

Qualitäts-Grassilage erzeugen – vom Feld bis in den Trog





WIR WACHSEN MIT

Ob Landwirtschaft, Lebensmittel oder Ernährung: Der aid infodienst bereitet Informationen aus Wissenschaft und Praxis verständlich auf, informiert umfassend, schnell und das seit mehr als 60 Jahren. Als gemeinnütziger Verein, der mit öffentlichen Mitteln gefördert wird, kann er frei von Werbung und kommerziellen Interessen arbeiten.



Wissen in Bestform

aid infodienst
Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V.
Heilsbachstr. 16
53123 Bonn
Tel.: 0228 8499-0, Fax: 0228 8499-177
aid@aid.de, www.aid.de

Herausgegeben vom
aid infodienst
Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V.
Heilsbachstraße 16
53123 Bonn
Internet: www.aid.de
E-Mail: aid@aid.de
mit Förderung durch das
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages.

Text

Dr. Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer
Schleswig-Holstein;
Mitarbeit: Dr. Andrea Wagner
BAG Budissa Agroservice GmbH

Redaktion

Dr. Volker Bräutigam, aid

Bilder

Titel: Dr. Thaysen

Gestaltung

grafik.schirmbeck, 53340 Meckenheim

Druck

Druckerei Lokay e. K., 64354 Reinheim

Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise
– sowie Weitergabe mit Zusätzen, Aufdrucken oder
Aufklebern nur mit Genehmigung des aid gestattet.

ISBN 978-3-8308-0970-8

2., veränderte Neuauflage



Dieses Heft wurde in einem klimaneutralen
Druckprozess mit Farben aus nachwach-
senden Rohstoffen bei einer EMAS-zerti-
fizierten Druckerei hergestellt. Das Papier
besteht zu 60 Prozent aus Recyclingpapier.

Seite

1 Einleitung	5
Bedeutung hoher Grassilagequalität in der Fütterung.....	7
Einzeltier- und Lebensleistung der Milchkuh.....	9
Grassilagequalität und Erkrankungen/Stoffwechsel- störungen.....	10
Kostenstruktur von Futtermitteln.....	12
2 Futterplanung, Mengenanprüche Rinder, Erträge	13
3 Zielkenngrößen Grassilagequalität	14
4 Bedeutung von Pflanzen im Grünland und Ackerfutterbau für Futterwert und Gärqualität	18
5 Produktionstechnik	22
Flächenpflege	22
Vorgehensweise auf Problemflächen	23
Düngung	25
Schnittzeitpunkte.....	26
Leguminosen (Klee und -gras, Luzerne) silieren	28
Anwelken auf 30 bis 45 % TM.....	29
Mähen/Aufbereiten/Zetten/Schwaden	29
Wildrettung bei der Grünlandmahd.....	32
Futterbergung und Konservierung.....	34
Transportieren, Einlagern und Verdichten im Flachsilo.....	39
LKW's in der Silageernte	39
Überfahren oder vorm Silo abkippen?	40
Verdichtung	40
Verdichtung im Flachsilo	41
Walztechniken	44
Verdichtung im Folienschlauch.....	44
Verdichtung im Rund- bzw. Quaderballen	46
Abdeckung und Entnahme	46
6 Verfahrenskostenvergleich Grassilageernte	48
Futterwerbung und -bergung	49
Konservierung.....	49
Verfahrenskosten Fahrsilo	50
Verfahrenskosten Folienschlauch.....	50

Einlagerung mit dem Verfahren „Tunnelsilage“	51
Auslagerung	52
Gesamtkosten	53
Diskussion und Fazit	54
7 Silierzusätze und deren Einsatz zur Silierung von Gras und Leguminosen	55
Silierzusatzarten	55
DLG-Gütezeichen für Silier- und Konservierungsmittel	59
Grundsätze des Silierzusatzeinsatzes	60
Dosiertechnik und Aufwandmenge	60
Praktische Siliermittelwahl	60
Einsatzempfehlungen bei der Klee gras- oder Luzernesilierung	63
Wirtschaftlichkeit des Silierzusatzeinsatzes	63
8 Silocontrolling	65
Temperatur- und Verdichtungsermittlung	65
Überprüfung der Verdichtung im Silo	66
Beurteilung der Gärqualität	66
9 10 ‚goldene Regeln‘ der Silagebereitung	70
10 Silagequalitätsmängel: Ursachen und Vermeidung	74
Buttersäure	74
Essigsäure	74
Nacherwärmung im Silo	75
Schimmel	75
11 Literaturverzeichnis	77
12 KTBL-Veröffentlichungen	80
13 Weitere aid-Medien	81



Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in der Milcherzeugung erfordern die Ausschöpfung von Effizienzreserven. Niedrige Preise müssen durch niedrige Kosten aufgefangen werden. Für die Senkung der Stückkosten je Liter Milch kommt dabei der Steigerung der Milchleistung je Kuh eine besondere Bedeutung zu. Während die durchschnittliche Milchleistung in Deutschland bei 7000 kg Milch je Kuh und Jahr liegt, erreichen und überschreiten Spitzenbetriebe ein Niveau von 10.000 kg je Kuh und Jahr, unabhängig von der Herdengröße. Als eine entscheidende Voraussetzung für diese Leistungen hat sich dabei eine sichere, hohe Grobfutterqualität erwiesen.

Für Milchleistungen des anzustrebenden Niveaus muss die Umsatzkapazität des Verdauungssystems der Kuh kontinuierlich ausgeschöpft werden. Im Einzelnen ist dabei eine maximale Aufnahme des besten Grobfutters, die Aufrechterhaltung eines gleichbleibend optimalen Pansenmilieus und eine weitgehend synchrone Protein- und Kohlenhydratverdauung im Pansen anzustreben. Weiterhin sollten alle Möglichkeiten genutzt werden, die Verdauung von Stärke und Protein im Dünndarm zu steigern sowie die Nachteile einer beschleunigten Futterpassage, die als Folge sehr hoher Futteraufnahmen entstehen können, auszugleichen.

Diese Forderungen lassen sich mit Weidegras als alleinigem oder überwiegendem Grobfutter nicht erfüllen. Selbst bei hochwertigen Grasbeständen und bestem Weidemanagement bleibt die erreichbare Futteraufnahme hinter dem Bedarf zurück. Ein Ausgleich durch Krafffutter ist aufgrund der in diesem Bereich großen Grobfutterverdrängungsrate nur eingeschränkt möglich. Obwohl bei der Sommerstallfütterung höhere Futteraufnahmen als auf der Weide realisiert werden, kann aus ökonomischen und praktischen Gründen dieses Verfahren das oben genannte Ziel nicht verwirklichen. Somit verbleibt nur das Verfahren der ganzjährigen Stallfütterung mit mehreren hochwertigen Silagearten, die je nach aktuellem Futterwert gezielt an Tiergruppen mit unterschiedlichen Leistungsansprüchen zum Einsatz kommen.

Grassilage ist und bleibt auch in Zukunft eine bedeutende Silageart. Bei steigenden Preisen für Konzentrate (Tabelle 1) und zunehmender Flächenkonkurrenz zwischen Biogasanlagen und Milchproduktion um den Silomais gewinnt die Qualität der Grassilage aus ökonomischer Sicht an Bedeutung. Im Vergleich zur Maissilage jedoch variiert deren Qualität sehr, sowohl innerhalb als auch zwischen den Jahren (THOMSEN 2009). Verursacht wird diese Variation der Grassilagequalität durch Unterschiede in den Pflanzenbeständen, der Zusammensetzung des zu silieren-

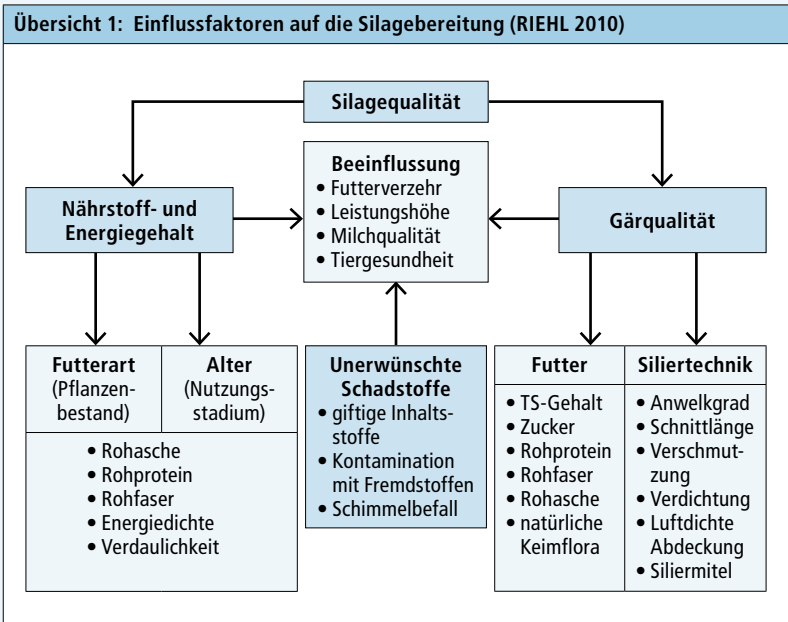
den Ausgangsmaterials, den Schnittterminen, den Intervallen zwischen den Schnitten, dem Siliermanagement und Differenzen in den Effekten von Silierzusätzen. Dabei zeigen die Grassilagen Mängel weniger hinsichtlich der Energiekonzentration als vielmehr in der Gärqualität und in der aeroben Stabilität bei der Entnahme (HONIG et al. 1999). Weitere Probleme der Grassilagequalität sind zu hohe Rohasche- (Sand-) und Kaliumgehalte, zu hohe oder zu niedrige Rohfaser- bzw. Proteingehalte, zu hohe oder zu niedrige

Trockenmassegehalte, eine zu geringe Verdichtung, zu hohe Buttersäure- und/oder Essigsäuregehalte und eine zu geringe Lagerstabilität.

Damit Grassilage den Ansprüchen von Milchkühen mit hohen Leistungen genügt, ist jedoch eine gleichbleibend hohe, sichere Grassilagequalität (Übersicht 1) ohne Mängel erforderlich.

Tabelle 1: Kosten Futtermittel Rinderfütterung – November 2009 (nach HARMS 2009)				
Futtermittel	% TM	MJ NEL /kg TM	€/dt	Ct/10 MJ NEL
Silagen				
Grassilage (niedrige bis hohe EK)	35	5,6...6,9	5,0	25,4...21,9
Maissilage	35	6,7	3,5	15,1
GPS (WW)	40	6,4	4,9	19,2
Feuchtkornmais	65	8,6	10,2	18,2
Pressschnitzel siliert	25	7,5	2,8	15,0
Trockenkonservate				
Heu	85	5,8	15,0	31,2
Stroh	82	3,5	6,0	21,0
Einzelfuttermittel				
Futterweizen *	88	8,5	12,3	16,8
Futterroggen *	88	8,5	8,3	11,4
Körnermais	88	8,4	17,5	23,6
Sojaschrot	88	8,6	32,9	43,4
Rapsschrot	88	7,3	16,6	25,8
Pansengeschütztes Rapsschrot	90	7,4	23,0	34,5
Getreideschlempe	89	7,4	15,5	23,5
Pressschnitzel frisch ab Fabrik	25	7,5	2,4	12,7
Mischfuttermittel				
Kraftfutter 18/III	88	7,7	13,7	20,2
Kraftfutter 20/IV	88	8	14,1	20,0

* inkl. Mahl- und Einlagerungskosten



Bedeutung hoher Grassilagequalität in der Milchviehfütterung

Da mit steigender Energiekonzentration der Silage die Futtermittelaufnahme der Tiere zunimmt, ist generell eine hohe Qualität des Futters, insbesondere der Energiekonzentration, erforderlich. Auch wird die Protein- und Mineralstoffversorgung an eine hohe Milchleistung angepasst. Vielfach wird dabei die Bedeutung der Grobfutterqualität unterschätzt.

