

# 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  $\text{NH}_3\text{-N}$  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  $\text{NH}_3\text{-N}$  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  $\text{NH}_3\text{-N}$  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.

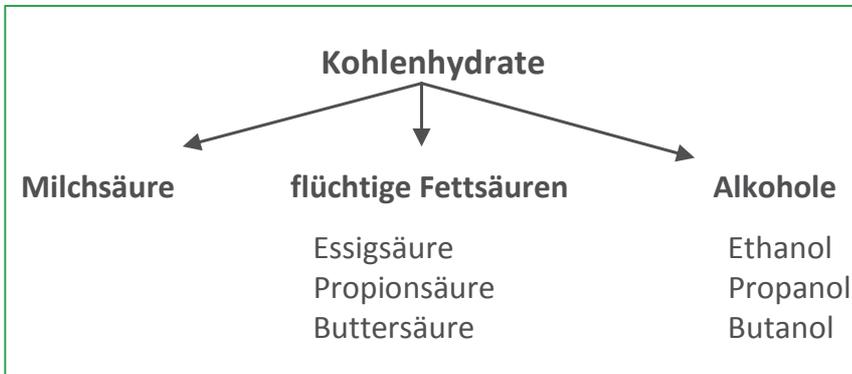


Abb. 1

Mikrobielle Endprodukte des anaeroben Kohlenhydratabbaus in Silagen

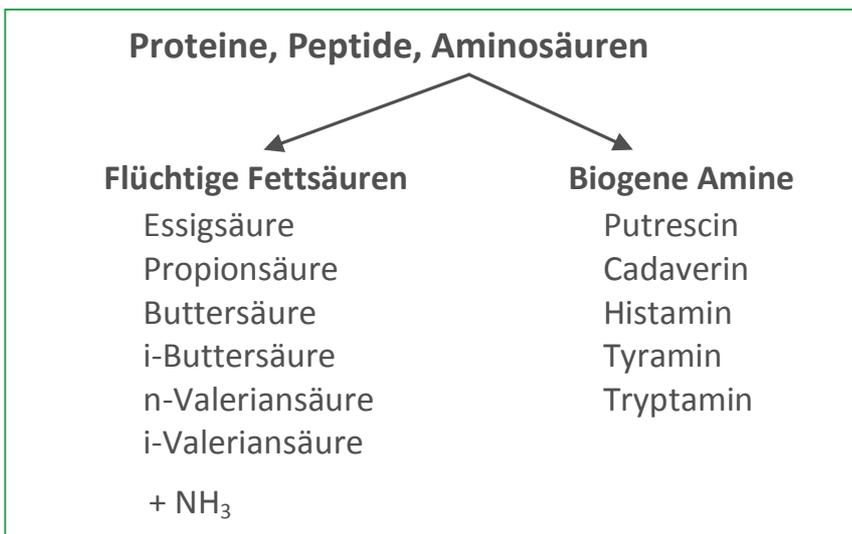


Abb. 2

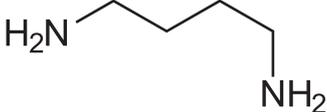
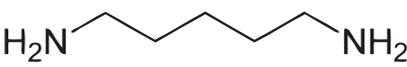
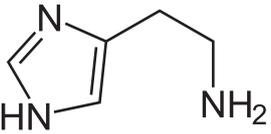
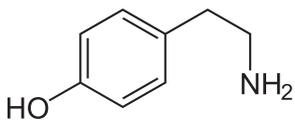
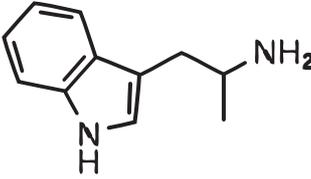
Mikrobielle Endprodukte des anaeroben Abbaus proteinogener Verbindungen (Proteine, Peptide, Aminosäuren) in Silagen

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.

Trivialname	Struktur
<b>Putrescin</b>	
<b>Cadaverin</b>	
<b>Histamin</b>	
<b>Tyramin</b>	
<b>Tryptamine</b>	

Tab. 2

Chemische  
Struktur  
ausgewählter  
biogener Amine

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

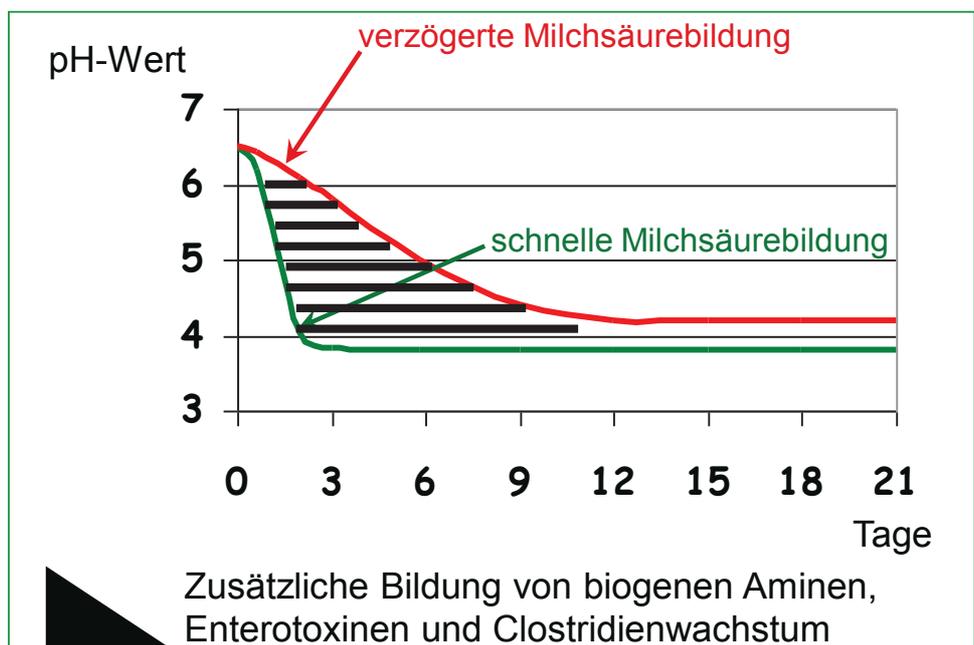
Keimgehalte auf dem Pflanzenmaterial vor der Silierung (Pahlow et al., 2003)

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.

