

Eine neue Epoche der Getreidelagerung:

»**BIO-SIL**[®] plus Wasser als Konservierungsmittel«

und Anmerkungen zur aeroben Stabilität und zur Hemmung von Clostridien in Silagen und neue Produkte der Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH



Dr. Bernd Pieper, Dr. Ulrich Korn;
Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH,
Neuruppin
Msc. Robert Pieper, Dr. Wolfgang Hackl;
Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie,
Universität Rostock

Zusammenfassung

Feuchtes Getreide, das zur Verfütterung oder für Biogasanlagen bestimmt ist, kann mit **BIO-SIL**[®] und Wasser sehr kostengünstig siliert werden. Das Prinzip des Konservierungsverfahrens beruht darauf, dass feuchtes Getreide mit einem Trockenmasse (TM)-Gehalt unter 75 % gleich nach der Ernte geschrotet wird und mit osmotoleranten, hochaktiven **BIO-SIL**[®] Milchsäurebakterien (*Lactobacillus plantarum*) beimpft und einsiliert wird. Liegt der TM-Gehalt über 75 % wird beim Schrotten soviel Wasser zugesetzt bis im Siliergut ein TM-Gehalt unter 75 % erreicht ist. pH-Verlauf, Gär säuremuster und Gärverluste zeigen eindeutig die Notwendigkeit des Impfkulturenzusatzes. Das Verfahren befindet sich bereits erfolgreich in der großtechnischen Anwendung. Der Futterwert wird durch die Silierung im Vergleich zum trockenen Getreide nicht verringert. Die Phosphor- und Calciumverdaulichkeiten werden durch die Silierung deutlich erhöht.

In Bezug auf die aerobe Stabilität von Gras- und Maissilagen wird darauf verwiesen, dass bei guter Siliertechnik und luftdichter Abdeckung mit fortschreitender Lagerdauer die Unterschiede in der aeroben Stabilität von homo- und heterofermentativ vergorenen Silagen sehr gering werden. Die Vorteile im Futterwert und in der Biogasausbeute, die sich aus homofermentativen Gärprozessen ergeben und die Verbesserung der aeroben Stabilität können durch die Kombination von **BIO-SIL**[®] (hochaktive, homofermentative Milchsäurebakterien) mit »Sila-fresh« (Kaliumsorbat) genutzt werden. Die Hemmung von Clostridien in Silagen durch Zugabe von Nitrit setzt einen langsamen pH-Wert-Abfall voraus. Damit werden zwangsläufig wichtige Kennzahlen des Futterwertes von Silagen vermindert. Da Nitrit ein Gift der Klasse 2 und ein Grundwasserschadstoff ist, wird darüber hinaus der Einsatz in Siliermitteln sehr kritisch gesehen. Die sicherste, preiswerteste, ökologisch- und arbeitsschutztechnisch-unbedenklichste Methode zur Verhinde-

rung der Buttersäuregärung durch Clostridien ist die schnelle und tiefe pH-Wert-Absenkung. Vorzugsweise wird das durch Zusatz von hochaktiven, homofermentativen Milchsäurebakterien, die gleichzeitig den Futterwert verbessern, und bei Bedarf durch Kombination mit leichtlöslichen Kohlenhydraten (z. B. Melasse) erreicht. Die Weiterentwicklungen unserer hygienischen, frostfreien, elektronisch gesteuerten Kipptränke, der »Kälberdatsche« sowie des schmackhaften und sehr wirksamen sauren Salzes »Transi-fit« werden vorgestellt.

Summary

A new era of grain storage: »BIO-SIL® plus water as preservative« and remarks on aerobic stability and inhibition of Clostridia in silages and new products of Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Preservation of high moisture grains as animal feeds or for biogas-production can be easily realised using **BIO-SIL®** and water. The principle of conservation procedure is based upon coarsely grinding of the grain with DM content lower than 75 % immediately after harvesting, followed by inoculation and ensiling with osmotolerant, high active **BIO-SIL®**-lactic acid bacteria (LAB - *Lactobacillus plantarum*). At DM content higher than 75 %, water has to be added until the moisture content is higher than 25 %. The progress of pH-decline, the pattern of fermentation acids and the dry matter losses clearly indicate the necessity to add biological starter cultures. Actually, the procedure is successfully applied in practice. The nutritive value is not depressed by ensiling in comparison to dry grains, whereas the phosphorus- and the calcium-digestibility are noticeable increased.

Concerning aerobic stability of grass- and maize-silages it is shown that differences in homo- and heterofermentative produced silages become very low with the prolongation of storage time when best practice and correct airtight covering are realised. The advantages of nutritive value and biogas recovery resulting from homofermentative fermentation as well as the enhancement of aerobic stability can be used by combination of **BIO-SIL®** (high active, homofermentative LAB) with »Sila-fresh« (potassium sorbate).

The inhibition of Clostridia in silages by addition of nitrite assumes a low pH-drop, resulting inevitably in a loss of nutritive value of the silage. Since nitrite is a class-2 poison and a groundwater contaminator, the application of nitrite in chemical silage additives has to be considered critically. The safest, cheapest, ecological, reliable, and employment protective method to avoid butyric acid fermentation by Clostridia is a rapid and deep pH-drop. Primarily, this can be achieved by addition of high active, homofermentative LAB, which simultaneously increase the nutritive value, and, if required, a combination with soluble carbohydrates (i.e. molasses).

At least the enhancement of our hygienic, frost resistant, electronically controlled waterer, the modular »calf house« and the palatable and very efficient anionic salt »Transi-fit« are introduced.

Резюме

Новая эпоха хранения зерна: «BIO-SIL® плюс вода в качестве средства для консервирования», примечания к аэробной стабильности и к торможению развития клостридий в силосе и новые продукты Д-р. Пипер-предприятия по развитию технологий и продуктов ГмбХ.

Влажное зерно, назначено для кормления или для ферментации в биогазовой установ – ке, можно очень дешево силосовать с BIO-SIL® и водой. Принцип способа консерви – рования состоит в том, что влажное зерно с содержанием сухой массы ниже 75 % сразу после уборки измельчают, вводят осмотолерантные, высокоактивные BIO-SIL®-мо – лочнокислые бактерии (*Lactobacillus plantarum*) в измельченную массу и силосует ее. Если содержание сухой массы выше 75 %, добавляют при измельчении столько воды, пока не достигается в силосной массе содержание сухой массы ниже 75 %. Развитие рН, состав бродильных кислот и потери при силосовании подтверждают однозначно необходимость добавки бактериальных культур. Эта технология уже успешно применяется на практике в крупномасштабной мере. Кормовая ценность зерна силосованием не ухудшается, переваримость фосфора и кальция заметно повышается. Относительно аэробной стабильности силоса из кукурузы и злаков указывается на то, что различия между силосом с добавлением гомоферментативных и гетерофер – ментативных бактерий при хорошей технике силосования и герметическом укрытии с продолжительностью хранения станут незначительными. Преимущества в кормовой ценности и при использовании силоса в биогазовой установке, вытекающие из гомоферментативных бродильных процессов, и улучшение аэробной стабильности можно использовать комбинацией BIO-SIL® (высокоактивные, гомоферментативные молочнокислые бактерии) с «Sila-fresh» (сорбат калия). Торможение клостридий в силосе добавлением нитрита имеет условием медленного снижения рН. Этим ухудшаются неизбежно важные показатели кормовой ценности силоса. Так как нитрит яд второго класса и он вредным веществом, загрязняющим грунтовые воды, на его применение при силосовании смотрят очень критически. Самым безопасным и дешевым, с точки зрения экологии и защиты рабочей силы надежным способом для подавления маслянокислого брожения клостридиями является быстрое и глубокое снижение рН. Прежде всего это достигается добавлением высокоактивных, гомоферментативных молочнокислых бактерий, которые одновременно улучшают кормовую ценность, при необходимости и комбинацией с легкорастворимыми углеводами (например, мелассы). Представляются наши усовершенствования гигиенического, свободно от мороза, электронически управляемого опрокидывающегося водопойного корыта, «дачи для телят», а также вкусной и очень хорошо действующей кислой соли «Transit-fit».

