

Abschlussbericht

Leitfaden Silagebereitung von Grobfutterstoffen

Projekt-Nr.: 95.14

Langtitel: Leifaden Silagebereitung

Kurztitel: Silagebereitung

Projektleiter: Dr. Walter Peyker

Abteilung: Tierproduktion

Abteilungsleiter: stellv. Jens Hubrich

Laufzeit: 01 / 2014 – 04 / 2015

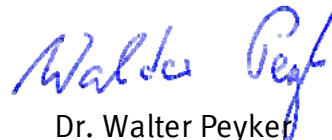
Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

Bearbeiter: Dr. Walter Peyker
Elke Herzog

April 2015



Dr. Armin Vetter
(Stellv. Präsident)



Dr. Walter Peyker
(Projektleiter)

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielstellung	2
2	Grundlagen der Silierung	2
2.1	Vergärbarkeit von Futterpflanzen	2
2.2	Ansprüche Mikroorganismen und Phasen der Silierung	4
2.3	Luftausschluss	5
2.4	Silagelagerung	6
2.5	Silermittel	8
3	Kontrolle am Silo	10
4	Fazit	11

1 Einleitung und Zielstellung

Das Ziel der Silagebereitung besteht in der möglichst verlustarmen Erhaltung der Inhaltsstoffe im Ausgangsmaterial und der Erzeugung einer schmackhaften, stabilen und hygienisch einwandfreien Silage, welche von den Wiederkäuern, Pferden sowie landwirtschaftlichen Wildtieren gern gefressen wird. Als Orientierung für eine anzustrebende Gärqualität gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Werte.

Tabelle 1: Orientierungswerte für die anzustrebende Gärqualität (SPIEKERS, 2012)

Zielgröße	Einheit	Orientierungswert
pH-Wert, von 20...45 % TM		4,0...5,0
Buttersäuregehalt	g/kg TM	< 3
Essig- und Propionsäuregehalt	g/kg TM	20 – 30
Ammoniak-N-Anteil	% des N	< 8
Aerobe Stabilität	Tage	>3

Die Silierung beruht auf der unter Luftausschluss biochemischen Umsetzung von in den Futterstoffen vorhandenen Kohlenhydraten zu Milchsäure. Diese wirkt durch die Ansäuerung des Gutes konservierend. Dabei stellt die Silierung einen sehr komplexen und anspruchsvollen Prozess dar, der von vielen Faktoren beeinflusst wird. Dieser beginnt mit den pflanzenbaulichen Bedingungen im Grünland bzw. auf dem Feld, wie z.B. Düngungs- und Pflegemaßnahmen, Sortenwahl, Einhaltung eines optimalen Erntetermins und setzt sich mit den Erntebedingungen sowie den Feldliegezeiten bei Anwelkgut fort. Damit sind im Wesentlichen die Inhaltsstoffe im Ausgangsmaterial festgelegt. Es kann an Inhaltsstoffen aber nur das erhalten werden, was im Siliergut vorhanden war. Die Lagerbedingungen haben ebenfalls gewichtigen Einfluss auf die Qualität sowie die Stabilität der Silage.

Die Siliereignung hängt vorrangig von der Futterart mit ihren chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften, den allgemeinen Silierbedingungen sowie der Verfügbarkeit von Milchsäurebakterien ab. Die unvermeidbaren und verfahrensabhängigen Verluste bei der Silierung zeigt die Tabelle 2.

Tabelle 2: Verluste an Nettoenergie bei der Silierung (ZIMMER, 1969; ergänzt)

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

2 Grundlagen der Silierung

2.1 Vergärbarkeit von Futterpflanzen

Die Futterstoffe unterscheiden sich in ihrer Vergärbarkeit aufgrund stark unterschiedlicher Gehalte an Kohlenhydraten und puffernden Substanzen. Orientierungswerte für die wichtigsten Siliergüter sind in Tabelle 3 aufgeführt. Für eine gute Silierbarkeit aus Sicht der chemischen Zusammensetzung sollte der Vergärbarkeitskoeffizient gleich 45 oder höher sein. Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich, erfordert dies bei den mehrschnittigen Futterpflanzen und beim Grünland ein Anwelken auf dem Feld.

Tabelle 3: Orientierungswerte für Vergärbarkeit von Futterpflanzen (WEISSBACH et al. 1975; KNABE et al. 1986; WEISSBACH, 1993; THAYSEN 2010; verändert von JÄNICKE 2012)

Futterart	Zucker*	Pufferkapazität	Z/PK-Quotient	TM	Vergärbarkeitskoeffizient
	g/kg TM	g MS/kg TM		%	
Weidelgräser, 1. Aufwuchs	190	55	3,5	20	48
Weidelgräser, 1. Aufwuchs	190	55	3,5	35	63
Weidelgräser, Folgeschnitte	110	55	2,0	20	37
Weidelgräser, Folgeschnitte	110	55	2,0	35	52
sonst. Gräser, 1. Aufwuchs	90	55	1,7	20	34
sonst. Gräser, 1. Aufwuchs	90	55	1,7	35	49
sonst. Gräser, Folgeschnitte	70	55	1,5	20	32
sonst. Gräser, Folgeschnitte	70	55	1,5	35	47
Rotklee	115	69	1,7	20	34
Rotklee	115	69	1,7	35	49
Luzerne	65	79	0,8	20	26
Luzerne	65	79	0,8	35	41
andere Futterarten zur Ernte					
Silomais (Teigreife)	110	32	3,4	30	58
Ackerbohne (GPS)	145	49	3,0	15	39
Grünroggen	135	56	2,4	16	35
Sommergerste (GPS)	60	41	1,5	43	55
Wintergerste (GPS)	70	20	3,5	40	68
Winterweizen (GPS)	90	25	3,6	38	67
Winterroggen (GPS)	80	22	3,6	40	69
Triticale (GPS)	80	22	3,6	38	67

