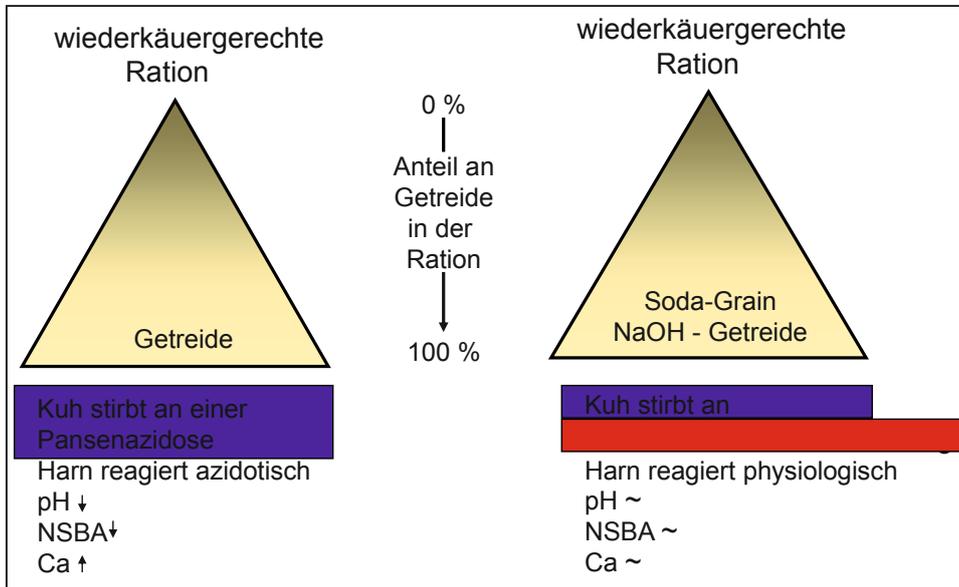


Abb. 49

*Gedankenexperiment zur Verdeutlichung des Wesens der Pansenfermentationsstörung als Kombinationseffekt einer Ration*

*mit einer gleichzeitigen stark azidotischen und einer stark alkalischen Potenz. Als Ergebnis einer zunehmenden Getreidefütterung (Stärke) bei gleichzeitigem Zusatz von Natronlauge (Sodagrain) und der Abnahme des Heuanteils (Rohfaser) wird die Pansenfermentation so stark gestört, dass das Rind erkrankt und sterben wird. Der Säuren-Basen-Haushalt im Pansen und im Harn ist nicht aus der physiologischen Norm ausgelenkt. Die richtige Diagnose ist Pansenfermentationsstörung*

Das Wesen der Pansenfermentationsstörung kann durch ein Gedankenexperiment verdeutlicht werden (Abb. 49). Kühe erhalten eine wiederkäuergerechte Ration, die zum Beispiel nahezu ausschließlich aus gutem Heu besteht. Die Milchleistung wird auf Grund der geringen Energiekonzentration niedrig sein, aber der Pansen und die Pansenfermentation werden ungestört funktionieren. Erhöht man in der Ration sukzessiv den Anteil an Konzentratfutter, zum Beispiel über Zugabe von Getreideschrot, dann wird die Milchleistung zunächst steigen, und die Kühe werden bei einer ungestörten Pansenfermentation gesund sein. Bei einer weiteren Steigerung des Getreideanteils in der Gesamtration gleiten die Kühe jedoch in eine Pansenazidose mit einer entsprechenden, für die Krankheit typischen Veränderung der Pansenfermentation, die bei einer fortdauernden Steigerung des Getreideanteils zum Tod führen wird. Klinisch (profuser Durchfall, Pansenatonie) und labordiagnostisch (stark erniedrigte pH-Werte im Pansensaft sowie pH- und NSBA-Werte im Harn) sind die Befunde eindeutig (linke Seite der Abb. 49). Macht man nun das Gleiche, ersetzt aber einen Teil des

Getreideschrots durch Soda-Grain (mit Natronlauge aufgeschlossenes Getreide), dann führt das grundsätzlich zum gleichen Ergebnis. Die über das Soda-Grain zugeführte Menge an Natronlauge soll nur so hoch sein, dass die Säuren im Pansen sogleich abgepuffert werden, und sich ein Pansensaft-pH-Wert zwischen 6,3 und 6,8 einstellt. Damit bewegt sich der Säuren-Basen-Haushalt dieser mit einem teilweisen Soda-Grain-Anteil gefütterten Kühe im physiologischen Bereich. Weder im Pansensaft noch im Harn sind Normabweichungen festzustellen (rechte Seite der Abb. 49). Dennoch sterben die Kühe wie im ersten Fall. Todesursache ist die tiefgreifende Störung des Ablaufes der Pansenfermentation. Eine Kuh kann eben nicht nur mit Getreide plus einer gleichzeitigen Zugabe einer starken Puffersubstanz gefüttert werden. Im zweiten Fall ist die Krankheits- und Todesursache aber nicht als Pansenazidose zu bezeichnen, obwohl sich grundsätzlich vergleichbare Prozesse vollziehen. Es fehlen die Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt. Diese pathologischen Störungen im Ablauf der Pansenfermentation ohne Störungen im Säuren-Basen-Haushalt sollen unter dem Begriff der Pansenfermentationsstörung gefasst werden. Sie dürfte in der modernen Milchkuhfütterung auf Grund der spezifischen Rationseigenschaften die häufigste Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung sein.

Charakteristisch für die Pansenfermentationsstörungen ist ein ungünstiges Milieu für die Mikroben im Pansen, woraus sich eine veränderte Fermentation ergibt. Die Gesamteffekte an sauren und alkalischen Wirkkomponenten in der Ration ergeben allerdings einen physiologischen Pansen-pH-Wert. Damit lassen sich die Ursachen für die Entstehung der Pansenfermentationsstörungen drei hierarchisch strukturierten Ursachengruppen zuordnen (Abb. 50).

Abb. 50

*Hierarchie der Einflussgrößen auf die Ausbildung einer Pansenfermentationsstörung*

<p><b>Hierarchie der Ursachen für eine Pansenfermentationsstörung</b></p> <p>1. = oberste, bestimmende Ebene = strukturwirksame Rohfaser          Folge: Pansenfermentationsstörung</p> <p>2. Ebene = mittlere Ebene = direkt pH-wirksamen Substanzen          Einfluss auf den Säuren-Basen-Haushalt im Pansen (pH-Wert)          Ursachen: Menge an</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- K, Na, Cl, S (DCAB)</li> <li>- Proteine, Proteinqualität</li> <li>- Pansenpuffer              (Bikarbonate, Phosphate, Bentonite, CaCO<sub>3</sub>, MgO)</li> </ul> <p>3. Ebene = untere Ebene = indirekt pH-wirksamen Substanzen          Einfluss auf den Säuren-Basen-Haushalt im Pansen (pH-Wert)          Ursache: Menge an</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stärke, Zucker</li> <li>- N-freie Extraktstoffe</li> <li>- NFC</li> <li>- Proteine, Proteinqualität</li> </ul>
---

Die erste und wichtigste Ebene betrifft die Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser (Abb. 51). Deren zentrale Funktion besteht in der Ausbildung der Faserschicht (Schwimmschicht, Pansenmatte). Sie ist der Hauptort für den Ablauf der mikrobiellen Verdauungsprozesse im Pansen. Bei einer zu gering ausgebildeten Faserschicht wird die Pansenfermentation beeinträchtigt. Weiterhin nehmen auch die Wiederkauaktivität, damit die Speichelbildung und die Pansenmotorik, ab (Abb. 51). In der Summe sind das alles starke Faktoren, die das Milieu einschließlich des pH-Wertes im Pansen negativ beeinflussen. Damit sind der Umfang und die Qualität der Faserschicht die erste und wichtigste Grundlage für eine gesunde und ungestörte Pansenfunktion. Die Ausbildung der Faserschicht wird von der Aufnahme an strukturwirksamer Rohfaser bestimmt. Dafür gibt es verschiedene Bewertungssysteme (Abb. 52). Die Angaben zu den Bedarfswerten sind bekannt (Staufenbiel et al. 2009), und sie werden in dieser Broschüre an anderer Stelle erläutert bzw. sind der Tierernährungslehre zu entnehmen. Allen Bewertungssystemen ist gemein, dass bis heute die Kombination aus chemischen und physikalischen Eigenschaften zur Sicherung des tatsächlichen Bedarfes an strukturwirksamer Rohfaser nicht sicher beurteilt werden kann. Das lässt einen weiten Spielraum sowohl für eine Überversorgung mit negativen Effekten auf die Ausnutzung des Leistungspotentials als auch für eine Unterversorgung mit anfangs hohen Milchleistungen bei einer zunehmend schlechten Tiergesundheit. Im Zweifelsfall sollte der Sicherung des Bedarfes an strukturwirksamer Rohfaser der Vorzug vor der Deckung des Energiebedarfes gegeben werden. Das Milchleistungsniveau einer gesunden Herde wird durch die Fähigkeit des Landwirtes bestimmt, den Bedarf an strukturwirksamer Rohfaser zu sichern, zugleich aber eine hohe, möglichst bedarfsgerechte Energieversorgung zu erzielen. An dieser Stelle setzt der leistungsfördernde Effekt von geschütztem Futterfett an.

### Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen

#### 3 verschiedene Systeme

- Strukturwirksame Rohfaser (Hoffmann, 1990)
- peNDF-System (Mertens, 1997; Allen, 1997)
- Strukturwert (De Brabander et al. 1999)

*Abb. 51*

*Verschiedene methodische Ansätze zur Bewertung der Strukturwirksamkeit der Ration*

Diese mit steigenden Leistungen immer weiter werdende Schere zwischen Energiebedarfsdeckung und wiederkäuergerechter Rationsgestaltung mit strukturwirksamer Rohfaser erhöht die Ansprüche an die Grobfutterqualität. Konzentratfutter kann das Problem nur ergänzend und begrenzt lösen. Die zentrale Rolle der Grobfutter- und hier der Silagequalität

für die Erhaltung der Fruchtbarkeit und Tiergesundheit bei hohen Milchleistungen wird immer wieder aufs Neue von erfahrenen Landwirten herausgestellt.

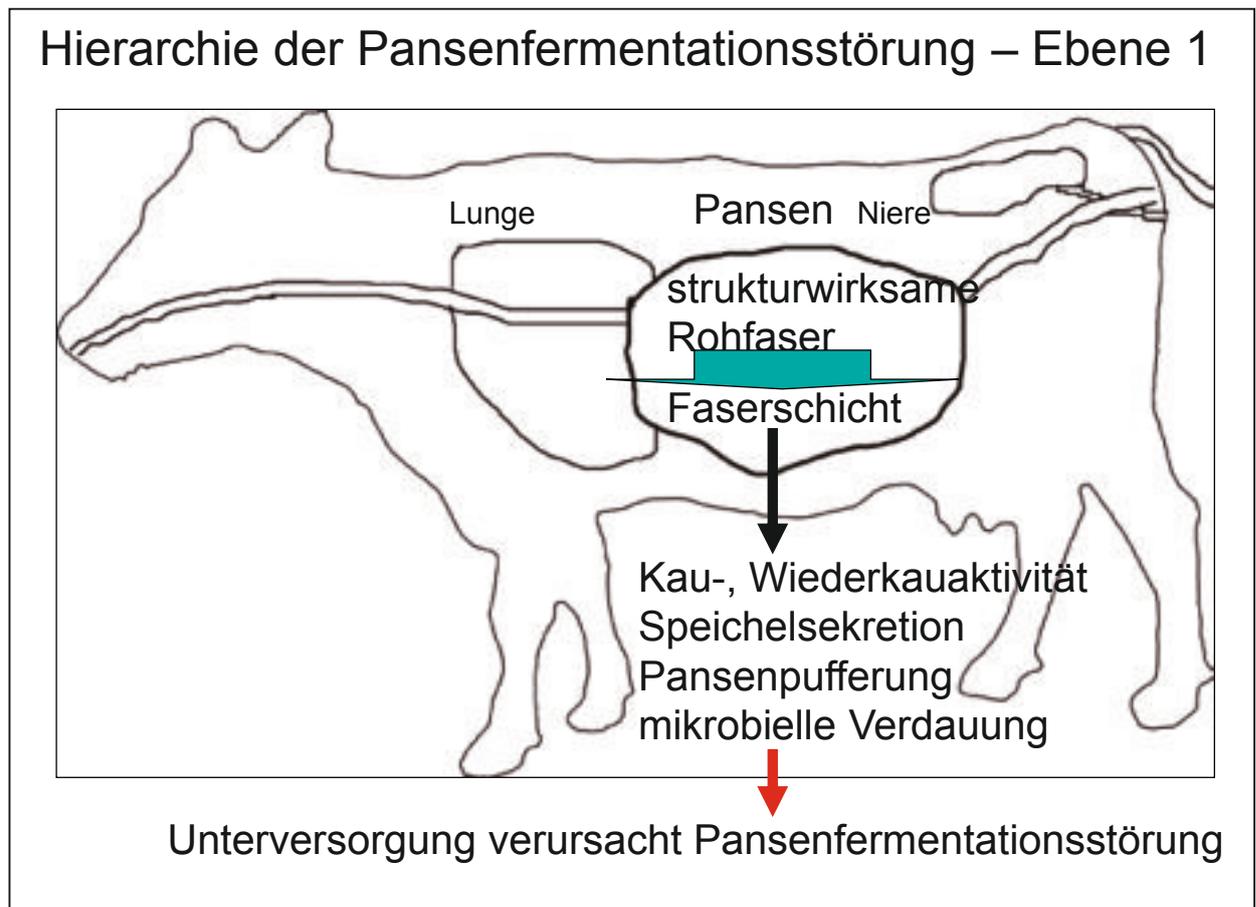


Abb. 52 Erste Ebene der Pansenfermentationsstörung: strukturwirksame Rohfaser

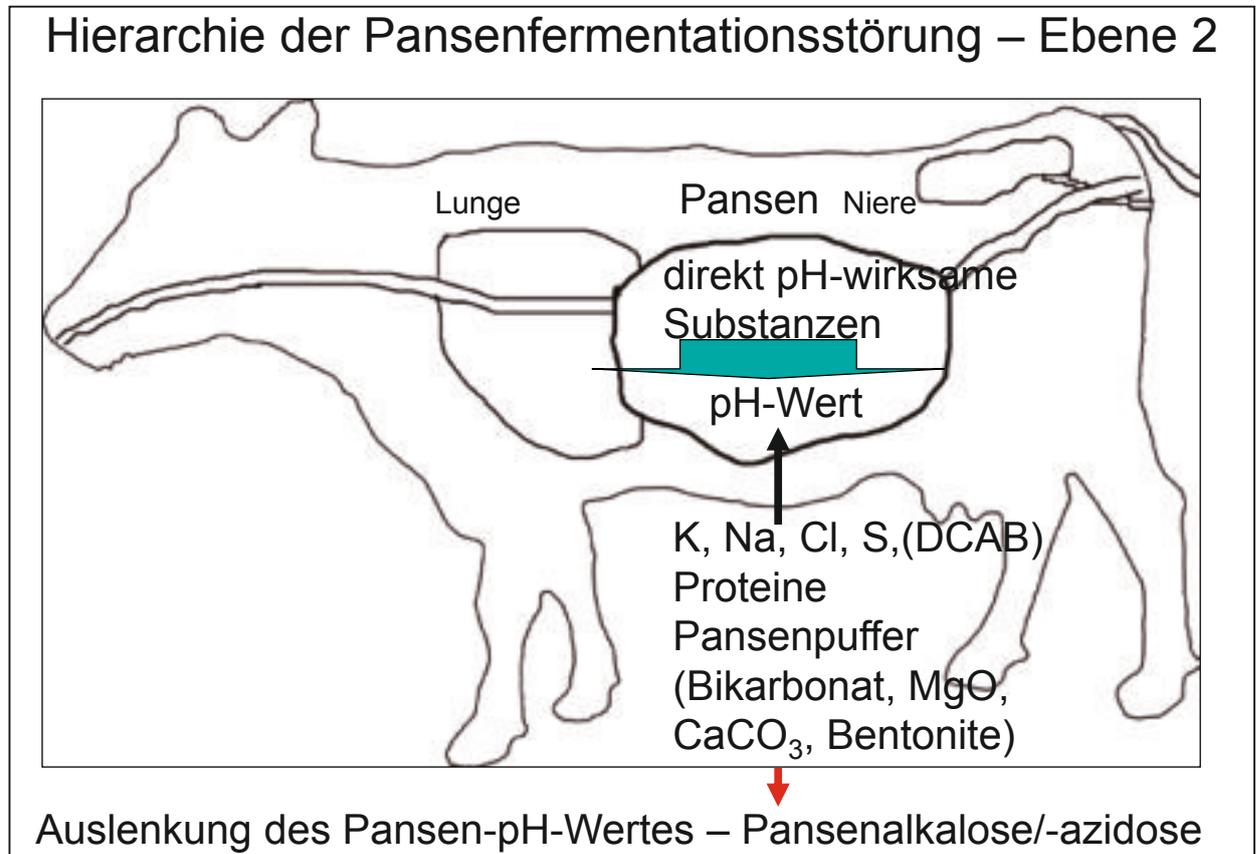
Eine Sonderstellung nimmt das Futterstroh ein. Der für die Tiergesundheit positive Effekt der TMR-Ergänzung durch Futterstroh beruht auf der Förderung und Stabilisierung der Ausbildung der Pansenmatte. Diesen Effekt gibt die Rationsberechnung nicht wieder. Sie basiert überwiegend auf chemisch analysierten Rationskennwerten. Die physikalische Rationswirkung kann durch eine Schüttelprobe mit der Schüttelbox oder durch eine Siebprobe beurteilt werden. Aber die Qualität der Aussage ist begrenzt und nur zur Vermeidung grober Rationsfehler geeignet. Da chemische und physikalische Futtermittelparameter wiederum vielfältig interagieren, bleiben bezüglich der Beurteilung der Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser große und mitunter aus Sicht der Tiergesundheit entscheidende Unsicherheiten. Das Problem wird auch durch die Nutzung der nordamerikanischen Faserbewertungssysteme (NDF, ADF, peNDF) grundsätzlich nicht gelöst. Die Fasereigenschaften von Stroh sind dagegen relativ konstant. Die ursprünglich aus Sicht der Fütterung negativen Eigenschaften von Stroh im Hinblick auf die geringe und langsame Pansenverdauung werden bei der Verwendung als Futterstroh ausgenutzt. Kleine Mengen davon tragen zur Stabilisierung der Pansenmatte bei. Damit kann den genannten Unsicherheiten in der Bewertung strukturwirksamer

Rohfaser in der Gesamtration entgegengewirkt werden. Die Ergänzung mit Futterstroh verdünnt zwar die Energiekonzentration, aber über die Verbesserung und Stabilisierung der Pansenfermentation kann daraus in der Summe durch bessere Futterverwertung und eine bessere Tiergesundheit ein positiver Effekt resultieren. Voraussetzung ist die Einhaltung der strengen Qualitätsansprüche an Futterstroh. Es soll goldgelb und ohne relevante Verderbisanzeichen sein, es muss trocken geborgen und gelagert werden. Der wichtigste Anspruch ist jedoch die Häcksellänge. Futterstroh soll in einer Länge zwischen 1 bis 4 cm der Ration zugesetzt und gleichmäßig eingemischt werden. Es sollen möglichst geringe Mengen an pulverisiertem Stroh und an langem Stroh enthalten sein.

Die beste Häckselqualität erbringt der Feldhäcksler. Daneben gibt es heute eine Reihe an technischen Lösungen zum Zerkleinern von Stroh. Die Häckselqualität ist zu kontrollieren. Wird selektives Fressen beobachtet, ist das Futterstroh zu lang. Für zu kurzes Stroh gibt es kein solch einfaches Beobachtungskriterium. Eine Probe mit der Schüttelbox oder über den Siebturm kann Aufschluss geben. Auch in Rationen von Hochleistungskühen kann man durchweg 0,5 kg Häckselstroh als stabilisierende Komponente einbauen. Immer wieder wird die Frage nach der Möglichkeit des Austausches von Stroh durch Heu gestellt. Heu ist kein Stroheratz. Es hat im Unterschied zum Stroh nicht die relativ konstante Zusammensetzung insbesondere bezüglich der Fasereigenschaften. Es muss betont werden, der bessere Weg ist, sich auf die Produktion einer hochwertigen Anwelksilage (und Maissilage) anstatt von Heu einerseits und von gutem Futterstroh andererseits zu konzentrieren.

Die Unsicherheiten bei der Bewertung der Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser werden auch in der immer wieder neu geführten Diskussion um die Häcksellänge von Maissilage deutlich. In grassilagebetonten Rationen spielt die Häcksellänge von Maissilage keine Rolle. Die Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser sollte über die Grassilage (plus Häckselstroh) gesichert sein. Mit steigendem Anteil an Maissilage in der Gesamtration kann die Häcksellänge an Bedeutung gewinnen. Hier gilt der Grundsatz, dass die Häcksellänge so gewählt werden muss, dass eine ausreichende Verdichtung und ein sicherer Silierfolg gewährleistet sind. Das ist unstrittig die erste Priorität. In maisbetonten Rationen kann über eine längere Häcksellänge ein positiver Effekt auf die Tiergesundheit erzielt werden (Staufenbiel et al. 2006; Bandilla 2009). In Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt kann und sollte die Häcksellänge angepasst werden. Für eine Maissilage mit einem Trockensubstanzgehalt zwischen 33 und 35 % kann eine Häcksellänge zwischen 15 und 18 mm gewählt werden. Hier kommt es aber sehr auf die Erfahrung der Landwirte an. Die Silierung von Maissilage bietet von der Sortenauswahl über die Festlegung des Erntezeitpunktes bis hin zur Häcksellänge und zur Silageentnahme- und Mischtechnik einen breiten Spielraum zur Verbesserung der Bedarfsdeckung an strukturwirksamer Rohfaser. Auch an dieser Stelle muss auf andere Beiträge verwiesen werden. Es bleibt aber festzuhalten, dass aktuell die

objektive Beurteilung der bedarfsgerechten Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser ungelöst ist. Aus dieser Sicht sind diagnostische Möglichkeiten zur Feststellung einer Pansenfermentationsstörung von besonderem Interesse, da sie die tatsächlichen Effekte der Fütterung an der Reaktion der Kühe ablesen lassen.



*Abb. 53 Zweite Ebene der Pansenfermentationsstörung:  
direkt pH-wirksame Rationsbestandteile*

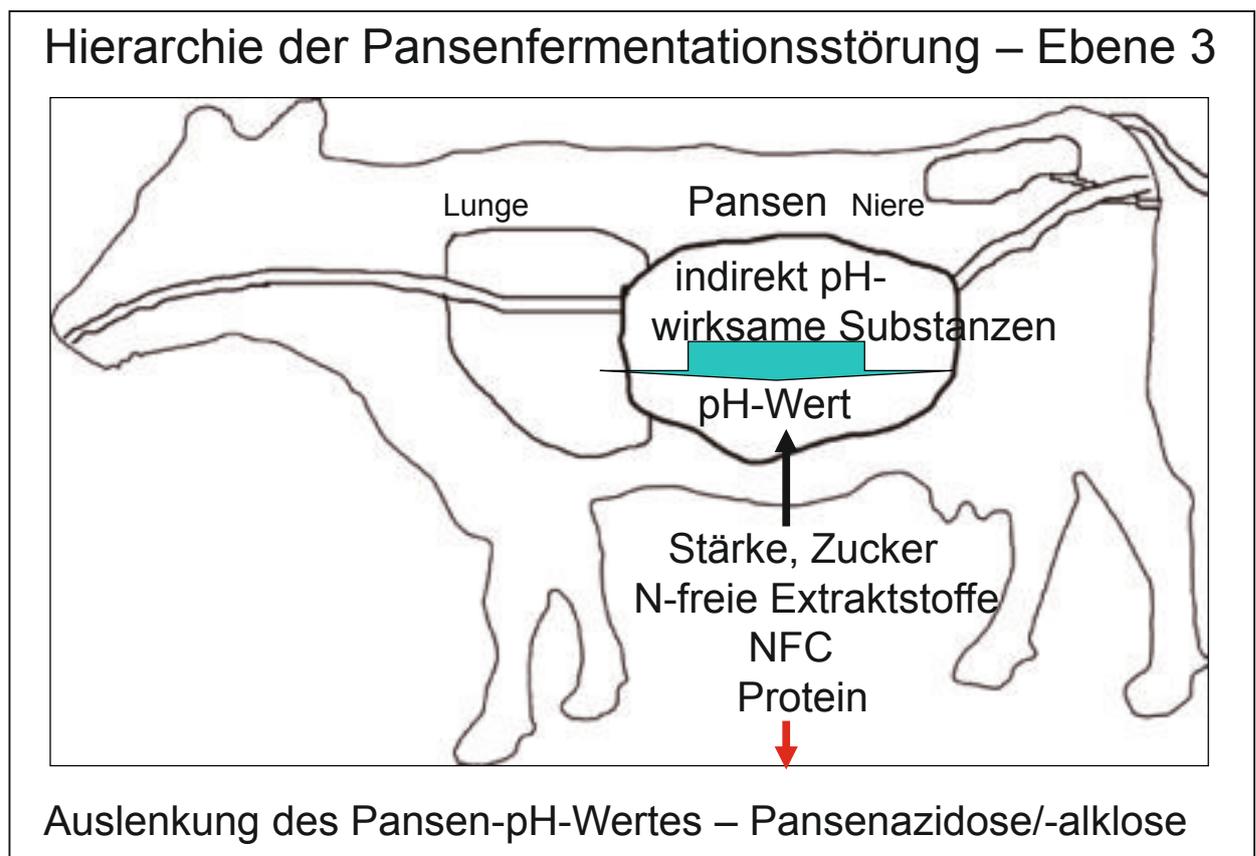
Die zweite Ebene der Ursachen in der Entwicklung einer Pansenfermentationsstörung sind die direkten Einflussgrößen der verzehrten Futtermittelration auf die Einstellung des pH-Wertes im Pansen (Abb. 50, 53). In Wasser lösliche Rationsbestandteile nehmen Einfluss auf den pH-Wert im Pansensaft. Die Wirkstärke der verschiedenen Substanzen ist dabei sehr unterschiedlich. Den stärksten Effekt haben vollständig dissoziierte Salze. Unter diesen sogenannten »strong ions« fallen das Kalium, das Natrium, das Chlorid und das Sulfat bzw. der Schwefel. Da diese starken Ionen auch zu einem hohen Anteil resorbiert werden, reicht ihre pH-Wirkung über den Pansensaft hinaus bis in das innere Milieu des Organismus. Letzteres kann dann an der Reaktion des Säuren-Basen-Haushaltes im Blut und auch im Harn abgelesen werden. Das ist deutlich hervorzuheben, da bei der Interpretation der NSBA im Harn unter anderen Einflussgrößen auch die Zusammensetzung der Futtermittelration in Bezug auf diese starken Ionen zu berücksichtigen ist. Das ist über den DCAB-Wert der Gesamtration möglich. Die DCAB wird aus der Konzentration der starken Kationen Kalium und Natrium

minus der Konzentration der starken Anionen Chlorid und Sulfat berechnet (Staufenbiel et al 2004, 2009). Obwohl sie nur einen kleinen Teil der direkt pH-wirksamen Substanzen einbezieht, gibt sie dennoch den direkten Rationseffekt auf den Pansensaft-pH-Wert und auch auf den Säuren-Basen-Haushalt im Blut und im Harn gut wieder. Eine übliche Milchkuration hat einen DCAB-Wert um 200 mequ/kg TM. Bei deutlichen Abweichungen von diesem Wert sollte das bei der Interpretation der Laborparameter berücksichtigt werden. Daraus leitet sich die Forderung ab, bei der routinemäßigen Rationsüberwachung über TMR-Untersuchungen die DCAB in das Analysenprofil aufzunehmen (Staufenbiel et al. 2009).

Weiterhin modifizieren puffernde Rationsbestandteile den pH-Wert im Pansen. Der wichtigste Pansenpuffer, das Natriumbikarbonat, wird bei der DCAB-Analyse mit erfasst. Andere Pansenpuffer, wie das Magnesiumoxid, Kalziumkarbonat gleich Futterkalk oder Bentonite, werden über die DCAB nicht erfasst. Das Gleiche trifft für das Futterprotein zu, das ebenfalls einen direkten Einfluss auf den pH-Wert im Pansen nimmt. Diese Effekte können grob über die Konzentration der einzelnen Mineralstoffe (Ca, Mg), des Rohproteins und der Proteinqualität über die TMR-Analyse geschätzt werden. Als Orientierung sollten die Bedarfswerte annähernd eingehalten werden.

Die dritte Ebene sind die indirekt pH-wirksamen Rationsbestandteile (Abb. 54). Es handelt sich um großmolekulare Verbindungen, die nach einer Dispersion in Wasser per se keinen wesentlichen Effekt auf den pH-Wert ausüben. Das sind Kohlenhydrate und auch Proteinverbindungen, die durch die Pansenmikroben im Rahmen der Pansenfermentation verstoffwechselt werden. Die dabei entstehenden Produkte nehmen dann einen wesentlichen Einfluss auf das Pansenmilieu und den Pansensaft-pH-Wert. Die Kohlenhydrate liefern die flüchtigen Fettsäuren (Azetat, Propionat, Butyrat und andere) und das Laktat. Aus den Proteinen wird das pH-wirksame Ammoniak freigesetzt. Der effektive pH-Effekt dieser Metaboliten resultiert wiederum aus der Bildungsrate auf der einen Seite und auf der anderen Seite aus der Summe der Verwertung über die Resorption aus den Vormägen, den Abfluss in den hinteren Verdauungstrakt und der Nutzung für Stoffwechselprozesse durch die Mikroben selbst. Diese Aufzählung soll verdeutlichen, dass sich für die indirekt pH-wirksamen Rationsbestandteile vernetzte, komplex beeinflusste Gleichgewichtszustände herausbilden. Dieser Punkt ist wichtig, da er die grundlegende Bedeutung von Adaptationsperioden bei Veränderungen in der Rationszusammensetzung erklärt. Die alleinige Betrachtung von Rationskennwerten kann den Effekt dieser Adaptationsvorgänge zur Wiederherstellung des Fließgleichgewichtes nicht wiedergeben. Chemisch-analytische Kennzahlen können mit verschiedenen Futtermitteln eingestellt werden. Dennoch müssen sich die Mikroben immer wieder neu an die tatsächlichen Rationskomponenten anpassen. An dieser Stelle wird der positive Effekt eines konstanten Anteils an Futterstroh in den Rationen verständlich. Er bildet gewissermaßen einen konstant bleibenden Anker. Es ist von einer Anpassungsdauer von drei Wochen

auszugehen. Das unterstreicht die Bedeutung von Übergangsgruppen insbesondere nach krassen Rationswechseln. Eine Startgruppe nach dem Kalben hat ihre Berechtigung. Sie sollte aber auch nicht wesentlich über den Zeitraum von 3 Wochen ausgedehnt werden. Die Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Fließgleichgewichte sollte bei der Rationskalkulation immer mit beachtet werden. Das kann aber kein Kalkulationsprogramm leisten, sondern es muss durch den Anwender erfolgen. Ein Programm zur Rationskalkulation ist ein wertvolles, aber dennoch eben nur ein Hilfsmittel. An dieser Stelle setzt die Qualität der Rationsberechnung an. In dem Beitrag von Staufenbiel et al. (2009) wurde auf die Bedeutung der Auswahl der Rationskomponenten hingewiesen.



*Abb. 54 Dritte Ebene der Pansenfermentationsstörung: indirekt pH-wirksame Rationsbestandteile*

### Diagnostik der Pansenfermentationsstörung

Die Diagnostik der Pansenfermentationsstörung ist problematisch. Es gibt nicht den einen aussagekräftigen Parameter, über dessen Bestimmung sie sicher nachzuweisen wäre (Abb. 55). Aus dem Verständnis des Wesens der Pansenfermentationsstörung (Abb. 48) wären Untersuchungsgrößen notwendig, die die Menge und Zusammensetzung von Stoffwechselprodukten aus der mikrobiellen Pansenfermentation widerspiegeln. Aus Abb. 8 wird verständlich, dass dafür sehr unterschiedliche Substrate in Frage kämen. Diese Parameter stehen aktuell für die Diagnostik nicht zur Verfügung.

Abb. 55 Grundproblem der Pansenfermentationsstörung ist das Fehlen von aussagekräftigen diagnostischen Untersuchungsgrößen

### Diagnostik der Pansenfermentationsstörung in Kombination mit Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes

Es gibt aktuell keine eindeutigen Parameter zur sicheren Diagnose der Pansenfermentationsstörung.

Forschungsbedarf zur Etablierung von Untersuchungsgrößen zur Beurteilung der mikrobiellen Fermentationsabläufe im Pansen.

Vielmehr gründet sich die Diagnostik auf die Auswertung verschiedener Informationsquellen (Abb. 56). Aus der Gesamtschau der Ergebnisse lässt sich die Diagnose einer Pansenfermentationsstörung bestätigen oder ablehnen.

1. Bewertung der Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser
2. Bewertung der direkt pH-wirksamen Rationsbestandteile (DCAB)
3. Bewertung der indirekt pH-wirksamen Rationsbestandteile (Stärke-, Zuckergehalt)
4. Bewertung der Kuhsignale
5. Bewertung des Milchfettgehaltes und der Laktationskurven
6. Bewertung von Stoffwechselfparametern (Vitamin B<sub>12</sub>)
7. Bewertung der Erkrankungen und Abgänge
8. Harnuntersuchung
9. Pansaftuntersuchung

Abb. 56

Diagnostik der Pansenfermentationsstörung durch Auswertung verschiedener Informationsquellen

Die Punkte 1 bis 3 aus dem Diagnoseschema (Abb. 56) beziehen sich auf die Rationsberechnung und die Rationskontrolle. Im Rahmen von Bestandsuntersuchungen fallen immer wieder relevante Differenzen zwischen den Bedarfswerten und den Analysewerten der tatsächlich gefütterten Ration als eine Ursache für Bestandsprobleme auf. Die Gründe dafür reichen von einer mangelhaften Rationsberechnung über falsche Kalkulationsgrundlagen der Einzelfuttermittel bis hin zu häufig festgestellten Mischfehlern. Die TMR-Analyse ist ein wertvolles Hilfsmittel, um diese Abweichungen aufzudecken. Das Vorgehen wurde bei Staufenbiel et al. (2009) beschrieben und an Beispielen erläutert. Das Einhalten der Zielwerte einer bedarfsgerechten Fütterung ist die Grundlage für das Vermeiden von Pansenfermentations-

störungen, die TMR-Analyse ein wichtiger diagnostischer Ansatz. An erster Stelle steht die Bewertung der Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser (Abb. 52). Es wurde aber bereits auf die methodischen Probleme bei der Bewertung der strukturwirksamen Rohfaser hingewiesen (Abb. 51). Deshalb bedarf es der Nutzung weiterer Informationsquellen aus Abb. 56, auch für den Fall, dass man selbst von der Einhaltung der Rationskennwerte überzeugt ist. Die DCAB und der Anteil an Stärke und Zucker in der Ration sind weitere wichtige Informationsquellen um abzuschätzen, ob eine Pansenfermentationsstörung (Abb. 56) vorliegt, wie es die Abb. 53 und 54 nahelegen. Der DCAB-Wert hat einen starken Einfluss auf den pH-Wert des Harns und den NSBA-Wert. Ein hoher DCAB-Wert (größer 200 mequ/kg TM) verschiebt den pH-Wert des Harns in Richtung einer alkalischen Reaktion. Eine durch eine Unterversorgung mit strukturwirksamer Rohfaser zu erwartende azidotische Stoffwechselreaktion kann durch eine hohe DCAB in der Ration überdeckt und dadurch nicht mehr erkannt werden. Für das anzustrebende Angebot an Stärke und Zucker in einer Ration liegen Zielwerte vor (Staufenbiel et al. 2009). Allerdings sind diese nur zur Orientierung geeignet. Ein wichtiger modifizierender Faktor ist der Anteil an pansenstabiler Stärke, der aber analytisch nicht erfasst, sondern in der routinemäßigen Futteranalyse nur als Schätzwert berücksichtigt wird. Eine weitere Störgröße, die zu Fehlkalkulationen führen kann, sind die Fruktangehalte in den Anweilensilagen von Deutschen Weidelgräsern. Sie haben die gleiche azidotische Wirkung wie Zucker (Saccharose), Fruktane werden aber in der Routineanalyse nicht bestimmt. Sie können auf Anforderung jedoch analysiert werden (Hoffmann 2011).

Unter Punkt 4 (Abb. 56) finden sich die Kuhsignale nach Hulsen (2004). Die Beobachtung der Herde und von Einzeltieren mit dem Ziel, gesundheitliche Störungen frühzeitig zu erkennen, gehört heute zum Handwerkszeug des Herdenmanagers. Die Bonitierung bestimmter am Tier subjektiv erfassbarer Merkmale (Kuhsignale) nach einem vorgegebenen Notenschlüssel hat den Vorteil, dass ihnen damit ein objektiv fassbarer Rahmen zugeordnet wird. Damit wird die Auswertung verbessert. Wichtige Kuhsignale für das Erkennen einer möglichen Pansenfermentationsstörung sind die Pansenfüllung, die Wiederkauaktivität, die Kotkonsistenz und der Kotzerkleinerungsgrad (Hulsen 2004). Diese Kriterien reagieren in den ersten Wochen nach einer Rationsumstellung gut. Nach Abschluss der Anpassung an eine neue Ration geht ihre Aussagekraft deutlich zurück oder sogar verloren. Umgekehrt sind festgestellte Normabweichungen nicht spezifisch für eine Pansenfermentationsstörung, denn sie können auch andere Formen der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (Abb. 24) oder andere Erkrankungen begleiten.

Nach heutigem Kenntnisstand ist der aussagekräftigste Parameter zur Erkennung einer Pansenfermentationsstörung der Milchfettgehalt (Abb. 56). Er sinkt deutlich unter den Bedingungen einer subakuten oder chronischen Pansenazidose (Abb. 28-34). Fehlen jedoch die Kriterien einer subakuten Pansenazidose und sinkt der Milchfettgehalt dennoch unter die

Norm, dann kann eine Pansenfermentationsstörung vermutet werden. Allerdings ist bei der Beurteilung der Milchfettkonzentration zu beachten, dass verschiedene Ursachen sein Absinken auslösen können (Abb. 57). Die mögliche Relevanz der Ursachengruppen aus Abb. 57 sollte deshalb bei der Interpretation sorgfältig Beachtung finden.

Milchfettgehalt der Milch
<b>Milchfetrückgang</b>
1. geringe Körperkondition zu Laktationsbeginn - Körperfett fehlt als Quelle für die Milchfettsynthese
2. Futterzusatz von trans10,cis12 konjugierter Linolsäure (CLA) - direkte Hemmung der Milchfettsynthese
3. Erhöhung des Fettgehaltes in der Ration - vermehrte Bildung von trans-Fettsäuren im Pansen
4. Mangel an Vitamin B <sub>12</sub> - Methylmalonat hemmt die Milchfettsynthese
5. Erhöhung des Konzentratfutteranteils in der Ration - erhöhte Propionatfermentation
6. Verminderung des Anteils an strukturwirksamer Rohfaser - verminderte Azetatfermentation
Mangel an Vorstufen für die Milchfettsynthese

*Abb. 57*

*Ursachen für den Rückgang des Milchfettgehaltes*

Die Befundlage von niedrigen Milchfettwerten ohne Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt, gemessen im Pansensaft und/oder im Harn, wird häufig und besonders in den Sommermonaten gefunden. Der Milchfettgehalt einer Herde kann über die Auswertung der monatlichen Milchkontrolldaten mit Hilfe eines geeigneten Computerprogrammes als kontinuierliches Kontrollinstrument in der Herdenüberwachung genutzt werden (Abb. 60, 62). Die Auswertungsprogramme liefern Referenzkurven zur Bewertung der Milchfettwerte (Feucker 2009). Als zweiter Bewertungsmaßstab kann die Entwicklung der mittleren Milchfettwerte der Herde über die Zeit, zum Beispiel über 12 Monate, genutzt werden. Damit können herdenspezifische Effekte berücksichtigt werden. Die Auswertung des Milchfett-/Milchprotein-Quotienten erweitert das Bild (Abb. 61).

Die Versorgung des Wiederkäuers mit wasserlöslichen Vitaminen gewährleisten die Pansenmikroben. Ein Mangel an wasserlöslichen Vitaminen kann deshalb auch als Hinweis auf eine Pansenfermentationsstörung gewertet werden. Allerdings sind die Zusammenhänge nicht pauschal für alle Vitamine gleichermaßen ausgeprägt. In der Frühphase einer Azidose kann die Synthese von Vitamin B1 sogar erhöht sein. Das Vitamin B12 scheint einen gewissen Zusammenhang zur Pansenfermentationsstörung aufzuweisen. In vielen Milchkuhherden werden niedrige Konzentrationen an Vitamin B12 gefunden. Als erstes muss dann geprüft

werden, ob eine ausreichende Cobaltversorgung der Kühe gewährleistet ist. Ist dies sichergestellt, dann sollte die Möglichkeit einer Pansenfermentationsstörung geprüft werden. Dazu kann die Auswertung eines Stoffwechselprofils sinnvoll sein, weil sich damit mögliche subklinische Stoffwechselimbilanzen in der Herde beurteilen lassen, die ihre Ursache auch in einer Pansenfermentationsstörung haben können (Abb. 56). Stoffwechselprofiluntersuchungen sollten im Rahmen der prophylaktischen Gesundheitsüberwachung von Milchkuhherden systematisch genutzt werden (Staufenbiel, 1999; Staufenbiel et al. 2004).

Pansenfermentationsstörungen sind subklinische Störungen des Pansenstoffwechsels, die sich negativ auf die Gesundheit des Gesamtorganismus auswirken. Sie sind damit als ein wichtiger Risikofaktor für die Entstehung klinisch manifester Erkrankungen anzusehen. Das bedeutet, dass über die Erfassung der Erkrankungshäufigkeiten die Bestandsgesundheit beurteilt werden kann (Abb. 56). Auch dafür sollten entsprechende Herdenverwaltungsprogramme genutzt werden (Feucker 2009). Treten bestimmte Erkrankungen und Störungen gehäuft auf, dann sollte als eine mögliche beteiligte Ursache auch die Pansenfermentationsstörung in Betracht gezogen werden. Neben erhöhten Milchzellzahlen und einer gestörten Fruchtbarkeit sind Pansenfermentationsstörungen mit einem gehäuften Auftreten von Labmagenverlagerungen in Verbindung zu bringen.

Die labordiagnostische Untersuchung von Harnproben und Pansensaftproben kann das Bewertungsprofil ergänzen (Abb. 56). Im Mittelpunkt steht die Beurteilung des Säuren-Basen-Haushaltes (Abb. 10, 21). Die Einteilung der einzelnen Störungen im Komplex der mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen erfordert zwingend die Kenntnis der Situation im Säuren-Basen-Haushalt (Abb. 24). Das trifft insbesondere für die Abgrenzung der Pansenfermentationsstörung von der Pansenazidose und der Pansenalkalose zu. Aus Sicht der Herdengesundheit ist diese Abgrenzung weniger bedeutsam, da es sich ohnehin um gleitende Übergänge handelt. Die negativen Effekte auf die Herdengesundheit bei der chronischen und subklinischen Azidose und der einfachen Pansendysfunktion beruhen, wie bei der Pansenfermentationsstörung, auf dem veränderten Ablauf der mikrobiellen Umsetzungsprozesse im Pansen. Aber aus systematischen Gründen und aus Sicht der Ursachenanalyse ist die Harnuntersuchung in jedem Fall zu empfehlen und zu berücksichtigen.

### **Beispiel für eine Pansenfermentationsstörung als ein Bestandsproblem**

Die Herde 34 kann mit einer mittleren 305-Tage-Leistung von 11 400 kg auf ein beachtliches Milchleistungsniveau verweisen (Abb. 58). Die Ergebnisse der Färsenaufzucht (Erstkalbealter 25,4 Monate, Besamungsindex 1,4) sind akzeptabel. Auf den ersten Blick sind auch die Fruchtbarkeitsergebnisse der Milchkuhe bemerkenswert gut (Abb. 58). Die mittlere Zwischenkalbezeit bleibt mit 397 Tagen noch unter der Grenze von 400 Tagen. Bei genauerer Betrachtung wird aber deutlich, dass diese Kennwerte mit einem hohen Besa-

mungsaufwand (Besamungsindex 2,8) und, noch viel gravierender, durch eine viel zu hohe Reproduktionsrate erreicht werden. Hauptgrund für die frühzeitige Schlachtung von Kühen sind Fruchtbarkeitsstörungen. In Übereinstimmung damit gibt der Herdenmanager als Hauptbestandsproblem Fruchtbarkeitsstörungen an (Abb. 58).

Herde 34 - Bestandsuntersuchung 18.01.2011  
620 HF-Kühe

11 400 kg / 305 Tage  
3,53 % Milchfett, 3,3 % Milchprotein  
180 000 Zellzahlen  
71 Tage RZ, 117 Tage ZTZ, 397 Tage ZKZ, **BI 2,8**  
15 Monate EBA, 25,4 Monate EKA, 1,4 BI Färsen  
**39 % Reproduktionsrate**

Bestandsprobleme  
**↑ schlechte Besamungsergebnisse / Fruchtbarkeit**  
↑ Nachgeburtsverhaltungen  
↑ Gebärparesen

Abb. 58

Beispielherde  
(Herde 34) aus  
der Bestandsbe-  
treuung mit einer  
Pansenfermenta-  
tionsstörung

Die Auswertung der Ergebnisse der monatlichen Milchleistungskontrolle zeigt für alle Laktationszahlen eine sehr gute Anpassung der Milchmengenkurve an die Referenzkurve bei den Kühen (Abb. 59). Die Milchproteinkonzentrationen verlaufen sogar teilweise oberhalb der Referenzkurve. Nur die Milchfettkonzentrationen bewegen sich unterhalb. Die Abweichung ist gar nicht so stark ausgeprägt. Man könnte dazu neigen, die abgesenkten Milchfettwerte als Folge der hohen Milchmengenleistung zu interpretieren und damit zu akzeptieren. Der gemeinsame enge Wertebereich von Milchfettgehalten und Milchproteingehalten sollte aber als Warnsignal beachtet werden. Tatsächlich zeigt die Auswertung der Milchfett/Milchprotein-Quotienten, dass nach dem Laktationstag 50 bis Laktationstag 250 die Hälfte der Kühe einen Wert unter 1,0 aufweist (Abb. 60). Einzelkühe erzielen Milchfett/Milchprotein-Quotienten um 0,5. Die Auswertung der Milchfettkonzentrationen der Einzelkühe unterstreicht den Befund (Abb. 60). Die Milchfettwerte sinken bis in den Bereich von 2 %. Die relativ hohen Milchfettkonzentrationen in den ersten 50 Tagen nach dem Kalben müssen mit Vorsicht interpretiert werden. In dieser Zeit liefert der Körperfettabbau zusätzliche Ausgangssubstrate für die Milchfettsynthese. Damit spiegeln diese Milchfettwerte ein ausgeprägtes Energiedefizit am Laktationsstart wider. Sind die Körperfettreserven aufgebraucht oder ist die Energiebilanz über eine steigende Futteraufnahme ausgeglichen, dann stammen die Metaboliten für die Milchfettsynthese überwiegend aus der Pansenfermentation. Das ist in der Herde 34 ungefähr nach dem Laktationstag 50 der Fall.

Sowohl der Verlauf der mittleren Milchfettkonzentration (Abb. 59), die Ausprägung der Milchfett/Milchprotein-Quotienten (Abb. 60) als auch der Milchfetteinzelwerte (Abb. 61) legen den Schluss einer azidotischen Stoffwechsellage der Herde als ein bedeutendes Bestandsproblem nahe. Die Diagnose einer subakuten und chronischen Pansenazidose scheint auf Grund der aufgezeigten Befunde gerechtfertigt. Die als Bestandsprobleme angesprochenen schlechten Fruchtbarkeitsergebnisse und die hohe Reproduktionsrate sind bekannte Folgen einer subakuten und chronischen Pansenazidose (Abb. 28, 30, 37). Bis hierhin sind die Ergebnisse widerspruchsfrei.

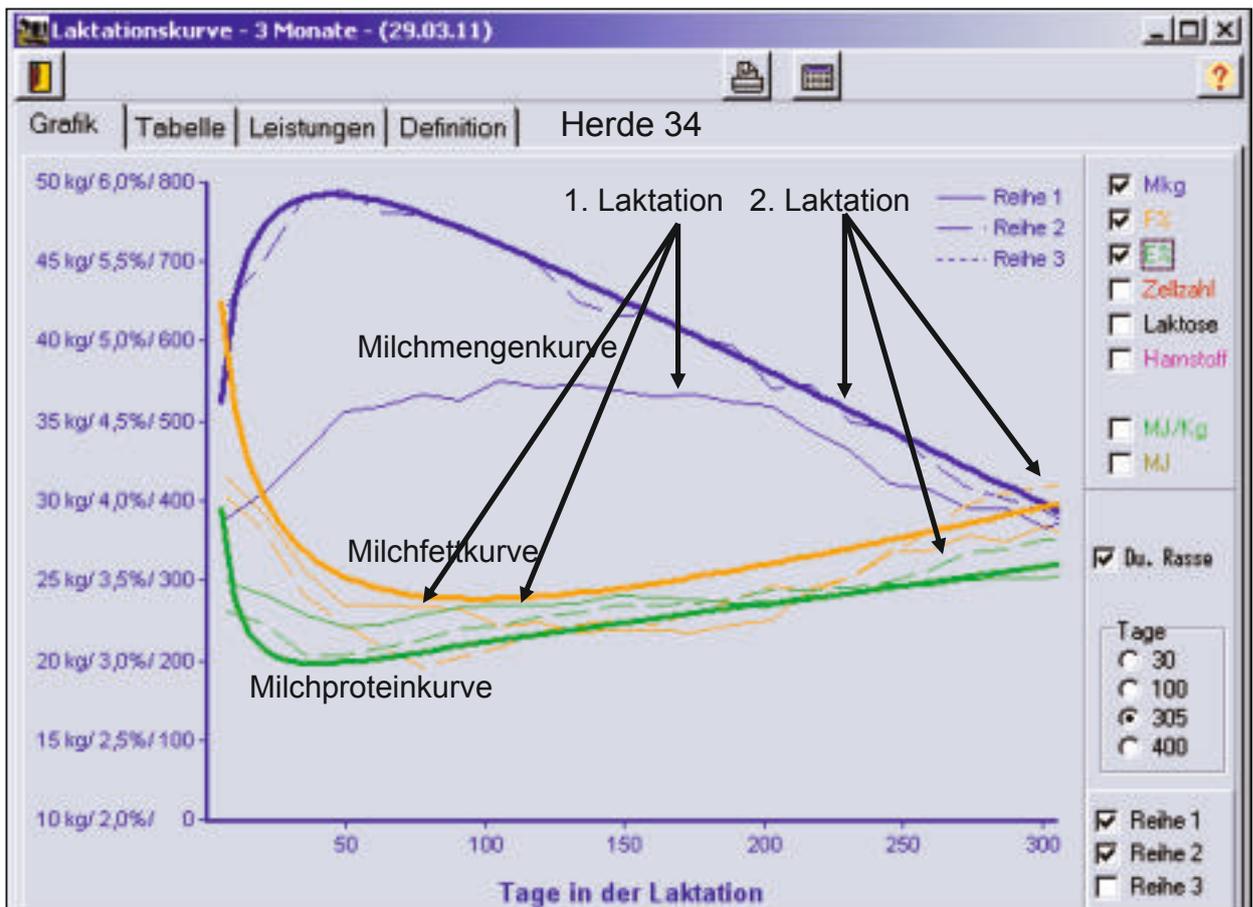


Abb. 59 Auswertung der Laktationskurven in der Beispielherde 34. Bei hohen Milchproteingehalten verlaufen die Milchfettwerte unterhalb der Referenzkurve

Beide Störungen, die subakute und die chronische Pansenazidose, gehen mit einer Verschiebung des Säuren-Basen-Haushaltes in Richtung einer Azidose einher. Das kann diagnostisch an Hand der NSBA im Harn erfasst werden (Abb. 28, 37). Die Ergebnisse der Bestandsuntersuchung zeigen bei den laktierenden Kühen in allen Untersuchungsgruppen einen ausgeglichenen Säuren-Basen-Haushalt (Abb. 62). Die Azidose bei den Vorbereitern ist die gewünschte Folge der Nutzung einer Anionenration (saure Salze). Mit Eintritt in die Laktation zeigen alle Harnparameter einen ausgeglichenen Säuren-Basen-Haushalt (Abb. 62). Stellt man die Entwicklung des Milchfett/Milchprotein-Quotienten und des Milchfettgehaltes

(Abb. 60, 61) dagegen, zeigt sich sogar eine gegenläufige Bewegung. Mit Fortschreiten in die Laktation steigt die NSBA an bzw. verharrt auf einem hohen Niveau. Damit gibt die Harnuntersuchung keinen Hinweis auf eine azidotische Stoffwechsellaage. Die Diagnose subakute und chronische Pansenazidose kann nicht bestätigt werden.

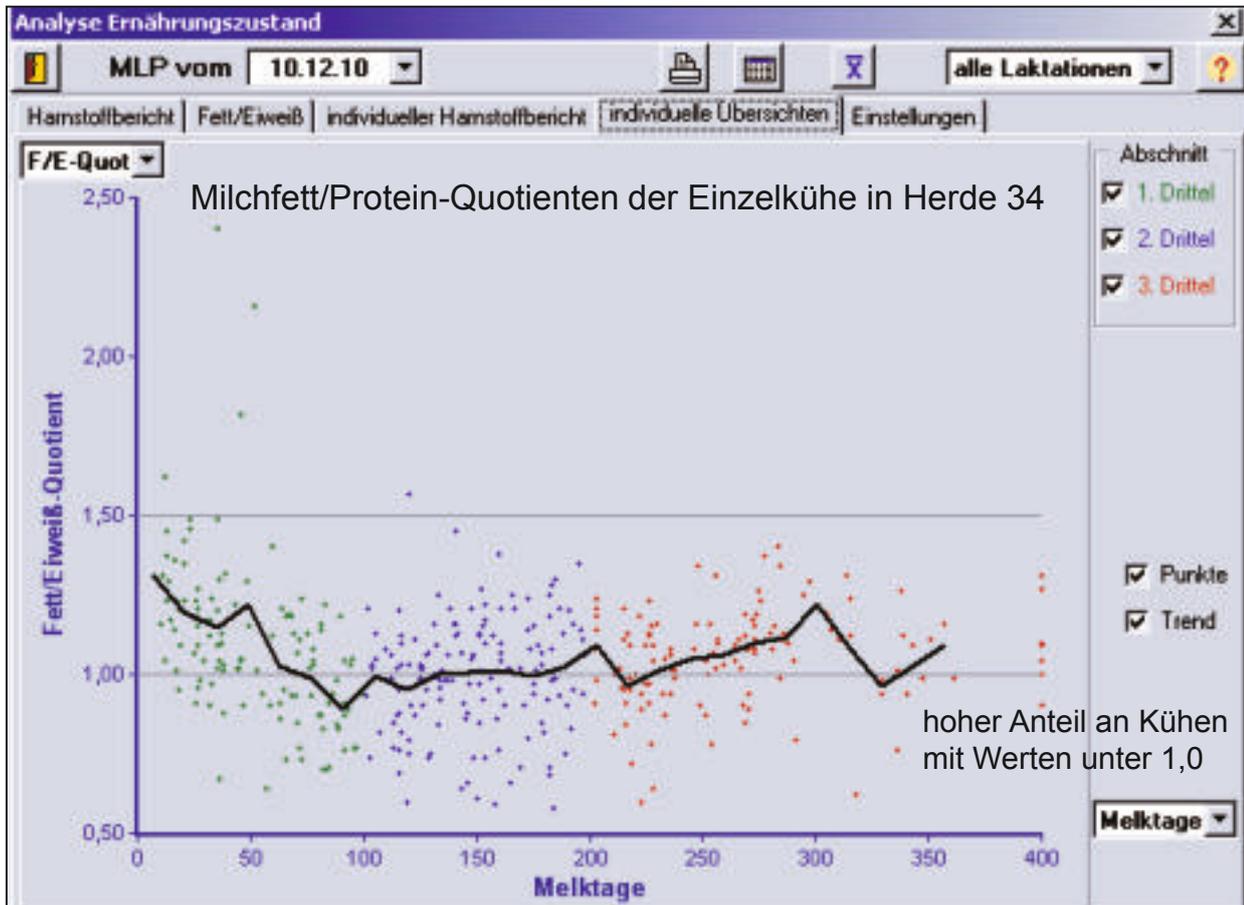


Abb. 60 Auswertung des Milchfett/Milchprotein-Quotienten der Einzeltiere in der Beispielherde 34

Auf Grundlage der Einteilung der Abb. 24 kann festgestellt werden, in der Herde 34 liegt eine Pansenfermentationsstörung als das die Tiergesundheit negativ bestimmende Bestandsproblem vor. Als Maßnahme sollte die Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser verbessert werden (Abb. 52). Weiterhin ist das Angebot an indirekt pH-wirksamen Futterstoffen zu überprüfen und an die physiologischen Zielwerte anzupassen (Abb. 54). In der Konsequenz kann vermutet werden, dass die Beseitigung der Pansenfermentationsstörung mit einem Rückgang der Herdenmilchleistung einhergehen wird. Das wird der Preis für eine physiologische Fütterung sein. Als Nutzen sollte sich eine Verbesserung der Tiergesundheit einstellen.

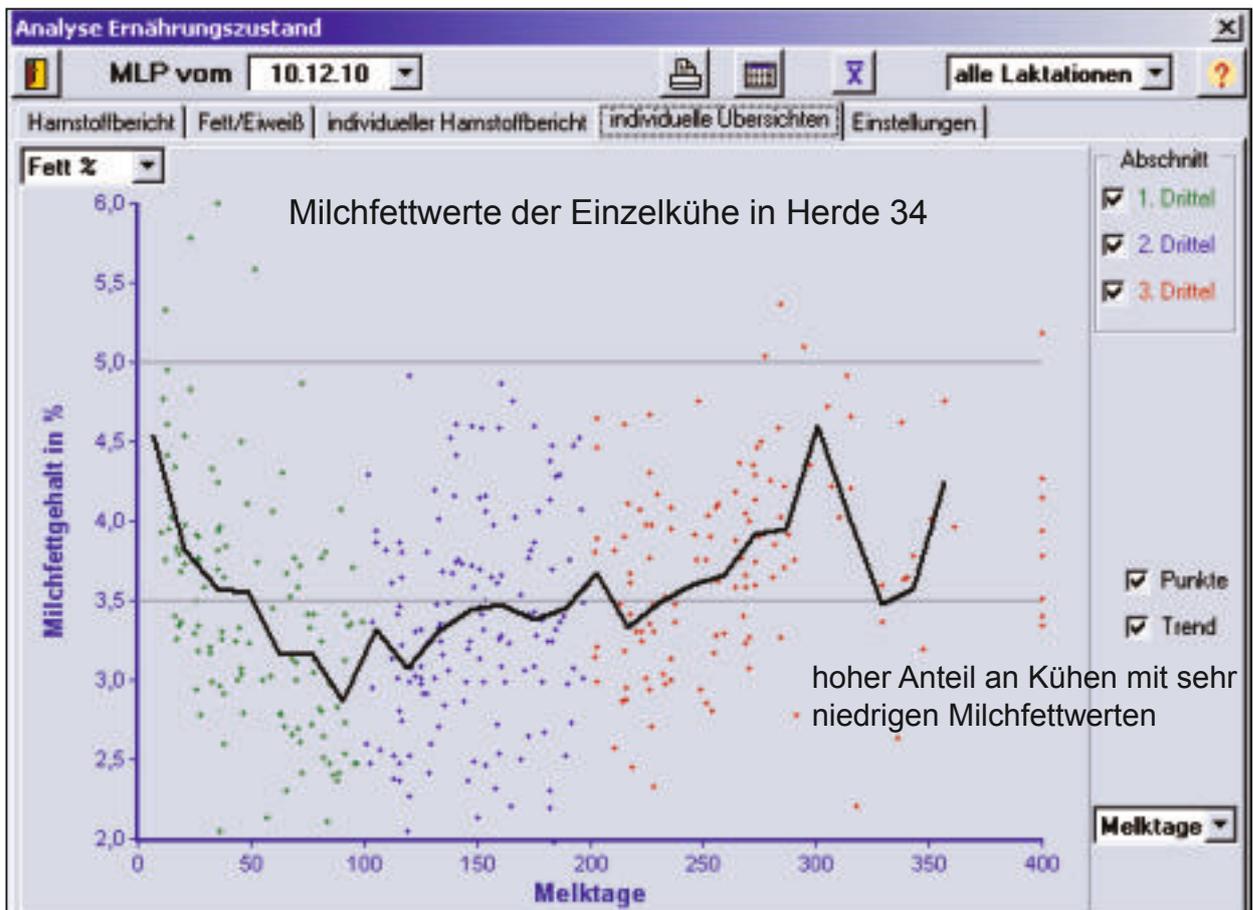


Abb. 61 Auswertung der Milchfettgehaltswerte der Einzeltiere in der Beispielherde 34

Abb. 62

Ergebnisse der Harnuntersuchung in der Beispielherde (Herde 34). Der Säuren-Basen-Haushalt ist ungestört.

Ergebnisse der Stoffwechseluntersuchung Harnparameter zur Kontrolle des Säuren-Basen-Haushaltes					
	pH	NSBA mmol/l	Basen mmol/l	Säuren mmol/l	BSQ
Referenzwerte	7,8-8,4	107-193	150-250	50-100	2,5-4,8
Proben					
Vorbereiter *	7,93	<u>77</u>	155	72	<u>2,17</u>
0-1 W. p.p.	8,10	118	180	59	3,05
3-5 W. p.p.	8,10	174	245	66	3,74
15-18 W. p.p.	8,14	158	235	71	3,33

Bei den laktierenden Kühen liegen alle Messwerte im Normbereich  
Bewertung = ungestörter Säuren-Basen-Haushalt.  
\* Vorbereiter erhalten eine Anionenration

## **Pansenazidose und Pansenfermentationsstörung was ist die Ausnahme und was ist die Regel?**

Die Situation in der Herde 34 spiegelt beispielhaft eine Pansenfermentationsstörung als zentrales Bestandsproblem wider. Ist das nur eine Ausnahmeerscheinung, oder ist es eher die Regel?

Die subakute Pansenazidose, im nordamerikanischen Raum die SARA, ist neben der Ketose und der Hypokalzämie als die dritte wichtige »Berufskrankheit« der Milchkuh anerkannt (Abb. 4). Das ist auf den ersten Blick auch naheliegend (Staufenbiel 1999).

Allein die Definition und das Diagnoseschema für die SARA (Abb. 42) lassen Zweifel an der widerspruchsfreien Einordnung der Pansenazidose als Bestandsproblem aufkommen. Das wird auch durch Untersuchungen untermauert, die bei Tieren mit einem eindeutigen Risiko für eine subakute Pansenazidose nur geringe Auslenkungen des Pansen-pH-Wertes (Abb. 41) und der Harnwerte zeigen (Bandilla 2009).

In die gleiche Richtung weisen die Befunde aus der Bestandsbetreuung. Die Abb. 63 und 64 geben die Verteilung der NSBA-Werte und der pH-Werte im Harn der untersuchten Herden von 1995 bis 2010 wieder. Die Probenzahl von 3456 kann als repräsentativ gelten, noch zumal es sich um gepoolte Proben handelt, das heißt, hinter jeder dieser ausgewerteten Proben stehen in der Regel 10 Einzelkühe. Das Untersuchungsprofil in der Bestandsbetreuung umfasst die Stichprobengruppen frühe Trockensteher (8 bis 3 Wochen vor dem Kalben), Vorbereiter (3 bis 0 Wochen vor dem Kalben), Frischkalber (0 bis 1 Woche nach dem Kalben), frühlaktierende Kühe (3 bis 5 Wochen nach dem Kalben) und Kühe am Ende der Frühlaktation (15 bis 18 Wochen nach dem Kalben). Ungefähr 50 % der Vorbereiter und Frischkalber zeigen an Hand der NSBA tatsächlich eine azidotische Stoffwechsellage. Bei den Vorbereitern ist diese azidotische Stoffwechsellage im Blut als Prophylaxemaßnahme gegen die Hypokalzämie über den Rationszusatz von sauren Salzen (Anionenration) gewünscht. Die azidotische Stoffwechsellage im Blut der Frischkalber wird zu einem hohen Anteil durch den bei diesen Tieren häufig auftretenden Energiemangel/Fettabbau/Ketose hervorgerufen. Die Zeit mit dem höchsten Risiko für eine subakute Pansenazidose (oder SARA) ist die Frühlaktation, das entspricht den Kühen aus den Gruppen 3 bis 5 und 15 bis 18 Wochen nach dem Kalben. In diesen beiden Stichprobengruppen weist die NSBA für mehr als 50 % der untersuchten Bestände einen physiologischen Säuren-Basen-Haushalt auf (Abb. 64). Über 25 % befinden sich sogar in einer alkalischen Stoffwechsellage. Nur ausnahmsweise lässt sich eine azidotische Stoffwechsellage nachweisen. Betrachtet man den Harn-pH-Wert, dann zeigt sich eine noch stärkere Verschiebung in Richtung eines ausgeglichenen bis alkalischen Stoffwechsels (Abb. 63).