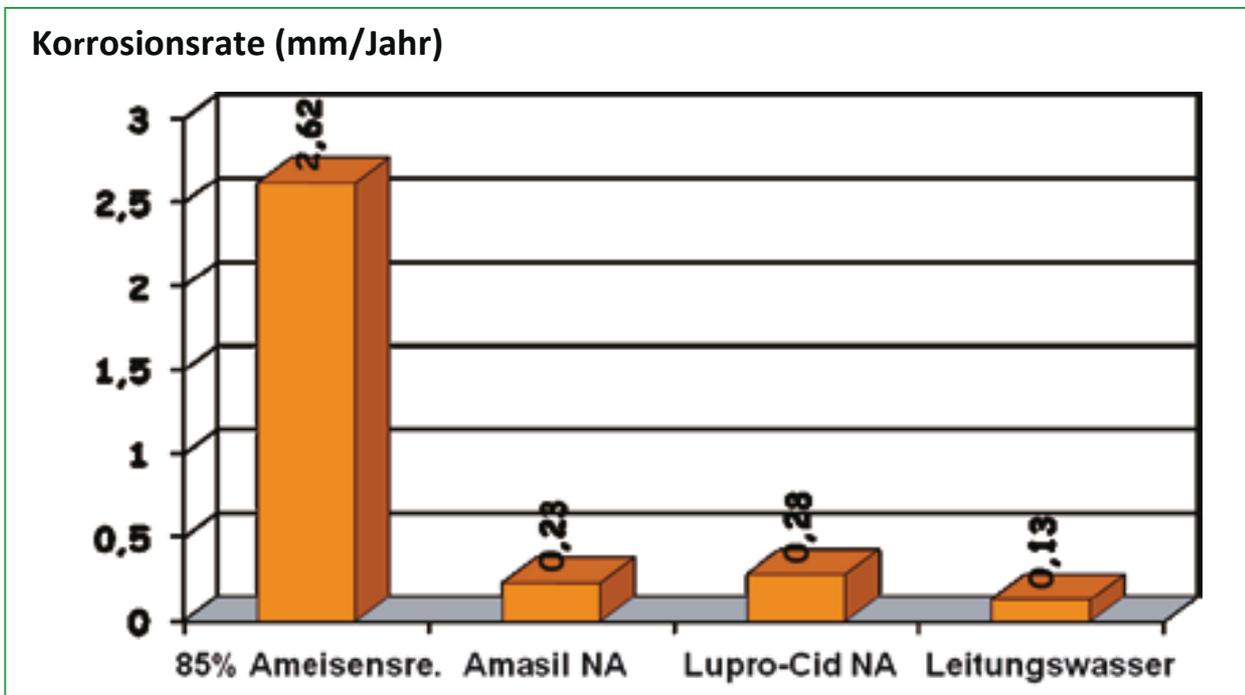


Abb. 4 Korrosionsrate von C-Stahl (St 37) in Gegenwart von 85 % Ameisensäure, Amasil® NA und Lupro-Cid® NA bei 25°C (mit freundlicher Genehmigung der BASF)

### 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
Knaulgras	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 vergärbbar (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.

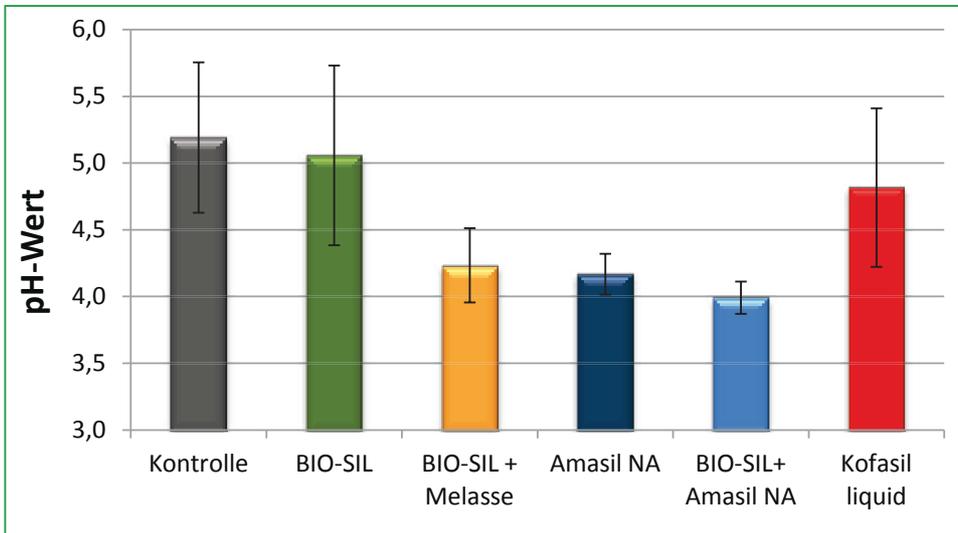


Abb. 5  
Durchschnittliche pH-Werte in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®),

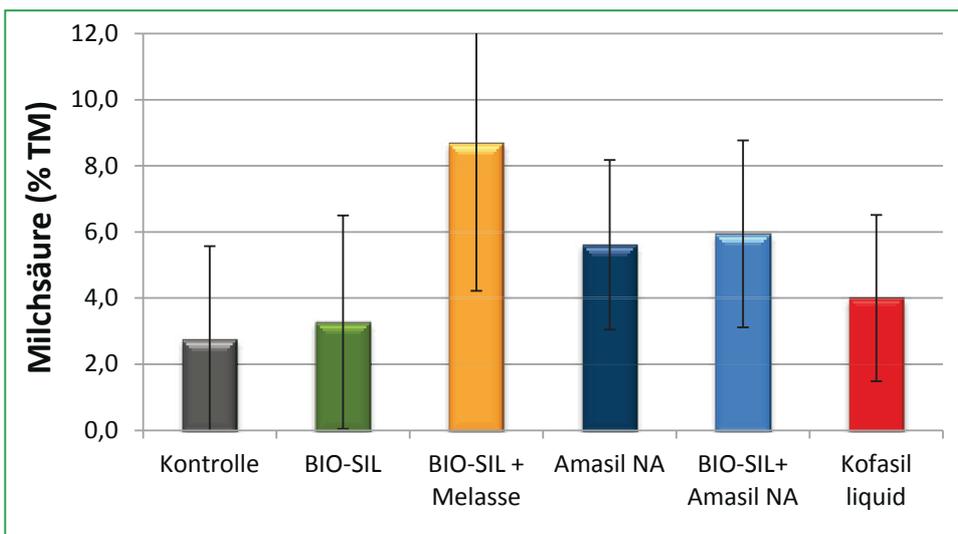


Abb. 6  
Durchschnittlicher Gehalt an Milchsäure (% TM) in Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer

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).