Zucker* - wasserlösliche Kohlenhydrate

Z/PK-Quotient Quotient aus Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und dem Gehalt an puffernden Substanzen

MS - Milchsäure

GPS - Ganzpflanzensilage

Die dargestellten Daten stellen Orientierungswerte dar und können unter Praxisbedingungen erheblich abweichen. Insbesondere bei extensiver Grünlandbewirtschaftung sind häufig deutlich ungünstigere Vergärbarkeitskoeffizienten anzutreffen. Neben den aufgeführten chemischen Parametern haben vor allem das Entwicklungsstadium, der Nitratgehalt, die Witterung und die Verschmutzung den größten Einfluss auf das Gelingen der Silierung.

Die wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Gärqualität bestehen in der Erhöhung des Zuckergehaltes im Siliergut sowie der Herstellung von hochwertigem Ausgangsmaterial durch:

- Nachsaat / Neuansaat bei Grünland mit regional empfohlenen Mischungen und Sorten,
- optimale Kombination der Bewirtschaftungsmaßnahmen (Pflege, Düngung, Nutzung),
- zügiges, kurzes Anwelken bei mehrschnittigen Futterpflanzen,
- Förderung futterwirtschaftlich wertvoller Gräser,
- Vermeidung von Narbenschäden, Förderung Narbendichte,
- sauberes, vollständiges Beräumen der Flächen.

Außerdem kommt der Minimierung der puffernden Substanzen Bedeutung zu. Einflussnahme besteht durch:

- standort- und nutzungsangepasste Stickstoffdüngung,
- entzugsorientierte Grundnährstoffdüngung,
- Vermeidung Verunkrautung,
- Minimierung Futterschmutzung,
- Einhaltung eines optimalen Schnitzeitpunktes,
- standortangepasste Einstellung der Arbeitswerkzeuge zur Verminderung Schmutzeintrag.

Konkrete Anleitung entsprechend den spezifischen Standortbedingungen können dem Abschlussbericht „Grünlandbewirtschaftung in Thüringen“ der TLL entnommen werden.

2.2 Ansprüche Mikroorganismen und Phasen der Silierung

Die Vorgaben für die allgemeinen Silierbedingungen hängen eng mit den Ansprüchen der an der Gärung beteiligten Mikroorganismen zusammen (Tabelle 4). Es muss alles getan werden, um optimale Bedingungen für die Milchsäurebakterien zu schaffen.

Tabelle 4: Ansprüche ausgewählter Mikroorganismen an Sauerstoffbedarf und pH-Wert

Mikroorganismen	Sauerstoffbedarf	pH-Wert	
		Optimum	Untergrenze
Milchsäurebakterien	fakultativ bis obligat anaerob	4,0 – 4,5	3,0 – 3,6
Essigsäurebakterien	fakultativ anaerob	4,5 – 5,0	4,3 – 4,5
Clostridien	obligat anaerob	4,5 – 5,0	4,2 – 4,4
Hefen	aerob bis fakultativ anaerob	2,5 – 4,2	1,3 – 2,2
Schimmelpilze	obligat aerob	-	2,5 – 3,0

Im Wesentlichen lassen sich vier Phasen der Silierung unterscheiden.

1. Restatmung

Im Zuge der Einlagerung veratmen aerobe Mikroorganismen den Restsauerstoff und es kommt zur Bildung von CO₂. Zum Teil findet noch eine Restatmung in den Pflanzenzellen statt. Ist dieser verbraucht, kommt es zum Absterben der aeroben Mikroorganismen und der Pflanzenzellen. Es tritt Zellsaft aus und der Futterstock sackt zusammen. Bei ausreichender Verdichtung und Abdeckung dauert dieser Prozess wenige Stunden. Wird kein Luftausschluss erreicht, kann diese Phase jedoch lange andauern. Es kommt zu einer starken Erwärmung des Silostockes, verbunden mit einem deutlichen Rückgang der Futterqualität, einer sprunghaften Vermehrung von Hefen und Pilzen bis hin zum vollständigen Verderb.

2. Beginn Milchsäuregärung

Bei Luftausschluss vermehren sich die anaeroben Milchsäurebakterien rasch im ausgetretenen Zellsaft. Anfangs dominieren noch die essigsäurebildenden Bakterien. Mit dem Absinken des pH-Wertes gewinnen die Milchsäurebildner die Oberhand. Diese Phase dauert etwa ein bis drei Tage.

3. Hauptgärung

Mit der starken Vermehrung der Milchsäurebakterien beginnt die Phase der Hauptgärung. Dabei kommt es durch die Bildung großer Mengen Milchsäure zur weiteren Absenkung des pH-Wertes. Damit verschlechtern sich die Lebensbedingungen für die Gärschädlinge. Nach ein bis zwei Wochen klingt die Milchsäuregärung ab, da der pH-Wert weit abgesenkt bzw. der Zucker vollständig vergoren ist. Im Ergebnis steht eine stabile, nahezu unbegrenzt haltbare Silage

oder es kommt zur

4. „Nachgärung“

Durch unzureichende pH-Wert-Absenkung kommt es zum „Umkippen“ der Silage. Die Milchsäure wird durch Clostridien zu Buttersäure abgebaut, mit der Folge eines Anstieges des pH-Wertes. Dieses wiederum beschleunigt die Umsetzungsprozesse bis hin zum vollständigen Verderb.