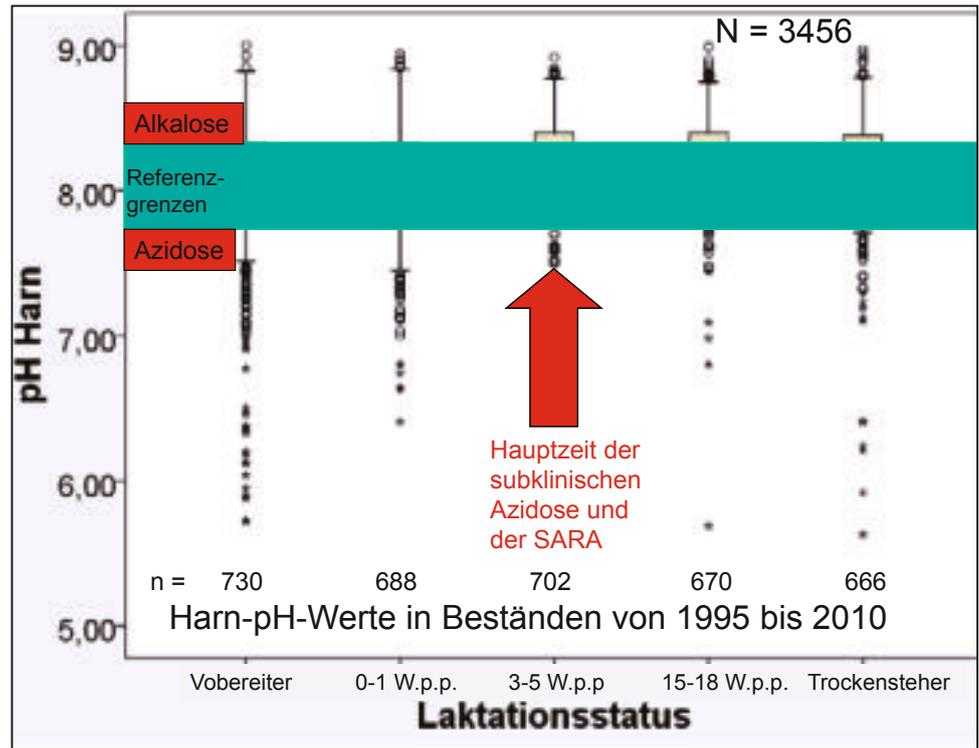


Abb. 63

Verteilung der Harn-pH-Werte in den von 1995 bis 2010 untersuchten Milchkuhbeständen aus der Bestandsbetreuung. Mit der Zahl von 3456 liegt eine aussagekräftige Stichprobenzahl vor. Die für eine subklinische und chronische Pansenazidose prädestinierten Laktationsgruppen 0 bis 1, 3 bis 5 und 15 bis 18 Wochen nach dem Kalben geben keinen Hinweis auf eine relevante Bedeutung einer Azidose, sondern sie tendieren eher in Richtung des alkalischen Bereiches

Dennoch werden in diesen Herden auch Bestandsprobleme gefunden, die auf eine subakute Pansenazidose hindeuten würden. Dieser scheinbare Widerspruch ist durch die Einführung der Diagnose der Pansenfermentationsstörung entsprechend der Zuordnung aus Abb. 24 zu lösen. Auf Grund der Besonderheiten der Fütterung von Kühen mit hoher Milchleistung sind heute nicht mehr die subakute und chronische Pansenazidose als zentrales Bestandsproblem anzusprechen, sondern die Pansenfermentationsstörung. Das ist schlüssig, da sich erstere auf Pansenebene grundsätzlich nicht von der Pansenfermentationsstörung unterscheidet. Der Unterschied liegt in erster Linie in den begleitenden Auswirkungen auf den Säuren-Basen-Haushalt (Abb. 24). Da aber bisher die Diagnostik in erster Linie auf die Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes (Pansensaft-pH-Wert, Harn-pH-Wert, NSBA) gründet, erklärt sich das häufige Übersehen oder die falsche Einschätzung der Pansenfermentationsstörung als Bestandsproblem. Die Ergebnisse aus den Abb. 63 und 64 sind dafür ein überzeugender Beleg.

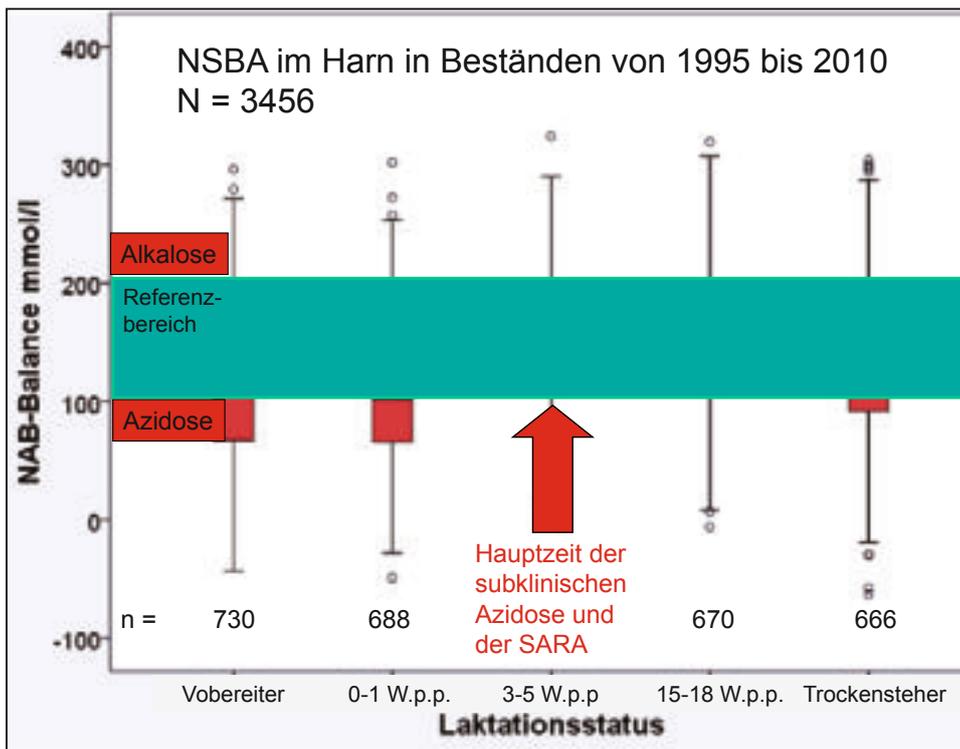


Abb. 64

Verteilung der Harn-NSBA-Werte in den von 1995 bis 2010 untersuchten Milchkuhbeständen aus der Bestandsbetreuung. Auch sie geben keinen Hinweis auf eine relevante Bedeutung einer Azidose, sondern sie bewegen sich im physiologischen Bereich

## Pansenfermentationsstörung – eine alte übersehene oder eine neue Störung?

Die Pansenfermentationsstörung als eine Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung (Abb. 24) ist als eine neuartige Störung anzusehen, die sich in Folge der Veränderungen in der Fütterung von Kühen mit hohen Milchleistungen als gehäuftes Bestandsproblem entwickelt hat.

Bei Rindern mit Weidehaltung sind Pansenfermentationsstörungen nicht zu erwarten (Abb. 65). Nach einem abrupten Wechsel der Weiden mit einem deutlich unterschiedlichen Aufwuchs oder bei nährstoffarmen und proteinreichen Weiden treten eher klassische Auslenkungen in Richtung einer Pansenazidose oder Pansenalkalose auf.

Ganz anders sind die Verhältnisse bei der Fütterung von Kühen mit einer hohen Milchleistung (Abb. 66). Eine höhere Laktationsleistung bedeutet immer auch eine höhere Milcheinsatzleistung. Damit wird der Kontrast in den Bedarfswerten zwischen Trockensteherperiode und Laktationsstart stärker. Ein Rationswechsel von einer energiearmen in Richtung einer energiereichen Fütterung stellt hohe Ansprüche an die Adaptation der Pansenmikroben. In der Transitperiode muss sich die Flora und Fauna im Pansen tiefgreifend umstellen. Störungen dieser Anpassung sind in erster Linie die subakute Pansenazidose oder auch direkt die Pansenfermentationsstörung. Letzteres trifft vor allem beim Einsatz von Pansenpuffern zu. Die Adaptationsprozesse sind nach zirka 3 Wochen im Wesentlichen abgeschlossen.

Durch eine gute Vorbereitungsfütterung kann man diese Prozesse schon in die letzte Phase der Trockenstehperiode vorziehen (Staufenbiel et al. 2009).

*Abb. 65*

*Freilandhaltung  
von Rindern als  
die originäre  
Form der  
Rinderfütterung*



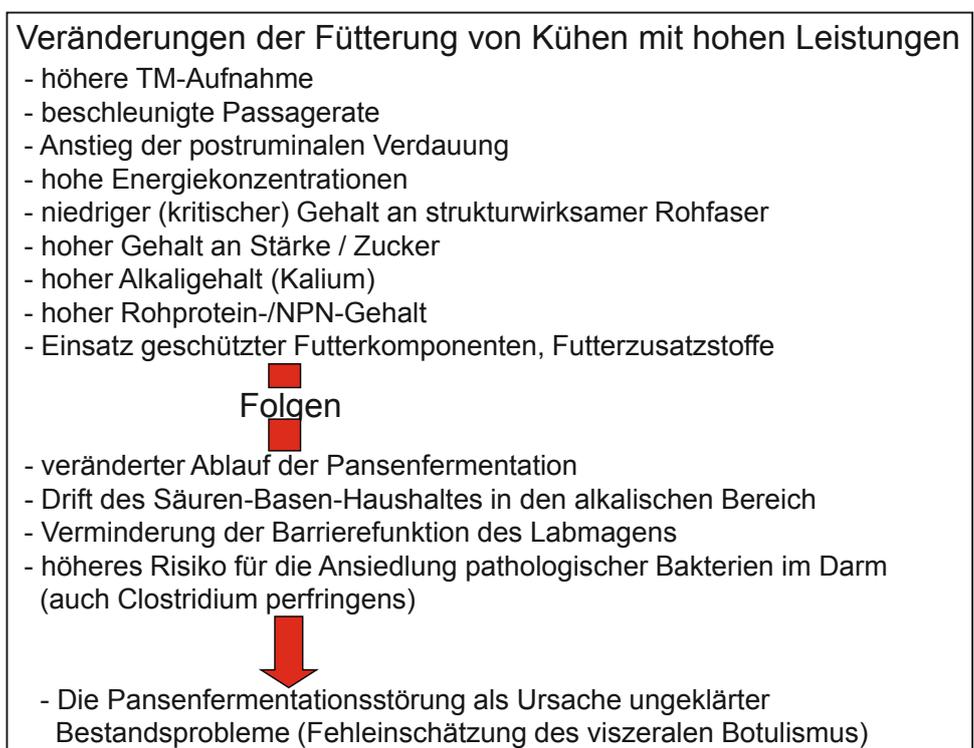
Das zweite Grundproblem ist die gegenläufige Beziehung zwischen der Bedarfsdeckung in Bezug auf die Versorgung mit Energie und mit strukturwirksamer Rohfaser. Mit steigenden Milchleistungen geraten beide Ansprüche in eine zunehmende Konkurrenz. In Folge der spezifischen Entwicklung der Futteraufnahme und der Milchmengenleistung trifft das insbesondere für den Zeitraum des ersten Laktationsdrittels zu (Staufenbiel 1999). Das erste Laktationsdrittel ist prädestiniert für die subakute und chronische Pansenazidose oder für die Pansenfermentationsstörung. Die Lösung oder Abschwächung der Konkurrenz bei der Deckung zwischen dem Bedarf an Energie und strukturwirksamer Rohfaser stellt mit zunehmenden Leistungen eine immer stärkere Gratwanderung dar. In der Konsequenz stehen sich die Prophylaxekonzepte gegen die Ketose und gegen die Pansenazidose/Pansenfermentationsstörung in Konkurrenz gegenüber. Für eine Lösung dieses Konfliktes werden hohe Anforderungen an das Fütterungsmanagement gestellt, aber sie entscheidet auch wesentlich über den langfristigen Erfolg der Milchkuhhaltung. Der Verzicht auf die Weidehaltung und der Übergang zur ganzjährigen Stallhaltung von Milchkühen ist eine Konsequenz. In die Stallfütterung können systematisch geplante Maßnahmen zur Vermeidung der Ketose und der Pansenazidose/Pansenfermentationsstörung integriert werden (Staufenbiel et al. 2009). In diesem Zusammenhang hat sich die Fütterung von Milchkühen mit hohen Leistungen grundlegend geändert. Neben der Prophylaxe der Ketose ist es offenbar auch gelungen, die Pansenazidose als Bestandsproblem zu verdrängen. Dabei wird aber das Bestandsproblem der Pansenazidose häufig durch das Bestandsproblem der Pansenfermentationsstörung ersetzt. Auf Grund der diagnostischen Lücke wird die Pansenfermentationsstörung aber als Bestandsproblem nicht wahrgenommen (Abb. 55).

Hochleistungskühe erreichen eine Trockensubstanzaufnahme von über 24 kg/Tag. Das setzt eine höhere Passagegeschwindigkeit vom Pansenraum über den Labmagen in Richtung Darm voraus. Eine negative Konsequenz ist das Abschwächen der Barrierefunktion des Pansens und auch des Labmagens gegenüber pathogenen Mikroben, die nun leichter in den Darm eindringen können. Die Absenkung des pH-Wertes im Labmagen durch die sezernierte Salzsäure hat eine effektive keimtötende Wirkung. Eine schnellere Passage verkürzt die Kontaktzeit. In die gleiche Richtung wirkt der zunehmende Anteil an pansengeschützten Rationsbestandteilen. Durch verschiedene technologische Verfahren können Nahrungsbestandteile dem mikrobiellen Abbau im Pansen entzogen werden. Die Verdauung findet dann postruminal im Darm statt. Auch das kann die Passage von pathogenen Mikroben in den Darm unterstützen. Ein anderer unerwünschter und krankmachender Effekt entsteht durch eine Überforderung der Verdauungsleistung des Dünndarmes. Nicht aus dem Dünndarm resorbierte Nährstoffe gelangen in den Dickdarm. Hier erfolgen der Umbau und der Abbau durch die Dickdarmmikroben. Ein unphysiologischer Anstieg der Dickdarmfermentation führt nicht nur zu Durchfall, sondern fördert auch die Entstehung verschiedener Erkrankungen. Die Bedeutung dieses Faktors wird noch dadurch verstärkt, dass die Kalkulation der Anteile an pansenstabilen Nährstoffen in einer Ration überwiegend auf Schätzwerten und nicht auf konkreten Analysenwerten beruht. Damit ist die Rationsberechnung an dieser Stelle unscharf. In Rationen für Kühe mit hohen Milchleistungen steigen die Ansprüche an das Gesamtproteinangebot, an die Proteinqualität und hier wieder an den Anteil an pansenstabilem Protein (UDP). Proteine wirken alkalisierend. Hohe Proteinanteile in der Ration sind deshalb wieder ein Baustein zur Minderung der Barrierefunktion. Pansengeschütztes Protein kann als Transportvehikel für Mikroben in den Darm fungieren. Noch stärker als Proteine verschieben hohe Kaliumgehalte in der Ration den Säuren-Basen-Haushalt in Richtung der alkalischen Seite. Hohe Milchleistungen erfordern eine gute Grundfutterqualität. Die wird eher durch Ackerfutter sichergestellt. Der Ertrag im Ackerfutterbau wird neben der Stickstoffdüngung vor allem durch die Kaliumversorgung gesteigert. Das kann zu einer hohen Kaliumaufnahme durch die Kühe führen. Hohe Kaliumgehalte in der Ration im Zusammenhang mit einer hohen DCAB verschieben den Säuren-Basen-Haushalt in Richtung einer Alkalose und können somit eine aus der Rationszusammensetzung (hohes Angebot an Stärke/Zucker) zu erwartende azidotische Stoffwechsellage überdecken. Die Entwicklung der pH-Werte und der NSBA in Richtung einer Alkalose (Abb. 63 und 64) ist in erster Linie auf diesen Faktor zurückzuführen. Die subakute/chronische Pansenazidose wird zur Pansenfermentationsstörung. Die alkalischen Rationsbestandteile werden auf Pansenebene durch die in der Pansenfermentation gebildeten flüchtigen Fettsäuren in der Balance gehalten. Nimmt der Anteil an postruminal verdauter Stärke zu und wird durch eine gesteigerte Passagegeschwindigkeit die Kontaktzeit im Pansen verkürzt, dann sinkt auch die Säurebildung im Pansen. Das ver-

schiebt die Gesamtreaktion des Pansens wieder in Richtung einer mehr alkalischen Reaktion. In der Summe führen die durch Ausnutzung der neuen Erkenntnisse der Tierernährung erfolgten Anpassungen der Futterrationen von Kühen mit höheren Leistungen zu einer Veränderung des Ablaufes der Pansenfermentation mit Auswirkungen auf den Säuren-Basen-Haushalt und einer stärkeren Nutzung der postruminalen Verdauung (Abb. 66). Diese Entwicklung wird durch die TMR-Fütterung unterstützt. Das erklärt die Verschiebung der Bedeutung in der Häufigkeit der verschiedenen Störungen im Komplex der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen (Abb. 24). Die Häufigkeit der subakuten/chronischen Pansenazidose nimmt ab, an deren Stelle nimmt gleichzeitig die Häufigkeit der Pansenfermentationsstörung zu.

Abb. 66

*Veränderung der Fütterung von Kühen mit hohen Leistungen, die Folgen und der Zusammenhang zur Pansenfermentationsstörung*



Es kann postuliert werden, dass die Pansenfermentationsstörung die Pansenazidose in Herden mit hohen Milchleistungen verdrängt hat. Auf Grund der diagnostischen Probleme wird die Pansenfermentationsstörung aber als Bestandsproblem nicht erkannt. Niedrige Milchfettgehalte werden als Nebeneffekt der hohen Milchleistung fehlinterpretiert und akzeptiert. Als Schlussfolgerung muss die Diagnostik der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen sich von der eingeschränkten Berücksichtigung von Parametern des Säuren-Basen-Haushalts lösen. Das Diagnoseschema aus Abb. 56 kann ein Hilfsmittel sein.

Ein besonderes Tiergesundheitsrisiko ergibt sich aus der mehrfach angeführten verminderten Barrierefunktion im Kontext mit der Pansenfermentationsstörung. Das ermöglicht auch pathogenen Clostridien, den Dünndarm zu erreichen und sich dort zu vermehren. Von den über 200 bekannten Clostridienarten sind nur wenige tatsächlich pathogen. Für das Rind

dürfte *Clostridium perfringens* die größte Bedeutung besitzen. Beim Zusammentreffen verschiedener Risikofaktoren und unter den Bedingungen der Pansenfermentationsstörung kann deshalb eine Schutzimpfung gegen Clostridien eine nützliche Bestandsmaßnahme sein. Verschmutzte Silagen (hoher Rohaschegehalt) oder zu geringe pH-Wert-Absenkung in Randbereichen des Silostocks (oder Rundballensilagen) stellen solche Risikofaktoren dar. Von dieser Aussage ist eindeutig und unmissverständlich die Erkrankung des Botulismus abzugrenzen. Botulismus folgt anderen Gesetzmäßigkeiten und steht nicht im Zusammenhang mit der Pansenfermentationsstörung. Vor diesem Hintergrund sind auch die aktuellen Diskussionen um den sogenannten viszeralen Botulismus kritisch einzuschätzen und abzulehnen. Umgekehrt kann das Verständnis um die große Bedeutung der Pansenfermentationsstörung ungelöste Tiergesundheitsprobleme in den Beständen erklären helfen. Die Erkenntnis der Pansenfermentationsstörung als relevantes Problem im eigenen Bestand stellt zugleich den ersten Schritt in Richtung der Lösung dar, wie es das Beispiel der Herde 34 verdeutlichen sollte.

### **Sicherung der Tiergesundheit – eine komplexe Aufgabe**

Die Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen gehören neben der Ketose und der Hypokalzämie zu den fütterungsbedingten Problemen in der Milchkuhhaltung, die die Bestandsgesundheit grundlegend beeinflussen (Abb. 3, 4). Deshalb sollten in jeder Milchkuhherde gegen diese drei Störungen strategisch geplante und an die Bedingungen der Herde angepasste Prophylaxeprogramme umgesetzt werden. Die Prophylaxe der Ketose und der Hypokalzämie kann als ausreichend gelöst gelten. Anders verhält es sich mit den Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen. Die häufigste und wichtigste Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung ist die Pansenfermentationsstörung. Auf Grund der diagnostischen Probleme ist sie lange Zeit und auch heute noch in vielen Herden ein weißes Feld (Abb. 24). Ihr Vorkommen wird übersehen, statt dessen wird häufig nach teilweise kurios anmutenden Ursachen für die unbefriedigende Bestandsgesundheit gesucht. Die Ausführungen sollten dazu dienen, das Verständnis für die Systematik der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörungen im Allgemeinen und für die Pansenfermentationsstörung im Besonderen zu wecken bzw. zu verbessern. Obwohl viele Details der weiteren Aufklärung bedürfen, reicht der Kenntnisstand aus, um mit dieser fütterungsbedingten Störung auf Herdenebene umgehen zu können. Damit befinden wir uns auf einem guten Weg, ein wichtiges weißes Feld zu schließen (Abb. 24, 67). Da die äußeren Bedingungen und hier insbesondere die Fütterung ständigen Veränderungen unterworfen sind, bedarf die Wirksamkeit der etablierten Prophylaxemaßnahmen einer laufenden Erfolgskontrolle und Anpassung. Auch die Methoden dieser Erfolgskontrolle bzw. der Risikoüberwachung sind gut etabliert (Abb. 2).

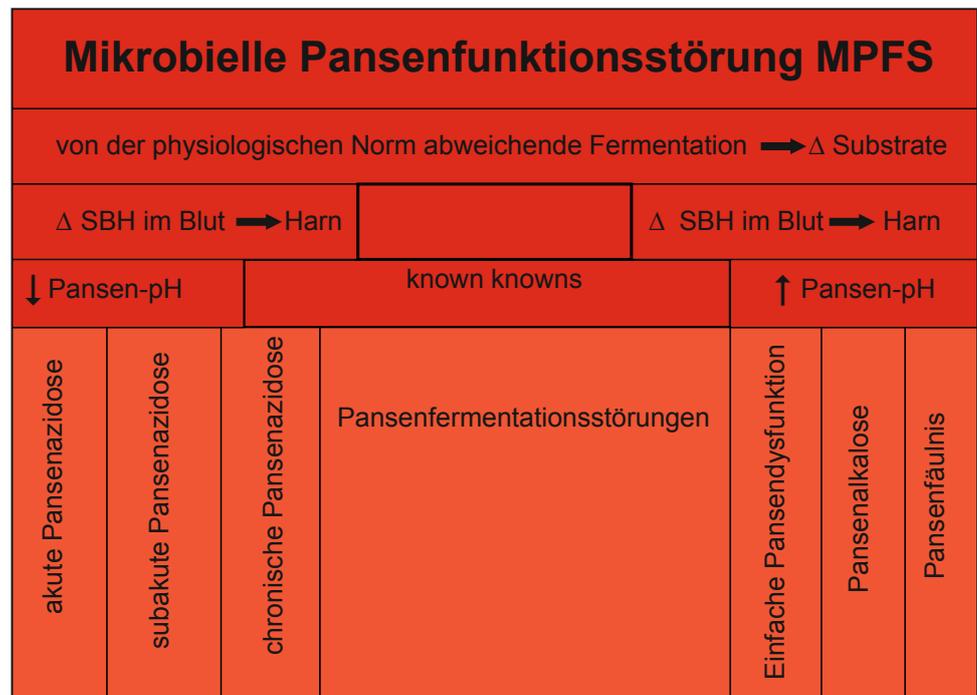


Abb. 67

*Der Pansenfermentationsstörung als häufigste Form der Mikrobiellen Pansenfunktionsstörung sollte große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Grundlage ist tiefgehendes Fachwissen.*

Die praktische Umsetzung der Prophylaxemaßnahmen und der Risikokontrolle erfordert ein hohes Fachwissen, was von einer Berufsgruppe allein gar nicht mehr angeboten werden kann. Die Erhaltung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit einer Milchkuhherde sollte deshalb immer als eine kollegial zu lösende Aufgabe verstanden werden. Die Ausführungen sollten verdeutlichen, dass Fragen der Tiergesundheit immer sehr komplex sind. Schematisches Übernehmen von Erfahrungswissen aus anderen Beständen oder aus Zeitschriften sind kein Erfolgsrezept und aus Sicht der Tiere abzulehnen.

Das adäquate Arbeitsmittel auf Seiten der Tiermedizin ist die veterinärmedizinische Bestandsbetreuung in den drei Stufen, wie sie in der Einführung erläutert worden ist. Mit steigendem Milchleistungsniveau verändern sich die Krankheitsverläufe bei den Kühen. Das erfordert die möglichst weite Verlagerung der veterinärmedizinischen Bestandsbetreuung auf die Stufe drei, die prophylaktische Bestandsbetreuung (Abb. 68). Über die Herde wird ein Netz an diagnostischen und prophylaktischen Maßnahmen gelegt, wodurch sehr frühzeitig die Entwicklung von Bestandserkrankungen aufgedeckt und durch eine passende Prophylaxe vermieden werden kann. Diese Aufgabe muss von entsprechend trainierten Fachleuten auf dem Gebiet der Tiermedizin umgesetzt werden. Der auf den ersten Blick größere Aufwand sollte sich in einer stabilen Herdengesundheit niederschlagen (Abb. 68).

**Prophylaktische Bestandsbetreuung = regelmäßige Wartung**  
Sicherung der Tiergesundheit in Milchkuhherden mit hoher Leistung

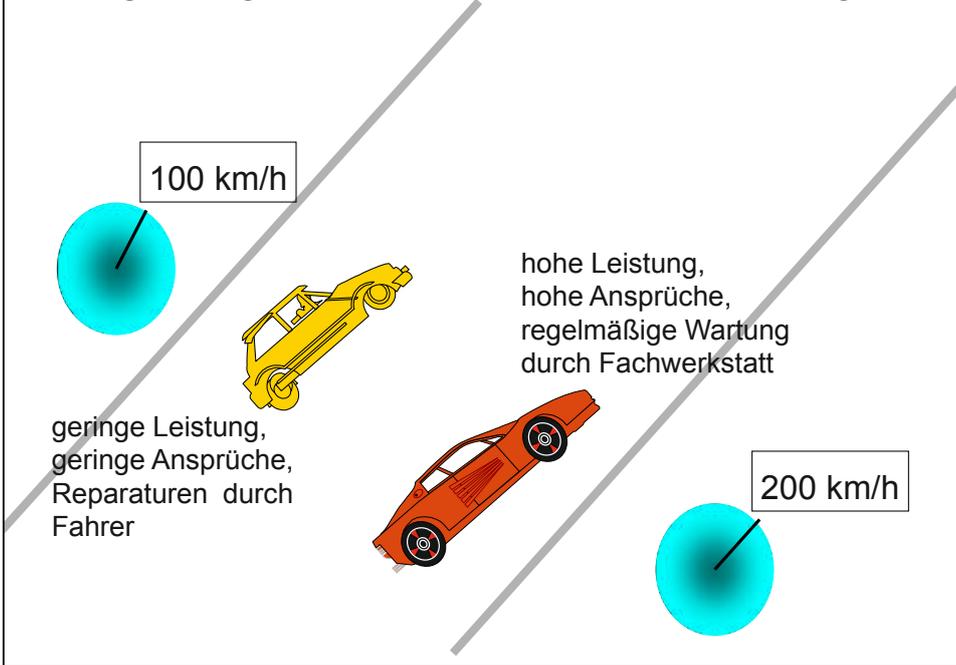


Abb. 68

Die Prophylaktische Bestandsbetreuung ist das zentrale und zukunftsweisende Arbeitsinstrument der nachhaltig ausgerichteten tierärztlichen Betreuung von Rinderbeständen.

## Literatur

**Allen, M.S. (1997):** Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80, 1447-1462

**AlZahal, O., B. Rustomo, N.E. Odongo, T.F. Duffield, B.W. McBride (2007):** Technical note: a system for continuous recording of ruminal pH in cattle. *J. Anim. Sci.* 85, 213-217

**Bandilla, S. (2009):** Der Einfluss der Häcksellänge von Maissilage auf den Säuren-Basen-Haushalt von Milchkuhen. *Vet. Diss. Freie Universität Berlin*

**Brabander, De, D.L., J.L. De Boever, J.M. Vanacker, C.V. Boucque, S.M. Bottermann (1999):** Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: P.C. Garnsworthy, J. Wiseman (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*, Nottingham University Press, 111-145

**Cook, N., G. Oetzel, K. Nordlund (2006):** Modern techniques for monitoring high-producing dairy cows. 2. Practical applications. In *Practice* 28, 598-603

**Duffield, T., J.C. Plaizier, A. Fairfield, R. Bagg, G. Vessie, P. Dick, J. Wilson, J. Aramini, B. McBride (2004):** Comparison of techniques for measurement of the rumen pH in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 59-66

**Enmark, J.M.D., G. Peters, R.J. Jorgensen (2003):** Continuous monitoring of rumen pH – a case study with cattle. *J. Vet. Med. A* 50, 62-66.

**Fuecker, W. (2009):** Computergestützte tierärztliche Bestandsbetreuung - Möglichkeit der Nutzung vorhandener Daten zur Optimierung der Bestandsgesundheit. *veterinär spiegel* 19(3), 156-159.

**Garrett, E.F., M.N. Pereira, K.V. Nordlund, L.E. Armentano, W.J. Goodger, G.R. Oetzel (1999):** Diagnostic methods for detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82, 1170-1178.

**Gasteiner, J., M. Fallast, S. Rosenkranz, J. Häusler, K. Schneider, T. Guggenberger (2009):** Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmesseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen. *Wiener Tierärztl. Monatsschr.* 96, 188-194.

**Hoffmann, M. (2011):** Fruktane. Persönliche Mitteilung, LKV Sachsen.

**Hoffmann, M. (1990):** Fütterungsregime für Rinder. In: M. Hoffmann (Hrsg.), *Tierfütterung*, 2. Auflage, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 3485.

**Hulsen, J. (2004):** Kuh-Signale. Krankheiten und Störungen früher erkennen. Verlag Roodbont, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, ISBN 90-75280-54-8.

- Kaufmann, W., K. Rohr (1967):** Ergebnisse gaschromatographischer Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansen bei unterschiedlicher Fütterung. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 22, 1-8.
- Kleen, J.L., G.A. Hooijer, J. Rehage, J.P.T.M. Noordhuizen (2004):** Rumenocentesis (rumen puncture): A viable instrument in herd health diagnosis. Dtsch. tierärztl. Wschr. 111, 453-484.
- Maekawa, M., K.A. Beauchemin, D.A. Christensen (2002):** Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 85, 1165-1175.
- Mertens, D.R. (1997):** Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80, 1463-1481.
- Nordlund, K.V., E.F. Garrett, G.R. Oetzel (1995):** Herd-based rumenocentesis - a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. Comp. Contin. Educ. Pract. Vet. 17, S48-S56.
- Schneider, K., J. Gasteiner, T. Guggenberger, M. Urdl, S. Steiner, A. Neidl, N. Linhart, W. Baumgartner (2010):** Vergleichende Untersuchungen zur Messung des pH-Wertes im Vormagensystem von Rindern. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 123, 406-412.
- Strabel, D., A. Ewy, T. Kaufmann, A. Steiner, M. Kirchofer (2007):** Rumenozentese: Eine geeignete Methode zur pH-Bestimmung im Pansensaft beim Rind. Schweiz. Arch. Tierheilk. 149, 301-307
- Staufenbiel, R (1999):** Die Stoffwechselüberwachung der Milchkuhherde als Mittel zur Stabilisierung von Leistung und Gesundheit. 3. Symposium zu Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen, Tagungsbericht, Neuruppin, 13. Januar 1999, 18-65
- Staufenbiel, R., A. Löptien, N. Montag, M. Passfeld, M. Goebbels (2004):** Aktualisierte Empfehlungen zur Anwendung von Anionenrationen (sauren Salzen) zur Prophylaxe der Hpokalzämie (Gebärparese) der Milchkuh. 8. Symposium Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen, Neuruppin, 28.10.2004, Tagungsbericht, 121-169
- Staufenbiel, R., C.-C. Gelfert, L. Panicke (2004):** Prophylaktische veterinärmedizinische Bestandsbetreuung als Maßnahme im Management von Milchkuhherden. Züchtungskunde 76, 475-493.
- Staufenbiel, R., S. Bandilla, H. van de Sand, M. Pries (2006):** Häcksellänge von Maissilage und Tiergesundheit der Milchkühe – Pansenazidose und mikrobielle Pansenfunktionsstörung. Top Agrar Elite 5, 38-41
- Staufenbiel, R., C.-C. Gelfert, K. Hof, A. Westphal, C. Daetz (2009):** Einfluss verschiedener Varianten der Trockensteher- und Transitkuhfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung. 10. Symposium zu Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen, Neuruppin, 25.10.2007, Tagungsband, 11-76
- Tajik, J., S. Nazifi (2011):** Diagnosis of subacute ruminal acidosis: a review. Asian J. Anim. Sci. 5, 80-90.

## Fragen an Prof. Staufenbiel

### Frage von Arnulf Meinzer AG Fuko

Wenn ich sie richtig verstanden habe, spielt die Rohfaser eine wichtige Rolle. Es ist ja so, dass die Grassilagen besser geworden sind. Wir erreichen heute durchaus 6,8 oder 6,9 MJ, dementsprechend auch mit einer besser verdaulichen Rohfaser als bei den Silagen früher mit 5,8 oder 6 MJ. Ich kann mir vorstellen, dass es sinnvoll ist, den Maissilageanteil in der Ration herunterzufahren, wenn die Grassilage höherwertig wird, also energiereicher.

### Prof. Staufenbiel

Erst einmal noch in Anknüpfung an Herrn Steinhöfel. Wir sind Tierärzte und dennoch absolut Verfechter der TMR-Analyse. Wir gehen davon aus, dass die Labordiagnostik am Tier selber das eine ist. Aber die TMR-Analyse ist das eigentliche Arbeitsmittel, das uns in der Bestandsüberwachung sehr viel weiter bringt. Wir wollen die Rationskennwerte möglichst optimal einhalten. Auf der anderen Seite wissen wir, dass wir mit Kennwerten allein nicht immer

vorhersehen können, wie ein Tier darauf reagiert. Sie haben die Bilder gesehen mit akutem Durchfall. Das war genau so ein Bestand: Grassilage gefüttert, sehr energiereiche Grassilage mit Maissilage, bei der offenbar der Rohfasergehalt und die Verdaulichkeit viel höher waren. Der ganze Bestand ist bei einer gut gerechneten Ration umgekippt in eine akute Pansenazidose. Unser Beitrag ist neben der TMR-Analyse, dass wir sagen, wir wollen am Tier selbst Parameter haben, um zu sehen, wie wirkt eine Ration tatsächlich. Das sind die Parameter Harn-NSBA bzw. die anderen Dinge, die wir ihnen vorgestellt haben.

### **Frage von Herrn Hermann, Kühlungsborn**

Sie haben die Laktose nicht erwähnt. Kann die auch ein Parameter sein?

### **Prof. Staufenbiel**

Nein, wir führen in Berlin Weiterbildungsseminare zur Interpretation von Herdendaten durch. Dabei haben wir schöne Beispiele, bei denen man genau interpretieren kann, wie man diese Herdendaten bewertet. Laktose ist die Substanz, die in der Milch relativ konstant ist. Wenn sie verändert wird, zeigt sie eine Veränderung der Osmolarität auf Grund von Eutererkrankungen. Die Milchzellzahl verläuft parallel zur Laktose. Die Laktosekonzentration nehmen wir tatsächlich für die Beurteilung der Eutergesundheit.

### **Herr Dr. Steinhöfel**

Wir sind hier bei einem Gastgeber, der sich mit Milchsäure beschäftigt. Wir haben oft diskutiert, dass die Menge an Milchsäure, die eine Kuh täglich zu verkräften hat, mittlerweile eine gewisse Größenordnung erreicht hat. Wir haben pH-Werte zum Teil in den Grassilagen und Maissilagen unter 4. Das heißt natürlich, dass eine enorme Menge an Milchsäure täglich verabreicht wird. Welche Rolle würden sie der Milchsäure in diesem Pansenfermentationsgeschehen zuordnen, die die Kuh über die Silagen aufnimmt?

### **Prof. Staufenbiel**

Milchsäuren muss man in D und L-Racemate unterscheiden. Es ist bekannt, dass die L-Form völlig unproblematisch ist. Aber die bakterielle Fermentation stellt dummerweise 50 % D und 50 % L her. Diese D-Form ist für das Tier tatsächlich schlecht und nicht verwertbar und ist erst einmal ein toxisches Produkt, wenn es nicht im Pansen umgewandelt wird. Ich kann ihnen keine Zahl in Gramm sagen. Aber sie haben Recht, man müsste das einmal bilanzieren.

### Frage von Dr. Thayssen

Sie hatten die Fermentationsstörungen auch in einem Kontext zu dem so genannten visceralen Botulismus genannt. Wir sagen auch heute Faktorenkrankheit dazu, weil wir die genaue Ursache nicht kennen und weil viele Faktoren dort eine Rolle spielen. Könnten sie das nochmals etwas näher erläutern und vielleicht einen Erklärungsansatz definieren?

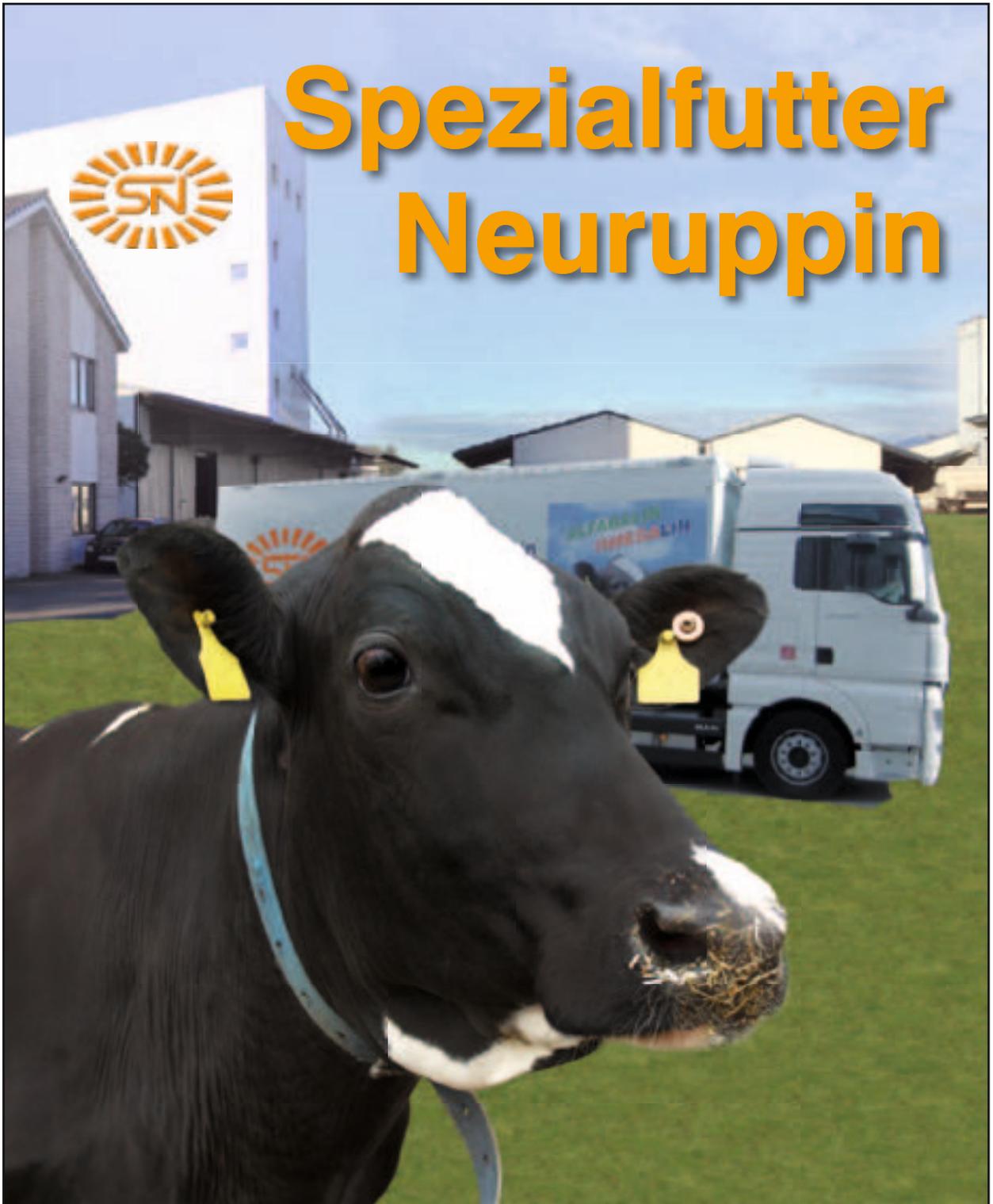
### Prof. Staufenbiel

Es gibt eine Expertenmeinung vom Bundesinstitut für Risikobewertung. Ich bin kein Fachmann für Infektionskrankheiten, aber ich denke schon, dass ich deren Meinung wiedergeben kann. Es gibt derzeit keinen Hinweis darauf, dass der viscerale Botulismus eine nachweisbare Rolle in den Beständen spielt und dass die Ursachen, die beschrieben sind bzw. die Diagnostik zuverlässig ist. Und es gibt keinen erhöhten Forschungsbedarf. Andersherum gesagt, ist der viscerale Botulismus in eine Diskussion hineingekommen, die schief ist. Wir wissen ganz genau, es gibt den Botulismus. Die Krankheit kennen wir - eine Akuterkrankung. Andererseits haben wir viele Bestände mit verschiedenen unklaren Krankheitsbildern. Wenn wir die Qualität der Fütterung optimieren, wird auch die Herdengesundheit besser werden. Es ist interessant, dass es immer nur Bestände mit schlechten Leistungen betrifft, nie Bestände mit guten Leistungen.

Mit Transi-fit® hätte  
ich jetzt kein Milchfieber



# Spezialfutter Neuruppin



## Spezialfutter Neuruppin

Friedrich -Bückling-Str. 9 • 16816 Neuruppin



**0 33 91 - 59 30-0**

[www.sn-neuruppin.de](http://www.sn-neuruppin.de)



**Keenan**  
*True Technology*

**Westprignitzer  
Landtechnik GmbH**

**Heiko Steinfurt : 0151-14735227**



# Folienschlauchsilierung

- Maissilage
- Gras- und Luzernesilage
- LKS und CCM
- Pressschnitzel
- Feuchtmais schrotten und quetschen
  - mit und ohne Schlauchbefüllung
  - ökonomische Alternative zur Trocknung



Birnenallee 10 • 02694 Malschwitz

Tel.: 035 932 / 356 30 • Fax: 035 932 / 356 56

info@budissa-bag.de

[www.budissa-bag.de](http://www.budissa-bag.de)

# Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe



**Prof. Dr. Manfred Hoffmann**

Sächsischer Landeskontrollverband e.V., Lichtenwalde

## Zusammenfassung

Die Strukturwirksamkeit der Ration ist eine wichtige Voraussetzung für die tierartengerechte Fütterung und zur Erhaltung der Gesundheit bei hohen Leistungen. Die Erfüllung der Anforderungen an die Strukturwirksamkeit in Rationen für Wiederkäuer ist die Voraussetzung zur Anwendung der gültigen Energie- und Nährstoffbedarfsnormen. Grundlage jeden Systems ist das Zusammenwirken von physikalischer Form (vorwiegend Partikelgröße) und dem Vorhandensein von Strukturstoffen (Rohfaser, ADF, NDF). Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Beurteilung und Bewertung der Strukturwirksamkeit der Ration. Die Bedingungen für die Einbeziehung der Kennzahl der Strukturwirksamkeit in die praktische Rationsberechnung werden beschrieben. Im Mittelpunkt der Ausführungen steht die »strukturwirksame Rohfaser« und die »strukturwirksame saure Detergentienfaser«.

## Summary

### **Possibilities and limits of evaluating the structural effectiveness of diets for dairy cows**

The structural efficacy of the diet is an important prerequisite for the animal and health maintenance at high performances. The structural efficacy of rations is a prerequisite to meeting the energy and nutrient standards in ruminant feeding. The interaction between the physical form (primarily particle size) and the presence of structural materials (crude fiber, ADF, NDF) comprise the basis of ration structure. There are several ways in which the struc-

tural effectiveness of the diet can be evaluated. The use of the structural effectiveness index in calculations of rations is described. The main points of discussion are 'structurally effective crude fiber' and 'structurally effective acid detergent fiber'.

## Résumé

### **Possibilités et limites de l'évaluation de l'efficacité de la structure des rations pour vaches laitières**

L'efficacité structurelle de l'alimentation est une condition importante pour les animaux ruminants et la sauvegarde de l'état de santé d'une vache à forte productivité. L'importance de cette exigence pour les ruminants est une condition préalable pour l'application des normes conseillées par les centres de recherche. La base d'une bonne rumination est l'interaction de la forme physique (taille des particules) et la présence de composants de structure (fibre brutes, ADF, NDF). Il y a plusieurs façons d'évaluer et de mesurer l'efficacité de la structure de l'alimentation. Les conditions pour inclure les valeurs de l'efficacité dans le calcul pratique des rations sont indiquées ici:

Au centre de ce rapport se trouve l'efficacité structurelle des fibres et l'efficacité structurelle de l'acide dégradant les fibres.

## Аннотация

### **Возможности и пределы оценки структурной действенности рационов для дойных коров**

Структурная действенность рациона является важной предпосылкой для соответствующего физиологии животных кормления и сохранения здоровья при высокой продуктивности. Выполнение требований к структурной действенности рациона для жвачных является условием для применения действующих нормативов по потребности в энергии и питательных веществах. Основой любой системы является взаимодействие физической формы (преимущественно, размер частиц) и наличием структурных веществ (сырая клетчатка, нейтрально- и кислотно-детергентная клетчатка/ NDR и ADF). Существуют различные возможности оценки и вычисления структурной действенности рациона. В работе описываются условия для включения показателя структурной действенности в практические расчеты рационов. Основное внимание уделено структурно-действенной сырой клетчатке и структурно-действенной кислотно-детергентной клетчатке.

**Die Strukturwirksamkeit einer Ration ergibt sich aus der Futtermittelstruktur der Einzelkomponenten entsprechend ihrem Mengenanteil in der Ration.**

**Die Futtermittelstruktur ist die Summe von Eigenschaften eines Futtermittels, die durch die physikalische Form und den Gehalt an Strukturstoffen des betreffenden Futtermittels gekennzeichnet wird (Hoffmann, 1983,1990).**

Die physikalische Form wird im allgemeinen durch die Teilchen-(Partikel)größenverteilung gemessen, während geometrische Form, Härte u.a. nur im Zusammenhang mit pelletierten Futtermitteln herangezogen werden. Die chemisch-physiologische Wirkung wird durch die Menge an Strukturstoffen ausgedrückt. Im Folgenden sind ausgewählte »strukturwirksame« Stoffe aufgeführt (Ulbrich, Hoffmann, Drochner, 2004):

- Rohfaser
- Detergentienfasern (NDF, ADF, ADL) nach van Soest (1967)
- Nicht-Stärke-Kohlenhydrate *Fructane,  $\beta$ -Glucane, Hemizellulosen, Pentosane, Zellulose*
- Lignine Phenylpropanderivate, phenolische Monomere
- Pektine
- Pflanzengummis und -schleimstoffe
- Zuckeralkohole *Sorbit, Xylit, u.a.*
- Passageproteine *Keratine, Kutin, Suberin*
- Passagefette
- HCl-unlösliche anorganische Verbindungen, u.a. Siliziumverbindungen

Die mehrfaktorielle Grundlage aus physikalisch-mechanischen und chemischen Wirkprinzipien macht es so schwierig, eine für die praktische Anwendbarkeit quantifizierbare und rechenbare Kennzahl zur Verfügung zu haben. Hier wird immer ein Kompromiss notwendig sein.

Andererseits sind Kennzahlen zur Charakterisierung der Strukturwirksamkeit unverzichtbarer Bestandteil jeder leistungsgerechten Rationsberechnung in einer modernen Milchviehhaltung und ein wichtiges Kriterium für die Tiergesundheit.

Die ganze Komplexität der Wirkung der Strukturwirksamkeit im Organismus des Wiederkäuers zeigt Abbildung 1.

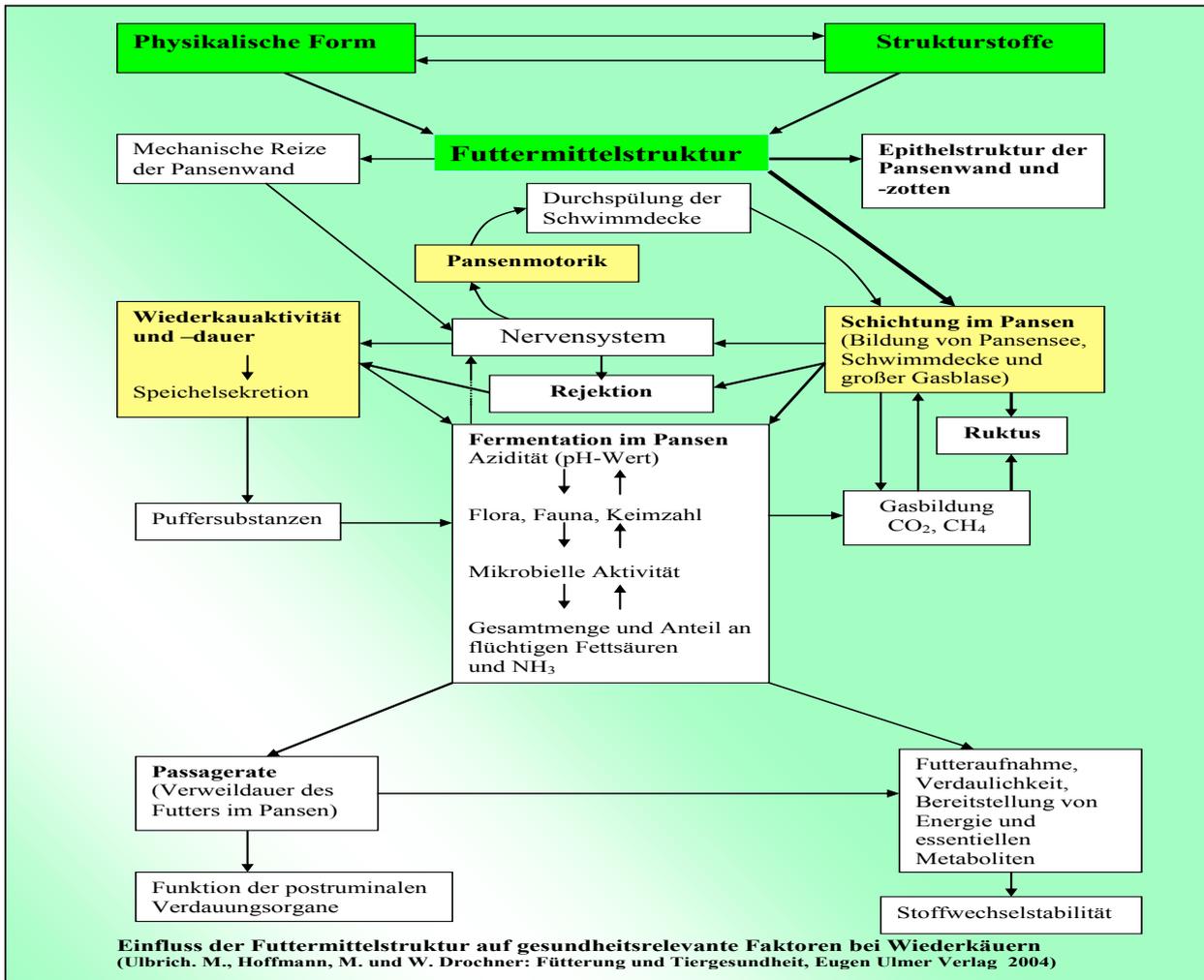


Abb. 1 Einfluss der Futtermittelstruktur auf gesundheitsrelevante Faktoren bei Wiederkäuern

Es wird deutlich, dass die landläufige Reduzierung der Folgen einer ungenügenden Strukturwirksamkeit auf einen niedrigen Fettgehalt der Milch und das Auftreten von Azidose eine viel zu enge Betrachtungsweise darstellt.

Die Wirkungen der Strukturwirksamkeit auf das Verzehr- und Wiederkauverhalten sowie auf Verdauungs- und Stoffwechselprozesse spiegeln sich in den Auswirkungen wider, die auftreten, wenn die Anforderungen nicht erfüllt werden (Tab. 1.).

Solange es die Tierernährung als Wissenschaft gibt, hat es auch Bemühungen um die Beurteilung der Strukturwirksamkeit gegeben. Wichtige ausgewählte Parameter zeigt die Tabelle 2.

Tab. 1

Auswirkungen einer ungenügenden Strukturwirksamkeit in Rationen für Milchkühe

<u>Ursachen :</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Verminderung der Wiederkauzeit und Speichelsekretion</li> <li>◦ Geringere Pansenmotorik</li> <li>◦ keine Ausbildung der Schwimmdecke</li> </ul>
<u>Folgen :</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Schlechte Durchmischung des Panseninhaltes, Verminderte Intensität der Pansenfermentation</li> </ul>
<u>Veränderung des Essigsäure : Propionsäure - Verhältnisses</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Pansenfermentationsstörungen (Azidose, Alkalose)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Immunsuppression</li> </ul>
steigende Prädisposition für Entzündungen an Klauen, Euter und Genitalorganen
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Anstieg der Zahl der somatischen Zellen in der Milch</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Senkung der Futteraufnahme um 5 - 20 %</li> <li>◦ Abnahme der Verwertung von Rohprotein u. Energie um 5 - 10 %</li> <li>◦ Abfall des Fettgehaltes in der Milch</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Zunahme an Labmagenverlagerungen und Tympanien</li> <li>◦ Nachgeburtserhaltungen, stille Brunst,</li> <li>◦ Zunahme der Bildung von Ovarialzysten</li> </ul>

Tab. 2 Ausgewählte Verfahren zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit in Rationen für Milchkühe

Ballast unverdauliche Substanz unverd. Organische Subst.	Settegast, 1860 Lehmann, 1912
Rohfasermenge /Tier u. Tag Rohfasergehalt,Rohfaseroptimum)	Kellner, 1905 Kellner 1912
Fasrigkeitszahl	Frens, 1960
Speichelsekretionsrate	Orth und Kaufmann, 1964 Kaufmann u. Orth, 1966; Rohr, 1969
pansenmotorische Rohfaser	Boldt und Zausch, 1974
strukturwirksame Rohfaser	Piatkowski et al., 1978 Hoffmann et al. 1983
Chewing Index Value	Nørgaard, 1985,
Pansenpufferkapazität	Erdmann, 1988
Neutrale Detergentienfaser (NDF) (gesamt und aus Grobfutter)	NRC, 1989; NRC, 2001
Strukturwert	van de Boever et al., 1993 de Brabander, 1999
effective (fibre) value (eNDF)	Mertens, 1992, 1997; Allen, 1997
physikalisch effective NDF (peNDF)	Mertens, 1997, 2000; NRC 2001; Kononoff, 2002 Zebeli et al., 2002

In Deutschland hat lange Zeit das »Rohfaseroptimum«, verbunden mit dem Begriff »wiederkäuergerechte Ration«, als Richtzahl gedient. Bedingt durch die Einführung der Gesamtmischung in Milchproduktionsanlagen der DDR Ende der 70er Jahre wurden hier umfangreiche experimentelle Arbeiten zu Anforderungen und Bewertung der Strukturwirksamkeit bei Wiederkäuern durchgeführt. Dazu wurde die Möglichkeit, die Partikelgrößenverteilung und die Rohfaser als Grundlage für die Ermittlung der Futtermittelstruktur von Einzelkomponenten und zur Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen genutzt und in grundlegenden Untersuchungen von Piatkowski und Mitarbeitern in Dummerstorf-Rostock, 1974 bis 1990, und von Hoffmann und Mitarbeitern in Leipzig, 1976 bis 1992, bearbeitet (eine separate Übersicht der Dissertationen und Publikationen zu diesem Forschungsprojekt liegt beim Verf. vor).

Im Ergebnis wurde die Kennzahl »strukturwirksame Rohfaser« in die Praxis eingeführt und für Rationsberechnungen und -beurteilungen verwendet (Piatkowski et al., 1978,1990, Hoffmann et al., 1983, 1990).

Die wichtigsten Messgrößen zur Ermittlung der Strukturwirksamkeit zeigt Tabelle 3.

*Tab. 3 Kennzahlen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit bei Milchkühen*

<b>Grobfutteraufnahme</b>	je Tag	10 - 14 kg TS
<b>Fressdauer</b>	je Tag	4,5 - 6,0 h
	je kg TS	25 - 40 min
	je kg Rohfaser	135 min
<b>Wiederkauen</b>	je Tag	6,5 - 8 h
	je kg TS	35 - 55 min
	je kg Rohfaser	180 min <sup>1</sup>
<b>Kauschläge</b>	gesamt	> 55 000
	dav.beim Fressen	22 000
	dav.beim Wiederkauen	max. 25 000
<b>Pansenkontraktionen</b>		16 - 24 / 10 min
<b>pH - Wert im Pansen</b>		6,3 - 6,8
<b>NH<sub>3</sub></b>		80 - 250 mg / l
<b>Gesamtsäure</b>		90 - 120 mmol / l
	Essigsäure	> 60 mol - %
	Propionsäure	< 30 mol - %
<sup>1</sup> unabhängig von der Höhe der Futteraufnahme		

Die wissenschaftlichen Ergebnisse und die langjährige Anwendung dieses Verfahrens lassen es als geboten erscheinen, die von Piatkowski (1978, 1990) zusammengefassten Grundsätze hier wiederzugeben:

- Für 1 kg strukturwirksame Rohfaser wurde unabhängig von der Futterraufnahme eine Wiederkaudauer von 3 Stunden gemessen. Um eine ausreichende Wiederkauaktivität (> 6,5 h/Tag) und eine optimale Pansenfermentation zu gewährleisten, wurden 400 g strukturwirksame Rohfaser je 100 kg Körpermasse und Tag abgeleitet.
- Nach oben ist die Aufnahme durch die maximale Wiederkaudauer von 8 h und 25 000 Wiederkaubewegungen (echte Kauschläge) je Tag mit 500 g Strukturwirksame Rohfaser je 100 kg Körpermasse begrenzt (Futterraufnahme und Verdaulichkeit werden vermindert).

Abgeleitet aus den Untersuchungen der Einzelkomponenten (in beiden Arbeitsgruppen wurden 168 Einzelfuttermittel, 250 Stroh-Konzentrat-Gemische und 146 Mischrationen geprüft) wurde der Strukturfaktor eingeführt (Hoffmann et al. 1983,1990), der als Relativzahl die Wirkung charakterisiert und durch Multiplikation mit dem analytisch bestimmten Rohfasergehalt den Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser im Futtermittel errechnen lässt. Durch die Addierbarkeit der Einzelwerte kann so der Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser, d.h. die Strukturwirksamkeit der Ration, ermittelt werden.

In der Folgezeit wurden durch die breite Anwendung dieses Verfahrens in Milchviehbetrieben praktische Aspekte ergänzt, präzisiert und die strukturwirksame Rohfaser zu einem bewährten Instrument für Rationsberechnungen und Rationsbeurteilungen gemacht (Hoffmann, 1990, 1997, 1999, 2003 a,b,c, 2005, 2008 a,b; Hoffmann und Steinhöfel 1997,1999, 2004, 2006, 2008, 2009; Ulbrich, Hoffmann, Drochner, 2004, Hoffmann und Richardt,2010). Das Verfahren »Strukturwirksame Rohfaser« liegt in geschlossener Form vor (Tab. 4-6).

*Tab. 4 Anforderungen an die Partikelgrößenverteilung in Rationen für Milchkühe*

<b>Prozent lufttrockene Substanz (Labormethode)</b>			
Siebgröße	Laktation	trockenstehende Kühe	
		bis 3. Woche a.p.	ab 3. Woche a.p.
> 19 mm	5 - 10	> 20	10 - 15
8 - 19 mm	30 - 50	< 50	< 50
1,2 - 7,9 mm	30 - 50	< 40	< 40
< 1,2 mm	< 20	< 5	< 10
Wirksame Partikelgröße : > 5 mm Schafe, Ziegen (wasserstabil) > 8 mm Rinder			
Piatkowski, B., 1978, 1990; Hoffmann, M. 1983, 1990; Heinrichs,J.& Kononoff,P., 2002			

Tab. 5 Strukturfaktor verschiedener Futtermittel

strukturwirksame Rohfaser = analytisch bestimmte Rohfaser x Strukturfaktor f			
strukturwirksame ADF = analytisch bestimmte ADFom x Strukturfaktor f			
		Rohfaser % d.T	Strukturfaktor f
Grünfutter	lang	> 26	1,00
		< 24	0,75
	gehäckselt	> 26	0,75
		< 24	0,50
Gras- und -Leguminosensilage			1,00
Maissilage			1,00
Heu			1,00
Stroh, gehäckselt			1,00
Trockengrünfutter, gehäckselt			1,00
Trockengrünfutter, verdichtet			0,50
Trockengrünfutter, gemahlen, pelletiert			0,00
Baumwollsaat(entlintert)			0,25
Sojabohnenschalen			0,25
Pressschnitzel, frisch oder siliert			0,25
Biertreber, frisch oder siliert			0,25
Lieschkolbenschrotsilage			0,25
Trockenkonzentrate			0,00

<sup>1</sup> für bestimmte Grobfuttermittelgruppen werden bei extremen Abweichungen angegebene Struktur Faktoren variiert, z.B. Langstroh f = 1,5

je 100 kg KM / Tag	mindestens > 300	optimal 400 (350 - 450)	maximal < 500
Körpermasse kg	kg je Tier und Tag		
550	1,7	2,2	2,8
600	1,8	2,4	3,0
650	2,0	2,6	3,2
700	2,1	2,8	3,5
750	2,3	3,0	3,8

mind.: nur für kurze Zeiträume möglich (z.B. 14 Tage a.p.)  
max.: Überschreiten vermindert Verdaulichkeit und Futteraufnahme

Tab. 6

Bedarf an strukturwirksamer Rohfaser in Rationen für Milchkühe

Die Rohfaser nach der Weender Analyse (Henneberg und Stohmann, 1860) ist, analytisch bedingt, ein heterogenes Gemisch aus Faserstoffen und verschiedenen Kohlenhydraten, wie Tabelle 7 zeigt.