Fachlich falsch ist die weit verbreitete Meinung, dass bei einem späteren Schnitt mit einem höheren TM- bzw. Energieertrag die Futterkosten durch geringere Produktionskosten sinken würden. Das Gegenteil ist der Fall: die geringe Futtermittelaufnahme und Milchleistung, die zusätzliche Kraftfuttermenge sowie die abnehmende Grobfutter-

leistung erhöhen die Futterkosten bei der Milchproduktion meistens (siehe Tabellen 2 und 3).

Eine hohe Milchleistung von zum Beispiel über 30 kg Milch pro Kuh und Tag stellt hohe Ansprüche an die Futterqualität. Eine hochwertige Grassilage sollte mindestens 6,4 MJ NEL pro Kilogramm TM aufweisen. Von Grassilagen mit höheren Energiegehalten wird mehr aufgenommen. Zu der höheren Grobfuttermittelaufnahme kann mehr Kraftfutter eingesetzt werden und die insgesamt höhere Futter- und Energieaufnahme kann höhere Milchleistung wiederkäuergerecht erfüllen. In den Tabellen 2 und 3 wurde für einen Grobfutteranteil von 45 % der TM und den Angaben aus Tabelle 4 Rationen für maximale Milchleistung berechnet. Bei Einsatz von Maissilage sind meistens höhere Milchleistungen möglich. Allerdings ist die geringere Struktur-

Tabelle 2: Rationsbeispiel mit unterschiedlichen Grassilagequalitäten, Milchkuh, 3. Laktation mit 60 LT und 675 kg LM

Beispielsrationen: Grünlandstandort

Grassilage, Qualität	mäßig	mittel	hoch
Netto-Energie-Laktation (NEL), MJ/kg TM	5,7	6,1	6,5
Grassilage, kg TM	10,6	11,0	11,5
Milchleistungsfutter (MLF) (160/3), kg	14,4	15,4	16,2
Mineralfutter, g	50	50	50
gesamt, kg TM	23,3	24,6	25,8
Anteil Grassilage, % der TM	45	45	45
Strukturwert (SW), /kg TM	1,69	1,50	1,33
abgedeckte Milchleistung, kg/Tag	36	40	44
Futterkosten: Euro/Tag Cent/kg Milch	4,42 12,3	4,78 12,0	5,13 11,7

Quelle: SPIEKERS et al. 2009

Tabelle 3: Rationsbeispiel mit unterschiedlichen Grassilagequalitäten, Milchkuh DH, 3. Laktation mit 60 LT und 675 kg LM

Beispielsrationen: Maisstandort

Grassilage, Qualität	mäßig	mittel	hoch
Netto-Energie-Laktation (NEL), MJ/kg TM	5,7	6,1	6,5
Grassilage, kg TM	5,7	5,7	5,8
Maissilage, kg TM	5,6	5,7	5,8
Ausgleichskraftfutter (+23/2), kg	1,5	1,5	1,5
Milchleistungsfutter (MLF), kg	13,7	14,2	14,5
gesamt, kg TM	24,6	25,2	25,7
Anteil Grobfutter, % der TM	45	45	45
Strukturwert (SW), /kg TM	1,28	1,18	1,10
abgedeckte Milchleistung, kg/Tag	40	42	44
Futterkosten: Euro/Tag Cent/kg Milch	4,67 11,7	4,85 11,5	5,00 11,4

Quelle: SPIEKERS et al. 2009

wirksamkeit derartiger Rationen zu beachten. Die Beispielkalkulationen zeigen, dass ein früher Grassilageschnitt und damit eine hohe Nutzungsfrequenz aus der Sicht der Fütterung und der Futterkosten anzustreben sind.

Früher Schnitzeitpunkt für eine hohe Energiekonzentration

Auf Grünlandflächen mit günstigen Wachstumsbedingungen (Mineralstandorte, die hinsichtlich Temperatur, Bodenfeuchte und N-Versorgung gut ausgestattet sind) zeigt das Gras im

Tabelle 4: Energiedichte und Kosten von Grassilage

Typ	Kosten		
	NEL-Gehalt MJ/kg TM	Euro/dt TM	Cent/ 10 MJ NEL
Grassilage, gut	6,5	19	29,2
Grassilage, mittel	6,1	18	29,5
Grassilage, mäßig	5,7	17	29,8
Maissilage	6,6	16	24,2
	MJ/kg	Euro/dt TM	
MLF (160/3)*	6,7	18	26,9
Ausgleichskf. (+23/2)*	6,2	24	38,7
Mineralfutter	–	55	–

* (160/3) = 160 g nXP/kg; (+23/2) = 23 g RNB und 205 g nXP/kg

Quelle: SPIEKERS et al. 2009

ersten Aufwuchs zu hohe Wachstumsraten von Ende März bis Anfang Mai mit bis zu 150 kg TM/ha. Parallel dazu findet aber eine schnelle Alterung des Grünlandaufwuchses mit zunehmendem Rohfasergehalt und abnehmender Verdaulichkeit und damit ein rapider Rückgang der Futterqualität statt. Der Schnittermin im Frühjahrsaufwuchs ist somit ausschlaggebend für die Qualität und damit für die Energiekonzentrationen der Grassilage.

Einzeltier- und Lebensleistung der Milchkühe

Um die Milchproduktion rentabel zu gestalten, muss es vor allem gelingen, die Lebens effektivität, das heißt die Leistung je Lebenstag, zu steigern. Das ist zu erreichen durch: eine weitere Steigerung der Milchleistung, eine Verlängerung der Nutzungsdauer und die Verringerung des Erstkalbealters. Wichtig ist es, die Kühe gesund zu halten, denn nur gesunde Kühe schöpfen ihr hohes genetisches Potenzial

aus. Dreh- und Angelpunkt ist die hohe Trockensubstanzaufnahme in der Früh lactation (Fütterungsfrequenzen, Ranschieben des Futters, beste Futterqualität, ausreichende Frischwasserversorgung). Beim derzeitigen Stand der hohen und steigenden Kosten in der Milchproduktion und den niedrigen und voraussichtlich instabilen Milchpreisen ist eine effiziente Milchproduktion nur durch die Erhöhung der Leistung pro Erlebenstag möglich. Das bedeutet eine Steigerung der Milchleistung bei gleichzeitig längerer Nutzungsdauer.

Grassilagequalität und Erkrankungen/Stoffwechselstörungen

Labmagenverlagerung

Als Ursachen einer Labmagenverlagerung spielen neben genetischen und mechanischen Ursachen vor allem Fütterungskomponenten eine entscheidende Rolle. Futterrationen, die eine Pansenacidose begünstigen, fördern das Auftreten von Labmagenverlage-



Foto: Dr. Theysen

Hohe Einzeltierleistungen bei möglichst langer Nutzungsdauer setzen hohe Grobfutteraufnahmen und einer der Leistung entsprechende Kraftfuttermenge voraus.

ring, indem größere Mengen an ungesättigten Fettsäuren aus dem Pansen in den Labmagen abfließen und dort Gase bilden. In erster Linie erhöhen sehr hohe Kraftfuttermengen das Risiko. Aber auch eine Grassilage mit zu wenig Rohfaser (< 20%) und damit zu wenig Struktur, kann die Wiederkauaktivität beeinträchtigen. Insbesondere feuchte Grassilage unter 25% TM bewirkt bei der Kuh entsprechend geringere Einspeichelung. Weiterhin übt auch und gerade die hygienische Qualität aller verabreichten Futtermittel einen entscheidenden Einfluss auf ein mögliches Verlagern des Labmagens aus. Jede Labmagenverlagerung folgt einer schlechten Futteraufnahme. Eine schlechte Silagequalität wirkt sich immer direkt nachteilig auf die Futteraufnahme aus. Es gilt also, eine geringe Füllung des Pansens, vor allem nach

der Kalbung, zu verhindern und das mit qualitativ gutem, energiereichen schmackhaften Futter, mit ausreichend Rohfaser in der Ration und mit Silagen, die darüber hinaus die Tiere zum ausreichenden Wiederkäuen bewegen. Wenn in einem Betrieb bereits Labmagenverlagerung im Bestand auftritt, ist es dort empfehlenswert, keine Feuchtsilagen sondern trockenere Grassilagen mit einem TM Gehalt von 40 bis maximal 45% zu erstellen.

Fehlgärungen

Feuchtere Silagen bergen ein weiteres Risiko in sich: höhere Rohasche- beziehungsweise Sandgehalte, da der Sand an feuchtem Siliergut leicht kleben bleibt. Der Sand ist basisch, wirkt also einem Säuerungsprozess entgegen. Und mit dem Sand gelangen viele Bakterien, allen voran Clostridien ins Silo,

die die nützliche Milchsäurebildung be- oder verhindern. Obwohl bislang wissenschaftlich nicht nachgewiesen wurde, dass höhere Gehalte an Buttersäure in der Silage direkt die Futteraufnahme negativ beeinflussen können, so ist zumindest ein indirekter Effekt zu beobachten: die hohen Trockenmasse- und Energieverluste vermindern die Futteraufnahme. Im Gegenzug dazu können hohe Gehalte an Essigsäure ($> 3\% \text{TM}$), die mit stechendem Geruch verbunden sind, die Futteraufnahme deutlich reduzieren.

Botulismus

Die Erkrankung Botulismus ist untrennbar mit der Silageherstellung verbunden. Sie kann auf zwei Arten entstehen: entweder durch die direkte Aufnahme von Botulismustoxinen oder durch die Entstehung des Toxins in infizierten Wunden, Abszessen oder geschädigten Darmabschnitten. Die direkte Aufnahme des Toxins erfolgt über kontaminierte Kadaver (Mäuse, Ratten, Rehkitze). Das Bakterium *Clostridium botulinum* ist überall im Erdreich vorhanden und an sich unschädlich. Unter Luftabschluss (in der Silage) kann es im verwesenden eiweißreichen Material das Toxin bilden. Die Diagnose Botulismus kann im Falle der klassischen Verlaufsform allein anhand der klinischen Symptome von einem erfahrenen Tierarzt gestellt werden (anfänglich vorübergehend unruhiges bis aggressives Verhalten, stolpernder Gang, letztlich Festliegen in milchfieberähnlicher Haltung, Lähmung der Atemmuskulatur). Die atypische Verlaufsform ‚viszeraler Botulismus‘ ist deutlich schwieriger zu diagnostizieren. Lähmungen bis hin zum Festliegen werden auch hier beobachtet.

