

Siliermittel, Silobau und Siloabdeckung: Aktuelles aus Recht und Beratung

Hansjörg Nußbaum^{1*}

Zusammenfassung

Die Kenntnis gärobiologischer Prozesse ist Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Silierzusatzmitteln. Dazu müssen die Eigenschaften einzelner Silierzusatzarten, die Futtereigenschaften, aber auch die betrieblichen Gegebenheiten bekannt sein. Bei der Mittelwahl ist das DLG-Gütezeichen aufgrund neutraler Versuchsergebnisse hilfreich. Für Silierzusatzstoffe schreibt die EU eine Zulassung der einzelnen Wirkstoffe vor. Zudem gilt es die Futtermittelhygiene-Verordnung mit Vorgaben zur Dokumentation zu beachten.

Eine gut geplante, richtig dimensionierte und fachgerecht erstellte Siloanlage ist der Grundstock einer guten Silage und beugt Gärverlusten vor. Neben bautechnischen Vorgaben müssen vor allem die aktuellen Regelungen des Wasser- und Umweltschutzes beachtet werden. Dabei sind bundeseinheitliche Regelungen mit verschärften Auflagen in Vorbereitung. Deshalb sollte sich der Landwirt bei der Vergabe an Firmen die Qualität (Beton, Betonfertigteile, Asphalt, Fugenmaterial etc.) und Dichtigkeit der Anlage vom Silobauer schriftlich zusichern lassen.

Einleitung

Die technischen Trends bei der Erzeugung von Grassilage sind von Löffler (2014) vom Mähen bis zur Einlagerung im Silo beschrieben worden. Der nachfolgende Beitrag befasst sich daher mit Einzelaspekten und betrachtet den Einsatz von Siliermitteln sowie Trends beim Bau und Abdecken von Silos.

Silierzusatzstoffe

Rechtliche Rahmenbedingungen

Silierzusatz- und Konservierungsstoffe sind europaweit geregelt. Sie gehören nach der EG-Verordnung 1831/2003 zu den Futterzusatzstoffen und unterliegen deshalb einer amtlichen Zulassung, bei der Wirksamkeit und Unbedenklichkeit aller Wirkstoffe geprüft werden. Seit 2010 dürfen in der EU nur noch zugelassene Wirkstoffe vertrieben und eingesetzt werden. Die Futtermittel-Hygiene-Verordnung (EG 183/2005) unterscheidet in der Anwendung zwischen Silier- und Konservierungsmitteln. Siliermittel können im Rahmen der sogenannten Primärproduktion ohne Auflagen eingesetzt werden. Sie unterliegen keiner Aufzeichnungspflicht. Demgegenüber muss sich der Betrieb beim Einsatz

Das Erntegut muss unmittelbar nach Abschluss der Ernte luftdicht abgedeckt werden. Unabhängig von der Art der eingesetzten Silofolie sollte die Siloabdeckung bei festen Siloanlagen über den seitlichen Rand gezogen werden. Damit wird verhindert, dass Regenwasser und folglich Sauerstoff in die Silage eingetragen wird. Schräggehende Wände und ein seitlicher Erdwall begünstigen diese Art der Qualitätssicherung. Sowohl bei Siloanlagen mit als auch ohne feste Wände sollte grundsätzlich eine Unterzieh- sowie Silofolie zur Abdeckung eingesetzt werden. Dieser Grundaufbau kann mit einem Siloschutzgewebe oder -gitter als dritte Lage kombiniert werden. Bei stärkeren Folien (Multifolie oder Gewebefolie) kann auf das Schutzgewebe verzichtet werden. Neu sind Folien, bei denen Unterzieh- und Silofolien zusammen aufgerollt sind bzw. aneinander haften. Bei der Befestigung der Folien sind neue Systeme (Bügel, Clips, Schläuche) im Einsatz, die vor allem körperliche Arbeit reduzieren helfen.

Schlagwörter: Grassilage, Siliermittel, DLG-Gütezeichen, Silobau, Fahrsilo, Siloabdeckung, Silofolie

von Konservierungsmitteln (z.B. Propion- oder Sorbinsäure) registrieren lassen und jeden Einsatz dokumentieren. Dazu zählt auch deren Einsatz bei der Behandlung von Anschnittflächen im Silo oder von Futtermischungen.

Einteilung und Merkmale von Silierzusätzen

Siliermittel greifen an verschiedenen Stellen in die biologischen Prozesse steuernd ein (Honig, 1987) verbessern die Silierbarkeit des Erntegutes oder unterdrücken Gär-schädlinge (McDonalds *et al.*, 1991). Die Mittel können nach ihrem Ansatzpunkt im Gärprozess eingeteilt werden (*Abbildung 1*). Sie kommen allein oder in Kombination zum Einsatz (Nussbaum, 2009a). Man unterscheidet Substrate, homo- oder heterofermentative Milchsäurebakterien sowie chemische Zusätze auf Basis von Neutralsalzen oder Säuren.