2.3 Luftausschluss

Das Gelingen der Silage hängt also ganz eng mit dem Erreichen eines schnellen Luftausschlusses zusammen. Die Poren müssen geschlossen und ein Lufteintritt sowie der Abfluss von CO₂ verhindert werden. Das Walzen muss von Beginn an, ab erstem Hänger, erfolgen. Dabei ist auf eine langsame Fahrt (optimal 2,5 km/h, maximal 4,0 km/h) zu achten. Diese verbessert die Druckwirkung stärker als die Erhöhung des Walzgewichts. Das optimale Walzgewicht ergibt sich aus der Bergeleistung in t Siliergut pro Stunde geteilt durch 3 bis 4. Die Anlieferung von Siliergut muss mit der Verdichtungsleistung übereinstimmen. Die eingelagerte Schicht sollte mindestens zwei- bis dreimal komplett überfahren werden. Dabei darf die Schichtdicke vor der ersten Überfahrt 30 cm nicht überschreiten. Nach der letzten Anlieferung sollte nachgewalzt werden. Ab einer Bergeleistung von über 20 t TM/h gibt es selbst bei pausenlosem Verdichten keine ausreichende Verdichtung mehr. Auf einen hohen Reifendruck (2,0 bis 3,5 bar) sollte bei den Walzfahrzeugen geachtet werden. Je höher Reifendruck, umso geringer ist die Aufstandsfläche. Auf Zwillingsbereifung ist zu verzichten. Erschwerend wirkt ein zu hoher Trockensubstanzgehalt im Siliergut. Bei Gehalten über 40 % entstehen Verdichtungsprobleme unabhängig von der Art der zu silierenden Stoffe. Negativ wirkt sich auch der hohe Rohfasergehalt bei physiologisch altem Futter aus. Die Häcksellänge stellt einen Kompromiss zwischen den Anforderungen der Tierfütterung und der Verdichtungseignung dar. Als optimale Häcksellängen gelten bei Mais und Ganzpflanzen 4 bis 8 mm sowie 25 bis 40 mm bei Anwelkgut. Beim Einsatz als Substrat in Biogasanlagen können diese auch kürzer sein, was aber einen deutlich höheren Aufwand und damit Energieverbrauch bei der Ernte nach sich zieht. Ziel sollte bei Trockensubstanzgehalten über 30 % eine Lagerungsdichte von mindestens 220 kg TM/m³ Silage sein. Bei höheren Trockensubstanzgehalten steigt dieser Sollwert weiter an. Ausgangsstoffe mit verfestigten Körnern, wie Mais oder Getreideganzpflanzen, erfordern den optimalen Einsatz eines Kornaufbereiters im Häcksler. Unzureichend verdichtete Silagen neigen zur Erwärmung. Die dabei auftretenden Verluste können größere Ausmaße annehmen, die in der Praxis häufig unterschätzt werden (Tab. 5).

Tabelle 5: Täglicher Trockenmasseverlust (%) durch Nacherwärmung (HONIG, 1974)

Trockensubstanzgehalt (%)	Temperaturerhöhung gegenüber Umwelt				
	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
20 %	1,6	3,2	-	-	-
30 %	1,2	2,3	3,5	-	-
50 %	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7

Nach der letzten Befüllung mit anschließendem Nachwalzen muss zügig ein luftdichter Abschluss des Silostockes mittels Silofolien erfolgen. So vermindert sich das Risiko der Schimmelbildung und damit verbundener Nacherwärmung. Gleichzeitig wird so das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert. Als unterste Folienschicht sollte eine dünne, transparente Unterziehfolie (40 µm) aufgebracht werden. Diese saugt sich durch Adhäsion an den Futterstock an und verhindert so das Eindringen der Luft. Darauf wird eine stärkere, farbige Folie (150 – 200 µm) zum Schutz von Futterstock und Unterziehfolie vor UV-Einstrahlung sowie mechanischer Belastung abgelegt. Dabei spielt die Farbe eine untergeordnete Rolle. Silofolien müssen verschiedene Anforderungen hinsichtlich Materialbeschaffenheit, Gleichmäßigkeit der Folienstärke, Reißdehnung und -festigkeit, Gasdurchlässigkeit, Säurebeständigkeit, Alterungsverhalten sowie UV-Beständigkeit erfüllen. Die eigene Überprüfung dieser ist schwierig, so dass getestete Folien mit DLG-Signum Verwendung finden sollten. Zur Fixierung sowie zum Schutz vor Beschädigungen kommt abschließend optimaler Weise Gewebefolie oder Schutzgitter zum Einsatz. Alternativ kann dieser Schutz auch durch ausgediente Förderbänder bzw. LKW-Planen erfolgen. Zur Folienbefestigung haben sich mit Kies befüllte Silosäcke bewährt.

Bei ortsfesten Siloanlagen mit Seitenwänden sollten diese ebenfalls mit Folie abgedichtet werden. Dafür eignen sich beispielsweise die Silofolien aus dem Vorjahr.

Zur Erreichung einer ausreichenden Stabilität sollte der Silostock mindestens sechs Wochen ungeöffnet bleiben. Wird eher Silage für die Fütterung benötigt, empfiehlt sich die Anlage eines kleinen Silos, um die Futterlücke zu überbrücken.