Tab. 7

Gehalt an Kohlenhydraten in ausgewählten Futtermitteln

g / kg TS	Mais-silage	Gras-silage	Getreide	
			Korn	Stroh
<b>Gehalt an Strukturkohlenhydraten</b>				
Rohfaser	200	250	35	445
Zellulose	165	260	35	415
Hemizellulose	210	160	125	230
Lignin	20	25	8	80
NDF	405	440	180	730
ADF	195	280	55	500
ADL	28	26	10	90
<b>Gehalt an leicht hydrolysierbaren Kohlenhydraten</b>				
Stärke *	320	0	650	20
Fruktane **	0	50	0	0
Zucker ** (Mono- u-Disaccharide)	0	50	35	20
NFC (Non Fibre Carbohydrate)	435	300	670	180

\* nach VDLUFA Bd.3.7.1.3. als Saccharose berechnet  
 \*\* Zucker + Fruktane = wasserlösliche Kohlenhydrate

Es werden die Gerüstsubstanzen in unterschiedlichen Anteilen bei verschiedenen Futtermitteln in den Fraktionen Rohfaser und Stickstofffreie Extraktstoffe erfasst. Es hat deshalb nicht an Vorschlägen gefehlt, diese Nachteile der Rohfaser durch andere Bestimmungsverfahren zu vermindern und besser definierte Fraktionen zu erhalten (Abb. 2).

Abb. 2

Rohnährstofffraktionen bei der Futtermittelanalyse

Weender Analyse (Henneberg und Stohmann, 1860)	Erweiterte Weender Analyse (Nehring, 1966)	Weender Analyse und Faserfraktionierung (van Soest, 1964,1967)
Rohasche	Rohasche	Rohasche
Rohprotein	Rohprotein	Rohprotein
Rohfett	Rohfett	Rohfett
Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE)	Stärke, Fructane Mono-u.Disaccharide Organischer Rest Pektine	Nicht - Faser - Kohlenhydrate NFC
Rohfaser	Hemizellulosen Zellulose Lignin	NDF ADF ADL

NDF: Neutrale Detergenzien - Faser (neutral detergent fiber)  
 ADF: Saure Detergenzien - Faser (acid detergent fiber)  
 ADL: Saures Detergenzien - Lignin (acid detergent lignin)

Die Vorschläge von Nehring haben sich in der Routine der Futtermitteluntersuchung nicht durchgesetzt. Die Fraktionierung von van Soest ist die tragende Methode zur Faserbestimmung in den USA. In der BRD und in der DDR hat die Kennzahl »Rohfaser« sowohl in der Futtermitteluntersuchung als auch bei der energetischen Bewertung der Futtermittel lange Zeit ihre Bedeutung behalten.

Erst in letzter Zeit wurde vorgeschlagen, bei der energetischen Bewertung der Grasprodukte und der Maisprodukte (Losand et al., 2007; Hertwig et al., 2007; GfE, Proceedings, 2008) die Fraktionen der  $ADF_{om}$  und  $NDF_{om}$  nach der Methode von van Soest einzubeziehen und auf die Rohfaser zu verzichten.

Von van Soest (1964, 1967, 1976), von Mertens (2002) und von Gruber (2004, 2006, 2009) gibt es den Nachweis, dass die Gehaltswerte für Rohfaser und ADF eine enge Beziehung aufweisen. Das Verhältnis wird durch die Futtermittelart und, bei Grünfuttermitteln und daraus hergestellten Produkten, durch das Vegetationsstadium bestimmt. Diese enge Beziehung gibt es für das Verhältnis von Rohfaser zur NDF nicht.

Eine Auswertung von Untersuchungsmaterial der LKS Lichtenwalde mit verschiedenen Futtermitteln (Richardt, 2009) zeigt, dass sich im Mittel ein Faktor von Rohfaser :  $ADF_{om}$  von 1 : 1,08 ergibt (Tab. 8).

*Tab. 8 Beziehung zwischen dem Gehalt an Rohfaser und saurer Detergentienfaser in ausgewählten Futtermitteln (Richardt, 2009)*

Futtermittel	Rohfaser g / kg TS	ADFom g / kg TS	ADFom / Rohfaser
Grassilage	240	259	1,08
Maissilage	180	189	1,05
Luzernesilage	240	266	1,11
Kleegrassilage	260	283	1,09
Grünfutter(Grünland)	240	264	1,10
Heu	300	324	1,08
GPS	240	250	1,04
Stroh <sup>1)</sup>	440	497	1,13
Biertreber <sup>1)</sup>	180	225	1,25
Pressschnitzel <sup>1)</sup>	220	286	1,30
Mittelwert			1,08
<sup>1)</sup> ADF			

Die Linearität des Rohfaser- und ADF- Gehaltes und das relativ konstante Verhältnis in relevanten Futtermitteln lässt den Schluss zu, die Strukturfaktoren für die Rohfaser auch für die ADF<sub>om</sub> anzuwenden (Tab. 6).

In 73 Rationen aus 12 Beratungsbetrieben wurden beide Parameter nebeneinander berechnet und die entsprechenden Rationen in der Fütterung angewandt (Hoffmann, 2009). Durch die kontinuierliche Beratung der Betriebe konnten über lange Zeiträume die Milchviehherden in Leistung und Gesundheit bewertet werden. Der hohe Stand der kontrollierten Futterverabreichung in diesen Betrieben ermöglichte Einschätzungen der verabreichten Futtermengen und den Vergleich mit den berechneten Rationen.

Das Verhältnis von Rohfaser : ADF<sub>om</sub> in den Mischrationen ergab im Mittel (gewogenes Mittel) einen Faktor von 1 : 1,084 (Tab. 9).

*Tab. 9 Zusammenhang zwischen strukturwirksamer Rohfaser und strukturwirksamer ADF<sub>om</sub> in Mischrationen für Milchkühe (Hoffmann, 2009)*

Tiergruppe <sup>1)</sup>	Anzahl Rationen	TS-Aufnahme		ber. NEL Milch kg / Tag	je Tier und Tag		ADF <sub>org</sub> : Rohfaser
		gesamt kg / Tag	Grobfutter kg / Tag		Rohfaser g	ADF <sub>org</sub> g	
FM	14	19,2	11,8	33	2 219	2 374	1,07
HL	22	23,2	12,4	39	2 668	2 881	1,08
ML	9	18,3	11,7	25	2 931	3 194	1,09
NL	4	16,1	12,5	18,5	3 024	3 326	1,10
TS 1	12	12,1	11,90	0	2 087	3 187	1,07
TS 2	12	10,2	8,2	0	2 109	2 333	1,11
	73 <sup>2)</sup>						<b>1,084</b>

<sup>1)</sup> FM: frischmelkende Kühe HL: Hochleistungsgruppe ML: mittlere Leistung NL: niedere Leistung + fette Kühe  
TS 1: trockenstehende Kühe bis ca. 3. Woche a.p. TS 2: trockenstehende Kühe ab ca. 3. Woche a.p.  
<sup>2)</sup> 12 Beratungsbetriebe

Daraus wird die Empfehlung abgeleitet, die Bedarfswerte für ADF<sub>om</sub> gegenüber der strukturwirksamen Rohfaser um 8 % zu erhöhen. Die entsprechenden Bedarfswerte zeigt die Tabelle 10.

Tab. 10 Anforderungen an die Strukturwirksamkeit in Rationen für Milchkühe

		strukturwirksame Rohfaser g	saure Detergentienfaser (ADFom) g
je 100 kg KM / Tag	min.	> 300	> 320
	max.	< 500	< 540
		<b>400</b>	<b>430</b>
je Tier / Tag (650 kg KM)	min.	> 2 000	> 2 100
	max.	< 3 200	< 3 500
		<b>2 600</b>	<b>2 800</b>
KM: Körpermasse min.: nur für kurze Zeiträume (z.B. 14 Tage a.p.), wenn Anforderungen in anderen Abschnitten erfüllt werden max.: bei Überschreiten Rückgang der Futteraufnahme und der Verdaulichkeit			

In der Tabelle 11 sind die Konzentrationswerte für die strukturwirksame Rohfaser und ADF angegeben. Es muss noch einmal bemerkt werden, dass die Einbeziehung in die Rationsberechnung auf der Grundlage der Menge je Tier und Tag vorgenommen werden muss und dass die prozentuale Angabe an eine bestimmte Futteraufnahme gebunden ist.

Tab. 11 Notwendiger Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser bzw. saurer Detergentienfaser in Abhängigkeit von der Futteraufnahme bei Milchkühen

TS- Aufnahme kg je Tier und Tag	strukturwirks.Rohfaser <sup>1)</sup> % in der TS der Ration		ADFom <sup>2)</sup> % in der TS der Ration	
	650 kg KM	750 kg KM	650 kg KM	750 kg KM
	10	26	30	28
12	22	25	23	27
14	19	21	20	23
16	16	19	18	20
18	14	17	16	18
20	13	15	14	16
22	12	14	13	15
24	11	13	12	13
26	10	12	11	12

<sup>1)</sup> 400 g strukturwirksame Rohfaser je 100 kg Körpermasse (nicht verwechseln mit Gesamtrohfaser)  
<sup>2)</sup> 430 g strukturwirksame saure Detergentienfaser je 100 kg Körpermasse

Der Praxis stehen somit zwei gleichberechtigte Möglichkeiten zur Berechnung der Strukturwirksamkeit in Rationen für Milchkühe zur Verfügung: Es geht sowohl mit der **struktur-**

**wirksamen Rohfaser** als auch mit der **strukturwirksamen aschefreien** sauren Detergentienfaser.

Ein weiteres einfach anzuwendendes Verfahren ist die effektive NDF (eNDF), der Effective Fibre Value (Mertens, 1992, 1997; Allen, 1997; NRC, 2001). Es beinhaltet die NDF aus Grobfutter (»forage«, NRC, 2001).

Kriterien für die Ableitung der Anforderungen sind die Kauaktivität und der Fettgehalt der Milch. Für eine Holstein Friesian-Kuh mit 650 kg Lebendmasse gelten die in der Tabelle 12 angegebenen Werte.

*Tab. 12 Richtwerte für die Menge an eNDF in Rationen für Milchkühe*

	max. NDF je Tier u. Tag	effektive NDF	
		je Tier u. Tag	% der NDF
Trockenstehende Kühe	7,2	5,8	80
Laktierende Kühe	6,5	5,8	90

Ein weiteres System zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Wiederkäuerrationen ist die »Physikalisch effektive NDF« (Mertens, 1997; NRC, 2001; Zebeli u.a., 2008). Das System ist auf das Kriterium »Azidose« ausgerichtet, d.h. auf den pH-Wert im Pansen. Es beruht auf der Beurteilung des pH-Wertes im Tagesverlauf und stellt mathematische Zusammenhänge zwischen dem pH-Wert im Pansen und dem NDF-Gehalt dar.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist die direkte Einbeziehung der Partikelgröße mit besonderer Betonung auch der kleinen Partikelanteile.

Die Bearbeiter im Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim betonen, dass alle Berechnungen und Schlussfolgerungen noch am Anfang stehen (DLG-Arbeitskreis, 2011). Das Prinzip des Verfahrens kann durch die in Tabelle 12 dargestellten Zusammenhänge charakterisiert werden.

Der notwendige Gehalt wird in Abhängigkeit von der Futteraufnahme (kg TS / Tier und Tag), dem Gehalt an abbaubarer Stärke (in % der TS) und für den anzustrebenden pH-Wert im Pansen angegeben (Tab. 13).

Tab. 13 Physikalisch effektive NDF (peNDF)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterium: Tages-pH-Wert im Pansen</li> <li>• Definierte Siebanalyse &gt; 19 mm / 8 - 19 mm / 1,18 - 8 mm * NDF</li> <li>• Einbeziehung der abbaubaren Stärke</li> </ul>	
Bedarf: peNDF <sub>&gt;1,8 mm</sub> ( % i. TS)	vereinfacht
6,05 + (0,044 peNDF > 1,18 mm) - (0,006 peNDF > 1,18 mm <sup>2</sup> ) - 0,017 abbaubare Stärke - 0,016 TS - Aufnahme	22,7 * min pH-Wert (6,15 - 6,27) + 0,386 * abbaubare Stärke (% in TS) + 0,364 * TS-Aufnahme (kg) - 124,3

In Anwendung ist ferner der Strukturwert (van de Boever et al., 1993; de Brabander, 1999). In Versuchen mit Milchkühen wurden die Senkung des Milchfettgehaltes, die produzierte Milchmenge und die eintretende Futterverweigerung sowie die Fress- und Wiederkaudauer als Kriterien ausgewertet. Die Strukturwerte für Silagen werden im Wesentlichen aus dem Rohfasergehalt, die für Konzentrate aus dem Rohfaser-, Zucker- und Stärkegehalt, einschließlich der Stärkebeständigkeit unter Berücksichtigung verschiedener Fütterungsbedingungen, abgeleitet (Tab.14).

Tab. 14 Notwendige Gehalte an peNDF > 1,18 mm in Abhängigkeit von der TM-Aufnahme und dem Gehalt an ruminal abbaubarer Stärke der Ration (gekürzt nach Priesmann und Koch, 2010)

	abbaubare Stärke (%i.TM)	TM - Aufnahme (kg)				
		18	20	22	24	26
für pH ≥ 6,27	10	28,5	29,2	29,9	30,7	31,4
	14	30,0	30,8	31,5	32,2	32,9
	18	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5
	22	33,1	33,8	34,6	35,3	36,0
für pH ≥ 6,15	10	25,8	26,5	27,2	27,9	28,7
	14	27,3	28,0	28,8	29,5	30,2
	18	28,8	29,6	30,3	31,0	31,8
	22	30,4	31,1	31,8	32,6	33,3

Der Strukturwert hat eine begrenzte regionale Anwendung gefunden. Es wurden die Strukturwerte der Futtermittel in der 10. Auflage »Kleiner Helfer für die Berechnung von Futterrationen«, DLG, 2005, tabelliert (Tab. 15).

Tab. 15 Strukturwert (Brabander u.a., 1999)

Grassilage, Luzernesilage, Heu (*1,06) (0,0125 * Rohfaser) minus 0,2
Maissilage, Getreide-GPS: (0,0090 * Rohfaser) minus 0,1
Konzentrate: berücksichtigt Rohfaser, Stärke, beständige Stärke und Zucker (Formel siehe DLG - Information 2 / 2001)
Ziel: SW = 1,00 je kg Trockensubstanz der Ration (0,94 - 1,18; abhängig von Fettgehalt der Milch und Milchmenge)

Die Problematik »Strukturwirksamkeit« ist erstmalig 2001 in die »Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie unter der etwas verwirrenden Überschrift »Versorgung mit »strukturiertem« Grundfutter« aufgenommen worden. Es werden die beiden Systeme »Strukturwert« und »Strukturwirksame Rohfaser« einer vergleichenden Betrachtung unterzogen, ohne verbindliche Empfehlungen abzuleiten.

**Aus der praktischen Erfahrung bei der Anwendung lassen sich folgende allgemeine Anforderungen an Kennzahlen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit ableiten:**

- Das Bewertungssystem muss die Komplexität des Einflusses der Strukturwirksamkeit auf die Stoffwechselprozesse berücksichtigen.
- Die zweifaktorielle Wirkung durch die physikalische Form und den Strukturstoff muss im System berücksichtigt sein.
- Als Kennzahl zur Charakterisierung der physikalischen Form wird allgemein die Partikelgrößenverteilung (Teilchengröße) gewählt. Die Bestimmung muss mit einer standardisierten Methode (Labormethode) erfolgen.
- Verwendete Strukturstoffe müssen analytisch bestimmbar sein.
- Die Kennzahl der Futtermittelstruktur der Einzelkomponenten muss addierbar sein.

- Die Kennzahl zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit der Ration muss als Gewichtseinheit (g, kg) je Tier und Tag ausweisbar sein, um sie in die routinemäßige Rationsberechnung integrieren zu können.

Eine Kennzahl der Strukturwirksamkeit gehört zu jeder Rationsberechnung. Es ergeben sich in der Praxis Situationen, in denen es schwierig ist, die Anforderungen zu erfüllen. Das stellt ein potentiell Gesundheitsrisiko dar. Solche Schwerpunkte sind:

- **Maissilagebetonte Rationen**

Hier bestimmt die Strukturwirksamkeit in Abhängigkeit vom Reifegrad des Silomais den möglichen Anteil Maissilage in der Ration, das Verhältnis zu einer weiten Grobfutterkomponente (z.B. Grassilage), den Einsatz von Stroh und die mögliche Höchstmenge an Konzentraten (Tab.16).

*Tab.16 Rationsgestaltung bei unterschiedlichem Reifegrad von Silomais*

Maissilage	Trockensubstanz	%	< 28	32	36	40
	g Rohfaser/kg TS	je kg	240	200	180	160
	g Stärke	je kg	240	300	350	420
Ration <sup>1)</sup>	Maissilage	kg	30,0	25,0	18,0	10,0
	Grassilage	kg	8,0	12,0	18,0	24,0
	Getreide	kg	4,0	4,0	4,0	4,0
	Trockenschnitzel	kg	2,0	1,5	1,5	2,0
	Rapsextraktionsschrot	kg	3,5	3,0	3,0	2,5
	vitaminiertes Mineralf.	g	240	220	200	180
	Viehsalz (NaCl)	g	25	25	25	0
g stw.Rohfaser / Tier und Tag			2716	2650	2741	2740
g stw. Rohfaser / 100 kg KM (> 400 g))			418	408	422	422
g Stärke+Zucker / kg TS			256	264	264	268
Rationskosten € / Tier und Tag			3,46	3,25	3,26	3,29
<sup>1)</sup> 650 kg KM, 20 kg TS, dav. 12 kg Grobfutter; 30 kg Milch 4,1 % Fett, 3,4 % Eiweiß Grassilage: 350 g TS; 6,0 MJ NEL 50 g Zucker; 250 g Rohfaser; Maissilage: 6,2 / 6,4 / 6,6 / 6,8 MJ NEL						

- **Rationen mit überhöhten Konzentratmengen**
- **Rationen im geburtsnahen Zeitraum**  
Durch die niedrige Futteraufnahme und teilweise überhöhten Einsatz von Konzentraten in der Vorbereitungsfütterung oder bei den frisch abgekalbten Kühen gerät die Grobfut-  
teraufnahme ins Minimum und es reicht die Strukturwirksamkeit nicht aus. Aus Gründen  
der Tiergesundheit steht hier die optimale Pansenfermentation im Vordergrund, die wie-  
derum eine ausreichende Strukturwirksamkeit voraussetzt.
- **Bei der Anwendung des Systems »Teilmischration + Automatenfütterung«**  
Hier wird häufig der Verdrängungswert unterschätzt, der bei steigenden Konzentratga-  
ben die Aufnahme der Teilmischration einschränkt und somit auch die Zufuhr struktur-  
wirksamer Komponenten verringert.
- **Bei Einsatz von technisch nicht den Anforderungen entsprechenden Fräsen  
und Mischwagen**  
Dabei kann es bei der Entnahme bzw. beim Mischen zu Nachzerkleinerungen kommen,  
die nicht mehr eine ausreichend physikalisch-mechanische Wirkung der Strukturkompo-  
nenten gewährleisten. Wichtige Hinweise zur Eignung der verschiedenen Maschinen-  
typen im Hinblick auf die Strukturwirksamkeit liegen von Steinhöfel und Pahlke, u.a.,  
2005, 2009, vor.

## Fazit

Zu den wichtigen Eigenschaften der Futtermittel für Wiederkäuer gehört ihre Futtermittel-  
struktur. Sie wird gekennzeichnet durch die physikalische Form und den Gehalt an Struktur-  
stoffen. Entsprechend ihrem Anteil in der Ration ergibt sich additiv die Strukturwirksamkeit  
der Ration. Mit der Berechnung der Strukturwirksamkeit beginnt jede Rationsberechnung,  
da ihre Gewährleistung die Voraussetzung für die Gültigkeit der Energie- und Nährstoffbe-  
darfszahlen ist und durch die komplexe Wirkung im Verdauungssystem und im intermediä-  
ren Stoffwechsel maßgeblich die Tiergesundheit beeinflusst.

*Das Literaturverzeichnis zum Text und das separate Verzeichnis der Literatur zur Ent-  
wicklung der »strukturwirksamen Rohfaser« kann beim Autor angefordert werden  
(mhoffnaunhof@t-online.de).*

## Fragen an Prof. Hoffmann

### Frage von Bernhard Reiss, Hessen

Ich habe eine Frage zur strukturwirksamen Bewertung bei den Grundfuttermitteln, bei Gras und Mais. Sie haben den Faktor 1,0 bei Gras- und bei Maissilagen genannt. Was mir in diesem Zusammenhang fehlt, ist die Trockenmasse dieser Silagen. Wenn ich eine 25%ige Grassilage zugrunde lege, stellt sich die Frage, ob diese Silage bei gleicher Rohfaser eine unterschiedliche Strukturwirksamkeit hat. Wir haben bei uns in Hessen noch eine Abhängigkeit von der Trockenmasse. Ich hätte dazu gern eine Anmerkung ihrerseits zu den Pansenfermentationsstörungen, ob wir die Trockenmasse der Gesamtration bzw. der eingesetzten Futtermittel berücksichtigen müssten.

### Prof. Hoffmann

Auch wir stehen immer wieder vor der Frage, ob wir bei Grassilagen eine weitere Differenzierung vornehmen müssten. Bei der Maissilage wird auch über den Faktor 1 diskutiert, aber das ist eine andere Frage. Über den unterschiedlichen Rohfasergehalt der Maissilagen ist die Differenzierung ausreichend. Bei der Grassilage haben wir viel probiert, und wie bei Grünfütter differenziert. Wenn ich aber viele Rationen mit verschiedenen Varianten bei der Grassilage durchrechne, sind wir nur zu geringen Unterschieden in der Rationszusammensetzung gekommen. Wir werden weiter Erfahrungen sammeln, ziehen aber eine Differenzierung nach der Rohfaser der nach dem TS-Gehalt vor, weil letzten Endes immer die Menge an Rohfaser je Tier und Tag das wichtigste Kriterium ist.

In diesem System der Strukturwirksamkeit existiert das Problem, dass die Passagegeschwindigkeit nicht berücksichtigt wird. Hierzu wären Grundlagenuntersuchungen notwendig. Wir müssen uns darüber im klaren sein, dass wir die Strukturwirksamkeit des einzelnen Futtermittels mit einer Kennzahl benötigen, die addierbar ist und in eine Rationsberechnung Eingang findet, die handhabbar und überschaubar ist und die ich dann entsprechend der Anforderung und der Veränderung der Ration her kombinieren und flexibel gestalten kann.

### Frage von Prof. Piatkowski

Warum muss die Strukturwirksamkeit überhaupt da sein? Wir haben das Ende der 70iger Jahre auf Grund der Situation in den Großanlagen bereits gemessen. Wir hatten Anlagen, um die Anzahl der Kaubewegung zu messen, aber auch der Wiederkaubissen. Da ist es ebenso, dass eine Milchkuh, die am Tag etwa 25 l Milch gibt, 450 Wiederkaubissen zurück bringt und dabei jeweils 50 Kauschläge macht. Das sind mindestens 22.500 Kauschläge für die sie mindestens 6,5 Stunden benötigt. Das verrückte dabei ist ja: während dieser kurzen Wieder-

kauzeit gibt sie die Hälfte des Speichels ab. Wir haben gemessen, dass eine Milchkuh, die 25 bis 30 l Milch produziert, am Tag 200 l Speichel abgibt. Wenn sie dann nicht genügend Speichel hat, kommt es zu diesen Problemen, über die wir heute gesprochen haben. Dass Sie noch mal betont haben, die Strukturwirksamkeit auf die Lebendmasse zu beziehen, ist ein ganz wichtiger Gesichtspunkt. Das ist so wie der Grundstock im Haus, der gelegt werden muss. Unter der Annahme, dass 18% wiederkäuergerecht sind, ergibt die prozentuale Berechnung, dass, wenn die Kühe 20 kg fressen, es so viel Rohfaser ist, dass sie diese Menge gar nicht schaffen können. Wir haben damals diese Messungen an Kühen durchgeführt, die etwa 500 bis 550 kg gewogen haben. Ich würde mich dafür interessieren, wie das eigentlich bei den jetzigen Kühen aussieht, die 700 kg wiegen. Denn so viel müssen sie ja wiegen, wenn sie 10.000 l Milch geben, da die Verdauungsorgane größer sind und auch der Schlund und die ganze Reizwirkung. Das ist eine Frage, die ich noch offen sehe und zu überprüfen ist. Dazu wollte ich gern deine Meinung hören.

### **Prof. Hoffmann**

Wir haben natürlich keine Untersuchungen mehr durchgeführt. Aber wir haben uns sehr intensiv insbesondere zusammen mit einer Besamungsstation in Bayern mit dem Fleckvieh befasst. Und wenn ich dort die 400 g Rohfaser aus dem Grobfutter auf die 100 kg beziehe und die Fleckviehkühe 750 kg wiegen, kann ich mit diesen Kennzahlen rechnen. Die langjährige Praxisanwendung hat das bestätigt. Da habe ich dann eben 3000 g Rohfaser als Mindestanforderung. Wir haben keine Veranlassung gehabt, dort andere Grundsätze anzuwenden. In Hunderten Betrieben mit kleinen und auch sehr großen Beständen ist das System über viele Jahre angewandt worden und es konnten optimale Leistungen mit guter Gesundheit verbunden werden. So ist ja die Anpassung dieses Systems an die Praxis in den letzten 20 Jahren erfolgt. Ich bin der Meinung, es ist etwas Bleibendes mit diesen Grundsätzen und Zahlen. Alle diese Dinge, auch die Grenzwerte und die Feinheiten, die dieses System mit sich bringt, setzen am Ende immer voraus, und das ist im Augenblick einer der größten Schwerpunkte, den wir in den praktischen Betrieben haben, dass ich für die unterschiedlich gefütterte Gruppe auch möglichst täglich weiß, wie groß die Futterraufnahme ist. Das ist die Voraussetzung. Hier haben wir noch ein großes Feld. Ich kann eine Ration ausrechnen und kann sagen, die hochtragende Kuh frisst irgendwie 12 bis 14 kg Trockensubstanz. Dann habe ich alle Probleme mit der Rohfaser gelöst. Wenn sie aber in Wirklichkeit nur 9 kg frisst, habe ich schon das Problem, die 2,5 kg strukturwirksame Rohfaser in diese Ration reinzukriegen. Das ist die hohe Schule der Fütterung.

### **Frage von Günther Meyer, Sachsen**

Sie sprachen über physikalische und chemische Wirkung der Rohfaser. In dem Zusammen-

hang habe ich einen Philosophiestreit im Betrieb über kurz gehäckseltes und gemahlenes Stroh. Meine Meinung ist, dass kurz häckseln besser ist, weil es doch eine Preisfrage ist. Dr. Bernd Pieper hat mir das auch bestätigt. Aber insbesondere Herr Dr. Richardt befürwortet das Strohmehl. Was ist von ihrer Seite aus besser?

### **Prof. Hoffmann**

Für die Charakterisierung der physikalischen Form benutzen wir die Teilchengröße. Die Anforderungen an die Teilchengröße haben eine Voraussetzungsfunktion. Ich gehe davon aus, dass die Anforderung an die Teilchengrößenverteilung in den entsprechenden Grenzen realisiert wird. Die Bestimmung der entsprechenden Siebfraktionen der lufttrockenen Substanz gibt darüber Auskunft. Unter diesem Aspekt liegt der richtige Zerkleinerungsgrad bei Stroh zwischen 2,5 und 3,5 (max. 4 cm) theoretische Häcksellänge. Wenn ich Strohmehl zu Grunde lege (nahezu 100 % < 1,2 mm) haben wir den interessanten Effekt, dass bei einem Rohfasergehalt von 42 % die Strukturwirksamkeit praktisch 0 ist.

### **Ergänzung von Prof. Piatkowski**

Als die Hochsaison des Strohpelletierens in der DDR einsetzte, haben wir auch das Strohmehl vergleichend geprüft. Wir mussten feststellen, dass bei pelletiertem Futter die Wiederkauaktivität etwa um 40 bis 50 % sank, während die Aktivität beim Strohmehl nur minimal reduziert war. Also die Strukturwirksamkeit bei einem grob gemahlenen Strohmehl. Man muss dabei auch die Härte der Partikel berücksichtigen und den Ligningehalt. Das ist etwas anderes als beim Gras oder bei jungem Futter. Die ist höher als wir angenommen haben. Deshalb bildet Stroh ein bisschen die Ausnahme. Wenn der Energieaufwand vertretbar ist, halte ich das für keine schlechte Lösung. Von der Wiederkauaktivität her hätte ich weniger Bedenken. Das Strohmehl ist nicht vergleichbar mit pelletiertem Futter, weil der Druck beim Pelletieren so groß ist, dass die Strukturwirksamkeit zerstört wird. Wir haben aber immer gesagt, die Strukturwirksamkeit ist dann gegeben beim Stroh, wenn es kurz gehäckselst ist, aber nicht pelletiert und möglichst auch nicht gemahlen ist.

### **Herr Dr. Steinhöfel**

Sie sehen, es ist ein mächtiges Loch entstanden nach Beendigung der Karriere der beiden Herren. D. h. es haben keine weiteren Untersuchungen in Deutschland stattgefunden, die sich diesem Problem angenommen haben. Wir sind ihnen sehr dankbar, dass sie mit diesem Engagement dieses Problem vorgetragen haben. Das bereichert die ganze Diskussion um die Strukturwirksamkeit zusätzlich.

**Prof. Hoffmann**

Ich möchte hier aber hervorheben, dass in Hohenheim interessante Versuche zur physikalisch effektiven NDF durchgeführt wurden. Hier wird die Wirkung der Teilchengröße gemessen, am Pansen-pH-Wert, ist also auf die Verhinderung der Azidose ausgerichtet. Das ist z. Zt. die einzige Stelle in Deutschland, an der noch Grundlagenuntersuchungen zur Strukturwirksamkeit durchgeführt werden.

# Bei uns dreht sich alles um Ihre Kühe

## Innovative Zuchtverfahren



RBB-Genomics

## Erfolgreiches Zuchtprogramm



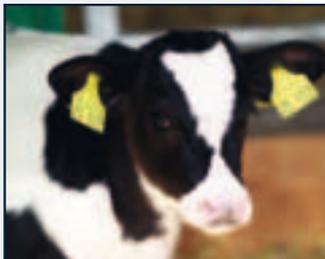
sicher geprüfte Vererber

## Persönlicher Service



von A wie Anpaarungsberatung  
über B wie Besamung  
bis Z wie zufriedene Kunden

## Fruchtbarkeitservice



Beratung vor Ort durch unser  
Profiteam

## Professionelle Rindervermarktung



Erfahrung, Schlagkraft, Logistik

## Agrarprodukte



alles rund ums Rind,  
Lieferung frei Hof



**RBB Rinderproduktion Berlin-Brandenburg GmbH**

Lehliner Straße 9, 14550 Groß Kreutz (Havel), Telefon: +49 (0)33207 533-0, Telefax: +49 (0)33207 533-199, E-Mail: [info@rinderzucht-bb.de](mailto:info@rinderzucht-bb.de), Internet: [www.rinderzucht-bb.de](http://www.rinderzucht-bb.de)

## Zusammenhang zwischen dem Zuchtwert für Milchleistung und der Tiergesundheit in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb.



### Dr. Laura Pieper

Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel

Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin

### Zusammenfassung

Hohe Milchleistung wird häufig mit einer hohen Krankheitsinzidenz in Verbindung gebracht. Die Zucht auf hohe Leistung wird dabei besonders kritisch betrachtet. Durch die geringe Erbllichkeit der meisten Krankheiten ist mangelhaftem Management und unangepasster Fütterung allerdings ein höherer Stellenwert beizumessen.

Die ökologische Bewirtschaftung bedingt mitunter Beschränkungen hinsichtlich des Managements, der Fütterung und des Medikamenteneinsatzes. Die Einschränkungen der Rationsgestaltung erschweren die bedarfsdeckende Fütterung, was eine Rolle bei der Entstehung von Erkrankungen spielen könnte. Die Vorschriften des nordamerikanischen Ökoprogramms National Organic Program (NOP) zeichnen sich besonders durch den vollständigen Verzicht des Antibiotikaeinsatzes aus. Die Krankheitsbehandlung ist damit so sehr eingeschränkt, dass eine Verzerrung der Beziehung zwischen Tiergesundheit und Milchleistungsveranlagung durch selektiven Medikamenteneinsatz unwahrscheinlich scheint. Diese besonders strenge Variante der ökologischen Milchviehhaltung bietet geeignete Voraussetzungen für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Zucht auf hohe Milchleistung und physiologischer Anpassungsfähigkeit in metabolisch anspruchsvollen Situationen.

Das Ziel der Untersuchung war die Darstellung des Einflusses des genetischen Milchleistungspotentials auf die Tiergesundheit und klinische Laborparameter am Modell einer ökologisch wirtschaftenden Milchviehherde.

Es wurden von Oktober 2007 bis Oktober 2008 in einem ökologischen Betrieb (gemäß EU-Bio-, Biopark- und NOP-Normen) bei Kühen im peripartalen Zeitraum wöchentlich Stoffwechseluntersuchungen und Rückenfettdickenmessungen durchgeführt und Milchleis-

tungs-, Fruchtbarkeits-, Krankheits- und Fütterungsdaten erhoben. Die untersuchten Kühe wurden anhand ihrer aktuellen Relativzuchtwerte in Tiere mit hohen, mittleren und niedrigen Zuchtwerten eingeteilt und die bestimmten Parameter zwischen den Gruppen verglichen.

Tiere mit hohen Relativzuchtwerten Milch (RZM) zeigen eine um durchschnittlich 1962 kg höhere 305d-Leistung als Tiere mit niedrigen Zuchtwerten. Gleichzeitig verzögert sich bei diesen Tieren die Konzeption allerdings ohne eine Erhöhung des Besamungsaufwandes. Ein negativer Effekt eines hohen Zuchtwertes auf die Gesundheit oder die Anpassungsfähigkeit des Stoffwechsels war jedoch nicht festzustellen.

In einer ökologisch geführten Herde konnte demonstriert werden, dass unter guten Managementbedingungen Hinweise auf eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit bei Tieren mit hohem genetischen Milchleistungspotential nicht bestehen. Tiere mit hohen Zuchtwerten zeigen im Vergleich zu solchen mit niedrigen Zuchtwerten eine beachtlich höhere Milchleistung bei gleichzeitiger Verschiebung des Konzeptionszeitpunktes, ohne dass dies eine Verschlechterung der Fruchtbarkeitsleistung darstellt. Demnach ist ein hohes genetisches Milchleistungspotential nicht zwangsläufig mit einer verminderten Gesundheit verbunden.

## Summary

### **Association between breeding value and animal health and clinical laboratory parameters in an organic dairy operation**

Rising milk yield is considered to be one of the main causes for increasing health problems in dairy cows. Breeding for high yield is especially subject to criticism. However, the low heritability of most diseases make management and feeding more important.

Organic farming regulations considerably limit several management aspects such as the acceptable ratio of concentrates in the feeding ration, as well as allowable feedstuffs and medications. These restrictions limit feeding according to dairy cow requirements and may increase the risk for disease development. The regulations of the National Organic Program (NOP) in North America are mainly characterised by the total ban of antibiotics. Therefore, medical therapy of diseased cows is very restricted and a biased association between animal health and breeding for milk yield due to selective treatment of high yielding cows seems unlikely. These rigorous, organic farming practices provide an adequate framework for studying the relationship between metabolic adaptation processes and genetic potential for milk yield in physiologically challenging situations.

The aim of this study was to investigate the association between genetic potential for milk yield and health and clinical laboratory parameters in an organic dairy herd.

Between October 2007 and October 2008 blood and urine samples were collected and

backfat thickness was measured weekly from periparturient cows from an organically managed dairy herd (EU Directive, Biopark, NOP), and information regarding milk yield, reproduction, diseases and feeding was recorded. The animals were divided in groups of cows with low, medium and high relative breeding values and the measured parameters were compared between those groups.

Cows with high relative breeding value milk (RZM) produced on average about 1962 kg more milk over 305 days than cows with a low genetic merit. Coincidentally, the conception was delayed in those animals whereas the number of inseminations did not change. However, there was no negative effect of a high genetic merit on health or adaptability of metabolism.

It was demonstrated that under adequate conditions in an organic herd there is no indication for an elevated susceptibility for diseases or instability of metabolism in cows with a high genetic merit for milk yield. Cows with a high genetic potential for milk yield showed a considerable increase in milk yield. Coincidentally, the time to conception was delayed but without impaired overall reproductive performance. A high potential for milk yield is not inevitably associated with a high susceptibility for diseases.

## Résumé

### **Relation entre l'index du lait de la génétique et la santé animale dans une exploitation laitière biologique.**

Une production de lait croissante est très souvent jugée responsable d'une dégradation de la santé des vaches. Tout particulièrement est critiqué l'élevage à potentiel laitier très élevé. L'héritabilité de nombreuses maladies est cependant faible. Un dysfonctionnement dans le troupeau est assez souvent le résultat d'une alimentation mal équilibrée et d'un management qui n'est pas à la hauteur de la génétique des animaux.

La production biologique exige entre autre des restrictions vis à vis du management, de la proportion d'aliments concentrés dans la ration, des aliments utilisés et des produits pharmaceutiques. Les dispositions du programme Bio, Nord Américain, National Organic Program (NOP) sont particulièrement caractérisées par l'abandon complet de l'utilisation des antibiotiques. Une ration équilibrée pour les vaches à haute production de lait n'est pas évidente, et peut ainsi jouer un rôle dans la naissance de maladies pathogènes.

Le but était d'étudier l'influence du potentiel génétique laitier sur la santé des animaux et les paramètres cliniques dans les modèles de gestion de troupeaux laitiers Biologiques.

Sur une ferme biologique avec un cahier de charge de Bio-EU, Biopark et des normes NOP, une étude hebdomadaire été mise en place d'octobre 2007 à octobre 2008. Des analyses du liquide du rumen et des mesures de l'épaisseur du gras dorsal, comme des analyses de

performances laitières, de fécondité, de maladies pathogènes et d'alimentation ont été effectués. Les animaux examinés ont été regroupés en fonction de leurs valeurs génétiques, vaches à haut, moyen et faible potentiel. Les paramètres enregistrés ont ensuite été comparés entre les groupes de niveaux.

Le lot des hautes productrices de lait montre déjà au niveau du troupeau une moyenne laitière supérieure de près de 1962 kg à celles des animaux avec des valeurs génétiques faibles. Par ailleurs, ces animaux ont un intervalle vêlage-IA féconde prolongée sans pour autant accroître le nombre d'inséminations. Une haute production laitière est associée à une diminution de l'épaisseur du gras dorsal, lors de presque toutes les périodes de prélèvements. Aucun effet négatif n'est cependant notable sur la santé des animaux ou sur le métabolisme.

Il n'a été trouvé dans un troupeau en production biologique, dans des conditions de bon management, aucune preuve d'une susceptible augmentation de maladies ou d'instabilité du métabolisme chez les vaches à haute production laitière.

Les animaux avec un index génétique élevé pour la production de lait montrent, par rapport à ceux ayant des index faibles, un rendement en lait économiquement plus élevé. Parallèlement se décalent le point de conception, sans que cela conduise à une dégradation des performances de reproduction. Un haut potentiel génétique pour la production laitière n'est pas nécessairement associé à une susceptibilité accrue aux maladies.

## Аннотация

**Взаимосвязь между показателем племенной ценности по молочной продуктивности и здоровьем животных в экологическом молочном хозяйстве.**

Зачастую повышающуюся молочную продуктивность считают причиной возрастающих проблем со здоровьем животных. Особенно критично оценивается племенное разведение с целью высокой продуктивности. Однако, наследуемость многих заболеваний невысока, существенно более заметную роль в возникновении проблем играют ошибки в менеджменте и несбалансированное кормление.

Экологическое хозяйствование обуславливает определенные ограничения в области менеджмента, доли концентрированных кормов в рационе, используемых кормовых средств и применения медикаментов. Предписания национальной эко-программы США (National Organic Program / NOP) особенно отличаются полным исключением использования антибиотиков. Ограничения по составу рациона усложняют организацию кормления в соответствии с продуктивностью животных, что, возможно, является одним из факторов возникновения заболеваний.

Целью было исследовать влияние генетического потенциала молочной продуктивности

на здоровье животных и клинические лабораторные параметры на основе модели дойного стада в экологическом хозяйстве.

Для этого в период с октября 2007 по октябрь 2008 года в хозяйстве, работающем по нормативам EU-Bio, Biopark, NOP у коров в перипартальном периоде еженедельно проводились анализы обмена веществ и замеры толщины хребтового сала. Дополнительно регистрировались показатели молочной продуктивности, плодовитости, заболеваемости и кормления. Обследуемые коровы по показателям их племенной ценности были поделены на коров с высокой, средней и низкой ценностью. Собранные данные затем сравнивались между группами племенной ценности.

Животные с высоким относительным показателем племенной ценности по молочной продуктивности (RZM) уже на уровне стада показывают в среднем на 1962 кг более высокую продуктивность, чем животные с низким показателем RZM. Одновременно у этих животных удлиняется сервис-период без повышения затрат на осеменение. Высокий относительный показатель общей племенной ценности (RZG) практически во все моменты исследований связан с меньшей толщиной хребтового сала. Однако установить негативное влияние высокого показателя племенной ценности на состояние здоровья или на адаптационную способность обмена веществ не удалось. В стаде экологического типа содержания удалось продемонстрировать, что при хороших условиях менеджмента нет признаков повышенной подверженности заболеваниям или нестабильности обмена веществ у коров с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности. Животные с высокими показателями племенной ценности по молочной продуктивности демонстрируют по сравнению с животными низкой племенной ценности экономически значимые повышенные удои. Одновременно сдвигается момент зачатия, при этом плодовитость не ухудшается. Вывод: высокий генетический потенциал молочной продуктивности совершенно необязательно связан с повышенной подверженности заболеваниям.

## Einleitung

Schon seit einiger Zeit wird steigende Milchleistung mit sinkender Tiergesundheit in Zusammenhang gebracht. Dies führte zu Diskussionen um die Leistungszucht, und Opponenten derselben fordern sogar eine Begrenzung der Milchleistungssteigerung. Bei der Betrachtung des Zusammenhanges zwischen Milchleistung und Tiergesundheit gibt es verschiedene Herangehensweisen. Eine der wohl bekanntesten ist, die tatsächlich erbrachte Milchleistung in der Vorlaktation oder der aktuellen Laktation mit der Krankheitshäufigkeit in Beziehung zu setzen (Fleischer et al., 2001). Ein Beispiel dafür ist die Untersuchung von Fleischer und Mitarbeitern aus dem Jahr 2001 (Abb. 1). Dargestellt ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Erkrankung gegen die tatsächlich erbrachte Milchleistung der aktuellen oder der Vorlaktation. Man sieht eine drastische Steigerung der Erkrankungsraten für eine Vielzahl von Erkrankungen mit steigender Milchleistung. Demnach verdoppelt sich die Wahrscheinlichkeit einer Mastitiserkrankung bei einer Milchleistungssteigerung von 6000 auf 12000 kg. Dies ist allerdings eine rein phänotypische Beziehung, die durch die individuelle Anpassung der Kuh an ihre Umwelt oder Krankheiten beeinflusst sein kann.

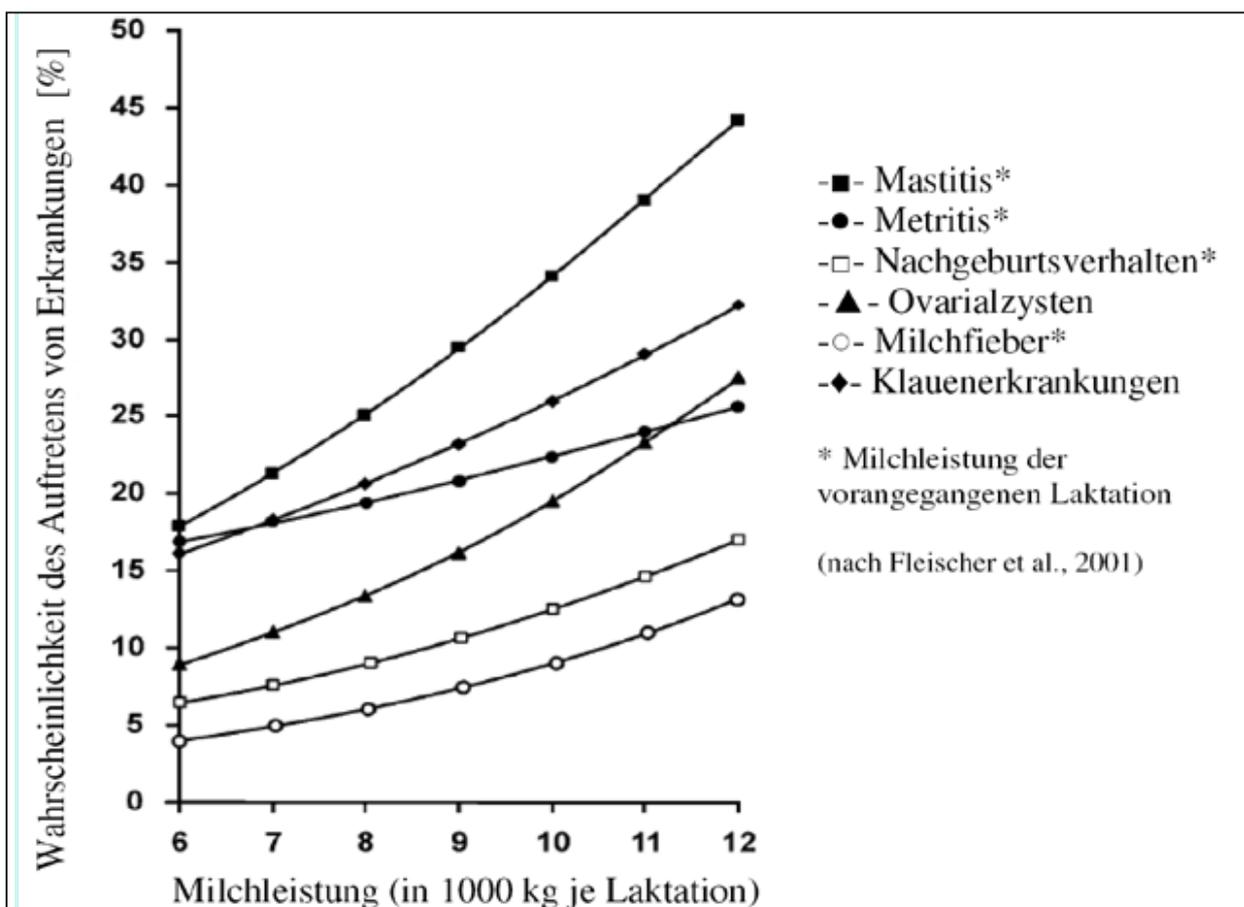


Abb. 1 Beispiel für die Untersuchung der Beziehung zwischen der Krankheitsinzidenz und der Milchleistung der aktuellen oder vorangegangenen Laktation

Eine andere Möglichkeit der Untersuchung des Problems ist die Berechnung der genetischen Korrelation. Mit Hilfe der Erbllichkeit der Merkmale und von Verwandtschaftsbeziehungen wird dann die genetisch fixierte Änderung der Erkrankungsrate mit steigender Milchleistung berechnet. Dieses Verfahren bietet den Vorteil der geringen Beeinflussung durch individuelle Umwelthanpassungen der Kuh und durch Herdenmanagementfaktoren.

Studien der genetischen Korrelation deuten auf eine Verschlechterung der Fruchtbarkeitsparameter hin und Mastitiden und Ketosen scheinen mit steigender Milchleistung wahrscheinlicher zu werden. Labmagenverlagerungen und Abgänge werden dagegen unwahrscheinlicher. Bei Fruchtbarkeitserkrankungen, Klauenerkrankungen und Gebärpause sind keine eindeutigen Tendenzen erkennbar. Eine umfangreichere Darstellung der Beziehung zwischen Milchleistung und Gesundheitsparametern ist in Pieper (2010) nachzulesen.

Nicht zuletzt besteht die Möglichkeit der Zuchtwertvergleiche. Tiere mit hohen und niedrigen Zuchtwerten werden in Krankheitsinzidenzen und anderen Merkmalen miteinander verglichen. Zuchtwerte setzen sich aus umfangreichen Verwandtschaftsbeziehungen, der Erbllichkeit verschiedener Merkmale und zum Teil den Eigenleistungsinformationen zusammen. Sie fassen ökonomisch und züchterisch sinnvolle Merkmale zu leicht verständlichen, für den Landwirt verfügbaren Größen zusammen. Weiterhin scheint die Diskussion über die Hochleistungszucht am objektivsten, wenn eine Größe verwendet wird, die die Zucht auf hohe Leistung repräsentiert.

Darüber hinaus beruhen die meisten Studien auf Informationen über Krankheitsbehandlungen und nicht auf dem tatsächlichen Auftreten der Krankheit. Dabei kann es zur Verzerrung der Zusammenhänge kommen, wie im Folgenden kurz demonstriert wird. Stellt man sich zwei Gruppen mit je 10 Kühen eines Betriebes vor, eine Gruppe mit geringen und eine mit hohen Zuchtwerten. Von jeder Gruppe erkranken vier Kühe an einer Krankheit. Die Inzidenz der Erkrankung ist in beiden Gruppen gleich (Abb. 2).

Aufgrund der hohen Behandlungskosten und der geringen Leistung entscheidet sich der Landwirt, in der Gruppe mit dem niedrigen Zuchtwert nur eine Kuh zu behandeln und die restlichen drei zu schlachten. In der Gruppe mit dem hohen Zuchtwert behandelt er dagegen alle kranken Kühe. Die auf Behandlungen beruhende Inzidenz verändert sich, zu Unrecht, zugunsten der Gruppe mit den niedrigen Zuchtwerten von 40 auf 10 Prozent der Ausgangspopulation (Abb. 3).

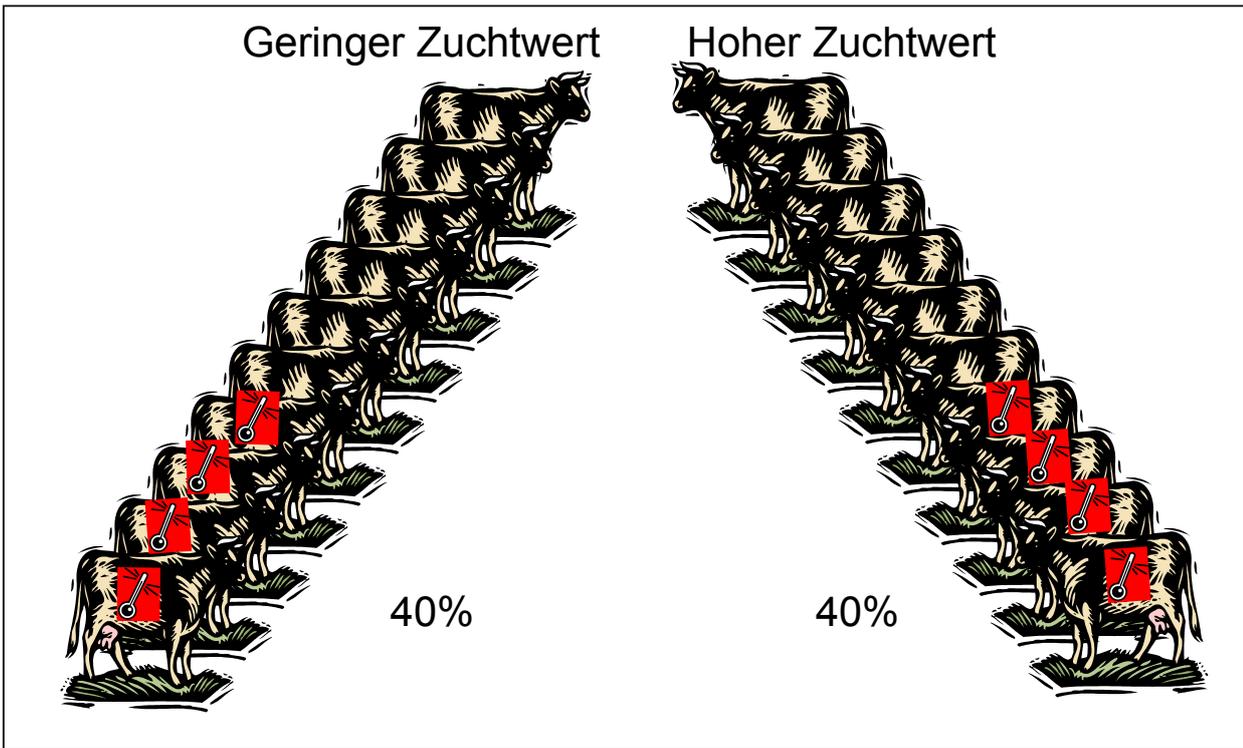


Abb. 2 Demonstration der Behandlungsinzidenz. Zwei Gruppen von je 10 Kühen der gleichen Herde mit geringem oder hohem Zuchtwert mit gleicher Krankheitsinzidenz

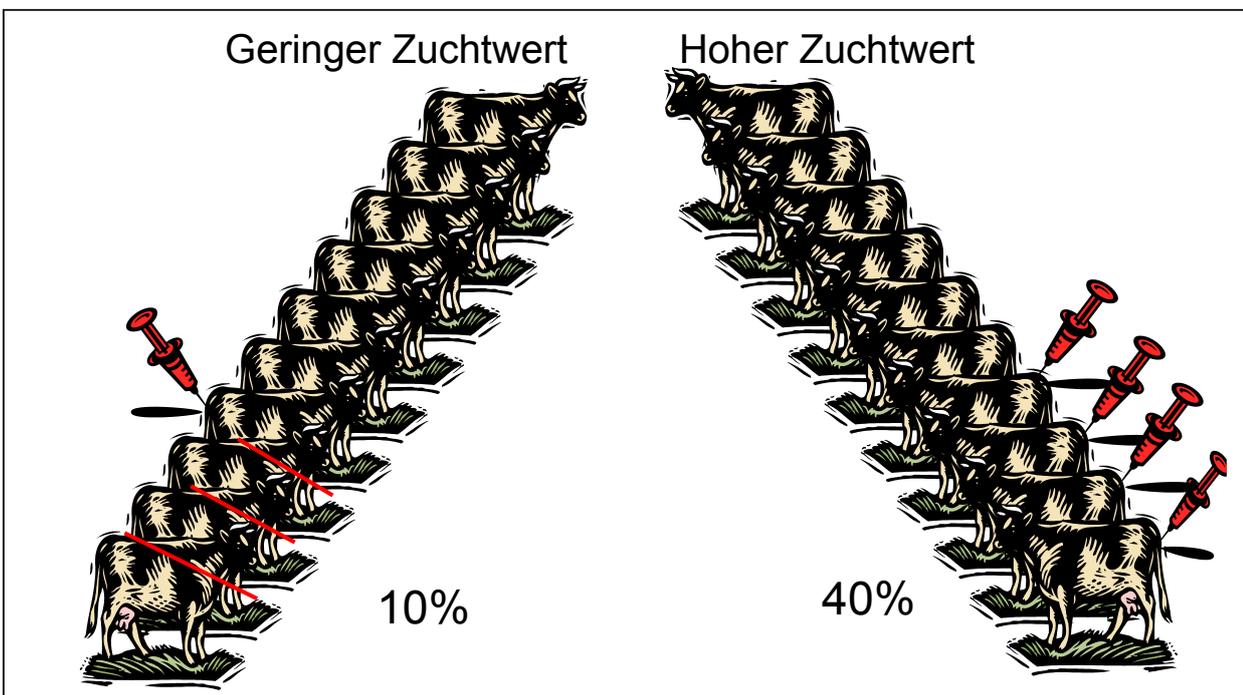


Abb. 3 Demonstration der Behandlungsinzidenz. In der Gruppe von Kühen mit niedrigen Zuchtwerten verringert sich die auf Behandlungen beruhende Inzidenz von 40 % auf 10 % der Ausgangspopulation.

Derartige Zuchtwertuntersuchungen durchzuführen, ohne dass diese Verfälschung vorliegt, gelänge demnach nur in einem Betrieb, in dem Behandlungen eine untergeordnete Rolle

spielen. Diese Voraussetzungen sind am Besten in einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb erfüllt. Die ökologische Milchviehhaltung in Deutschland stützt sich auf die Basis-VO 834/07 (Verordnung (EG) Nr. 834/2007) und, zum Zeitpunkt der Untersuchung, auf die Durchführungsverordnung 1804 von 1999. Dies ist die Grundvoraussetzung für alle zertifizierten Biobetriebe in Deutschland. Die Betriebe können sich dann den verschiedenen Bioverbänden anschließen. Die Bioverbände haben weitere, strengere Vorschriften für Fütterung, Haltung und Behandlung, die über die EU-Verordnungen hinausgehen. Weiterhin können sich die Betriebe auch noch anderen, nichteuropäischen Programmen anschließen, wie dem National Organic Program (NOP), einem Nordamerikanischen Ökoprogramm, das sich insbesondere durch den vollständigen Verzicht auf Antibiotikabehandlungen auszeichnet. Es dürfen ebenfalls keine Hormone für die systematische Zyklussteuerung eingesetzt werden.

Die Fragestellung der Untersuchung ist, welcher Zusammenhang zwischen der Hochleistungszucht und der Tiergesundheit in einem von Behandlungsentscheidungen unbeeinflussten Bestand besteht.

## **Material und Methoden**

Der Betrieb, in dem die Untersuchung stattfand, wurde 2002 auf ökologische Haltung umgestellt. In der Studienperiode arbeitete der Betrieb nach der EU-Ökoverordnung, den Biopark-Richtlinien und dem NOP. Es wurden 300 Holstein-Friesian Milchkühe gehalten, die ausschließlich mittels künstlicher Besamung angepaart wurden. Die Herde kommt aus dem Hochleistungsbereich und wurde auch nach der Umstellung weiterhin mit Spitzenbullern mit einem durchschnittlichen RZG von 133 angepaart. Die Tiere wurden in Laufställen mit Stroheinstreu und zum Teil im Auslauf gehalten. Die Tiere wurden zweimal täglich gefüttert, und das Futter wurde mehrmals täglich herangeschoben. Gefüttert wurde in drei Leistungsgruppen, und zusätzlich gab es die Fütterungsgruppen: »Abtourgruppe« (vor dem Trockenstellen), die Trockenstehgruppe, die Vorbereitungsgruppe (max. 14d vor der Kalbung) und eine Gruppe für Kühe mit Euterentzündungen. Bei den Vorbereitern wurde ein saures Salz zur Gebärpäreseprophylaxe eingesetzt.

Nach der Umstellung der Herde im Jahr 2002 sank die Milchleistung von ca. 12000 kg auf ca. 7500 kg ab. Der Fettgehalt der Milch stieg in dieser Zeit etwas an, und die Eiweißkonzentration blieb etwa auf gleichem Niveau. In der Untersuchungsperiode stieg die Milchleistung kontinuierlich von unter 6000 kg auf über 8000 kg an (Abb. 4).

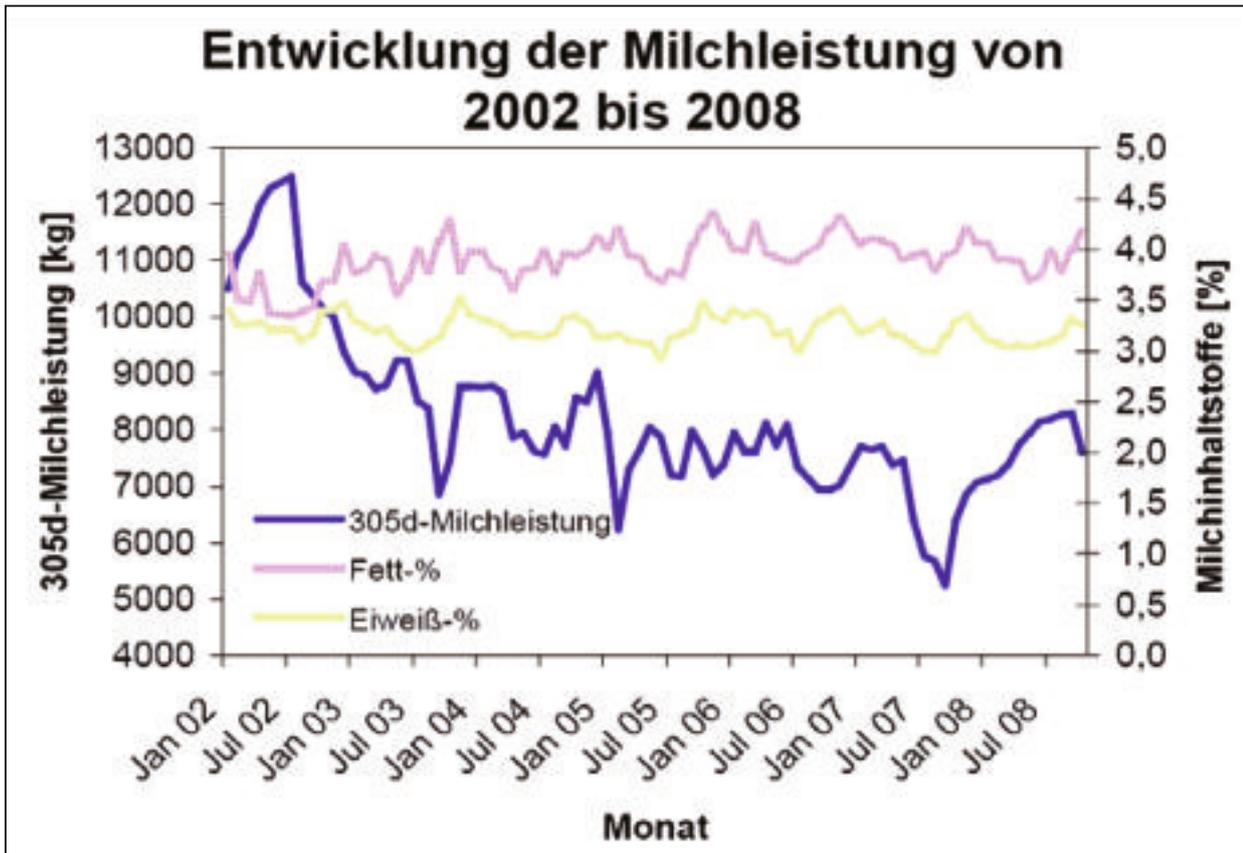


Abb. 4 Entwicklung der Milchleistung von 2002 bis 2008 (Juni 2002 = Umstellung auf ökologische Milchviehhaltung; Okt. 2007 bis Okt. 2008 = Untersuchungsperiode)

Von Oktober 2007 bis Oktober 2008 wurden einmal wöchentlich Blut- und Harnproben genommen und die Rückenfettdicke (**RFD**) gemessen in den Gruppen: eine Woche vor der Kalbung (**8-0d a.p.**), eine Woche nach der Kalbung (**1-8d p.p.**) und 20-30d nach der Kalbung (**20-30d p.p.**). Die Rückenfettdicke wurde zusätzlich zu den Zeitpunkten 8 Wochen vor der Kalbung (zum Trockenstellen) und 60-70d nach der Kalbung gemessen (**60-70d p.p.**). Es wurden die Leistungen, Fruchtbarkeitskennwerte und Krankheiten mit den Stallbüchern und dem Herdenmanagementprogramm »Herde« von dsp-agrosoft erfasst. Das Futter wurde monatlich in einem Futtermittellabor analysiert. Zusätzlich wurden die Zusammensetzung der Rationen und das Restfutter erfasst.

Im Blut wurden die üblichen Parameter der Hämatologie (WBC, RBC, HCT, HGB, PLT, MCH, MCV, MCHC), der Metaboliten (Glukose, BHB, NEFA, Albumin, Protein, Cholesterin, Bilirubin, Harnstoff), der Mengenelemente (Mg, P, Ca), der Enzyme (AST, CK, GLDH) und die Insulin-konzentration sowie im Harn die Parameter des Säure-Basen-Status (pH-Wert, NSBA, Basen, Säuren,  $\text{NH}_4^+$ , BSQ) und die Mengenelemente (Na, Mg, K, Ca) analysiert. Die analysierten Laborparameter geben Hinweise hinsichtlich des Energie- und Proteinstatus und der Gesundheit der Tiere. Die Zuchtwerte stammen von der VIT in Verden und wurden vom Rinderzuchtverband Berlin-Brandenburg zur Verfügung gestellt. Verwendet wurden die aktuellen

Zuchtwerte der Kühe von der Schätzung von Januar 2010. Diese setzen sich aus dem Pedigreezuchtwert der Kühe und der nach Umwelt- und individuellen Faktoren korrigierten Eigenleistung der 1., 2. und 3. Laktation zusammen.