Eine neue Epoche der Getreidelagerung: »BIO-SIL® plus Wasser als Konservierungsmittel«

Getreide mit einem Trockenmassegehalt unter 85 % ist nur bedingt lagerfähig. Es wird zur Langzeitlagerung je nach Feuchtegehalt und Temperatur belüftet, gekühlt, getrocknet, mit chemischen Mitteln behandelt oder in luftdichten Behältern (CO₂-Lagerung) aufbewahrt. Diese Verfahren haben entweder ein sehr begrenztes Einsatzspektrum oder sind mit erheblichem finanziellen Aufwand verbunden. Wir stellten uns die Aufgabe,

ein kostengünstiges Konservierungsverfahren für Getreide, das zur Verfütterung oder für Biogasanlagen bestimmt ist, zu entwickeln. Das Prinzip des Konservierungsverfahrens beruht darauf, dass feuchtes Getreide mit einem Trockenmassegehalt unter 75 % gleich nach der Ernte geschrotet, mit osmotoleranten, homofermentativen Milchsäurebakterien (**BIO-SIL®** - *Lactobacillus plantarum*) beimpft und einsiliert wird. Liegt der Trockenmassegehalt über 75 %, wird nach dem Schroteten soviel Wasser zugesetzt, bis im Siliergut ein Trockenmassegehalt unter 75 % erreicht ist (Abbildung 1). In der Abbildung 2 sind die Arbeitsschritte zur Untersuchung der Konservierung von Getreide mit **BIO-SIL®** und Wasser dargestellt.

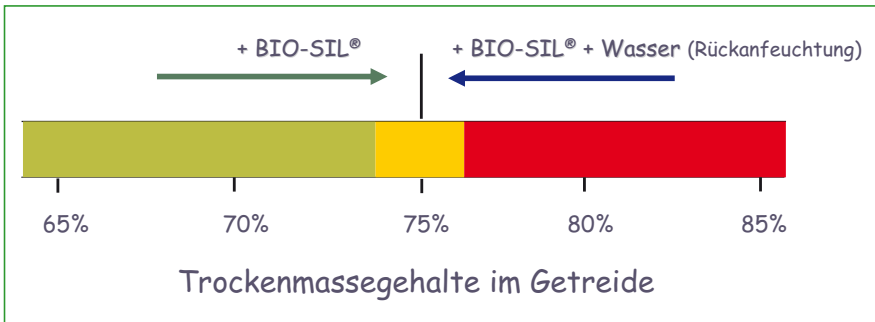


Abb. 1 Prinzip der Konservierung von zerkleinertem Getreide mit Milchsäurebakterien und Wasser

1. Modellversuche mit rekonstituiertem Getreide* (Gerste, Triticale, Weizen, Mais)
 - a) Gärverlauf, Verluste, Mikrobiologie
 - b) Verdaulichkeit-Schwein
 2. Getreide aus der Ernteverfrühung bzw. Schlechtwettervarianten mit TM-Gehalten unter und über 75% (Gerste, Triticale, Weizen, Roggen)
 - a) Gärverlauf, Verluste, Mikrobiologie
 - b) Verdaulichkeit beim Schwein
 3. Einsatzmöglichkeiten des mit **BIO-SIL®** + Wasser konservierten Getreides
 - a) Schwein
 - b) Rind
 - c) Biogas
- * Rückanfeuchtung von lagerfähigem Getreide

Abb. 2 Arbeitsschritte zur Untersuchung der Konservierung von Getreide mit **BIO-SIL®** und Wasser

Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse zu den Punkten 1a, 1b und 2a vorgestellt.

1. Modellversuche mit rekonstituiertem Getreide

Beispielhaft für alle untersuchten Getreidearten werden die Ergebnisse zu pH-Verlauf und Gärverlusten anhand der Gerste gezeigt. In Abbildung 3 ist der Gärverlauf der rückangefeuchteten Gerste (von 85 % TM auf 65 % TM) mit und ohne Bakterienzusatz dargestellt.

Ohne Beimpfung mit **BIO-SIL**[®] ist die pH-Wertabsenkung bis zum 10. Tag verzögert. Danach erfolgt eine Angleichung zur Probe mit Bakterienkultur. Für die Hygiene von Silagen sind die ersten Gärtage sehr entscheidend. Bei einem TM-Gehalt der Gerste von 75 % ergibt sich ein ganz anderes Bild (Abbildung 4).

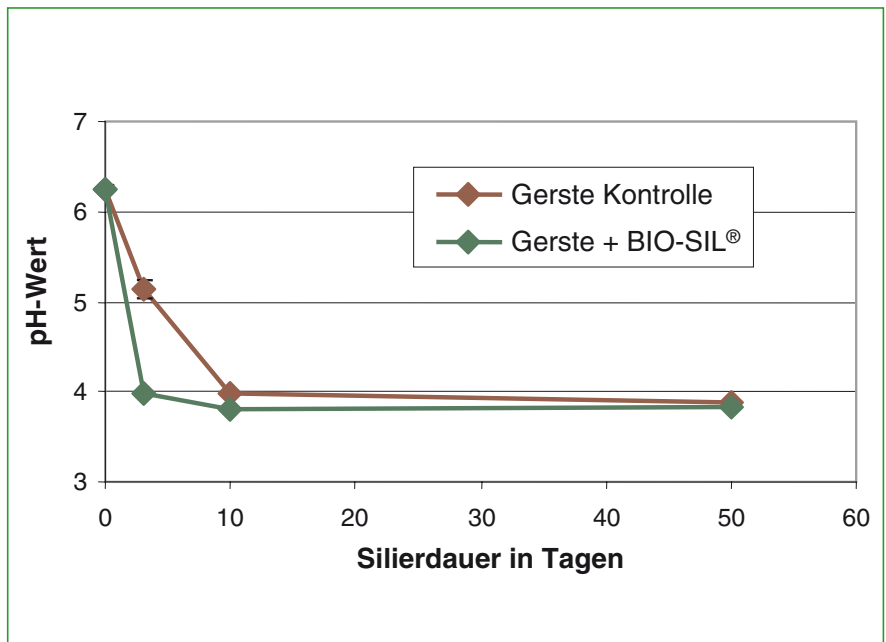


Abb. 3 pH-Verlauf von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot mit einem Trockenmassegehalt von 65 %

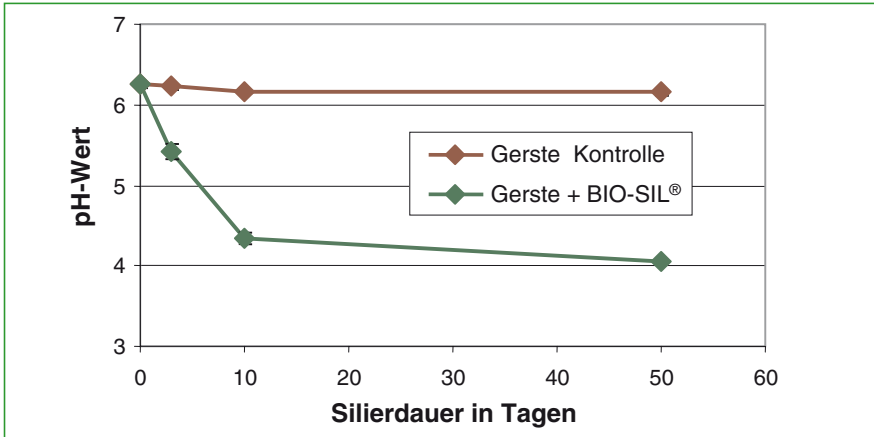


Abb. 4 pH-Verlauf von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot mit einem Trockenmassegehalt von 75%