2.4 Silagelagerung

Beeinträchtigungen der Umwelt und besonders der Gewässer sind bei der Silagebereitung zu verhindern. Silagesickersaft ist einerseits Wirtschaftsdünger für den landwirtschaftlichen Betrieb, kann andererseits aber bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Anwendung das Oberflächen- und / oder Grundwasser gefährden. Deshalb ist das Einleiten in Kanalisationen, in oberirdische Gewässer und Gräben sowie das Versickern in den Untergrund verboten. Bei der Silagebereitung kann Silagesickersaft entstehen. Dieser Begriff umfasst folgende Substanzen:

Gärsaft

- säurehaltige Flüssigkeit, die bei der Gärfutterbereitung durch Zellaufschluss und Pressdruck entsteht. Bei Silagen mit Trockenmassegehalten unter 30 % muss mit stärkerem Auftreten gerechnet werden.

Sickersaft

- entsteht, wenn Niederschlagswasser während der Lagerperiode und Entnahme durch die Silage dringt und sich mit organischen Stoffen anreichert.

verunreinigtes Niederschlagswasser

- tritt auf, wenn Niederschlagswasser mit Silage in Verbindung kommt, vorrangig an Anschnittflächen sowie auf bereits beräumten Silageflächen.

Silagesickersaft weist einen hohen Anteil organischer Stoffe auf und enthält die im Konservat vorkommenden organischen Säuren (Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure). Der Trockenmassegehalt beträgt ca. 3 bis 5 %. Der pH-Wert liegt normalerweise im sauren Bereich zwischen 4 und 5. Außerdem befinden sich im Gärsaft unangenehme Geruchs- und Geschmacksstoffe, die das Trinkwasser ungenießbar machen, selbst wenn sie nur in Spuren auftreten. Silagesickersaft hat einen sehr hohen biochemischen Sauerstoffbedarf. Der Eintritt in Oberflächengewässer kann zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Wasserfauna führen.

Das Auftreten von Gärsaft hängt wesentlich vom Trockenmassegehalt des Siliergutes zur Einlagerung sowie der Stapelhöhe ab. Tabelle 6 zeigt die anfallende Gärsaftbildung bei Grassilage im Horizontalsilo. Bei Maissilagen mit Trockenmassegehalten über 28 % tritt kein Gärsaft mehr aus.

Tabelle 6: Gärsaftbildung bei der Grassilierung im Horizontalsilo (PETERS und WEISSBACH, 1974)

Futterstockhöhe (m)	Trockenmassegehalt des Siliergutes (%)			
	20	24	28	30
	kg Gärsaft/t Siliergut			
2	58	0	0	0
3	122	30	0	0
4	175	64	0	0
5	201	110	18	0

Anzustreben ist eine Einlagerung in ortsfeste Anlagen. Diese müssen gegenüber den zu erwartenden Beanspruchungen standsicher und dauerhaft dicht sein. Dies gilt für alle Anlagenteile, die mit Silagesickersaft in Berührung kommen, einschließlich der entsprechenden Rohrleitungen. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind einzuhalten (ThürVAwS, TRwS 792 JGS Anlagen, ThürBO). Die Dichtheit der Lagerbehälter sowie der angeschlossenen Rohrleitungen muss schnell und zuverlässig kontrollierbar sein. Bei der Konzeption der Anlage ist darauf zu achten, dass Wartungsarbeiten beim Betrieb der Anlage möglichst vermieden werden und notwendige Reparaturarbeiten leicht durchführbar sind. Die verwendeten Werkstoffe müssen korrosionsbeständig und mit dem Substrat verträglich sein. Fugen und Fertigteilstöße sind dauerhaft elastisch abzudichten. Zusätzlich ist in der Fuge zwischen Behältersohle und aufgehender Wand ein Fugenblech oder ein Fugenband einzubauen. Silagesickersaft-Sammelbehälter müssen zusätzlich mit einem säurebeständigen Anstrich oder gleichwertigen Vorkehrungen (z.B. Folie verschweißt) versehen sein. Mauerwerk ist dabei unzulässig, Form- und Schalungssteine müssen der DIN 11622, Teil 2 (insbesondere Qualität und Verarbeitung des Füllbetons, Dichtung der Sohlfuge) entsprechen. Die Grundlagen für Bemessung, Ausführung und

Beschaffenheit von Behältern für Silagesickersaft sind in der DIN 11622 Teile 1, 2 und 4 genannt. Die Größe der Auffangbehälter muss mindestens 3 % des Siloraumes betragen. Bei Einleitung in Güllebehälter ist keine gesonderte Sickersaftgrube notwendig.

Silageanlagen können als befestigte Silierplatte (ohne Seitenwände) mit einem oder mehreren Silagehaufen angelegt sein oder aus einem bzw. mehreren Einzelsilos mit Seitenwänden bestehen. Silierplatten bzw. Einzelsilos können zur Ableitung von Silagesickersäften durch Querrinnen im Boden in Segmente unterteilt sein.

Schlauchsilos, die auf einer befestigten Fläche mit gezielter Ableitung der Silagesickersäfte bei Trockenmassegehalten unter 30 % abgelegt sind, entsprechen auch bei großer Zahl oder Dimensionierung der guten fachlichen Praxis, weil bei ordnungsgemäßer Handhabung von keiner Gefährdung der Umwelt auszugehen ist.