Es wurden die Naturalzuchtwerte Milchmenge, Eiweißgehalt, Eiweißmenge, Fettmenge und Fettgehalt und die Relativzuchtwerte Milch sowie Gesamt verwendet. Letzterer setzt sich aus Zuchtwerten für Milchleistung, Fruchtbarkeit, Exterieur, Langlebigkeit und Eutergesundheit zusammen. Der Übersicht halber werden im Folgenden nur die Ergebnisse der wichtigsten Zuchtwerte, des Relativzuchtwertes Milch (**RZM**) und des Relativzuchtwertes Gesamt (**RZG**) dargestellt. Jeder Zuchtwert wird für jede Kuh bei jeder Berechnung (dreimal jährlich) neu bestimmt. Da es einen ständigen Zuchtfortschritt gibt, verschlechtert sich mit der Zeit der Zuchtwert älterer Tiere im Vergleich zu denen der Jungkühe. Aus diesem Grund wurde eine Einteilung der Zuchtwerte vorgenommen (Abb. 5). Zunächst wurden die Tiere in Kühe der 1., 2. und 3. und höheren Laktation eingeteilt und dann für jede Laktationsgruppe nach ihrem Zuchtwert in Tiere mit hohen, mittleren oder niedrigen Zuchtwerten. Die Kühe wurden dann wieder zu laktationsnummernübergreifenden Zuchtwertgruppen zusammengefasst. Diese Prozedur wurde für jeden einzelnen Zuchtwert durchgeführt. Die in Abbildung 5 verwendeten Farben werden auch weiterhin in diesem Beitrag für die entsprechenden Zuchtwertgruppen verwendet.

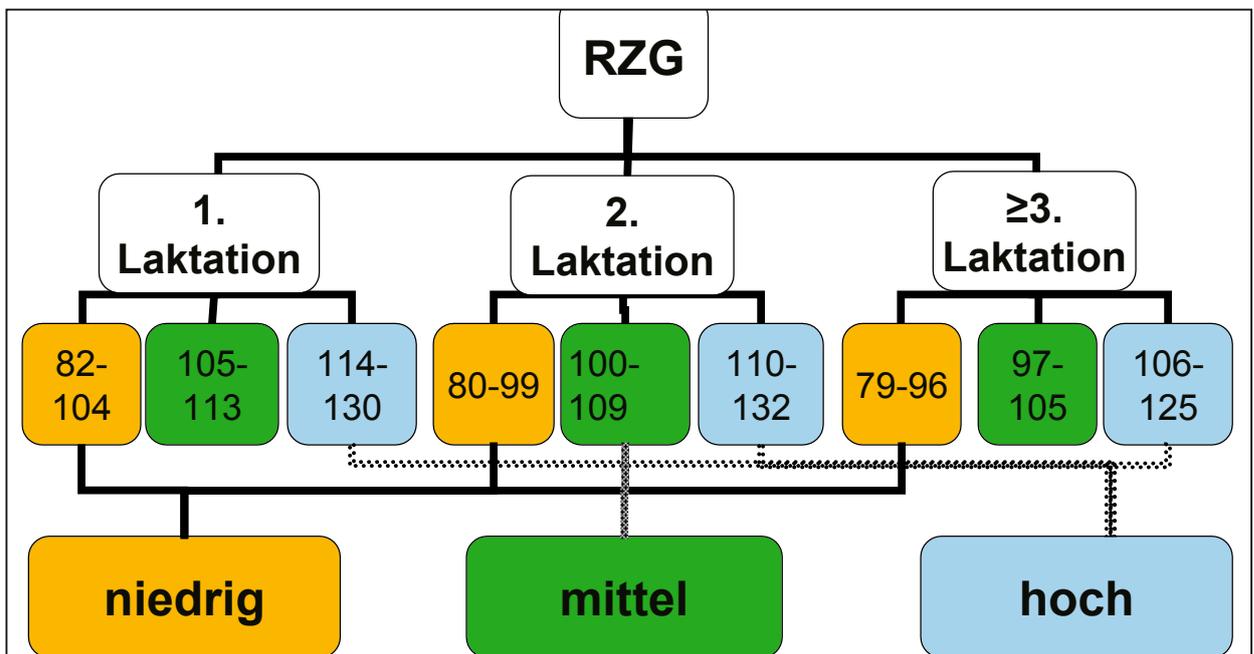


Abb. 5 Einteilung der Kühe in Zuchtwertgruppen am Beispiel des Relativzuchtwertes Gesamt (RZG).

- 1.) Einteilung in Kühe der 1., 2. oder 3. und höheren Laktation;
- 2.) Einteilung in Kühe mit hohen, mittleren oder niedrigen Zuchtwerten;
- 3.) Zusammenfassung zu Zuchtwertgruppen niedrig, mittel und hoch (jede Gruppe enthält Tiere der 1., 2. und 3. und höheren Laktation)

Die statistische Datenauswertung der Zuchtwertvergleiche wurde mit dem Programm SPSS durchgeführt. Für metrische Parameter wurde die Analysis of Variances (ANOVA) mit dem anschließenden Post-hoc-test least square differences (LSD) verwendet und für kategoriale Parameter, wie Krankheiten und Abgänge, der  $\chi^2$ -Test. Nicht normalverteilte Laborparameter (z.B. NEFA, BHB) wurden vor der Analyse logarithmiert. Das geometrische Mittel ist für diese Parameter gegeben.

## Ergebnisse

Zunächst war von Interesse, wie sich der Zuchtwert auf die tatsächlich erbrachte Milchleistung der Kühe auswirkt. Abbildung 6 zeigt den Vergleich der Milchleistung in den drei Zuchtwertgruppen des RZM. Kühe mit hohen Zuchtwerten zeigten eine signifikant höhere Milchleistung als Tiere mit mittleren oder niedrigen Zuchtwerten. Die mittlere Differenz zwischen Tieren mit niedrigen und Tieren mit hohen Zuchtwerten beträgt dabei 1962 kg, also rund 2000 kg.

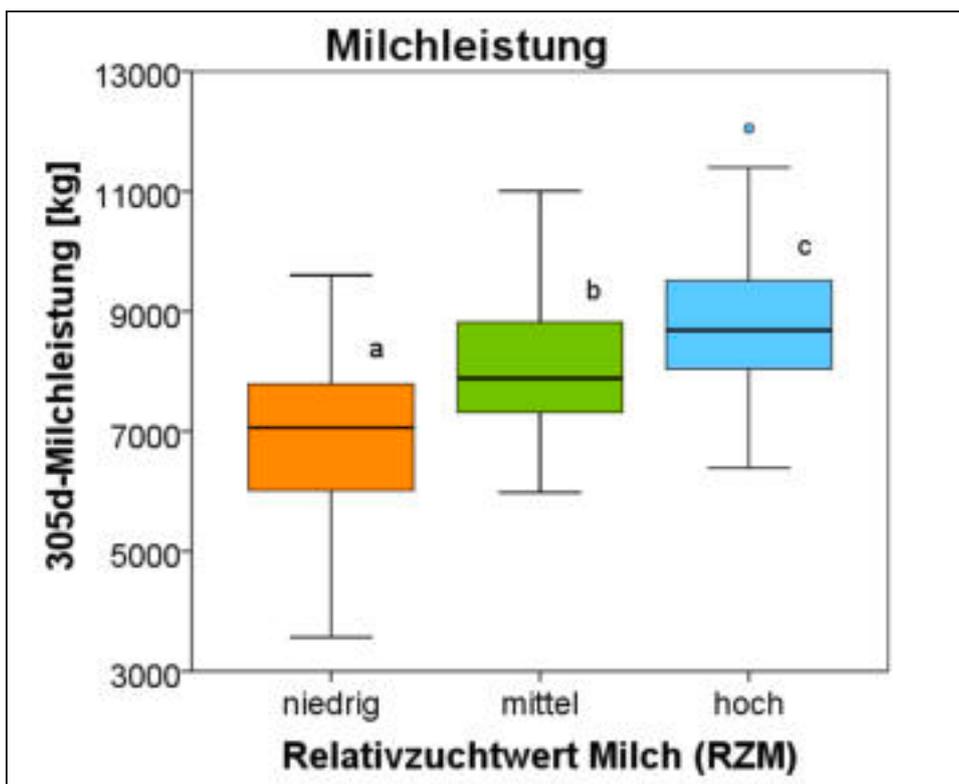


Abb. 6

305d-Milchleistung (kg) in den drei Zuchtwertgruppen des Relativzuchtwertes Milch (niedrig, mittel und hoch); Beschreibung der Boxplots: Mittellinie = Median (50 % der Messwerte oberhalb und 50 % unterhalb), Box = 50 % der Messwerte eingeschlossen, Whisker = T-Markierungen umschließen 95 % der Messwerte, die Buchstaben a, b, c kennzeichnen signifikante Unterschiede auf dem Niveau  $p < 0,05$

Tiere mit einem niedrigen RZM hatten eine signifikant geringere Zwischenkalbezeit als Kühe mit einem mittleren oder hohen Zuchtwert. Die mittlere Differenz zwischen Tieren mit niedrigen und Tieren mit hohen Zuchtwerten beträgt 38 Tage (Abb. 7).

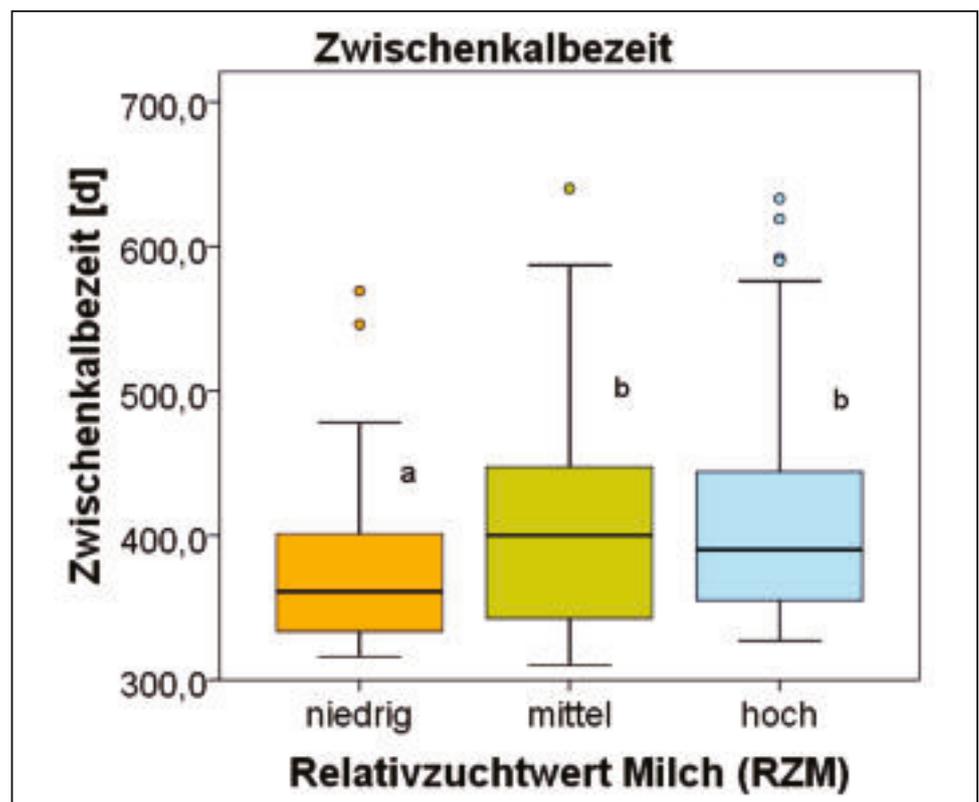


Abb. 7

*Zwischenkalbezeit [d] in den Zuchtwertgruppen des Relativzuchtwertes Milch (RZM); Beschreibung der Boxplots: Mittellinie = Median (50 % der Messwerte oberhalb und 50 % unterhalb), Box = 50 % der Messwerte eingeschlossen, Whisker = T-Markierungen umschließen 95 % der Messwerte, die Buchstaben a, b, c kennzeichnen signifikante Unterschiede auf dem Niveau  $p < 0,05$*

In Tabelle 1 sind Mittelwert, Standardabweichung und Anzahl der Tiere pro Gruppe für die drei Zuchtwertgruppen sowie die Vergleiche der Milchleistung und der Fruchtbarkeitsparameter dargestellt. Kühe mit niedrigem RZG zeigten ebenfalls signifikant geringere Milchleistungen als Kühe mit hohen Zuchtwerten. Wie bei der Zwischenkalbezeit ließ sich auch schon bei der Rastzeit erkennen, dass Tiere mit hohen Zuchtwerten (RZM) später besamt wurden als Tiere mit niedrigen Zuchtwerten. Ähnliches war auch für den RZG zu erkennen, wobei die Ergebnisse nicht signifikant sind. Die Anzahl der Besamungen unterschied sich zwischen den Zuchtwertgruppen nicht. In diesem Betrieb wurden keine Hormone zur systematischen Zyklussteuerung eingesetzt. Das Gezeigte beruht auf natürlichem Brunstverhalten und intensiver Brunstbeobachtung.

Tab. 1 Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $s$ ) und Anzahl der Tiere pro Gruppe ( $n$ ) für die Vergleiche der Milchleistung, der Zwischenkalbezeit, der Rastzeit und der Anzahl der Besamungen zwischen den Zuchtwertgruppen des Relativzuchtwertes Milch (RZM) und des Relativzuchtwertes Gesamt (RZG)

Zuchtwert	niedrig			mittel			hoch			P-Level
	x	s	n	x	s	n	x	s	n	
<b>Milchleistung</b>										
RZM	6858 <sup>a</sup>	1334,5	63	8098 <sup>b</sup>	1172,4	71	8820 <sup>c</sup>	1085,6	75	<0,001
RZG	6954 <sup>a</sup>	1489,5	57	8160 <sup>b</sup>	1212,7	74	8567 <sup>b</sup>	1174,5	78	<0,001
<b>Zwischenkalbezeit</b>										
RZM	377 <sup>a</sup>	56,3	55	410 <sup>b</sup>	75,7	64	415 <sup>b</sup>	75,9	71	0,009
RZG	385	63,9	50	412	69,8	66	405	78,1	74	0,127
<b>Rastzeit</b>										
RZM	75 <sup>a</sup>	35,3	73	94 <sup>b</sup>	54,3	79	96 <sup>b</sup>	63,1	79	0,030
RZG	79	38,0	68	95	52,6	80	90	63,1	83	0,201
<b>Anzahl Besamungen</b>										
RZM	1,94	1,31	72	2,08	1,52	79	1,97	1,10	79	0,811
RZG	2,01	1,45	67	2,08	1,39	80	1,92	1,13	83	0,739

<sup>a, b, c</sup> verschiedene Indizes deuten auf Unterschiede auf dem Niveau  $p < 0,05$  hin

Kühe mit niedrigen Zuchtwerten zeigten eine signifikant höhere Rückenfettdicke als Tiere mit hohen Zuchtwerten (Abb. 8). Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind zwar statistisch signifikant, aber biologische Signifikanz ist bei der Differenz von einem Millimeter nicht gegeben. Bei Tieren mit hohen Zuchtwerten war aufgrund der höheren Milchleistung trotz der verlängerten Zwischenkalbeintervalle eine Verfettung in der Spätlaktation und vor der Kalbung nicht zu beobachten.

Tiere mit niedrigen Zuchtwerten hatten häufiger Fruchtbarkeitserkrankungen als Tiere mit hohen Zuchtwerten. Mastitiden und Klauenerkrankungen traten dagegen in allen Gruppen mit der gleichen Häufigkeit auf. Zusätzlich gingen Tiere mit niedrigen Zuchtwerten häufiger als Tiere mit hohen Zuchtwerten aus dem Bestand ab. Es wurden doppelt so viele Kühe mit niedrigem RZG gemerzt wie Tiere mit hohem Zuchtwert (Tab. 2).

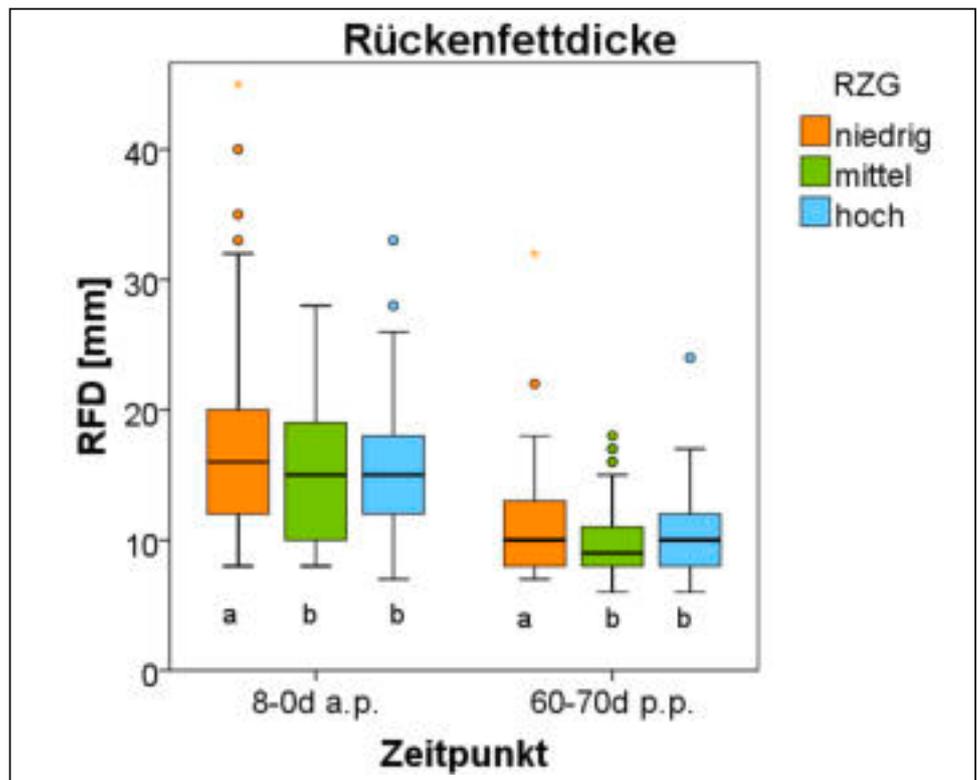


Abb. 8

Rückenfettdicken in den Zuchtwertgruppen für den Relativzuchtwert Gesamt zu den Zeitpunkten 8-0d vor der Kalbung und 60-70d nach der Kalbung; Beschreibung der Boxplots: Mittellinie = Median (50 % der Messwerte oberhalb und 50 % unterhalb), Box = 50 % der Messwerte eingeschlossen, Whisker = T-Markierungen umschließen 95 % der Messwerte, a, b, c Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede auf dem Niveau  $p = 0,05$

Bei den untersuchten Laborparametern zeigten sich keine relevanten Unterschiede. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Vergleiche von Konzentrationen der Freien Fettsäuren (NEFA) und der Betahydroxybuttersäure (BHB) für den Relativzuchtwert Milch dargestellt. Die sehr ähnlichen Werte und das sehr hohe Signifikanzniveau deuten darauf hin, dass keine Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden.

Es zeigte sich, dass Tiere mit hoher Milchleistungsveranlagung eine rund 2000 kg höhere Milchleistung und längere Zwischenkalbezeiten aufweisen als Tiere mit niedrigen Zuchtwerten. Dabei stieg der Besamungsaufwand nicht, und die Tiere zeigten aufgrund der höheren Milchleistung keine Verfettung zum Ende der Laktation. Tiere mit niedrigem Zuchtwert litten häufiger an Fruchtbarkeitserkrankungen und gingen häufiger aus dem Bestand ab als Herdengenossinnen mit hohen Zuchtwerten. Bei den Laborparametern waren keine relevanten Unterschiede feststellbar (Tab. 4).

Tab. 2 Anteil erkrankter oder abgegangener Tiere an der Gesamtanzahl pro Gruppe (n) in den Zuchtwertgruppen der Relativzuchtwerte Milch (RZM) oder Gesamt (RZG)

Zuchtwert	niedrig		mittel		hoch		p-Level
	erkrankt/ Abgang	n	erkrankt/ Abgang	n	erkrankt/ Abgang	n	
<b>Fruchtbarkeitserkrankungen [%]</b>							
RZM	42,0 <sup>a</sup>	88	25,3 <sup>b</sup>	87	24,7 <sup>b</sup>	97	0,017
RZG	42,4 <sup>a</sup>	85	29,9 <sup>b</sup>	93	31,3 <sup>b</sup>	94	0,009
<b>Mastitis [%]</b>							
RZM	69,0	87	73,6	87	73,9	92	0,716
RZG	73,8	84	73,1	93	69,7	89	0,805
<b>Klauenerkrankungen [%]</b>							
RZM	80,5	77	74,4	78	77,9	86	0,653
RZG	83,3	72	77,4	84	72,9	85	0,297
<b>Abgang [%]</b>							
RZM	42,7 <sup>b</sup>	96	31,9 <sup>a,b</sup>	94	28,3 <sup>a</sup>	99	0,089
RZG	46,8 <sup>a</sup>	94	33,3 <sup>b</sup>	99	22,9 <sup>b</sup>	96	0,002

<sup>a, b</sup> Indizes deuten auf Unterschiede auf dem Niveau  $p < 0,05$  hin

Tab. 3 Geometrisches Mittel ( $\bar{x}$ ), 95 % Konfidenzintervall (eckige Klammern) und Anzahl der Tiere pro Gruppe (n) für die Vergleiche von Konzentrationen an Freien Fettsäuren (NEFA) und Betahydroxybutyrat (BHB) zu den drei Messzeitpunkten in den Zuchtwertgruppen des Relativzuchtwertes Milch

RZM	n i e d r i g		m i t t e l		h o c h		p-Level
	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	
NEFA [mmol/l] 8-0d a.p.	0,19 [0,16; 0,22]	94	0,17 [0,15; 0,20]	94	0,16 [0,14; 0,19]	99	0,422
NEFA [mmol/l] 1-8d p.p.	0,27 [0,22; 0,32]	94	0,29 [0,25; 0,34]	91	0,28 [0,25; 0,31]	97	0,678
NEFA [mmol/l] 20-30d p.p.	0,21 [0,18; 0,24]	86	0,21 [0,19; 0,25]	86	0,21 [0,18; 0,25]	94	0,951
BHB [ $\mu$ mol/l] 8-0d a.p.	640 [608; 674]	93	661 [624; 700]	94	640 [612; 669]	97	0,597
BHB [ $\mu$ mol/l] 1-8d p.p.	735 [678; 796]	94	750 [704; 796]	91	734 [691; 779]	97	0,891
BHB [ $\mu$ mol/l] 20-30d p.p.	755 [691; 818]	85	793 [716; 877]	86	768 [716; 834]	93	0,729

Tab. 4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Zuchtwertvergleiche für den Relativzuchtwert Milch

RZM	Differenz*	Signifikanzniveau
Milchleistung [kg]	+1962	<0,001
Zwischenkalbezeit [d]	+38	0,009
Anzahl der Besamungen	+0,03	0,811
Rückenfettdicke 8-0d a.p. [mm]	-0,6	0,675
Fruchtbarkeitserkrankungen [%]	-17,3	0,017
Abgang aus dem Bestand [%]	-14,4	0,089
NEFA 8-0d a.p. [mmol/l]	-0,03	0,422
BHB 20-30d p.p. [ $\mu$ mol/l]	+13	0,729

\* Mittelwert von Tieren mit hohem Zuchtwert minus Mittelwert von Tieren mit niedrigem Zuchtwert

## Schlussfolgerung

Die gezeigten Ergebnisse deuten darauf hin, dass es bei Zucht auf hohe Milchleistung einen ökonomischen Mehrgewinn durch die höhere Milchleistung ohne negative Folgen durch Gesundheitsbeeinträchtigung gibt. Die Verlängerung der Günstzeit bei hoher Milchleistungs-  
veranlagung ist biologisch sinnvoll und geschieht zugunsten der höheren Milchleistung. Zusätzlich verhindert die hohe Milchleistung bei hohen Zuchtwerten die Verfettung, obwohl die Zwischenkalbeintervalle verlängert sind.

Dies deutet darauf hin, dass es mit dieser Untersuchungsmethode und in dieser Herde keinen Hinweis auf einen negativen Zusammenhang zwischen der Züchtung auf hohe Milchleistung und der Tiergesundheit gibt. Die Zucht auf hohe Milchleistung ist auch für Produktionssysteme wie die ökologische Milchviehhaltung ökonomisch sinnvoll und muss nicht mit einer beeinträchtigten Tiergesundheit einhergehen.

## Literatur

**Fleischer, P., M. Metzner, M. Beyerbach, M. Hoedemaker and W. Klee (2001):** The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84 (9), 2025-2035

**Pieper, L. (2010):** Einfluss von Fütterung und Genetik auf die Tiergesundheit und klinische Laborparameter in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb. Dissertation Veterinärmedizin, Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin

**Verordnung (EG) Nr. 834/2007, EG-Öko-Basisverordnung (2007):** Amtsblatt der Europäischen Union L 189

## Sgariboldi horizontale Selbstfahrer



**GULLIVER 5000**  
11-14 m<sup>3</sup>



**GULLIVER 7000**  
18-21 m<sup>3</sup>



**GULLIVER 8000**  
18-21 m<sup>3</sup>



**MAV 5200**  
11-17 m<sup>3</sup>



**COMBI 7200**  
17-26 m<sup>3</sup>



**COMBI 8200**  
17-26 m<sup>3</sup>

## Sgariboldi vertikale Selbstfahrer



**GRIZZLY 5100**  
eine Schnecke 10-20 m<sup>3</sup>  
zwei Schnecken 14-20 m<sup>3</sup>



**GRIZZLY 7100**  
eine Schnecke 18-22 m<sup>3</sup>  
zwei Schnecken 22-30 m<sup>3</sup>



**GRIZZLY 8100**  
eine Schnecke 18-22 m<sup>3</sup>  
zwei Schnecken 22-35 m<sup>3</sup>



**MULTIBOT**  
(Transporter / Highend)



**BIOBOT**  
(Transporter / Highend)

# NORMi

ERNÄHRUNGS-SYSTEME FÜR JUNGTIERE



**NORLAC**

---

mb · ndustriestraße 2 · 2 404 Zeven · ermany  
el. +4 (0)42 1 / 2-22 · ax +4 (0)42 1 / 2-433  
eb www. .com · - ail nfo .com

# Erste Untersuchungen zur Kälberaufzucht unter NOP-Bedingungen



## Holk Bellin<sup>1</sup>

Jeannette Schulz<sup>2</sup> | Prof. Dr. Norbert Kanswohl<sup>1</sup>

Dr. Peter Sanftleben<sup>3</sup> | Dr. Bernd Pieper<sup>4</sup>

1 Fakultät für Agrar- und Umweltwissenschaften, Professur für Agrartechnologie und Verfahrenstechnik, Universität Rostock

2 Dabergotzer AGRAR GmbH

3 Institut für Tierproduktion, Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf

4 Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

## Zusammenfassung

Aufzuchtkälber durchlaufen in den ersten Lebensmonaten in der Regel zwei verschiedene Haltungssysteme, Einzel- und Gruppenhaltung. Diese Haltungsformen galt es in einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb, der seine Produktion nach den Grundsätzen des National Organic Program (NOP) durchführt, zu untersuchen und zu analysieren. Im Versuchsbetrieb durchlaufen die Kälber mit den beiden Haltungssystemen, Iglu und Kälber-Datsche, zwei verschiedene Tränksysteme. Zu Beginn bekommen sie im Iglu die Milch aus Nuckeleimern und später, in der Kälber-Datsche, aus Tränkschalen zur freien Aufnahme. Die Anpassungsphase der Kälber an die Schalen ist tierindividuell sehr unterschiedlich und zum Teil zeitintensiv. Aus diesem Grund wurde in dem durchgeführten Versuch untersucht, wie die Kälber auf eine frühere Umstellung vom Nuckeleimer auf die Tränkschale ab dem 8. Lebenstag im Iglu reagieren. Die wesentlichen Untersuchungsbestandteile waren die Reaktionen der Kälber auf die frühere Umstellung bezogen auf Tiergesundheit, Lebendmassezunahme sowie Beifutteraufnahme. Zusätzlich wurde eine Arbeitszeitanalyse zur Angewöhnung der Kälber an die Tränkschale durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die vorgezogene Umstellung der Kälber vom Nuckeleimer auf die Tränkschale keine negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit hat. Des Weiteren geht aus den aufgenommenen Daten hervor, dass der Arbeitsaufwand durch die frühere Umstellung deutlich reduziert werden kann. Die Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung ergaben, dass mit einer täglichen Tränkemenge von 7 l Milch

je Tier und Tag sowie durch das Anbieten einer hochwertigen Total-Misch-Ration eine sehr gute Körpermasseentwicklung erreicht werden kann.

In der nachfolgenden Arbeit wird genau auf die ermittelten Ergebnisse eingegangen und gezeigt, dass die erfolgreiche Aufzucht von optimal entwickelten Kälbern in einem ökologisch bewirtschafteten Betrieb möglich ist.

## Summary

### **Initial studies on calve breeding under the conditions of National Organic Program**

Within the first months after birth, calves are generally kept in two different housing systems which can be categorised as individual hutches or pens (Iglu) or group housing (Kälber-Datsche). The main objective of this study was to examine and analyse aforementioned systems on a dairy farm working according to high ecological standards as required by the National Organic Program. In the different systems calves need to be fed milk in two different ways. At the beginning milk is given in teat-buckets (Iglu) and later via drinking bowl (Kälber – Datsche). However, the phase of adaptation which in some cases lasts disproportionately longer than in others strongly depends on the animal itself. Thus, the goal of this study was to evaluate how the calves respond to an earlier change to the drinking bowl made already at the eighth day of life. The body of this study focuses on response of the calves according to animal health, body weight increase and supplementary feed intake. Additionally, a labour time analysis for the adaptation period was done. Analysing the adaptation period proved that early adaptation does not have negative effects on animal health. Furthermore, the labour expenditure could be drastically reduced. Evaluation of growth data showed that providing a daily milk amount of seven litres per calf and a high-grade total mixed ration lead to very good life weight gain. Based on a detailed discussion these findings show that it is possible to raise ideally developed calves on a dairy farm working according to high ecological standards.

## Résumé

### **Les premières études sur l'élevage des veaux dans les conditions NOP**

Les veaux d'élevage dans les premiers mois de vie passent en général par deux systèmes d'élevage différents, individuels ou groupés. Une exploitation agricole biologique qui effectue sa production selon les principes du «National Organic Program» est parvenue à réaliser des recherches afin d'analyser cette forme d'élevage. Sur la ferme expérimentale, les veaux passent par les deux systèmes, Igloo et Datsch à veaux, ce sont deux systèmes d'abreuvoir

différents. Au début, les veaux obtiennent dans l'igloo le lait à partir des seaux avec la tétine, puis dans le Datsch de façon libre dans des sortes d'écuelles. La phase d'adaptation des veaux aux écuelles dépend de chaque animal, elle est individuellement différente et parfois temporellement intensive. C'est pour ces raisons que dans l'expérience menée, la réaction des veaux a été étudiée lors du changement des tétines aux Datsch, à partir du 8ème jour de vie dans l'Igloo. Les principaux composants de l'étude étaient la réaction des veaux sur le changement précoce appliqué à la santé animale, le GMQ et la capacité d'ingestion. De plus, une analyse du temps de travail pour l'adaptation des veaux a été menée au niveau des écuelles. Il a été démontré que le changement précoce des veaux des tétines aux écuelles, n'a aucun effet négatif sur la santé animal. Par ailleurs, à partir des données enregistrées l'étude montre que la charge de travail peut être considérablement réduite grâce à ce changement. L'étude sur le développement de la masse a révélé qu'avec une alimentation de 7 litres par animal et par jour, ainsi qu'une ration de haute qualité Total-mélange-Ration, un très bon développement de la masse corporelle est à constater. Le travail qui suit va démontrer à travers les résultats obtenus que la réussite d'élevage de veaux avec un développement optimal est possible dans une exploitation Biologique.

## Аннотация

### **Первые исследования по выращиванию телят по нормам национальной эко-программы США (National Organic Program / NOP)**

В первые месяцы жизни телята проходят, как правило, через две различных системы содержания – одиночное и групповое. Эти формы содержания и предстояло обследовать и проанализировать в экологическом хозяйстве, работающем по принципам национальной эко-программы (NOP). В подопытном хозяйстве телята в двух системах содержания (иглу и групповые домики) выращиваются с использованием двух различных систем поилок. Вначале в иглу они получают молоко из ведер с соской, а позже в домике для телят – из чаш-поилок в свободном доступе. Фаза адаптации телят к чашам индивидуально сильно различается и отчасти требует очень продолжительного времени. По этой причине в проведенном исследовании было проанализировано, как телята реагируют на раннее приучение к чаше с 8-го дня жизни в иглу. Основным изучаемым моментом была реакция телят на более ранний переход к чашам, выраженная состоянием здоровья, привесами и поеданием прикорма. Дополнительно был проведен анализ рабочего времени для приучения телят к чашам. Исследования показали, что ранний переход телят от ведер с соской к чашам-поилкам не оказывает негативного влияния на здоровье животных. Кроме того, собранные данные демонстрируют, что благодаря раннему переучиванию можно значительно

сократить затраты труда. Наблюдения за развитием живого веса показали, что при объеме поения в размере 7 л молока на животное в день, а также путем скармливания высококачественной полнорационной кормосмеси можно достичь очень хорошего развития веса. В предлагаемой работе рассматриваются полученные результаты, а также демонстрируется, что успешное выращивание оптимально развитых телят в экологическом хозяйстве возможно.

## 1. Einleitung

Die Aufzucht der Kälber stellt in der Milchproduktion eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen dar, insbesondere für die Nutzung leistungsfähiger und langlebiger Milchkühe (KIRCHGEBNER et al., 2008). Auf Grund dieser Tatsache muss insbesondere in den ersten Lebenswochen eines Kalbes genau auf Hygiene, Gesundheit, Haltung und Ernährung geachtet werden (SPIEKERS et al., 2009). Wenn hier Defizite festgestellt werden, ist ein suboptimaler Start von Färsen in die Laktation durch ein zu hohes Erstkalbealter oder geringe Milchleistung vorprogrammiert (SPIEKERS et al., 2009). Literaturdaten für eine konventionelle Gestaltung der Kälberaufzucht liegen vor (z.B.: SPIEKERS et al., 2009; KIRCHGEBNER et al., 2008; JEROCH et al., 2008). Allerdings gibt es im ökologischen Landbau weit weniger Informationen zu diesem Thema. Daher wurde in einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb, der Dabergotzer AGRAR GmbH, ein Versuch durchgeführt, in dem das gesamte System der Kälberhaltung und -aufzucht während der Tränkphase untersucht wurde. Die Dabergotzer AGRAR GmbH führt ihre Produktion nach den Bedingungen des »National Organic Program« (NOP) durch. Dabei handelt es sich um ein System der ökologischen Landwirtschaft aus den USA, das durch das United States Department of Agriculture gemanagt wird (ANONYMUS, (2011)). Dies hat zur Folge, dass in dem Betrieb besondere Anforderungen, auf Grundlage des NOP-Regelwerks, eingehalten werden müssen. Das NOP-Regelwerk legt unter anderem fest, dass sämtliche Futtermittel ausschließlich von NOP-Betrieben, bzw. aus eigener Produktion stammen müssen. Da es in Deutschland nur sehr wenige solcher Betriebe gibt (19 Milchviehbetriebe mit insgesamt ca. 2200 Milchkühen; KRÖBER, 2011), ist der Zukauf von Futtermitteln kaum möglich oder unwirtschaftlich. Darüber hinaus ist der Medikamenteneinsatz in einem NOP-Betrieb nur sehr restriktiv möglich. Die Anwendung von chemisch-synthetisch hergestellten Arzneimitteln ist nicht gestattet. Für die Milchproduktion gibt es in Deutschland eine Ausnahme. Da nur die Milch und der dazugehörige Bestand zertifiziert werden, muss bei der Nachzucht lediglich eine Umstellungszeit, nach EG-Öko-Verordnung, eingehalten werden. Eine Behandlung der Kälber kann also erfolgen, solange dabei die Richtlinien der EG-Öko-Verordnung beachtet werden und eine Karenzzeit von mindestens 12 Monaten bis zum Laktationsbeginn liegt (ROTHLÄNDER, 2011). Unter

diesen Aspekten nimmt die Beachtung der Tiergesundheit einen noch höheren Stellenwert ein als bei einem konventionellen Betrieb, der Medikamente zur Tierbehandlung verwenden kann.

Nach SPIEKERS et al. (2009) wird empfohlen, die Kälber in der ersten Lebenswoche in Außenhütten bzw. Iglus zu halten und darauf folgend in den weiteren 4 Monaten die Gruppenhaltung in einem Offenstall zu nutzen. Ähnlich hat es sich im Versuchsbetrieb durchgesetzt.

Die Kälber durchlaufen in den ersten Lebensmonaten zwei verschiedene Haltungssysteme, Einzelhaltung im Iglu und Gruppenhaltung in Kälber-Datschen. Die Tränkmilch wird in den Haltungssystemen in unterschiedlicher Form dargeboten. Im Iglu bekommen die Kälber die Milch aus Nuckeleimern und in der Datsche aus Tränkschalen zur freien Aufnahme. Allerdings ist die Gewöhnung der Kälber an die Tränkschalen in der Datsche tierindividuell sehr unterschiedlich und zum Teil auch sehr zeitintensiv. Aus diesem Grund ging es in dem von November 2010 bis Juni 2011 durchgeführten Versuch darum, eine Arbeits- und Umstellungserleichterung zu erreichen, indem die Kälber im Iglu bereits ab dem 8. Lebenstag die Milch aus Tränkschalen verabreicht bekommen.

Die zentralen Aspekte der Untersuchung waren dabei die Reaktionen der Kälber auf die frühere Umstellung bezüglich Tiergesundheit und Wachstum.

## 2. Verfahren der Kälberaufzucht im Versuchsbetrieb

Die erste Phase der Kälberaufzucht beginnt schon mit der Transitfütterung der Kühe und Färsen. Im Versuchsbetrieb werden Kühe 14 Tage und Färsen 10 Tage vor der Kalbung in eine Vorbereiter-Gruppe gestellt. In Abbildung 1 ist diese abgebildet.



*Abb. 1*

*Vorbereiter-Gruppe im Versuchsbetrieb*

Zur Sicherung eines optimalen Kalbeverlaufs sowie zur Milchfieberprophylaxe werden saure Salze bei der Fütterung eingesetzt («Transifit N» – auf der Basis von Kalziumsulfatdehydrat). Um den Keimdruck möglichst niedrig zu halten, erfolgt die Entmistung täglich. Dabei wird besonders darauf geachtet, dass das verwendete Stroh von hoher Qualität ist und die Verteilung der Einstreu adäquat erfolgt. Dies ist sehr wichtig, da das Stroh bzw. der Mist sonst schnell als Quelle von Parasiten und Krankheitserregern dient und die Staubbelastung im Stall stark ansteigt (METHLING und UNSHELM, 2002).

Beginnt eine Kuh oder Färse mit der Kalbung, separiert man sie vom Rest der Gruppe, um einen störungsfreien Kalbeverlauf zu gewährleisten. Nach der Kalbung verbleibt das Neugeborene noch bis zu einer Stunde bei der Mutter, bevor es in ein frisch vorbereitetes Iglu eingestallt wird. Es ist wichtig, das Kalb vor dem Eindringen pathogener Erreger über den Nabel zu schützen. Aus diesem Grund erfolgt zeitgleich mit dem Einstellen in das Iglu eine Desinfektion des Nabels mit Jod-Spray. Das Neugeborene wird innerhalb der ersten zwei Lebensstunden über einen Nuckeleimer mit dem Kolostrum der Mutter angetränkt (Abb. 2).



*Abb. 2  
Milchtränke über Nuckeleimer im Iglu*

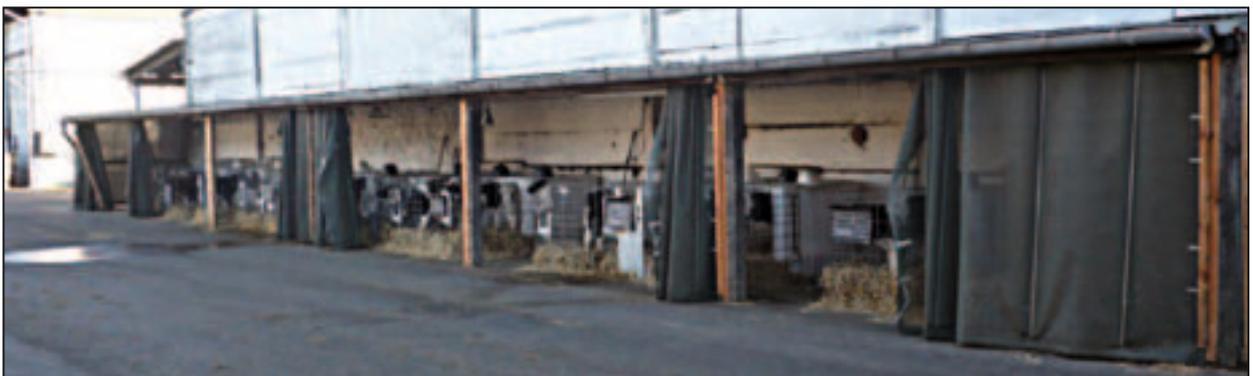
Dabei ist das Ziel, dem Neugeborenen 3 l Milch zu verabreichen. Diese wird mit drei Gramm Zitronensäure pro Liter Milch auf einen pH-Wert von ca. 5,5 angesäuert und auf 35-37°C erwärmt. Es hat sich hier durchgesetzt, die Milch von der ersten Mahlzeit an sauer zu vertränten, da so Akzeptanzprobleme bei der Umstellung von der unangesäuerten Biestmilchtränke (mit 38°C) zur sauren

Tränke (mit 23°C) umgangen werden. Nach Forschungsergebnissen der Landesanstalt für Landwirtschaft und Forsten Sachsen-Anhalt (FISCHER et al., 2005) hat die Ansäuerung des Erstgemelks bei 35-37°C keine negativen Auswirkungen auf den Immunglobulingehalt und die Absorptionsrate der Gammaglobuline aus der aufgenommenen Biestmilch in das Blut. Darüber hinaus führt dies auch nicht zu einem übermäßigen Ausfällen und Absetzen des Caseins im Tränkeimer, wie es durch Ansäuerung von Vollmilch bei Temperaturen über 25°C geschehen würde. Im Versuchsbetrieb wird das Kolostrum vor dem Antränken des Kalbes mit einem Kolostrumdensimeter der Firma Kruuse auf seine Qualität überprüft. Ist diese nicht ausreichend, kann auf Gefrierreserven zurückgegriffen werden. Das entscheidende Kriterium für die Qualität der Kolostralmilch ist der Immunglobulingehalt. Da bei

Kälbern keine Immunisierung über die Plazenta im Mutterleib erfolgen kann, wird eine passive Immunisierung über die Kolostralmilch realisiert. In den ersten Lebenswochen stellt sich dann ein aktiv erworbener Immunschutz ein (KIRCHGEßNER et al., 2008). Es muss darauf geachtet werden, dass die erste Kolostralmilchgabe zeitnah nach der Geburt und in der gewünschten Menge verabreicht wird, da das Erstgemelk der Kuh den zehnfachen bis zwölffachen Antikörpergehalt ihres Blutes hat (KIRCHGEßNER et al., 2008). Darüber hinaus sinkt die Durchlässigkeit des Kälberdarms für großmolekulare Immun-Gammaglobuline sehr schnell, so dass der direkte Übertritt der Immunglobuline vom Darm in die Blutbahn des Kalbes nicht lange möglich ist (KIRCHGEßNER et al., 2008).

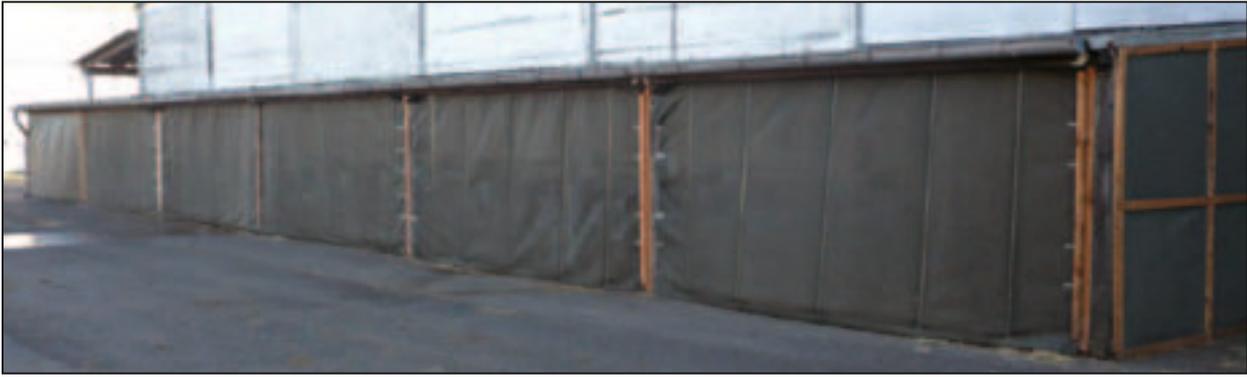
Das Kalb bleibt 14 Tage im Iglu und bekommt zwei Mal täglich Milch. Bei den ersten drei Mahlzeiten werden das Kolostrum der Mutter und anschließend bei jeder Mahlzeit drei Liter Mischkolostrum vertränkt. Letzteres wird ebenfalls mit drei Gramm Zitronensäure pro Liter Milch angesäuert und hat eine Tränktemperatur von 23°C. Zusätzlich zu den zwei Milchtränken erhalten alle Kälber im Iglu täglich frisches Wasser ad libitum angeboten. Es wird ebenso wie auch die Milch in Nuckeleimern verabreicht.

Ab dem 7. Lebenstag bekommen die Tiere eine Total-Misch-Ration der melkenden Kühe als Beifutter ad libitum angeboten, damit eine rasche Entwicklung zum Ruminantia gefördert wird. Eine separate Kraftfuttergabe erfolgt im Iglu nicht. Um den Kälbern optimale Aufwuchsbedingungen zu bieten, ist vor der Reihe der Iglus ein verschließbarer Vorhang angebracht. Dieser kann bei ungünstigen Witterungsbedingungen wie Regen, Wind oder Kälte verschlossen werden. In Abbildung 3 und 4 sind die Kälberiglus im Versuchsbetrieb offen und geschlossen dargestellt.



*Abb. 3 Kälberiglus mit geöffnetem Vorhang*

Hat das Kalb seinen 14. Lebenstag erreicht, beginnt die nächste Phase der Kälberaufzucht. Es wird gemeinsam mit sieben weiteren Artgenossen in eine »Pieper-Kälber-Datsche« eingestallt (Abb. 5).



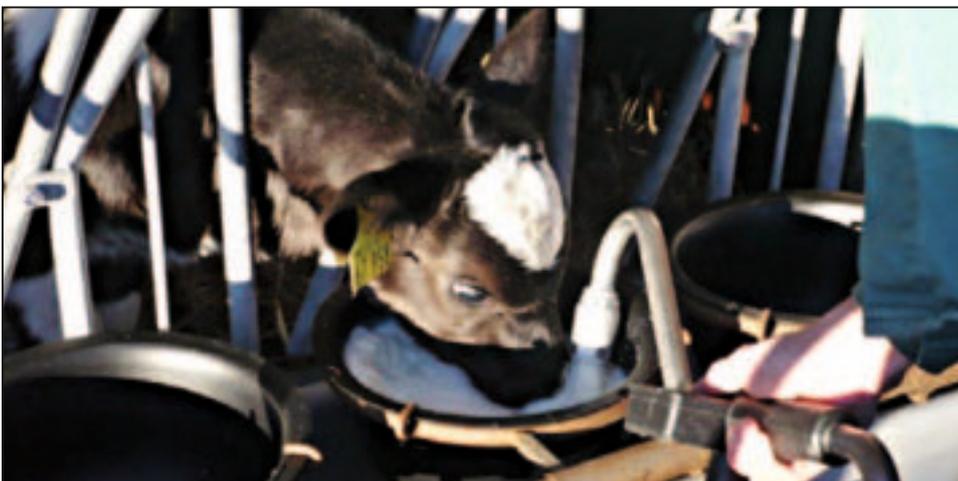
*Abb. 4 Kälberiglus mit geschlossenem Vorhang*



*Abb. 5*

*Kälber- Datsche*

Hier verbleiben die Kälber bis zum 95. Lebenstag, wobei die Tränke bis zum 75. Lebenstag analog zur Iglu-Tränke erfolgt (2 Mal täglich drei Liter angesäuertes Mischkolostrum bei 23°C Tränktemperatur). Ab dem 76. Lebenstag bekommen die Kälber zwei Mal täglich eine 1:1 Mischung von Wasser und Milch (insgesamt 3 l / Mahlzeit). Ab dem 91. Lebenstag werden sie mit Wasser abgetränkt. Dabei erhalten sie zwei Mal täglich drei Liter Wasser anstatt Milch. Die Tiere nehmen in der Kälber-Datsche die Milch nicht mehr aus Nuckeleimern sondern aus Tränkschalen auf (Abb. 6).



*Abb. 6*

*Milchdarbietung  
in der Kälber-  
Datsche über  
Tränkschalen*

Diese sind umklappbar an den Futtertrögen der Frontseite angebracht. Die Milchverteilung wurde mit einem Milchtaxi der Firma Holm & Laue optimiert (Abb. 7).



*Abb. 7*

*Milchtaxi der Firma Holm und Laue*

Dies ermöglicht eine genaue Einhaltung von Temperatur und Dosiermenge der Tränkmilch. In der Kälber-Datsche befindet sich an der Rückseite eine Selbsttränke, durch die die Kälber warmes Wasser ad libitum aufnehmen können. Ein wesentlicher Aspekt während der Tränkperiode ist die Beifuttergabe. Dazu wird den Kälbern täglich eine Total-Misch-Ration der melkenden Kühe, ebenfalls ad libitum, angeboten. Eine separate Kraftfuttergabe erfolgt nicht. Im Bereich der Milchproduktion ist eine intensive Tränkphase bei der Aufzucht von Kälbern anzustreben, da mit zunehmender Lebendmasse am 56. Lebenstag das Alter zur Besamungsreife und damit das Erstkalbealter zurückgeht (SANFTLEBEN, 2010). Die Entwicklung von Milch bildendem Gewebe (Parenchym) beginnt laut KUNZ (2011) schon im Embryonalstadium des Kalbes und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Einer dieser Faktoren ist die Energie- und Proteinaufnahme der Kälber in den ersten Lebenswochen. Nach Untersuchungen von BROWN et al. (2005) führt eine erhöhte Aufnahme von Protein und Energie in der Tränkphase zu einer gesteigerten Bildung von Parenchymgewebe. Ähnliche Ergebnisse zeigt das Phänomen der »metabolischen Programmierung«, welches eine Optimierung der Stoffwechselfgesundheit der späteren Milchkuh durch das Fütterungsniveau während ihrer Zeit als Fetus bzw. als Tränkkalb beschreibt (SANFTLEBEN, 2010). Der Autor sagt weiterhin, dass eine kurzfristige ernährungsseitige Stimulation während der ersten Lebenswochen den metabolisch-endokrinologischen Status eines Tieres lebenslang beeinflussen und sich positiv auf die Erstlaktationsleistung auswirken kann. Dieses Ergebnis wird durch eine intensive Milchgabe in den ersten 56 Lebenstagen eines Kalbes erreicht. Ab dem 56. Lebenstag sollte die Fütterung der Aufzucht-kälber jedoch mehr auf die Entwicklung des Pansens ausgelegt werden als auf die Maximierung des Protein- und Energieeintrages über die Milchtränke. Nach Untersuchungen von DANIELS et al. (2009) wird bei energie- und proteinreicher Fütterung ab der 8. Lebenswoche die Bildung von Parenchym nicht

mehr beeinflusst, lediglich die Masse des Eutergewebes steigt an. Bei hohen Zunahmen vor dem Eintritt in die Geschlechtsreife kann es zu einer Verfettung von Euteranlage und Gebärmutter und damit zu negative Folgen hinsichtlich der späteren Milchleistung kommen (KUNZ, 2011). Aus diesem Grund wird die Milchtränke im Versuchsbetrieb ab dem 75. Lebenstag um die Hälfte reduziert, so dass die Kälber mehr Beifutter aufnehmen und sich das Verdauungssystem mit einem funktions- und leistungsfähigen Pansen bestmöglich entwickeln kann.

Wenn das jüngste Tier einer Datsche den 95. Lebenstag erreicht hat, ist die Tränkperiode abgeschlossen und die Kälber werden in die nächste Gruppe umgestallt.

Eine Besonderheit der Kälber-Datsche ist die Form der Entmistung. Das wöchentliche Ausmisten und tägliche Überstreuen erfordern ein hohes Maß an Arbeitsorganisation, da bei suboptimaler Durchführung schnell viel Arbeitszeit verloren geht und damit die wirtschaftliche Effizienz der Produktion sinkt. Im Prozess der Entmistung werden im ersten Arbeitsschritt Anschlüsse für Wasser und Strom an der Rückseite entfernt sowie im unteren Bereich der Datsche eine Klappe hoch gestellt (Abb. 8).



*Abb. 8*

*Rückseite der Kälber-Datsche  
beim Entmisten*

Mit einem speziell gefertigten Anbaugerät kann die Datsche mittels Frontlader im zweiten Arbeitsgang vorn angehoben und zurückgezogen werden. Die Kälber können in der Datsche mitlaufen, ohne zusätzlichen Stressfaktoren durch Ein- und Ausställen ausgesetzt zu sein (Abb. 9).

Ist die Kälber-Datsche vorgezogen, kann der dahinter frei zugängliche Mist entfernt und der Stellplatz mit frischem Stroh eingestreut werden (Abb. 10).

Anschließend, im letzten Arbeitsschritt, erfolgt das Zurückschieben der Datsche, die Rückfront wird geschlossen und das Stromkabel sowie der Wasserschlauch wieder angebracht. Mit der Kälber-Datsche ist es möglich, den nötigen Arbeitsfluss kontinuierlich beizubehalten und die Arbeitszeit optimal auszunutzen.

Bei der Analyse des Aufzuchtverfahrens kristallisierte sich ein Problem heraus. Die Anpassung der Kälber an die Tränkschale in der Kälber-Datsche ist tierindividuell sehr unterschiedlich und zum Teil zeitintensiv. Um dieses Problem zu vermeiden, wurde in dem durchgeführten Versuch die Umstellung auf die Schalenränke in die Zeit der Einzelhaltung vorverlegt.

*Abb. 9*

*Während der Entmistung laufen die Kälber stressfrei in der Datsche mit*



*Abb. 10*

*Die Kälber-Datsche während der Entmistung*



### **3. Material und Methoden**

Während des Versuchs erfolgte die Milchgabe im Iglu anstatt über Nuckeleimer vom 1. bis 14. Lebenstag bereits ab dem 8. Lebenstag mittels Tränkschalen. Wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, sind die Schalen an der Innenseite des Gitters angebracht. Sie sind umklappbar und zur Reinigung leicht zu entnehmen. Eine frühere Umstallung der Kälber vom Iglu in die Kälber-Datsche sollte bei der frühen Anpassung an die Schalen schon ab dem 10. Lebenstag möglich sein. Eine zusätzliche Gewöhnung der Tiere an die Tränkschalen ist in der Datsche dann nicht mehr nötig.

Erfasst wurden Lebendmasseentwicklung, Nährstoffaufnahme, Krankheitsgeschehen und Tränkverhalten der Kälber. Darüber hinaus wurde eine Arbeitszeitanalyse durchgeführt und der Strohverbrauch in den beiden Haltungssystemen Iglu und Kälber-Datsche ermittelt.



Abb. 11

Kalb im Iglu mit Tränkschale

Um einen Überblick über die Tränkmethode zu geben, ist in Abbildung 12 eine schematische Darstellung des Systems dargelegt.

In dem Versuch wurden die Parameter Lebendmasseentwicklung und Nährstoffaufnahme an 38 weiblichen Kälbern untersucht. Davon bekamen 18 Kälber die Milch erst in der Kälber-Datsche (bei Einstellung) aus Tränkschalen dargeboten und 20 wurden schon im Iglu an die Schalen gewöhnt. Das Krankheitsgeschehen und das Tränkverhalten konnte darüber hinaus nicht nur bei den Versuchskälbern erfasst werden, sondern bei allen männlichen und weiblichen Kälbern, die in diesem Zeitraum im Bestand geboren wurden. Einschließlich der 38 Versuchskälber betraf dies 163 Kälber im Iglu sowie 64 weibliche Tiere in der Kälber-Datsche. Bei den männlichen Kälbern endete die Dokumentation mit dem Verkauf zur Mast (ab 14. Lebenstag). Das gesamte Tiermaterial gehört zur Rasse Deutsche Holsteins.

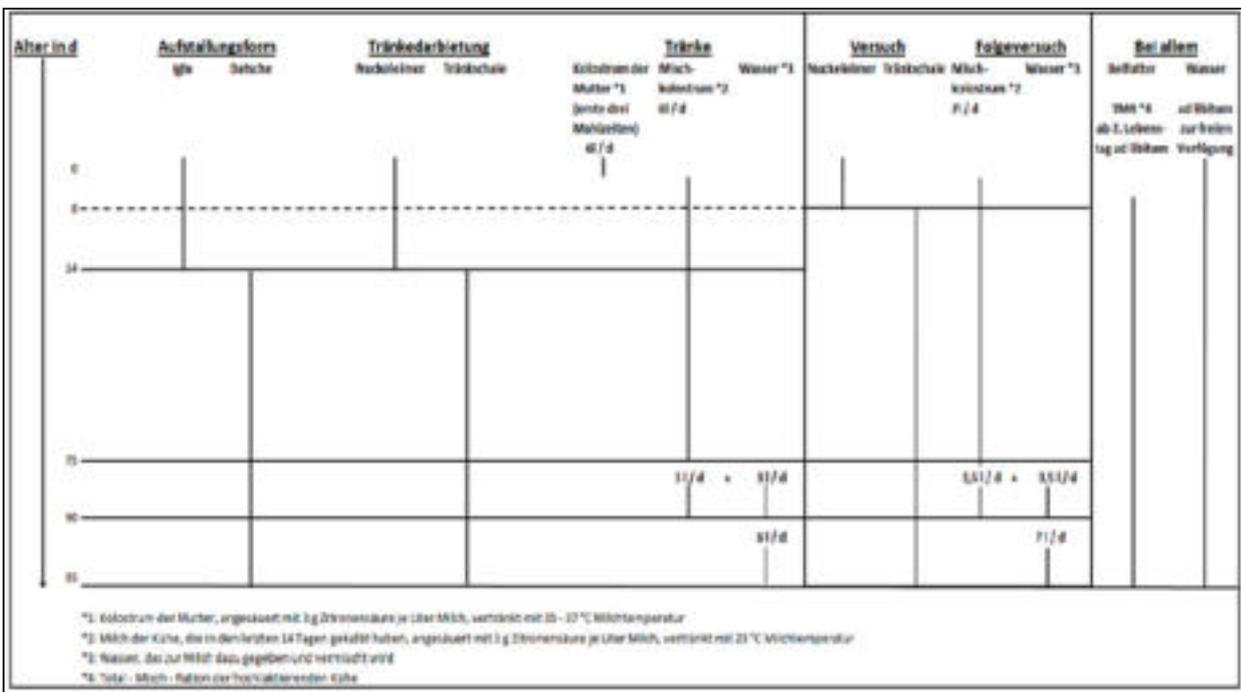


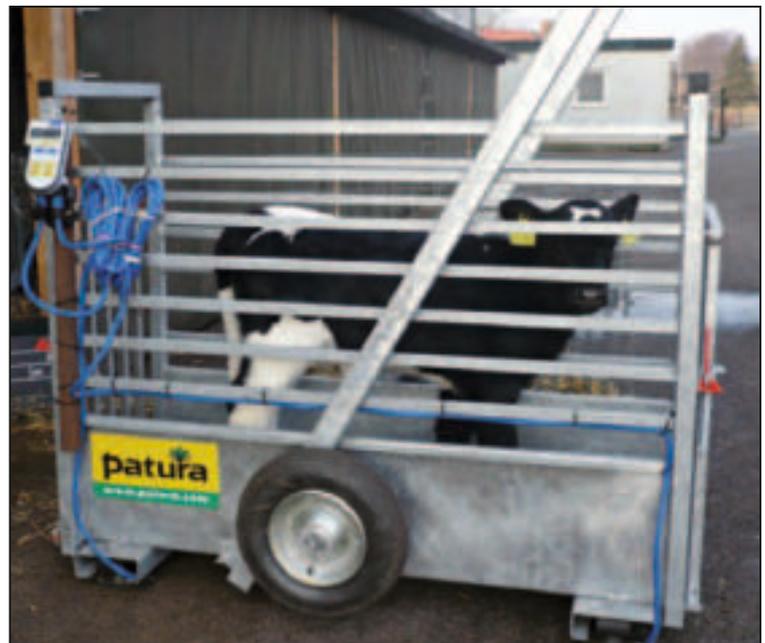
Abb. 12 Schematische Darstellung des Tränksystems mit Nuckeleimer und Tränkschale zu unterschiedlichen Umstellungszeiten im Versuchsbetrieb

Bei jeder Kalbung wurde der Kalbeverlauf bestimmt. Die genaue Klassifizierung ist Tabelle 1 zu entnehmen.

*Tab. 1 Klassifizierung des Kalbeverlaufs in verschiedene Bereichsklassen und deren Interpretation*

<b>Klasse</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Interpretation</b>
1	leicht	ohne Hilfe
2	mittel	1 Helfer oder leichter Einsatz mechanischer Zughilfe
3	schwer	> 1 Helfer, Einsatz mechanischer Zughilfe oder Tierarzt

Jedes Kalb wurde nach der Geburt, vor dem Einstellen in das Iglu, mit einer Durchlaufwaage der Firma Patura gewogen (Abb. 13).



*Abb. 13*

*Wägung eines Kalbes mit Durchlaufwaage der Firma Patura*

Diese Wägung galt als Startwert zur Gewichtserfassung. Jedes weibliche Kalb wurde beim Ausstallen aus dem Iglu zum zweiten Mal gewogen. Die Wägung aller Versuchstiere erfolgte während der Gruppenhaltung einmal wöchentlich vor der Abendtränke. Die technische Genauigkeit der Waage betrug im Bereich 0-99,9 kg 200 g, ab 100 kg lag diese bei 500 g.

In der Angewöhnungsphase an die Tränkschalen wurden die benötigte Arbeitszeit und das Verhalten der Kälber bei jeder Mahlzeit dokumentiert. Wenn Kälber ihre Milch bei einer Mahlzeit nicht vollständig aufgenommen hatten, wurde dies erfasst. Damit konnte analysiert werden, wie viel Milch jedes Kalb aufgenommen hat. Um die Nährstoffaufnahme festzustellen, wurden an einem Tag pro Woche Proben der Tränkmilch genommen und vom

Landeskontrollverband Brandenburg auf ihren Nährstoffgehalt untersucht. Da die Kälber in den Datschen nicht nur Milch und Wasser aufnehmen, sondern verstärkt Beifutter, wurden auch dessen Nährstoffgehalte ermittelt. Es wurden Proben der Total-Misch-Rationen, der Silagen und der Kraftfuttermittel genommen und vom Blgg Deutschland Analytiklabor in Parchim untersucht. Die wesentlichen Bestandteile der Ration waren Grassilage, Luzernesilage, Silage von in der Teigreife geernteten Roggen-Ganzpflanzen (BBCH 85) sowie Silage von im Schossen (BBCH 35) geschnittenem Futterroggen, weiterhin getoastete Lupinen, Roggenschrot und siliertes Feuchtweizenschrot. Ergänzungsfuttermittel in den Rationen waren Lactal Öko und Viehsalz. An zwei Tagen pro Woche wurde mittels Ein- und Auswaage des Futters bzw. des Restfutters die Beifutteraufnahme ermittelt.

Ein weiterer wichtiger Parameter der Erhebungen ist das Krankheitsgeschehen. Es wurden sämtliche Erkrankungen nach Art, Schwere und Dauer bei allen betroffenen Kälbern im Iglu und bei 64 Versuchskälbern in den Datschen aufgenommen. Bei Verdauungsstörungen wurde eine Gruppierung nach Schweregrad vorgenommen. Diese Einteilung ist in Tabelle 2 ersichtlich.