Diese Gerste säuert ohne Milchsäurebakterien kaum noch. Mit Bakterienzusatz wird in Relation zum hohen TM-Gehalt sehr schnell ein tiefer pH-Wert erreicht. Die Grenzen der Leistungsfähigkeit des natürlichen epiphytischen Besatzes einerseits und das hohe Potenzial der Lactobacillus-Stämme im **BIO-SIL®** zur tiefen pH-Wert-Absenkung bei sehr hohen TM-Gehalten andererseits, zeigen sich sehr deutlich. Das Niveau der Gärverluste ist sehr gering: Bei einem TM-Gehalt von 65 % liegen sie um 1 % (Abbildung 5). Bei einem TM-Gehalt von 75 % ergibt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 6)

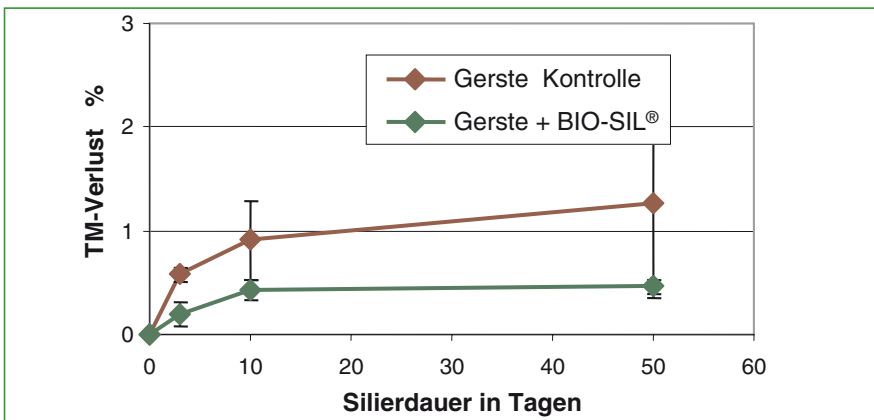


Abb. 5 Trockenmasseverluste von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot mit 65 % TM nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

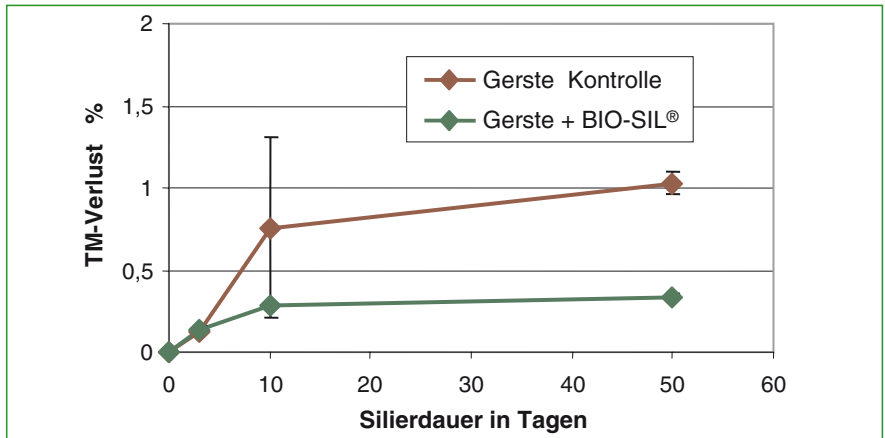


Abb. 6 Trockenmasseverluste von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot mit 75 % TM nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

Sowohl bei 65 % TM als auch bei 75 % TM werden mit Bakterienzusatz die schon geringen Gärverluste noch halbiert.

Weitere Informationen zur Wirkung der eingesetzten Impfkultur geben die analysierten Gärparameter. Bei 65 % TM weist die Kontrolle als auch die behandelte Variante bei allen Getreidearten eine intensive Milchsäuregärung auf (Abbildung 7).

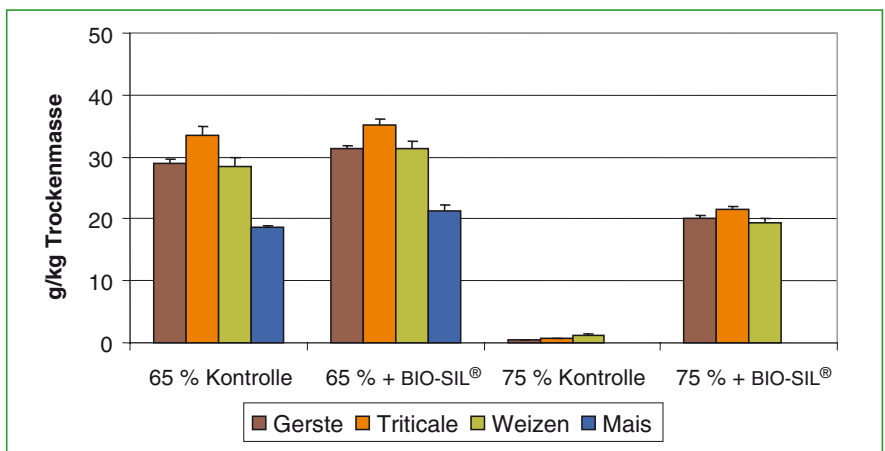


Abb. 7 **Milchsäuregehalt** von rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

Bei der Variante mit 75 % TM wird bei der Kontrolle kaum noch Milchsäure gebildet. Demgegenüber werden mit Bakterien-Zusatz noch relativ hohe Milchsäurewerte erreicht. Der Mais mit 75 % TM wurde in unserem Versuchsprogramm nicht weiter untersucht, da über Mais bereits umfangreiche Erkenntnisse vorliegen.

Die Essigsäurewerte (Abbildung 8) liegen insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau. Durch die Impfkultur wird bei 75 % TM die Essigsäurebildung erhöht. Selbst bei der sehr hohen TM bestehen mehr als 75 % der gebildeten Gär säuren aus Milchsäure. Mit steigender Trockensubstanz bildet die Impfkultur ein etwas engeres Lactat-/Acetat-Verhältnis.- Die Propionsäurewerte liegen ebenfalls auf sehr niedrigem Niveau (Abbildung 9).

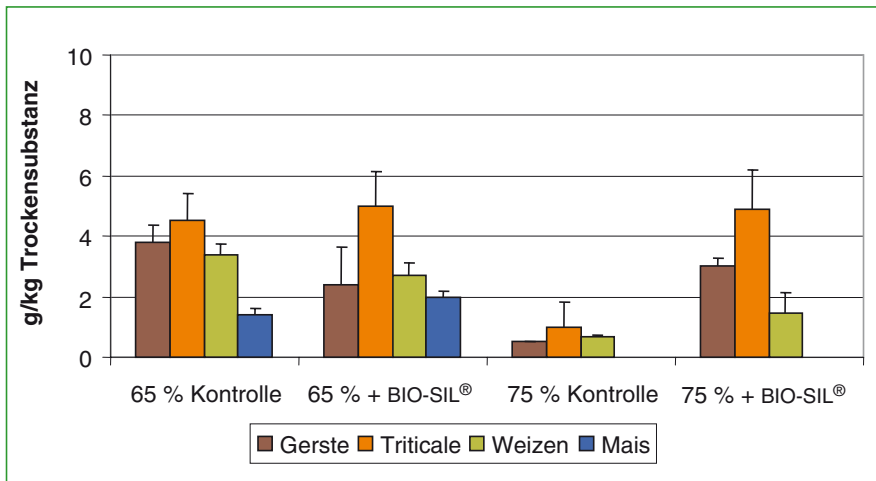


Abb. 8 **Essigsäuregehalt** von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

In allen behandelten Silagen sowie in den Kontrollsilagen bei 75 % TM wurde keine Buttersäure nachgewiesen (Abbildung 10). Der recht hohe Buttersäure-Wert in der unbehandelten Körnermaissilage macht erneut deutlich, dass die Buttersäurebildung in nitratarmen Substraten durch geeignete Impfkulturen sicher unterdrückt wird.