Eine detaillierte Beschreibung ist bei Nussbaum (2013a) zu finden. Eine untergeordnete Rolle spielen bisher Zusätze, die Enzyme wie z.B. Cellulasen oder Hemicellulasen enthalten. Futterharnstoff darf derzeit nicht zu Silier- oder Konservierungszwecken, jedoch als ernährungsphysiologischer Zusatzstoff beim Wiederkäuer zur Stickstoff-Ergänzung (insbesondere bei Maisprodukten) eingesetzt werden. Dieser Einsatz ist zu dokumentieren.

¹ Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW)
D-88326 AULENDORF

* Dr. Hansjörg NUSSBAUM, hansjoerg.nussbaum@lazbw.bwl.de



DLG-Gütezeichen

Bei der Auswahl von Silier- und Konservierungsmitteln leistet das DLG-Gütezeichen für Siliermittel wertvolle Hilfestellung. Zusätze mit DLG-Gütezeichen sind bei neutralen Versuchseinrichtungen nach DLG-Prüfrichtlinien mehrfach getestet worden und werden regelmäßig auf Zusammensetzung und Wirksamkeit überprüft (DLG, 2013). Im Gegensatz zur EU-Zulassung auf Basis einzelner Wirkstoffe umfasst das DLG-Gütezeichen marktgängige Silierzusätze mit oft mehreren Wirkstoffen. Das DLG-Gütezeichen unterscheidet Wirkungsgruppen und Anwendungsbereiche (Tabelle 1). Seit 2013 gibt es die Wirkungsrichtung 6, die den Methanerzeugungswert für Biogasbetriebe abgreift (Nussbaum und Staudacher 2012, Nussbaum 2012).

Derzeit gibt es über 60 positiv geprüfter Mittel auf dem Markt. Eine Übersicht über die DLG-geprüften Siliermittel, die bei einer Mittelauswahl vorrangig in Frage kommen, kann bei der DLG in einer Internet-Datenbank über www.guetezeichen.de oder www.dlg.org/siliermittel.html abgerufen werden. Für den Praktiker sind insbesondere Zusätze

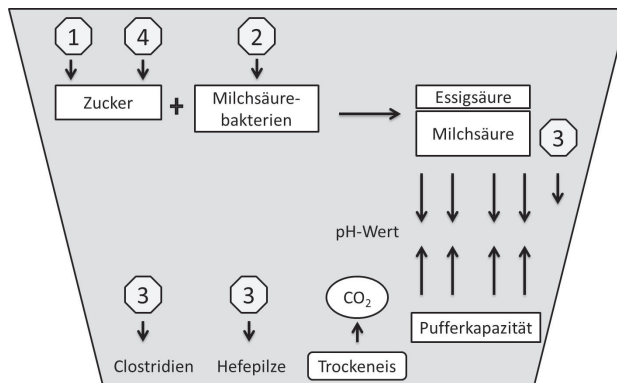


Abbildung 1: Ansatzpunkte verschiedener Siliermittel (Nussbaum 2006b). 1= Substrate; 2= Milchsäurebakterien; 3= Chem. Zusätze; 4= Enzyme; 5= Trockeneis.

wirtschaftlich interessant, die positive Effekte bei der Futteraufnahme bzw. Umsetzung in Milch oder Fleisch nach sich ziehen können (Over *et al.*, 2011). Für die Verleihung dieser Gütezeichen müssen in mehreren neutralen Versuchen signifikante Mehrleistungen von mindestens

1 Liter Milch pro Kuh und Tag bzw. in der Mast um 5% verbesserte Tageszunahmen nachgewiesen werden. Silierzusätze der Wirkungsrichtung 4cMilch beinhalten derzeit ausschließlich homofermentative Milchsäurebakterien (Nussbaum, 2006b).

Beratung: Auswahlschema für Siliermittel bei Grassilage

Der Einsatz von Siliermitteln bei Grassilage kann sich an *Abbildung 2* orientieren, wobei der Hinweis erlaubt ist, dass diese wie jedes Schema vereinfachend ist und demnach nicht immer allen Gegebenheiten gerecht wird.

Einsatzschema für Siliermittel mit DLG-Gütezeichen nach Silierbarkeit des Ausgangsmaterials und Gehalt an Trockenmasse

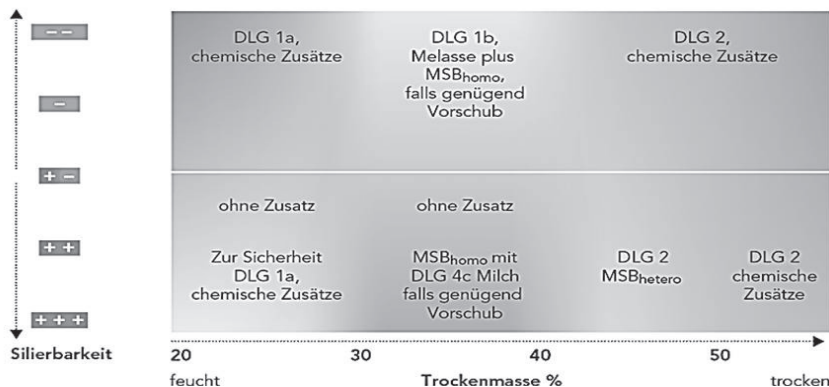


Abbildung 2: Einsatzschema für Siliermittel mit DLG-Gütezeichen nach Silierbarkeit des Ausgangsmaterials und Gehalt an Trockenmasse (Nussbaum, 2009c).