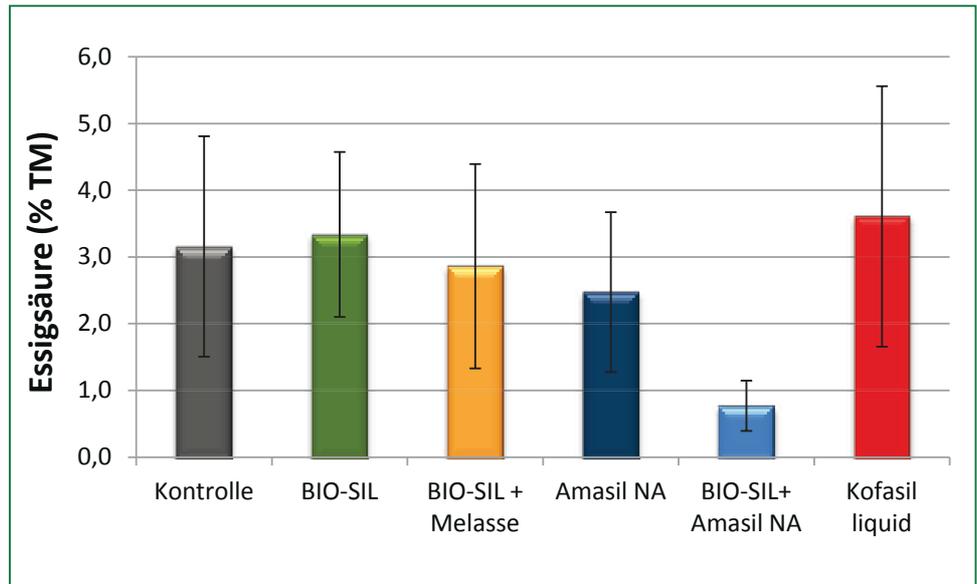


Abb. 7

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

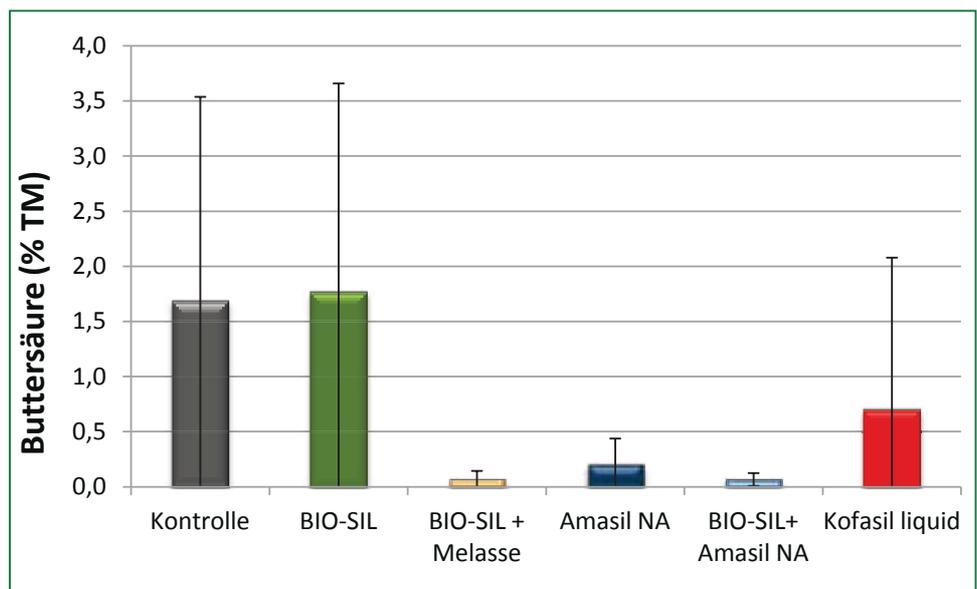


Abb. 8

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).

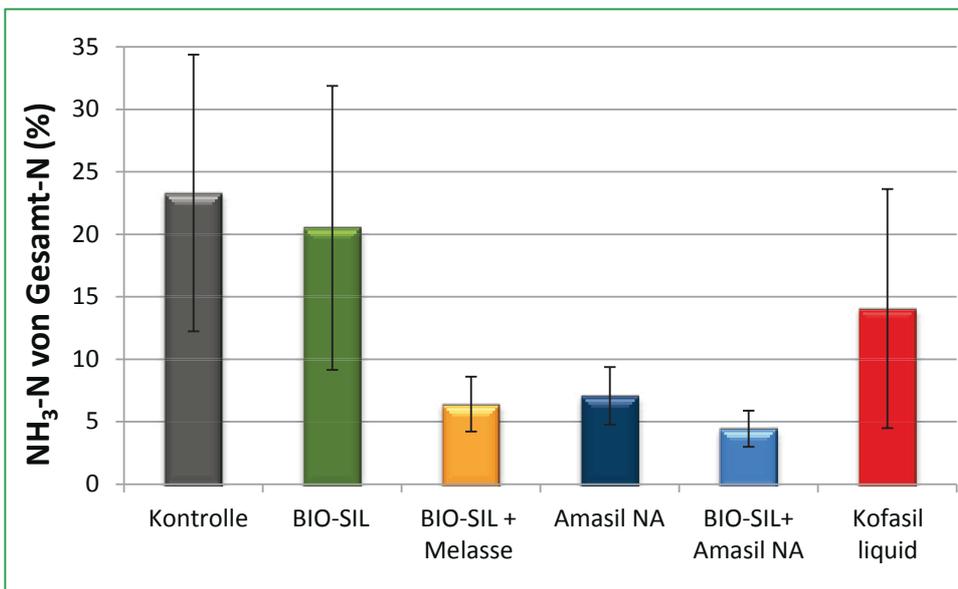
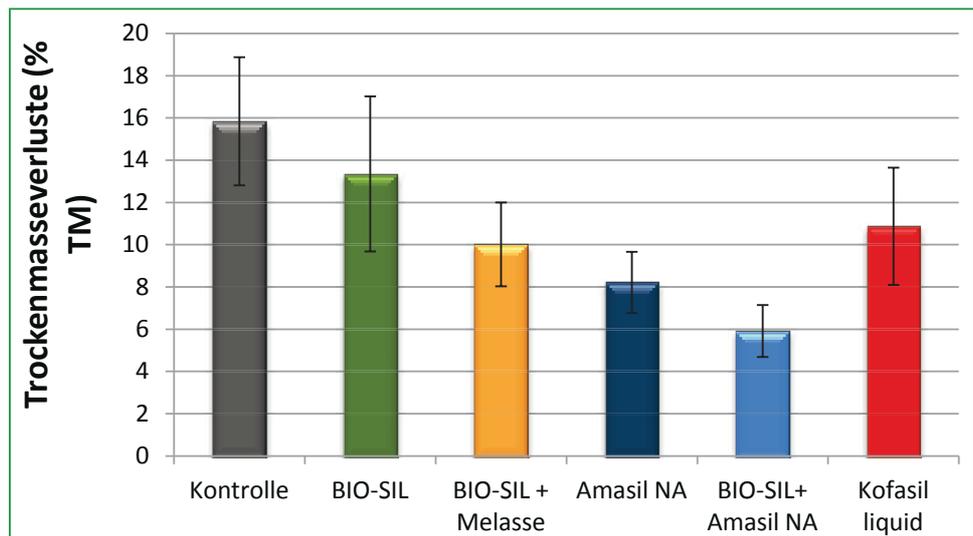