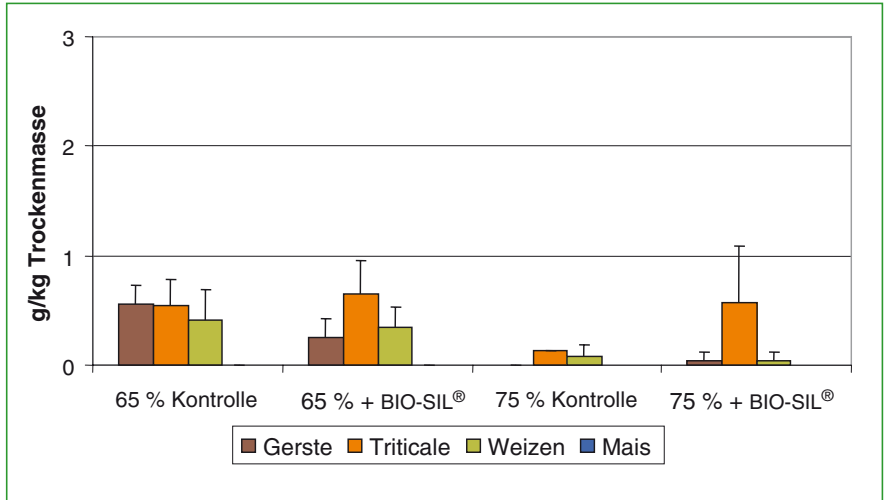


Abb. 9 **Propionsäuregehalt** von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

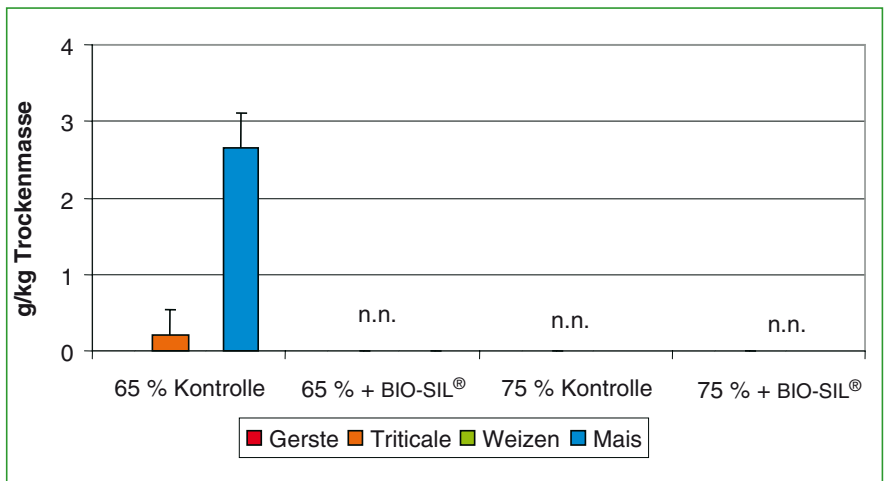


Abb. 10 **Buttersäuregehalt** von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

Die in Abbildung 11 aufgetragenen Ethanolwerte sind sehr niedrig und werden durch den Zusatz von Impfkulturen weiter abgesenkt. Ebenfalls sehr niedrige Werte werden beim Ammoniak gefunden (Abbildung 12).

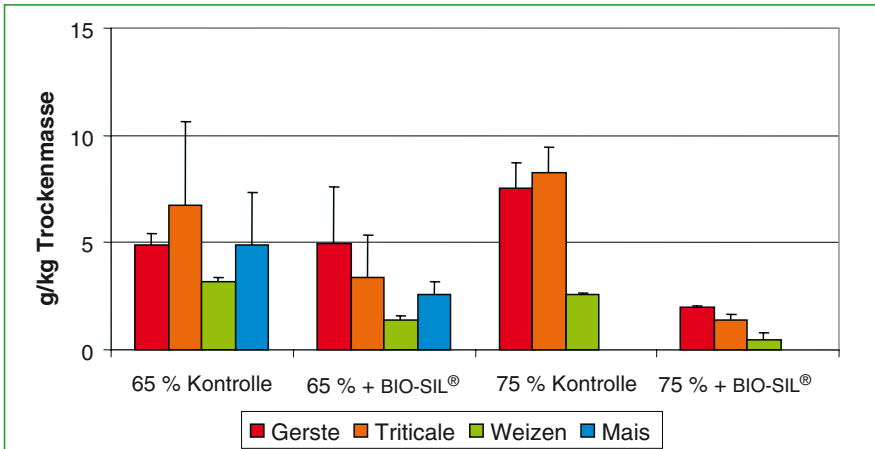


Abb. 11 **Ethanolgehalt** von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

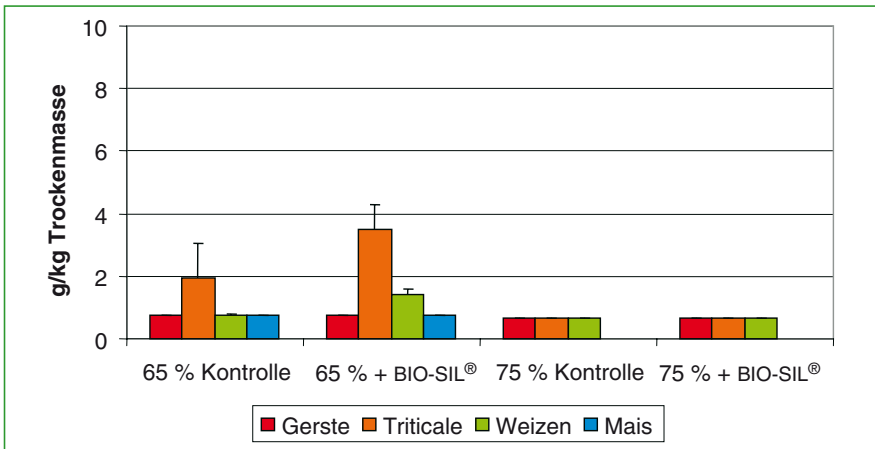


Abb. 12 **Ammoniakgehalt** von siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

In Abbildung 13 ist der Ausgangskeimbesatz des Getreides für die Rekonstitutionsversuche dargestellt. Auffällig ist unter anderem der niedrige Besatz an Milchsäurebildnern beim trockenen Getreide und die hohe Anzahl an coliformen Keimen bei der Triticale-Variante.