Zur Vermeidung großer Mengen verunreinigten Niederschlagswassers empfiehlt sich die Unterteilung der Fläche der Siloanlage in Segmente, die sich nacheinander belegen / räumen und getrennt entwässern lassen. Nicht belegte Siloplatten bzw. -bereiche können separat sauber gehalten werden. Bei geöffneten Silo und / oder mit Silageresten verschmutzter Flächen, ist der anfallende Silagesickersaft einschließlich des verunreinigten Niederschlagswassers in den Silagesickersaftsammel- bzw. Güllebehälter zu leiten. Das von leeren und besenreinen Siloanlagen getrennt erfasste nicht durch Silage verunreinigte Niederschlagswasser kann flächenhaft oder in Mulden über die belebte Bodenschicht versickert werden.

Foliensilos (Schlauchsilos und Silageballen) können auch auf nicht befestigten Untergrund abgelegt werden, wenn die Lagerdauer 9 Monate nicht überschreitet, der Trockenmassegehalt der Silage > 25 % beträgt und die Ablage auf ständig wechselnden Standorten der landwirtschaftlichen Nutzfläche erfolgt (ThürVVwS 7.3).

Behelfssilos (Freigärhaufen) sollten nur in Ausnahmefällen anstelle von ortsfesten Anlagen angelegt werden. Hier gilt es die Sorgfaltspflicht entsprechend § 1a WHG und dem Vorsorgegrundsatz nach §§ 26 und 34 WHG sowie eventuelle Anordnungen nach § 84 ThürWG zu beachten. Für örtlich veränderbare Silageanlagen gilt ein generelles Verbot in den Wasserschutzgebietszonen I und II, in Zone III von Wasserschutzgebieten sind sie in der Regel unzulässig. Die jeweils geltenden Schutzgebietsverordnungen sind zu beachten (Verordnungen der Landkreise zu geschützten Landschaftsbestandteilen). In Überschwemmungsgebieten sind Behelfssilos wasserrechtlich genehmigungsbedürftig. Außerhalb dieser Standorte sind Behelfssilos auf landwirtschaftlichen Nutzflächen bei jährlichem Wechsel zulässig. Im Allgemeinen sollten Behelfssilos so beschaffen sein, dass Einträge in Oberflächengewässer und Grundwasser ausgeschlossen sind. Folgendes ist dabei insbesondere zu beachten:

- Trockenmassegehalt Siliergut > 30 %,
- Mächtigkeit der unverletzten, belebten Bodenschicht mindestens 20 cm,
- höchster Grundwasserstand tiefer als 1 m unter der Oberfläche,
- Mindestabstand von 50 m zu oberirdischen Gewässern (Flüsse, Bäche, Seen, Teiche),
- Abdecken mit wetterfester Folie und ständige Kontrolle der Unversehrtheit,
- Mindestabstand zu Hausbrunnen 150 m,
- Verhinderung des Abfließens von verschmutztem Regenwasser in oberirdische Gewässer, z.B. bei geneigtem Gelände.

Aus Vorsorgegründen empfiehlt sich die Anlage des Silos auf einer reißfesten Bodenfolie (200 – 500 µm).

Ausführliche Erläuterungen sind enthalten in:

- Thüringer Bauordnung (Thür BO),
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG),
- Thüringer Wassergesetz (ThürWG),
- Thüringer Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (ThürVAwS),
- DIN 11622 „Gärfutterbehälter und Güllebehälter“, Teile 1, 2, 4, 21 und 22,
- TRwS 762 JGS Anlagen.

2.5 Siliermittel

Neben den voranstehenden Faktoren erfordert eine schnelle und erfolgreiche Gärung das Vorhandensein von Milchsäurebakterien. Der Grenzwert beträgt 10^5 Keimbildende Einheiten (KBE)/g Siliergut (PAHLOW, 1982). Dieser Keimdichtebedarf wird jedoch unter Praxisbedingungen nicht immer erreicht. Deshalb ist der Einsatz von Milchsäurebakterienpräparaten (ausreichenden Zuckergehalt im Siliergut vorausgesetzt) in vielen Fällen sinnvoll. Siliermittel sind aber kein Ausgleich für Mängel bei der Siliertechnik. Ebenso müssen die pflanzenbaulichen Anforderungen, wie rechtzeitiger Schnitt bei Gräsern und Leguminosen, eingehalten werden.

Ein gezielter Einsatz von Siliermitteln kann

- den Gärverlauf positiv beeinflussen,
- die Silierverluste senken,
- die Verdaulichkeit des Futters erhöhen,
- die Stabilität der Silage verbessern,
- die Energiekonzentration in der Silage steigern.

Des Weiteren ermöglicht ein gezielter Siliermitteleinsatz die Silierung bei niedrigeren Trockenmassegehalten als eingangs angegeben. Nach WEISSBACH (2002) kann bei chemischen Präparaten mit 10 % und bei Milchsäurebakterien mit 5 % TM gerechnet werden. Damit verkürzt sich die mit Nährstoffverlusten verbundene Feldliegezeit und es verbessert sich die Kontinuität bei der Silagebereitung.

Die Entscheidung für ein Siliermittel richtet sich immer nach den konkreten pflanzenbaulichen und betrieblichen Bedingungen entsprechend Wirkungsrichtung und Anwendungsbereich. Die Ausbringung hat mit geeigneten Dosiergeräten in den Gutstrom der Erntemaschine zu erfolgen. Dabei ist auf eine gleichmäßige Verteilung zu achten. Flüssigkeiten erlauben eine gleichmäßigere Benetzung des Siliergutes, insbesondere bei höheren TM-Gehalten. Das Siliermittel sollte immer in der gesamten Silage eingesetzt werden (PFLAUM u. GARTNER, 1997b).