Tabelle 1: DLG-Gütezeichen: Einteilung der Wirkungsrichtungen und Anwendungsbereiche.

Wirkungsrichtung	Anwendungsbereich
1 Verbesserung des Gärverlaufes	a) schwer silierbares Futter b) mittelschwer bis leicht silierbares Futter im unteren TM-Bereich (< 35% TM) c) mittelschwer bis leicht silierbares Futter im oberen TM-Bereich (> 35 - 50% TM) d) spezielle Futterarten
2 Verbesserung der aeroben Stabilität	
3 Reduzierung von Gärsaft	
4 Verbesserung	a) des Futterraufnahmewertes b) der Verdaulichkeit der Silage c) des Fleisch- bzw. Milcherzeugungswertes der Silage
5 zusätzliche Leistungen	z.B. Verhinderung der Vermehrung von Clostridien
6 Verbesserung des Methanerzeugungswertes der Silage durch	a) Reduzierung von Gärverlusten b) Verhinderung von Nacherwärmung c) Sonstige Wirkungen

Trends in der Anwendung

Das DLG-Gütezeichen für Siliermittel ist trotz der aufwändigen EU-Zulassung weiterhin gefragt und Basis für den gezielten Einsatz, weil es marktgängige Produkte bewertet. Nach dem Zulassungsstau der EU werden wieder verstärkt Zusätze angemeldet und geprüft. Mit der EU-Zulassung unterliegen aber auch Siliermittel der einzelbetrieblichen Kontrolle vor Ort. In der Mittelformulierung ist ein klarer Trend zur Flüssigapplikation mit zunehmend kleiner werdenden Wassermengen (ULV-Verfahren) zu erkennen. Der mengenmäßige Einsatz von Zusätzen wird technisch zunehmend über Sensoren (Leitfähigkeit, NIRS, Chlorophyllgehalt) gesteuert Thaysen *et al.*, 2012). Für die Auswahl der Zusätze ist ein bewährtes Schema vorhanden, das von Firmenvertretern häufig nur einseitig im Sinne einer Absatzförderung eingesetzt wird. Deshalb sind Anwendungsfehler in

der Praxis leider noch weit verbreitet (Kung, 2009). Der Einsatz selbst nimmt in wachsenden Betrieben mit ausreichendem Entnahmevorschub zu.

Silobau

Rechtliche Grundlagen

Der Bau von Siloanlagen und anderen JGS-Anlagen (Jauche - Gülle - Sickersäfte) unterliegt in Deutschland verschiedenen gesetzlichen Regelungen. Dieses sind vor allem wasserrechtliche und baurechtliche Vorgaben, aber auch Bestimmungen in Natur-, Landschafts-, Wasser- oder Überschwemmungsschutzgebieten. So sind Siloanlagen in bestimmten Gebieten nicht oder nur eingeschränkt zulässig. Darüber hinaus müssen Vorgaben des Unfallschutzes und des Cross-Compliance beachtet werden.

Baurechtliche Umsetzungen sind in Deutschland Sache der einzelnen Bundesländer. Deshalb gilt es sich an der jeweiligen Landesbauordnung (LBO) zu orientieren. In einigen Bundesländern sind Siloanlagen verfahrensfreie Vorhaben, in anderen dagegen unterliegen sie dem normalen Genehmigungsverfahren. Für Siloanlagen gelten die Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei Lagerstätten (VSG 2.2). Dort werden vor allem Vorgaben zum Schutz gegen Absturz und Ersticken geregelt. Generell gilt, dass Lagerstätten gegen Hineinstürzen von Personen und Fahrzeugen gesichert sein müssen, wenn die Absturzhöhe mehr als ein Meter beträgt.

Silagesickersäfte wie Gärsaft, Sickersaft oder verunreinigtes Niederschlagswasser müssen wegen ihrer Umweltrelevanz (Wassergefährdung) aufgefangen werden. Sie bedeuten zudem vermeidbare Energie- und TM-Verluste. Die bisherigen länderspezifischen Regelungen zur Lagerung und Ausbringung von Jauche, Gülle und Sickersaft (JGS) sollen von bundesweit einheitlichen rechtlichen Vorgaben in der „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (AwSV) sowie den beiden technischen Regelwerken „Technische Regel wassergefährdender Stoffe“ (TRwS-792 und TRwS-793, Herausgeber: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, DWA; www.dwa.de) neu gefasst werden (Nussbaum, 2013b). Nicht verunreinigtes Niederschlagswasser aus Silageanlagen kann über die belebte Bodenschicht flächig versickert werden. Deshalb ist es sinnvoll, getrennte Ablaufsysteme für sauberes bzw. verunreinigtes Niederschlagswasser einzubauen.