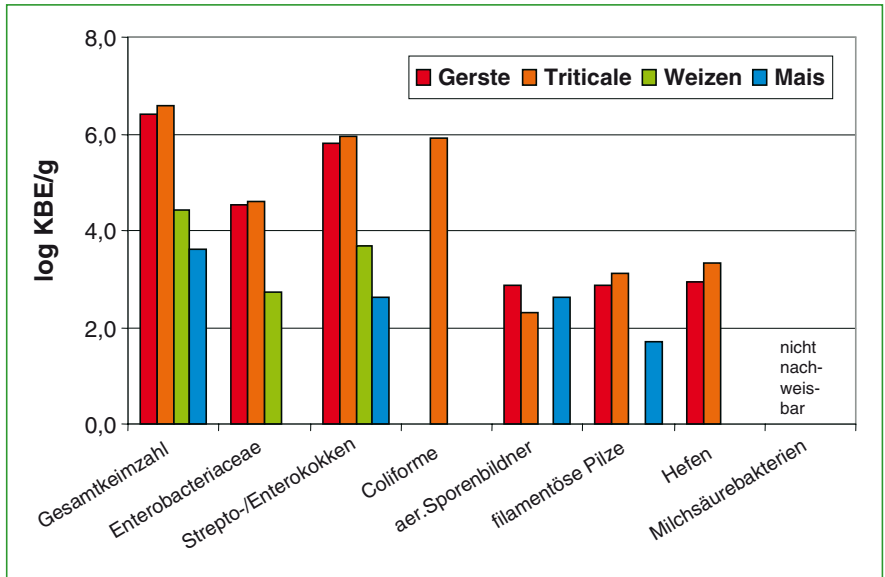


Abb. 13 Ausgangskeimbesatz von Gersten-, Triticale-, Weizen- und Maiskörnern vor den Rekonstitutions- und Silierversuchen

Mit dem für die Silierung verwendeten trockenen Getreide und dem wiederangefeuchteten und anschließend mit **BIO-SIL**[®] einsiliertem Getreide wurden am Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie der Universität Rostock Verdauungsversuche mit Schweinen durchgeführt. Als Versuchstiere dienten Göttinger Miniaturschweine. In der Verdaulichkeit der organischen Substanz treten zwischen den einzelnen Varianten keine signifikanten Unterschiede auf (Abbildung 14). Unbeeinflusst bleibt auch der Gehalt an umsetzbarer Energie (Abbildung 15).

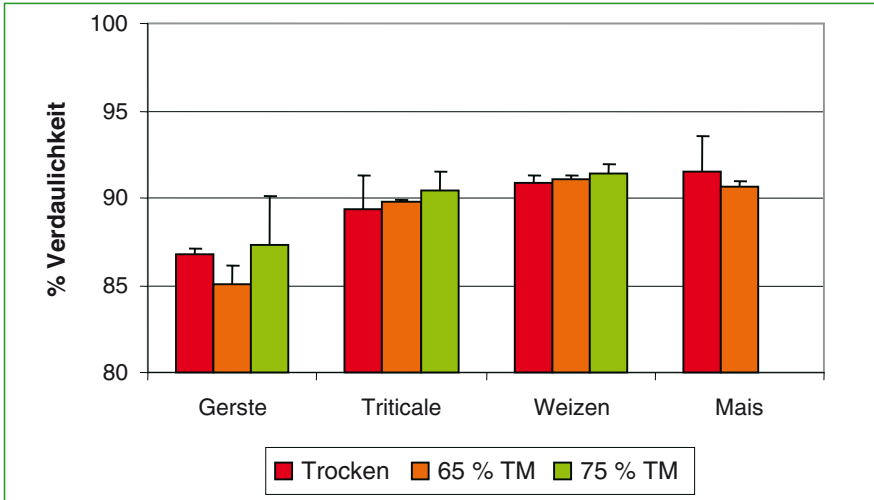


Abb. 14 Verdaulichkeit der organischen Substanz von trockenem und mit **BIO-SIL**[®] siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

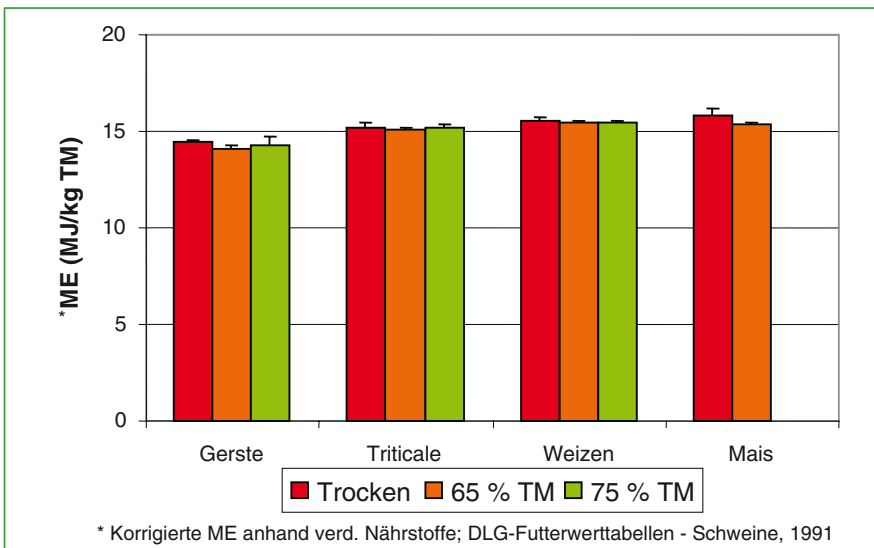


Abb. 15 Umsetzbare Energie (ME) von trockenem und mit **BIO-SIL**[®] siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

Hervorzuheben ist der Anstieg der Calciumverdaulichkeit, besonders bei der Variante mit 75 % TM (Abbildung 16). Wirtschaftlich besonders interessant ist der starke Anstieg der Phosphorverdaulichkeit bei der Silagevariante mit 75 % TM (Abbildung 17). Dieser Befund wird in zukünftigen Untersuchungen weiter verfolgt.

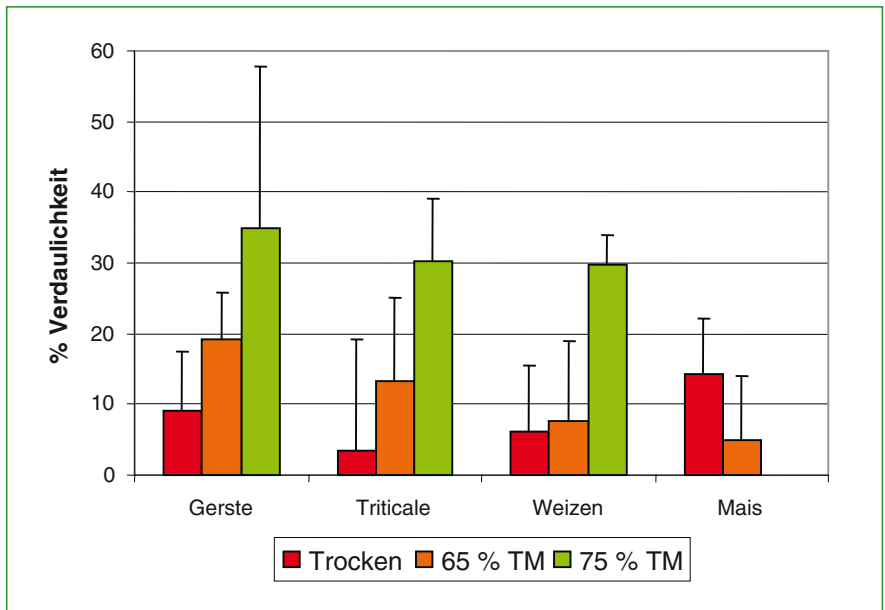


Abb. 16 Verdaulichkeit von Calcium in trockenem und mit **BIO-SIL**[®] siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