Die alleinige Zugabe von zuckerhaltigen Stoffen (Melasse) zur Erhöhung des Zuckergehaltes im Siliergut verspricht keinen Erfolg, da sich damit auch die Lebensbedingungen für die Gärschädlinge verbessern. Ein gleichzeitiger Zusatz von Milchsäurebakterien macht sich erforderlich.

Bei Anwendung der Siliermittel ist auf die exakte Dosierung entsprechend den Angaben des Herstellers zu achten. Eine Reduzierung der auszubringenden Aufwandmenge kann den Erfolg infrage stellen. Ebenso sind die Hinweise hinsichtlich Arbeitsschutz und Fütterung einzuhalten.

Die Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes hängt in starkem Maße von den betrieblichen Bedingungen ab und lässt sich deshalb nicht pauschal einschätzen. Siliermittel zielen zumeist nicht auf Einzelwirkungen ab, sondern auf einen ganzen Komplex von Effekten. Neben der direkten Wirkung zur Verbesserung des Gärverlaufs, ergeben sich zusätzlich Weitere in der gesamten Futterwirtschaft. Durch die höhere Energiekonzentration in der Silage und die damit verbundene erhöhte Grundfutteraufnahme kann Kraftfutter eingespart werden oder es lassen sich bei gleicher Kraftfuttergabe höhere Milch- und Mastleistungen erzielen. Die Verbesserung der Silagequalität trägt zu einer wiederkäuergerechten Fütterung bei und kann so positiv auf den Gesundheitszustand der Tiere wirken (PFLAUM, RUTZMOSER, GARTNER, 1997).

Die Produktauswahl hängt von der Futterart sowie den betrieblichen Bedingungen ab. Siliermitteln mit DLG-Gütezeichen ist dabei aus Sicherheitsgründen Vorrang einzuräumen. Folgende mittleren Effekte lassen Siliermittel mit entsprechendem Ausweis in Wirkungsrichtung und Anwendungsbereich im Vergleich zur unbehandelten Silage erwarten (SPIEKERS u. THAYSEN, 2002):

- | | |
|--|-----------------|
| - Silierverluste (absolut % TM) | -1,0 bis -8,0, |
| - Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) | +1,0 bis +3,0, |
| - Energiekonzentration (MJ NEL/kg TM) | +0,1 bis +0,3, |
| - Futteraufnahme (% behandelter Silage) | +5,0 bis +10,0, |
| - Milchleistung (kg/Tier und Tag) | bis +1,2, |
| - Mastleistung (g Zunahme/Tier und Tag) | bis + 85, |
| - Verminderung Clostridiensporen (% Sporen/g FM) | bis 90. |

Die Wirkung der Siliermittel hängt von der Futterart und den Silierbedingungen ab. Vielfältige Einsatzbedingungen und daraus resultierend unterschiedliche Anforderungen, gepaart mit einem großen Produktsortiment, erschweren dem Landwirt die Entscheidung für ein Siliermittel. Die Hersteller von Siliermitteln haben die Möglichkeit, ihre Produkte einer neutralen und kontinuierlichen Qualitätskontrolle durch die DLG zu unterwerfen. Erfüllen die Ergebnisse der intensiven Prüfungen die DLG-Anforderungen und sind die Voraussetzungen für die Qualitätssicherung bei der Produktion gegeben, kann der Antragsteller für das getestete Produkt das DLG-Gütezeichen erhalten. Die Verleihung des DLG-Gütezeichens erfolgt nicht pauschal, sondern zweckorientiert nach den beantragten und nachgewiesenen Wirkungsrichtungen und Anwendungsbereichen. Wenn Produkte in einigen Wirkungsrichtungen keine Nachweise haben, so kann das sowohl „nicht geprüft“, „keine Prüfung beantragt“ als auch „nicht erteilt“ bedeuten. Die Richtlinien der DLG schreiben zudem vor, dass Siliermittel, die das Gütezeichen führen, mit der prämierten Kategorie gekennzeichnet sein müssen. Mit der Verordnung (EG) 1831/2003 über Zusatzstoffe in der Tierernährung ist in Europa ein einheitlicher Rechtsrahmen auch für Silierzusatzstoffe geschaffen worden. Alle Silierzusatzstoffe müssen entweder für jeden enthaltenen Einzelwirkstoff oder als Zubereitung (Siliermittel) eine europäische Zulassung besitzen.

Hinsichtlich ihrer Wirkungsrichtung werden die Siliermittel entsprechend den DLG-Richtlinien nach Gruppen unterteilt.

Gruppe 1: Verbesserung des Gärverlaufs,

Gruppe 2: Verbesserung der aeroben Stabilität,

Gruppe 3: Reduzierung des Gärsaftanfalls,

Gruppe 4: Verbesserung von Futterwert und Leistung,

Gruppe 5: Zusätzliche Wirkungen (z.B. Verhinderung der Vermehrung von Clostridien).

Für Siliermittel zur Verbesserung des Gärverlaufs wird nach Anwendungsbereichen unterschieden (Tab. 7).