Abb. 9

*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*

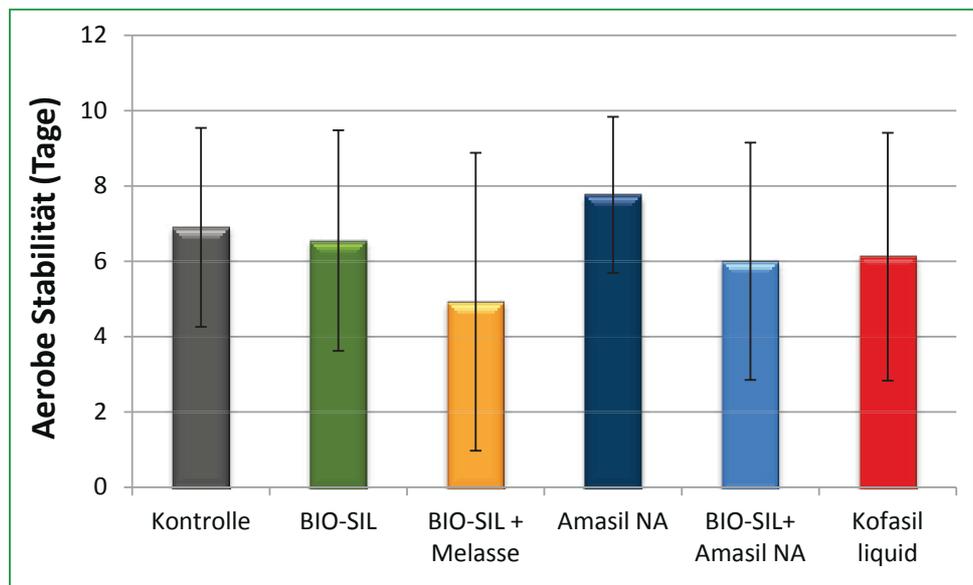
Unter Verwendung des aktuellen DLG-Schlüssels (Februar 2006) ist die Gärqualität der Kontrollsilage als sehr schlecht (< 30 Punkte), der mit BIO-SIL<sup>®</sup> und Kofasil liquid behandelten Silagen als schlecht (30-51 Punkte) und der mit BIO-SIL<sup>®</sup> plus Melasse und der mit Amasil<sup>®</sup> 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 Restzuckeranteil 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.