Der direkte Nachweis der Toxine im Blut ist schwierig, höhere Gehalte werden im Kot festgestellt. Da eine wirksame Therapie an Botulismus erkrankter Rinder derzeit nicht möglich ist, müssen alle Anstrengungen der Vorbeuge unternommen werden. Da die Sporen von *Clostridium* nur in einem eiweißhaltigen Substrat unter anaeroben Verhältnissen, bei hoher Feuchtigkeit und einem pH-Wert über 4,5 auskeimen können, muss hier die Vorbeuge ansetzen. So ist bei der Silagebereitung größter Wert zu legen auf ein schnelles Anwelken, hohe Verdichtung und eine schnelle, tiefe pH-Wert Absenkung. Daneben muss auch an alle weiteren erdenklichen Kontaminationsquellen gedacht werden, wie zum Beispiel Kraftfutterlagerstätten und Vorratsbehälter zur Trinkwasserversorgung.

Listeriose

Die häufigste Erkrankung des zentralen Nervensystems bei Rindern trifft vor allem abwehrgeschwächte Tiere über Läsionen in der Maul- oder Nasenhöhle. Verursacht wird diese Erkrankung durch *Listeria monocytogenes*, welches in der Umwelt sehr weit verbreitet ist. Betroffene Tiere zeigen eine Störung des Allgemeinbefindens sowie Funktionsausfälle verschiedener Hirnnerven (Gleichgewichtsstörungen, ein leicht hängendes Ohr ohne Ohrabwehrreflex, Erbrechen und ausgeprägtes Speicheln). Da das Bakterium für seine Vermehrung einen pH-Wert über 5 benötigt, ist es ausschließlich in wenig angesäuerten Silagen anzutreffen. Es geht also darum, innerhalb der ersten Stunden des Silierprozesses den pH-Wert so schnell wie möglich abzusenkten.

Kostenstruktur von Futtermitteln (THOMSEN 2010)

In den Unternehmensberatungsringen für Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein wurden im Auswertungsjahr 2008/09 1.193 Vollkostenrechnungen erstellt. Die ausgewerteten Betriebe hielten im Mittel 92 Kühe, die 8.256 kg Milch (ECM) produzierten. Mit ca. 760.000 kg Milchproduktion je Betrieb liegen diese Betriebe im Produktionsvolumen über dem Landesdurchschnitt. Die Produktionskosten je kg Milch beliefen sich auf 39,5 Cent je kg Milch. Da der Milchverkauf und die Nebenerlöse nur eine Leistung von 33 Cent erzielten, fehlten den Betrieben 6,5 Cent je kg Milch zur Vollkostendeckung.

Die 25 Prozent besser wirtschaftenden Betriebe produzierten mit 33,9 Cent ihre Milch um 12,5 Cent günstiger als die Gruppe der suboptimal wirtschaftenden Betriebe, deren Produktionskosten bei 46,4 Cent lagen. Der Unterschied lag zum größten Teil im Bereich der Futtermitteln. Es handelte sich um 5,5 Cent je kg Milch, die zu 90 % durch die Grobfuttermitteln verursacht wurden. Nur 0,6 Cent der Kostendifferenz entstanden durch ineffektiven Kraftfuttermittelninsatz, 4,9 Cent sind der Grobfuttermittelnproduktion und dem Grobfuttermittelninsatz zuzuordnen.

Die 78,6 ha Futterflächen der Betriebe setzten sich aus 17,0 ha Weide (22 %), 34,7 ha Grassilage (44 %) und 26,9 Silomais (34 %) zusammen. Pro Kuh inklusive Jungviehaufzucht wurden 0,85 ha Futterfläche benötigt. Die Produktionskosten für 10 MJ NEL aus der Grassilage lagen bei 27,1 Cent, für die Maissilage wurden 20,3 Cent je 10 MJ NEL ermittelt. Bei den Grassilagen sind in den vergangenen Jahren nur geringe Ertragszuwächse ermittelt worden (THAYSEN et al. 2010). Trotz weitgehend standardisierter Produktionstechnik wurden Kostendifferenzen von ca. 9 Cent je 10 MJ NEL ermittelt. Hinzu kommen noch größere Schwankungen bei den Inhaltsstoffen.

Die Analyse der einzelbetrieblichen Futterkosten erscheint zwingend notwendig, um eventuelle Schwachstellen aufzudecken. Geeignete Maßnahmen, die mit Hilfe der Beratung herausgearbeitet werden sollten, können dann Erträge steigern, Verluste vermeiden und Kosten senken. Dies ist in Zeiten niedriger Milchpreise und einer angespannten Wirtschaftlichkeit unabdingbar.

Futterplanung, Mengenansprüche Rinder, Erträge

Die vorausschauende Planung des Futtermitelesinsatzes in Form eines Futterplans dient der gesicherten Fütterung. Dabei besteht der Sinn eines Futterplans in einer Gegenüberstellung der Ansprüche des vorhandenen Tierbestandes und der bestehenden bzw. zu erwartenden Futtermittelvorräte. Folgende Daten sind dafür erforderlich:

- der Viehbestand,
- der Fütterungszeitraum,
- die Futtermittelvorräte,
- der Futteranbau und
- ein eventuell geplanter Futterzukauf

Für alle verschiedenen Tiergruppen (Kühe nach Leistungsgruppen, Kälber, Jungvieh bis 1 Jahr, Jungvieh 1–2 Jahre, Jungvieh > 2 Jahre, eventuell Mastbullen) muss eine getrennte Erfassung erfolgen. Der Zeitraum der voraussichtlichen Fütterung beträgt in der Regel 180–210 Tage.

Folgender mittlerer Grobfutterbedarf von Rindern kann angenommen werden:

Tierkategorie	kg TM/Tag
Milchkühe	10–14
Jungvieh bis 1 Jahr	2–4
Jungvieh 1–2 Jahre	5–7
Jungvieh > 2 Jahre	8–11

Für eine aussagefähige Futterplanung sind die Vorräte möglichst genau zu erfassen. Dazu gehört es, die Flächenerträge abzuschätzen, die Silos auszu-

messen und die Futtermenge nach folgender Formel zu berechnen:

$$\text{Futtermenge [dt]} = \text{festgestellter Siloraum [m}^3\text{]} \times \text{Raumgewicht der Silage [dt/m}^3\text{]}$$

Mit diesen Angaben wird ein Verteilungsplan erstellt, der wiederum die Grundvoraussetzung für eine Rationsplanung ist. Vorrangig wird der Bedarf der Kühe gesichert. Die Kühe müssen mindestens 8 kg Trockenmasse, Kälber mindestens 1 kg Trockenmasse je Tag erhalten. Ist nicht genügend Grobfutter in Form von Heu, Grassilage oder Maissilage vorhanden, erfolgt eine Ergänzung mit Stroh. Steht darüber hinaus Grobfutter zur Verfügung, wird zuerst die Ration der Kühe bis zur höchsten Menge aufgefüllt.

Anschließend erhält das Jungvieh Futter bis zu den angegebenen Höchstmengen.

Hohe Grobfutteraufnahmen erfordern schmackhafte und stets kalte Silagen zur ständigen freien Aufnahme. Dazu ist neben der 2-maligen Vorlage ein mehrmaliges Ranschieben des Futters im Trog erforderlich.



Foto: Dr. Thaysen

Unter dem Begriff Silagequalität werden nach WEISSBACH (2002) alle diejenigen Eigenschaften einer Silage zusammengefasst, die ihren Gebrauchswert bestimmen. Dazu gehören die Energiekonzentration, der Gehalt an speziellen Nährstoffen sowie der Komplex von verzehrsbestimmenden und fütterungshygienischen Merkmalen. Um höchste Qualität in Hinblick auf alle drei Kategorien zu erreichen, sind hochwertige Pflanzenbestände, ihre Ernte im optimalen Entwicklungszustand und eine fachgerechte Silierung erforderlich. In vielen Betrieben gibt es noch große Reserven bei der möglichst weitgehenden Erhaltung der Qualität des Futters. Fehlgärungen und der vermeidbare mikrobielle Nährstoffabbau im Silo bleiben oft unerkannt. Die Gärqualität wird noch zu selten am Silo sensorisch (DLG-Sinnenprüfung) oder durch Laboruntersuchungen kontrolliert.

Wegen des engen Zusammenhangs zwischen der Gärqualität einer Silage und dem Sinken der Energiekonzen-

tration vom Grünfutter bis zur fertigen Silage (Tabelle 5), wird es mit steigenden Ansprüchen an die Silagequalität wichtiger, die Gärqualität mit in die Silagebewertung einzubeziehen.

Bei Mängeln in der Gärqualität ist mit stärkerem Eiweiß- und Aminosäureabbau zu rechnen. Silagen mit geringen Gärqualitätsnoten werden in geringerem Umfang gefressen und weisen einen höheren Besatz an Schadmikroben (Clostridien, Listerien, Kahmhefen, Schimmelpilze) oder ihre Stoffwechselprodukte (z. B. Mykotoxine) auf, die wiederum die Tiergesundheit und die Milchqualität beeinträchtigen können. Das Ziel der Grassilagebereitung und –lagerung bis zur Verfütterung muss ein abraumfreies Futter mit einem hohem Energiewert und einer besten Gärqualität ohne Nacherwärmung und Verschimmelung sein.

Tabelle 5: Abnahme der Energiekonzentration bei der Silierung in Abhängigkeit von der Gärqualität (WEISSBACH 2002)

Gärqualität Siliernote	Erwartungswert für die Abnahme gegenüber dem Grünfutter MJ NEL/kg TM
1	0,2
2	0,3
3	0,4
4	0,5
5	0,5

Kenngrößen und ihre Bedeutung (Tabelle 6):

Trockenmasse- (TM) gehalt: Bei der Ofentrocknung von Silagen bei 103 °C entweichen neben dem Wasser auch alle flüchtigen Gärprodukte. Die tatsächliche Trockensubstanz liegt also höher und muss nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995) korrigiert werden. Diese Korrektur hat umso größere Bedeutung, je feuchter die Silage ist. Der TM-Gehalt (Anwelk-

grad) ist relevant im Hinblick auf:

- den Silierprozess (Zunahme des osmotischen Druckes, dadurch Entkeimung)
- die Bildung von Gärprodukten (Art und Menge)
- die Gärstoffbildung (< 30 % bei Gras in Fahrstilos)
- die Verdichtbarkeit (je trockener, desto schwieriger)
- die Strukturwirkung (Nasssilagen haben geringere Struktur als Anwelksilagen)

Tabelle 6: Zielkenngrößen von Grassilage mit höchstem Futterwert (ANONYM 2006)

Kenngröße	Einheit	1. Aufwuchs	Weitere Aufwüchse
Trockenmasse	%	30–40	30–40
Rohasche (Sand)	% TM	< 10 (< 2)	< 10 (< 2)
Rohprotein	% TM	16–18 ¹⁾	16–18 ¹⁾
nutzbares Rohprotein	g/kg TM	> 135	> 130
Rohfaser	% TM	22–24	23–25
ADF	% TM	20–22	21–23
NDF	% TM	40–45	40–45
WLK ²⁾	% TM	3-5	3-5
NFC	% TM	> 20	> 20
NEL	MJ/kg TM	> 6,4	> 6,0
pH-Wert ³⁾		4,0-4,3	4,0–4,3
Buttersäure	% TM	< 0,3	< 0,3
Essigsäure	% TM	1	1
NH ₃ -N	% Gesamt-N	< 8	< 8
Siliernote	Note	1	1
Clostridien sporen	KbE/g FM	< 10 ⁴	< 10 ⁴
Kahmhefen	KbE/g FM	< 10 ⁴	< 10 ⁴
Schimmelpilze	KbE/g FM	< 10 ⁴	< 10 ⁴
Listerien	KbE/g FM	< 10 ⁴	< 10 ⁴
Aerobe Stabilität	Tage	> 5	> 5

¹⁾ 15 % bei Ackergrassilage
²⁾ WLK = wasserlösliche Kohlenhydrate, hier: Restzucker
³⁾ in Abhängigkeit vom TM-Gehalt von 30–40 %

- die Futterraufnahme von Rindern (Optimum bei 30–40 %)
- Heulagen (> 55–75 %): geringe Säurebildung, weniger gut verdichtbar, nach Luftzutritt schneller aerober Verderb

Rohasche-Gehalt: im Durchschnitt ca. 8 % anorganische Mineralstoffe; darüber unerwünschter Sandgehalt. Der unverdauliche Sandgehalt reduziert mit jedem % die Energiekonzentration um 0,1 MJ/kg TM NEL.