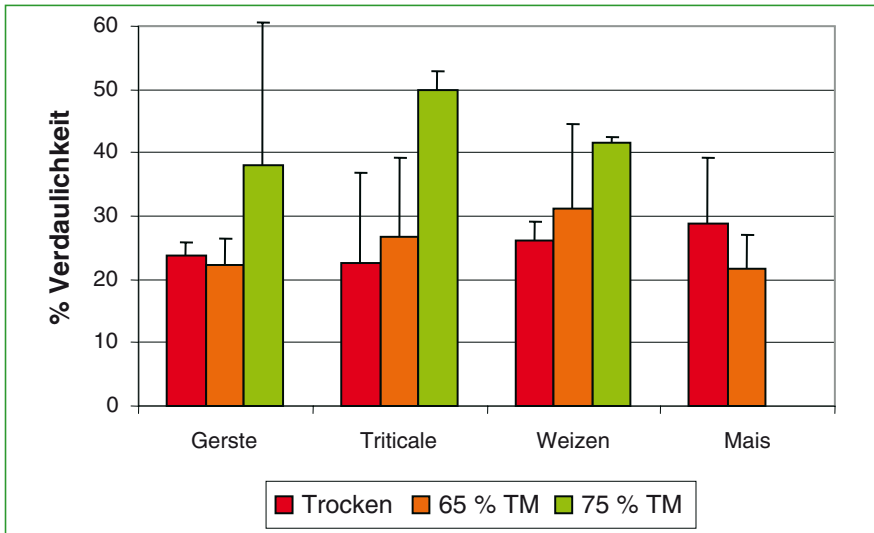


Abb. 17 Verdaulichkeit von Phosphor in trockenem und mit **BIO-SIL**[®] siliertem, rekonstituiertem Gerstenschrot, Triticaleschrot, Weizenschrot und Maisschrot mit 65 % und 75 % TM nach 49 Tagen Silierdauer

Eine umfangreiche Diskussion der Ergebnisse mit rekonstituiertem Getreide findet sich bei PIEPER et al. (2006 a, 2006 b, 2006 c).

2. Versuche mit Getreide aus der Ernteverfrüfung bzw. Schlechtwettervarianten

Nachdem die Modellversuche mit rekonstituiertem Getreide zu positiven Ergebnissen geführt hatten, wurde unter praktischen Bedingungen feuchtem, erntefrischem Getreide bei TM-Gehalten über 75 % Wasser zugesetzt und mit und ohne **BIO-SIL**[®] siliert. Eine günstige technologische Variante ist die Aufbereitung des zu konservierenden Getreides bereits auf dem Feld. Unsere technologische Kette vom Mähdrescher über die mobile Hammermühle mit Dosiereinrichtungen für **BIO-SIL**[®], Sila-fresh (= Kaliumsorbat) und Wasser bis zum Transportfahrzeug ist in Abbildung 18 zu sehen. Direkt an der Mühle sind der Wasser- und Bakteriendosierer sowie ein Sila-fresh-Dosierer (der in den hier vorgestellten Versuchen nicht benutzt wurde) platziert (Abbildung 19).

Zur großtechnischen Erprobung wurden in unserem Unternehmen insgesamt in drei Fahrtilos mit **BIO-SIL**[®] behandelte feuchte Gersten-, Weizen- und Roggenschrote einsiliert. Die gleiche Mühle wurde zur Zerkleinerung des Getreides für die Gefäßversuche (Weckgläser und 200 L-Fässer) benutzt. Obwohl vor der Kontrollvariante 2 t unbehan-

deltes Getreide zur Reinigung gemahlen wurde, war eine Kontamination der Kontrollvariante mit Resten **BIO-SIL®** in der Mühle nicht völlig vermeidbar. Das bedeutet, dass die nachfolgend dargestellten Differenzen zwischen **BIO-SIL®**-Behandlung und Kontrolle tatsächlich noch größer sein könnten.



Abb. 18 Technologische Kette zur Gewinnung von silierfähigem Getreideschrot



Abb. 19 Dosierer an der Mühle: Für **BIO-SIL®**, Sila-fresh (bei sehr hohen Anforderungen an die Stabilität) und für Wasser

Ergebnisse:

Der pH-Verlauf mit und ohne Bakterienzusatz bei der Gerste mit 73 % TM, nicht rück- angefeuchtet, ist in der Abbildung 20 dargestellt. Der Einfluss der Bakterienkultur auf den pH-Verlauf ist deutlich. Die Trockenmasseverluste waren, wie aus Abbildung 21 zu entnehmen ist, ebenfalls sehr gering.

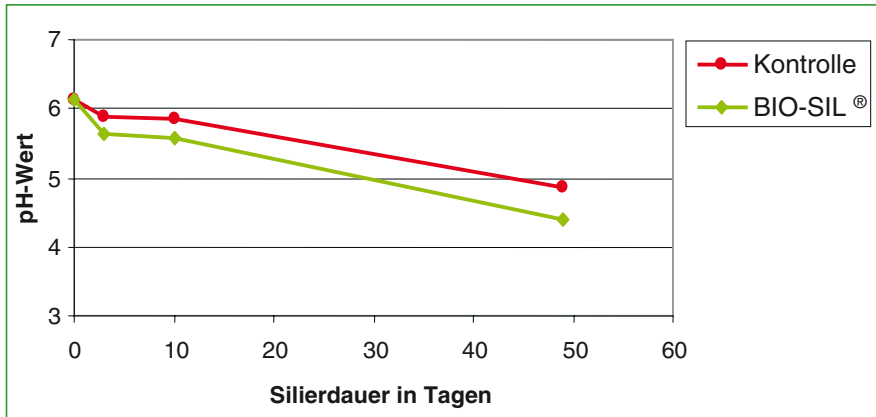


Abb. 20 pH-Verlauf von siliertem, erntefrischem Gerstenschrot mit einem Trockenmassegehalt von 73 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

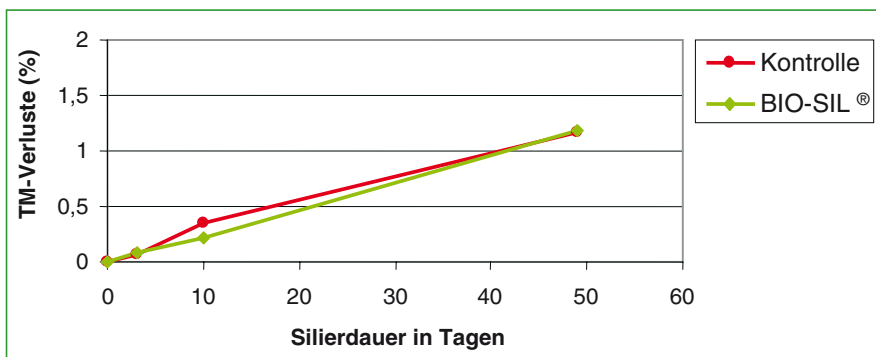


Abb. 21 Trockenmasseverluste von siliertem, erntefrischem Gerstenschrot mit einem Ausgangs-TM-Gehalt von 73 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigen, dass im Ausgangsmaterial eine große Zahl Enterobakterien vorhanden ist. Diese werden durch den Silierprozess bis unter die Nachweisgrenze zurückgedrängt. Die Hefen bleiben wahrscheinlich in ihrer Dauerform

erhalten, der Besatz steigt nicht an. Ebenso bleiben die aeroben Sporenbildner in der Anzahl, wie sie auf dem Getreide vorhanden sind (Abbildung 22), erhalten.