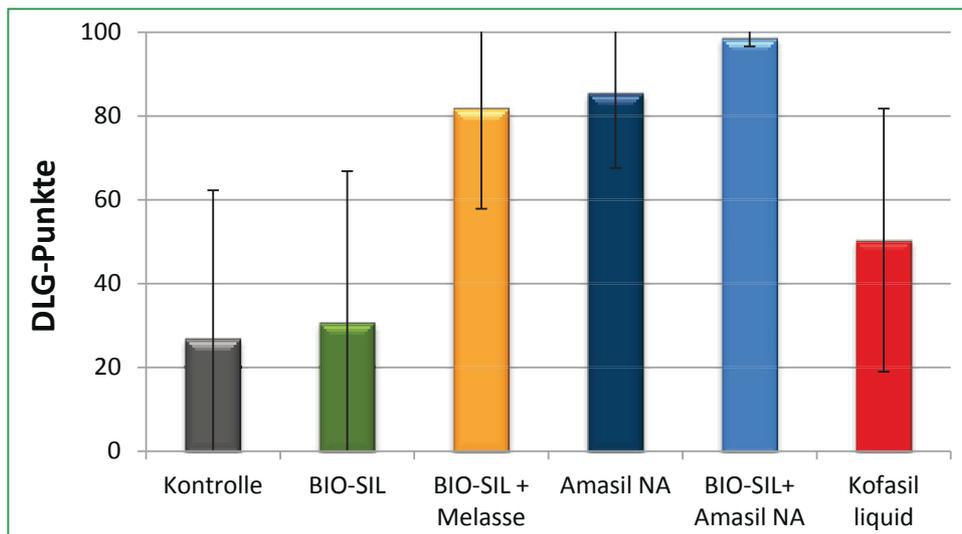


Abb. 12

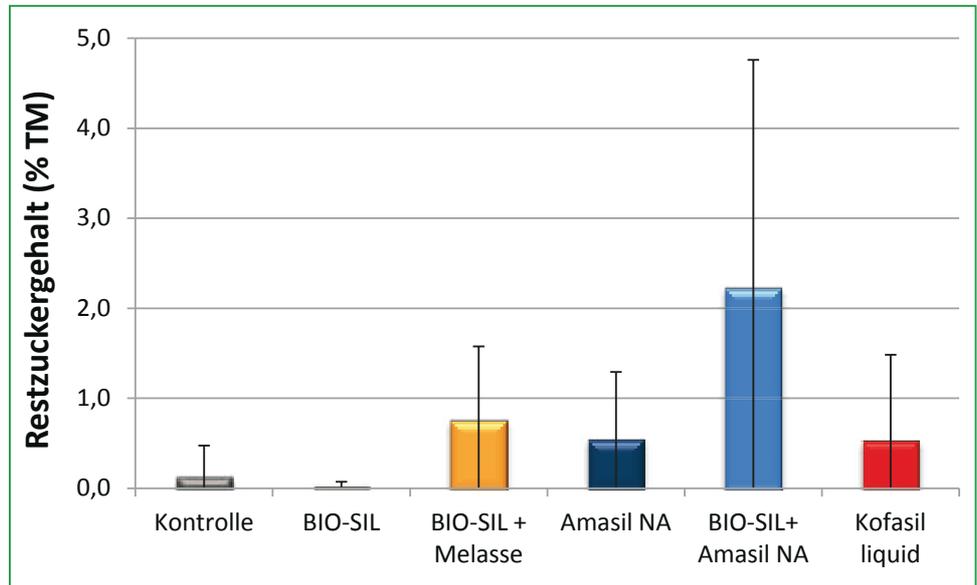
*Durchschnittliche Gärqualität (DLG-Punkte) von Silagen nach Behandlung mit MSB (BIO-SIL®), BIO-SIL® + Melasse, Amasil® NA, BIO-SIL® + Amasil® NA sowie Kofasil liquid im Vergleich zu unbehandelter Kontrollsilage nach 90 Tagen Silierdauer*

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

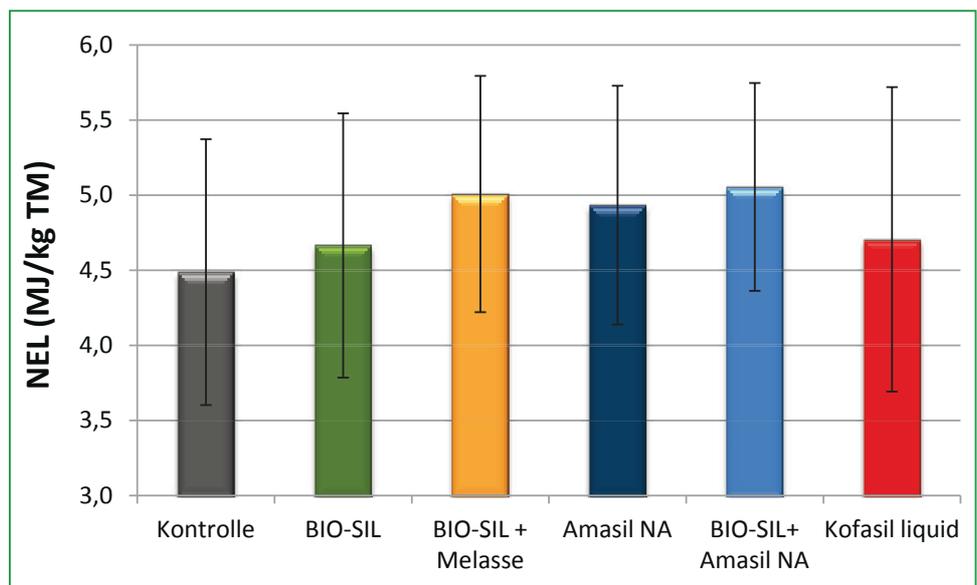
DLG-Schlüssel (2000) enthaltene Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  zu Gesamt-N ist demnach auch geeignet, indirekt die Konzentration biogener Amine als Qualitätskriterium für Silagen zu beurteilen. Mit der Wiedereinführung dieses Parameters wäre mit hoher Sicherheit die Aussage möglich, dass bis zu einem 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

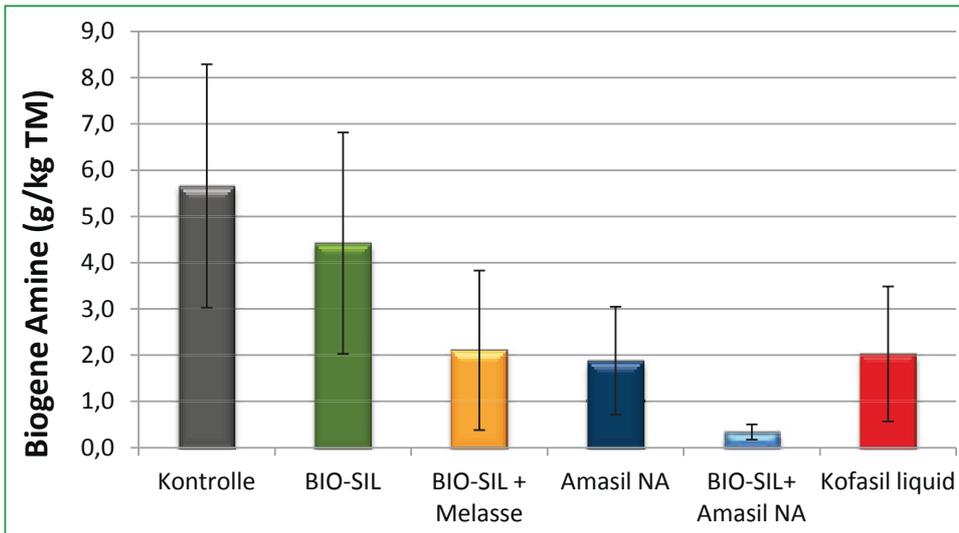


Abb. 15

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).