Rohprotein-Gehalt: stark abhängig von den Standortverhältnissen, der Pflanzensammensetzung, der Düngung und den Nutzungszeitpunkten. Einige Eiweißverbindungen erhöhen die Pufferkapazität des Siliergutes. Die ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Gräsern und Leguminosen ist mit ca. 85 % relativ hoch. Daher verbessert eine Steigerung des XP-Gehaltes über 18 % hinaus die Eiweißversorgung nicht, sondern belastet eher die Umwelt. Von den Leguminosen weist nur der Rotklee eine geringere Abbaubarkeit mit 75–65 % auf.

Reineiweiß: überwiegend aus Aminosäuren zusammengesetzter Anteil des Gesamteiweißes. Er sollte möglichst hoch sein, damit die mikrobielle Synthese und die Umsetzung im Verdauungstrakt ohne zusätzliche Belastung der Leber durch Ammoniakverbindungen ablaufen.

Nutzbare Rohprotein: Summe aus mikrobiellen XP und dem UDP, am Duodenum nutzbar; effektiver steigerbar über den Energiegehalt als über den Rohproteingehalt in der Grassilage.

Rohfaser: der überwiegende Teil der unlöslichen Kohlenhydrate - die Basis der energetischen Futterbewertung in Deutschland. Genauer ist die Bestimmung des Ligningehaltes (ADL) oder

eine Energiebewertung auf Basis ADF und NDF.

ADF-Gehalt (acid detergent fibre): schwerverdauliche (säureunlösliche) Anteile der Zellwand, wie Cellulose und Lignin; charakterisiert die Verdaulichkeit der Lignocellulose in der Silage.

NDF-Gehalt (neutral detergent fibre): leichtverdauliche (neutrallösliche) Anteile der Zellwand, wie Hemicellulosen und Pektine; charakterisiert die Verdaulichkeit der Zellwand in der Silage.

WLK-Gehalt (wasserlösliche Kohlenhydrate): überwiegend aus leichtlöslichen Zuckerverbindungen; gibt Auskunft über die Güte des Silierprozesses (MSB-Behandlung) (THAYSEN 2002) und das Risiko der Nacherwärmung.

NFC-Gehalt (non-fiber-carbohydrates): die Nicht-Struktur-Fraktion der Kohlenhydrate.

NEL-Gehalt (Netto-Energie-Laktation in MJ/kg TM): der direkt der Milchbildung dienende Energiegehalt; in einzelnen Grassorten oder -arten bis zu 7,0 NEL MJ/kg (MÜLLER 2002b).

pH-Wert: Maß für die gesamte Bildung von Säuerungsprodukten. Je niedriger der TM-Gehalt, desto höher die Säurebildung. Stets in Verbindung mit dem TM-Gehalt zu interpretieren: WEISSBACH (1975) definierte den kritischen pH-Wert, z.B. 4,6 bei 35 % TM-Gehalt für die Erzeugung einer lagerstabilen Silage.

Buttersäure-Gehalt: eine völlig unerwünschte Säure. Bewirkt höchste TM- und Energieverluste. Zeigt Clostridienaktivität an, kann den Milchgeruch negativ beeinflussen und als Vorstufe von Ketonkörpern die Tiergesundheit belasten. Reduziert in höherer Konzentration die Futterraufnahme.

Clostridien sporen: geraten mit Erdanteilen in die Silage, können bei unsach-

gemäßiger Stall- und Melkhygiene in die Milch gelangen und die Verarbeitung zu Milchprodukten stören. Clostridienarme Silageerzeugung in ökologisch-wirtschaftenden Betrieben besonders wichtig, wegen fehlender Möglichkeit der Nitratbeigabe zur Desinfektion der Milch.

Essigsäure-Gehalt: höhere TM- und Energieverluste als bei Milchsäurebildung. Undissoziierter Anteil wirkt gegen aeroben Verderb, daher Gehalte über 0,3 % TM erwünscht. Höhere Gehalte ab 3,0 % TM vermeiden.

NH₃-N-Gehalte: beim Abbau von Proteinverbindungen, auch durch Clostridienaktivität. Silagen mit Gehalten von > 15 NH₃-N % TM sind als verdorben einzustufen.

Siliernote: von 1 (sehr gut) bis 5 (verdorben) als Ergebnis der DLG-Sinnenprüfung und des DLG-Gärfutterschlüssels.

Hefen, Schimmelpilze: in unterschiedlicher Konzentration auf dem Siliergut, nur z. T. durch die Säuerung reduziert, verursachen Nacherwärmung und aerobe Instabilität unter Entnahmebedingung. Stoffwechselprodukte u.a. Mykotoxine, die die Tiergesundheit negativ beeinflussen.

Listerien: hauptsächlich in hoch angewelkten oder Grassilagen mit hohem pH-Wert, Gärsubstratmangel oder hoher Verschmutzung.

Aerobe Stabilität: die Eigenschaft, bei Entnahmebedingungen keine wesentlich höhere Temperatur als die der Umgebung zu entwickeln. (≠ Nacherwärmung, geringe TM- und Energieverluste). Hohe Verdichtung verhindert Sauerstoffeintritt und CO₂-Abfluss.

Die größte Herausforderung der Zielwerterreichung besteht beim Rohaschegehalt bedingt durch z. B. eine hohe Maulwurfsaktivität im Grünland.



Foto: Dr. Thaysen

Bedeutung von Pflanzen im Grünland und Ackerfutterbau für Futterwert und Gärqualität

Das Deutsche Weidelgras mit frühen bis späten Sorten ist sowohl in Acker- als auch in Dauergrünlandmischungen das wichtigste Gras. Derzeit werden über 80 Sorten beim Bundessortenamt geführt.

Grundvoraussetzung für eine hohe Energiedichte in der Grassilage ist ein futterbaulich wertvoller Aufwuchs. Im Mittelpunkt der Grünlandwirtschaft steht deshalb die Etablierung und Erhaltung von leistungsfähigen Pflanzenbeständen. Die betriebswirtschaftlich notwendige Leistungssteigerung in der Nutztierhaltung erhöht auch die Anforderungen an die Fütterung. Im Fall der Grassilage erfordert dies eine gezieltere Arten- und Sortenwahl der Gräser und Leguminosen. Aus dem Spektrum der ansaatwürdigen Grasarten dominiert im Dauergrünland das Deutsche Weidelgras und im Ackerfutterbau das Welsche Weidelgras mit ihren unterschiedlichen Sorten hinsicht-

lich der Standortadaptation, Persistenz und Nutzungseignung. Anders als im Marktfruchtbau ist das Sortenbewusstsein im Grünland noch gering, so dass der züchterische Fortschritt bezüglich des TM-Ertrages und der Qualitätseigenschaften nur zögerlich in der Praxis ankommt.

Das Deutsche Weidelgras weist unter den ausdauernden Gräsern die beste Silierbarkeit auf. Alle Maßnahmen, die zu einem weidelgrasreichen Aufwuchs führen (Grünlandpflege, standort- und bestandsangepasste Düngung, Nach- und Übersaaten), verbessern somit die Silierbarkeit des Futters.



Foto: Dr. Thaysen

Auf den Grenzstandorten der Grünlandnutzung wie z. B. Moorstandorte sollte die Ausdauer der Gräserarten das wichtigste Kriterium bei der Sortenwahl sein. Gräserarten mit einer hohen Ausdauer werden von den Landesanstalten in der Prüfung auf „Mooreignung“ oder „Auswinterungsresistenz“ ermittelt. Neben dem Deutschen Weidelgras kann auf anmoorigen Sand- und auf Moorstandorten auch auf Wiesenlieschgras und Wiesenrispe zurückgegriffen werden. Die damit verbundene niedrigere Zuckerkonzentration des Aufwuchses darf nicht noch zusätzlich mit einer erhöhten Pufferkapazität durch eine überhöhte N-Düngung (max. 120 kg N/ha pro Aufwuchs) kombiniert werden.

Auf den flachgründigen, degradierten Niedermoorstandorten Ostdeutschlands ist bei ausgeprägter Sommer-trockenheit das Deutsche Weidelgras

kaum zu halten. Hier bietet sich die Ansaat von Rohrschwengel zur ausschließlichen Schnittnutzung an, der diese wechselfeuchten Bedingungen gut toleriert und ebenfalls eine gute Silierbarkeit aufweist.

Futterwertbestimmende Merkmale spielen auf potentiell ackerfähigen Grünlandflächen eine wichtige Rolle in den Bemühungen zur Ausschöpfung des Veredlungspotenzials des wirtschaftsfeigen Futters.

Nachweisbare Unterschiede hinsichtlich spezieller Qualitätseigenschaften gibt es auch innerhalb einer Art (MÜLLER 2004). Danach unterscheiden sich beim Deutschen Weidelgras die Sorten in der Verdaulichkeit des Grases von 1,5 bis 3,2 %-Punkte und in der Milchleistung von 1,3 bis 1,5 kg Fett-korrigierte Milch (FCM) pro Kuh/Tag. In niederländische Untersuchungen (SMIT et al., 2000) zeigen bei Sorten

Auswinterungsschäden durch Schneeschimmelbefall: Hier sind die Lücken durch Nachsaat mit Deutschen Weidelgräsern wieder zu schließen, sonst wandern unerwünschte Arten wie die Jährige Rispe ein.



Foto: Dr. Thajsen

des Deutschen Weidelgrases Unterschiede in der Effizienz der Milchproduktion, die nicht auf Unterschiede in der Futteraufnahme zurückzuführen sind.

Zur Erhöhung des Futterwertes trägt auch die jüngste Entwicklung von sogenannten „high-sugar“-Typen bei, die sich mit ihrem hohen Zuckergehalt insbesondere für die Weidenutzung anbieten.

Futtergräser werden im Zuge ihrer Prüfungen in Deutschland noch nicht routinemäßig auf futterwertbestimmende Merkmale hin untersucht. Zurzeit sprechen methodische Gründe sowie der hohe Aufwand bei noch geringer Differenzierung innerhalb der Sortimente gegen ein solches Vorgehen. Zukünftig werden die qualitativen Aspekte aber an Bedeutung gewinnen, so dass mit der Sortenwahl noch gezielter Einfluss auf die Leistung genommen werden kann.