Planung, Bemessung und Standort

Der Bedarf an Siloraum hängt in der Tierhaltung vorrangig von Tierzahl und Rationsgestaltung beziehungsweise von Futterfläche, Verdichtung und TM-Gehalt ab (Nussbaum, 2006a). Als Faustzahl für den gesamten Bedarf (z.B. Gras- und Maissilage) können je Milchkuh bei ganzjähriger Silagefütterung und einer durchschnittlichen Verdichtung von 200-225 kg TM/m³ rund 20-22 m³ und je Jungtier rund 10-12 m³ pro Jahr kalkuliert werden. Berechnet man den Raumbedarf über die vorhandenen Futterflächen, kann man bei Grünland überschlägig je Hektar ein Siloraumbedarf

von 15-17 m³ beim ersten und etwa 8-10 m³ bei jedem Folgeaufwuchs ansetzen (Nussbaum, 2010a). Die Zahl der einzelnen Kammern sowie das Silomanagement entscheiden darüber, ob und in welchem Umfang einzelne Silos mehrfach pro Jahr gefüllt werden können. Bei Silomais sind je nach Standort und Ertragslage 50 bis 80 m³ je Hektar zu kalkulieren. Bei Biogasanlagen kann der Substratbedarf für die Stromerzeugung einer Kilowattstunde (kWh) überschlägig mit 20 Tonnen Frischmasse (6-7 Tonnen Trockenmasse) bzw. rund 0,4 bis 0,5 ha und Jahr angesetzt werden. Für Silomais werden je nach Raumgewicht dafür rund 25 bis 30 Kubikmeter Siloraum je Jahr benötigt.

Damit die frisch eingebrachte Futterschicht hinsichtlich einer optimalen Verdichtung 20 bis 30 cm nicht übersteigt, sollte das Silo eine Mindestlänge von 40 Meter aufweisen. Eine Mindestbreite des Silos von 7 Metern lässt ein paralleles Abladen und Walzen zu. Das Walzfahrzeug muss vom ersten Wagen an möglichst ununterbrochen zum Einsatz kommen. Muss das Walzfahrzeug beim Entleeren der Erntewagen außerhalb des Silos warten, so reduziert sich seine Zeit für das eigentliche Verdichten. Ähnlich sieht es aus, wenn das Erntegut vor dem Silo abgeladen wird und vom Walzfahrzeug (Radlader) erst ins Silo geschoben und verteilt werden muss. Hinten geschlossene Siloanlagen haben dementsprechend von vorne herein eine reduzierte Walzleistung zur Folge. Besser gestaltet ist das Silo, wenn die Erntefahrzeuge durch das Silo fahren können. Eine Zufahrtsrampe sowie ein hinten zur Hälfte oder ein Drittel geschlossenes Silo (schräger oder gerader Abschluss) erleichtern die Durchfahrt.

Je höher die Silowand gebaut wird, desto billiger wird bei gleicher Grundfläche der erstellte Siloraum. Wird jedoch aufgrund hoher Wände der Mindestvorschub (Winter mind. 1,50 m/Woche, im Sommer mind. 2,50 m/Woche) nicht erreicht, dann ist eine Erwärmung der Silage häufig vorprogrammiert. Die Wandhöhe (bzw. Silostapelhöhe) darf nicht nach Baukosten, sondern muss alleine über den Mindestvorschub berechnet werden. Über Tierzahl, Futteraufnahme (kg TM/Tier und Tag), Rationsanteile der einzelnen Silagen und dem Silagegewicht (kg TM/m³) kann der wöchentliche Silagebedarf (m³/Woche) errechnet werden. Wird dieser Bedarf durch den Mindestvorschub (Meter/Woche) geteilt, ergibt sich die maximale Anschnittfläche (m²) für den Silostapel. Daraus kann dann über die Silobreite die maximale Wandhöhe ermittelt werden. Ein Rechenprogramm zur Berechnung und Optimierung von Siloanlagen ist auf der Homepage des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg unter www.lazbw.de verfügbar.

Die Anzahl der einzelnen Kammern bzw. Silos hängt vom Anbauverhältnis (Grünland, Ackerfutterbau) und der Nutzungshäufigkeit der Futterarten sowie der Anzahl der unterschiedlichen Futtermitteln und der Rationsgestaltung ab. Je mehr Silokammern erstellt werden, desto leichter lassen sich Einzelschnitte getrennt lagern und Kammern doppelt füllen. Unabhängig von der Zahl der Einheiten muss es Ziel sein, eine Kammer möglichst innerhalb eines Tages komplett zu füllen und abzudecken. Ab einer Bergeleistung von über 20 (bei Gras) bzw. 25 (Mais) Tonnen Trockenmasse pro Stunde ist es empfehlenswert, parallel zwei Kammern zu befüllen oder zwei Walzfahrzeuge einzusetzen.