*Tab. 2 Klassifizierung des Schweregrads von Verdauungsstörungen (VS)*

<b>Schwere der VS</b>	<b>Merkmalsunterschiede des Kotes</b>
leicht	geringe Konsistenzveränderung (fest zu breiig) leichte Farbveränderung zum Gelben
mittel	breiig, bleibt aber noch am Stroh haften
schwer	stark wässrig

Die in Tabelle 2 dargelegte Klassifizierung lässt eine genaue Einstufung und Wichtung der Erkrankungsschwere zu, auf deren Grundlage eine Entscheidung zur Behandlung getroffen wird. Generell werden Verdauungsstörungen im Versuchsbetrieb nur mit Elektrolyttränke in Milch und in Wasser sowie durch die Gabe von Pfefferminztee und Wärme behandelt. Tritt jedoch ein besonders schwerer Fall einer Verdauungsstörung auf, wird ein Tierarzt zur Behandlung hinzugezogen. Atemwegserkrankungen wie Pneumonien stellen ein größeres Problem dar und lassen sich in der Regel nicht wie Verdauungsstörungen mit einfachen Mitteln behandeln. In diesem Fall wird die Behandlung durch einen Tierarzt durchgeführt. Die Dokumentation der Behandlungstage und Behandlungsdauer sind zusätzlich Bestandteil der Untersuchung.

## 4. Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse sind eine wichtige Grundlage für die weitere Forschung im ökologischen Landbau, speziell unter NOP-Bedingungen. Da es sehr wenige Erhebungen in diesem Sektor gibt, müssen zur Diskussion zum Vergleich die Daten von konventionellen Betrieben herangezogen werden. Die Kalbeverläufe stellen dabei den ersten Teil der Analyse dar. Die vorgenommene Einteilung dazu ist aus Tabelle 1 zu entnehmen.

In Tabelle 3 wird der Kalbeverlauf von insgesamt 156 Tieren, unterteilt in Kühe und Färsen, dargestellt. Im Versuchszeitraum wurden die Kalbeverläufe von 54 Färsen und 102 Kühen aufgenommen.

Tab. 3 Kalbeverläufe (%) im Versuchszeitraum (n = 156)

Kalbeverlauf	Kühe (n = 102 )	Färsen (n = 54)
leicht	93	79
mittel	6	15
schwer	1	6

Es wird deutlich, dass bei den Kühen weit weniger Probleme bei Abkalbungen aufgetreten sind als bei Färsen. Lediglich eine Schweregeburt (1 %) trat bei 102 Kühen auf, aber 3 Schweregeburten (6 %) bei 54 Abkalbungen von Färsen.

Die im Vorfeld als »Startwert zur Gewichtserfassung« bezeichneten Geburtsgewichte werden in Tabelle 4 ebenfalls in die Kategorien Kühe und Färsen unterteilt, sowie zwischen männlichen und weiblichen Kälbern unterschieden. Zusätzlich wird hier der Gesamtdurchschnitt der Geburtsgewichte aller Kälber aufgeführt.

Tab. 4 Geburtsgewichte (kg) bei Kalbungen von Kühen und Färsen im Versuchszeitraum

Kalbungen (Anzahl)	weiblich	männlich	gesamt
gesamt (138)	41,3	44,5	42,9
von Färsen (46)	38,1	42,0	40,1
von Kühen (92)	42,8	45,6	44,2

Wie zu erkennen ist, liegt das durchschnittliche Geburtsgewicht der Kälber im Versuchsbetrieb bei 42,9 kg. Männliche Kälber sind dabei schwerer als die weiblichen.

Nachdem das Geburtsverhalten und die Geburtsgewichte vorgestellt worden sind, werden

im Zusammenhang dazu Totgeburtenraten und die Aufzuchtverluste betrachtet, um mögliche Korrelationen feststellen zu können. Bezogen auf den durchgeführten Versuch wurden im gleitenden Herdenschnitt die Aufzuchtverluste der Kälber im Alter vom 1. bis 100. Lebenstag aufgenommen. Diese Zahl belief sich auf 3 Kälber (2 %). Bei 163 Kalbungen in diesem Zeitraum waren 10 Totgeburten zu verzeichnen (Totgeburtenrate: 6,1 %).

Ein wesentlicher Anteil der Untersuchungen galt der Lebendmasseentwicklung der weiblichen Aufzuchtälber. In Abbildung 14 ist die ermittelte Lebendmasseentwicklung der Kälber in Abhängigkeit vom Alter zum Zeitpunkt der Zwischenauswertung per 20.03.2011 dargestellt.

Die dabei durch Regressionsanalyse hergeleitete Funktion spiegelt mit einem  $R^2$  von 0,929, also einer sehr hohen Sicherheit, die Lebendmasseentwicklung der weiblichen Kälber im Versuchsbetrieb zu diesem Zeitpunkt wider. Demnach weisen die Kälber mit dem Erreichen des 56. Lebenstages eine Körpermasse von durchschnittlich 73 kg auf. Am 84. Lebenstag hatten die Kälber 101 kg erreicht. Die Tendenz der Gewichtsentwicklung ist ebenso in den täglichen Zunahmen erkennbar. Diese liegen während der achten Lebenswoche bei 577 Gramm und bei 717 Gramm in der zwölften Lebenswoche.

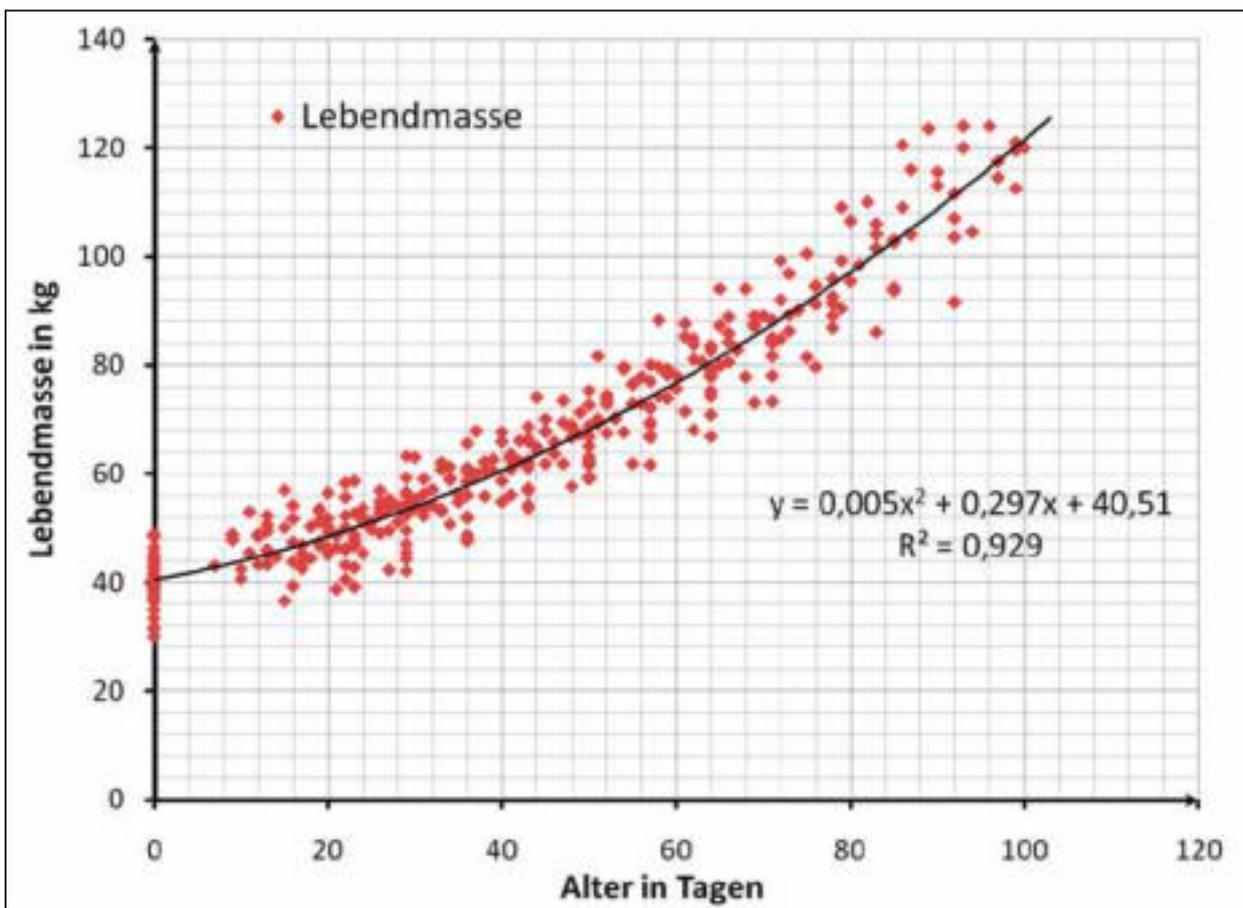
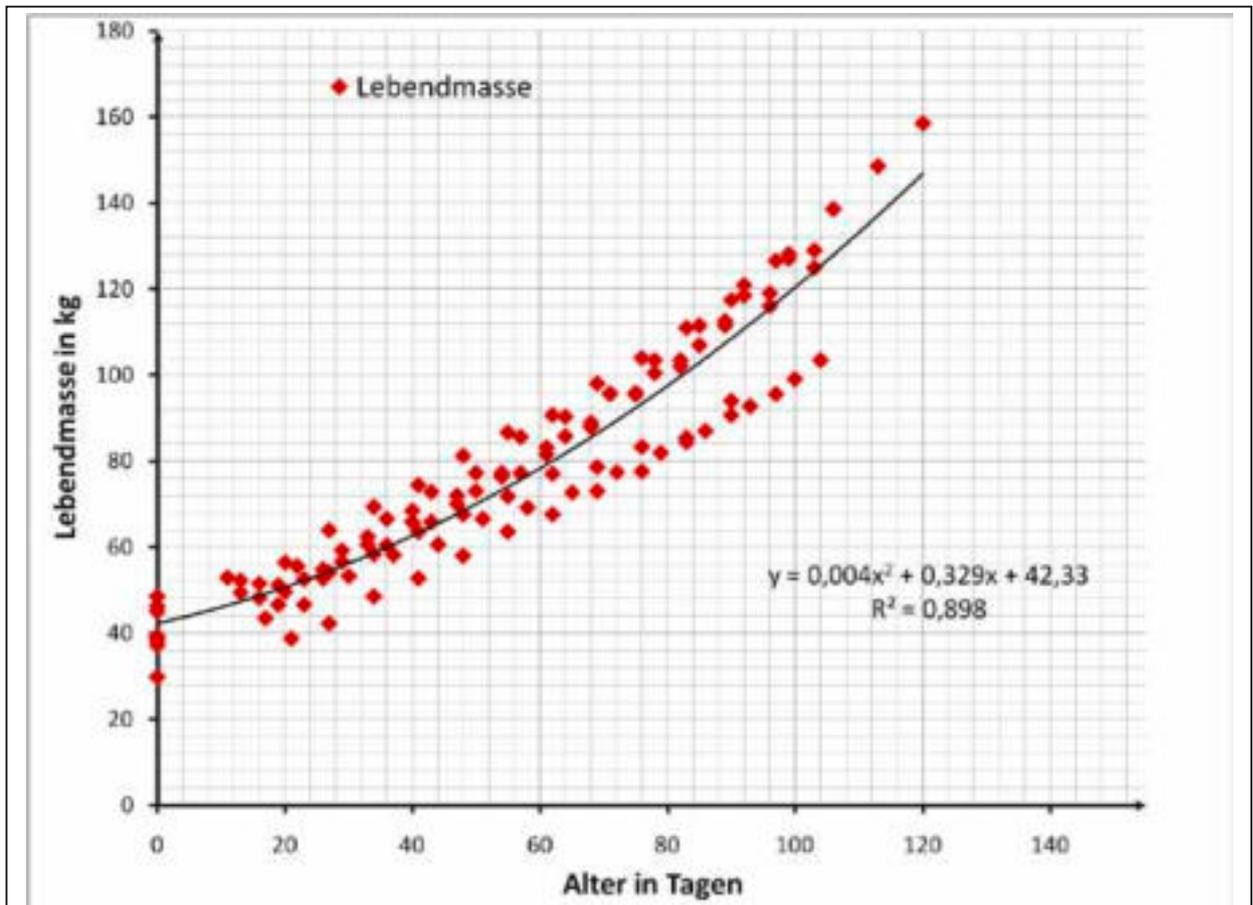


Abb. 14 Lebendmasseentwicklung der weiblichen Kälber bei Gabe von 6 l Milch je Tier und Tag

Da bei der Zwischenauswertung festgestellt wurde, dass die Kälber im Vergleich zu Literaturwerten in der 8. und 12. Lebenswoche ein Defizit von 2 kg aufwiesen, wurde ab dem 21.03.2011 ein Liter mehr Milch je Tier und Tag vertränkt. Daraus ergab sich die in Abbildung 15 dargestellte Lebendmasseentwicklung.



*Abb. 15 Lebendmasseentwicklung der weiblichen Kälber bei Gabe von 7 l Milch je Tier und Tag*

Aus Abbildung 15 geht hervor, dass die Kälber mit der höheren Tränkmenge im Vergleich zu den in Abbildung 14 dargestellten schneller an Körpermasse zunehmen. Deutlich wird hier jedoch auch, dass sich einige Kälber schlechter entwickeln als der Rest der Versuchsgruppe. Im Abschnitt Diskussion wird darauf genauer eingegangen.

Natürlich ist die Lebendmasseentwicklung stark abhängig von der Beifutteraufnahme der Versuchskälber. Wie oben schon erwähnt, wird im Versuchsbetrieb als Beifutter lediglich eine Total-Misch-Ration (TMR) der melkenden Kühe gefüttert. Im Zeitraum des Versuchs wurden insgesamt 2 verschiedene TMR verwendet. Mit einem durchschnittlichen Energiegehalt von 6,5 MJ NEL/kg TS und einem Proteinanteil von 13,4 % in der Trockenmasse der Ration nahm jedes Kalb im Alter von 8 Wochen 0,36 kg Trockenmasse der TMR pro Tag auf. Mit fortschreitendem Alter, in der 12. Lebenswoche, stieg die Trockenmasseaufnahme aus der Ration auf 1,14 kg je Tier und Tag an.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der mit der Lebendmasseentwicklung in einem Zusammenhang zu sehen ist, ist das Krankheitsgeschehen. Während des Versuchs sind zwei Arten von Erkrankungen bei den Kälbern aufgetreten, zum einen Verdauungsstörungen (VS) und zum anderen Atemwegserkrankungen (AWE). Den größten Anteil hatten dabei VS. In Tabelle 5 sind die Anzahl der Erkrankungen, deren Art und das örtliche Auftreten über den gesamten Versuchszeitraum gelistet. Unter »Sonstige« sind Erkrankungen wie Panaritium, Verletzungen u.a. aufgeführt.

*Tab. 5 Anzahl der Erkrankungen*

	<b>Verdauungsstörungen</b>	<b>Atemwegserkrankungen</b>	<b>Sonstige</b>
gesamt	99	3	0
Iglu (n = 97)	94	3	0
Datsche (n = 5)	5	0	0

Wie in Tabelle 5 zu erkennen ist, sind VS gehäuft aufgetreten. Im Material- und Methodenteil ist eine Klassifizierung dieser Gesundheitsstörungen in die Bereiche leicht, mittel und schwer vorgenommen worden (Tab. 3). Im Versuchszeitraum sind 25 % der VS leicht verlaufen, während 53 %, also der größte Anteil, mittelschwer verlaufen ist. 22 % der Erkrankungen dieser Art liegen in der Bereichsklasse »schwer«. Allein die Klassifizierung gibt jedoch nicht genügend Aufschluss über die Auswirkungen der Erkrankungen. Um diese einschätzen zu können, muss auch die Erkrankungsdauer sowie die -häufigkeit berücksichtigt werden. Die Kälber, die mit VS im Iglu erkrankten, waren durchschnittlich 2,8 Tage lang krank, bezogen auf den gesamten Iglu-Bestand lag dieser Wert bei 2,1 Krankentagen je Kalb. In der Datsche waren die erkrankten Kälber lediglich 2 Tage krank. Insgesamt ließ sich eine Erkrankungsdauer von 0,16 Tagen je Kalb in den Datschen ermitteln. Bei den drei Fällen von Lungenentzündungen, die im Iglu aufgetreten sind, lag die Dauer der Erkrankungen bei 5,3 Tagen. Letztendlich wurde eine Erkrankungshäufigkeit im Iglu von 64,2 % und in den Datschen von 7,8 % festgestellt. Insgesamt wurden im Versuchszeitraum 4 Kälber vom Tierarzt behandelt. Dabei sind drei Fälle von Atemwegserkrankungen und ein Fall von schwerer Verdauungsstörung mit enormer Dehydration als Folgeerscheinung diagnostiziert worden. Bezogen auf alle untersuchten Kälber im Iglu ergaben diese Werte 0,02 Behandlungstage je Kalb im Iglu und 0,01 Behandlungstage je Kalb in den Kälber-Datschen.

Ein weiterer Bestandteil der Untersuchungen zur früheren Umstellung der Kälber auf die Tränkschale ist die benötigte Arbeitszeit, die bei beiden Systemen für die Angewöhnung

erforderlich ist (Anpassung der Kälber an Aufnahme der Milch aus Tränkschale im Iglu und in der Kälber-Datsche). Die Analyse des Arbeitszeitbedarfs ergab, dass für jedes Kalb, das erst in der Kälber-Datsche an die Tränkschale gewöhnt wurde, ein Arbeitszeitaufwand von 21,5 min für die Anpassung notwendig war. Im Gegensatz dazu braucht eine Arbeitskraft insgesamt nur 14,4 min je Kalb aufzuwenden, wenn die Angewöhnung schon im Iglu durchgeführt wird.

## 5. Diskussion

Die Analyse der Kalbeverläufe (Tab. 3) ergab, dass ein Großteil der den Bereichsklassen mittel und schwer zugeordneten Geburten bei Färsen vorgekommen ist. Bei 72 % dieser Kalbungen wurden männliche Kälber geboren.

Betrachtet man die Geburtsgewichte der Kälber (Tab. 4), so werden Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Kälbern und darüber hinaus auch zwischen Kälbern von Kühen und Färsen offensichtlich. Männliche Kälber sind durchschnittlich 3,2 kg schwerer als weibliche und die Kälber der Färsen sind im Durchschnitt 4,1 kg leichter als die der Kühe. Die Erkenntnis, dass die männlichen Kälber schwerer sind als die weiblichen und dass ein Großteil der Geburten mit Problemen bei männlichen Kälbern auftritt, lässt vermuten, dass dieser Umstand auch eine Ursache für einen Teil der Schweregeburten bei den Färsen ist. Diese Annahme wird durch Untersuchungen von JUNGE et al. (2003) bestätigt. Die Autoren beschreiben einen engen Zusammenhang zwischen den höheren Geburtsgewichten der männlichen Kälber (im Vergleich zu weiblichen Kälbern) und dem Auftreten von Totgeburten. Als wichtigste Ursache für Schwer- und Totgeburten gilt nach JUNGE et al. (2003) besonders bei Färsenkalbungen die Inkompatibilität zwischen Größe des Kalbes und den Beckenmaßen der Kuh.

In Tabelle 6 werden die Aufzuchtverluste und Totgeburtenraten im Versuchsbetrieb für das Jahr 2010 mit den Totgeburten und Verlusten im Versuchszeitraum vergleichend gegenübergestellt.

*Tab. 6 Totgeburten und Aufzuchtverluste*

<b>alle Angaben im gleitenden Herdenschnitt</b>	<b>Totgeburten in %</b>	<b>Aufzuchtverluste in % - 100. LT)</b>
2010 (n = 368 Tiere)	4,0	3,0
Versuchszeitraum (n = 163 Tiere)	6,1	2,0

Im Jahr 2010 hatte der Betrieb eine Totgeburtenrate von 4,0 %, welche zugleich als Normalwert für dieses Unternehmen gilt. Dagegen wurde im Versuchszeitraum eine Rate von 6,1 % ermittelt. Hier lässt sich ein Bezug zu den Geburtsverläufen von Färsen mit männlichen Kälbern herstellen, denn 50 % der Totgeburten sind bei diesen zu verzeichnen. Das macht deutlich, dass in diesem Bereich das höhere Gewicht der männlichen Kälber Probleme bereitet. Es lässt sich jedoch nicht allein damit ein so hoher Wert bei den Totgeburten begründen. Einer der wichtigsten Gründe ist mangelnde Tierbeobachtung, weil im Versuchszeitraum neues Personal eingearbeitet werden musste. Sonst hätte oftmals eher in das Geburtsgeschehen eingegriffen und die Totgeburtenrate dadurch gesenkt werden können. Nach KASKE und KUNZ (2007) stellen unbeaufsichtigte Geburten ein Kardinalproblem in der Kälberaufzucht dar.

Die Aufzuchtverluste lagen im Jahr 2010 im gleitenden Herdenschnitt bei 3,0 %, während sie, bezogen auf die Zeit des Versuchs, bei 2 % lagen. Die Ursache dafür liegt zum Teil bei der Witterung. Der Versuch verlief über die Wintermonate. In diesem Zeitraum hatten die Kälber mit teils extremen Witterungsbedingungen von bis zu minus 18 °C, starkem Wind und häufigem Schneefall zu kämpfen. Da laut KIRCHGEBNER et al. (2008) die thermoneutrale Zone eines Kalbes zwischen 5 und 15 °C liegt, mussten die Kälber also zusätzliche Energie zur Erhaltung aufbringen. Diese muss von der Energiemenge, die für den Körpermassezuwachs bereitgestellt wird, abgezogen werden. Obwohl vor den Iglus ein vor Witterungseinflüssen schützender Vorhang angebracht ist, machen sich zum einen die niedrigen Temperaturen und zum anderen eine oftmals sehr hohe Luftfeuchtigkeit über die Wintermonate bei der Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen und letztendlich bei den Aufzuchtverlusten bemerkbar.

Ein weiterer Untersuchungsbestandteil ist die Lebendmasseentwicklung der weiblichen Aufzucht-kälber. In Abbildung 14 erkennt man deutlich, dass die Tiere mit zunehmendem Alter höhere Gewichtszunahmen als in den ersten Lebenswochen erreichen. Mittels Regressionsanalyse kann die Gewichtsentwicklung zu zwei unterschiedlichen Terminen (56. LT und 84. LT) berechnet werden, um diese mit Untersuchungsergebnissen aus der Literatur zu vergleichen. Tabelle 7 zeigt die Gewichtsentwicklung der Kälber während einer Zwischenauswertung per 20.03.2011. Dabei wird deutlich, dass die Kälber zu beiden Terminen die Vergleichswerte von SANFTLEBEN (2010) um 3 kg in der 8. Lebenswoche und 2 kg in der 12. Lebenswoche unterschreiten und darüber hinaus auch die Richtwerte von STEINHÖFEL (2011) um 2 kg am 56. Lebenstag. Bei der Betrachtung der täglichen Lebendmassezunahmen spiegelt sich dies ebenso wider (Tab. 8).

Tab. 7 Lebendmasseentwicklung weiblicher Aufzuchtrinder (kg)

	8. Lebenswoche	12. Lebenswoche
<b>Versuch</b>	73	101
<b>Sanftleben, 2010</b>	76	103
<b>Steinhöfel, 2011</b>	> 75	-

Tab. 8 Lebendmassezunahme ab Geburt (g/d)

	8. Lebenswoche	12. Lebenswoche
<b>Versuch</b>	577	717
<b>Sanftleben, 2010</b>	637	746
<b>Steinhöfel, 2011</b>	> 600	-

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde sofort reagiert. Seit dem 21.03.2011 erhielt jedes Kalb einen Liter mehr Milch pro Tag. Abbildung 15 zeigt die Gewichtsentwicklung der Kälber, die ab einem Alter von durchschnittlich 26 Tagen einen Liter mehr Milch pro Tag bekommen haben. Hier ist deutlich zu erkennen, dass in dieser Gruppe einige Kälber (3) enthalten waren, die enorm hinter der durchschnittlichen Entwicklung der restlichen Kälber (5) zurückliegen. Die Ursache liegt dabei im Krankheitsgeschehen. Alle drei Kälber, die nicht der gewünschten Entwicklung entsprachen, litten über einen Zeitraum von 5 bis 8 Tagen im Iglu an Durchfall- und Atemwegserkrankungen. Die Auswirkungen spiegeln sich in der weiteren Gewichtsentwicklung wieder. Um dies deutlich zu machen, werden vergleichend in Abbildung 16 die Gewichtsentwicklung der Kälber dargestellt, die ohne Erkrankungen im Vorfeld herangewachsen sind, sowie die der Erkrankten. Im Einzelnen ergab die Verabreichung von einem Liter Milch mehr je Tag, dass die Lebendmasseentwicklung der gesunden Kälber mit 79,5 kg am 56. Lebenstag und 106,7 kg am 84. Lebenstag die gewünschten Richtwerte von SANFTLEBEN (2010) und STEINHÖFEL (2011) erreicht und teilweise sogar übertroffen haben. Jedoch ist Voraussetzung für diese Entwicklung der Kälber eine erkrankungsfreie Aufzucht. Die suboptimale Gewichtsentwicklung der im Iglu erkrankten Kälber könnte chronische Störungen der Verdauungstätigkeit, verursacht durch schwere Durchfallerkrankungen, als Ursache haben. Um diese Aussage untermauern zu können, wurde eine weitere Wägung dieser Gruppe 6 Wochen nach dem Ausstallen aus der Kälber-Datsche, durchgeführt. Die Ergebnisse (Abb. 16) zeigen, dass die im Iglu erkrankten Kälber den Rückstand nicht aufholen können und weiterhin eine suboptimale Lebendmasseentwicklung durchlaufen.

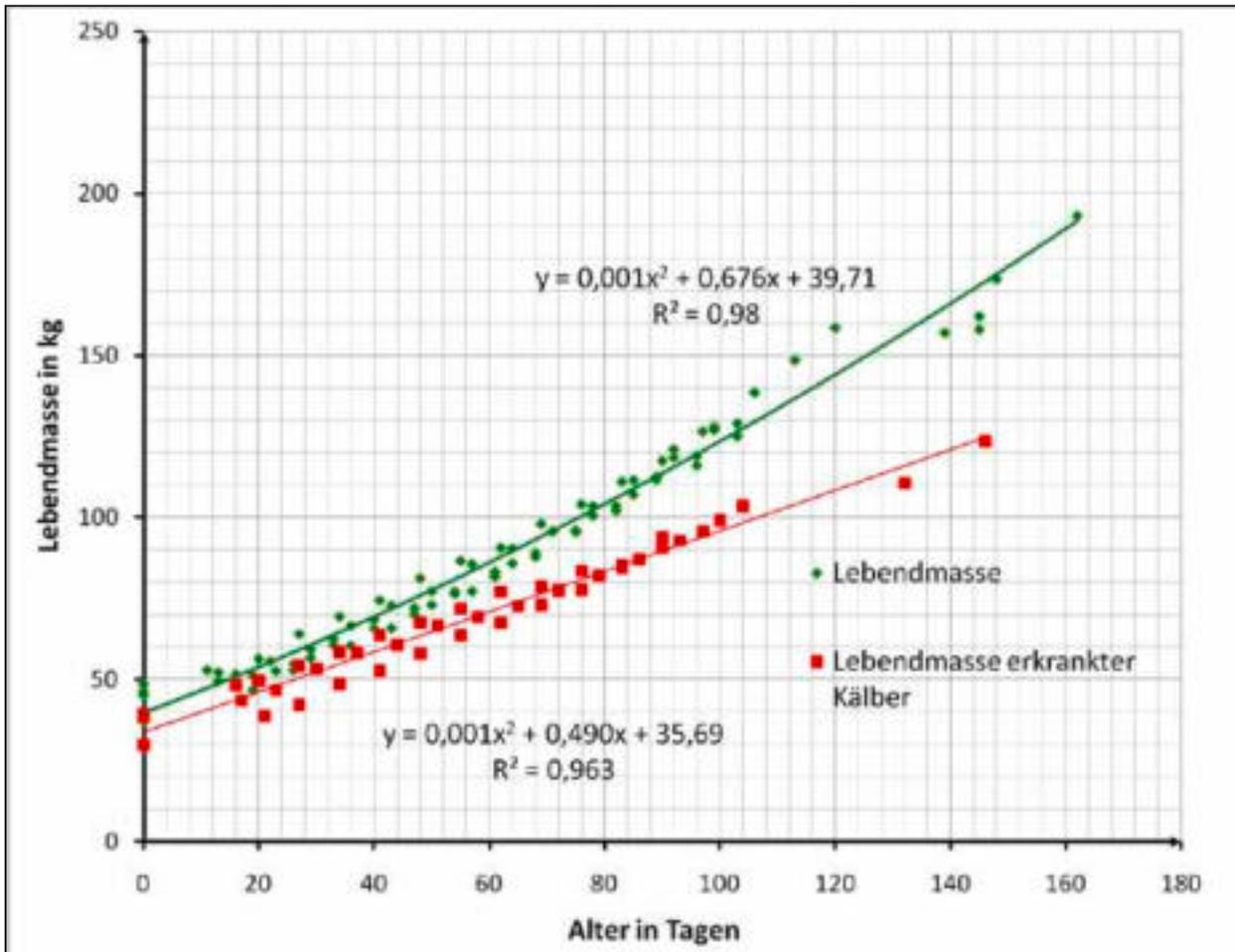


Abb. 16 Lebendmasseentwicklung der gesunden und kranken weiblichen Kälber mit 7 l Milchtränke je Tier und Tag

Die Aufnahme von Beifutter stellt in der Aufzucht von Kälbern zur Milchproduktion einen sehr wichtigen Abschnitt dar. Hier werden die Grundlagen für eine gute Pansenentwicklung und darüber hinaus zur Pansenzottenausprägung gelegt. Die Strukturwirksamkeit des Beifutters sorgt für eine Weiterentwicklung des Pansenvolumens sowie für eine Stimulierung der Pansenaktivität (KASKE und KUNZ, 2003). Durch den Anteil von Kraftfutter in der Totalmisch-Ration wird die Ausprägung der Pansenzotten beeinflusst. Einen großen Anteil daran hat die mikrobielle Kohlenhydratverdauung. Dabei werden Stärke und Zucker zu flüchtigen Fettsäuren wie Propion- und Buttersäure abgebaut, die das Wachstum der Pansenzotten besonders anregen (SPIEKERS, 2009). Die Ergebnisse des Versuchs zeigen, dass die Kälber anfänglich nur wenig Beifutter aufnehmen, sich aber schnell daran gewöhnen und schon am 56. Lebenstag durchschnittlich 350 g Trockenmasse von der TMR aufnehmen. Die Steigerung der Aufnahmemenge der vorgelegten Ration setzt sich kontinuierlich fort, so dass die Kälber am 84. Lebenstag durchschnittlich 1.140 g der TMR aufnehmen.

Die Entwicklung eines frohwüchsigen und widerstandsfähigen Kalbes ist nur möglich, wenn im Zeitraum der ersten Wochen, während dem das Kalb lediglich seinen passiv erworbenen Immunschutz besitzt, keine schwerwiegenden Erkrankungen auftreten.

Im vorliegenden Versuch waren die mit Verdauungsstörungen erkrankten Kälber in den Iglu nach durchschnittlich 2,8 Tagen wieder genesen. Behandelt wurden diese durch die Gabe von Elektrolyten in Milch, Wasser und Tee. Durch das Anbringen von Rotlichtlampen konnte der Verlust von Körperwärme vermindert werden. Die geringe Erkrankungsdauer macht deutlich, dass die gehäuft aufgetretenen Verdauungsstörungen nicht schwerwiegend waren. Nur bei sehr wenigen Kälbern (3), die im Iglu bis zu 8 Tage erkrankt waren, spiegelt sich dies in der weiteren Entwicklung der Lebendmasse wider (Abb. 6). AWE spielen im Versuchsbetrieb eine eher untergeordnete Rolle, da diese nur sehr selten auftreten. Bei insgesamt drei Kälbern traten AWE auf, die vom Tierarzt behandelt wurden. In der Kälber-Datsche sind im Vergleich zum Iglu sehr wenige Fälle von VS aufgetreten.

Ein Bestandteil des Versuchs war es, die Auswirkungen der früheren Umstellung der Kälber vom Nuckeleimer auf die Tränkschale bereits im Iglu, bezogen auf das Krankheitsgeschehen, zu untersuchen. Im Versuchszeitraum sind während dieser Umstellungsphase bei 4 von 64 Kälbern Verdauungsstörungen aufgetreten. Von diesen vier Fällen lagen drei in der Bereichsklasse »leicht« und nur bei einem Kalb wurde eine Verdauungsstörung der Klasse »mittel« diagnostiziert. Es lässt sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schalen-Tränke und dem Auftreten von Verdauungsstörungen während der Anpassungsphase feststellen. Die Schalen-Tränke ist somit nicht die Ursache für diese Erkrankungen.

Nach KIRCHGEBNER et al. (2008) ist für eine rasche Gerinnung des Milchcaseins durch das Labenzym beim Kalb die Verabreichung von Milch mit einer Temperatur von 35-38 °C erforderlich. Es stellt sich hier die Frage der physiologischen Verträglichkeit der sauren Tränke mit einer Milchtemperatur von 23°C, wie sie im Versuchsbetrieb zur Anwendung kommt. Die enzymatisch ablaufenden Verdauungsvorgänge werden durch die hohe Differenz zwischen Körpertemperatur des Kalbes und Temperatur der sauren Tränke, physikalisch beschrieben mit der »van-'t-Hoff'sche Regel«, enorm verlangsamt (KIRCHGEBNER et al., 2008). Die »van-'t-Hoff'sche Regel«, oder auch Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel genannt, besagt, dass chemische Reaktionen bei einer um 10 K erhöhten Temperatur doppelt bis viermal so schnell ablaufen (HOLLEMAN und WIBERG, 1995). Als Folge dessen können nicht völlig hydrolisierte Nährstoffe in die unteren Darmabschnitte kommen und durch bakterielle Fermentation Durchfälle verursachen (KIRCHGEBNER et al., 2008). Weiterhin schreiben KIRCHGEBNER et al. (2008), dass in der Praxis weichere Kotbeschaffenheit und durchfallartige Konsistenz über 10 bis 14 Tage nach der Umstellung auf dieses Tränkverfahren auftreten. Darüber hinaus sagen die Autoren jedoch auch, dass sich nach der Anpassungsphase des tierischen Organismus, der Säuregrad der Tränke stabilisierend auf die Verdauungsvorgänge auswirkt. JEROCH et al. (2008) und SPIEKERS et al. (2009) bestätigen diese Aussage. Demnach wird deutlich, dass die während des Versuchs sehr hohe Erkrankungshäufigkeit

von 64,2 % nicht in allen Fällen ernsthafte VS waren. Es ist anzunehmen, dass diese oftmals durch die Anpassung des Organismus an die saure Tränke verursacht worden sind. Es war zu beobachten, dass der Allgemeinzustand der Kälber während einer VS häufig keine klassischen Symptome aufwies. Die Kälber waren bewegungsfreudig, munter, aufmerksam und hatten in der Regel ein gesundes Saugverhalten. Klinische Parameter, die nach KASKE und KUNZ (2003) für eine infektionsbedingte VS sprechen, wie schwankender Gang, Festliegen oder eingesunkene Augen, traten nur in seltenen Fällen auf.

Um das Auftreten von Erkrankungen und deren Häufigkeiten in der Kälber-Datsche mit dem in anderen Haltungssystemen zu vergleichen, wurden die Ergebnisse von JÜLICH (2009) als Vergleich herangezogen. In Tabelle 10 wird die durchschnittliche Anzahl von Krankentagen, bezogen auf die Haltungssysteme »Multi Max«, »Iglu-Veranda« und »Warmstall« mit den Werten der Kälber-Datsche verglichen. Dabei gibt Tabelle 9 Aufschluss über das Einstellungsalter sowie die Anzahl der Kälber pro Belegung in den verschiedenen Haltungssystemen.

*Tab. 9    Einstellungsalter und Anzahl Kälber je Belegung in verschiedenen Haltungssystemen*

Haltungssystem	Multi Max*	Iglu - Veranda*	Warmstall*	<b>Kälber-Datsche</b>
Kälber / Belegung	15	13	29	<b>8</b>
Einstellungsalter	14 - 21 LT			<b>10 - 15 LT</b>
* nach JÜLICH, 2009				

*Tab. 10    Durchschnittsanzahl der Krankentage pro Kalb in verschiedenen Haltungssystemen*

Haltungssystem	Multi Max*	Iglu-Veranda*	Warmstall*	<b>Kälber-Datsche</b>
Kälber im Versuch (n)	15	39	57	<b>64</b>
Verdauungsstörungen	0,74	1,17	1,44	<b>0,16</b>
Atemwegserkrankungen	0,13	0,12	0,19	<b>0</b>
Sonstige	0,13	0,28	0,38	<b>0</b>
* nach JÜLICH, 2009				

Im Vergleich zu den in Tabelle 10 aufgeführten Haltungssystemen wird deutlich, dass in der Kälber-Datsche sehr wenige Krankheitsfälle auftreten. Wenn Kälber dennoch erkranken, treten Verdauungsstörungen auf, die sehr schnell wieder heilen und keine weiteren Folgen mit sich bringen.

In Tabelle 11 werden die Anzahl der Behandlungstage in der Kälber-Datsche mit denen in anderen Haltungssystemen verglichen.

*Tab. 11 Durchschnittsanzahl der Behandlungstage pro Kalb in verschiedenen Haltungssystemen*

Haltungssystem	Multi Max*	Iglu-Veranda*	Warmstall*	<b>Kälber-Datsche</b>
Kälber im Versuch (n)	15	39	57	<b>64</b>
Verdauungsstörungen	0,66	0,56	1,12	<b>0,02</b>
Atemwegserkrankungen	0,12	0,12	0,19	<b>0</b>
Sonstige	0,12	0,36	0,26	<b>0</b>
* nach JÜLICH, 2009				

In der Kälber-Datsche kam es im Versuchszeitraum zu einer Behandlung eines Kalbes, das an Verdauungsstörungen erkrankt war. Im Normalfall werden Kälber mit Verdauungsstörungen im Versuchsbetrieb nicht vom Tierarzt behandelt. Da die Erkrankung des Kalbes aber sehr spät erkannt wurde, war der Grad der Dehydration als Folge der Verdauungsstörung schon zu stark fortgeschritten. Aus diesem Grund musste ein Tierarzt dieses Kalb behandeln.

Die Untersuchungen zum Arbeitsaufwand ergaben, dass sich die Umstellung der Kälber vom Nuckeleimer auf die Tränkschale als effektiv und wirtschaftlich erweist, wenn diese bereits im Iglu ab dem 8. Lebenstag erfolgt. Hier können 7,1 Arbeitskraftminuten je Kalb eingespart werden. Ein weiterer positiver Effekt der früheren Umstellung ist die entstehende Arbeitserleichterung für das Personal. Die Kälber lassen sich leichter und mit weniger körperlicher Anstrengung im Iglu auf die Tränkschalen umstellen. Der Zugang zum Kalb und zur Tränkschale ist für das Personal leichter, da hier kein Fressgitter (wie in der Kälber-Datsche) vorhanden ist und man nicht durch dieses hindurchgreifen muss.

## **6. Leitfaden zur Gestaltung einer erfolgreichen Kälberaufzucht**

Die Ergebnisse des Versuchs zeigen, dass die erfolgreiche Aufzucht von optimal entwickelten Kälbern in einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb sehr gut möglich ist. Dabei müssen Tierbeobachtung und Hygiene die obersten Stellen in der betrieblichen Rangfolge belegen. Für das Erreichen einer optimalen Aufzucht der Kälber sollten einige Grundregeln beachtet werden. Bereits im Abkalbestall spielt die Hygiene eine wichtige Rolle. Man sollte diesen Bereich täglich entmisten und neu einstreuen, um den Infektionsdruck zu senken. Außerdem ist es wichtig, die hier stehenden Kühe genau zu beobachten. So können Kälberverluste, die

während der Geburt entstehen, stark gesenkt oder vermieden werden. Die Erstversorgung des Kalbes mit Kolostralmilch sollte zeitnah nach der Geburt (innerhalb von 2 h) mit drei Litern des Erstgemelks der Mutter erfolgen. Dabei ist es empfehlenswert, die Milch mit einer Spindel (Kolostrumdensimeter) auf ihre Qualität zu überprüfen. Wenn die Milch qualitativ nicht hochwertig ist, kann man auf ein Erstgemelk von anderen Kühen, z.B. in Form von Gefrierreserven, zurückgreifen. Schon bei der ersten Tränke ist es ratsam, die Milch auf einen pH-Wert von 4,5 bis 5,5 anzusäuern. Anderenfalls kann es bei einer späteren Umstellung von »süßer« Milch auf Sauertränke zu Akzeptanzproblemen kommen. Generell ist es empfehlenswert, die Milch angesäuert zu verabreichen, da so der Keimdruck gesenkt und Tränkfehler kompensiert werden. Im Versuchsbetrieb hat sich die Anwendung von Zitronensäure durchgesetzt (3 g Zitronensäure pro Liter Milch). Diese läßt sich leicht dosieren, und die Geruchsbelastung ist weitaus geringer als bei Ameisensäure. Das angesäuerte Erstgemelk sollte mit einer Temperatur von 35-37°C vertränkt werden. Die Gabe von Kolostralmilch der Mutter muss drei Mal erfolgen (2 Mahlzeiten pro Tag á 3 Liter), um einen möglichst hohen Grad der Immunisierung des Kalbes zu erreichen. Danach kann die Milch der frisch abgekalbten Kühe für die Versorgung der Kälber zur Verwendung kommen. Wie oben beschrieben, sollte diese in angesäuerter Form, aber bei 23°C Milchttemperatur verabreicht werden. Zur optimalen Gestaltung der Lebendmasseentwicklung ist es ratsam, zwei Mal täglich 3,5 l Milch zu geben. Zusätzlich ist es empfehlenswert, eine Total-Misch-Ration der hochlaktierenden Milchkühe ab dem 7. Lebenstag anzubieten. Leistungsstarkes Kälberaufzuchtfutter wird zwar auf dem Markt angeboten, ist aber gerade im ökologischen Landbau sehr teuer. Wenn eine gute Total-Misch-Ration angeboten wird, ist es nicht nötig, Kraftfutter separat zu verabreichen. Um eine Entwicklung von Milch bildendem Gewebe zu fördern ist es ratsam, die Tränkphase bis zur 8. Lebenswoche eines Kalbes zu intensivieren und eine maximale Protein- und Energieaufnahme zu ermöglichen. Ab dem 10. Lebenstag können die Kälber in eine Kälber-Datsche in Gruppenhaltung eingestallt werden. Hier wird die Milch mittels Tränkschalen verabreicht. Um Arbeitszeit zu sparen, können die Kälber schon im Iglu ab dem 8. Lebenstag an die Aufnahme der Milch aus Tränkschalen gewöhnt werden. Im Alter von 95 Tagen kann die Umstallung der Kälber in die nächste Gruppe erfolgen. Dadurch ist ein »Rein-Raus«-Prinzip in der Kälber-Datsche möglich.

## 7. Fazit

Die vorgestellte Methode der Kälberaufzucht stellt eine Möglichkeit dar, die Kälber erfolgreich und optimal aufzuziehen. Grundsätzlich ist es während der gesamten Aufzuchtperiode wichtig, durch geschultes und fachkundiges Personal täglich Tierbeobachtungen und Kontrollen durchzuführen sowie genau auf die Einhaltung von Hygienemaßnahmen zu achten.

Das Umstellen der Tränkmethode vom Nuckeleimer auf die Tränkschale ist schon ab dem 8. Lebenstag ratsam. So kann auf jedes Tier individuell bei der Umstellung eingegangen und Arbeitszeit gespart werden. Die Kälber-Datsche bietet sich für eine optimale Aufzucht der Kälber an, da hier die Möglichkeit der Einzeltierbeobachtung während der Tränkphase durch Fressgitter und Tränkschalen möglich ist. Durch ein kontinuierliches »Rein-Raus«-Verfahren kann der Infektionsdruck in den Kälber-Datschen minimiert werden, so dass während dieser Aufzuchtperiode Krankheiten einen sehr geringen Stellenwert einnehmen. Wenn die Aufzucht der Kälber nach den vorgestellten Grundregeln erfolgt, steht ihrer Entwicklung zu leistungsstarken und langlebigen Milchkühen nichts im Weg.

## Literatur

- ANONYMUS, (2011):** What is organic? <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/nop>, 20.07.2011
- BROWN, E. G. BROWN et al. (2005):** Effect of increasing energy and protein intake on mammary development in heifer calves. *Journal of Dairy Science* Vol. 88, No. 2, 2005, 995-603
- DANIELS, K.M. et al. (2009):** Effects of body weight and nutrition on histological mammary development in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* Vol. 92, No. 2, 2009, 499-505
- FISCHER, A. et al. (2005):** Süße Milch sauerlegen. *Bauernzeitung*, 46. Woche 2005, 28-29
- HOLLEMAN, A. F. und E. WIBERG (1995):** Lehrbuch der anorganischen Chemie. Walter de Gruyter & Co., Berlin
- JEROCH, H. et al. (2008):** Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer KG, Stuttgart
- JÜLICH, S. (2009):** Verfahrenstechnischer Vergleich verschiedener Systeme für die Kälbergruppenhaltung. Diplomarbeit, Bonn
- JUNGE, W. et al. (2003):** Züchterische Möglichkeiten zur Senkung von Kälberverlusten. *Züchtungskunde*, Band 75, No. 6, 2003, 479-488
- KASKE, M. und H.-J. KUNZ (2003):** Handbuch Durchfallerkrankungen der Kälber. Kamlage Verlag GmbH & Co., Osnabrück
- KASKE, M. und H.-J. KUNZ (2007):** Gesundheits- und Haltungsmanagement in der Kälberaufzucht. [http://www.ava1.de/pdf/artikel/rinder/2007\\_20\\_kaske.pdf](http://www.ava1.de/pdf/artikel/rinder/2007_20_kaske.pdf), Zugriff: 24.08.2011
- KIRCHGEBNER, M. et al. (2008):** Tierernährung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main
- KRÖBER, T. (2011):** mündliche Mitteilung, Gläserne Meierei, Upahl
- KUNZ, H.-J. (2011):** Einfluss der Ernährung in den ersten Lebenswochen. *Bauernblatt – Schleswig- Holstein und Hamburg*, 30. Ausgabe, 30.07.2011, 37-38
- METHLING, W. und J. UNSHELM(2002):** Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH, Berlin
- ROTHLÄNDER, M. (2011):** mündliche Mitteilung. Institut für Marktökologie GmbH, 25.08.2011
- STEINHÖFEL, I. (2011):** Schon der Start entscheidet. *Bauernzeitung*, 4. Woche 2011, 35
- SANFTLEBEN, P. (2010):** Aufzucht für vitale Milchrinder – Start mit Schwung. *Neue Landwirtschaft – Sonderheft – Gesund vom Kalb bis zur Milchkuh*, 11/ 2010, 6-8
- SPIEKERS, H. et al. (2009):** Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main



# deukalac balance 47

## Das ausbalancierte Protein für Dünndarm und Pansen!



**deukalac balance 47** ist maßgeschneidert für  
die Ergänzung eiweißarmer Grund- und Mischrationen!

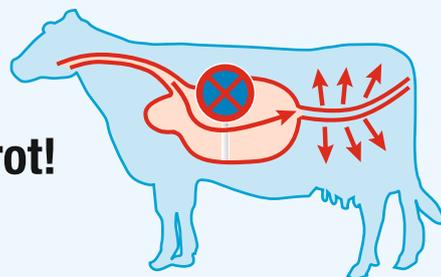
- ▶ Mit **deukalac UDP 39**\* als pansenstabiler Proteinkomponente - für hohe Milchproteingehalte, Entlastung der Leber und Schonung der Umwelt.
- ▶ Mit **47% Rohprotein** zum Ausgleich energiebetonter Rationen (viel Maissilage und / oder Getreideinsatz).



- ▶ Förderung der **mikrobiellen Pansenfermentation** durch Ergänzung der schnell verfügbaren Energieträger mit entsprechend schnell und langsam verfügbarem Protein.

## deukalac balance 47 die beste Alternative zu Sojaschrot!

\* druckhydrothermisch geschützt über das patentierte deuka opticon®-Verfahren



Ihr deuka-Beratungsdienst  
Weizenmühlenstraße 20 • 40221 Düsseldorf  
Telefon: 0211/ 30 34-0 • Telefax: 0211/ 30 34-224  
www.deuka.de • e-mail: [futterkonzepte@deutsche-tiernahrung.de](mailto:futterkonzepte@deutsche-tiernahrung.de)

# Pansengeschützte Fette in der Milchkuhfütterung



**Dr. Roland Adelman**

Berg + Schmidt (GmbH & Co.) KG, Hamburg

## Zusammenfassung

Ein Energiedefizit besonders zu Laktationsbeginn ist für hochleistende Milchkühe eine gravierende Belastung, die sich bis in den Bereich Fruchtbarkeit auswirkt. Dieses Energiedefizit mit stärkereichen Rationen ausgleichen zu wollen, ist nicht sinnvoll, weil die Kohlenhydrate viel zu schnell im Pansen fermentiert werden. Dadurch werden die faserverdauenden Bakterien so stark beeinträchtigt, dass das Ökosystem im Pansen kollabieren kann. Vielmehr muss der Energieausgleich über pansenstabile Fette erfolgen, da sie die Pansenmikroben nicht stören und mehr als doppelt so viel Energie liefern wie Kohlenhydrate oder Proteine.

Aber auch bei den pansenstabilen Fetten ist es wichtig, deren spezielle Eigenschaften zu kennen. Der größte Teil dieser Fette hat Palmöl als Ausgangsmaterial. Jedoch muss man hierbei unterscheiden zwischen denen, die als Nebenprodukt der Lebensmittelherstellung anfallen (Ca-Seifen und gehärtete Fette), und den fraktionierten Fetten (Bergafat), die als qualitativ hochwertiges Lebensmittel zum Futtermittel verarbeitet werden. Bei der Aufarbeitung von Palmöl zu Lebensmitteln werden unerwünschte Kontaminationen, zu denen auch Dioxine, PCBs und Pestizide zählen, mittels Raffination entfernt und im Nebenprodukt PFAD konzentriert. Diese PFAD dienen dann als Grundlage zur Produktion von Ca-Seifen und gehärteten Fetten. Deshalb können Ca-Seifen und gehärtete Fette grundsätzlich erhöhte Konzentrationen gefährlicher Kontaminationen enthalten. Im Gegensatz dazu sind die fraktionierten Fette durch das Raffinationsverfahren frei von unerwünschten Kontaminationen.

Bergafat wird immer wieder mit anderen »pansenstabilen« Fetten verglichen. Besonders bei der Gegenüberstellung mit Ca-Seifen zeigt sich eine eindeutige Überlegenheit von Bergafat bei Milchvieh. In diversen Versuchen waren die Leistungen nach der Zulage von Bergafat

signifikant oberhalb der Megalac-Gruppe (Ca-Seife) und oberhalb der Kontrollgruppe. Auch die ökonomische Auswertung ergab einen eindeutigen Gewinnzuwachs für Bergafat, sowohl gegenüber der Megalac-Gruppe als auch gegenüber der Kontrollgruppe. Beim Vergleich von Kontrollgruppe und Megalac-Gruppe wurde das größte Manko der Ca-Seifen sichtbar – sogar im Vergleich mit der Kontrollgruppe ergibt der Einsatz von Megalac einen finanziellen Verlust.

## Summary

### Rumen protected fats for the feeding of dairy cows

Energy deficit can have serious consequences for high performing dairy cows, especially in early lactation and has become an important topic in the field of fertility. Compensating this energy deficit with starch rich rations may result in the collapse of the rumen microbial ecosystem, as the starch is too readily fermented and therefore affects the fiber digesting bacteria. Energy compensation is preferably provided with by-pass fats as not only do they not disrupt rumen bacterial populations, but they also provide more than double the energy of starch.

Palm oil is the origin for the largest proportion of by-pass fats fed. It is important to distinguish between the two types of by-pass fats derived from palm oil, by-products (calcium soaps and hydrogenated fats) and fractionated fats (Bergafat). During the processing of palm oil for food production, undesirable contaminants such as dioxins, PCBs and pesticides are removed through refinement and concentrated in the by-product PFAD. As PFADs are the basis for calcium soap and hydrogenated fat production, these by-pass fats may contain increased concentrations of contaminants. Conversely fractionated fats, such as Bergafat, are free of undesirable contaminants due to a different refining process.

Bergafat is continuously compared to and surpasses other by-pass fats, especially calcium soaps, as an energy supplement for dairy cows. Various trials have demonstrated a significant increase in performance of US Holstein cows fed Bergafat when compared to cows fed the calcium soap, Megalac, or a control group. Also the economical evaluation showed a clear increase of profit for the Bergafat group versus both, the Megalac group and the control group. The greatest drawback of Megalac, became apparent when it was revealed that compared to the control group, Megalac actually results in a financial loss.

## Résumé

### Graisses protégées du rumen dans l'alimentation des vaches laitières

Un déficit énergétique, principalement en début de lactation, est pour des vaches à haut potentiel laitier une charge lourde, qui a un impact jusqu'à leur fertilité. Il n'est pas judicieux de vouloir rééquilibrer ce déficit énergétique avec des rations riches en amidon car les glucides sont fermentés trop rapidement dans le rumen de l'animal, ce qui risque d'affecter les bactéries digérant les fibres à un tel point que l'écosystème dans celui-ci pourrait s'effondrer. Le rééquilibrage énergétique doit plutôt passer par les acides gras stables du rumen (des lipides protégés), vu qu'ils n'inhibent aucunement l'activité des micro-organismes du Rumen et délivrent deux fois plus d'énergie que les glucides et les protéines.

Mais même avec les lipides protégés du rumen, il est important de connaître leurs spécificités propres. La majorité de ces graisses est synthétisée à partir de l'huile de palme. Cependant, il faut faire une distinction entre les graisses considérées comme sous produits dans les industries agroalimentaires (savon et graisses hydrogénées) et les graisses fractionnées (Bergafat), à haute valeur nutritionnelle qui sont transformées en produits alimentaires pour animaux. Lors de la transformation de l'huile de palme en produits alimentaires, des contaminations peuvent survenir par des dioxines, des PCB et des pesticides, ceux-ci sont éliminés par le raffinage et concentrés dans le sous-produit PFAD. Cette voie par les PFAD servira de base pour la production de Ca-Savon et graisses hydrogénées, de sorte que les Ca-Savon et graisses hydrogénées contiennent généralement des concentrations plus élevées de contaminants dangereux. En revanche, les graisses fractionnées à travers le processus de raffinage sont exemptes de contaminants indésirables.

Bergafat est souvent comparé à d'autres graisses « stabilisatrices » du rumen. Lors de la comparaison avec le Ca-Savon, Bergafat montre une nette supériorité chez les bovins laitiers. Lors de divers essais, suite à l'utilisation de Bergafat, les potentiels laitiers étaient significativement supérieurs au groupe Megalac (Ca-Savon) et supérieure au groupe témoin. En outre, l'analyse économique a montré une nette augmentation du bénéfice pour Bergafat, tant vis-à-vis du groupe Megalac que du groupe témoin. Lorsque l'on compare le groupe témoin et le groupe Megalac, apparaît de façon visible la plus grande faiblesse du Ca-Savon, même en comparaison avec le groupe témoin, l'utilisation de Megalac mène à une perte financière.

## Аннотация

### Нерасщепляемые в рубце жиры в кормлении дойных коров

Дефицит энергии особенно в начале лактации является огромной нагрузкой для высокопродуктивных дойных коров, которая отражается на всех параметрах вплоть до плодовитости. Пытаться компенсировать этот дефицит энергии за счет обогащенных крахмалами рационов нецелесообразно, потому что углеводы слишком быстро ферментируются в рубце, в результате чего оказывается сильное влияние на переваривающие клетчатку бактерии, что может привести к нарушению экосистемы в рубце. Напротив, компенсация дефицита энергии должна осуществляться за счет стабильных к ферментации в рубце жиров, так как они не мешают деятельности микробов рубца и поставляют более чем в два раза больше энергии, чем углеводы или белки.

Но и при использовании нерасщепляемых в рубце жиров необходимо знать их специфические свойства. У большинства этих жиров исходным сырьем является пальмовое масло. Но здесь следует разделять вещества, являющиеся побочными продуктами пищевой промышленности (кальциевые мыла и отверждённые жиры / саломасы), и фракционированные жиры (например, Bergafat), которые, будучи высококачественными продуктами питания, перерабатываются в корма. При переработке пальмового масла в пищевые продукты нежелательные примеси, как, например, диоксины, полихлорированные бифенилы и пестициды, с помощью рафинирования удаляются и концентрируются в побочном продукте (PFAD= дистиллят пальмовой жирной кислоты). Этот PFAD служит затем основой для производства кальциевых мыл и саломасов, поэтому, в принципе, кальциевые мыла и саломасы могут содержать в повышенной концентрации опасные примеси. Фракционированные же жиры, напротив, свободны от нежелательных примесей благодаря процессу рафинирования. Жир «Bergafat» постоянно сравнивают с другими нерасщепляемыми в рубце жирами. В особенности при сравнении с кальциевыми мылами становится явным значительно преимущество жира «Bergafat» для кормления КРС молочного направления. В ходе различных опытов продуктивность после добавления жира «Bergafat» заметно превосходила достижения группы «Megalac», а также достижения контрольной группы. Экономический анализ также подтвердил прирост прибыли в группе с использованием жира «Bergafat» как по сравнению с группой, где использовался препарат «Megalac», так и по сравнению с контрольной группой. Сравнение контрольной группы и группы с препаратом «Megalac» показало самый существенный недостаток кальциевых мыл – даже при сравнении с контрольной группой использование препарата «Megalac» приносит финансовые убытки.

Um Hochleistungskühe ökonomisch einzusetzen, müssen hohe Laktationsleistungen mit guten Fruchtbarkeitswerten kombiniert werden. Der Schwachpunkt hier ist die negative Energiebilanz zu Laktationsbeginn, welche die Tiere versuchen, durch Energiemobilisierung aus ihrer eigenen Körpermasse auszugleichen. Dies führt zu Gewichtsverlusten aber auch zu Klauenproblemen, was eine reduzierte Futterraufnahme verursachen kann. Zusätzlich können im Körperfett gespeicherte Toxine freigesetzt werden. All das zusammen resultiert in verringerter Fruchtbarkeit, einem Problem bei Hochleistungskühen, welches mit steigender Leistung zunimmt. Der Versuch, diese negative Energiebilanz durch Zufuhr von mehr Energie mittels stärkereichem Futter (Getreide) auszugleichen, scheitert daran, dass durch die schnelle mikrobielle Fermentation der pH-Wert im Pansen absinkt und die Speichelproduktion zurückgeht. Dies beeinträchtigt die Aktivität der Pansenmikroben und somit das Gleichgewicht im Pansen. Die Folge ist eine schlechtere Faserverdauung bei gleichzeitig ungünstiger Wirkung auf die Milchqualität (niedrigerer Milchfettgehalt und höhere Somatische Zellzahlen). Somit bleibt als einzige physiologisch sinnvolle Maßnahme der Einsatz von pansenstabilen Fetten im Futter.

## Warum nur pansenstabile Fette?

Native Fette sind als Futterzusatz für Wiederkäuer in größeren Mengen ungeeignet, weil sie zum größten Teil aus ungesättigten Fettsäuren bestehen, welche die Aktivität besonders der zellwandabbauenden Pansenbakterien erheblich beeinträchtigen (Abb. 1).

	C 8:0	C 10:0	C 12:0	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
Palmöl				1	45	8	38	10	0.5
Palmkernöl	4	4	47	16	9	2.5	15	2.5	
Kokosöl	8	6	47	18	9	2.5	7	2.5	
Sojaöl					10	4	21	56	8
Rapsöl					4.5	1.5	56	21	10
Sonnenblumenöl					6.5	5	24	63	0.5
Olivenöl					11.5	2.5	74	9.5	1

aus Bockisch: Nahrungsfette und Öle, 1993

Abb. 1

Typische Fettsäurezusammensetzung von Pflanzenölen im Vergleich zu Bergafat Fettpulver

Diese Störung der Pansenbakterien durch die ungesättigten Fettsäuren wird durch geeignete Behandlungsmaßnahmen der Fette verhindert, wobei die hierbei entstehenden Fettprodukte nicht alle gleich gut für Wiederkäuer geeignet sind. Ein Hinweis auf die Wichtigkeit des Anteils gesättigter bzw. ungesättigter Fettsäuren in der Fütterung liefert das Fettsäuremuster der Futterfette und die Zusammensetzung der von den Pansenbakterien gebildeten

und weitergegebenen Fette. Während die Futterfette nur zu ca. 40 % gesättigt sind, verschiebt sich das Verhältnis gesättigt/ungesättigt mit 90 % zu Gunsten der gesättigten Fettsäuren in den Pansenbakterien.

## Welche pansenstabilen Fette sind auf dem Markt?

Ein Einsatz von Fetten in der Wiederkäuerfütterung ist nur mit solchen Fetten sinnvoll, die auch in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen. Hier bietet sich besonders Palmöl an, zumal es zu einem erheblichen Anteil aus den erwünschten gesättigten Fettsäuren besteht. Als Ausgangsmaterial stehen hier zwei Qualitäten zur Verfügung: einerseits die raffinierte lebensmittelgeeignete Qualität, und andererseits das bei der Lebensmittelgewinnung anfallende Nebenprodukt PFAD. Dieses Nebenprodukt dient als Ausgangsmaterial für die Produktion von Calcium-Seifen und von gehärteten Fetten. Da das Nebenprodukt nicht lebensmitteltauglich ist, ist es preiswerter als die Lebensmittelqualität, hat aber den gravierenden Nachteil, dass alle im rohen Palmöl möglicherweise vorhandenen unerwünschten Stoffe sich im Nebenprodukt ansammeln und es somit auch eine erhöhte Konzentration an unerwünschten oder sogar toxischen Kontaminationen enthalten kann. Im Gegensatz zum PFAD basieren die fraktionierten Fette auf der für Lebensmittel vorgesehenen raffinierten Qualität des Palmfettes, aus denen diese Kontaminationen durch das Raffinieren entfernt sind (Abb. 2).

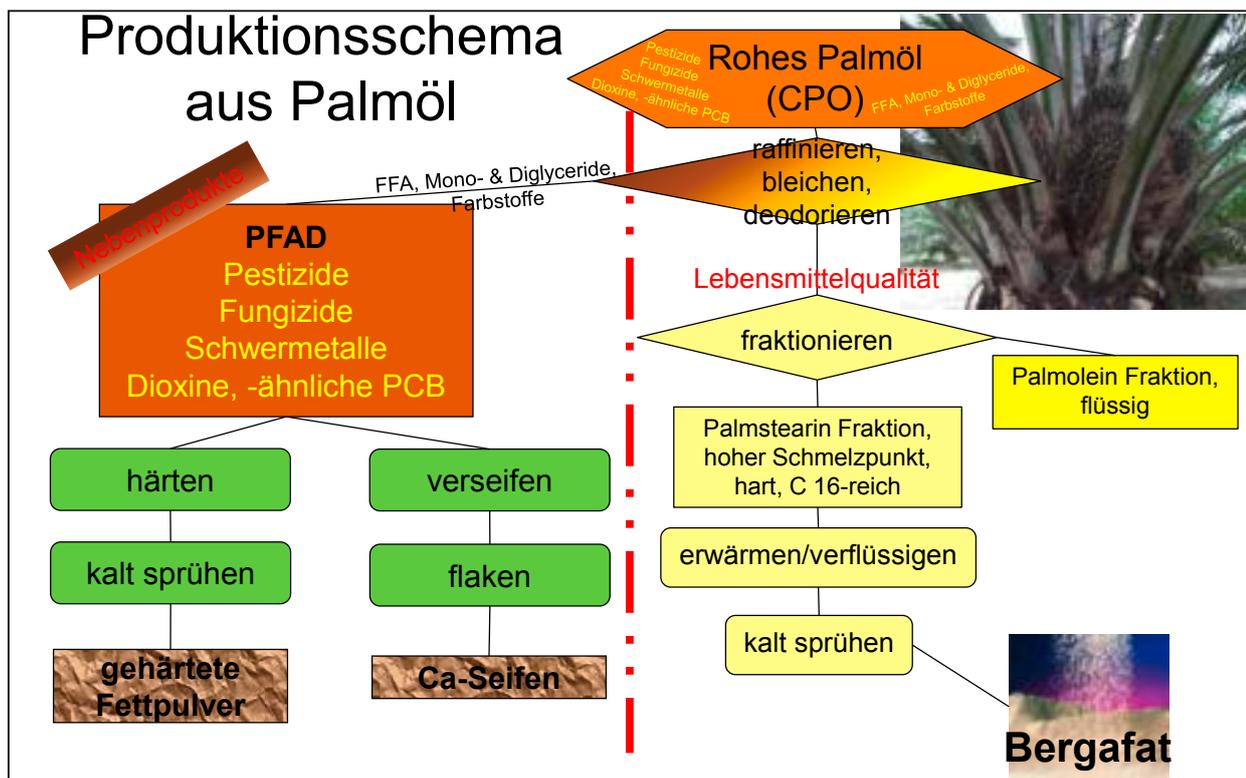


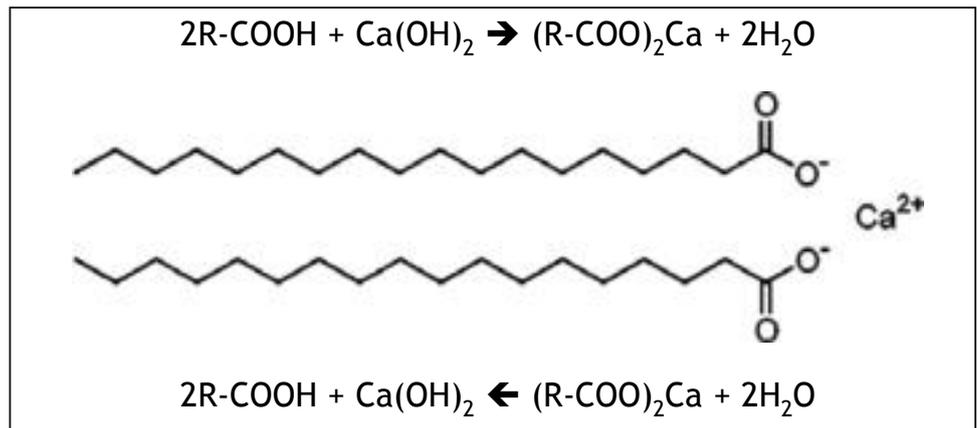
Abb. 2 Palmöl ist Ausgangsprodukt für verschiedene Fettqualitäten

## Calcium-Seifen

Schon seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts wird versucht, die Aggressivität der ungesättigten Fettsäuren gegenüber den Pansenbakterien mittels Anlagerung von Calcium zu blockieren, wobei die Zusammensetzung der Fettsäuren identisch mit der des Ausgangsmaterials bleibt. Hierfür werden jeweils zwei freie Fettsäuren mittels Elektronenbindung an ein Ca-Atom angelagert (Abb. 3).