Mischungsprüfungen mit „Hoch-Zuckergräsern“ des Deutschen Weidelgrases der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.



Foto: Dr. Thaysen

Der Anbau von zuckerreichen Sorten unter kontinentalen Klimabedingungen zeigt ebenfalls eher Standort- als Sorteneinflüsse auf den Zuckergehalt (MARTENS und GREEF 2003). Dabei gilt es, zwischen einem höheren Zuckergehalt oder einer höheren Persistenz abzuwägen (BRUINS und NANNE 1991). Die Zuckergehalte von Gräsern z. B. Deutschem Weidelgras sind zwischen tetra- und diploiden Genotypen nur tendenziell zugunsten der tetraploiden Sorten höher.

Standardmischungen kommen sowohl im Dauergrünland als auch im Ackerfutterbau zum Einsatz. Sie sollen das ertragliche und das qualitative Risiko gegenüber der reinen Sortenverwendung vermindern. In Dauergrünlandmischungen kann der Weißklee als Leguminose (ELSÄSSER et al. 1999) und in Ackerfutterbaumischungen zusätzlich der Rotklee eingesetzt werden. Luzerne hat sowohl in Weide- als auch in Schnittmischungen für den kontinentalen Einsatzbereich größere Bedeutung.

Der Weißklee mit Anteilen von 20–40 % erschwert zwar die Silierbarkeit des Bestandes (PAHLOW 2003), erhöht aber die Rohproteingehalte und die Energiedichte signifikant (WULFES und TAUBE 2001). Eine Düngung mit hohen Stickstoffgaben (> 60 kg N/ha) reduziert den Kleeanteil des Bestandes. Eine optimierte Sortenwahl und Produktionstechnik im Herbst erhöht die Ertragssicherheit in der folgenden Vegetationsperiode (WACHENDORF und BENKE 2003).

Tabelle 7: Vergärbarkeit von Gräsern und Leguminosen				Ziel: Vergärbarkeitskoeffizient (VK) > 35*	
	TM %	Zucker % TM	PK g MS/kg TM	Z/PK	VK
Weidelgräser frisch	20	17,3	52	3,3	47
Weidelgräser angewelkt	35	15,0	52	3,3	62
Sonstige Gräser frisch	20	9,2	55	1,7	33
Sonstige Gräser angewelkt	35	7,8	55	1,7	48
Rotklee frisch	20	11,5	69	1,7	33
Rotklee angewelkt	35	9,3	69	1,7	48
Luzerne frisch	20	6,5	74	0,9	27
Luzerne angewelkt	35	4,0	74	0,9	42

* VK = TM % + 8 (Z/PK); Z=Zucker; PK=Pufferkapazität. Das Verhältnis Z/PK beschreibt einen Wert, bei dem eine ausreichende Säuerung möglich ist. Je größer der Wert, umso besser.

Für die Fütterung ist der Anbau von Leguminosen von besonderer Bedeutung, weil sie ein schnelleres Abbauverhalten im Pansen der Wiederkäuer aufweisen (FLACHOWSKY et al. 2004). Daraus resultiert, dass bei hoher Futtermittelaufnahme bzw. Passagerate die Verdaulichkeit bzw. der Energiegehalt bei Leguminosen langsamer zurückgeht als bei Gräsern.

Die Nutzung der Vorteile der Leguminosen im Vergleich zu alleinigen Grasmischungen setzt neben der Beachtung

der pflanzenbaulichen Ansprüche der Pflanzen die Erkenntnis voraus, dass mit zunehmendem Leguminosenanteil die Silierbarkeit abnimmt (Tabelle 7). Demnach bedarf es nicht nur einer auf die Artenzusammensetzung abgestimmte Produktionstechnik des Anwelkens und Silierens, sondern auch der Sicherung der Silierbarkeit, insbesondere bei Leguminosenanteilen > 60 % und bei der Luzernesilierung (JÄNICKE 2004) sowie des Einsatzes von geeigneten Zusätzen (THAYSEN 2002b).



Leguminosen – hier ein Rotkleebestand kurz vor der Schnittreife – sind N-autark und liefern Aufwüchse mit höheren Rohproteinträgen sowie -qualitäten als Grasbestände.

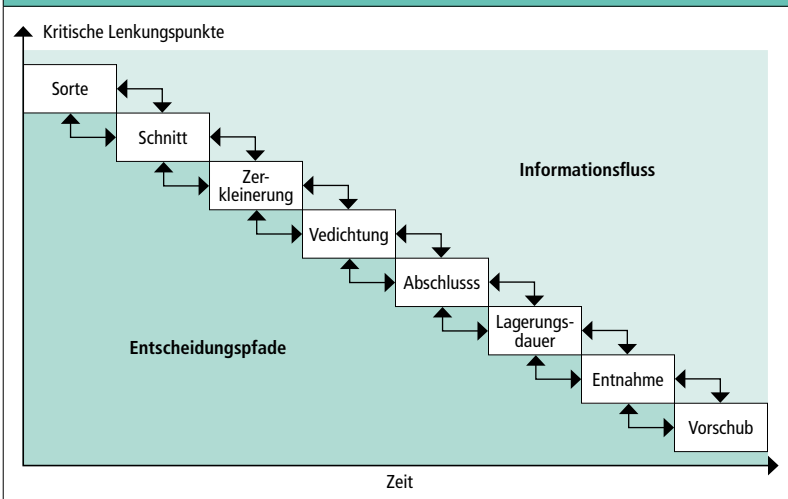
Die Grassilagebereitung ist ein Prozess, der von der Pflanze bis zur Vorlage über die Lenkungspunkte Flächenpflege, Zerkleinerung, Verdichtung und Lagerdauer variabel beeinflusst werden kann. Je besser diese ‚kritischen Lenkungspunkte‘ in der Praxis beherrscht und gesteuert werden umso kleiner ist das Risiko einer Beeinträchtigung der Grassilagequalität (Übersicht 2).

Flächenpflege

Die Grünlandpflege (Walzen, Schleppen, Nachmähen, Unkrautbekämpfung, Nach- und Übersaaten) soll die Ertragsfähigkeit des Aufwuchses verbessern, eine geschlossene Narbendichte erreichen, die Bodenoberflächen

einebnen sowie die Regenerationsfähigkeit des Folgeaufwuchses optimieren. Ebenfalls reduziert sie den Schmutzeintrag (Sand, abgestorbenes Pflanzenmaterial und Wirtschaftsdüngerreste) und vermindert so die Schadkontamination des Aufwuchses. In niedersächsischen Untersuchungen wurde zwischen dem Auftreten von Maulwurfshäufen und der Gärqualität ein direkter Zusammenhang festgestellt. Das Vorkommen von Maulwurfshäufen stellt ein zunehmendes Problem dar und oft ist ein einmaliges Abschleppen nicht ausreichend, um Sandgehalte unter 2% TM zu erreichen. Auf dicht mit Maulwurfshäufen besetzten Flächen ist eine angepasste Schnitthöhe oder ein (Teil-)Verzicht auf die Silagenutzung zu empfehlen.

Übersicht 2: Entscheidungskette im Prozess der Futterernte, -konservierung und -entnahme (WAGNER 2005)



Grünlandpflege beginnt im Spätherbst mit einer Nachmahd oder einer Schafbeweidung, die Bestände gehen dann kurz in den Winter. Auch kann bei sehr wüchsigen Bedingungen eine Herbizidmaßnahme sinnvoll sein. Im Frühjahr setzt sich die Pflege mit Striegeln und Abschleppen inkl. Nachsaat und gegebenenfalls Walzen bei abgetrockneten Beständen und Befahrbarkeit der Standorte fort. Im Sommer ist eine Nachmahd der Weiden mit Abräumung des Pflanzengutes zur Anregung des Wiederaufwuchses sinnvoll. Im ausgehenden Sommer nach Ende der Sommertrockenheit ist der Zeitpunkt für Neuansaat optimal. Nachsaaten in diesem Zeitraum führen nur dann zum Erfolg, wenn sie anschließend über eine Beweidung kurz gehalten

werden. Gülle – und Stallmistgaben bei ausgedehnter Trockenheit sollten gänzlich unterbleiben.

Vorgehensweise auf Problemflächen

Verschmutzungen des Futters, sei es z. B. im Falle von Gänsefraßflächen oder wegen unterlassener Grünlandpflege, sind zur Erzeugung einwandfreier Grundfutterkonserven möglichst gering zu halten. Durch „Hochschnitt“ von 5–10 cm wird die Belastung des Erntegutes deutlich verringert. Er ist zwar mit Ertragseinbußen verbunden, die Qualitätsverbesserung überwiegt jedoch diesen Nachteil bei weitem. Auch verringern

Über das Nachsaatverfahren können lückige bzw. verfilzte Narben kostengünstig verbessert werden.



Foto: Dr. Thaysen

die relativ langen Stoppeln den Stängelanteil im Futter. Dadurch verkürzt sich die Anwelkzeit, der Energiegehalt im Erntegut steigt etwas an und der Rohfasergehalt geht leicht zurück.

Während der Feldphase muss mit dem Siliergut besonders schonend umgegangen werden. Insbesondere beim Schwaden und bei der Futterbergung kommt es darauf an, dass die Geräte auf die höheren Stoppel eingestellt werden, so dass jede Form der „Bodenbearbeitung“ und damit der vermeidbaren Futtermverschmutzung unterbleibt. Trotz aller Sorgfalt in der Erntetechnik muss hier von einem schwer silierbaren Futter ausgegangen werden.

Unmittelbar nach der Räumung solcher Flächen sollte eine intensive Grünlandpflege erfolgen. Diese umfasst Striegeln, Nachsaat, ggf. Walzen, Düngung und Mulchen auf ca. 7 cm Schnitthöhe. Auf diese Weise wird ein rascher Wiederaustrieb gewährleistet und die Grünlandnarbe ist zum 2. Schnitt sauber, so dass dann ein normal silierbarer Grünlandaufwuchs vorliegt. Die Nachsaat wird sicherlich zum 2. Schnitt noch nicht voll ertragswirksam, verhindert jedoch effektiv Narbentartungen insbesondere im Bereich der Maulwurfsaufen.

Oft wird der Maulwurfsaufenbesatz erst nach dem Schwaden sichtbar. Hier ist die vorbeugende Grünlandpflege gefragt.



Foto: Dr. Thaysen

Düngung

Die bei der mineralischen Düngung ausgebrachten Anionen wie z. B. Phosphorverbindungen wirken nur indirekt auf die Silierbarkeit des Grases. Die Kationen (Kalium- u. Stickstoffverbindungen) führen zur Pufferung der zu bildenden Milchsäure und wirken damit direkt qualitätsmindernd. Dabei nimmt sowohl die Unter- als auch die Überversorgung mit Stickstoff eine Schlüsselstellung ein. Bei einer Unter- oder Überversorgung wird der für die Buttersäurehemmung erforderliche Nitratgehalt von 0,5 g/kg TM eventuell nicht erreicht. Eine Überversorgung des Bestandes verschlechtert nicht nur die Anwelkeigenschaften, sondern erhöht auch die Pufferkapazität.