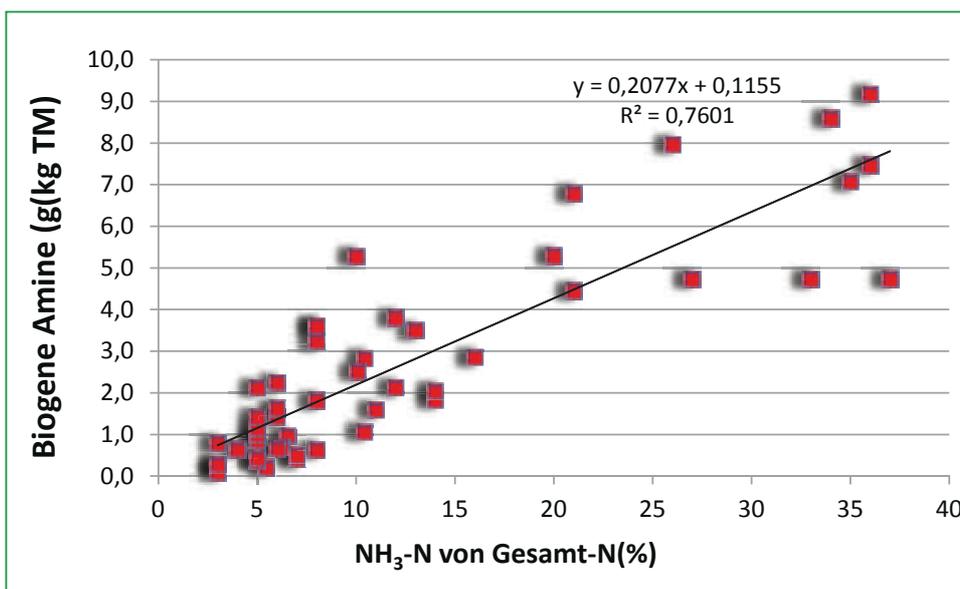
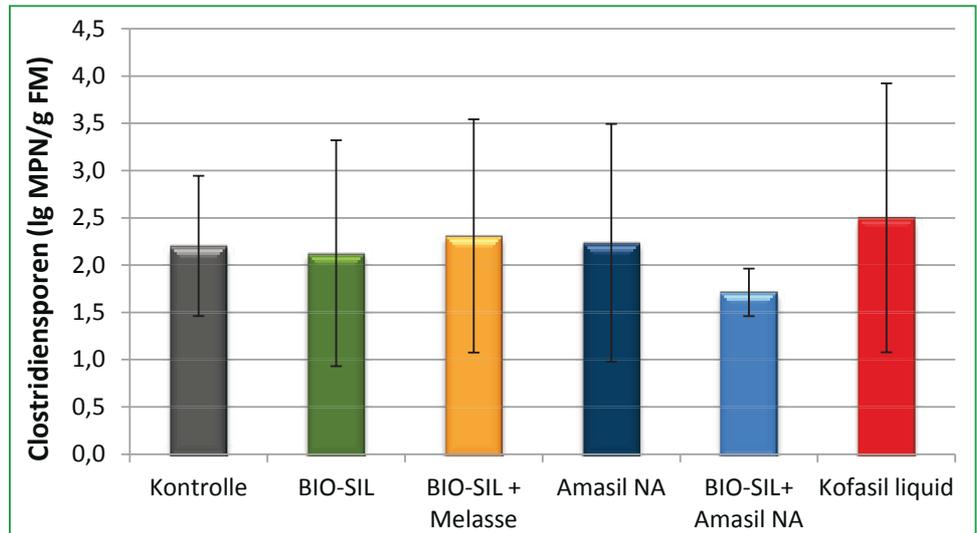


Abb. 16

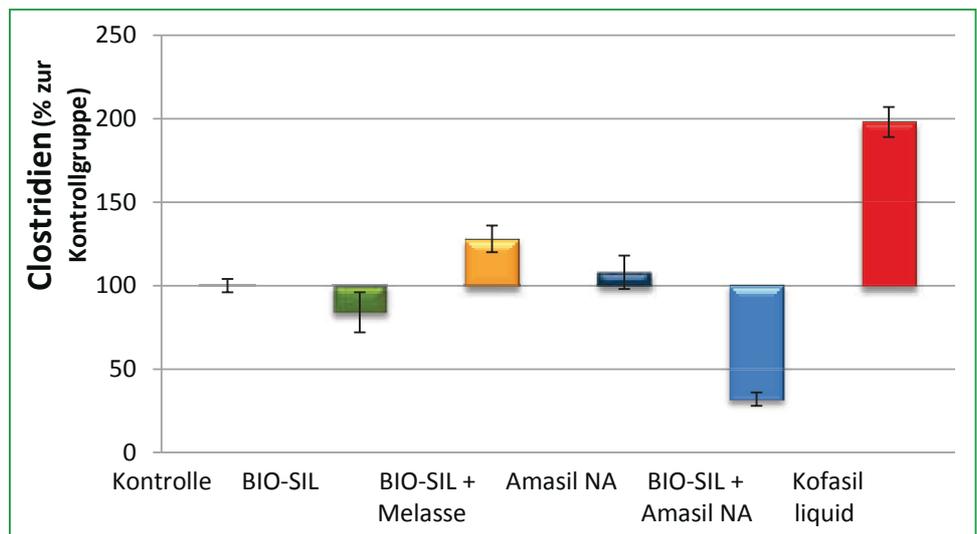
Biogene Amine versus  $\text{NH}_3\text{-N}$  von Gesamt-N

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. Thyssen (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. Kirchhof (2006):** Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme von Milchkühen, Übers. Tierernährung, 34, 197-221
- Krizek, 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<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> + Amasil<sup>®</sup> 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