Die Anordnung der Silos im Betrieb soll den logistischen Anforderungen bei der Füllung und der Entnahme möglichst optimal genügen (Nussbaum, 2011). Es empfiehlt sich eine frühzeitige Gesamtplanung für den Betrieb, die auch Erweiterungen einschließt:

- Die Entnahmeseite sollte nicht nach Süden (Sonneneinstrahlung) und nicht zur Wetterseite ausgerichtet sein (Regen, Windangriff).
- Die An- und Abfahrten vor den Silos sollten befestigt sein, damit nicht unnötig Sand und Schmutz in die Silage gelangen.
- Die befestigte Rangierplatte sollte für die großen Transportgespanne sowie Walz- und Verteilschlepper mindestens 8, besser 10 bis 12 Meter Breite aufweisen.
- Die Siloanlage darf die Erweiterung der Stallanlagen nicht behindern.
- Die Siloanlage muss in der Länge und um weitere Einheiten erweiterbar sein.
- Zur Futterzentrale gehören Siloanlage und das Komponentenlager. Der Mischwagen muss aus arbeitswirtschaftlichen Gründen an einem zentralen Platz mit Silagen und Einzelkomponenten befüllt werden können.
- Damit die Silofolie über die Wand gezogen werden kann, ist ein Abstand zum Nachbarsilo von einem Meter sinnvoll. Der Zwischenraum wird entweder mit Kies frostsicher hinterfüllt oder aber zur Ableitung des Regenwassers als feste Rinne ausgebildet. Sollen Paletten mit Siloabdeckmaterial mit dem Radlader abgesetzt werden, sind etwa zwei Meter Abstand sinnvoll.
- Die Beschaffenheit der Wand- und Bodenfläche muss eine leichte Reinigung zulassen.
- Das Oberflächenwasser muss von der Folie und der sauberen Betonfläche gesondert ablaufen können.
- Die Abwässer von der Anschnittstelle und dem Beladepunkt des Futterwagens gelten als belastet und müssen separat aufgefangen und gelagert werden.

Ausführung

Fahrtilos

Silowände können als Ortsbeton bzw. mit Betonfertigteilen erstellt werden (Materialanforderungen siehe DIN 11622). Der Siloboden bzw. die Silierplatte wiederum werden vor Ort betoniert oder aber asphaltiert. Für die Betonqualität sind entsprechende Vorgaben (Säureangriff) einzuhalten. Bei der Verwendung von Asphalt in Siloanlagen sollte dieser kalkfreie Zuschläge sowie keinen Recyclingasphalt enthalten. Der Hohlraumgehalt sollte kleiner als 3 Vol.-% sein und die Nähte sowie Verbindungen zwischen Bodenplatte und Wand fachgerecht ausgeführt sein. Details sind auch in einem Beitrag „Walzasphalt zur Abdichtung landwirtschaftlicher Fahrtiloanlagen“ im Internet unter www.asphalt.de zu finden.

Um jede Silokammer separat zu entwässern und folglich sauberes und verschmutztes Niederschlagswasser trennen zu können, soll jedes Silo mindestens einen doppelten Ein-

lauf (Trennsystem) aufweisen. Wenn neben dem Gefälle in Entnahmerichtung (1-2%) auch ein Quergefälle eingebaut wird, sollte dieses jedoch nicht auf einen der beiden Wandfüße ausgerichtet sein, sondern den Tiefpunkt mindestens einen Meter davon entfernt haben.

Damit kein Regenwasser in die fertige Silage eindringt und diese verdirbt, ist es zweckmäßig, wenn nach dem Befüllen das Silo komplett voll oder sogar leicht überwölbt ist. Dann kann die Silofolie über den Silorand hinaus gezogen werden. Eine zur Entnahmeseite auslaufende Wandform begünstigt somit die sorgfältige, luft- und wasserdichte Abdeckung der Silage. Gerade Wände erleichtern die Futterentnahme mit Blockschneider, Silokamm, Zange oder Fräsmischwagen. Die Silage kann nahezu komplett entnommen werden. Bei schräg stehenden Wänden (Winkel etwa 123°) bleibt nach der Entnahme ein seitlicher Keil stehen, der per Hand oder Frontladerschaufel aufgeladen werden muss.

Tabelle 2: Durchmesser von Siloschläuchen und Lagerkapazität

Durchmesser m	2,4	2,7	3,0	4,2
Volumen m ³ je Meter Schlauch	4,5	5,7	7,0	13,8
Lagervolumen m ³ bei 75 Meter Schlauchlänge	340	430	525	1035

Siloschlauch/Silospeed

Siloschläuche werden in verschiedenen Längen (30 bis 150 Meter) und Querschnitten (1,5 bis 4,2 m) angeboten. Entsprechend groß ist die Lagerkapazität (Tabelle 2). Die Befüllung erfolgt durch Schlauchpressen mit einer Leistung von über 100 bis 180 Tonnen je Stunde (Rössl und Wagner, 2010).