Bei der organischen Düngung, insbesondere mit Gülle oder Stallmist, können Schadkeime wie Clostridien sporen in das Siliergut gelangen, mit der Folge eines erhöhten Buttersäurebildungsrisikos. Tabelle 8 enthält Empfehlungen für die Düngungspraxis zur Sicherung einer guten Silierbarkeit von Grasbeständen. Auch wenn eine sehr schmutzarme Silage bereitet wird, kann durch die vorherige Gülle- oder Stallmistgabe auf dem Grünland die Clostridienfracht erheblich sein, wenn z. B. zu große Mengen zu spät oder in wachsende Bestände gegeben wurden oder – bedingt durch eine längere Trockenheit – Wirtschaftsdüngerreste im Bestand anhaften und sich mit dem Aufwuchs weiter strecken.

Tabelle 8: Empfehlungen zur Düngungspraxis zur Sicherung der Silierbarkeit von Grünland- und Ackerfuttergrasbeständen

Düngerart	Maßnahme
Mineraldünger	<p>Überdüngung mit N unbedingt vermeiden Bei N-Gaben bis 80 kg/ha kein Splitten der N-Gabe</p> <p>Auf sorptionsschwachen Standorten mindestens 4 Wochen Abstand zwischen Düngung und Schnitt</p>
Organische Dünger	<p>Gülle vor der Ausbringung gut aufrühren</p> <p>Gülle so früh wie pflanzenbaulich möglich (Befahrbarkeit) in angepasster Menge bei gleichmäßiger Verteilung ausbringen</p> <p>Trockensubstanzärmere Gülle ist pflanzenverträglicher, gegebenenfalls Wasser zusetzen</p> <p>Gemischtbetriebe sollten Schweinegülle auf Grünland und die Rindergülle auf Ackerflächen ausbringen</p> <p>Bei später Begüllung zum 1. Aufwuchs oder bei Zwang zur Begüllung der Folgeaufwüchse alternative Gülleverteilterniken einsetzen</p> <p>Bei angetrockneten Güllerechten Schleppen, bzw. Striegeln bis zum Schossen der Bestandsbildner</p>



Foto: Dr. Gerhold

Bei der Gülledüngung im Grünland sind sowohl die Abstände zur Schnittnutzung als auch eventuell Abschleppmaßnahmen bei Antrocknung der Güllereste zur Schmutzeintragsvermeidung zu beachten.

Bei der Wirtschaftsdüngerausbringung auf Grünland sollten folgende Grundsätze umgesetzt werden:

- Ausbringung im Frühjahr zu Vegetationsbeginn bei Befahrbarkeit auf Boden anstreben
- Nicht in wachsende Bestände applizieren
- Möglichst bei oder vor Regenwetter ausbringen
- Angetrocknete Gülle oder Stallmistreste abschleppen/striegeln
- Bei anschließender Trockenheit: Flächen mit hohen Wirtschaftsdüngerresten von der Silagebereitung ausschließen
- Geringe Mengen/Ausbringung von Gülle mit höheren Wasseranteilen anstreben
- Unter einzelbetrieblichen Bedingungen: bevorzugt Gülle aufs Ackerland und nicht zur Weide ausbringen

Schnittzeitpunkte

Neben der Leistungsfähigkeit des Pflanzenbestandes hat die Einhaltung der optimalen Schnittzeitspanne – besonders im 1. Aufwuchs – entscheidenden Einfluss auf den Futterwert der Silage. Um die für hohe Tierleistungen nötigen Energiewerte von über 6,0 MJ NEL/kg TS (Mittelwert über alle Aufwüchse) zu erreichen, muss der Rohfasergehalt der Grasbestände weniger als 24 % TM betragen. Die Mahd muss also in der Vegetationsphase Beginn des Ähren- bzw. Rispschiebens der Grashauptbestandsbildner erfolgen. Optimal ist mit der Mahd spätestens bei 22–23 % Rohfaser in der TS zu beginnen. Jede Verspätung beim Mähbeginn ist mit einer Verschlechterung des Futterwertes, einer geringeren Leistung aus der Grassilage sowie

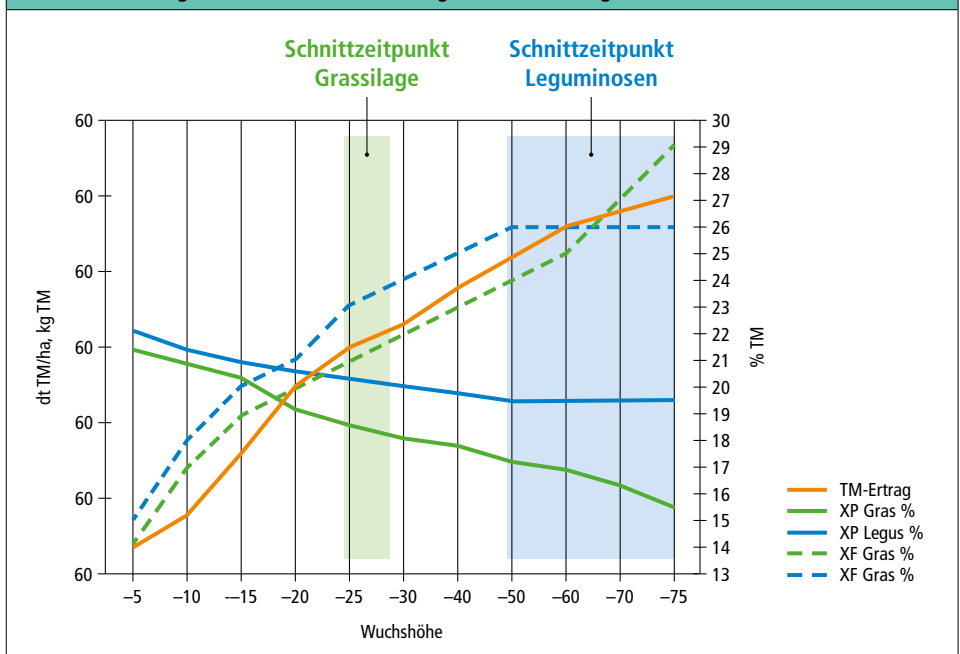
einem verzögerten Folgeaufwuchs und damit einem insgesamt reduzierten Jahresertrag von der Fläche und von der Milchkuh verbunden.

Die Reifeprüfungen der Länderdienststellen (THAYSEN 2006) veranschaulichen, dass der Rohfasergehalt je nach Witterung im Mai täglich um 0,3 bis 0,5 % in der TS ansteigt. Daraus resultiert, dass für die Mahd und Bergung eines Futters mit höchster Energiedichte im 1. Aufwuchs nur 3 bis maximal 5 Erntetage zur Verfügung stehen. Leguminosenbasierte Grasbestände weisen dabei eine deutliche größere optimale Nutzungsspanne auf als reine Grasbestände (Übersicht 3).

Die optimalen Nutzungszeitpunkte der Folgeaufwüchse sind deutlich variabler zu terminieren, da aufgrund des veränderten Blatt-Stängelverhältnisses eine größere Nutzungsspanne besteht (PAUL et al. 2001). Wie beim ersten Aufwuchs muss der Schnittzeitpunkt sich am Beginn Ähren- bzw. Rispschieben der bestandsbildenden Gräser bzw. bei leguminosendominanten Beständen an der beginnenden Blüte der Knospen (PAHLOW 2003) orientieren.

Im Schnittzeitpunkt ‚Beginn Ähren- bzw. Rispschieben‘ liegt eine hohe Silierfähigkeit bei ausreichenden Zuckergehalten vor. Spätere Erntetermine sind mit deutlichen Abnahmen des Zuckergehaltes und Zunahme der Spermigkeit durch höhere Rohfasergehalte gekennzeichnet.

Übersicht 3: Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Gras und Leguminosen



Leguminosen (Klee und -gras, Luzerne) silieren

Der Leguminosenanbau mit Rot- oder Weißklee sowie mit Luzerne hat z.Z. hauptsächlich im Ökologischen Landbau als unverzichtbare N-Quelle eine große Bedeutung. Im Futterbau machen gestiegene Konzentratfutter- und Düngerpreise, niedrige Rohproteingehalte in Ackergrasmischungen und die angespannten N-Bilanzen im Milchviehbetrieb den Anbau von Leguminosen wirtschaftlich interessant. Um das Potenzial von Leguminosen zu nutzen, gilt es die besonderen Anforderungen an Siliereigenschaften und –technik im Vergleich zur Grassilagebereitung zu beachten.

Futterleguminosen unterscheiden sich in vielen Merkmalen (Tabelle 9) von Grasbeständen hinsichtlich einer erfolgreichen Silierung. Diese lassen sich wie folgt schlagwortartig zusammenfassen:

- Durch N-Assimilation der Knöllchenbakterien unabhängig von N-Zufuhr, aber dadurch auch grö-

ßere Ertragsschwankungen

- Höhere Nutzungsspanne ergibt andere Schnitzeitpunkte und Schnittanzahl pro Jahr
- Generell schlechte Silierbarkeit aufgrund hoher Pufferkapazität (PK) und geringer Zuckergehalte (Z): daher Gebot eines Silierzusatzes bei Vergärbarkeitskoeffizient (VK = $TM \% + 8 \cdot Z/PK$) < 35, z. B. bei Anwelkgraden < 30 % TM, generell bei Luzerne oder Kleeanteil > 60 % in einer Kleeegrasmischung (s. Übersicht 8)
- Hoher Blattanteil erfordert eine schonende Siliertechnik (möglichst nur 1x Zetten/Wenden und Einsatz von Walzenmähaufbereitern)
- Bei Rotklee und Luzerne: hoher, verholzter Stängelanteil erschwert die Trocknung
- Höhere Eiweißgehalte und bessere Eiweißqualität als bei Gras
- Höhere Energiegehalte bei Weißklee, aber geringere bei Rotklee und Luzerne
- Nachteil: Phytoöstrogene (bei > 60 % Anteil) – pflanzliche Hormone, die die Fruchtbarkeit (Brunsterkennung) negativ beeinflussen können.