Abb.3

Ca-Seifen aus  
chemischer Sicht



Da diese Art von Bindung chemisch jedoch nicht sehr stabil ist, spaltet sie sich auf, sobald der pH-Wert absinkt (im Pansen oder auch im Futter) und setzt die gegenüber den Pansenbakterien aggressiven ungesättigten Fettsäuren wieder frei – und je höher der Anteil ungesättigter Fettsäuren in der Ca-Seife ist, desto schneller geschieht dies. Dies kann auch aus Daten von Reichetanz et al. (2010) abgeleitet werden, aus denen zu ersehen ist, dass der Gehalt an der trans-Form der Ölsäure (C18:1) in der Milch mit steigendem Linolsäuregehalt (C18:2) in der Ca-Seife zunimmt. (Abb. 4). Zur Erklärung der Graphik: 10 %ige Ca-Seife steht für 10 % C18:2 in der Seife; dementsprechend enthält die 25 %ige Ca-Seife 25 % C18:2.

Ein anderer Schwachpunkt der Ca-Seifen ist ihr durch die Zusammensetzung bedingter niedriger Energiewert, weil sie nur maximal 80-85 % Fett enthalten. Hinzu kommt, dass die Futteraufnahme aufgrund von Akzeptanzproblemen reduziert sein kann.

Das Ausgangsmaterial für Ca-Seifen ist das Nebenprodukt PFAD aus der Palmfettproduktion. Folglich kommt die Gefahr einer Kontamination mit z.B. Dioxinen oder dioxinähnlichen PCBs hinzu, die deutlich über die in der EU maximal zugelassenen Werte von 0,75 ng/kg für Dioxine bzw. 1,5 ng/kg für die Summe aus Dioxinen und dioxinähnlichen PCBs hinausgehen kann. Derartige überhöhte Werte konnten wir mit 2,6 ng/kg für dioxinähnliche PCBs in einem Megalac-Muster aus den USA nachweisen (Abb. 5). Somit dürfte diese Megalac-Produktionscharge in der EU nicht in Futtermitteln eingesetzt werden.

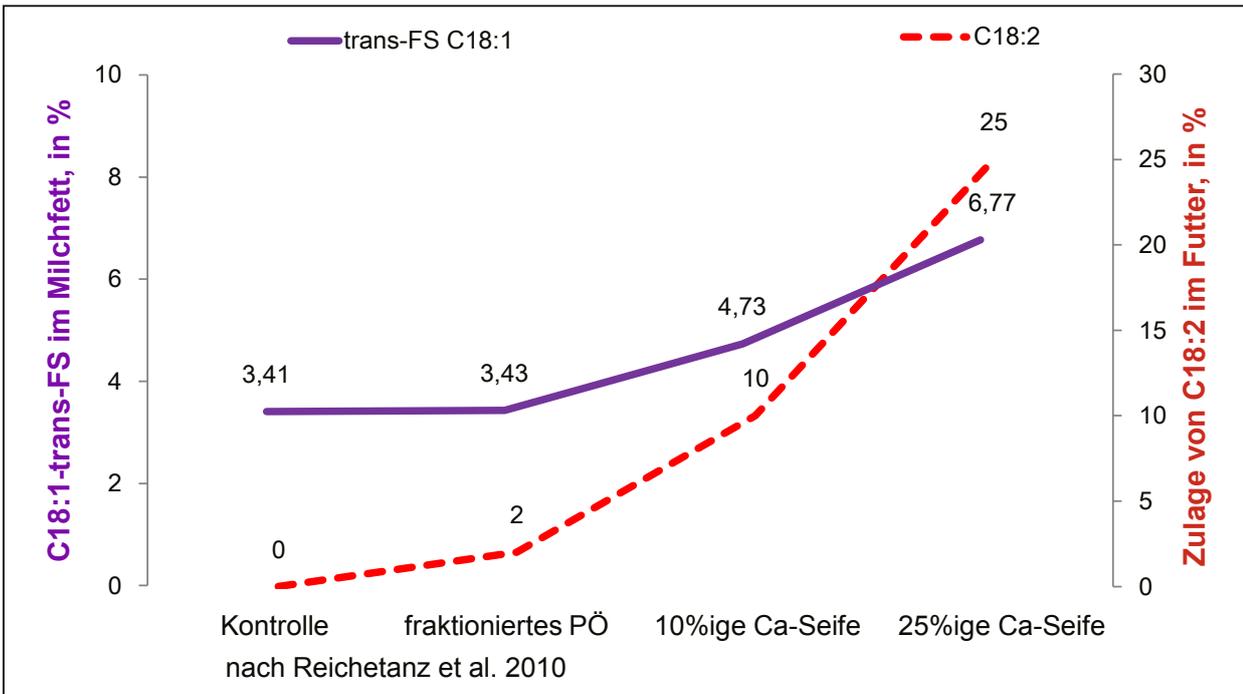


Abb. 4 Zunehmende Gehalte an trans-Fettsäuren im Milchfett belegen eine abnehmende Pansenstabilität bei Ca-Seifen mit steigenden Anteilen an ungesättigten Fettsäuren

**Certificate of Analysis** No. 201103263

Date: 4-3-2011

Notalab Laboratories

Instruction received on: 23-02-2011  
 Sample received: 23-02-2011  
 Sample said to be: See Marked  
 Packing: Plastic Bottle (clear)  
 Sample quantity: 536 ml  
 Sample temperature: Ambient  
 Sample sealed: No  
 Marked: Megalac

PCB-TEQ (WHO 1998) excl. LOQ	2,621 ng/kg
PCB-TEQ (WHO 1998) incl. LOQ	2,642 ng/kg

Gesetzl. Grenzen in EU:

pfl. Öle & Nebenpr.	Höchstgehalt	Auslösewert
Dioxine	0,75 ng / kg	0,5 ng / kg
d.-ähnl. PCB		0,5 ng / kg
Summe	1,5 ng / kg	

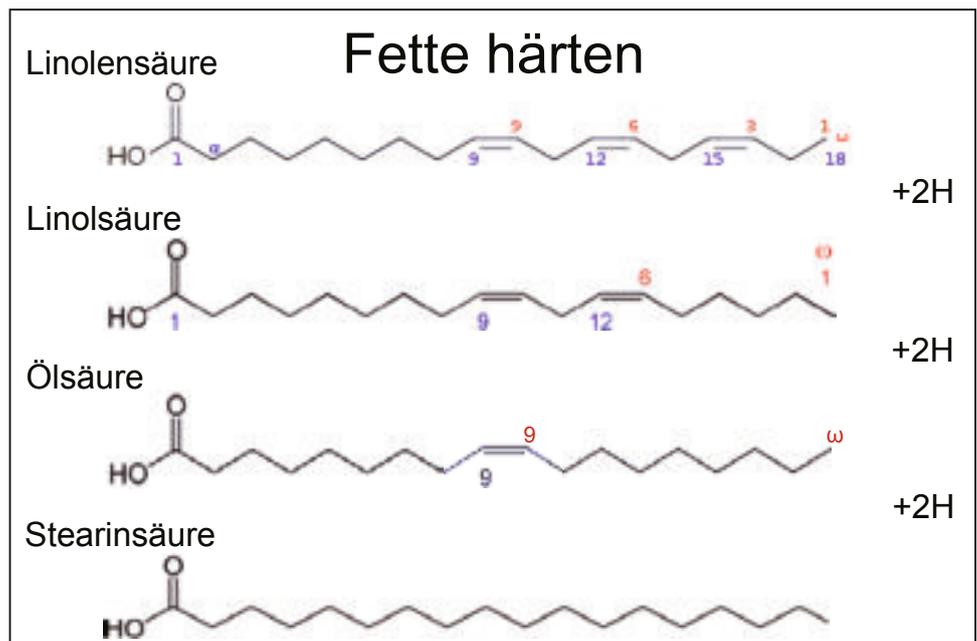
Abb. 5 Nachweis eines überhöhten Gehaltes an dioxinähnlichem PCB in einer Megalac-Probe aus den USA

## Gehärtete Fette

Ebenso wie die Ca-Seifen werden auch die gehärteten Fette aus dem Nebenprodukt PFAD aus der Palmfettproduktion hergestellt. Um die ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren umzuwandeln, werden die reaktiven Doppelbindungen mittels des Katalysators Nickel gesättigt (Abb. 6). Als Folge der Härtung kann deshalb neben trans-Fettsäuren auch immer wieder Nickel als Rückstand in diesen Fetten nachgewiesen werden.

Abb. 6

Schrittweise  
Anlagerung von  
H-Ionen macht  
aus der ungesättigten  
Linolensäure eine  
gesättigte  
Stearinsäure



Ungesättigte Fettsäuren sind vorwiegend aus Ketten von 18 Kohlenstoffatomen zusammengesetzt. Demzufolge enthalten die gehärteten Fette dann zum größten Teil die gesättigte Fettsäure Stearinsäure mit 18 Kohlenstoffatomen (Tab. 1).

Tab. 1

Fettsäurezusammensetzung von  
Palmöl vor und  
nach der Härtung

(ca. Werte)	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Palmöl	1	45	8	38	10	0.5
PÖ gehärtet (PÖ teilgehärtet)	1	45	± 45+	?	?	

Wie Enjalbert et al. (1998) zeigten, wird bei Infusion von Palmitinsäure in den Wiederkäuerdünndarm ein Drittel mehr Milchfett produziert als bei der Infusion von Stearinsäure (Abb. 7). Somit wird die mittels Härtung angereicherte Stearinsäure weniger gut für die Produktion von Milchfett verwertet als die um 2 C-Atome kürzere Kette der Palmitinsäure mit 16 C-Atomen.

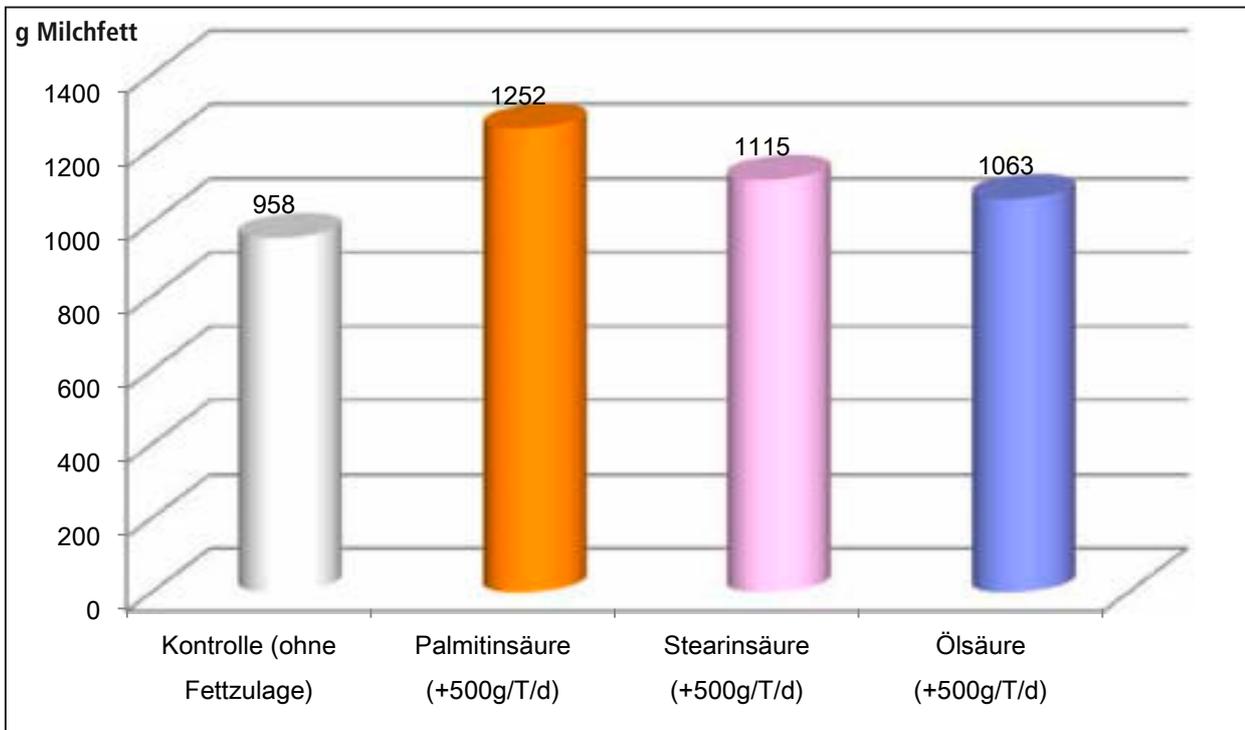


Abb. 7 Milchfettproduktion (in g) nach Infusion von jeweils 500 g Palmitinsäure, Stearinsäure bzw. Ölsäure in den Dünndarm (Enjalbert et al., 1998)

## Fraktionierte Fette

Im Gegensatz zur Produktion von Ca-Seifen und von gehärteten Fetten aus Nebenprodukten ist das Ausgangsmaterial für fraktionierte Fette lebensmitteltaugliches Palmfett (Abb. 8).

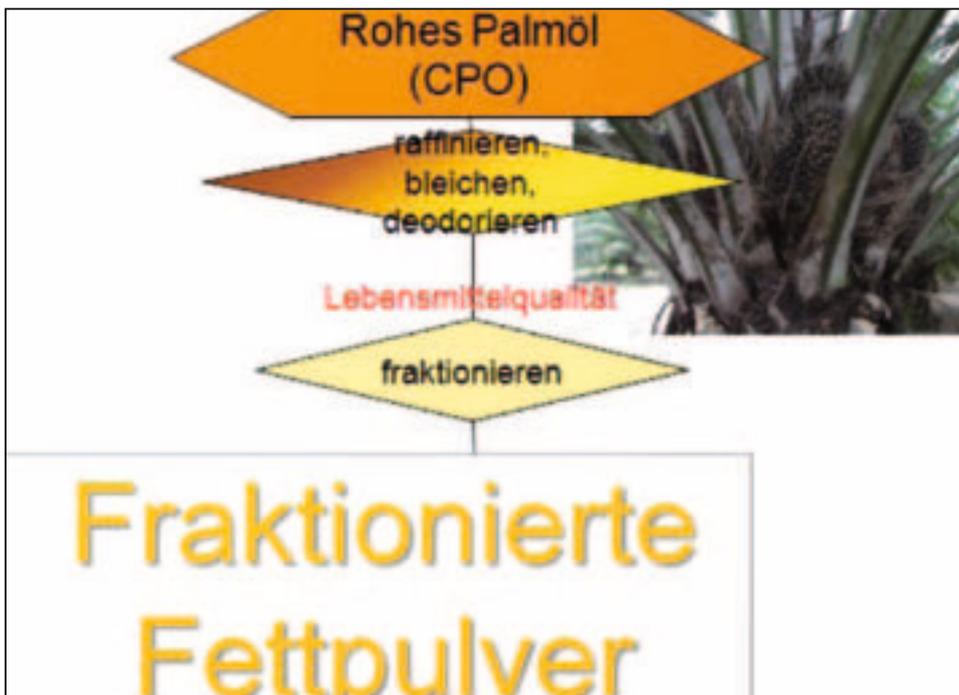


Abb. 8

Fraktionierte Fettpulver aus der Verarbeitung von Palmöl für Lebensmittel

Hierfür wird durch physikalische Trennung das von Kontaminationen befreite Palmfett in eine flüssige und eine feste Phase getrennt. Beide Phasen können als Lebensmittel verwen-

det werden. Zur Produktion von pansenstabilem Fett wird jedoch ein Teil der festen Phase aus der Lebensmittelproduktion abgezweigt, der dann aufgeschmolzen und zu einem pulverförmigen Fett gesprüht wird (Abb. 9).

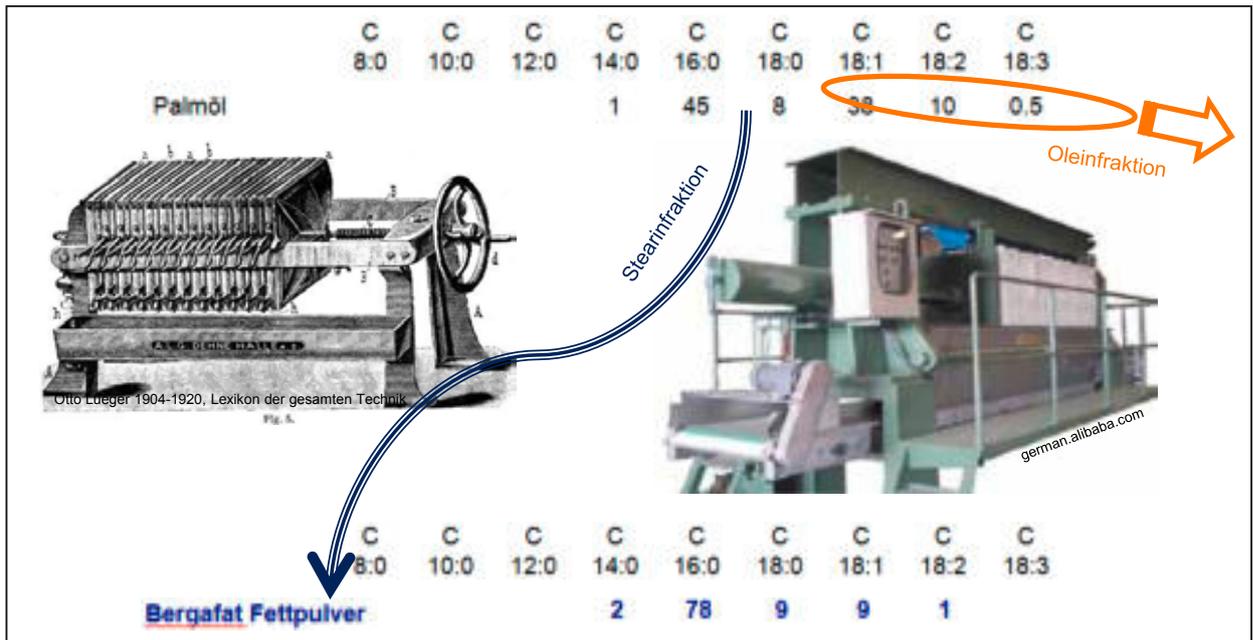


Abb. 9 Die Fraktionierung von Palmöl liefert die Stearinfraktion für das Bergafat-Fettpulver

Dieses Fettpulver besteht zum überwiegenden Teil aus Palmitinsäure und ist somit günstig für die Produktion von Milchfett. Seine hervorragende Eignung für den Einsatz bei Wiederkäuern zeigt sich darin, dass es ein von Natur aus im Pansen stabiles Fett ist und mit einem Anteil von 90 % gesättigter Fettsäuren dem Fett der Pansenbakterien ähnelt.

### Erfahrungen mit dem Einsatz des fraktionierten Fettes Bergafat

In diversen Versuchen in verschiedenen Ländern konnte nachgewiesen werden, dass die Zufütterung von fraktioniertem Bergafat prinzipiell immer den gleichen Einfluss auf die Leistung der Kühe hat: Die Milchmenge steigt und der Fettgehalt in der Milch wird erhöht. Als Folge dieser Milchmengensteigerung erhöht sich auch die Milchproteinmenge, während aus der Multiplikation »größere Milchmenge« x »erhöhter Fettgehalt« eine noch deutlichere Steigerung der Fettmenge resultiert (Abb. 10).

Weiterhin ist bekannt, dass bei einem Einsatz nach der Hochlaktation die Energie aus dem fraktionierten Fett nicht alleine in die Milchproduktion geht sondern auch für den Zuwachs an Körpermasse verwendet wird. Ein negativer Einfluss von Bergafat auf die Leber ist jedoch nicht festzustellen, da keine Änderung der Indikatorparameter Bilirubin und  $\beta$ -Hydroxybutyrat zu erkennen ist. Ein Einfluss auf die Leber ist insofern auch unwahrscheinlich, weil die

Lymphbahn einen Teil der Fette nach der Absorption bis in das Euter transportieren kann, und somit an der Leber vorbeischiebt. Zusätzlich kann Bergafat auch dazu verwendet werden, einer Überversorgung mit ungesättigten Fettsäuren, z.B. durch frisches Frühjahrsgras, entgegenzuwirken, indem es deren Konzentration im Futter verdünnt und dadurch eine Schädigung der Pansenbakterien und den daraus folgenden Leistungsrückgang verhindert (Abb. 11).

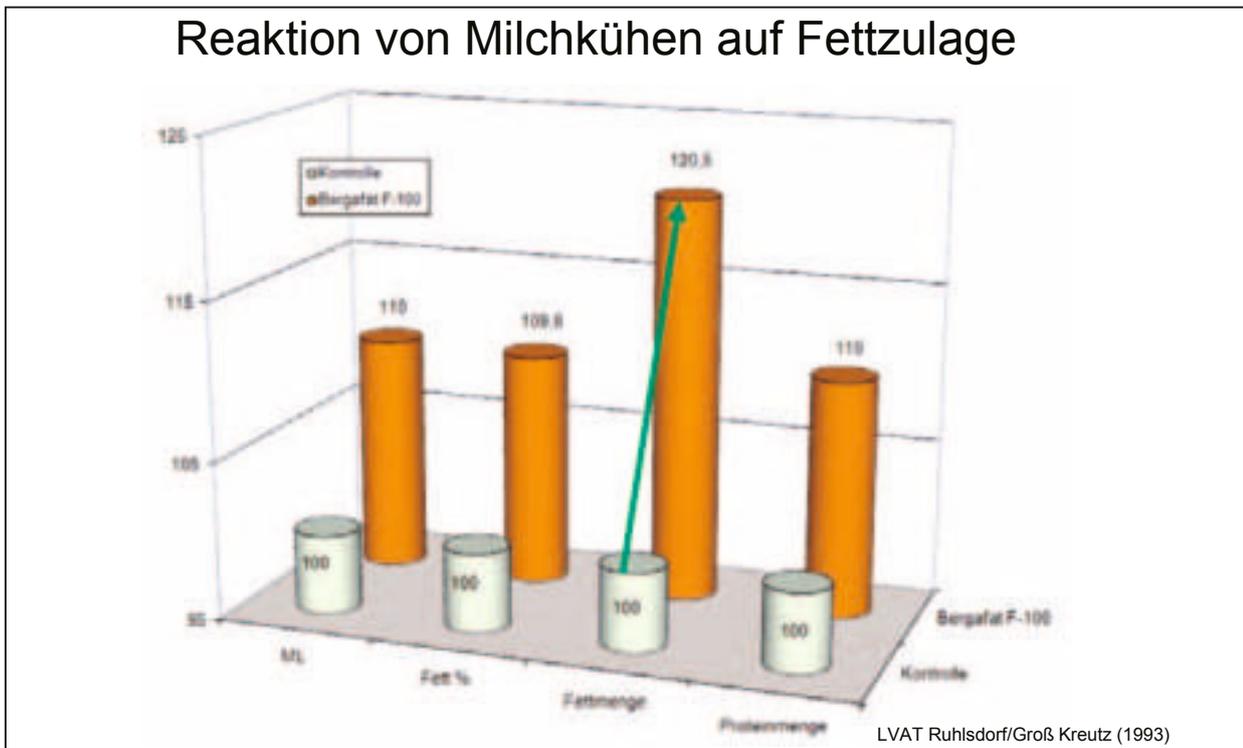


Abb. 10 Generelle Reaktion von gesunden Milchkühen auf die Zulage von pansenstabilen Fetten

## Sondereffekt:

### Bergafat F-100 für Milchkühe im niederländischen "Siesta-Weide" System

- Tägl. Weidezeit: 6 h – 11 h und 16 h – 22 h
- Ø 30 kg ML zu Versuchsbeginn
- 0,5 kg F-100 /Tier/Tag; 111 Kühe
- Grundlage: Weideauftrieb im Frühling reduziert Milchfettgehalte um 0,2 %-Punkte (Ø 3 Jahre) (ca. 75 % der Fettsäuren im Frühjahrsgras sind C18:3 & C18:2)
- ➤ F-100 erhöht den Milchfettgehalt um Ø **0,25 %-Punkte** (+0,37 % in 1. Periode; +0,16% in 2. Periode)



Schothorst 2004

**Bergafat gegen Überversorgung mit ungesättigten Fettsäuren**

Abb. 11

*Bergafat kompensiert die negativen Effekte einer Überversorgung mit ungesättigten Fettsäuren*

## Erfahrungen mit dem Einsatz des fraktionierten Fettes Bergafat im Vergleich zu Ca-Seifen

Auch einem direkten Vergleich mit Ca-Seifen hält Bergafat leicht Stand. Bei einem Versuch in Kanada wurde nachgewiesen, dass schon der alleinige Austausch der Ca-Seife Megalac durch Bergafat zu einer Steigerung bei Milchmenge und Milchfettgehalt führt (Abb. 12).

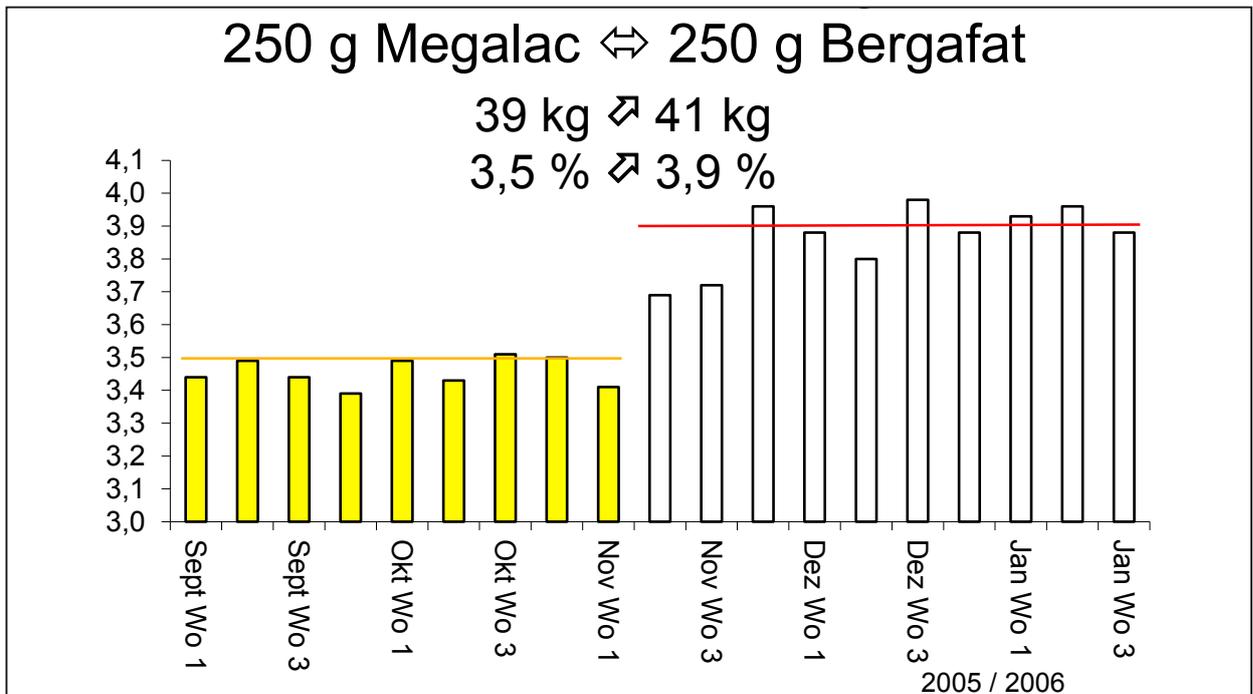


Abb. 12 Bergafat unterstützt das Leistungspotential von Milchkühen in Kanada

Weitere Versuche mit Ca-Seifen und Bergafat in Deutschland und in den USA belegen, dass die Leistungen von Bergafat bezüglich Milchmenge, Fettmenge und Proteinmenge klar der Megalac-Gruppe und der Kontrollgruppe überlegen sind. Dies spiegelt sich auch in den Daten für Energie-korrigierte-Milch (ECM) und Fett-korrigierte-Milch (FCM) wider. Es zeigt sich sogar, dass die Zulage der Ca-Seife auch gegenüber der Kontrollgruppe keine Verbesserung bringt (Tab. 2).

Bei einem Versuch in den USA wurde die Leistung von hochleistenden und niedrig leistenden US-Holstein-Kühen (hoch =  $\geq 40$  kg tägl. ML; niedrig =  $\leq 30$  kg tägl. ML) bei Zulage von Bergafat F-100 bzw. Megalac verglichen. In den hochleistenden Gruppen wurden alleine für die Bergafat-Gruppe signifikant gestiegene Milchfettgehalte und Milchfettmengen erzielt, während in den niedrig leistenden Gruppen kaum Unterschiede festzustellen waren (Abb. 13).

	Kontrolle	Bergafat T-300	Megalac
Milchmenge, kg	33,10	35,56	34,87
Milchfett, %	3,65	3,58	3,39
Milchprotein, %	3,34	3,28	3,14
Laktose, %	4,79	4,76	4,80
ECM, kg	31,74	33,48	31,76
FCM, kg	31,38	33,30	31,65

Tab. 2 Reaktion von deutschen HF-Kühen auf Bergafat bzw. Megalac (Reichetanz, 2008)

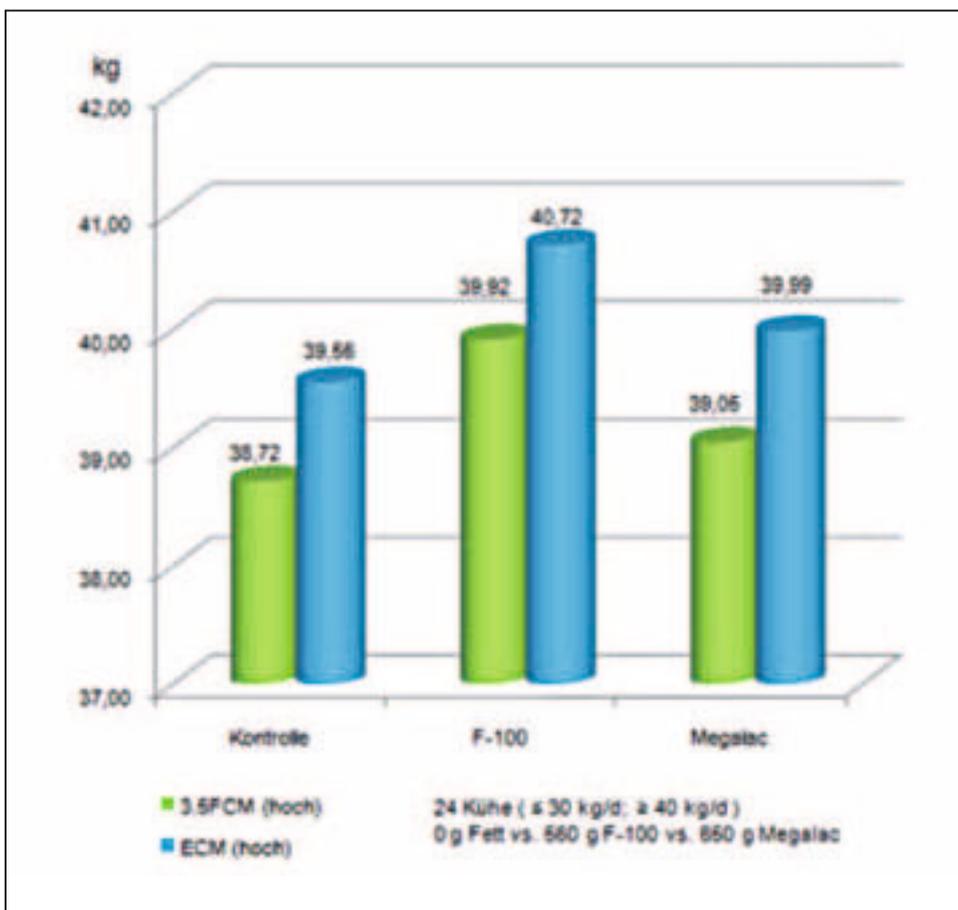


Abb. 13

Signifikant erhöhte Milchleistung nach Einsatz von Bergafat in den USA

Diese Ergebnisse sind mit den zum Versuchszeitpunkt in den USA gültigen Preisen ausgewertet worden. Daraus wird ersichtlich, dass Bergafat einen deutlichen Gewinn verschafft, während die Zulage von Ca-Seife sogar gegenüber der Kontrollgruppe einen finanziellen Verlust bringt (Tab. 3).

Tab. 3 Ein Produktvergleich von Bergafat F-100 und Megalac in den USA belegt ökonomische Vorteile für Bergafat

	Control	Bergafat F-100	Megalac
DMI, lbs	59.98	57.36	56.61
Milk, lbs	90.86	93.28	93.96
Fat, lbs	2.82	2.93	2.76
Fat, %	3.15	3.21	2.87
Protein, lbs	2.86	2.93	2.93
Income	\$ 13.97	\$ 14.41	\$ 14.03
Cost of fat	0.00	0.70	0.70
Less \$ corn	0.00	0.10	0.13
Cost of extra DMI	0.33	0.07	0.00
Net income	\$ 13.64	\$ 13.74	\$ 13.46
Advantage vs. control vs. Bergafat		+ 0.10 \$	

Gleichwertige Resultate wurden auch in einem anschließend zur Kontrolle durchgeführten Versuch ermittelt, bei dem nur Bergafat F-100 und Megalac bei hochleistenden Kühen geprüft wurden.

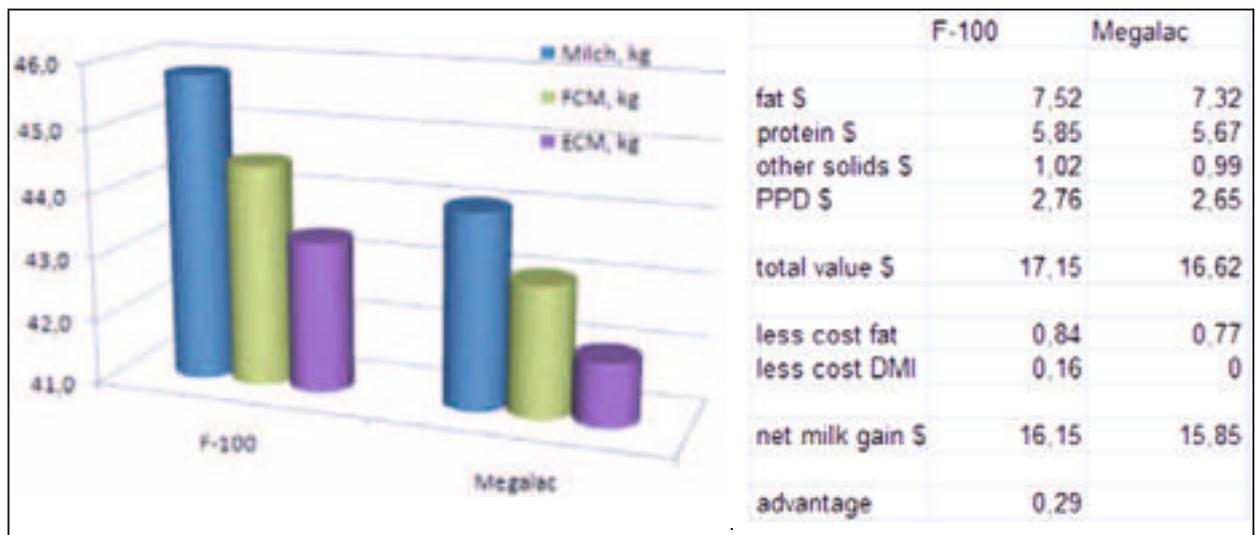


Abb. 14 Kontrollversuch bestätigt Leistungs- und Gewinnvorteil für Bergafat

## Bergafat bietet mehr als nur Milchleistung

In der Versuchsstation des Landes Sachsen-Anhalt in Iden wurde mit hochleistenden Milchkühen nachgewiesen, dass die Kühe bei Zulage von Bergafat weniger dramatisch an Gewicht verlieren als die der Kontrollgruppe und in einem kürzeren Zeitraum wieder auf ein für eine erfolgreiche Besamung notwendiges Gewicht kommen. Der Anteil der erfolgreichen Erstbesamungen wurde durch die Zulage von Bergafat um 26 % verbessert (Abb. 15).

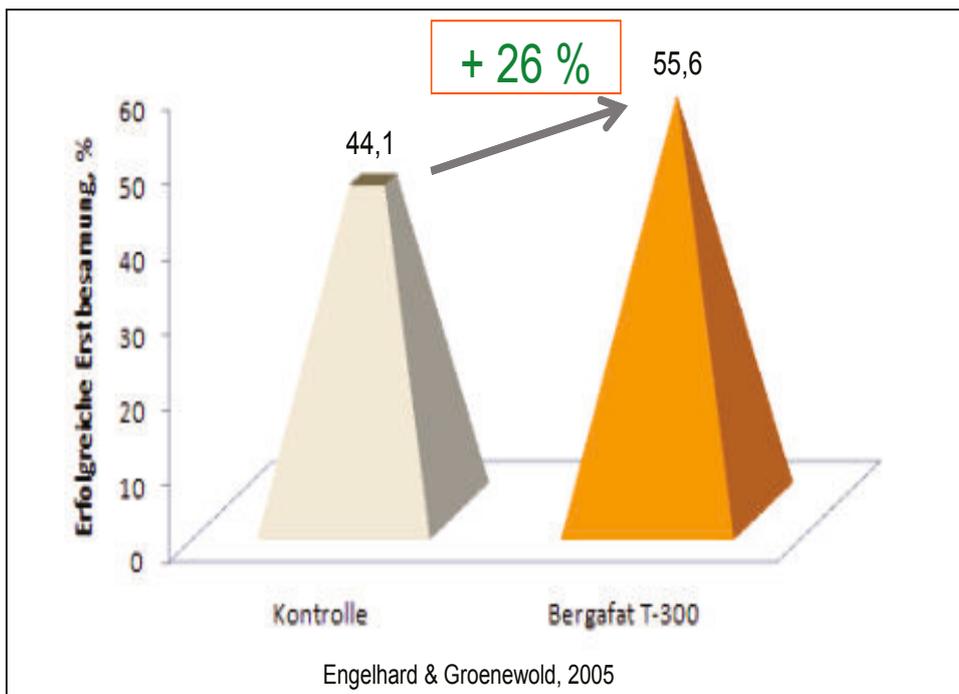


Abb. 15

Verbesserung  
des Erstbesamungserfolges  
durch Zulage  
von Bergafat

## Fazit

1. Eine Korrektur des Energiedefizites im Futter darf nur mit echten pansenstabilen Fetten erfolgen.
2. PFAD-basierende Produkte können erhöhte Konzentrationen gefährlicher Kontaminationen erhalten.
3. Nur raffinierte Ware ist ohne Kontaminationen.
4. Der Vergleich der »Null-Kontrolle« mit Bergafat und Ca-Seife erbrachte beste Leistungsparameter für Bergafat; die Kontrollgruppe ist besser als die Ca-Seife-Gruppe.
5. Bergafat ist günstig für die Fruchtbarkeit.

## Literatur

**Bockisch, M. (1993):** Nahrungsfette und -öle. Eugen Ulmer Verlag

**Engelhard, T. & J. Groenewold, Fettpulver mit viel Energie (2005):** Bauernzeitung, 26. Woche, 38-39

**Enjalbert, F. et al. (1998):** Duodenal Infusion of Palmitic, Stearic or Oleic Acids Differently Affect Mammary Gland Metabolism of Fatty Acids in Lactating Dairy Cows. J. Nutr., 1525-1532

**LVAT Ruhlsdorf/Großkreutz, Berg+Schmidt (1993):** Versuch an der »Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung« des Landes Brandenburg

**Reichetanz, A. et al. (2010):** Investigations with dairy cows on effects of calcium salts of fatty acids or prilled fat on milk yield composition with emphasis on trans-fatty acids. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 19

**Reichetanz, A. (2008):** The effect of rumen-protected fatty acids on milk yield and milk composition. Berg+Schmidt Symposium, EuroTier 2008

**Schothorst Feed Research (2004):** Effect of Bergafat F-100 on milk production and -composition in bulk milk with dairy cows in mid-lactation on a siesta-pasture system. Report Nr. 649

## Diskussion

### Frau Dr. Schröder, Kiel

Ich habe die Effekte des Bypass-Bergafat mehrfach gesehen, bekomme aber immer wieder Fragen zur Verstoffwechslung. Muss nicht dieses zusätzliche Fett, das wir füttern, auch durch die Leber und belastet es damit nicht die Leber? In Iden wurden ebenfalls Versuche dazu durchgeführt. Ich habe die Ergebnisse zum  $\beta$ -Hydroxybutyrat nicht im Kopf, aber vielleicht können Sie etwas zur Verstoffwechslung und zur Leberbelastung sagen?

### Dr. Adelman

Wir gehen bisher immer davon aus, dass die Tiere von Natur aus in der Lage sind, langkettige Fettsäuren zu verarbeiten und damit soweit gut klar kommen.

### Ergänzung Dr. Pieper

Wir haben eine ganze Reihe von Versuchen durchgeführt und stellen fest, dass die Milchleistung steigt. Die additive Wirkung ist vorhanden und ein Teil des Fettes geht praktisch vom Darm über die Lymphe sofort in die Milchdrüse. Damit haben wir eine direkte Verbindung vom Darm über die Pfortader zur Lymphe. Deswegen gibt es eine direkte Verwertung der Fette über die Verdauung, aber kein Absenken der Ketokörper. Die Fette haben keine anti-ketotische Wirkung, führen aber erstaunlicherweise zur Leistungssteigerung und sogar zur

Zunahme der Lebendmasse. Das ist eigentlich nicht richtig zu erklären, wurde aber bei allen Versuchen gefunden.

Ich möchte noch etwas relativieren. Wir reden immer über Kalziumseifen. Es gibt natürlich die verschiedensten Produkte mit unterschiedlichen Ansätzen. Die Frage, die wir hier eigentlich hatten, war, wie geht man mit dieser Problematik um. Es ist für den Landwirt nicht immer einfach, die Dinge richtig einzuschätzen.



**Berg + Schmidt**  
*Functional Lipids*



**BergaFat**  
**T-300**  
pansenstabil

# BergaFat

## Natürliche Fett-Energie aus Palmöl

- Mehr Milch
- erhöhte Fruchtbarkeit  
und Leistung
- pansenstabil
- ohne Härtung
- ohne Transfettsäuren
- freifließend
- oxidationsstabil
- einfache Lagerung
- leichte Handhabung

Auch verfügbar mit Lecithin:  
Bergafat HPL-106, HTL-306, HTL- 316

Berg + Schmidt GmbH & Co. KG  
An der Alster 81, D-20099 Hamburg  
Tel.: +49 (0) 40 / 284 039-0  
Fax: +40 (0) 40 / 284 039-33  
E-mail: [info@berg-schmidt.de](mailto:info@berg-schmidt.de)  
[www.berg-schmidt.de](http://www.berg-schmidt.de)

  
**STERNWYWIOL**  
Gruppe



## Bestes Futter aus bestem Schwad.

LINER – zuverlässig und futterschonend.

- Neue wartungsfreie CLAAS Schwadglocke
- Dreidimensionale, vollkardanische Kreiselführung
- Bodenschonende Kreiselfahrwerke mit Tandemeffekt

Ihr CLAAS Partner vor Ort:

**BLT**  
**BRANDENBURGER  
LANDTECHNIK GMBH**

BLT Brandenburger Landtechnik GmbH  
Liebenthaler Bahnhof 2  
16909 Heiligengrabe OT Liebenthal  
Telefon: +49 033962 / 624-60  
Fax: +49 033962 / 624-80  
[www.brandenburger-lt.de](http://www.brandenburger-lt.de)

**CLAAS**

# Untersuchungen zum Einsatz unterschiedlich behandelter Silagen bei Kühen mit hohen Leistungen



## Roland Söffing<sup>1</sup>

Dr. Bernd Pieper<sup>2</sup> | Dr. Sandra Hoedtke<sup>1</sup>

Prof. Dr. Annette Zeyner<sup>1</sup>

- 1 Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung,  
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock
- 2 Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

## Zusammenfassung

Im Juli 2008 wurde ein Silierversuch zum Zeitpunkt des dritten Schnittes durchgeführt. Im Rahmen dieses Versuches wurden zwei Grassilagen als Freigärhaufen angelegt und über einen Zeitraum von drei Monaten (Anfang März bis Anfang Juni 2009) an Milchkühe eines Praxisbetriebes verfüttert. Ziel des Versuches war die Untersuchung gärobiologischer Parameter der unterschiedlich behandelten Silagen (chemisch versus biologisch) und deren Wirkung auf Kühe mit hohen Leistungen (10.000 kg). Das Ausgangsmaterial wurde einerseits mit Milchsäurebakterien (BIO-SIL<sup>®</sup>) und Melasse und andererseits mit einem organischen Säuregemisch (ProMyr<sup>®</sup> NT570, bestehend aus Ameisensäure und Formiaten sowie Propionsäure) behandelt. Während der Lagerung fand mit Hilfe eines Bohrstocks die Entnahme von Stecherproben am 3., 12., 49. und 90. Tag nach dem Einsilieren statt. Für die Berechnung der Total-Misch-Rationen (TMR) wurden Sammelproben von den Anschnittflächen der Silos entnommen und analysiert. Im Ergebnis der Analyse und unter Anwendung des Bewertungssystems der DLG erhielt die Silage aus BIO-SIL<sup>®</sup> und Melasse die volle Punktzahl. Die ProMyr<sup>®</sup>-Silage wurde mit einem Abschlag von 10 Punkten versehen, da sie geringe Gehalte an Butter- und Essigsäure enthielt. Des Weiteren erfolgte die Absenkung des pH-Wertes in der BIO-SIL<sup>®</sup>-Silage schneller und erreichte ein tieferes Niveau. Zur Abschätzung der Wirkung der Silagen auf Milchkühe wurde ein Versuch im Crossover-Design durchgeführt. Umwelteffekte waren zum Ende des Versuches deutlich erkennbar. So sank die Milchleistung der in der Stallmitte stehenden Tiere, während die der am Stallende aufgestellten Milchkühe anstieg. Im Fütterungsversuch bestanden zwischen den Leistungsparametern in den einzelnen Futtergruppen nur geringe Unterschiede. Die BIO-SIL<sup>®</sup>-Gruppe hatte 2 kg Mehrertrag

an fettkorrigierter Milch (FCM) und einen leicht höheren Fettgehalt (+ 0,26 %), betrachtet über die gesamte Versuchsperiode. Der Eiweißgehalt der Milch sowie die Rückenfettdicke blieben unverändert. Zellzahlen und Milchwurststoffgehalt waren in der ProMyr®-Gruppe deutlich höher als in der BIO-SIL®-Gruppe. Der bedeutendste Unterschied bestand in der Lebendmasseentwicklung, welche in der BIO-SIL®-Gruppe um 20 kg höher lag als in der ProMyr®-Gruppe.

## Summary

### **Investigation of using different treated silages for feeding cows with high performances**

A multitude of silage processing methods exist, each with potential effects on dairy cattle performance, in particular milk yield. The aim of this study was to analyze fermentation parameters of differently treated silages (chemical versus organic) and the effects on dairy cattle with high milk yields (~10.000 kg). Experiments were conducted during the grass harvest of July 2008. Two grass silages were produced in outdoor fermentation stacks covered with plastic foil. The first grass silage was treated with an organic acid mix (ProMyr® NT570, consisting of formic acid, formates as well as propionic acid) and the second one with lactic acid bacteria (BIO-SIL®) and molasses. Silage samples were taken with a soil sampler on day 3, 12, 49 and 90 after ensiling. Further aggregated samples were taken once the silage was opened in order to calculate the Total Mixed Rations. After analysis, the silage treated with BioSil® and molasses received the highest possible score according to DLG's standards (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). The ProMyr® silage scored 10 points lower due to its low content of butyric and acetic acid. Additionally, the pH value declined faster and reached a lower level in the BIO-SIL® treated silage compared to the ProMyr® treated silage. A feeding trial with a crossover design was conducted in order to assess the effects of the silages upon dairy cow performance. Environmental effects were significant, for instance the milk yield of dairy cows located at the end of the shed increased, whereas it decreased for cows located in the middle of the shed. Analysis of various performance parameters (milk yield, milk components and physical parameters) revealed only minor differences between the feeding groups. The group fed BIO-SIL® silage had on average 2 kg more fat-corrected milk and a slightly higher fat content (+ 0.26 %) than the ProMyr® silage fed group. There were no significant differences in protein content or backfat thickness between groups. Both the urea nitrogen content and number of somatic cells in the milk were higher in the ProMyr® group in comparison to the BIO-SIL® group. The most significant difference observed between the groups was the liveweight of the cows which was 20 kg higher in the BIO-SIL® group.

## Résumé

### Enquête sur l'utilisation de différents conservateurs sur les ensilages chez les vaches à haute production laitière.

En Juillet 2008, des essais d'ensilage ont été effectués lors de la 3ème coupe. Dans le cadre de ces essais deux ensilages d'herbe ont été stockés en silo, durant une période de 3 mois (début Mars à début Juin 2009). Ils seront incorporés dans la ration des vaches laitières. L'objectif de cette recherche est d'analyser les différents paramètres de fermentation selon leur traitement (biologique ou chimique) et leur influence sur les vaches à haute production laitière. Le produit de base a été traité avec des bactéries lactiques (BIO-SIL®) et de la mélasse, et le second avec un mélange d'acide organique (ProMyr® NT570, constitué d'acide formique et de formol). Pendant la conservation, des échantillons sont prélevés avec une tarière au 3, 12, 49 et 90ème jour. Pour le calcul des rations-mélange-total (RTM), des échantillons ont été prélevés et analysés du zur la zone de coupe dans le silo. Le résultat de l'analyse et la notation de DLG (silo avec BIO-SIL® et mélasse) obtint la note maximale. L'ensilage ProMyr® a perdu 10 points à cause de la présence d'acide butyrique et d'acide acétique. De plus dans l'ensilage contenant du BIO-SIL®, le pH descend plus rapidement et atteint un meilleur niveau. Pour estimer l'effet de l'ensilage sur les vaches laitières, une conception expérimentale croisée a été effectuée. Les effets environnementaux sont clairement visibles à la fin de l'expérience. Le lot de vaches au milieu de la stabule a eu une baisse de production à l'inverse les vaches à chaque extrémité ont eu une hausse de production. Les résultats : le groupe de BIO-SIL® a eu 2 kg de rendement en matière grasse du lait corrigé et une teneur de matière grasse plus élevée (+ 0.26 %) sur toute la période expérimentale. La teneur en protéines du lait et l'épaisseur du gras dorsal est restée intact. Le dénombrement des cellules et la teneur en urée dans le lait chez le groupe ProMyr® est significativement plus élevé que dans le groupe BIO-SIL®. La différence la plus importante est la comparaison de poids à la fin de l'expérience, 20kg de plus dans le groupe de BIO-SIL®.

## Аннотация

### Роланд Сёффинг, Бернд Пипер, Сандра Хётке и Аннетте Цайнер

В июле 2008 года был проведен опыт по силосованию в период третьего укоса. В рамках этого опыта было заложено два сенажа в буртах, которые скармливались в течение трех месяцев (с начала марта по начало июня 2009 года) дойным коровам опытного хозяйства. Целью опыта было изучение биологических параметров брожения сенажа, обработанного различным образом (химическая обработка против

биологической), и их влияние на коров с высокой продуктивностью (10 000 кг). Часть исходного сырья была обработана молочнокислыми бактериями (препарат BIO-SIL®) и мелассой, другая часть – органической кислотной смесью (препарат ProMyr® NT570, состоящий из муравьиной кислоты, формиатов и пропионовой кислоты). Во время хранения с помощью бура были забраны пробы на 3-й, 12-й, 49-й и 90-й день после закладки. Для расчета полнорационной кормовой смеси (TMR) были взяты и проанализированы сборные пробы с поверхности среза бурта. В результате анализа и применения оценочной системы DLG сенаж с добавлением препарата BIO-SIL® и мелассы получил максимальное количество баллов. Сенажу, обработанному препаратом ProMyr®, оценка была снижена на 10 баллов, потому что в нем были обнаружены незначительные примеси масляной и уксусной кислот. Кроме того, снижение показателя pH в сенаже с препаратом BIO-SIL® проходило быстрее и достигло более низкого уровня. Для оценки влияния сенажа на дойных коров был проведен опыт по типу crossover. Факторы окружающей среды чувствовались до самого завершения опыта. Так, молочная продуктивность коров, стоявших в середине коровника снизилась, в то время как продуктивность коров по краям коровника возросла. В опыте по кормлению параметры продуктивности отдельных групп кормления различались лишь незначительно. Коровы в группе, получавшей сенаж с препаратом BIO-SIL®, в течение всего опытного периода дали на 2 кг молока (нормальной жирности, в пересчете) больше при слегка большей жирности (+ 0,26). Содержание белка в молоке, а также толщина хребтового жира коров не изменились. Число соматических клеток и содержание мочевины в молоке в группе, получавшей корм с препаратом ProMyr®, заметно выше, чем в группе с препаратом BIO-SIL®. Самое важное отличие заключалось в развитии живой массы, которая в группе с препаратом BIO-SIL® была на 20 кг выше, чем в группе с препаратом ProMyr®.

## Problem- und Zielstellung

In einem Milchviehbetrieb im nördlichen Brandenburg, in dem ein chemisches Silierhilfsmittel (ProMyr® NT570, bestehend aus > 75 % Ameisensäure und Formiaten sowie < 25 % Propionsäure) eingesetzt worden war, wurde ein bereits sensorisch wahrnehmbarer Buttersäuregehalte der Silagen analytisch bestätigt. Vor dem Hintergrund einer anzustrebenden Verbesserung der Silagequalität erfolgte im Juli 2008 die Durchführung eines Silierversuches, in welchem gärobiologische Parameter des entweder mit dem biologischen Siliermittel BIO-SIL® (Lactobacillus plantarum DSM 8862 und 8866) in Kombination mit Melasse) oder dem o.g. chemischen Silierhilfsmittel behandelten Ausgangsmaterials verglichen werden sollten. Nach einer achtmonatigen Lagerung der Silagen wurden diese ab März 2009

im Fütterungsversuch mit Kühen der höheren Leistungsebene verwendet. Im Rahmen dieses Versuches sollten Leistungsmerkmale der mit den beiden Silagen gefütterten Kühe verglichen werden.

## Material und Methoden

### Ausgangsmaterial

Bei dem verwendeten Grünlandstandort handelte es sich um ein durch intensive Schnittnutzung gekennzeichnetes Niedermoor. Für den Versuch stand der dritte Schnitt zur Verfügung. Die Artenzusammensetzung des Ausgangsmaterials ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Der Bestand war dominiert von Deutschem Weidelgras und enthielt geringe Anteile Weißklee. Alle übrigen Gräser und Kräuter sind als minderwertig einzuordnen oder waren zu unwesentlichen Anteilen vertreten. Das Ausgangsmaterial wies einen Z/PK-Quotienten von 2,6 auf und kann somit als gut silierbar eingestuft werden.

Tab. 1 Artenzusammensetzung des für die Silierung genutzten Ausgangsmaterials

Pflanze	Botanischer Name	Anteil am Bestand (%)
Deutsches Weidelgras	Lolium perenne	85
Löwenzahn	Taraxacum sect. Ruderalia officinale	5
Weißklee	Trifolium repens	4
Quecke	Agropyron repens	3
Schafgarbe	Achillea millefolium	1
Jährige Rispe	Poa annua	<0,5
Wiesenrispe	Poa pratensis	<0,5
Knickfuchsschwanz	Alopecurus geniculatus	<0,5
Fruchtbare Rispe	Poa palustris	<0,5

### Herstellung der Silagen

Bei der Herstellung der Silagen kamen zwei voneinander getrennte Häckselketten zum Einsatz. Sie fuhren parallel Schwad an Schwad und hatten fest zugeordnete Transporteinheiten (Abb. 1). Das Material wurde am Tag vor dem Einsilieren gemäht und auf einen Trockensubstanzgehalt von 307 g/kg angewelkt. Das chemische Silierhilfsmittel wurde mit einer Aufwandmenge von 3 l/t direkt am Auswurfkrümmer des Häckslers appliziert. Für die Variante mit dem biologischen Silierhilfsmittel wurden 1 g BIO-SIL® und 22 l Melasse je Tonne verabreicht. Die Häcksellänge betrug in beiden Varianten 40 mm. Das Futter lagerte bis zur Verfütterung in Freigärhaufen mit einer Masse von jeweils 109 Tonnen. Zu Beginn der Silierung

wurden Proben vom Ausgangsmaterial analysiert. Nach einer Silierdauer von 3, 12, 49 und 90 Tagen wurden über das gesamte Silo verteilt Stecherproben entnommen und anschließend untersucht. Die Lagerdauer der Freigärhaufen bis zum Beginn der Verfütterung betrug acht Monate.



*Abb. 1 Bergung des Siliergutes mit vollständig getrennten Häckselketten*

## Tiermaterial

Für den Fütterungsversuch wurden 30 Tiere aus einem Praxisbetrieb eingesetzt. Die Einteilung der Versuchstiere in zwei Gruppen mit je 15 Tieren erfolgte nach den Parametern Laktationsnummer, Laktationsstatus, Milchleistung und Milchinhaltstoffe. In der Vorlaktation hatten die Tiere eine Milchleistung von durchschnittlich 10.000 kg. Das Laktationsstadium von 60 Tagen post partum war bewusst gewählt worden, um das Risiko des Auftretens von Stoffwechselkrankheiten (Ketose, Gebärparese) während des Versuches so weit wie möglich zu reduzieren. Der Hochboxen-Laufstall war ganzflächig mit Gummimatten auf Spaltenböden ausgestattet. Zur Auswertung konnten 9 bzw. 10 Tiere je Gruppe herangezogen werden, da während des Versuches Tiere durch z.B. Mastitiden ausgeschieden sind. In Tabelle 2 sind die Ausgangsleistungen und Merkmale der Versuchstiere dargestellt.

*Tab 2 Leistungen und Merkmale der Tiere vor Versuchsbeginn*

Parameter	Maßeinheit	Gruppe A	Gruppe B
Milchmenge	kg	45	44
Milchfett	%	3,53	3,49
Milcheiweiß	%	2,97	2,95
Laktationsnummer	n	2,9	2,6
Laktationsstatus	d	63	65

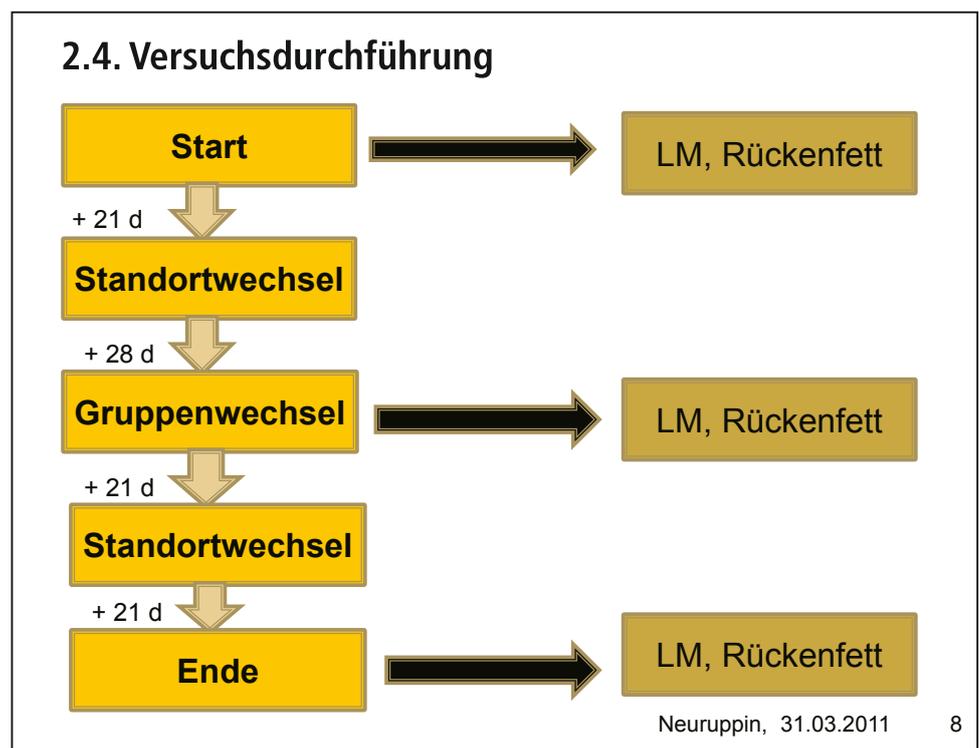
## Versuchsdurchführung

Der Fütterungsversuch startete am 03.03.2009. Direkt vor Versuchsbeginn wurden die Lebendmasse der Kühe mit einer Tierwaage erfasst und die Rückenfettdicke mittels Ultraschall gemessen. Über den gesamten Versuchszeitraum erfolgte im Rhythmus von zwei bis drei Wochen durch den Landeskontrollverband (LKV) eine Milchleistungsprüfung (MLP), deren Ergebnisse im Versuch verwendet wurden. Da die Tiere im Stall nur entweder in der Mitte oder am Ende aufgestellt werden konnten, erfolgte nach einer Versuchsdauer von 21 Tagen ein Standortwechsel innerhalb der Gruppen. Nach weiteren 28 Tagen wurde ein Gruppenwechsel durchgeführt. Die Tiere blieben an ihrem Standort im Stall und die TMR wurde zwischen den Gruppen getauscht. Damit war die erste Periode des Versuches beendet, und es wurden neben der MLP erneut Messungen zur Lebendmasse und Rückenfettdicke durchgeführt.

Gruppe A hat in der ersten Versuchsperiode die TMR mit BIO-SIL<sup>®</sup>-Silage erhalten und Gruppe B die TMR mit ProMyr<sup>®</sup>-Silage. Zum Zeitpunkt des Gruppenwechsels kam es zum Wechsel der TMR zwischen den Gruppen. Gleichzeitig war dieser Zeitpunkt der Beginn der zweiten Periode. In dieser Periode wurde nach 21 Tagen ein erneuter Standortwechsel im Stall durchgeführt. Der 03.06.2009 stellte das Ende des Versuches dar. Abschließende Untersuchungen zur Lebendmasse, Rückenfettdicke und MLP beendeten die zweite Versuchsperiode. Die Tiere wurden dreimal täglich gemolken und mittags gefüttert. Eine Übersicht zum Versuchsaufbau gibt Abbildung 2.