Ein ähnliches Prinzip stellt die Einlagerung im Silotunnel (Silospeed) dar. Sowohl Siloschlauch wie auch Silotunnel stellen Verfahren mit hoher Leistung und Flexibilität dar. Vorteilhaft sind niedrige Verluste durch sofortigen Luftabschluss und in Folge kleiner Anschnittflächen das geringe Risiko von Nacherwärmung bei der Entnahme. Dem müssen Kosten und Folienverbrauch gegenübergestellt werden.

Trends und Beratung

Im Silobau setzen sich Fahrtilos sowohl gegenüber Hochsilos (Kostenfaktor) als auch Silierplatten bzw. Freigärhaufen ohne feste Seitenwände aufgrund wasserrechtlicher Bestimmungen und der meist besseren Silagequalität durch. Der Trend geht hin zu breiteren (über 7-8 m) und längeren (über 40 m) Fahrtilos, damit die frisch eingebrachten Schichten nicht zu hoch ausfallen.

Der Vorschub wird über die Höhe der Silowand gesteuert. Mehrere Kammern erleichtern das Silomanagement, schräg stehende Wände die Walzarbeit. Rund- oder Quaderballen finden vor allem bei kleineren Betrieben Anwendung oder wenn Restpartien oder Übermengen versorgt werden müssen. Siloschläuche kommen dann ebenfalls zum Einsatz, wobei mit diesem System auch häufig andere Futterarten wie Biertreber oder Zuckerrübenpressschnitzel einsiliert werden.

Siloabdeckung

Ziele

Silagen müssen luftdicht abgedeckt werden, andernfalls drohen Schimmelbildung, Fäulnis, Nacherwärmung oder gar Totalverluste. Silofolien müssen vor allem gasdicht, säure- und lichtbeständig sowie mechanisch stabil sein. Hinweise dazu gibt das DLG-Gütezeichen für Silofolien. Je schneller nach der letzten Befüllung und dem Nachwalzen ein luftdichter Abschluss mittels Silofolien hergestellt wird, desto günstigere Gärbedingungen werden geschaffen. Das Risiko der Schimmelbildung und Nacherwärmung wird so vermindert. Gleichzeitig verhindert eine sorgfältige Abdeckung das Eindringen von Regenwasser.

Ausführung

Im Aufbau der Siloabdeckung sind heute Unterziehfolie (transparent, Folienstärke 40 µm) plus Silofolie (eingefärbt, UV-stabilisiert, 110-200 µm) plus Siloschutznetz bzw. -gewebe längst Standard. Alternativ kommen schwere Multifolien (500 µm) oder Gewebefolien (650 g/m²) bzw. dicke Vliese direkt über der Unterziehfolie zum Einsatz (Nussbaum, 2010b). Mit größeren Silos werden auch die Folienbahnen immer länger und die Rollen immer schwerer. Das Aufbringen der Folie, insbesondere bei Wind, stellt dann harte Arbeit dar. Deshalb gibt es verschiedene Ansätze, wie diese unbeliebte und zeitraubende Tätigkeit erleichtert werden kann.

Unabhängig von der Art der eingesetzten Silofolie sollte die Siloabdeckung bei festen Siloanlagen über den seitlichen Rand gezogen werden (Abbildung 3). Damit wird verhindert, dass Regenwasser und folglich Sauerstoff in die Silage eingetragen wird. Verfaulte, modrige Silageecken können so verhindert werden. Schräg stehende Wände und ein seitlicher Erdwall begünstigen diese Art der Qualitätssicherung. Sowohl bei Siloanlagen mit als auch ohne feste Wände sollte grundsätzlich eine Unterziehfolie sowie eine Silofolie zur Abdeckung eingesetzt werden. Dieser Grund-

aufbau kann mit einem Siloschutzgewebe oder -gitter als dritte Lage kombiniert werden. Ausgediente Förderbänder oder Lastwagenplanen können alternativ dazu ebenfalls als Schutz vor Wind und mechanischen Verletzungen dienen. Bei stärkeren Folien (Multifolie oder Gewebefolie) kann auf das Schutzgewebe verzichtet werden, nicht aber auf die jährlich zu erneuernde Unterziehfolie.

Aufgrund der besonderen Beanspruchung (Säureangriff, Sonnenlicht, mechanische Belastung) bestehen hohe Anforderungen an die Folienqualität. Hier bietet das DLG-Gütezeichen für Silofolien eine gute Orientierung (www.guetezeichen.de).

Dafür werden Folien u.a. auf UV-Beständigkeit, Gasdurchlässigkeit sowie Dehn- und Reifestigkeit geprüft und weitere Materialeigenschaften kontrolliert.

Trends

Bisher kommen überwiegend Folien aus Polyethylen (PE) zum Einsatz, die unterschiedlich eingefärbt sein können. Folien aus alternativen, abbaubaren Materialien haben sich bisher nicht bewährt (Uhl *et al.*, 2011). Derzeit sind zwei Entwicklungen zu beobachten. Zum einen besteht ein Trend zu dickeren, mehrjährig verwendbaren Folien (500 µm), die jährlich mit einer neuen Unterziehfolie kombiniert werden. Es gibt jedoch auch eine gegenläufige Entwicklung, bei der immer dünnere Folien (110 - 120 µm) verwendet werden. Bei diesem System werden sowohl Unterzieh- als auch Silofolie nur einmal eingesetzt.