Tabelle 9: Unterschiedliche Silierung/Futterwert bei: Leguminosen und Gras

		Leguminosen	Gras
Nutzungselastizität		hoch	mittel
Blatt:Stängel Verhältnis	Anteile	hoch	sehr hoch (außer 1. Aufwuchs)
Blatt- Bröckelverluste	Risiko	hoch	gering
Vergärbarkeit		mittel-gering	gut
Eiweißgehalt	% XP	hoch	mittel
Energiegehalt	MJ NEL	mittel	hoch

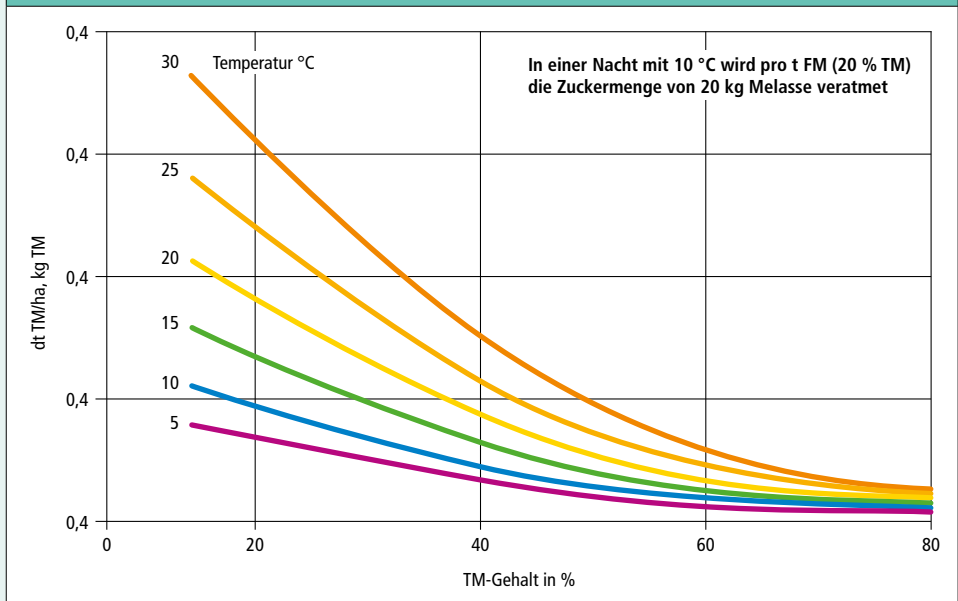
Anwelken auf 30 bis 45 % TM

Unter 30 % TM kann eine Grassilage Gärstoff abgeben und/oder Buttersäure kann entstehen. Diese Fehlgärung verursacht hohe TM- und Energieverluste und führt zu geringeren Futterraufnahmen und Tierleistungen. Bei über 40 % TM steigt das Risiko der zunehmenden Atmungs- und Bröckelverluste (Übersicht 4) sowie aufgrund abnehmender Verdichtbarkeit die Gefahr von Nacherwärmung an. Allgemeines Ziel muss ein zügiges Anwelken sein. Bei günstigen Witterungsbedingungen kann bereits nach 5-6 h nach der Mahd bei Breitablage mit dem Schwaden bzw. Ernten begonnen werden.

Mähen, Aufbereiten, Zetten, Schwaden

Der enge Zeitraum des Schnittoptimums und der Anspruch auf kurze Feldliegezeiten erfordern hohe Flächenleistungen bei der Mahd (Übersicht 5). Sowohl Trommel- als auch Scheibenmäherwerke erfüllen diese Forderung. Vor dem Mähen sind alle Maßnahmen des Wildschutzes, die ein Töten von Tieren während des Mähvorganges verhindern können, wie Abgehen der Mähflächen mit Hunden vor der Mahd, Einsatz von Wildrettern, zu ergreifen. Dies ist nicht nur aus der Sicht des Naturschutzes, sondern auch aus der Sicht der Entstehung von Botulismustoxinen erforderlich. Das Gras wird bei einer Schnitthöhe von ca. 5 cm (bei Dauergrünland) und 7 cm (bei Ackergras und Leguminosen) gemäht. Die Einhaltung dieser Schnitthöhen

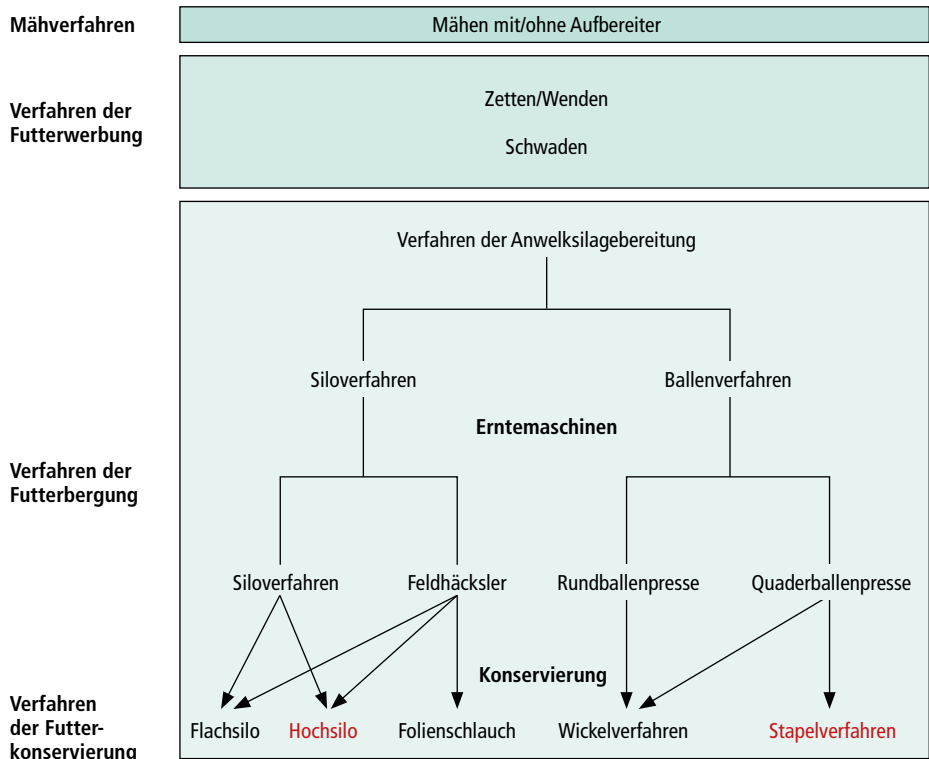
Übersicht 4: Atmungsverluste während der Feldphase (HONIG 1991)



ermöglicht einerseits eine geringe Verschmutzung oder Verpilzung und andererseits ein zügiges Nachwuchsverhalten des Bestandes, da die Pflanzen noch Restassimilationsfläche aufweisen. Zur Minimierung der Verluste sind alle Möglichkeiten zur Trocknungsbeschleunigung zu nutzen. Dafür bietet sich in erster Linie die Aufbereitung des Mähgutes direkt bei der Mahd an. Dies wird mit zunehmendem Einsatz von Scheibenmähdwerken durch die Zerstörung der Wachsschicht bei Gräsern mittels Schlegel- oder Zinkenrotoren sowie die Verminderung von Bröckelverlusten bei kraut- bzw. leguminosenreichen Beständen mittels Profilwalzen erreicht.

Die positiven Effekte liegen in der Größenordnung von bis zu einem halben Tag. Dennoch sind zur Anwendung von Mähaufbereitern einige einschränkende Punkte zu beachten (THAYSEN 2004): Auf das Zetten von aufbereitetem Mähgut kann nur bei geringen Erträgen und/oder gleichzeitig guten Trocknungsbedingungen verzichtet werden. Auf lockeren Narben (Neuansaat, Ackergras) und bei hohem Besatz an Maulwurfsaufen erhöht die Aufbereitung den Eintrag von Sand und Schadkeimen, die durch den austretenden Zuckersaft mit der Pflanze verkleben und nicht mehr im Laufe des Anwelkprozesses zu reduzieren sind. Bei sehr guten Anwelkbedin-

Übersicht 5: Verfahrensgestaltung der Anwelksilagebereitung (WAGNER 2005)



gungen und niedrigen Erträgen wird sehr schnell der optimale Trockenmassegehalt von 35–45 % TM überschritten, mit der Folge von geringerer Verdichtbarkeit und Nacherwärmungsrisiken. Wenn die in die Mähtechnik integrierte Aufbereitung unter Beachtung die-

ser Punkte variabel eingesetzt und mit der lockeren Breitablage des Mähgutes unter Einsparung des nachfolgenden Zettens kombiniert wird, so wird eine deutliche Verbesserung der Silagequalität erreicht.



Foto: Dr. Thajsen

Kreiselmähtechnik als Scheiben- oder Trommelmäher ist Stand der Technik. Wenn ein Mäh-aufbereiter eingesetzt werden soll, ist eine Aufbereitung über die gesamte Arbeitsbreite mit anschließender Breitablage in Verbindung mit dem Scheibenmäher sinnvoll.



Foto: Dr. Thajsen

Auf Problemflächen mit hohem Maulwurfbesatz oder in Kontinentaltagebieten mit hohen Verdunstungsraten kann ein Schwadleger den Zett- und Wendegang ersparen.

Mehr Wildrettung bei der Grünlandmahd durch Abstimmung zwischen Landwirt und Jäger

Bei der Grünlandmahd, insbesondere im ersten Schnitt kommt es immer wieder vor, dass Wildtiere wie zum Beispiel Rehkitze, Junghasen oder Vogelgelege getötet beziehungsweise zerstört werden. Folgendes Konzept zeichnet sich durch eine hohe Erfolgsquote zur Wildrettung aus.

Schritt 1:

Sobald ein möglicher Schnitttermin feststeht, nimmt der Landwirt Kontakt

mit dem Jagdausübungsberechtigten auf. Er stimmt mit ihm ab, welche Flächen in welcher Reihenfolge gemäht werden sollen.

Schritt 2:

Der Jagdausübungsberechtigte oder von ihm beauftragte Personen suchen die Flächen ab, optimalerweise mit einem dafür ausgebildeten Hund, z. B. einem Vorstehhund. Dieses geschieht am besten direkt vor der Mahd. Die Kitze werden entweder aufgescheucht oder von der Ricke von der Fläche geführt. Die Entfernung der Junghasen ist schwieriger, aber durch die auf der



Dieses Bild sollte möglichst bald der Vergangenheit angehören. Mit gutem Willen und Abstimmung zwischen Landwirt und Jäger lässt sich viel erreichen.



Am besten werden die Eier vor der Mahd entfernt und in der Brutmaschine ausgebrütet.

Alle Foto: Deutscher Jagdschutzverband (DJV)



Beim Abgehen der Flächen vor der Mahd lässt sich so manches Kitz retten.



Der Landwirt sollte seine Flächen anmähen, dann eine Pause von ca. 2 h einrichten und erst dann wieder möglichst von innen nach außen weitermähen. Das ist aktive Wildrettung!

Fläche herrschende Unruhe werden auch die Junghasen von den Häsinnen aus der Fläche entfernt. Die Eier der Vogelgelege von Fasan, Rebhuhn oder anderen werden entfernt und mittels einer Brutmaschine ausgebrütet.

Schritt 3:

Der Landwirt mäht seine Flächen von außen nach innen an. Nach einer Mahd 1x mal rum, wechselt er auf seine nächste Fläche. Nach circa 2 h mäht er seine erste Fläche weiter, am besten von innen nach außen. In dieser Reihenfolge werden alle Flächen gemäht, die noch am gleichen Tag weiter bearbeitet werden sollen. Durch den zeitlichen Vorsprung von circa 2 h und durch die Mähreihenfolge können Ricken sicher ihre Kitze aus der Fläche führen.

Diese Vorgehensweise sollte auch gewählt werden, wenn der Lohnunternehmer den Grünlandschnitt vornimmt. Das vorherige Anmähen sollte der Landwirt selber durchführen.