Abb. 2

Schematische  
Darstellung des  
Fütterungsver-  
suches



Die beiden Standortwechsel im Stall dienten der Eliminierung des Einflusses von Umweltbedingungen, vor allem von Licht und Belüftung. Gerade am Ende des Versuches war mit zunehmenden Außen- und Innentemperaturen ein deutlicher Umwelteinfluss erkennbar. Zusammen mit dem Futterwechsel haben somit die Tiere einer Versuchsgruppe an der Stallinnenseite (»Stallmitte«) sowie an der Stallaußenseite (»Stallende«) die Rationen mit den unterschiedlich konservierten Grassilagen vorgelegt bekommen. Durch diese Versuchsanordnung konnte der beschriebene Umwelteffekt bei der Bewertung der Gruppenleistungen statistisch eliminiert werden.

## Versuchs-TMR

Die Zusammensetzungen der TMR für die zwei Versuchsgruppen sind in Tabelle 3 dargestellt. Mit Ausnahme der unterschiedlich konservierten Grassilagen unterschieden sich beide Rationen nicht. Der vergleichsweise hohe Anteil an Grassilage war bewusst gewählt worden, um eventuell von der Art der Konservierung abhängige Effekte auf zootechnische Parameter der Milchkühe darstellen zu können. Mais- und Grassilage wurden über eine Wiegeeinrichtung am Futtermischwagen dosiert. Per Hand erfolgte die Einwaage von Propylenglycol und dem aus den restlichen Komponenten bestehenden Kraftfuttermisch.

Tab. 3 Charakterisierung der in den Versuchsgruppen gefütterten TMR

<b>Futtermittel</b>	<b>Maßeinheit</b>	<b>Gruppe BIO-SIL®</b>	<b>Gruppe ProMyr®</b>
Grassilage	kg	26	26
Maissilage	kg	21	21
Körnermais	kg	3,5	3,5
Sojaextraktionsschrot	kg	1,0	1,0
Rapsextraktionsschrot	kg	2,5	2,5
Mineralfutter	kg	0,15	0,15
Kohlensaurer Kalk	kg	0,15	0,15
Viehsalz	kg	0,1	0,1
Palmfett	kg	0,4	0,4
Propylenglycol	kg	0,2	0,2
TM-Angebot	kg	23	23
NEL	MJ/kg TM	7,3	7,2
nXP	g/kg TM	162	160
Milch aus Energie	kg	43	43
Milch aus Protein	kg	40	40

Das Kraftfutter konnte in einer betriebseigenen Mühle für einen Zeitraum von zwei Wochen vorgemischt werden. Die Differenzen aus den Energie- und Proteingehalten in den Rationen sind auf unterschiedliche Gehalte in den Grassilagen zurückzuführen. Die Berechnung der Versuchsrationen basierte auf Proben, die vor Versuchsbeginn direkt von den Anschnittflächen genommen worden waren.

## Ergebnisse und Diskussion

### Analyse der Silagen

Die Analysenergebnisse der an den Anschnittflächen beprobten Grassilagen sind Tabelle 4 zu entnehmen. Die auffällig hohen Rohaschegehalte sind typisch für den Niedermoorstandort.

Tab. 4 Analyse der Versuchs-Grassilagen und des Ausgangsmaterials

Untersuchungsparameter	Maßeinheit	BIO-SIL®	ProMyr®	Ausgangsmaterial
Trockenmasse	g/kg	343	345	307
Rohprotein	g/kg TM	180	185	190
Rohfaser	g/kg TM	225	236	244
Rohasche	g/kg TM	102	117	88
Zucker	g/kg TM	75	51	83
ADF org	g/kg TM	262	263	267
NDF org	g/kg TM	445	440	526
ADL	g/kg TM	29	32	30
NH <sub>3</sub> -N am Gesamt-N	%	4,4	7,3	nicht bestimmt
nXP	g/kg TM	140	138	141
NEL	MJ/kg TM	6,2	6,0	6,1
Gärqualität (DLG)	Punkte	100	90	-

Während der stabilen Lagerphase bleiben pflanzeigene Enzyme aktiv und können eine Hydrolyse der Faserfraktionen bewirken. Im Ergebnis dessen werden leicht lösliche Kohlenhydrate frei und dienen den Milchsäurebakterien (MSB) als Substrat. Dieser Effekt ist an den abnehmenden NDF-Gehalten erkennbar (DEWAR et al., 1963 und MORRISON et al., 1979). Auffallend sind die erhöhten Werte an NH<sub>3</sub>-N am Gesamt-Stickstoff in der ProMyr®-Silage, jedoch nicht in der BIO-SIL®-Silage. Da dieser Parameter das Maß der Desaminierung anzeigt und somit den mikrobiellen Aminosäureabbau widerspiegelt (Hoedtke et al. 2010a),

ist die BIO-SIL®- im Vergleich zur ProMyr®-Silage als diesbezüglich verlustarm einzuordnen. Die Gehalte an nXP und Energie waren in der BIO-SIL®-Silage leicht höher als in der ProMyr®-Silage. Dieser Unterschied ist hauptsächlich durch den Einsatz von Melasse in der biologischen Variante zu erklären.

### Ergebnisse aus den Analysen der Gärverläufe der Silagen

In Abbildung 3 sind die pH-Werte der Silagen dargestellt. Ermittelt wurden diese aus Stecherproben am 3., 12., 49. und 90. Tag nach dem Einsilieren. Der pH-Wert des Ausgangsmaterials lag bei 5,74. Die Silierung mit BIO-SIL® und Melasse bewirkte bereits nach 3 Tagen eine pH-Wert-Absenkung auf unter 4,00 und ist über den Verlauf von 90 Tagen als stabil zu bewerten. In der ProMyr®-Variante dauerte die Absenkung des pH-Wertes deutlich länger und erreichte auch nicht das Niveau der BIO-SIL®-Variante.

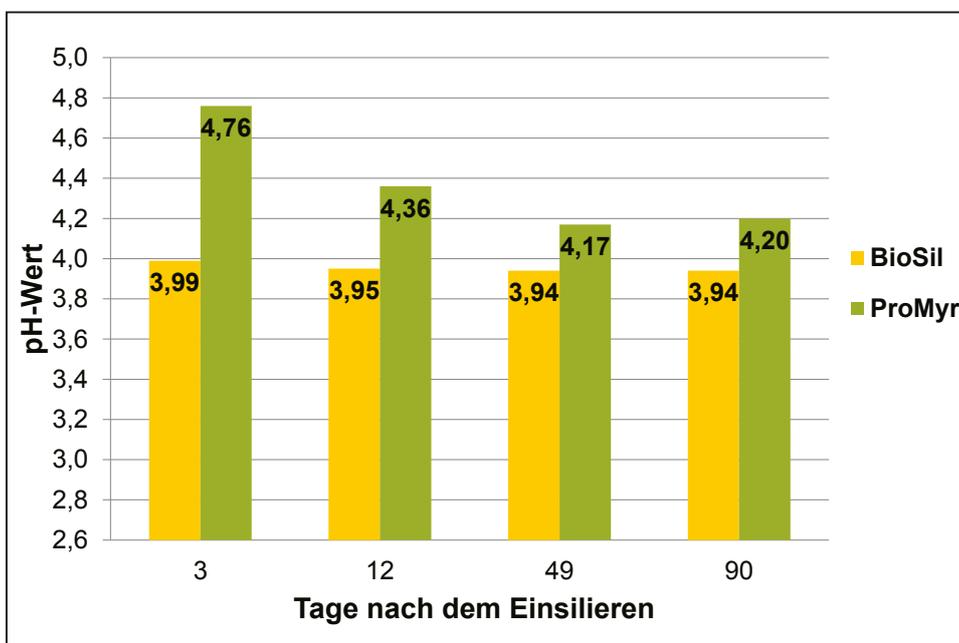


Abb. 3

Verlauf der pH-Werte über 90 Tage Silierdauer

Die Gehalte an Milchsäure sind erwartungsgemäß reziprok zu den gemessenen pH-Werten. Es ist deutlich erkennbar, dass mit steigenden Milchsäuregehalten (Abb. 4) die pH-Werte an den einzelnen Öffnungstagen sinken. Die Abnahme des Gehaltes an Milchsäure am 90. Tag nach dem Einsilieren in der BIO-SIL®-Variante ist gärbiologisch zunächst nicht erklärbar. In der ProMyr®-Variante wurden über die 90 Tage Silierdauer ansteigende Milchsäuregehalte gemessen, was bei dem gegebenen Verzicht einer Zugabe von MSB auf einen leistungsfähigen epiphytischen Besatz von MSB hinweist.

In Abbildung 5 sind die Gehalte an Essigsäure dargestellt. In beiden Silagevarianten wurden nach 3 Tagen vergleichbare Werte gemessen. Der Essigsäuregehalt in der ProMyr®-Silage stieg zum 12. Tag leicht an und wies am 90. Tag mit 2,7 % in der Trockenmasse (TM) den

höchsten Gehalt auf. In der BIO-SIL<sup>®</sup>-Silage blieb der Essigsäuregehalt über die Dauer von 90 Tagen auf einem konstant niedrigen Niveau (0,7 % in der TM). Ein natürlicher Besatz an heterofermentativen MSB scheint in diesem Fall neben Milchsäure auch Essigsäure produziert zu haben, was aus dem Vorkommen von 1,2-Propandiol in diesen Silagen geschlussfolgert werden kann (DAVIES und HALL, 1999; OUDE ELFERINK et al., 2001, SCHMIDT et al., 2009). Ein Gehalt von circa 3 % Essigsäure in der TM ist für die aerobe Stabilität als positiv zu werten (AUTORENKOLLEKTIV, 2006).

Abb. 4

Gehalte an  
Milchsäure am 3.,  
12. und 90.  
Tag nach dem  
Einsilieren

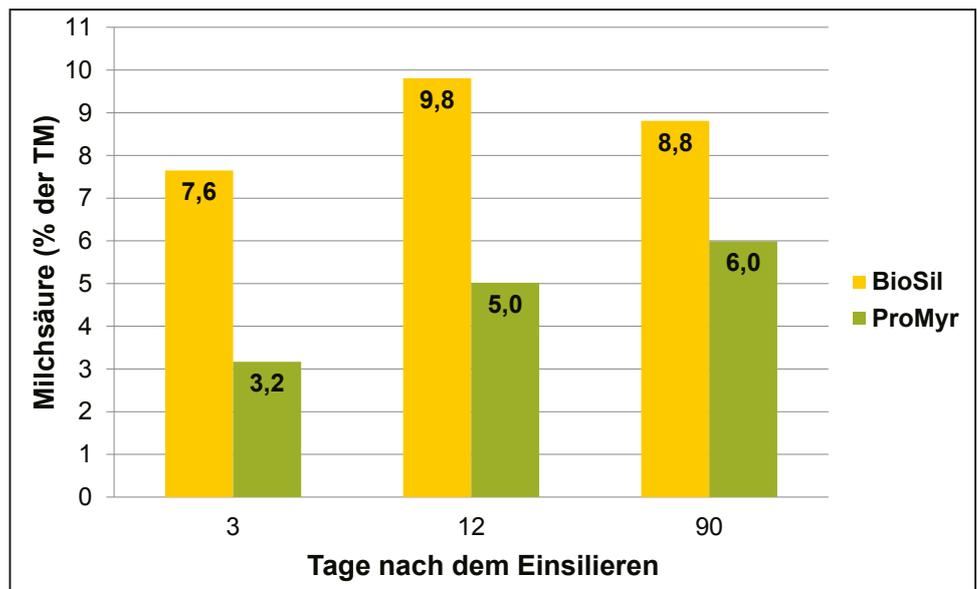
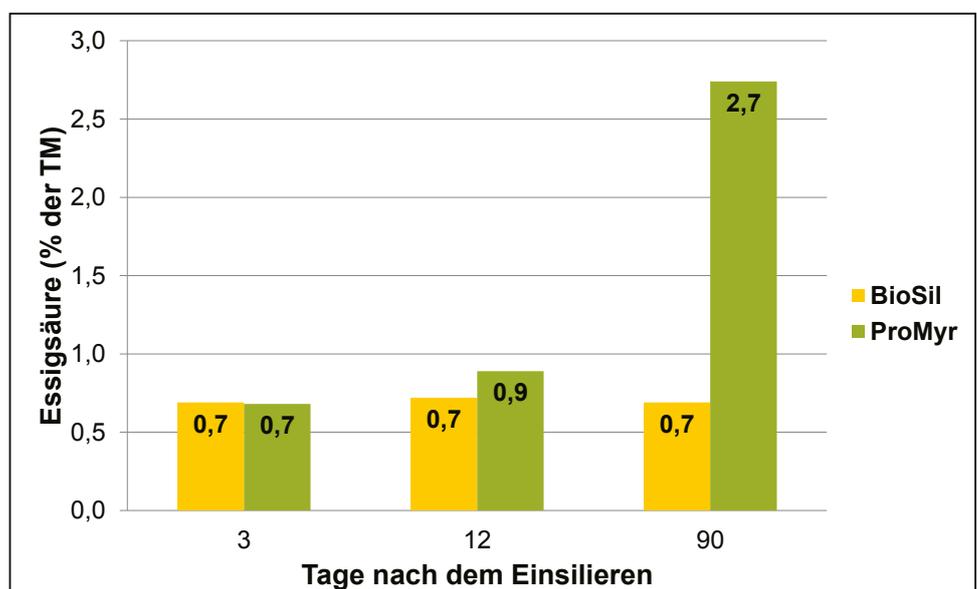


Abb. 5

Gehalte an  
Essigsäure am 3.,  
12. und 90. Tag  
nach dem  
Einsilieren



In Abbildung 6 sind die Buttersäuregehalte der Silagen dargestellt. In der BIO-SIL<sup>®</sup>-Silage wurden während der 90 Tage Silierdauer nur unbedeutende Mengen dieses Fermentationsproduktes festgestellt. In der ProMyr<sup>®</sup>-Silage erfolgte dagegen vom 12. zum 90. Tag ein nennenswerter Anstieg. Offenbar wurde in diesem Fall sekundär Milchsäure zu Buttersäure fermentiert (McDONALD et al., 1991). Der pH-Wert von 4,2 dürfte nicht limitierend auf die

Entwicklung anaerober Clostridien gewirkt haben, als deren Stoffwechselprodukt Buttersäure in Silagen auftritt (LINDGREN et al., 1985). Die Aktivität von Clostridien ist u.a. auch mit Desaminierungen im Futter assoziiert. Hierbei werden Aminosäuren weiter zu Ammoniak, organischen Säuren und Aminen umgesetzt (HOEDTKE et al., 2010a). Vorgeschaltet ist der Prozess der Proteolyse, wobei durch vorwiegend pflanzliche Proteasen hochmolekulare Proteine bis hin zu Aminosäuren abgebaut werden (SEYFARTH et al., 1989; Übersicht siehe HOEDTKE et al., 2010a).

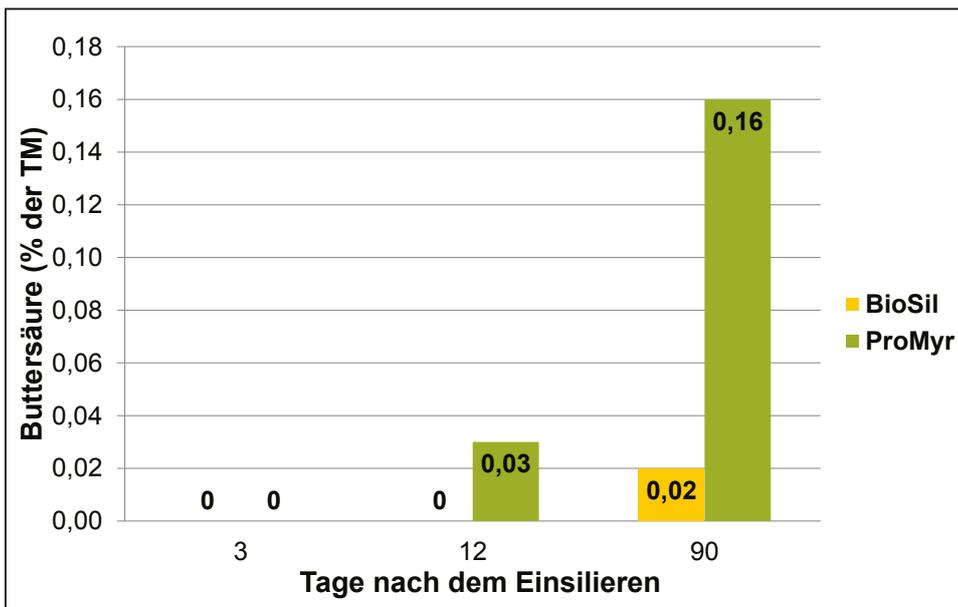


Abb. 6

Gehalte an Buttersäure in den Versuchsilagen

Da für jeden Öffnungstag nur eine Probe aus dem Freigärhaufen entnommen wurde, konnte keine statistische Prüfung der Ergebnisse vorgenommen werden. Gegenüber einer höheren Beprobungsfrequenz war es bei der Versuchsanstellung von vordringlicher Bedeutung, den Tieren ein qualitativ einwandfreies Futter vorzulegen. Die daher als vorläufig anzusehenden Ergebnisse aus den Freigärhaufen sind anhand von Laborsilagen (Weckgläser) bestätigt worden (HOEDTKE et al., 2010b).

## Ergebnisse der MLP und zootecnische Parameter

Die Ausgangsleistungen der Versuchstiere sind in Tabelle 2 dargestellt, wobei eine homogene Zusammenstellung der Gruppen nach den angegebenen Parametern erfolgte. Dem Versuchsaufbau entsprechend wurde an die beiden Kuhgruppen (A und B) jeweils die TMR mit BIO-SIL<sup>®</sup>- bzw. ProMyr<sup>®</sup>-Silage verfüttert, wonach sich die Auswertung der zootecnischen Parameter auf die Versuchsilagen (benannt mit BIO-SIL<sup>®</sup>- und ProMyr<sup>®</sup>-Gruppe) bezieht. Dafür mussten die zwei Versuchsperioden getrennt ausgewertet und anschließend miteinander verrechnet werden. Es wurden die Differenzen der Leistungen vom Periodenbeginn zum Periodenende, im Mittel der jeweiligen Versuchsgruppe, errechnet. Somit erhält

man für jede Versuchsgruppe die Änderung der Leistungsdaten in der jeweiligen Periode. Anschließend wurden die Periodenleistungen in den Gruppen zusammengefasst und die Differenzen zwischen den Gruppen berechnet. In Tabelle 5 sind die zusammengefassten Leistungsänderungen über den gesamten Versuchszeitraum dargestellt. Demnach hatte die BIO-SIL®-Gruppe insgesamt einen höheren Fettgehalt (+ 0,26 %) in der Milch und einen geringeren Abfall der Milchmenge (2 kg FCM, 4 % Fett) erreicht. Im Vergleich zur ProMyr®-Gruppe wiesen die Kühe der BIO-SIL®-Gruppe eine höhere Lebendmasse sowie geringere Harnstoffgehalte und Zellzahlen in der Milch auf. Der Unterschied von Milcheiweißgehalt und Rückenfettdicke zwischen den Gruppen war nur marginal.

*Tab. 5 Darstellung der Ergebnisse aus MLP und zootecnischer Parameter*

<b>Parameter</b>	<b>Maßeinheit</b>	<b>Differenz BIO-SIL®-minus ProMyr®-Gruppe</b>
Milch	kg	-0,5
FCM	kg	+ 2
Fettgehalt	%	+ 0,26
Eiweißgehalt	%	0,01
Harnstoff	mg/l	-50
Zellzahl	1000/ml	-67
Lebendmasse	kg	+ 20
Rückenfettdicke	mm	+ 0,01

Zur weiterführenden Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Verfütterung der Silagen und den erbrachten Leistungen der Tiere werden derzeit noch klinisch-chemische Blutparameter ausgewertet. Diese Ergebnisse können nach Abschluss der Masterarbeit (SÖFFING, in Vorbereitung) an der Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung der Universität Rostock eingesehen werden.

## **Schlussfolgerungen**

Die Silagequalität wurde durch das biologische im Vergleich zu dem chemischen Silierhilfsmittel positiv beeinflusst. Bei Fütterung der mit dem biologischen Silierhilfsmittel erzeugten Silage wies die Milch den höheren Fettgehalt auf, und die Lebendmasse der so gefütterten Kühe lag im Mittel ebenfalls höher. Die Milch dieser Kühe zeigte niedrigere Harnstoffkonzentrationen und geringere Zellzahlen.

## Literatur

**AUTORENKOLLEKTIV (2006):** Praxishandbuch Futterkonservierung. Bundesarbeitskreis Futterkonservierung (Hrsg.), 7. überarbeitete Auflage, DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main

**DEWAR, W. A., P. McDONALD und R. WHITTENBURY (1963):** The hydrolysis of grass hemicelluloses during ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 14 (6), 411-417

**DAVIES, O. D. und P. A. HALL (1999):** The effect of applying an inoculant containing *Lactobacillus buchneri* to high dry matter ryegrass swards ensiled in wrapped round bales, 12th Proceedings of International Silage Conference, Swedish University of Agriculture Uppsala, Sweden

**HOEDTKE, S., M. GABEL und A. ZEYNER (2010a):** Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktionen. *Übersichten zur Tierernährung* 38, 157-179

**Hoedtke S., R. Söffing, B. Pieper and A. Zeyner (2010b):**

Impact of a chemical or biological silage additive and their combination on the fermentation quality of grass silage. 14th Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Zürich (Schweiz), 06.-08. September 2010, 59

**LINDGREN, S., K. PETERSSON, A. JOHANSSON, P. LINGVALL and A. KASPERSSON (1985):** Silage inoculation, selected strains, temperatures, wilting and practical application. *Swedish Journal of Agricultural Research* 15, 9-18

**McDONALD, P., A. R. HENDERSON und S. J. E. HERON (1991):** Biochemistry of silage. 2nd edition, Chalcombe Publications, Marlow, UK

**MORRISSON, I. M. (1979):** Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *The Journal of Agricultural Science* 93, 581-586

**OUDE ELFERINK, S. J. W. H., J. KROONEMAN, J. C. GOTTSCHAL, S. F. SPOELSTRA, F. FABER und F. DRIEHUIS (2001):** Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Applied Environmental Microbiology* 67, 1-8

**SCHMIDT, R. J., W. HU, J. A. MILLS und L. KUNG Jr. (2009):** The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science* 92 (10), 5005-5010

**SEYFARTH, W., O. KNABE und G. WEISE (1989):** Protein degradation during silaging green fodder. *Archives of Animal Nutrition* 39 (8), 685-691

**SÖFFING, R. (unveröffentlicht):** Einfluss eines biologischen und chemischen Silierhilfsmittels auf die Qualität von Grassilage sowie auf Leistungs- und Stoffwechselfparameter bei Kühen im höheren Leistungsbereich. Masterarbeit, Universität Rostock (in Vorbereitung)

# Neue Erkenntnisse zur Silierung schwer vergärbbarer Futterpflanzen – Einflüsse auf Futterwert, Gärqualität sowie den Gehalt an biogenen Aminen und Clostridien



## Dr. Bernd Pieper<sup>1</sup>

Dr. Ulrich Korn<sup>1</sup> | Dr. Robert Pieper<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

<sup>2</sup> Institut für Tierernährung, Fachbereich Veterinärmedizin,  
Freie Universität Berlin

## Zusammenfassung

Da die Eiweißversorgung von Tieren mit hohen Leistungen zunehmend an Bedeutung gewinnt, wird die Sicherung der Proteinqualität bei der Silierung schwer vergärbbarer Futterpflanzen immer wichtiger. Voraussetzung für eine ökonomische Milchproduktion ist die Gewinnung qualitativ hochwertiger Silagen. Das bedeutet, dass der Futterwert des Endproduktes weitestgehend erhalten bleiben muss, das Protein nur wenig abgebaut wird, die Schmackhaftigkeit erhalten bleibt sowie Enterotoxine, Clostridien und biogene Amine auf ein Minimum reduziert sind. In umfangreichen Gefäßversuchen wurde der Einfluss von Amasil<sup>®</sup> NA (Ameisensäureprodukt) in Kombination mit BIO-SIL<sup>®</sup> (homofermentative Milchsäurebakterien – MSB) im Vergleich zu anderen Silierhilfsmitteln (Melasse, Kofasil liquid) ermittelt. Als Erntegut kamen sehr schwer silierbare Futtermittel (Luzerne, Gras und Klee-Grasmischungen) zum Einsatz, die zu Versuchsbeginn mit Clostridien-haltigem Sand vermischt wurden. Es werden die Parameter der Silagen nach 90 Tagen Lagerdauer zusammenfassend dargestellt. Der pH-Wert, die Trockenmasseverluste, die Gärsäuren und die Futterwerte belegen, dass unbehandelte Kontrollsilagen als sehr schlecht, die mit Kofasil liquid und mit BIO-SIL<sup>®</sup> behandelten Silagen als schlecht und die mit BIO-SIL<sup>®</sup> plus Melasse und mit Amasil<sup>®</sup> NA behandelten Silagen als gut zu bewerten sind. Nur mit der Kombination von

BIO-SIL® plus Amasil® NA gelingt es, aus sehr schwer silierbarem Erntegut eine sehr gute Silage zu gewinnen. Bezüglich der Parameter Energiegehalt, Proteinqualität und Unterdrückung der Buttersäurebildung ist die Kombination von BIO-SIL® mit Melasse der ausschließlichen Säurezugabe überlegen. Eine sichere und wirksame Unterdrückung des Clostridienwachstums war nur bei der Kombination von BIO-SIL® und Amasil® NA gegeben. Zur Charakterisierung des Proteinabbaus wurden die Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  vom Gesamt-N (Desaminierung) und die biogenen Amine (Decarboxylierung) herangezogen. Die niedrigsten Gehalte und somit die geringste Proteolyse wurden bei der kombinierten Anwendung von BIO-SIL® plus Amasil® NA ermittelt. Da Decarboxylierungen in größerem Umfang in Silagen geringer Trockenmasse ohne gleichzeitige Desaminierung sehr unwahrscheinlich sind, wurden aufgrund der großen Versuchszahl die Gehalte an  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N in Beziehung zu den Konzentrationen biogener Amine gesetzt. Der ermittelte Regressionskoeffizient zeigt, dass in Silagen mit niedrigen Werten an  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N auch geringe Konzentrationen der unerwünschten biogenen Amine vorhanden sind. Abschließend werden technische Lösungen der getrennten Applikation von biologischen Siliermitteln und chemischen Zusätzen bzw. Melasse vorgestellt.

## Summary

### **Topical results of ensiling difficult to ensile forages - effects on nutritive value, fermentation quality and the content of biogenic amines and clostridia**

The protein supply for high performance animals is becoming increasingly important. There is an increased necessity to protect the protein quality in difficult to ensile forages. A prerequisite for economic milk production is the production of high quality silage. This involves ensuring that the feed value of the final product is preserved, the protein is minimally degraded, the palatability is conserved, and enterotoxins, Clostridia and biogenic amines are reduced to a minimum. In comprehensive experiments we determined the effect of Amasil® NA (formic acid product) in combination with BIO-SIL® (homofermentative LAB) in comparison to other silage additives (molasses, Kofasil liquid). Alfalfa, grass and a clover-grass mixture with varying maturities and dry matter content were ensiled in 1.5L laboratory silos. Plant materials were mixed with soil containing clostridial spores to increase the potential of butyric acid production during ensiling. Silage parameters after 90 days in storage were summarized. Based on pH values, dry matter losses, fermentation acids and feed values of the silages, untreated control silages as well as those treated with either kofasil liquid or BIO-SIL® alone were given a poor grading while silages treated with BIO-SIL® plus molasses and AmasilNA were given a good grading. The production of high quality silage from difficult to ensile forages is possible only with the combination of both BIO-SIL® and Amasil®

NA. In regards to parameters such as energy content, protein quality and suppression of butyric acid formation, the combination of BIO-SIL and molasses is superior to the addition of acid alone. A safe and effective suppression of Clostridia was possible only when BIO-SIL® and Amasil® NA were added in combination. Protein degradation was characterized by the proportion ammonia nitrogen of total nitrogen (deamination) and biogenic amines (decarboxylation). The lowest levels, and thus the lowest proteolysis was observed when BIO-SIL® and Amasil NA were added in combination. The large number of experiments allowed us to determine a positive correlation between the proportion of ammonia nitrogen in total nitrogen and the concentration of biogenic amines. The regression coefficient shows that silage with low levels of ammonia nitrogen of total nitrogen also have low concentrations of undesirable biogenic amines. This is due to the fact that decarboxylation without concomitant deamination is very unlikely on a large scale in silages with low dry matter content. Finally, the logistics of separate application of biological silage additives, chemical additives and molasses etc. are discussed.

## Résumé

### **Nouvelles connaissances sur les ensilages des cultures fourragères difficilement fermentescibles – Effets sur la qualité nutritive, la qualité de fermentation, le contenu en Amines biogènes et les clostridium.**

Comme l'apport protéique, dans l'alimentation des animaux à haut potentiel laitier gagne en importance, c'est également vrai pour la qualité des protéines dans les ensilages de cultures fourragères difficilement fermentescibles. L'hypothèse pour une production laitière économique, est la production d'ensilage de haute qualité. Cela signifie que la valeur alimentaire du produit final doit être au maximum préservée, pour que les protéines soient le moins dégradés possible, que l'appétence soit préservé et que les Enterotoxines, Clostridium et les Amines biogènes soient réduits au minimum. Dans des grands récipients a été testé l'effet d'Amasil® NA (acide formique) combiné au BIO-SIL® (Bactéries lactiques homofermentatives) en comparaison à d'autres conservateurs d'ensilages (Mélasse, Kofasil liquid). Comme récoltes ont été utilisées des cultures difficilement ensilables (Luzerne, Herbes, mélange herbagées-trèfles), qui au début de l'expérience ont été mélangées à du sable contenant des Clostridium. Les paramètres de l'ensilage après 90 jours de stockage sont ensuite exposés. Le pH, les pertes de matières sèches, les acides issu de la fermentation et la valeur des aliments montrent que les ensilages non traités sont de très mauvaises qualités, ceux traités avec Kofasil liquid et BIO-SIL® de mauvaises qualités et les ensilages traités avec BIO-SIL® plus Melasse et Amasil® NA sont analysés comme satisfaisants. Seule la combinaison de BIO-SIL® et Amasil® NA parvient à transformer une récolte de culture fourragère très

difficilement ensilable en un ensilage de très bonne qualité. On compare la valeur énergétique, la qualité protéique et l'inhibition de la formation de l'acide butyrique avec la combinaison de BIO-SIL®-Mélasse est supérieur à l'ajout exclusif de l'acide formique. Une inhibition certaine et efficace du développement des Clostridium a été obtenue seulement avec la combinaison de BIO-SIL® et Amasil® NA. Pour caractériser la dégradation des protéines, les paramètres NH<sub>3</sub>-N de l'azote total (désamination) et les Amines biogènes (décarboxylation) ont été utilisés. Les niveaux les plus bas et ainsi la protéolyse la plus réduite a été déterminée lors de l'utilisation de BIO-SIL® et Amasil® NA. Comme la décarboxylation à grande échelle, dans un ensilage à faible matière sèche, sans désamination concomitante, est très peu probable, au vu du grand nombre d'essais, les concentrations de NH<sub>3</sub>-N de N total ont été en relation direct avec les concentrations d'amines biogènes. Le coefficient de régression calculé montre, dans les ensilages à faible valeur en NH<sub>3</sub>-N sur l'azote total, la présence en faible quantité des Amines biogènes indésirables. Enfin, sont proposés des solutions techniques aux applications séparés d'additifs biologiques pour ensilages ou additifs chimiques, c'est-à-dire la Mélasse.

## Аннотация

**Новый опыт по силосованию трудно сбраживаемых кормовых растений – влияние на кормовую ценность, качество брожения, а также на содержание биогенных аминов и клостридий.**

Так как обеспечение животных белком приобретает все большее значение по мере роста продуктивности, все более важным моментом становится обеспечение качества протеина при силосовании трудно сбраживаемых кормовых растений. Условием для экономичного производства молока является производство высококачественного силоса. Это означает, что кормовая ценность конечного продукта должна быть максимально сохранена, деструкция протеинов лишь незначительна, вкус сохранен, а содержание энтеротоксинов, клостридий и биогенных аминов сведено к минимуму. В обширных емкостных опытах выявлялось влияние препарата Amasil® NA (продукт муравьиной кислоты) в сочетании с препаратом BIO-SIL® (гомоферментативные молочнокислые бактерии) по сравнению с другими силосными заквасками (меласса, Kofasil liquid). В качестве зеленой массы использовались очень трудно сбраживаемые кормовые растения (люцерна, травы и клеверно-травяная смесь), которые к началу опыта были смешаны с содержащим клостридии песком. Представлены параметры силоса после 90 дней хранения. Показатель pH, потери сухого вещества, бродильные кислоты и показатели кормовой ценности демонстрируют, что необработанный

контрольный силос оценивается как очень плохой, силос, обработанный Kofasil liquid или BIO-SIL<sup>®</sup>, оценивается как плохой, силос, обработанный смесью BIO-SIL<sup>®</sup> и мелассы и обработанный Amasil<sup>®</sup> NA, оценивается как хороший. Только с помощью комбинации препаратов BIO-SIL<sup>®</sup> и Amasil<sup>®</sup> NA удается достичь очень хорошего качества силоса при силосовании очень трудно сбраживаемых кормовых растений. Относительно таких параметров как содержание энергии, качество протеина и подавление образования масляной кислоты комбинирование препарата BIO-SIL<sup>®</sup> с мелассой превосходит вариант с добавлением только кислоты. Надежное и действенное подавление роста клостридий было достигнуто только в комбинации BIO-SIL<sup>®</sup> плюс Amasil<sup>®</sup> NA. Для описания деструкции протеинов использовались параметры содержания аммиачного азота (NH<sub>3</sub>-N) в общем азоте (дезаминирование) и содержания биогенных аминов (декарбоксилирование). Самые низкие показатели и, тем самым, наименьший протеолиз был установлен при комбинированном использовании препаратов BIO-SIL<sup>®</sup> и Amasil<sup>®</sup> NA. Так как декарбоксилирование в большом объеме в силосе с низким содержанием сухого вещества без одновременного дезаминирования весьма маловероятно, доли аммиачного азота в общем азоте по причине большого числа опытов были поставлены в зависимость от концентрации биогенных аминов. Вычисленный коэффициент регрессии показывает, что в силосе с низким показателем аммиачного азота в общем азоте концентрация нежелательных биогенных аминов также низка. В заключение представлены технические решения по разделному внесению биологических силосующих добавок и химических добавок, например, мелассы.

## Grundlagen der Silierung

Voraussetzung für eine ökonomische Milchproduktion ist die Gewinnung qualitativ hochwertiger Silagen. Das bedeutet für das Endprodukt, dass der Futterwert und die Schmackhaftigkeit weitestgehend erhalten bleiben müssen, dass nur wenig Protein abgebaut wird sowie Enterotoxine, Clostridien und biogene Amine auf ein Minimum reduziert sind. Fermentierbare Kohlenhydrate bilden das Ausgangsprodukt für die Bildung der zur erfolgreichen Konservierung wichtigen Milchsäure unter anaeroben Bedingungen. Neben dieser entstehen jedoch auch weitere Abbauprodukte, wie flüchtige Fettsäuren oder verschiedene Alkohole (Abb. 1).

Durch homofermentative Gärung kommt es fast ausschließlich zur Bildung der gewünschten Milchsäure, so dass die unerwünschten flüchtigen Fettsäuren und Alkohole, die bei der heterofermentativen Gärung ebenfalls Kohlenhydrate verbrauchen, nicht entstehen. Pflanzen

enthalten neben Kohlenhydraten auch größere Mengen Proteine, die in Silagen während des anaeroben Abbaus in Peptide und Aminosäuren zerlegt werden (Abb. 2).

Die Aminosäuren als Grundbausteine der Proteine werden enzymatisch je nach Reaktionszustand und Sauerstoffgehalt in der Silage desaminiert (NH<sub>3</sub>-Freisetzung), decarboxyliert (CO<sub>2</sub>-Freisetzung), oxidiert oder reduziert.

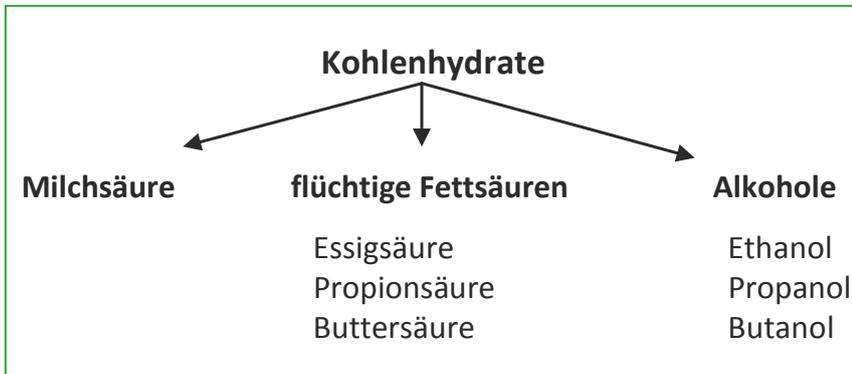


Abb. 1

Mikrobielle Endprodukte des anaeroben Kohlenhydratabbaus in Silagen

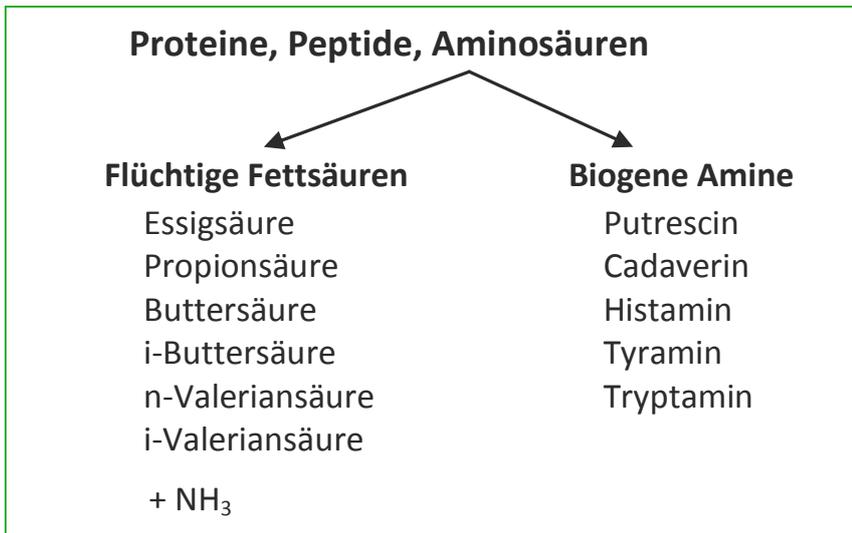


Abb. 2

Mikrobielle Endprodukte des anaeroben Abbaus proteinogener Verbindungen (Proteine, Peptide, Aminosäuren) in Silagen

Prozeß	Aminosäure	Abbauprodukte
<b>Desaminierung</b>	Lysin	Acetat + Butyrat + 2NH <sub>3</sub>
	Serin	Pyruvat + NH <sub>3</sub>
	Glutaminsäure	Acetat + Pyruvat + NH <sub>3</sub>
<b>Decarboxylierung</b>	Arginin	Putrescin + CO <sub>2</sub>
	Lysin	Cadaverin + CO <sub>2</sub>
	Histidin	Histamin + CO <sub>2</sub>
	Tyrosin	Tyramin + CO <sub>2</sub>
	Tryptophan	Tryptamin+CO <sub>2</sub>
	Glutaminsäure	γ-Aminobuttersäure+CO <sub>2</sub>
<b>Oxidation</b>	Alanin + 2 H <sub>2</sub> O	Acetat + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
	Leucin + 2 H <sub>2</sub> O	Isovaleriansäure + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
	Valin + 2 H <sub>2</sub> O	Isobuttersäure + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
<b>Reduktion</b>	Glycin	Acetat + NH <sub>3</sub>
	Prolin	γ-Aminovaleriansäure

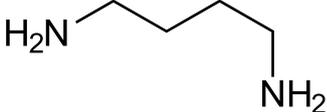
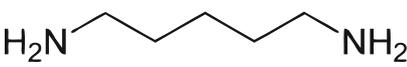
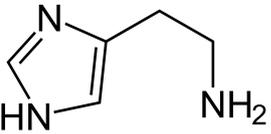
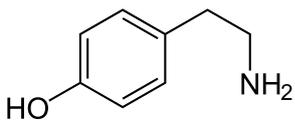
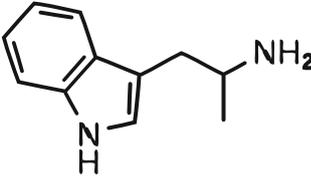
Tab. 1

Aminosäureabbau in Silagen

Desaminierung, Oxidation und Reduktion der Aminosäuren führen zur Freisetzung von  $\text{NH}_3$ , während durch Decarboxylasen unter Bildung von  $\text{CO}_2$  biogene Amine entstehen (Tab. 1). Die dabei frei werdenden Endprodukte können die Silagequalität u.U. erheblich beeinträchtigen. Besonders unerwünscht sind neben Acetat, Butyrat und Ammoniak, biogene Amine, die z.T. sensorischen Einfluss durch unangenehmen Eigengeruch ausüben und in höheren Konzentrationen toxisch sein können. Im normalen Stoffwechsel aller Organismen entstehen biogene Amine in unterschiedlicher Konzentration und mit unterschiedlicher Wirkung. Putrescin (Tab. 2) weist einen unangenehmen Fäulnisgeruch auf. Es wird aus Ornithin durch Abspaltung von  $\text{CO}_2$  oder Arginin über Agmatin unter Abspaltung von  $\text{CO}_2$  und Harnstoff gebildet. Gleichzeitig ist es Ausgangsstoff für die Polyamine Spermin und Spermidin (Wachstumsfaktoren), und es kann in sehr hohen Dosen toxische Wirkungen haben. Cadaverin weist ebenfalls einen unangenehmen Fäulnisgeruch auf und entsteht bei der Decarboxylierung von Lysin, hauptsächlich durch Bakterien, wobei hohe Dosen ebenfalls toxisch sein können. Geringe Mengen werden auch im tierischen Körper gebildet. Die Bildung des wichtigen Gewebshormons und Neurotransmitters Histamin erfolgt über Abspaltung von  $\text{CO}_2$  aus Histidin. Es reguliert u.a. die Magensäureproduktion und die Darmmotilität, hat Einfluss auf den Schlaf-Wach-Rhythmus, die Appetitkontrolle und die Muskelkontraktion, ist aber auch an Nahrungsmittelallergien beteiligt und kann in hohen Dosen toxisch sein. Bei Abwehrreaktionen des Körpers wird ebenfalls Histamin gebildet.

Tab. 2

Chemische  
Struktur  
ausgewählter  
biogener Amine

Trivialname	Struktur
<b>Putrescin</b>	
<b>Cadaverin</b>	
<b>Histamin</b>	
<b>Tyramin</b>	
<b>Tryptamine</b>	

Das biogene Amin Tyramin kommt in Wein, Käse und u.a. auch in Silage in unterschiedlichen Größenordnungen vor. Es erhöht den Blutdruck und die Herzfrequenz und ist ebenfalls an Nahrungsmittelallergien beteiligt. Zur Stoffgruppe der Tryptamine, die zu den Indolalkaloiden zählen, gehören auch Neurotransmitter, die die Kontraktion der glatten Muskulatur stimulieren und die Aminosäure Tryptophan, die Ausgangsstoff für eine Vielzahl weiterer biogener Amine ist.

Krizsan und Randby (2007) fanden in Grassilagen mit 16,6-23,7 % Trockenmasse 0,17-3,73 g/kg TM Putrescin, 1,22-5,41 g/kg TM Cadaverin, 0-1,43 g/kg TM Histamin und 0,29-2,68 g/kg TM Tyramin. Milchkühe können u. U. mit sehr schlecht konservierten Silagen 100-150 g biogene Amine pro Tag aufnehmen (Krížek, 1993). Sehr hohe Konzentrationen biogener Amine reduzieren die Futteraufnahme und die Milchmenge bei Kühen, wie Lingaas und Tveit (1992) beim Verfüttern von 100 g Putrescin pro Tag feststellten. Versuche mit Schafen (Van Os et al. 1995a) und Milchkühen (Van Os et al. 1995b) zeigten keinen Einfluss von 7 g zugesetzter biogener Amine/kg TM auf die Futteraufnahme, wie sie bereits in geringwertigen Silagen auftreten können.

Clostridien stellen eine heterogene Mikroorganismengruppe dar, die ubiquitär ist, also in der Natur überall vorkommt. Sie sind im Boden, auf Pflanzen und im Verdauungstrakt aller höheren Lebewesen zu finden. Viele leben im Pansen und im Dickdarm und haben vielfältige Eigenschaften, die zum Teil nützlich für den Wirt sind (z.B. Abbau von sonst unverdaulichen Substraten). Saccharolytische Clostridien vergären Kohlenhydrate überwiegend zu Buttersäure, Aceton und Butanol. Während Buttersäure in Silagen unerwünscht ist und zu Ketosen führen kann, stellt sie andererseits im Darm einen wichtigen Nährstoff für die Zellen der Darmwand dar. Eiweißspaltende (sog. proteolytische) Clostridien sind am Proteinabbau und damit an der Freisetzung von  $\text{NH}_3$  und Aminen beteiligt. Die daraus resultierende schlechte Futterqualität führt zu einer verringerten Futteraufnahme. Einige Clostridien sind potentiell pathogen, z.B. *Clostridium perfringens*, *C. difficile* und *C. botulinum*. Aus diesen Gründen sind das Wachstum von Clostridien und ihre Aktivität in Silagen unerwünscht, ebenso der Eintrag von Clostridien in die Milch mit ihren Folgen für die Käseproduktion als Spätbläher. Das Ausbringen dieser Mikroorganismen in den Boden über die Gülle lässt sich nicht verhindern, aber durch gesteuerte Zuweisung von Flächen kann das Ausmaß reduziert werden. Der Eintrag großer Mengen von Clostridien in das Siliergut wird durch Verschmutzung mit Erde oder Gülle verursacht.

Neben Clostridien befindet sich auf dem Siliergut eine Vielzahl weiterer Mikroorganismen, die mit den erwünschten Milchsäurebakterien (MSB) um die Nährstoffe der Pflanze konkurrieren (Tab. 3).

Tab. 3

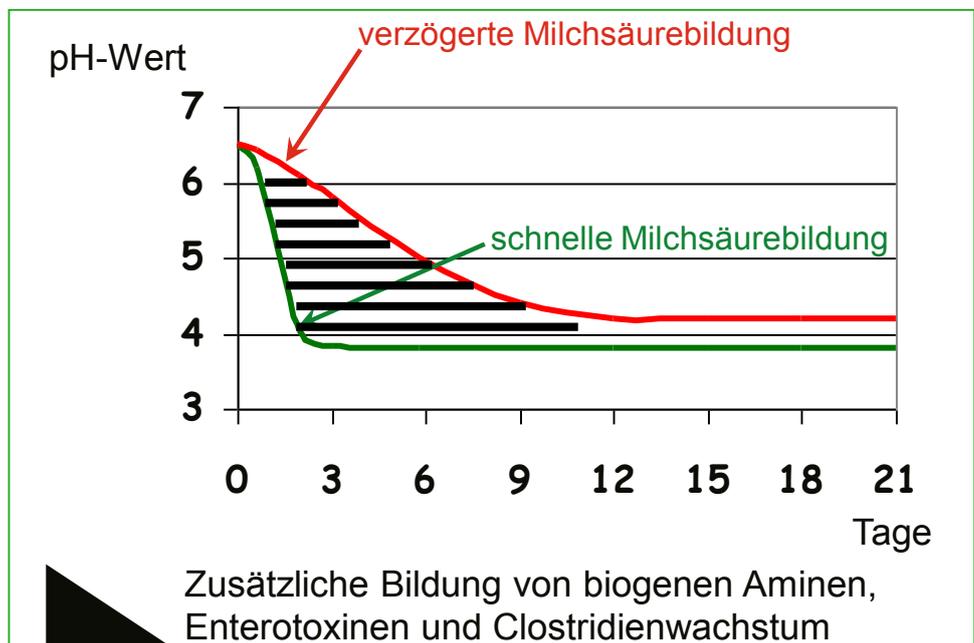
Keimgehalte auf dem Pflanzenmaterial vor der Silierung (Pahlow et al., 2003)

Mikrobiota	KBE/g Erntegut
<b>Aerobe Bakterien</b>	$> 1 \times 10^7$
<b>Enterobakterien</b>	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^6$
<b>Milchsäurebakterien</b>	$1 \times 10^2 - 10^6$
<b>Hefepilze</b>	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^5$
<b>Schimmelpilze</b>	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^4$
<b>Clostridien</b>	$1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$
<b>Sonstige</b>	$1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$

MSB kommen im Bereich von etwa 100 bis zu einer Million vermehrungsfähige Zellen/g Erntegut vor, die darüberhinaus homofermentativ oder heterofermentativ sein können und die Pflanzenzucker in unterschiedlichem Maße in Milchsäure umwandeln. Die meisten unerwünschten Mikroorganismen («Gärschädlinge») lassen sich durch geeignete Maßnahmen unterdrücken, indem man den pH-Wert schnell und dauerhaft absenkt.

Abb. 3

pH-Verlauf bei verzögerter und schneller Milchsäurebildung bei ausreichendem Zuckergehalt im Pflanzenmaterial



In Gegenwart ausreichender Zuckerkonzentration kommt es bei schneller Milchsäurebildung zur schnellen Absenkung des pH-Wertes. Wird die Milchsäurebildung verzögert, verlangsamt sich die pH-Absenkung und die Gärschädlinge haben ausreichend Zeit, sich zu entwickeln. In diesem Zeitraum können biogene Amine und Enterotoxine gebildet werden und Clostridien auskeimen und sich vermehren (Abb. 3).

Besonders geeignet für eine schnelle pH-Wertabsenkung sind homofermentative MSB, die

effektiv pflanzliche Zucker in Milchsäure umwandeln. Schwer vergärbare Erntegüter weisen (häufig) nur geringe Zuckermengen auf, die sich beispielsweise durch Melassezugabe ausgleichen lassen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den pH-Wert durch Säurezugabe bereits auf etwa pH 4,5 abzusenken. Der pflanzliche Zucker wird in diesem Fall in der ersten Gärphase nicht für die Milchsäurebildung verbraucht. Die epiphytische Flora bzw. zugesetzte leistungsfähige MSB nutzen den noch vorhandenen Zucker, um den pH-Wert schnell auf einen stabilen Bereich zu senken. Die Grundzüge des Verfahrens unter Verwendung des Produktes Amasil® NA (BASF) in Kombination mit BIO-SIL® wurden bereits vorgestellt (Pieper et al., 2007 und 2009). Amasil® NA weist gegenüber der im Allgemeinen unter technischen Bedingungen verwendeten 85 %-igen Ameisensäure durch die Pufferung eine deutlich reduzierte Korrosivität auf (Abb. 4) und ist kein Gefahrstoff mehr.

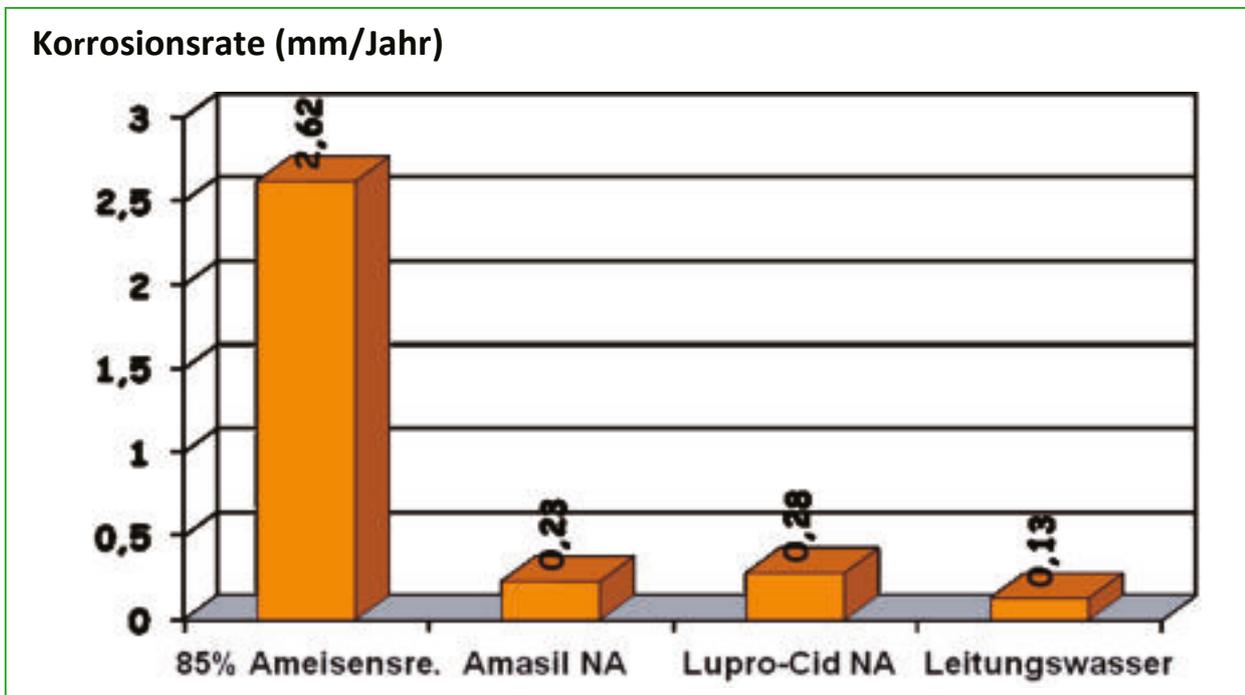


Abb. 4 Korrosionsrate von C-Stahl (St 37) in Gegenwart von 85 % Ameisensäure, Amasil® NA und Lupro-Cid® NA bei 25°C (mit freundlicher Genehmigung der BASF)

### Versuchsdurchführung

Zur Ermittlung des Einflusses von leistungsfähigen, homofermentativen MSB (BIO-SIL®) in Kombination mit dem separat zugegebenen Ameisensäureprodukt Amasil® NA wurden umfangreiche Gefäßversuche in Kooperation mit landwirtschaftlichen Untersuchungseinrichtungen aus Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Zum Vergleich wurde BIO-SIL® mit Melasse kombiniert (ebenfalls separat appliziert) und das chemische Siliermittel Kofasil liquid eingesetzt. Als Erntegut kamen schwer silier-

bare Futtermittel mit einem Vergärbarkeitskoeffizienten VK von 23 bis 35 und ein mittelschwer silierbares Futtermittel (VK 42) zum Einsatz (Tab. 4). Bis auf Versuch »Luzerne 1« wurde in das Pflanzenmaterial mit Clostridiensporen angereicherter Sand eingemischt, um auch bei clostridienfreien Partien einen Befallsdruck zur potenziellen Bildung von Buttersäure zu gewährleisten. Der epiphytische Besatz mit MSB war in sechs der eingesetzten Pflanzenmaterialien sehr hoch, wie sich in den weiteren Untersuchungen herausstellte jedoch nicht ausreichend leistungsfähig. Die Nitratgehalte waren in einigen Ausgangssubstraten hoch bis sehr hoch.

Tab. 4 Parameter der in Gefäßversuchen eingesetzten Futtermittel und Mengen der zugesetzten Additive Melasse, Amasil NA und Kofasil liquid

Siliergut	Versuchsanstalt	Parameter des Siliergutes				Zusätze				
		TM (%)	VK <sup>1</sup>	NO <sub>3</sub> (g/kg TM)	MSB (lg/g FM)	BIO-SIL® (g/t)	Clostridien (KbE/g FM)	Melasse (kg/t)	Amasil® NA (l/t)	Kofasil liq. (l/t)
Luzerne 1	AUL <sup>2</sup>	25,5	30	0,4	n.b. <sup>5</sup>	1	-	40	4,25	3
Luzerne 2	SH <sup>3</sup>	18,8	23	15	0,4	1	2000	35	4,006	3
Wiesengras	SH	20,5	27	18,4	4,7	1	2000	35	4,006	3
Rotkleegras	SH	18,6	42	11,2	5,9	1	2000	35	4,006	3
Knautgras	SH	19,1	20	34,3	4,8	1	2000	35	4,006	3
Honiggras	SH	20,8	29	10,4	6,4	1	2000	35	4,006	3
Weidelgras 1	RIS <sup>4</sup>	20,1	35	0,4	4,9	1	2000	35	3,25	3
Weidelgras 2	RIS	18,1	29	0,2	5	1	2000	35	3,25	3

TM - Trockenmasse; VK - Vergärbarkeitskoeffizient; NO<sub>3</sub> - Nitratgehalt  
MSB - epiphytische Milchsäurebakterien  
VK<sup>1</sup> - Vergärbarkeitskoeffizient < 35 gilt als schwer vergärbare (DLG, 2011)  
AUL<sup>2</sup> - Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, D-88326 Aulendorf  
SH<sup>3</sup> - Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, D-24768 Rendsburg  
RIS<sup>4</sup> - Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 47533 Kleve  
n.b.<sup>5</sup> - nicht bestimmt; 4,00<sup>6</sup> - 3,5 - 5 l/t nach pH-Ziel 4,5  
4,00<sup>6</sup> - 3,5 - 5 l/t nach pH-Ziel 4,5  
BIO-SIL® - *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 und DSM 8866, 3x10<sup>11</sup> KbE/g, entspr. Impfdichte 3x10<sup>5</sup> KbE/g FM

## Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden sind die Ergebnisse aller Versuche nach 90 Tagen Silierdauer gemittelt worden, um die Wirkung der verschiedenen Behandlungsvarianten übersichtlich darstellen zu können. Wie bereits am pH-Wert ersichtlich (Abb. 5), weisen die Kontrollsilagen, ebenso wie die mit BIO-SIL® gewonnenen Silagen völlig unzureichende Qualität auf (pH > 5). Da nur geringe Mengen Zucker vorhanden sind, können MSB keine Umwandlung in Milchsäure vornehmen. In Gegenwart von Melasse und durch die Säurezugabe wird der pH-Wert auf pH 4,2 gesenkt. Durch den Zusatz des Zuckers wird erwartungsgemäß auch der höchste

Milchsäuregehalt erreicht (Abb. 6). Die Zugabe von Amasil® NA und BIO-SIL® führt zu einem stabilen pH-Wert von 3,99, die Zugabe von Kofasil liquid zu pH 4,8 bei deutlich höherer Streuung. Die geringere Streuung der pH-Werte bei den Varianten BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA sowie BIO-SIL® + Amasil® NA weist bereits darauf hin, dass die Silierverfahren sicherer sind.

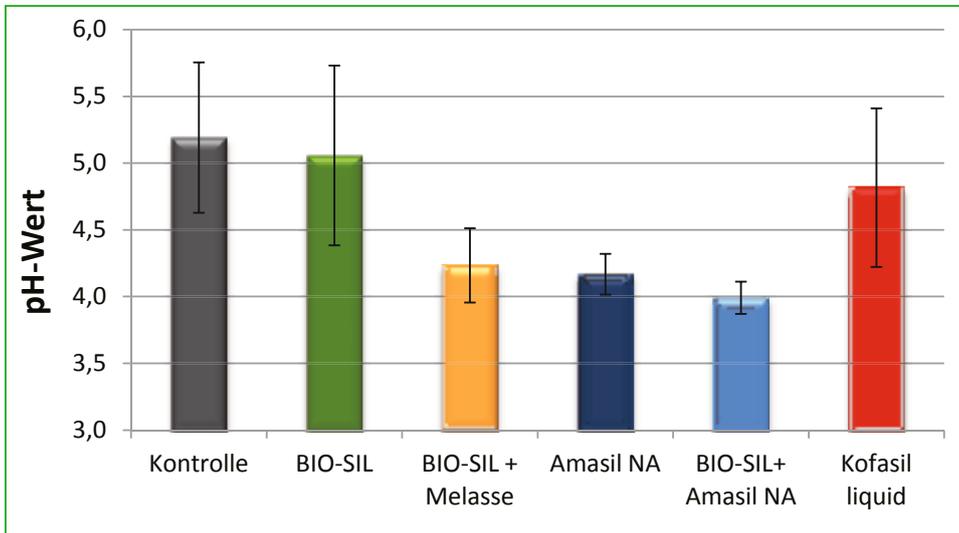


Abb. 5  
Durchschnittliche pH-Werte in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®),

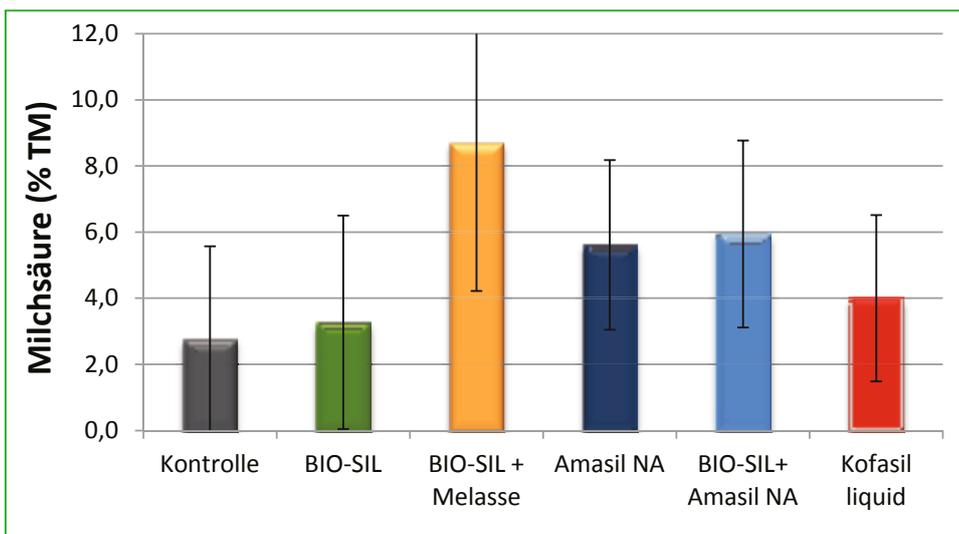


Abb. 6

Durchschnittlicher Gehalt an Milchsäure (% TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Essigsäure wird durch heterofermentative Prozesse gebildet, die immer mit Gärverlusten verbunden sind. Darüber hinaus reduziert Essigsäure in höheren Konzentrationen die Futeraufnahme (Eisner et al., 2006). Die deutlichste Reduktion der heterofermentativen Prozesse erfolgt bei der kombinierten Anwendung von BIO-SIL® und Amasil® NA, bei der scheinbar Laktat und Formiat synergistisch das größte Spektrum unerwünschter Begleitkeime hemmen (Abb. 7).