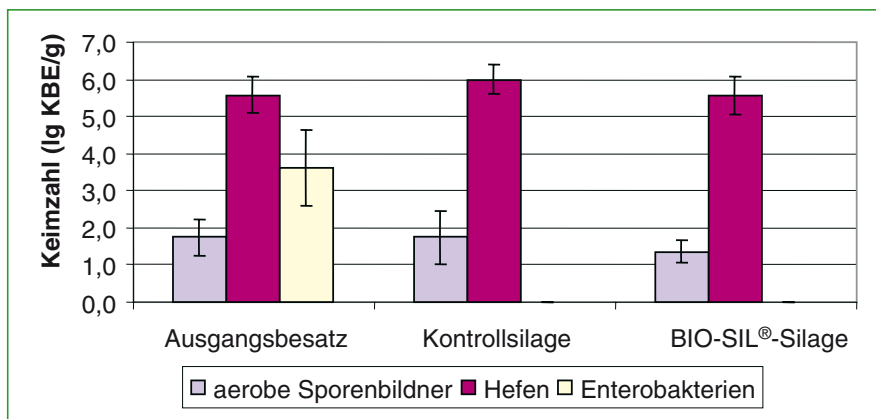


Abb. 22 Ausgangskeimbesatz von erntefrischem Gerstenschrot (73 % TM) sowie Keimbesatz in Kontroll- und *BIO-SIL*®-behandelter Silage

Die Triticale wurde mit 71,5 % TM geerntet. Der pH-Verlauf und die Verluste sind in den Abbildungen 23 und 24 dargestellt. Wie bei der Gerste sind die TM-Verluste auch bei Triticale sehr gering. Die Wirkung der Impfkultur bei Triticale zeigt sich noch deutlicher anhand des pH-Wert-Verlaufes.

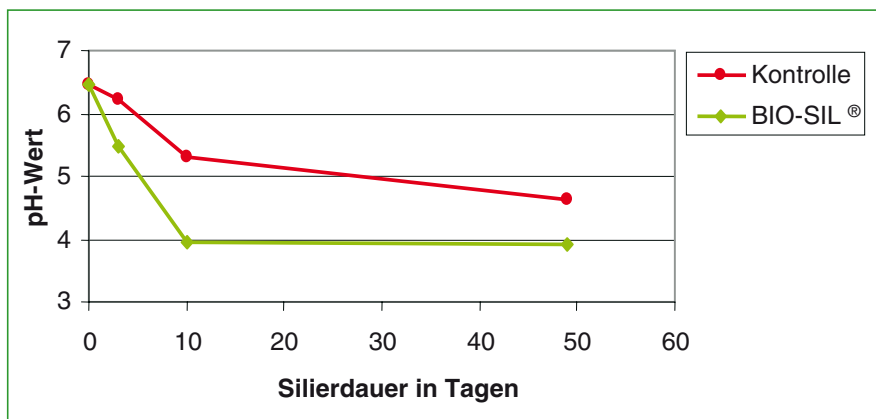


Abb. 23 pH-Verlauf von siliertem, erntefrischem Triticaleschrot mit einem Ausgangs-TM-Gehalt von 71,5 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

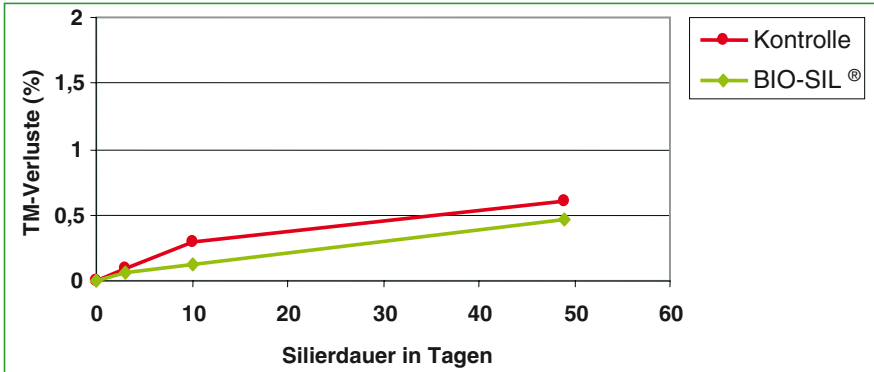


Abb. 24 Trockenmasseverluste von siliertem, erntefrischem *Triticaleschrot* mit einem Ausgangs-TM-Gehalt von 71,5 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

Durch die Silierung der *Triticale* werden die Enterobakterien eliminiert (Abbildung 25). Die Anzahl der Hefen wird leicht zurückgedrängt und in der **BIO-SIL®**-Variante sind die aeroben Sporenbildner nicht mehr nachweisbar.

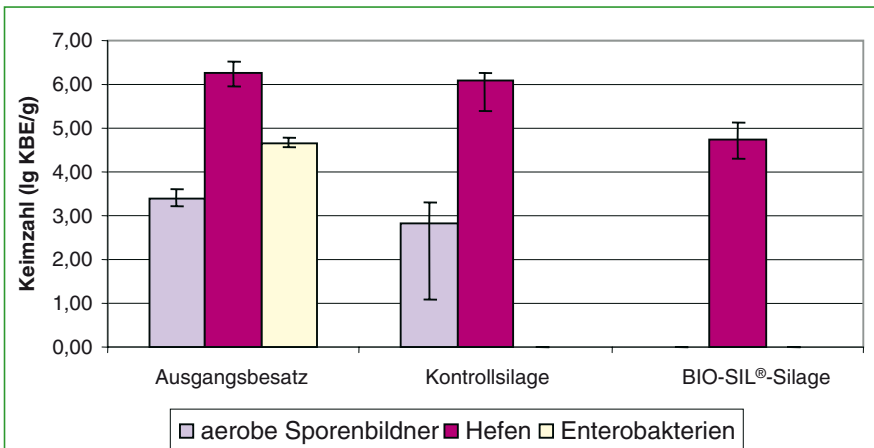


Abb. 25 Ausgangskeimbesatz von erntefrischem *Triticaleschrot* (71,5 % TM) sowie Keimbesatz in Kontroll- und **BIO-SIL®**-behandelter Silage

Der Bakterienzusatz zu erntefrischem Weizen führte zu einer schnellen Absenkung der pH-Werte, wobei die Differenz zur Kontrolle am dritten Gärtag besonders groß war (Abbildung 26). Die Trockenmasseverluste waren sehr gering, wie die Abbildung 27 zeigt.

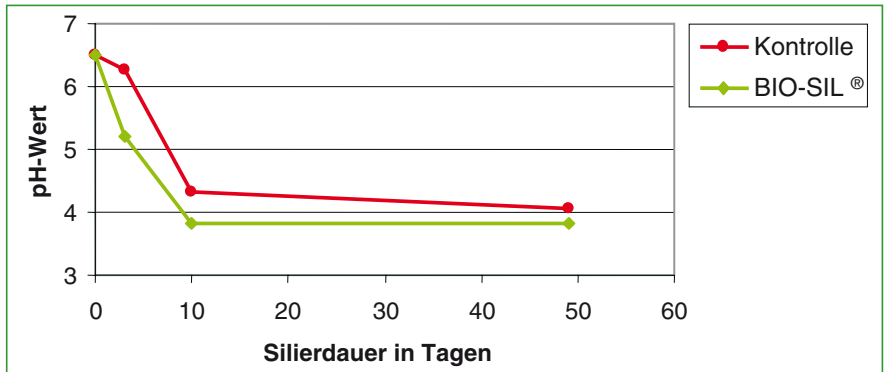


Abb. 26 pH-Verlauf von siliertem, erntefrischem Weizenschrot mit einem Ausgangs-TM-Gehalt von 69,6 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

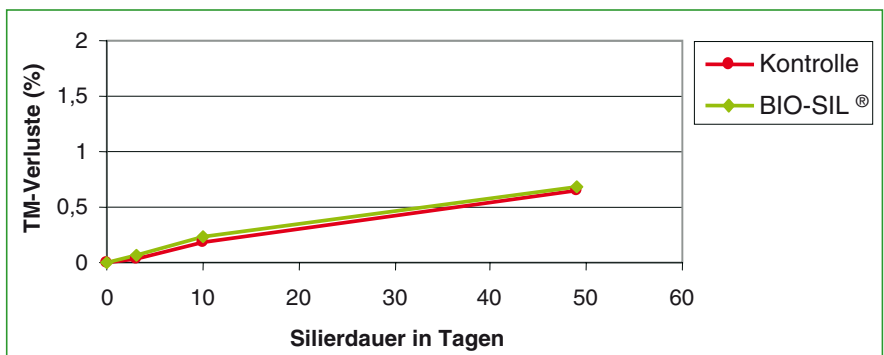


Abb. 27 Trockenmasseverluste von siliertem, erntefrischem Weizenschrot mit einem Ausgangs-TM-Gehalt von 69,6 % nach 3, 10 und 49 Tagen Silierdauer

Beim Keimbesatz war wiederum festzustellen, dass durch die Silierung die Enterobakterien verschwanden (Abbildung 28).