Inzwischen gibt es eine Unterziehfolie, die aus Polyethylen (PE) und Polyamid (PA) besteht (Orosz *et al.*, 2012). PA weist eine sehr geringe Gasdurchlässigkeit und hohe Dehn- und Reifestigkeit auf. Nachteilig sind hohe Kosten sowie das Materialgemisch im Recycling-Prozess. Eine neue Entwicklung sind Silofolien, bei denen die Unterziehfolie an der Silofolie anhaftet und beide Folien zusammen ausgelegt werden (2in1). Diese Silofolie kombiniert eine Unterziehfolie aus PA (20 µm) mit einer UV-stabilen PE-Folie (80 µm). Die Unterziehfolie löst sich nach dem Auslegen durch Wasseraufnahme aus der Silage von der Silofolie. Dieses System spart Material- und Arbeitskosten, da in einem Arbeitsgang beide Folien ausgelegt werden. Das ist insbesondere bei windigem Wetter von großem Vorteil. Die Praxiserfahrungen sind positiv, wobei bei längerer Lagerdauer ein zusätzliches Schutzgewebe als mechanischer Schutz empfohlen wird (Nussbaum, 2013c). Neuerdings bietet der Handel Silofolien an, bei denen auf einer Rolle Unterzieh- und Silofolie zusammen aufgewickelt sind. Sie können so arbeitssparend in einem Arbeitsgang ausgelegt werden. Bekannt sind auch Systeme, bei denen auf die Unterziehfolie ausschließlich ein Geotextilvlies aufgebracht wird. Klettverschlüsse fixieren dabei die Vliese aneinander.

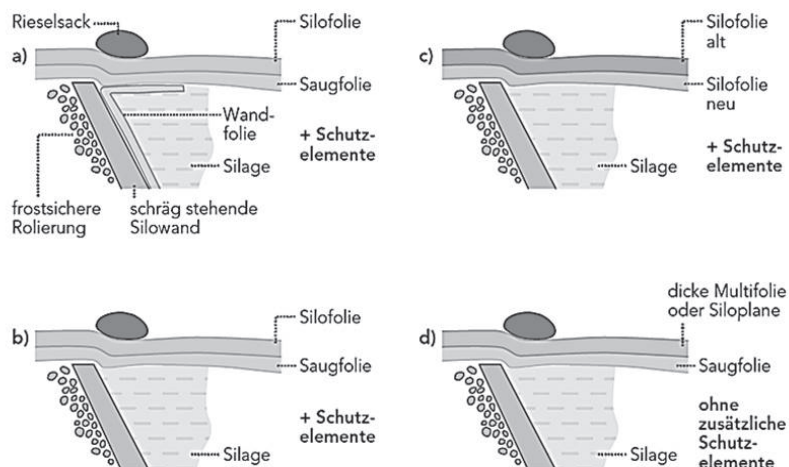


Abbildung 3: Aufbau der empfohlenen Siloabdeckung (schematisiert). Quelle: Spiekers, Nußbaum, Potthast: „Erfolgreiche Milchviehfütterung“, DLG-Verlag 2009.

Bei der Befestigung von Silofolien werden Silosäcke eingesetzt. Eine Befüllung mit Kies (2/3 befüllt) hat gegenüber einer Sandbefüllung den Vorteil, dass Wasser hindurchsickern kann. Das Aufbringen der Materialien zur Befestigung oder Beschwerung stellt eine starke körperliche Belastung dar. Deshalb werden alternative Systeme angeboten, die von Bügeln (System Duhamel) über Clip-Systeme (Böck) bis hin zu Wasserschläuchen (Durchmesser 20 cm) reichen (Nussbaum, 2013d). Letztere sind für Entnahmezeiten ohne Frostgefahr geeignet. Beim Einsatz von Bügeln oder Spannclipsen müssen auf der Silowand Halterungen angebracht werden. Zur Querfixierung kommen vor allem bei großen Siloanlagen (Biogas) auch Spanngurte zum Einsatz. Alternativ können „Bauchbinden“ verwendet werden, die quer über den Haufen gespannt werden und teilweise Laschen zur Fixierung von Silosäcken aufweisen.