Tabelle 7: Anwendungsbereiche (AWB) von Siliermitteln zur Verbesserung des Gärverlaufs (DLG-Richtlinie)

Anwendungsbereich	Merkmale	TM-Gehalte	Einzelart
A (schwer silierbar) VK < 35	niedriger Zuckergehalt (< 1,5 % in der OM), erhöhte Pufferkapazität, zumeist niedriger TM-Gehalt, Feldliegezeit >3 Tage	Leguminosen < 25 %	Rotklee, Luzerne sowie deren Grasgemenge mit hohen Leguminosenanteilen
		Gräser < 20 %	v.a. Wiesenrispe, Wiesenlieschgras sowie andere bei geringem TM-Gehalt
B (mittelschwer silierbar) VK > 35	Zuckergehalt 1,5 – 3,0 % in der OM, begrenzte Pufferkapazität, niedriger Nitratgehalt	Leguminosen 25 – 30 %	Leguminosen-Gras-Gemenge mit ausgewogenen Anteilen
		Gräser 20 – 25 %	Weidelgrasarten, Knautgras, Getreideganzpflanzen, Getreide-Gras-Gemenge
C (leicht silierbar) VK > 35	Zuckergehalt > 3 % in der OM, ausreichender TM-Gehalt, begrenzte Pufferkapazität	Leguminosen > 35 %	Leguminosen-Gras-Gemenge mit hohen Anteilen Weidelgras
		Gräser > 30 %	Weidelgräser
		Mais > 25 %	Silomais
D	Silagen aus Körnern	-	Feuchtgetreide, Maiskolbenprodukte u.a.
E spezielle Futterarten	Futtermittel, die besondere Wirkungen des Siliermittels erfordern	-	Futterrüben, Pülp, Pressschnitzel u.a.

Die Silageerzeugung aus kohlenhydratreichen Ausgangsmaterialien (z.B. Mais) bereitet, den Gärverlauf betreffend, weniger Probleme. Jedoch kommt es häufig bei Lufteintritt und insbesondere an den Anschnittflächen zu verstärkter Schimmelbildung und Verderb. Die dabei auftretenden Nährstoffverluste können größere Ausmaße annehmen. Eine ausreichende

Entnahme (ca. 1,5 m / Woche im Winter sowie 2,5 m / Woche im Sommer im Horizontalsilo) muss gesichert sein. Eine zusätzliche Möglichkeit zur Verringerung dieser Verluste besteht im Einsatz von Siliermitteln mit DLG-Gütezeichen zur Verbesserung der Haltbarkeit von Silagen unter Lufteinfluss. Um einen sicheren Schutz vor Verderb zu erreichen, macht sich auch dabei die Behandlung der gesamten Silagemenge erforderlich.

Die aktuelle Liste der DLG-geprüften Siliermittel kann unter www.dlg-test.de/siliermittel abgerufen werden.

In den Landwirtschaftsbetrieben mit gutem Futterbau und ausgereifter Konservierungstechnik sollte der Siliermitteleinsatz, auch aus Sicherheitsgründen, zum Standardverfahren gehören. Insgesamt ist auf eine strikte Einhaltung der Anforderungen an Arbeits- und Umweltschutz zu achten.

3 Kontrolle am Silo

Die Silageproduktion im Betrieb muss unabhängig von der weiteren Verwertung eine ausreichende Sicherheit hinsichtlich Menge und Qualität gewährleisten. Das erfordert ein hohes Maß an Planung, Messen und Kontrollieren. Dies beginnt mit der Futterplanung sowie der Mengenerfassung bei der Einlagerung. Zum Ausgleich von Ertragsschwankungen empfiehlt sich die Vorhaltung von ca. 10 % Futterreserve. Die kontinuierliche Erfassung des Trockenmassegehaltes dient der Ermittlung des Trockenmasseertrages. Der Vergleich mit der ausgelagerten Menge erlaubt dann Rückschlüsse auf die Silierverluste an Trockenmasse. Wenn diese ca. 10 % wesentlich überschreiten, sollte das Gesamtverfahren geprüft werden. Die gezielte Fütterungsplanung erfordert zusätzlich die Analyse der Inhaltsstoffe im Labor. In regelmäßigen Abständen sollte eine visuelle Prüfung des Silos hinsichtlich Unversehrtheit der Silofolien, Undichtheiten an Wänden, Schimmel, Fäulnis und farbliche Veränderungen an der Anschnittfläche erfolgen. Dabei lässt sich gleichzeitig Konsistenz und Geruch einschätzen. Die Kontrolle des pH-Wertes gibt Hinweise auf das Erreichen eines stabilen Lagerzustandes bzw. eventuell einsetzende Umwandlungsprozesse durch Milchsäureabbau. Mit Hilfe von Indikatorpapier lässt sich dieser leicht bestimmen. Bei Nasssilagen sollte der pH-Wert unter 4,0 liegen, bei Trockenmassegehalten von 45 % unter 5,0. Die Vermeidung von größeren Verlusten erfordert eine ausreichende Verdichtung. Diese kann mittels Probebohrungen ermittelt werden. Dabei nutzt man einen geeigneten Probenbohrer mit definiertem Probekern. Dieser wird gewogen und der Trockenmassegehalt bestimmt. So lässt sich die Verdichtung in kg TM / m³ ermitteln. Bei Entnahme mittels Blockschneider kann alternativ der Siloblock vermessen und gewogen werden. Um Erwärmungen rechtzeitig zu erkennen, empfiehlt sich eine Temperaturmessung an der Anschnittfläche. Nach dem Vorstechen mit einer Stahllanze sollte ein mindestens 50 cm langes Einstechthermometer an mehreren Stellen ca. 40 cm tief in den Silostock gestochen werden. Die Normaltemperatur im Kern liegt unter 20 °C. Temperaturdifferenzen über 5 Grad zwischen den verschiedenen Einstichstellen zeigen Nacherwärmungen mit den damit verbundenen Verlusten (Tab. 5) an.