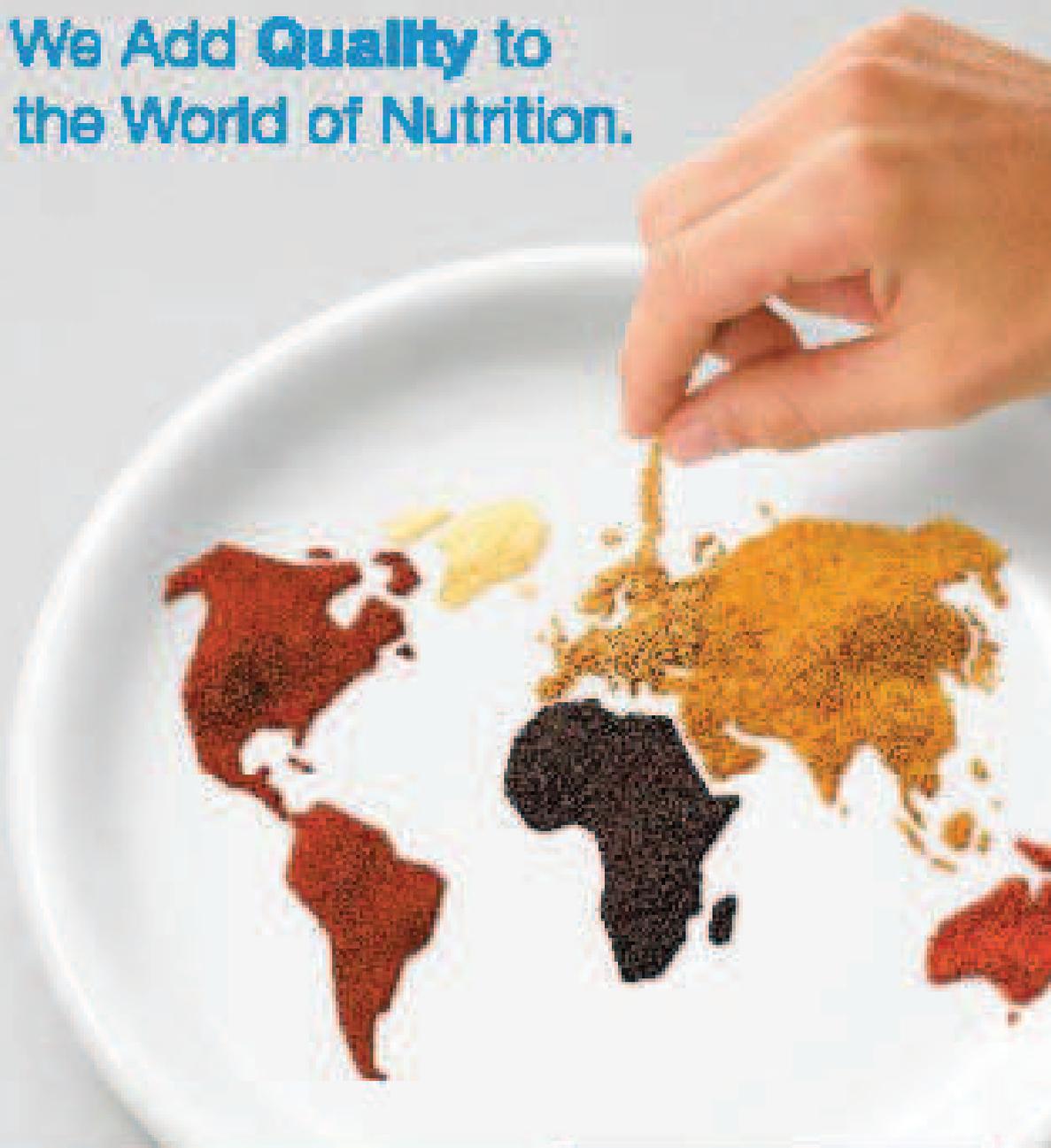
Das Schlusswort ist für mich jetzt recht einfach. Sie haben über das sachkundige Auditorium schon gesprochen. Ich möchte mich nochmals recht herzlich bedanken für die Fragen und das Interesse, das den Themenstellungen entgegengebracht wurde. Ich möchte mich ebenfalls herzlich bedanken bei den Referenten 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 aufgereggt 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-Additive machen  
Wissen über Ernährung leichter.

- Produkte, die höchsten gesetzlichen Anforderungen und Kundenwünschen entsprechen
- Ein Ansatz, der weltweit auf allen wichtigen Märkten aktiv ist
- Eine Philosophie der stetigen Verbesserung, auf die Sie sich verlassen können
- Hochwertiges Engagement für die Identifizierung

BASF Nutrition – Das macht die Welt.

 **BASF**

The Chemical Company

## ► Vorteile des BIO-SIL® - Einsatzes:

- Signifikant mehr Milch
- Höchste Futtermittelaufnahme
- 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
Wieserispe	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
Rohrnelasse	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 Flüssigdosiierer 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**

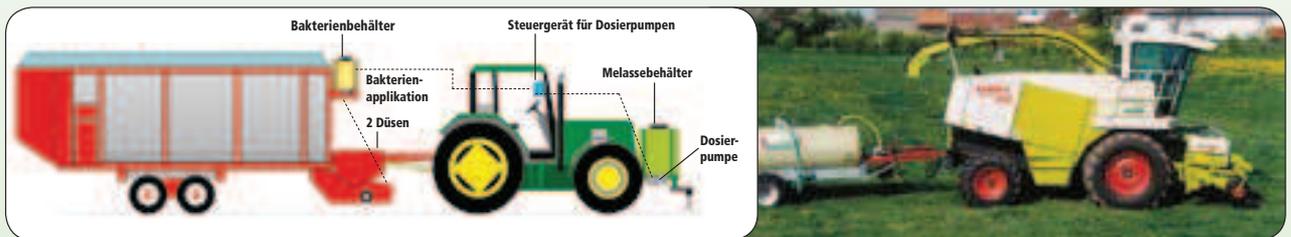
**Elektronische Steuerung mit Fernanzeige, Zahnradpumpenkombination**

(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 zuzügl. Überführung
- Breitreifen
- Schwallwand