Literatur

- DLG (DLG-Siliermittel-Kommission) 2013: DLG-Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit. Bearbeitet von Nussbaum, H., Auerbach, H., Hünting, K., Kathrey, D., Ostertag, J., Pahlow, G., Pauly, T., Rahn, S., Rubenschuh, U., Spiekers, H., Staudacher, W., Südekum, L.-H., Thaysen, J., Töpfer, A., Thaysen, J., DLG-Testzentrum, Groß-Umstadt.
- Honig, H., 1987: Gärbiologische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitätsreicher Anwelksilage. In: Grünfütterernte und -konservierung, KTBL-Schrift 318, 47-59.
- Kung, L., 2009: Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives. Proceedings of the 15th international silage conference, 27-29 July in Madison, Wisconsin, USA. 37-45.
- Löffler, Ch., 2014: Trends bei der Produktion von Grassilage. Tagungsband des 19. Alpenländisches Expertenforums am 03. April 2014 in Gumpenstein, Österreich.
- McDonald, P., Henderson, N., Heron, S., 1991: The Biochemistry of silage. Chalcombe Publications, 2nd Ed, Academic Press London and New York.
- Nussbaum, H., 2006a: Fahrtilos - Auf die richtige Größe kommt es an. BW Agrar, Heft 4, 12-14.
- Nussbaum, H., 2006b: Silierzusätze und Steigerung der Milchleistung. Landinfo 02/2006, 51-54.
- Nussbaum, H., 2006c: Siliermittel richtig auswählen. Rheinische Bauernzeitung, Heft 15, 22-24.
- Nussbaum, H., 2009a: Kombisiliermittel: Aufgepasst beim Einsatz. BW Agrar (Schwäbischer Bauer) 16/2009, 14-17.
- Nussbaum, H., 2009b: Futterkonservierung. In: Spiekers, H., Nussbaum, H. und Potthast, V., Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag Frankfurt a.M., 111-203.
- Nussbaum, H., 2009c: Ensiling energy crops without plastic film cover: Part 1 Effects on silage quality. Proceedings XVth International Silage Conference, Madison, Wisconsin, 431-432.
- Nussbaum, H., 2009d: Ensiling energy crops without plastic film cover: Part 2 Effects on biogas yield. Proceedings XVth International Silage Conference, Madison, Wisconsin, 433-434.
- Nussbaum, H., 2010a: Nicht stiefmütterlich planen und bauen. Land&Forst, Heft 14, 58-60.
- Nussbaum, H., 2010b: Damit Luft und Regen nicht darankommen. Badische Bauern Zeitung, Heft 16, 25-27.
- Nussbaum, H., 2011: Fahrtilo. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Auflage 2011, DLG e.V. Frankfurt am Main, 99-109.
- Nussbaum, H., 2012: Effects of silage additives based on homo- or heterofermentative lactic acid bacteria on methane yields in the biogas processing Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 452-453.
- Nussbaum, H., Staudacher, W., 2012: Methane yield - a new DLG-test scheme for silage additives Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 450-451.
- Nussbaum, H., 2013a: Der Einsatz von Silierzusatzstoffen bei Grassilage. Tagungsband der 40. Viehwirtschaftlichen Fachtagung 2013 in Gumpenstein, Österreich. 73-81.
- Nussbaum, H., 2013b: Versickern verboten - wasserrechtliche Regelungen zum Bau von Siloanlagen. Bauernzeitung (Berlin) 17/2013, 32-35.
- Nussbaum, H., 2013c: Zwei in Eins-Folie spart Arbeit und Zeit. Top agrar 4/2013, R10-R12.
- Nussbaum, H., 2013d: Futterkonservierung. In: Lütke Entrup, N., Schwarz, F.J., Heilmann H., 2013: Handbuch Mais. Deutsches Maiskomitee e.V. Bonn, 264-288.
- Orosz, S., Wilkinson, M., Wigley, S., Bíró, Z., Galló, J., 2012: Oxygen barrier film improves fermentation, microbial status and aerobic stability of maize silage in the upper 30 cm of the silo Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 292-293.
- Over, R., Nussbaum, H., Spiekers, H., 2011: Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes in Mais. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag, Frankfurt a.M..
- Rössl, G., Wagner, A., 2010: Schlauchsilierung - Verfahrensbeschreibung und -bewertung. Biogas Forum Bayern, Heft Nr. II-13. Herausgeber: ALB Bayern e.V., Freising.
- Spiekers, H., Nussbaum, H., Potthast, V., 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Thaysen, J., Frenker, A., Auerbach, H., 2012: Precision farming - online determination of yield and dry matter and yield-depending silage additive application in grass and maize Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 312-313.
- Uhl, A., Weinfurter, S., Brückner, S., Weinert, A.Th., Röbl, G., Eittle, Th., Gassner, Th., Remmele, E., Röder, O., Ostertag, J., Spiekers, H., 2011: Entwicklung einer Siloabdeckung aus nachwachsenden Rohstoffen. Bericht TFZ 27. Herausgeber: Technologie und Förderzentrum Straubing.
- Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. ABl. Nr. L35 S.1, ber. ABl. 2008 Nr. L50 S.71), EU-Dok.-Nr. 3 2005 R 0183, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndVO (EU) 225/2012 vom 15.3.2012 (ABl. Nr. L77 S.1).
- Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung. ABl. Nr. L268 S.29, ber. ABl. 2004 Nr. L192 S.34, ABl. 2007 Nr. L98 S. 29), EU-Dok.-Nr. 3 2003 R 1831, zuletzt geändert durch Art. 29 ÄndVO (EG) 767/2009 vom 13.7.2009 (ABl. Nr. L229 S. 1).