Stellt man bei der Kontrolle der Silage Probleme fest, ist der Einsatz in der Fütterung eingeschränkt. Ein höherer Buttersäuregehalt lässt sich leicht am Geruch nach faulen Eiern und einem zu hohen pH-Wert erkennen. Ist die Buttersäure nur über eine Fingerprobe wahrnehmbar, liegt der Gehalt unter 0,3 % und die Verfütterung kann erfolgen. Wird die Buttersäure deutlich wahrgenommen, verbietet sich ein Futtereinsatz. Verschimmelte Silage sollte aufgrund der Gefahr von Toxinen grundsätzlich nicht verfüttert werden. Zumindest die grau verfärbte Silage um den Schimmelpilzkern ist zu beseitigen. Bei anhaltender Nacherwärmung können je nach Grad unterschiedliche Maßnahmen sinnvoll sein. Ist der Anschnitt nach der Entnahme noch normaltemperiert und erwärmt sich erst später, kann durch Besprühen mit verdünnter Propionsäure der Verderb an der Anschnittfläche eingeschränkt werden. Reicht die Erwärmung tiefer in den Silostock besteht zur Verhinderung von Verderb nur die Möglichkeit des Umsilierens von Teilpartien bzw. des kompletten Silostocks (NUSSBAUM, 2012).

Für einen gezielten Futtereinsatz ist eine Untersuchung und Qualitätsbewertung der Silage notwendig. Aufgrund der vielfältigen Bedingungen können Tabellenwerte nur Anhaltspunkte geben. Je nach Silogröße empfiehlt sich eine mehrmalige Probenahme. Dabei muss diese repräsentativ sein. Geeignet ist dabei ein stabiler Bohrstock aus Stahl mit scharfem Stechrand. Die erste Probe sollte ca. sechs Wochen nach der Einlagerung erfolgen. An etwa drei Stellen sind möglichst alle Schichten des Silostockes zu beproben. Die durch die Bohrungen entstandenen Bohrlöcher müssen mit Silage wieder fest verstopft und wasserdicht verschlossen werden. Die entnommenen Bohrkern sind gut zu vermischen und etwa 1 kg in einen Plastikbeutel zu füllen, die Luft herausdrücken und diese zu verschließen. Versehen mit dem Begleitformular sollten die Proben möglichst schnell in das Untersuchungslabor gelangen. Bei Zwischenlagerung ist unbedingt zu kühlen.

4 Fazit

Zur Absicherung der ganzjährigen Fütterung der Wiederkäuer ist die Erzeugung von qualitativ hochwertiger Silage von höchster Bedeutung. Alle Maßnahmen beginnend vom Feldbestand bis zur Silier- und Entnahmetechnik müssen darauf ausgerichtet sein. Dazu trägt eine auf die Silierleistung abgestimmte Ernteleistung, die Vermeidung von Verschmutzung, ein ausreichendes Verfestigen, eine schnellstmögliche Abdeckung sowie die Einhaltung einer ausreichenden „Siloreifezeit“ bei.

Die Herstellungskosten für 1 dt Trockenmasse Silage betragen unter mittleren Thüringer Standortbedingungen zwischen 12,60 € für Silomais und 18,60 € bei Anwelksilage von extensiv bewirtschaftetem Grünland (DEGNER, 2013). Auch aus wirtschaftlichen Gründen muss man bei der Silagebereitung höchste Sorgfalt walten lassen.

Literaturverzeichnis

- DEGNER, J.: Verfahrensgestaltung und –kosten der Anwelksilagebereitung. Vortrag Silagetagung der TLL, 17.04.2013, Jena.
- HONIG, H.: Losses by secondary fermentation during unloading the silo. 3rd Silage Conference, Edinburgh, 1974
- JÄNICKE, H.: Grobfutter- und Substraterzeugung. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8 Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M., 2012, S. 27.
- NUSSBAUM, H.: Umgang mit Qualitätsminderungen bei Silage. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8 Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M., 2012, S. 185 – 190.
- PETERS, G.; WEISSBACH, F.: Sickersaftbildung bei der Grünfuttersilierung in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren, F/E-Bericht, AdL, Berlin, 1974.
- PFLAUM, J.: Flexibel in der Silierstrategie. In: Allgäuer Bauernblatt 32/1997. S. 32-33.
- PFLAUM, J., GARTNER, L.: Verteilung des Siliermittels sehr wichtig. In: Allgäuer Bauernblatt 11/1997.
- PFLAUM, J., RUTZMOSER, K.; GARTNER, L.: Rechnet sich der Siliermitteleinsatz. In: Allgäuer Bauernblatt 17/1997, S. 31-32.
- SPIEKERS, H.: Konservierungsverfahren. 1 Ziele. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8 Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M., 2012, S. 17.
- SPIEKERS, H.; THAYSEN, J.: Mengen- und Qualitätseffekte von Siliermitteln und -zusätzen. In: Futterkonservierung, 6. Auflage, Eigenverlag nordwestdeutsche Landwirtschaftskammern, 2002, S. 45 – 49.
- WEISSBACH, F.: Siliermittel für mehr Sicherheit. In: Bauernzeitung 17/2002, S. 45 – 47.
- ZIMMER, E.: Biochemische Grundlagen der Einsäuerung, Proceedings 3. General Meeting of the European Grassland Federation, Braunschweig, 1969, S. 113 – 125.