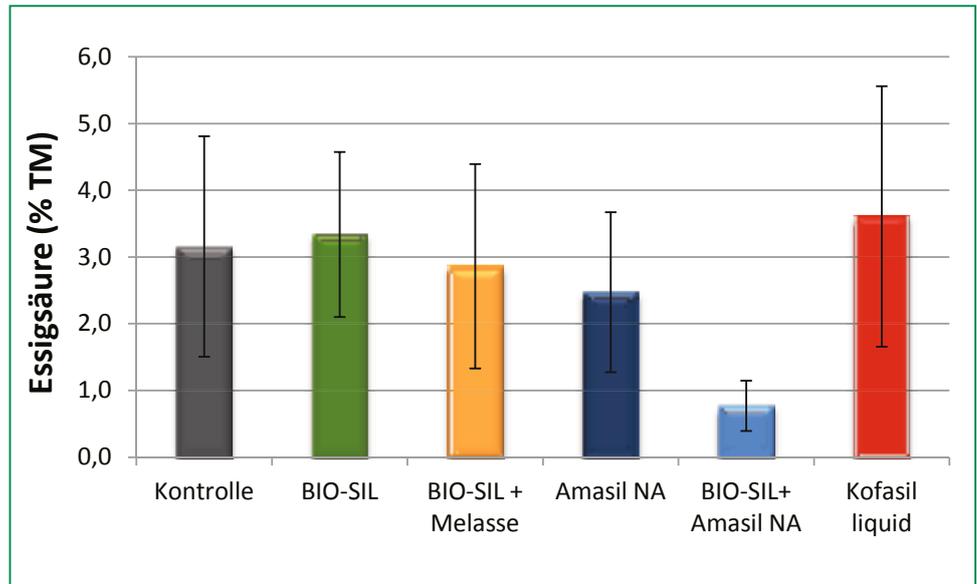


Abb. 7

Durchschnittlicher Gehalt an Essigsäure (% TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

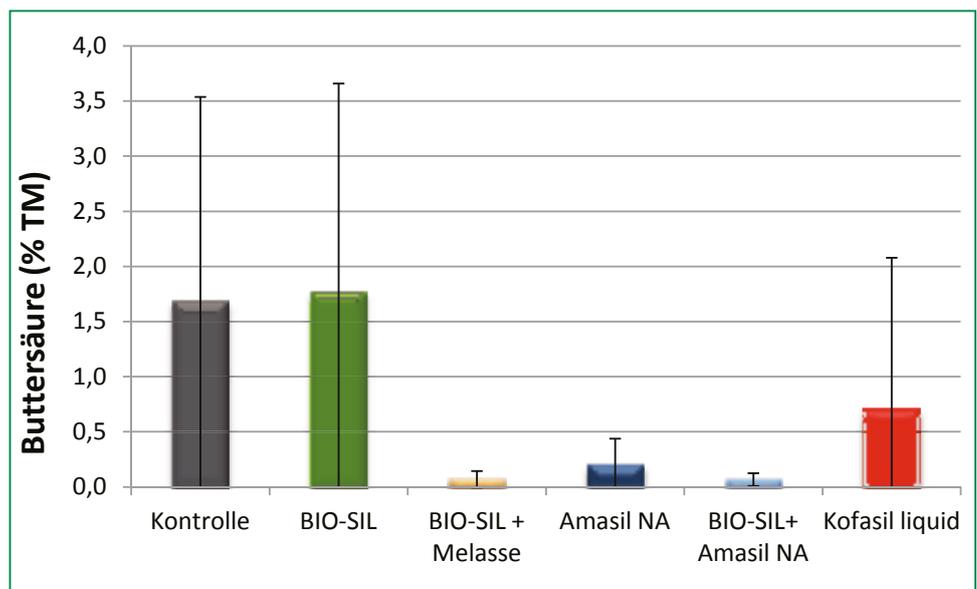


Abb. 8

Durchschnittlicher Gehalt an Buttersäure (% TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Die Buttersäurebildung wird während des Siliervorganges in schwer silierbaren Futtermitteln deutlich durch die Kombination von BIO-SIL® und Melasse sowie BIO-SIL® mit Amasil® NA unterdrückt (Abb. 8). Unter sehr schwierigen Bedingungen kann es auch bei der alleinigen Anwendung von Amasil® NA u.U. zu Buttersäuregehalten von > 0,3 % der Trockenmasse kommen, was bereits zu Punkteabzug bei der Beurteilung der Gärqualität führt. Versuche mit Kofasil liquid führten zu schwankenden Ergebnissen (hohe Streuung) und bei den mit Clostridien-Sand beimpften Varianten in keinem Fall zu buttersäurefreien Silagen.

Bei einer Reihe von proteolytischen Prozessen wird  $\text{NH}_3$  freigesetzt, dessen Stickstoffanteil als  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N analytisch erfasst wird und ein Maß für den Eiweißabbau in der Silage, somit für einen Qualitätsverlust, darstellt. Der Proteinabbau ist in der Kontrollvariante am höchsten und kann auch durch BIO-SIL<sup>®</sup> nicht eingeschränkt werden, da die Hemmung der Clostridienaktivität durch die geringere Menge Milchsäure aufgrund des fehlenden Zuckers unzureichend ist (Abb. 9). Durch die Zugabe von Melasse in Kombination mit BIO-SIL<sup>®</sup>, von Amasil<sup>®</sup> NA, sowie BIO-SIL<sup>®</sup> in Kombination mit Amasil<sup>®</sup> NA wird die Proteolyse deutlich verringert ( $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N  $\leq 7\%$ ). Durch die Zugabe von Kofasil liquid lässt sich die Proteolyse im Vergleich zur Kontrollvariante nur unbedeutend reduzieren. Die niedrigsten Trockenmasseverluste werden durch den kombinierten Zusatz von BIO-SIL<sup>®</sup> und Amasil<sup>®</sup> NA erreicht (Abb. 10), während die aerobe Stabilität der untersuchten Silagen nur geringfügig beeinflusst wird (Abb. 11).

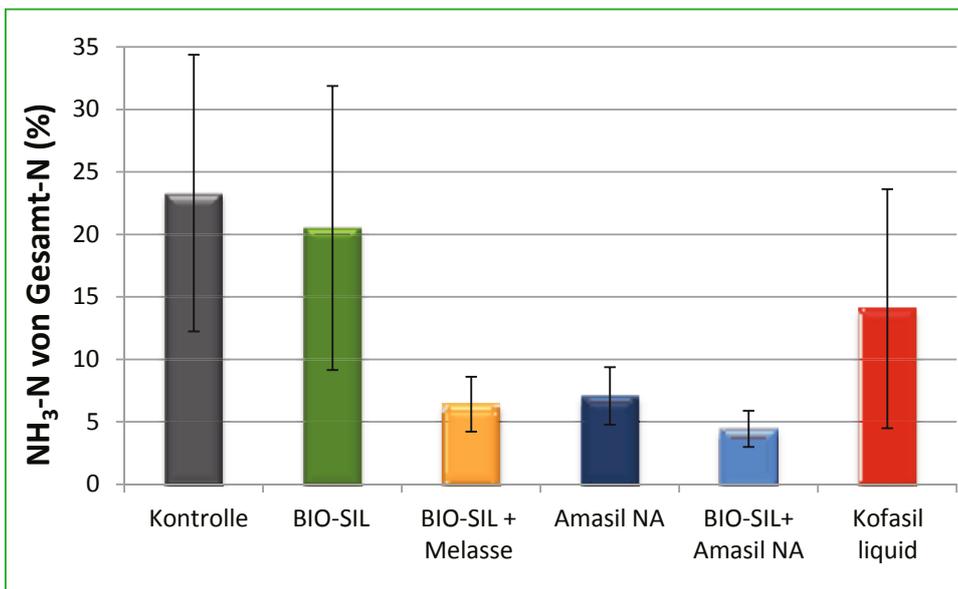
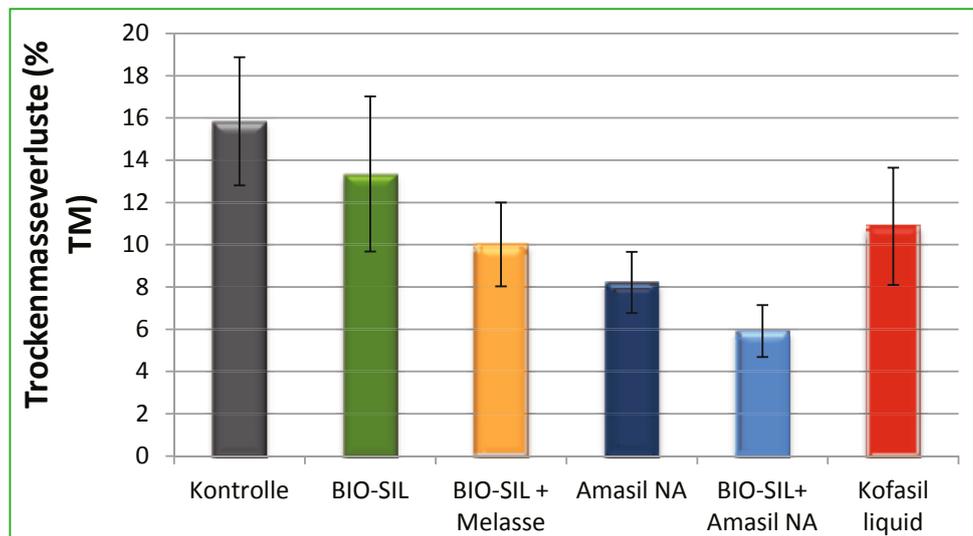


Abb. 9

*Durchschnittlicher  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Gehalt von Gesamt-N (%) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL<sup>®</sup>), BIO-SIL<sup>®</sup> + Melasse, Amasil<sup>®</sup> NA, BIO-SIL<sup>®</sup> + Amasil<sup>®</sup> NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer*

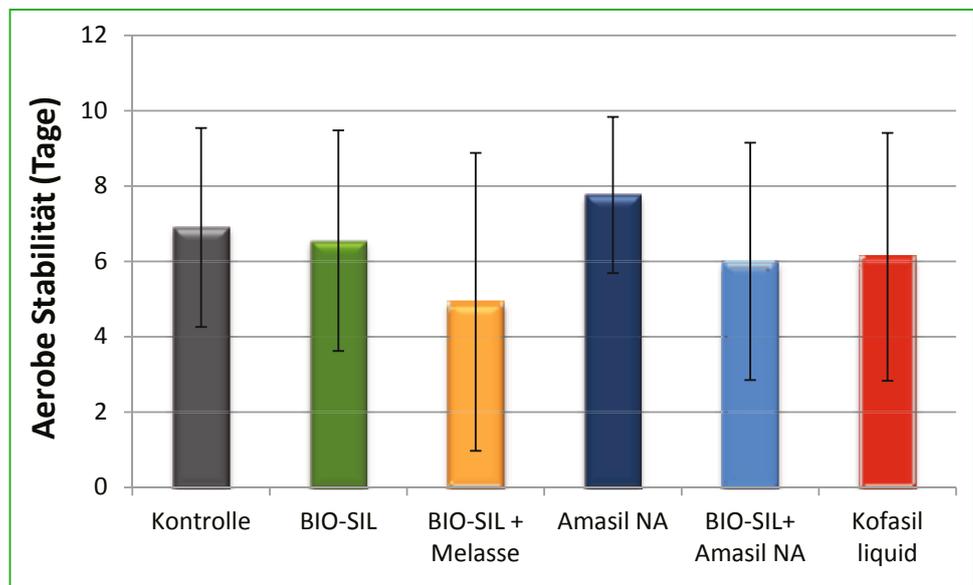
Unter Verwendung des aktuellen DLG-Schlüssels (Februar 2006) ist die Gärqualität der Kontrollsilage als sehr schlecht (< 30 Punkte), der mit BIO-SIL<sup>®</sup> und Kofasil liquid behandelten Silagen als schlecht (30-51 Punkte) und der mit BIO-SIL<sup>®</sup> plus Melasse und der mit Amasil<sup>®</sup> NA behandelten Silagen als gut (72-89 Punkte) zu bewerten. Nur mit der Kombination von BIO-SIL<sup>®</sup> plus Amasil<sup>®</sup> NA gelingt es, aus sehr schwer silierbarem Erntegut eine sehr gute Silage zu gewinnen (99 DLG-Punkte) (Abb.12).

Abb. 10



Durchschnittliche Trockenmasseverluste (% TM) von Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Abb. 11



Durchschnittliche aerobe Stabilität (Tage) von Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Während des Silierprozesses werden in den Kontrollsilagen und der BIO-SIL®-Variante die pflanzlichen Zucker (Gesamtzucker im Durchschnitt aller untersuchten Pflanzen vor dem Silieren: 6,63 % TM) vollständig für das Bakterienwachstum und die Bildung der Milchsäure verbraucht (Abb. 13). Sowohl die Zugabe von Zucker in Form von Melasse (in Kombination mit BIO-SIL®) als auch von Säure führt nicht zu einem vollständigen Zuckerverbrauch. Der höchste Restzuckergehalt verbleibt bei der Kombination von MSB und Amasil® NA. Da die Säure bereits in der Anfangsphase den pH-Wert senkt, wird der Zucker nicht vollständig durch die zugesetzten homofermentativen MSB verstoffwechselt und steht als energiereiche Verbindung im Futter zur Verfügung.

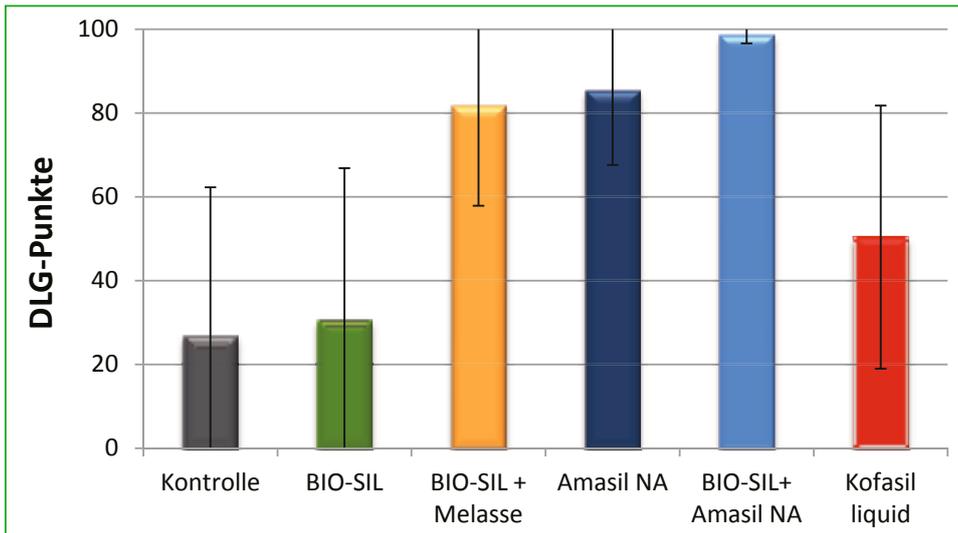


Abb. 12

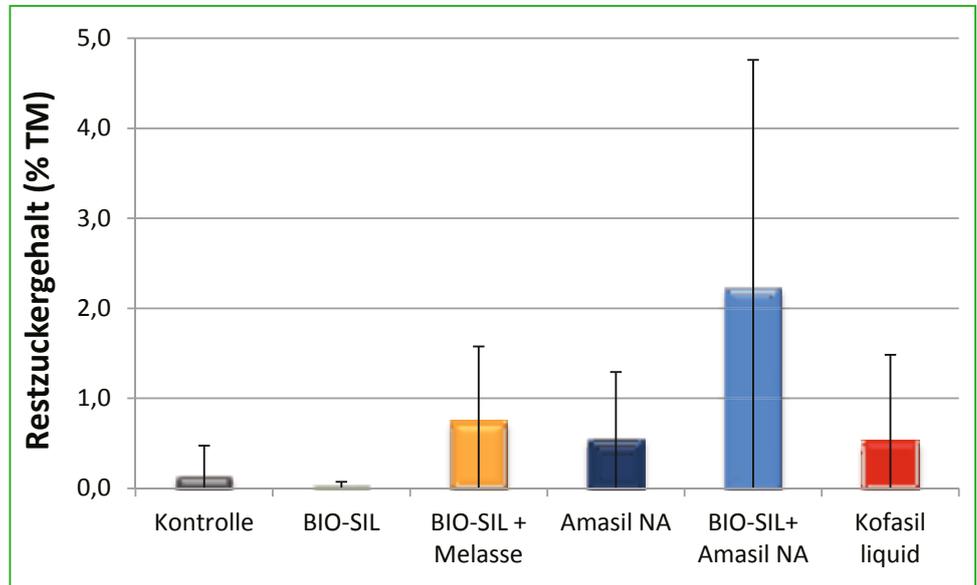
*Durchschnittliche Gärqualität (DLG-Punkte) von Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer*

Für die Untersuchungen wurden sehr schwer silierbare Pflanzenmaterialien eingesetzt, deren Energiegehalte gering waren und die zusätzlich mit Sand vermischt wurden. Obwohl keine statistisch gesicherten Unterschiede festzustellen sind, ist in der Tendenz deutlich, dass die mit Melasse bzw. mit Säuren behandelten Varianten mehr Energie (NEL) enthalten als die anderen Varianten (Abb. 14). Im Durchschnitt aller Versuche enthalten die Kofasil liquid-Varianten 0,4 MJ/kg TM weniger Energie als die mit BIO-SIL® und Amasil® NA erzeugten Silagen.

Zur Beurteilung des Proteinabbaus in Silagen durch Decarboxylierung wurden die biogenen Amine Tyramin, Putrescin, Cadaverin, Histamin, Tryptamin, Spermin und Spermidin analysiert, wobei sich herausstellte, dass Spermin und Spermidin nur in sehr geringen Mengen vorkommen. Um die Wirkung der verschiedenen Behandlungsvarianten auf unterschiedliche Pflanzenarten vergleichen zu können, wurden die Summe aller analysierten biogenen Amine gebildet und die Mittelwerte jeder Variante dargestellt (Abb. 15). Sehr hohe Werte finden sich in den Kontrollsilagen, während bereits die Anwendung von BIO-SIL® eine Reduktion zur Folge hat. Der niedrigste Gehalt und damit die geringste Decarboxylierung proteinogener Inhaltsstoffe wurden durch die kombinierte Applikation von BIO-SIL® und Amasil® NA erzielt. Da Decarboxylierungen in diesem Umfang in Silagen geringer Trockenmasse ohne gleichzeitige Desaminierung sehr unwahrscheinlich sind, wurden aufgrund der großen Versuchsanzahl einige Gehalte an  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N in Beziehung zu den Konzentrationen biogener Amine gesetzt und ein Regressionskoeffizient  $R^2 = 0,76$  ermittelt (Abb. 16). Das bedeutet, dass in Silagen mit niedrigen Werten an  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N auch geringe Konzentrationen der unerwünschten biogenen Amine vorhanden sind. Der im alten

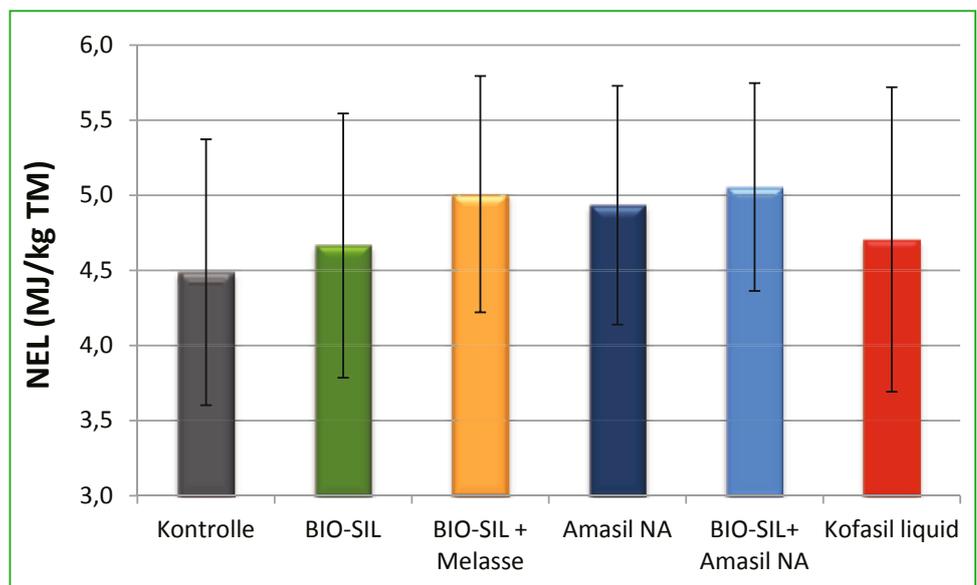
DLG-Schlüssel (2000) enthaltene Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  zu Gesamt-N ist demnach auch geeignet, indirekt die Konzentration biogener Amine als Qualitätskriterium für Silagen zu beurteilen. Mit der Wiedereinführung dieses Parameters wäre mit hoher Sicherheit die Aussage möglich, dass bis zu einem definierten Grenzwert von 7 %  $\text{NH}_3\text{-N}$  zu Gesamt-N die Konzentration biogener Amine ebenfalls gering ist.

Abb. 13



Durchschnittlicher Restzuckergehalt (% TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Abb. 14



Durchschnittliche Nettoenergie Laktation (MJ/kg TM) von Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

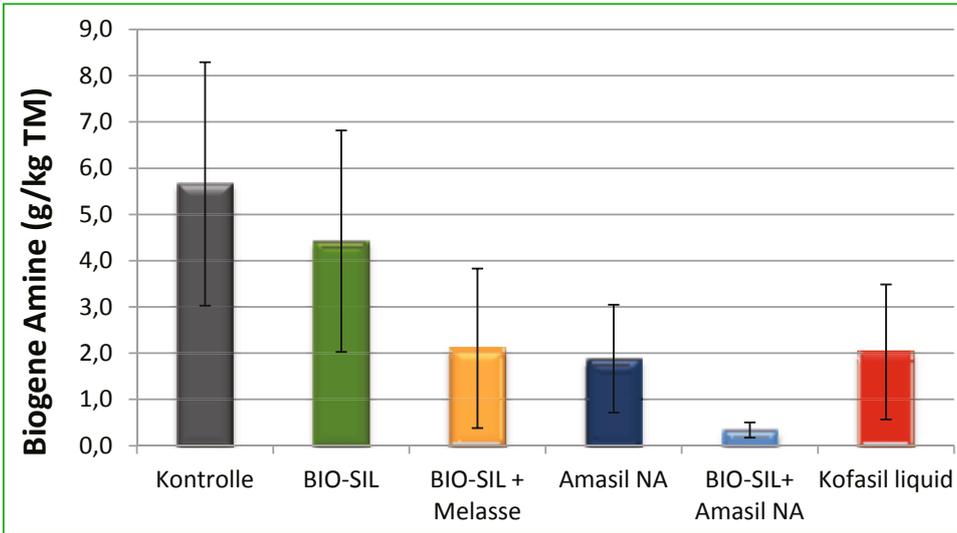


Abb. 15

Durchschnittlicher Gehalt an biogenen Aminen (g/kg TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL<sup>®</sup>), BIO-SIL<sup>®</sup> + Melasse, Amasil<sup>®</sup> NA, BIO-SIL<sup>®</sup> + Amasil<sup>®</sup> NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Der durchschnittliche Clostridiengehalt lag nach Beimpfung des Siliergutes mit clostridienhaltigem Sand bei  $2 \times 10^3$  MPN/g Frischmasse. In der Silage findet man die niedrigsten Gehalte und die geringste Streuung an Clostridien sporen nach Behandlung mit BIO-SIL<sup>®</sup> plus Amasil<sup>®</sup> NA (minimaler Wert lg KBE 1,5 - maximaler Wert lg KBE 2,2). Bei allen anderen Varianten ist keine Reduktion feststellbar (Kontrolle: min lg 1,5 - max lg 3,5). Die höchste Streuung weist die mit Kofasil liquid behandelte Silage auf (min lg 1,5 - max lg 5,1) (Abb. 17). Die prozentuale Darstellung der absoluten Keimzahlen (Kontrolle = 100 %) verdeutlicht anschaulich die Hemmung der Clostridien durch den Einsatz von BIO-SIL<sup>®</sup> in Kombination mit Amasil<sup>®</sup> NA (Abb. 18).

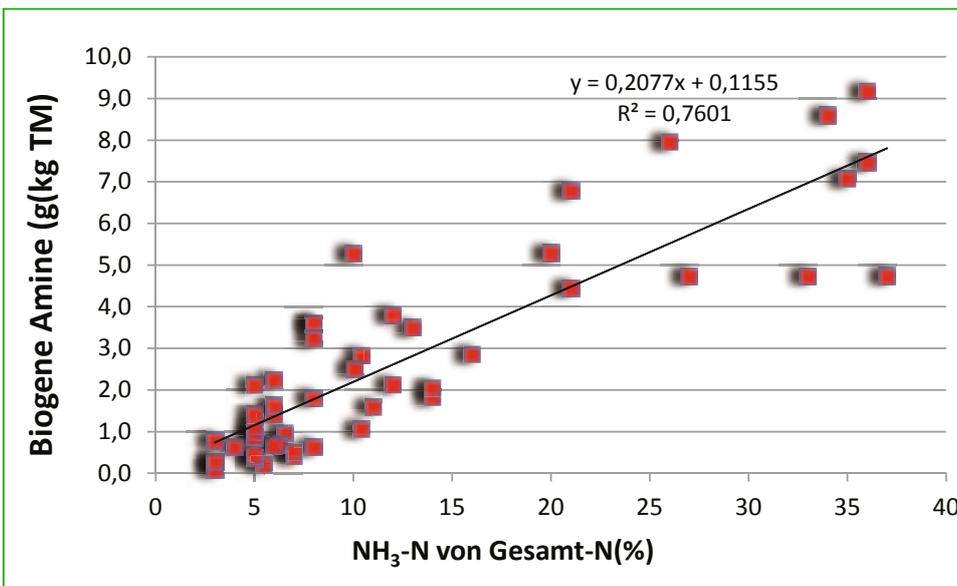
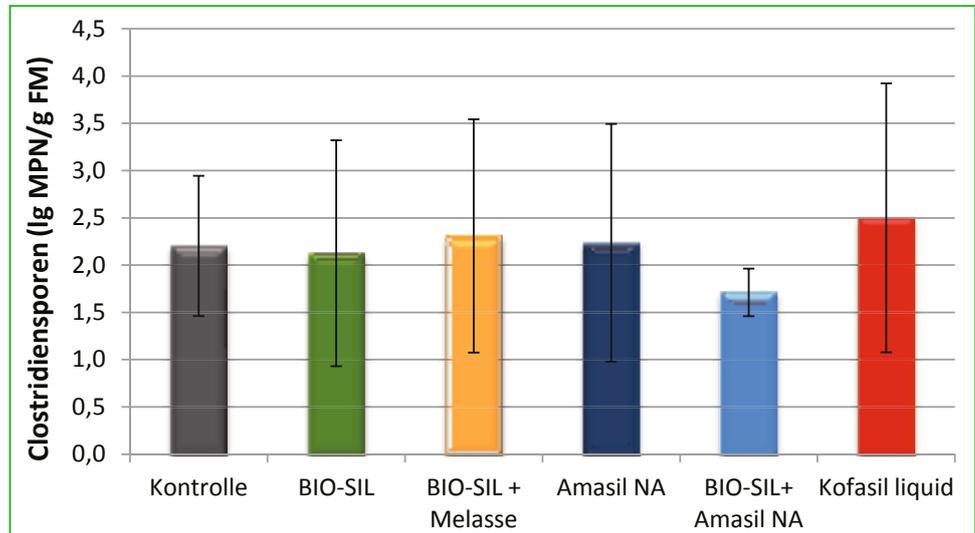


Abb. 16

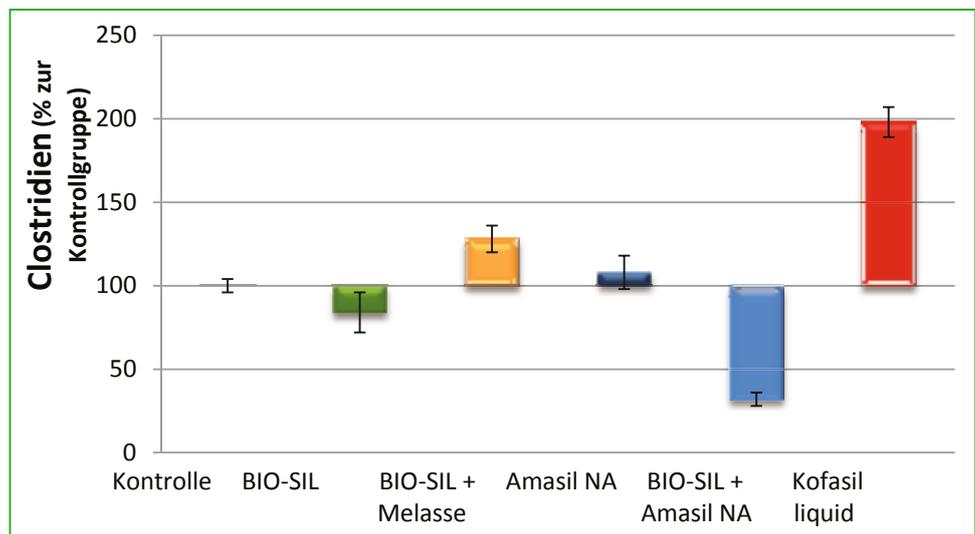
Biogene Amine versus  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N

Abb. 17



Durchschnittlicher Clostridiengehalt (lg MPN/g FM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

Abb. 18



Prozentuale Veränderung des Clostridiengehaltes (% von KbE/g FM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage (=100 %) nach 90 Tagen Silierdauer

## Siliertechnische Applikation

Die technische Lösung einer getrennten Applikation von biologischen Siliermitteln und chemischen Zusätzen bzw. Melasse ist in Abb. 19 dargestellt. Bekannt sind der Melassenachläufer und je ein extra angebrachter Dosierer für Sila-fresh und BIO-SIL®. Das Einsprühen der Säure (Amasil® NA) kann im Bereich der ersten oder zweiten Reinigungsklappe im Auswurf des Häckslers von unten erfolgen. Vorteilhaft ist die Sprühdichtung auf den Gutstrom, da auf diese Weise nicht mehr gegen das Metall sondern auf das Erntematerial gesprüht wird, was korrosive Effekte weiter reduziert.

Eine weitere Möglichkeit besteht in einer Shuttle-Variante (Abb. 20). Am Häckslerende ist eine Palette aufgesattelt, die den Amasil NA-Behälter aufnimmt und über einen standardmäßigen Säuredosierer wird das Erntegut eingesprüht. Im vergangenen Jahr (2010) wurden etwa 20.000 Tonnen Siliergut mit Amasil® NA und Milchsäurebakterien behandelt. Negative Rückmeldungen erfolgten bisher nicht. Da die Handhabung des Verfahrens auch aufgrund der geringeren zu transportierenden Mengen günstiger ist als der Einsatz von Melasse, besteht daran weiter großes Interesse.



Abb. 19 Technische Lösung zur getrennten Applikation von BIO-SIL® und Melasse, Sila-fresh (Kaliumsorbit) bzw. Amasil® NA

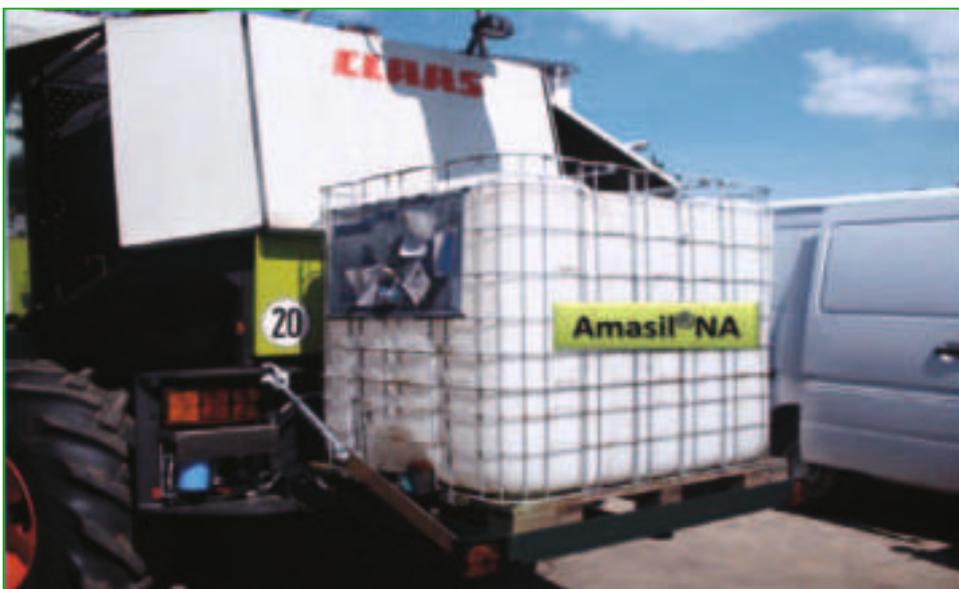


Abb. 20

Shuttle-Variante zur Applikation von Amasil® NA

## Schlußfolgerungen

Aus schwer vergärbarem Erntegut werden die gärbilogisch besten Silagen mit der Kombination von BIO-SIL® und Amasil® NA erzeugt. In den Parametern Energiegehalt, Proteinqualität und Unterdrückung der Buttersäurebildung ist die Kombination von BIO-SIL® mit Melasse der ausschließlichen Säurezugabe überlegen. Die Bildung biogener Amine wird durch die Kombination von BIO-SIL® und Amasil® NA in jedem Fall sehr stark gehemmt. Alle anderen Behandlungen geben keine ausreichende Sicherheit. Zur wesentlich besseren Beurteilung der Silage und insbesondere der Proteinqualität wird im Interesse der Milchviehbetriebe empfohlen, den Parameter NH<sub>3</sub>-N von Gesamt-N in den Gärfutterschlüssel wieder aufzunehmen. Eine sichere und wirksame Unterdrückung des Clostridiengehaltes war nur bei der Kombination von BIO-SIL® und Amasil® NA gegeben. Der Silierzusatz Kofasil liquid ist für schwer vergärbare Futtermittel sehr unsicher und nach heutigen Qualitätsansprüchen ungeeignet.

## Danksagung

Wir bedanken uns für die Versuchsdurchführung bei den Arbeitsgruppen von Herrn Dr. Thaysen (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein), Herrn Dr. Priest, Dr. Hünting und Frau Menke (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) und Herrn Dr. Nussbaum (Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg).

## Literatur

- DLG (2011):** Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, S. 239, Frankfurt am Main
- Eisner, I., Südekum, K.-H. und S. Kirchof (2006):** Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme von Milchkühen, Übers. Tierernährung, 34, 197-221
- Křízek, M. (1993):** Biogenic amines in silage. 1. The occurrence of biogenic amines in silage. Archiv für Tierernährung, 43(2), 169-77
- Krizsan, S. J. und Randby, A.T. (2007):** The effect of fermentation quality of the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as sole feed. J. Anim. Sci., 85:984-996
- Lingaas, F. und Tveit, B. (1992):** Etiology of Acetonemia in Norwegian Cattle, 2. Effect of Butyric Acid, Valeric Acid, and Putrescine. J. Dairy Sci. 75(9), 2433-2439
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehus, F., Oude Elferink, S.J.W.H. (2003):** Microbiology of ensiling, p. 32-93, In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (eds.), Silage science and technology. Agronomy (Number 42), Madison, USA, ISBN: 0-89118-151-2
- Pieper, B., Korn, U. (2007):** Ein neues Mittel zur Silierung von schwer vergärbaren Futtermitteln. In: Pieper, B., U. Korn, S. Poppe, D. Spaar (Hrsg.), Tagungsbericht 10. Symposium »Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen«, Neuruppin 25.10.2007, 237-248
- Pieper, B., Korn, U. (2009):** Conservation of nearly un-fermentable feedstuffs using homolactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum* DSM 8862 and 88866) in combination with formic acid. Proceedings of the 15th International Silage Conference, Madison, Wisconsin, USA, 297-298
- Van Os, M., DULPHY, J.P., Baumont, R. (1995a):** The effect of protein degradation products in grass silages on feed intake and intake behaviour in sheep. British J. Nutr. 73, 51-64
- Van Os, M., DULPHY, J.P., Baumont, R. (1995b):** The effect of ammonia and amines on grass silage intake and intake behaviour in dairy cows. Annales de Zootechnie 44, 73-85

## Fragen an Dr. Pieper

### Dr. Steinhöfel

Eine Frage, die die Proteinqualität betrifft. Sie haben die Proteinqualität sehr stark am Ammoniak und den biogenen Aminen festgemacht. Das ist sicher ein wichtiger Parameter. Aber haben Sie auch die Reineiweißgehalte oder andere Proteinfractionen bestimmt, um zu sehen wie sich die UTP-Gehalte der Silagen verändern, wenn man unterschiedliche Siliermittel appliziert?

### Dr. Pieper

In dem Falle wurde es nicht untersucht. Wir haben leider kein Material mehr, sonst würden wir die Proben noch in Lichtenwalde analysieren lassen. Man kann jetzt Rückschlüsse auf die Proteolyse ziehen, zumindest bis zu den freien Aminosäuren. Es ist aber noch die Frage offen, wie es mit dem Reineiweiß aussieht. Die Wahrscheinlichkeit ist sehr groß, dass die Varianten mit dem schnellen pH-Wertabfall auch hierbei vorteilhaft sind. Mit Zahlen können wir es aber jetzt nicht belegen.

### Frage Dr. Steinhöfel

Wir hatten in einem der vorigen Vorträge von der Kombination Ameisensäure und Propionsäure gehört. Das einzige, worin die Ergebnisse nicht überzeugt haben, war die aerobe Stabilität. Gibt es dazu noch irgendetwas zu sagen oder ist das nur eine Randerscheinung mit der Propionsäure?

### Dr. Pieper

Das ist keine Randerscheinung. Die Kombination Propionsäure mit Ameisensäure ergibt stabilere Silagen. Inwieweit die Kombination mit BIO-SIL® von Vorteil ist, wird gegenwärtig untersucht. Die sich anschließende Frage ist, wie hoch der Propionsäureanteil sein muss? Wir wissen, dass Propionsäure in größeren Mengen wiederum die Futteraufnahme senkt und sitzen somit gewissermaßen in einem Teufelskreis. Wir haben aber im Gegensatz zu den Gefäßversuchen beobachtet, dass Praxissilagen mit BIO-SIL® + Amasil® NA recht stabil sind. Dieser Frage müssen wir nachgehen. Aus heutiger Sicht kann man nicht sagen, dass die aerobe Stabilität besser ist, da wir sie im Gefäßversuch nicht beeinflussen konnten. In den Versuchen wurden sehr schwer vergärbare Substrate eingesetzt, aber so etwas finden wir manchmal in der Praxis. Wir sind heute angetreten, um zu sagen, wir können uns keine Fehlgriffe in der Silagequalität leisten. Deshalb kann ich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht mehr versprechen.

## Danksagung Dr. Steinhöfel

Recht herzlichen Dank. Ich möchte kurz abschließen. Ich bedanke mich noch mal bei der Fa. Dr. Pieper für die Möglichkeit, die Veranstaltung zu moderieren. Ich habe es gern getan. Ich habe am Anfang hohes fachliches Niveau versprochen, ich habe Genusswert versprochen, ich habe Innovationen versprochen, also Impulse, wie es weiter geht, was noch zu verbessern wäre, wo es neue Ansätze auch für Forschungsarbeiten gibt. Ich denke, wir sind von allem überrascht gewesen, sind von allem in irgendeiner Weise berührt gewesen. Ich danke ganz herzlich sowohl für die interessanten Vorträge und die Disziplin bei den Referenten. Ich bedanke mich aber auch insbesondere für die hohe Disziplin bei den Gästen. Es ist außergewöhnlich so einen großen Saal mit so vielen Menschen zu sehen und so eine Ruhe zu spüren und so eine Gelassenheit und Interessiertheit wahrzunehmen. Allen gilt mein Dank und ich sehe damit meine Aufgabe erfüllt und bitte Dr. Pieper, das Schlusswort zu dieser Tagung zu sprechen.

## Schlusswort Dr. Pieper

Das Schlusswort ist für mich jetzt recht einfach. Sie haben über das sachkundige Auditorium schon gesprochen. Ich möchte mich nochmals recht herzlich bedanken für die Fragen und das Interesse, das den Themenstellungen entgegengebracht wurde. Ich möchte mich ebenfalls herzlich bedanken bei den Referenten und was uns heute wirklich froh gestimmt hat, ist, dass sich unsere junge Garde super geschlagen hat. In diesem Sinne braucht uns auch in der Landwirtschaft nicht bange zu sein, weil gute junge Leute nachkommen, die auch hoffentlich besser sind als wir Älteren.

Ich möchte auch Dr. Steinhöfel recht herzlich danken für die sehr gute Moderation. Es war ein Genuss. Ich möchte mich aber auch bedanken bei meiner Mannschaft, die natürlich für die Vorbereitung alles stehen und liegen lassen hat. Wir waren alle ein bisschen aufgeregt und wussten nicht, wie viele Teilnehmer bei diesem Wetter kommen werden, da nun draußen der Hahn kräht und alle auf die Felder wollen.

Ebenso gilt mein Dank dem Sportcenter Neuruppin und insbesondere seiner Leiterin Frau Kaatzsch für die Bereitstellung der Räumlichkeiten und der Absicherung unseres leiblichen Wohles. Die Hansa-Milch Upahl hat uns die Milch gesponsert.

Ich möchte uns Mut machen. Wenn wir einige Dinge von dem Gehörten umsetzen oder auch in fachlichem Kontakt bleiben, dann werden wir in der Milchproduktion weiterkommen. Ich wünsche Ihnen allen vor allem Gesundheit, dann kommt auch der Erfolg. Ich wünsche einen guten Nachhauseweg und hoffe, dass wir uns bald wieder sehen. Danke!!!

We Add **Quality** to  
the World of Nutrition.



Unsere Performance-Produkte machen  
Brenn- und Industrieöle leichter.

- Produkte, die höchsten gesetzlichen Anforderungen und Kundenwünschen entsprechen
  - Ein Angebot, das weltweit auf allen wichtigen Märkten aktiv ist
  - Eine Produktlinie der stetigen Verbesserung, auf die Sie sich verlassen können
  - Nachhaltiges Engagement für die Tiermütterung
- BASF Nutren – das heißt Qualität.

  
The Chemical Company

## ► Vorteile des BIO-SIL® - Einsatzes:

- Signifikant mehr Milch
- Höchste Futteraufnahme
- Signifikante Erhöhung der Verdaulichkeit
- Senkung der TM- und Gärverluste
- Erhöhung der Biogasausbeute um ca. 5 %
- Hemmung der Bildung von Endotoxinen, biogenen Aminen u. nitrosen Gasen

## ► Warum universell einsetzbar?

- Sehr schnelle Vergärung eines **sehr breiten Kohlenhydratspektrums**.
- Sichere Vergärung bei **sehr niedrigen u. sehr hohen Trockenmassegehalten** (hohe Osmotoleranz).
- Intensive Milchsäuregärung bei **niedrigen und hohen Temperaturen**.
- Hervorragendes Durchsetzungsvermögen gegen konkurrierende Epiphyten.
- Einfache Handhabung: leicht löslich, sofort einsetzbar, lange Lagerdauer.

## ► Wie einsetzen?

... bei leicht bis mittelschwer vergärbaren Silagen	► nur <b>BIO-SIL®</b>
... bei schwervergärbaren Silagen	► <b>BIO-SIL®</b> in <b>Kombination</b> mit Melasse
	► <b>BIO-SIL®</b> in <b>Kombination</b> mit Amasil® NA
... für aerob stabile Silagen	► <b>BIO-SIL®</b> in <b>Kombination</b> mit Sila-fresh
... für aerob stabile Maissilagen	► <b>BIO-SIL®</b> in <b>Kombination</b> mit Harnstoff
... für Biogas-Silagen	► nur <b>BIO-SIL®</b>

- 1b: Verbesserung des Gärverlaufes für mittelschwer bis leicht silierbares Futter im unteren TM-Bereich ≤ 35 %
- 1c: wie 1b, aber Futter im oberen TM-Bereich ≥ 35 % bis 50 %
- 4b: Verbesserung der Verdaulichkeit
- 4c: Erhöhung der Milchleistung
- 1a: **BIO-SIL® + Amasil® NA**  
Verbesserung des Gärverlaufes für schwer silierbares Futter
- 2: **BIO-SIL® + Sila-fresh**  
Verbesserung der aeroben Stabilität für LKS, CCM, Feuchtmais und Feuchtgetreide

## Melassezusatz in Abhängigkeit vom TM-Gehalt des Siliergutes (kg/t) bei Kombination mit BIO-SIL®

TM %	20	25	30	35	40
Häcksellänge in cm	8	8	6	4	4
Wiesenrispe	50	40	30	-	-
Rotklee	50	40	30	-	-
Weidelgräser	20	-	-	-	-
Grasmischbestand	50	40	30	-	-
Luzerne	80	70	50	30	-
Futterroggen	20	-	-	-	-

**Beachte:** Der Kaufvertrag muss die Parameter handelsüblicher Melasse\* enthalten:

	Trockenmasse (%)	Zuckergehalt (%)	
		in der Trockenmasse	in der Originalsubstanz
Rübenmelasse	70	60	42
Rohrmelasse	70	64	45

## Amasil® NA-Zusatz in Abhängigkeit vom TM-Gehalt des Siliergutes (l/t) bei Kombination mit BIO-SIL®

TM %	20	25	30
Gras	4,0 l/t	3,0 l/t	2,5 l/t
Klee	5,0 l/t	4,0 l/t	3,5 l/t
Luzerne	6,0 l/t	5,0 l/t	4,0 l/t

- 1 bis 2 Tage Feldliegezeit und mittlere Düngungsintensität \* Dichte ca. 1,3 kg/Liter



# PREISLISTE 2012

**MARKENWARE ZU GUTEN PREISEN!**  
**Bewährt in den besten deutschen Milchbetrieben!**

## 1. Hochwirksame Silierzusatzstoffe

**Mehr Milch, mehr Biogas!**

**Hochaktive homofermentative Milchsäurebakterien für alle Silagen!**

Für alle Flüssigdoser geeignet! Die DLG-Prüfungen zeigen:

**Das von uns entwickelte Konzept der separaten Applikation von additiv wirkenden Siliermitteln sichert die höchste Wirksamkeit und setzt sich deshalb durch!**



- E** **BIO-SIL®:**  **1b, 1c, 4b, 4c** für leicht bis mittelschwer vergärbares Siliergut (Milchleistung)
- NEU** **BIO-SIL® + Amasil® NA:**  **1a** für schwer silierbares Futter
- BIO-SIL® + Sila-fresh:**  **2** für Verbesserung der aeroben Stabilität bei CCM, LKS, Feuchtmais und **NEU ▶** für Maissilage (Basis: Kaliumsorbat)
- BIO-SIL® + Melasse:** für schwer silierbares Futter

**Grundpreis BIO-SIL® 0,74 €/t Siliergut! Rabatte bis 24% möglich!**

- EK** **Sila-fresh:** Silierzusatz auf der Basis von Kaliumsorbat zur Verbesserung der aeroben Stabilität von Silagen und TMR-Vorratssilagen in Kombination mit **BIO-SIL®** sowie zur Verhinderung der Nacherwärmung auf dem Futtertisch frachtfrei  
 Aufwandmenge: 0,4 kg/t Siliergut bzw. TMR; 1,58 €/t Siliergut bzw. TMR; 25 kg/Karton ..... **z. Zt. 3,95 €/kg**
- EK** **Amasil® NA:** partiell gepufferte Ameisensäure, 1000 kg Gitterboxcontainer  
 Einsatzmenge in Kombination mit **BIO-SIL®** 1,0-5 l/t Siliergut ..... **z. Zt. 1,15 €/kg**
- E** **Chlor-~~ex~~:** Bei gechlortem Wasser empfehlen wir unser Produkt Chlor-ex. | 1 Beutel Chlor-ex (30 g) für 100 l Wasser ..... **2,60 €/Beutel**

## 2. Modernste Dosiertechnik im Baukastensystem für alle Häckslertypen, Ladewagen, Ballenpressen und Schwader

Bei Verwendung unserer Dosierer für natriumnitrit- und hexamethylentetraminhaltige Siliermittel übernehmen wir keinerlei Haftung.



- E** **Bakterienflüssigdosierer** Geeignet für alle flüssig applizierbaren biologischen Siliermittel.

**Hochdruckflüssigdosierer für BIO-SIL®**

- für Feldhäcksler, mit elektronischer Steuerung, Aufwandmenge: **Nur 0,1 l/t Siliergut** mit 100 g **BIO-SIL®/10 l Wasser**
- mit 50 l Behälter..... **970,00 €/Stück**      • mit 120 l Behälter.....**995,00 €/Stück**

**Dosiergerät mit elektronischer Steuerung**

- für Ladewagen, Ballenpressen und Schwader, Aufwandmenge: **0,5 bis 2 Liter/t Siliergut**
- für alle Feldhäcksler: erweiterbar auf automatische Regelung, Aufwandmenge: **1 Liter/t Siliergut**

- mit 50 l Behälter..... **950,00 €/Stück**      • mit 120 l Behälter.....**980,00 €/Stück**
- mit 200 l Behälter..... **1.290,00 €/Stück**      • mit 400 l Behälter.....**1.590,00 €/Stück**



Der größte Anteil unsere **Produkte** sind **Eigenentwicklungen** **E** und **Entwicklungen mit Kooperationspartnern** **EK**.

**Dosiergerät mit automatischer Regelung**

- Aufwandmenge: 1 Liter/t Siliergut,
- Dosierung abhängig vom Häckselgutdurchsatz
- mit 400 l Behälter .....

3.390,00 €/Stück

**Digitale Fernanzeige für alle Dosierer** ..... 278,00 €/Stück

**Nachrüstsatz für andere Bakteriendosierer zur Mengenregulierung**

- Steuergerät + Schwebekörperdurchflussmesser ..... 256,00 €/Stück
- Steuergerät mit digitaler Fernanzeige und elektronischem Durchflussmesser..... ab 466,00 €/Stück

**E Flüssigdosierer**

bedingt säurefest, elektronische Steuerung, mit 400 l Behälter, geeignet für Amasil® NA ..... 1.798,00 €/Stück

**E Melessedosierer**

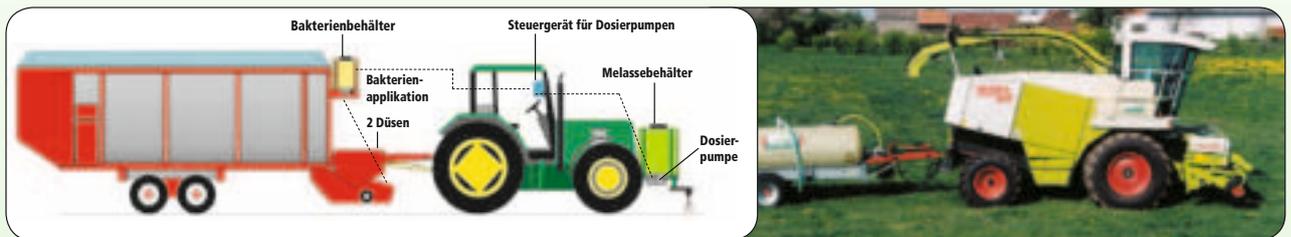
**Elektronische Steuerung mit Fernanzeige, Zahnradpumpenkombination**

(An die jeweiligen betrieblichen Einsatzbedingungen anpassbar) ..... 3.990,00 €/Stück

**Automatische Regelung**..... 4.990,00 €/Stück

- Dosierung abhängig vom Häckselgutdurchsatz

**Melessedosierer mit Impellerpumpe und Handsteuerung**..... ab 990,00 €/Stück



**E Kombination Bakterien- und Melessedosierer**

**Automatische Regelung**

- Dosierung abhängig vom Häckselgutdurchsatz
- mit 400 l Behälter für Bakterien .....

5.900,00 €/Stück

**E Zubehör**

**Einachs-Faßwagen für Melessedosierung** ..... 6.900,00 €/Stück

- 2800 l Behälter
- Breitreifen
- Schwallwand

zuzügl. Überführung

**Betankungseinrichtung für Faßwagen**..... 500,00 €/Stück

**3. Abdeckung**

**EK Silofolie, schwarz, 5 Jahre UV-stabilisiert**

- 5 Jahre verwendbar
- Maße: 10 x 25 m, 6 x 50 m
- 500 µm; 480 g/m<sup>2</sup> .....

1,19 €/m<sup>2</sup> \*

**EK Unterziehfolie Superstretch**

- grün transparent
- Maß: 10 x 50 m, 12 x 50 m
- 40 µm; 35 g/m<sup>2</sup> .....

0,10 €/m<sup>2</sup> \*



\* Preis gilt vorläufig, Jan. 2012. Andere Rollenabmessungen auf Anfrage. Für alle Folien gilt: Bei einer Abnahme über 500 kg liefern wir frachtfrei.

### Silofolie Coex schwarz/weiß, 3-lagig, strapazierfähig, UV-stabilisiert

- Maße: 10 x 25 m, 14 x 25 m, 8 x 50 m, 10 x 50 m, 12 x 50 m, 16 x 50 m
- 120 µm; 120 g/m<sup>2</sup> ..... 0,26 €/m<sup>2</sup>\*

### Spezielseitenfolie

- Maß: 3 x 100 m, 150 µm; 140 g /m<sup>2</sup> ..... 0,26 €/m<sup>2</sup>\*

### Klebeband

- Bitumenklebeband, schwarz, 10 cm x 10 m ..... 21,90 €/Rolle\*
- Spezialklebeband, weiß, 10 cm x 10 m ..... 8,00 €/Rolle\*

### EK Trockeneis

- 600 kg im Thermobehälter, 10 kg Blöcke ..... ca. 0,87 €/kg
- Behälternutzungspauschale ..... 17,80 €/Behälter
- Transportkosten für Thermobehälter ..... 19,50 €/Behälter

\* Preis gilt vorläufig, Jan. 2012. Andere Rollenabmessungen auf Anfrage. Für alle Folien gilt: Bei einer Abnahme über 500 kg liefern wir frachtfrei.

## 4. Tierkomfort

### E Pieper-Kipptränke

- voll elektronisch, 24 V-Anschluß
- berührungslose Füllstandsmessung
- hoher Hygienestandard, einfach zu säubern
- kein verschmutzter Schwimmer mehr
- Komfortleitungsfilter
- Frostfreiheit, vielfach bewährt

- 0,6 m-Tränke, inkl. Wandhalterung ..... 695,00 €/Stück
- 1,5 m-Tränke, inkl. Wandhalterung ..... 785,00 €/Stück



### Extras

- Blubb-Steuerung zur Frostsicherung der Wasserzuleitung ..... 196,00 €/Stück
- Gestell für Standmontage ..... 159,00 €/Stück
- Trafo 24 V; 1,3 A (für 2 Tränken) ..... 69,50 €/Stück
- Trafo 24 V; 2,5 A (für 4 Tränken) ..... 107,80 €/Stück

### E Kälberdatsche

Kälberkomfort in kleinen Gruppen, mobile Entmistung im Treibwagenprinzip, Regelung der Frischluftzufuhr durch Rollos, schnell und einfach zu bewirtschaften; Bausatz

- 6-8 Kälber/Datsche, 3,15 m x 5,00 m ..... 5900,00 €/Stück



### Propylenglykol USP (1,2 Propandiol), Einzelfuttermittel, Positivliste Nr. 12.07.01

- Zur Verbesserung der Energieversorgung im geburtsnahen Zeitraum, Ketoseprophylaxe
- 210 kg Fass, 1.000 kg Gitterboxcontainer
- ab 3.000 kg Anlieferung per Tankzug ..... durch stark schwankende Marktpreise auf Anfrage

### Glycerin, roh, Einzelfuttermittel, Positivliste Nr. 12.07.03, 80 % Glycerin

- 1.250 kg Gitterboxcontainer
- ab 3.000 kg Anlieferung per Tankzug ..... z. Zt. Orientierungspreis für lose Ware ab 0,33 €/kg

E Einsatzempfehlung (g/Kuh und Tag) von:	Propylenglykol USP	+	Glycerin, roh
Vorbereitungsfütterung 2 Wo. a.p. bis zur Kalbung	Transi•fit® + 100	+	150
0. bis 3. Laktationswoche	200-220	+	200-250
Herdenleistung bis 9500 kg: bis 3. Laktationsmonat	150	+	200-250
Herdenleistung über 9500 kg: bis 5. Laktationsmonat	150	+	200-250

### E Dosierer für Propylenglykol und Glycerin, Bandfütterung und Futtermischwagen

- Flüssigdosierer mit Zahnradpumpe ..... ab 890,00 €/Stück
- Steuerung über externen Frequenzumrichter möglich (nicht im Lieferumfang)

### EK BERGAFAT T-300, pansengeschütztes Fett, Einzelfuttermittel, Positivliste Nr. 2.10.03

- nachweislich Erhöhung der Milchleistung und Verbesserung der Fruchtbarkeit
- keine Ca-Seife → hohe Futteraufnahme
- 25 MJ NEL/kg
- 625 kg BIG BAG oder 25 kg-Säcke, 1.000 kg pro Palette ..... Preise auf Anfrage

### E Transi•fit® 20 kg Säcke, 1000 kg pro Palette

#### Bestes, schmackhaftes saures Salz für die Vorbereitungsfütterung zur Milchfieberprophylaxe

- Transi•fit® pur + E; supplementiert mit Vitamin E ..... ab 0,79 €/kg
- Transi•fit® komplett; vollständig vitaminisiert und mineralisiert ..... ab 0,89 €/kg
- Transi•fit® komplett N; kann in der ökologischen/biologischen Produktion gemäß der Verordnung(EG) Nr. 834/2007 und (EG) 889/2008 verwendet werden! DE-ÖKO-006 ..... ab 0,95 €/kg  
frachtfrei ab 500 kg

### E Drench-Besteck

- mit Schnellverschluss zur Lagekontrolle der Schlundsonde ..... 349,00 €/Stück
- NEU: mit verlängerter Schlundsonde 1,50 m



## 6. Literatur

### E Tagungsbericht 2011

- 11. Symposium »Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen« ..... 12,- € inkl. MwSt.

### E Broschüre: Propylenglykol

#### Ketoseprophylaxe bei Kühen mit hohen Milchleistungen

- Autoren: R. Pieper, R. Staufenbiel, M. Gabel, S. Poppe, A. Schröder, B. Pieper ..... 5,00 € inkl. MwSt.

Aktuelle vorläufige Preise, zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

**Bestellung aller Produkte direkt bei uns oder über Landhändler bzw. Lohnunternehmen.**



**Dr. PIEPER** Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Dorfstraße 34 · 16818 Neuruppin/OT Wuthenow  
Tel.: 03391 68 480 · Fax: 03391 68 48 10 · E-Mail: info@dr-pieper.com



# Fahrplan für die Topsilage sicher – praxisbewährt – geprüft – kostengünstig

	Silagen aus Gras, Klee gras und Luzerne		Maissilage, CCM, LKS, Feuchtmals, GPS		Feuchgetreide (z. B. Weizen, Gerste, Triticale, Roggen)		Alle Silagen	
Ziel	Verbesserung des Gärverlaufes, Erhöhung der Energiekonzentration, Erhöhung der tierischen Leistung		Verbesserung des Gärverlaufes + Erhöhung der aeroben Stabilität		Verbesserung des Gärverlaufes + Erhöhung der aeroben Stabilität		Verbesserung des Gärverlaufes unter aeroben Bedingungen	
Situation	Vergärbarkeit des Siliergutes		Verbesserung des Gärverlaufes + Erhöhung der aeroben Stabilität		Lagerfähigkeit durch Silierung		Hoher Trockenmassengehalt und verzögerte CO <sub>2</sub> -Bildung	
Empfehlung	Schwer bis sehr schwer Witterungsbedingungen Geringer TM-Gehalt Starke Verschmutzung Hohe Pufferkapazität, z. B. durch hohen Proteingehalt		Bei allen Silagen, unabhängig vom TM-Gehalt		Feuchtegehalt > 25%		TM Gras > 60% TM Mais > 37% TM Feuchgetreide > 78%	
Aufwandmengen	BIO-SIL <sup>®</sup> + Melasse 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 10-50 kg Melasse/t Siliergut BIO-SIL <sup>®</sup> + Amasil <sup>®</sup> NA 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 1-5 l Amasil <sup>®</sup> NA/t Siliergut		Zu geringer Vorschub < 2 m/Woche (Sommer) < 1.5 m/Woche (Winter) Erwärmung der oberen Schicht (Oberflächenbehandlung) BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 400 g Sila-fresh/t Siliergut BIO-SIL <sup>®</sup> + Harnstoff 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 600-800 g Harnstoff/m <sup>2</sup> Oberfläche BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 400 g Sila-fresh/t Siliergut		BIO-SIL <sup>®</sup> 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut BIO-SIL <sup>®</sup> + Wasser 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 1-110 l Wasser/t Siliergut		BIO-SIL <sup>®</sup> + Trockeneis (CO <sub>2</sub> ) 1g BIO-SIL <sup>®</sup> pro t Siliergut + 0,2 - 0,8 kg Trockeneis (CO <sub>2</sub> )/t	
Gesamtkosten (€/t Siliergut)	0.74 - 1.00		0.74		0.74		0.92 - 1.48	

# Schedule for topsilage

	Silage of grass, clover and alfalfa		Maize silage, CCM, corn cob with husks (meal), moist maize, silage of whole plants		Moist grain (wheat, barley, rye, triticale)		All silages		
<b>Intent</b>	Improved fermentation process, increased energy concentration, increased animal performance		Improved fermentation process, etc., + Increased aerobic stability		Improved fermentation process, etc., + Increase of aerobic stability		Improved fermentation under anaerobic conditions		
<b>Situation</b>	Fermentability of the forage		Improved fermentation process, etc.		ground or crimped		High dry matter content and retarded CO <sub>2</sub> -accumulation		
	difficult to very difficult	easy to moderate	all silages <sup>1</sup> , independent of the DM-content		Moisture > 25%	Moisture 14 - 25%	DM grass > 60%	DM corn > 37%	
	adverse weather conditions	good weather	insufficient feed-out of the silo		Warming of the upper layer (surface treatment)		DM moisture grain > 78%		
	low DM-content	sufficient DM- and sugar content	<2m/week (summer) <1.5m/week (winter)						
<b>Recommendation</b>	BIO-SIL <sup>®</sup> + molasses	BIO-SIL <sup>®</sup> + Amasil <sup>®</sup> NA <sup>1</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + urea	BIO-SIL <sup>®</sup> + urea	BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + water	BIO-SIL <sup>®</sup> + dry ice (CO <sub>2</sub> )	
	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 10-50 kg molasses/t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 1-5 l Amasil <sup>®</sup> NA/t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 400 g Sila-fresh/t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 3-4 kg urea/t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 600-800 g urea/m <sup>2</sup> surface	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 120 g potassium sorbate in 2l water/ m <sup>2</sup> surface	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 1-110 l water/t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage + 0,2 - 0,8 kg dry ice (CO <sub>2</sub> )/t	
<b>Application rate</b>									
<b>Costs (€/t forage)</b>	0.74 - 1.00		0.84		0.74		0.74		
	2.25 - 8.25		2.40		2.40		0.77		
								0.92 - 1.48	

# План получения силоса высшего класса

Силос из трав, травяно-клеверной смеси и люцерны		Кукурузный силос, силос из зерно-стержневой смеси, из смеси початков с обертками, из влажной кукурузы, из листостебельной массы с початками		Влажное зерно (например пшеница, ячмень, тритикале, рожь)		Все виды силоса		
<b>Цель</b>	Улучшение хода процесса брожения, повышение концентрации энергии, повышение продуктивности животных	Улучшение хода процесса брожения и т. п. + повышение аэробной стабильности		Сохраняемость за счет силосования		Улучшение процессов брожения при аэробных условиях		
	Улучшение хода процесса брожения + повышение аэробной стабильности	Улучшение хода процесса брожения и т. п. + повышение аэробной стабильности		Сохраняемость за счет силосования		Улучшение процессов брожения при аэробных условиях		
<b>Ситуация</b>	Сбраживаемость силосовой массы	Улучшение хода процесса брожения, повышение концентрации энергии, повышение продуктивности животных		Дробленое или плющенное		Высокое содержание сухой массы и задержанное образование CO <sub>2</sub>		
	От тяжелой до очень тяжелой Плохие погодные условия Низкое содержание СМ Сильное загрязнение Высокая буферная способность за счет высокого содержания протеина	От легкой до средней тяжелой Хорошие условия Достаточное содержание СМ и сахара Слабое загрязнение	Слишком медленное продвижение среза <2,0 м/неделю летом <1,5 м/неделю зимой	Согревание верхнего слоя (обработка поверхности)	Влажность >25%	Влажность 14-25%	СМ кормовых трав >60%	СМ кукурузы >37%
<b>Рекомендация</b>	БИО-SIL® + меласса	БИО-SIL® + Amasil® NA <sup>1</sup>	Только БИО-SIL®	БИО-SIL® + мочевины	Только БИО-SIL®	БИО-SIL® + сухой лед (CO <sub>2</sub> )		
	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 10-50 кг меласса/т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 1-5 л Amasil® NA /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 600-800 г мочевины/т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 0,2-8,8 кг сухого льда (CO <sub>2</sub> ) на тонну.	
<b>Норма расхода</b>	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 10-50 кг меласса/т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 400 г Sila-fresh	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 400 г Sila-fresh в 1 л воды	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	
	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 400 г Sila-fresh	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы + 400 г Sila-fresh в 1 л воды	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	1 г БИО-SIL® /т силосовой массы	
<b>Финансовые издержки (€/тону силосовой массы)</b>	0.74 - 1.00	2.25 - 8.25	0.74	0.84	2.40	0.74	0.77	
	0.74 - 1.00	2.40	0.74	0.84	2.40	0.74	0.92 - 1.48	