**Betankungseinrichtung für Faßwagen** ..... 500,00 €/Stück

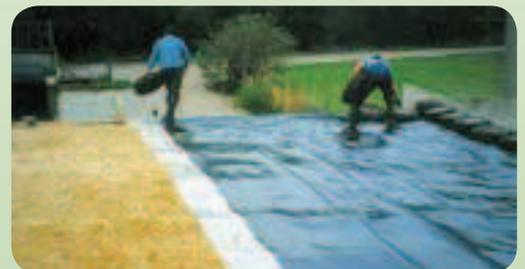
**3. Abdeckung**

**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 Zahnradschnecke ..... 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. Staufenbergel, 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, Feuchtmais, GPS					Feuchtgetreide (z. B. Weizen, Gerste, Triticale, Roggen)		Alle Silagen		
<b>Ziel</b>	Verbesserung des Gärverlaufes, Erhöhung der Energiekonzentration, Erhöhung der tierischen Leistung		Verbesserung des Gärverlaufes usw. + Erhöhung der aeroben Stabilität		Verbesserung des Gärverlaufes usw.	Verbesserung des Gärverlaufes + Erhöhung der aeroben Stabilität				Lagerfähigkeit durch Silierung		Verbesserung des Gärverlaufes unter aeroben Bedingungen		
<b>Situation</b>	Vergärbarkeit des Siliergutes		Hoher TM-Gehalt (> 45% TM) Zu geringer Vorschub (< 2 m/Woche)	Bei allen Silagen, unabhängig vom TM-Gehalt	Zu geringer Vorschub < 2 m/Woche (Sommer) < 1.5 m/Woche (Winter)	Erwärmung der oberen Schicht (Oberflächenbehandlung)	Geschrotet oder gequetscht		Hoher Trockenmassegehalt und verzögerte CO <sub>2</sub> -Bildung	Feuchtegehalt > 25%	Feuchtegehalt 14 - 25%	TM Gras > 60%	TM Mais > 37%	TM Feuchtgetreide > 78%
	Schwer bis sehr schwer Schlechte Witterungsbedingungen Geringer TM-Gehalt Starke Verschmutzung Hohe Pufferkapazität, z. B. durch hohen Proteingehalt	Leicht bis mittelschwer Gute Bedingungen Ausreichender TM- und Zuckergehalt Geringe Verschmutzung												
<b>Empfehlung</b>	BIO-SIL® + Melasse	BIO-SIL® + Amasil® NA	BIO-SIL®	BIO-SIL® + Sila-fresh	BIO-SIL®	BIO-SIL® + Harnstoff	BIO-SIL® + Sila-fresh	BIO-SIL® + Harnstoff	BIO-SIL® + Sila-fresh	BIO-SIL®	BIO-SIL® + Wasser	BIO-SIL® + Trockeneis (CO <sub>2</sub> )		
<b>Aufwandmengen</b>	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut	1 g BIO-SIL® pro t Siliergut		
	+ 10 - 50 kg Melasse / t Siliergut	+ 1 - 5 l Amasil® NA / t Siliergut		+ 400 g Sila-fresh / t Siliergut		+ 3 - 4 kg Harnstoff / t Siliergut	+ 400 g Sila-fresh / t Siliergut	+ 600 - 800 g Harnstoff / m <sup>2</sup> Oberfläche	+ 120 g Sila-fresh in 2 l Wasser / m <sup>2</sup> Oberfläche		+ 1 - 110 l Wasser / t Siliergut	+ 0,2 - 0,8 kg Trockeneis (CO <sub>2</sub> ) / t		
<b>Gesamtkosten (€/t Siliergut)</b>	0.74 - 1.00	2.25 - 8.25	0.74	2.40	0.74	0.84	2.40	—	—	0.74	0.77	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.	Improved fermentation process, etc., + Increase of aerobic stability					Conservation by ensiling		Improved fermentation under anaerobic conditions		
<b>Situation</b>	Fermentability of the forage				all silages <sup>1</sup> , independent of the DM-content	insufficient feed-out of the silo  <2m/week (summer) <1.5m/week (winter)	Warming of the upper layer (surface treatment)	ground or crimped		High dry matter content and retarded CO <sub>2</sub> -accumulation					
	difficult to very difficult	easy to moderate	high DM-content <sup>1</sup> (>45% DM)	low feed-out of the silo (<2m/week)				Moisture > 25%	Moisture 14 - 25%	DM grass > 60%	DM corn > 37%	DM moisture grain > 78%			
	adverse weather conditions	good weather													
	low DM-content	sufficient DM- and sugar content													
	high buffering capacity (i. e. high protein content)	low contamination													
<b>Recommendation</b>	BIO-SIL <sup>®</sup> + molasses	BIO-SIL <sup>®</sup> + Amasil <sup>®</sup> NA <sup>1</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + urea	BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + urea	BIO-SIL <sup>®</sup> + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup>	BIO-SIL <sup>®</sup> + water	BIO-SIL <sup>®</sup> + dry ice (CO <sub>2</sub> )			
<b>Application rate</b>	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage	1g BIO-SIL <sup>®</sup> / t forage			
	+ 10 - 50 kg molasses/t forage	+ 1 - 5 l Amasil <sup>®</sup> NA/t forage		+ 400 g Sila-fresh/t forage		+ 3 - 4 kg urea/t forage	+ 400 g Sila-fresh/t forage	+ 600 - 800 g urea/m <sup>2</sup> surface	+ 120 g potassium sorbate in 2l water/ m <sup>2</sup> surface		+1 - 110 l water/t forage	+ 0,2 - 0,8 kg dry ice (CO <sub>2</sub> )/t			
<b>Costs (€/t forage)</b>	0.74 - 1.00	2.25 - 8.25	0.74	2.40	0.74	0.84	2.40	—	—	0.74	0.77	0.92 - 1.48			

# План получения силоса высшего класса

	Силос из трав, травяно-клеверной смеси и люцерны			Кукурузный силос, силос из зерно-стержевой 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	Улучшение хода процесса брожения и т.п.	Улучшение хода процесса брожения и т. п. + повышение аэробной стабильности						Сохраняемость за счет силосования		Улучшение процессов брожения при аэробных условиях		
<b>Ситуация</b>	Сбраживаемость силосуемой массы			Высокое содержание СМ (>45%)  Слишком медленное продвижение среза <2,0 м/неделю	Для всех видов силоса независимо от содержания СМ	Слишком медленное продвижение среза <2,0 м/неделю летом <1,5 м/неделю зимой	Согревание верхнего слоя (обработка поверхности)	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 средне тяжелой  Хорошие условия  Достаточное содержание СМ и сахара  Слабое загрязнение	Влажность >25%					Влажность 14 - 25%	СМ кормовых трав >60%	СМ кукурузы >37%	СМ мокрого зерна >78%				
<b>Рекомендация</b>	BIO-SIL® + меласса	BIO-SIL® + Amasil® NA <sup>1</sup>	Только BIO-SIL®	BIO-SIL® + Sila-fresh <sup>2</sup>	Только BIO-SIL®	BIO-SIL® + мочевины	BIO-SIL® + Sila-fresh <sup>2</sup>	BIO-SIL® + мочевины	BIO-SIL® + Sila-fresh <sup>2</sup>	Только BIO-SIL®	BIO-SIL® + вода	BIO-SIL® + сухой лед (CO <sub>2</sub> )			
<b>Норма расхода</b>	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL®/т силосуемой массы			
	+ 10-50 kg меласса/т силосуемой массы	+ 1-5 l Amasil® NA /т силосуемой массы		+ 400 г Sila-fresh	1 г BIO-SIL®/т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 3-4 кг мочевины/т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 400 г Sila-fresh в 1 л воды	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 600-800 г мочевины/т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 120 г Sila-fresh в 2 л воды на 1 м <sup>2</sup> поверхности	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 1-110 л воды/т силосуемой массы	1 г BIO-SIL® /т силосуемой массы + 0,2 - 8,8 кг сухого льда (CO <sub>2</sub> ) на тонну.			
<b>Финансовые издержки (€/тонну силосуемой массы)</b>	0.74 - 1.00	2.25 - 8.25	0.74	2.40	0.74	0.84	2.40	—	—	0.74	0.77	0.92 - 1.48			