Beim Roggen liegen von erntefeuchtem und teilweise zusätzlich mit Wasser rückangefeuchteten Silagen mehr Ergebnisse vor. In Abbildung 29 ist die Abhängigkeit des pH-Wertes vom TM-Gehalt des Ausgangsmaterials in mit **BIO-SIL®** behandelten Roggen-silagen dargestellt. Mit steigendem TM-Gehalt des Siliergutes steigt der pH-Wert an. Wenngleich in großen (200-1500 t), gut verfestigten und sorgsam abgedeckten Praxis-silos sehr stabile Silagen mit TM-Gehalten über 75 % erzeugt werden, sind aus Sicherheitsgründen TM-Gehalte kleiner als 75 % auch bei der Roggen-silage zu empfehlen. Generell treffen bei Roggen die gleichen Aussagen zum pH-Wert-Verlauf, zu den TM-

Verlusten und zur Mikrobiologie beim Einsatz einer leistungsstarken Impfkultur wie bei Gerste, Triticale und Weizen zu.

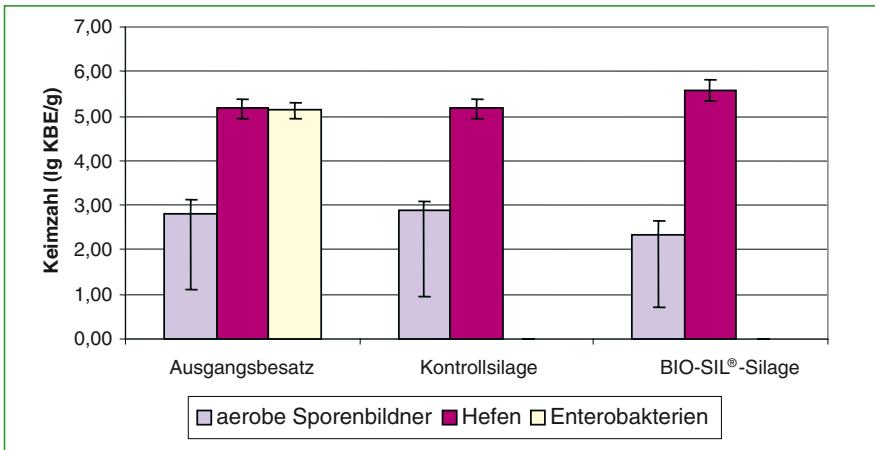


Abb. 28 Ausgangskeimbesatz von erntefrischem Weizenschrot (69,9 % TM) sowie Keimbesatz bei Kontroll- und **BIO-SIL**®-behandelter Silage

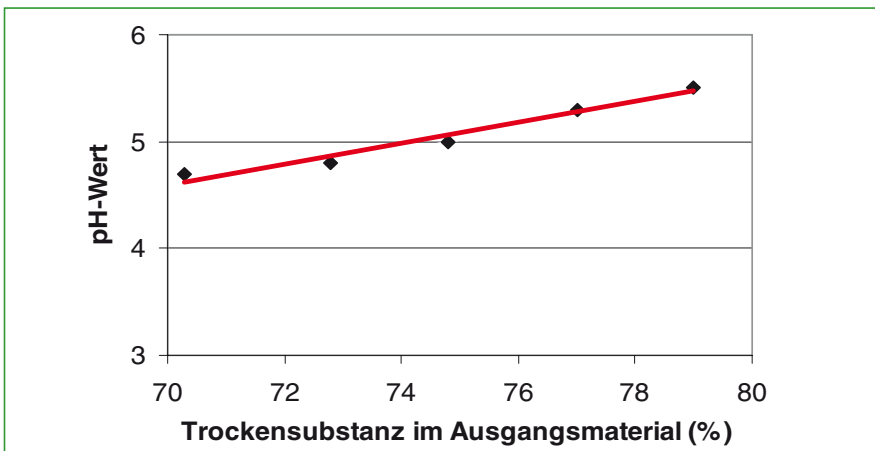


Abb. 29 pH-Werte von **BIO-SIL**®-behandelten Roggensilagen in Abhängigkeit von der Trockenmasse im Ausgangsmaterial

Wird ein TM-Gehalt von weniger als 75 % im Siliergut angestrebt, so ergibt sich die in Abbildung 30 angegebene Dosierung von **BIO-SIL**® und Wasser mit den dazugehörigen Siliermittelkosten. Bei 73 % TM bzw. bei 27 % Feuchte werden 1 g in Wasser ge-

löste Bakterien zugegeben. Es entstehen Konservierungskosten von ca. 0,60 Euro je Tonne oder 6 Cent/dt. Man könnte einwenden, dass das Getreide zerkleinert werden muss, aber wenn das Getreide verfüttert werden soll oder einer Verwertung in der Biogasanlage zugeführt werden soll, muss es zuvor auch zerkleinert werden. Die Zerkleinerungskosten, die am Feldrand entstehen, sind mit Sicherheit geringer als die, die dann später bei der Auslagerung anfallen. Wird Wasser zugesetzt, um auf TM-Gehalte von 75 % rückanzufeuchten, werden Kosten in Höhe von 5 Cent/100 Liter Wasser kalkuliert. Interessant am vorgestellten Verfahren ist, dass Getreide nicht in Hallen gelagert werden muss, sondern auch Fahrsilos oder andere befestigte Flächen genutzt werden können (Abbildung 31).

| TM im Getreide % | Feuchte im Getreide % | BIO-SIL® g/t | Wasser l/t | Kosten €/t |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| 73 | 27 | 1 | - | 0,60 |
| 75 | 25 | 1 | 10 | 0,63 |
| 78 | 22 | 1 | 30 | 0,64 |
| 82 | 18 | 1 | 70 | 0,65 |

Abb. 30 Dosierung von **BIO-SIL®** und Wasser zu zerkleinertem Getreide zur Silierung



Abb. 31 Lagerung von Feuchtgetreide-Silage auf einer befestigten Fläche

Neben den sehr geringen Konservierungskosten besteht ein weiterer Vorteil des Verfahrens vor allem in der Ernteverfrühung und in der wesentlich besseren Auslastung der Ernte- und Ackertechnik.

Literatur

PIEPER, R., W. HACKL, B. PIEPER und U. KORN (2006 a): Einfluss der Silierung von Feuchtkorn-Maisschrot mit Milchsäurebakterien (*Lactobacillus plantarum*) auf ausgewählte Fermentationsparameter und den Futterwert beim Schwein. Im Druck.

PIEPER, R., B. PIEPER, W. HACKL und U. KORN (2006 b): Ensiling reconstituted wheat, barley and triticale grains using two different moisture contents and addition of lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*). 1. Fermentation characteristics after a fifty day storage period. Eingereicht.

PIEPER, R., B. PIEPER und W. HACKL (2006 c): Ensiling reconstituted wheat, barley and triticale grains using two different moisture contents and addition of lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*). 2. Nutrient digestibility of grains in »Goettingen Minipigs«. Eingereicht.