Eine sofortige **Breitverteilung** des Mähschwades parallel zum Mähen ist erforderlich, um das Anwelken umgehend einzuleiten und damit die verlustreiche Zuckerveratmung zu unterbinden. Sowohl der Einsatz eines Zetters als auch die Verwendung von Leitblechen direkt an den Mähwerken (mit Aufbereitem) dient diesem Ziel. Beim **Zetten** (Auseinanderstreuen von Schwaden) ist mit steilen Streuwinkeln, einer langsamen Fahrgeschwindigkeit von maximal 5 km/h und der mittigen Erfassung der Schwade ohne Überfahren zu arbeiten, weil sich sonst durch eine zu geringe Verteilgenauigkeit Grasbüschel bilden. Falls das Zetten für das Erreichen des Trockenmassegehaltes nicht ausreicht, kann beim anschließenden **Wenden** der breitflächig abgelegten Grasmatte mit einer flacheren Streuwinkelseinstellung und einer etwas höheren Fahrgeschwindigkeit gearbeitet werden. Der Verzicht auf das Wenden ist nur bei guten Trocknungsbedingungen zu empfehlen, da es bei



Foto: Dr. Thaysen

Zur Vermeidung zu niedriger oder zu hoher Anwelkgrade ist der Anwelkvorang laufend zu überprüfen.

hohen Aufwuchsmengen zu einem ungleichmäßigen Abtrocknen der Grasmatte und damit zu unterschiedlich angewelkten Graspartien kommt. Diese werden zwar bei der Ernte mit dem Feldhäcksler durchmischt, können aber dennoch den Gärverlauf gefährden.

Beim **Schwaden** ist auf eine möglichst vollständige, aber schmutzarme Aufnahme des Futters zu achten. Da das Schwaden über den Trocknungsverlauf in seiner Endphase entscheidet, sollte bei gutem Wetter durch ein rechtzeitiges Schwaden eine zu starke Abtrocknung vermieden und bei schlechtem Wetter durch ein unmittelbares Schwaden vor dem Ernten die Ausnutzung der Trocknungszeit angestrebt werden. Leistungsfähige Geräte werden oft schon in Kombination mit dem nachfolgenden Ernteaggregat eingesetzt. Damit die Bergetechnik besser ausgelastet ist und das Futter im Schwad noch nachtrocknen kann, sollten die Schwade gleichmäßig breit und hoch sowie möglichst locker geformt sein. Beim Einsatz von Ladewagen oder

Pressen wird die optimale Breite und Höhe des Schwades durch die Breite und den Freiraum des Schleppers bestimmt, beim Einsatz von selbstfahrenden Feldhäckslern durch die Breite der Pick-up. Die höchsten Ansprüche an die Schwadqualität stellen Rund- oder Quaderballenpressen. Für eine ausreichende Festigkeit der Ballen auch in den Randbereichen sollte das Schwad möglichst kastenförmig mit leichter Erhöhung an den Kanten ausgeformt sein.

Futterbergung und Konservierung

Das Ziel der Futterbergung ist es, das Siliergut möglichst verlust- und schmutzarm aufzunehmen, abzutransportieren sowie zügig einzulagern und zu verdichten. Die Siliertechnik und deren sachgerechtes Management dienen dazu, die Zielgrößen der Futterqualität bis zur Verfütterung bzw. Einspeisung weitgehend unabhängig von der Witterung sicher zu realisieren und dabei

Das Schwaden beendet weitgehend das Anwelken und kann daher einen Beitrag zur Vermeidung zu hoher Anwelkggrade > 50 % TM sein. Wichtig ist weiterhin eine genaue Höheneinstellung der Zinken, um Schmutzeinträge zu minimieren.



Foto: Dr. Thaysen

verfahrensspezifische und arbeitswirtschaftliche Anforderungen mit einzubeziehen.

Als Erntemaschinen für die Futterbergung werden Feldhäcksler, Ladewagen und Ballenpressen (Rund- oder Quaderballen) angeboten. Ihr Einsatz ist unmittelbar mit dem Konservierungsverfahren verknüpft. Der Ladewagen und die zum Feldhäcksler zugehörige Transporteinheit befördern das Erntegut zum Silo (Siloverfahren),

wo das Anwelkgut parallel zur Futterbergung im Flach- oder im Schlauchsilos verdichtet wird. Beim Rund- und Quaderballen-Silageverfahren kann der Ballen sofort nach dem Pressen in Silofolie gewickelt und damit luftdicht verschlossen werden. Während beim Häcksler- bzw. Ladewagenverfahren das Erntematerial erst am Ende der gesamten Futterbergung luftdicht verschlossen wird, kann dieser Abschnitt beim Ballen-Wickelverfahren direkt im Anschluss an das Pressen stattfinden.

Tabelle 10: Vor- und Nachteile verschiedener Ernte- und Konservierungsverfahren (nach NUSSBAUM 2005)		
Ernte- bzw. Konservierungsverfahren	Vorteile	Nachteile
Exakhäckslerkette	+ Trennung Ernte-Transport + Kurzschnitt (Verdichtung, Gärprozesse) + Schlagkraft + Gras-/Maissilage/GPS + Mischen der Partien	– Arbeitskräftebedarf – Anforderungen an Management – evtl. zu hohe Leistung (Engpass beim Walzen) – geringe Schlagkraft bei Kleinstflächen – Steillagen (Parallelfahrten)
Kurzschnitt-ladewagenkette	+ Zwei-Mann-Ernte möglich + Kleinflächen + Hanglagen + Grassilage/Heu/Stroh + flexibel	– nicht bei Maissilage u. GPS – Investitionskosten hoch – mit zunehmender Hof–Feld–Entfernung teures Verfahren – kaum Mischen der Partien
Rund-/Quaderballen-silage	+ flexibel + bei Restflächen (< 10 ha) + einfacher Transport + selten Erwärmung + einfaches Management + kein Kapital für Silobau + handlebare Einheiten	– Gesamtverfahren teuer – Platzbedarf (Lager) – Folienverletzungen – Plastikabfall (Recycling schwierig, Verbrennen verboten) – nicht bei Nasssilagen – Einsatz im Mischwagen
Strangwicklersilage	+ weniger Folienverbrauch als beim Rundballensilageverfahren + einfaches Verfahren + kein Kapital für Silobau	– nicht bei Maissilage u. GPS – Platzbedarf (Lager) – Folienverletzungen – Plastikabfall – nicht bei Nasssilagen – Einsatz im Mischwagen
Folienschlauchsilage	+ flexibel, nicht ortsgebunden + geringe Investitionskosten + kleine/große Einheiten möglich (alle Tierbestände) + Silage, Biertreber, Schnitzel, Getreide (alle Schüttgüter) + gute Verdichtung + Hand-/Maschinenentnahme + kein separates Abdecken + früher Luftabschluss	– schwierig bei Feuchtsilage – Erntemanagement (Anlieferung) – Platzbedarf – Folienverletzung – Plastikabfall



Foto: Weirfoto

Der Feldhäcksler liefert durch seine variablen Schnittlängen Anpassungen in allen TM-Bereichen die sicherste und gleichmäßigste Gras-silagequalität.

Der Gärprozess setzt in diesem Fall früher ein und geringere Atmungsverluste sind zu erwarten. Die Erfüllung von Qualitätsparametern ist somit an spezielle Techniken gebunden. Über Vor- und Nachteile der verschiedenen Ernteverfahren informiert Tabelle 10.

Geschwadetes Futter kann mit dem Feldhäcksler, dem Ladewagen und mit Rund- oder Quaderballenpressen geborgen und nachfolgend einsiliert werden (Übersicht 6). Vor dem Pressen bzw. Laden ist darauf zu achten, dass keine Kadaver erfasst werden, da diese die Vermehrung von Clostridium botulinum begünstigen und die Entstehung von Botulismustoxinen verursachen können. Eine ausreichende Säuerung unterdrückt jedoch die Clostridien und das Entstehen der Toxine. Auch aus diesem Grund ist ein zu hohes Anwenden > 50 % TM zu vermeiden.

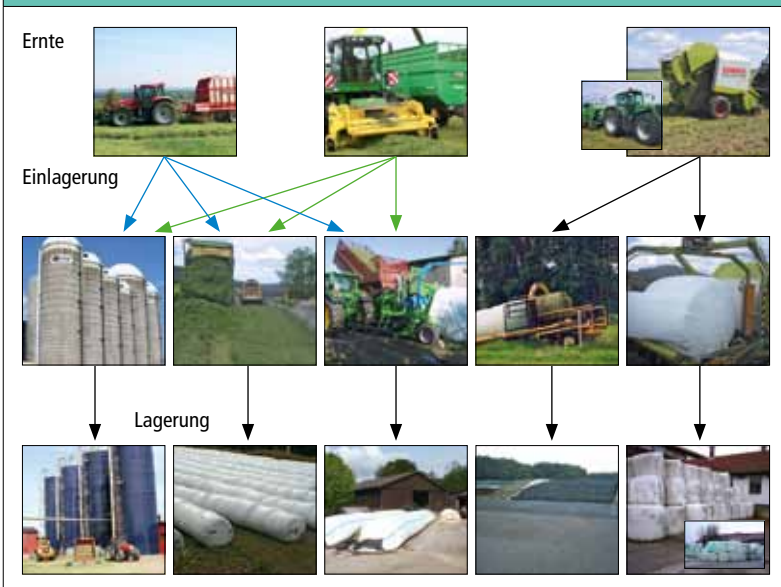
Aus der Sicht des Gärverlaufes und des Erhaltes des Futterwertes ist die **Häckseltechnik** das Ernteverfahren, das die höchste Sicherheit in der Silagequalität ermöglicht. Die Entwick-

lung des **Kurzschnittladewagens** mit Rotorförderung und Dosierwalzen hat die früher bestehenden Unterschiede insbesondere bei jungem, gut verdichtbarem Material deutlich reduziert. Aber je rohfasereicher, trockener und sperriger das Siliergut wird, wie z. B. bei Leguminosen, umso eher kann der Feldhäcksler durch die Gleichmäßigkeit des Schnittes das Siliergut verarbeiten. Empfehlungen zur optimalen Häcksel- bzw. Schnittlänge enthält Tabelle 11.

TM-Gehalte > 40 % TM in Leguminosensilagen bergen bei einer Beerntung mit dem Ladewagen und Einlagerung auf Siloplatzen die Gefahr größerer Verluste durch Nacherwärmung aufgrund der geringen Verdichtbarkeit dieses Siliergutes. Es ist daher vielfach besser, das Silieren derartigen Materials in Ballen vorzunehmen.

Als **Ballensilierverfahren** kommen Quaderballen- bzw. Rundballenpressen mit unterschiedlichen Ballengrößen zum Einsatz. Die Ballen werden mit einer Stretchfolie mit 6–8 Lagen unmittelbar nach dem Pressen entweder

Übersicht 6: Verfahren der Grassilagebereitung (NUSSBAUM 2006)



direkt am Lagerplatz eingewickelt oder gewickelt mit einer Spezialzange schonend zum Lagerplatz transportiert.

Schneidwerke an den Pressen erhöhen die Verdichtbarkeit des Siliergutes und sind daher zu empfehlen. Quaderballenpressen sind den Rundballenpres-

sen wegen der höheren Verdichtung für Qualitätssilage vorzuziehen. Für die Bereitung von Anwelksilage mit einem Trockenmassegehalt von 35–45 % TM ist eine Dichte von 220 kg TM/m³ gewünscht. Messungen von UPPENKAMP (1994) haben gezeigt, dass die zu erreichenden Trockenmassedichten

Tabelle 11: Optimale Häcksel- bzw. Schnittlänge (in cm) der Grassilage für eine hohe Verdichtbarkeit, gute aerobe Stabilität und wiederkäuergerechte Struktur der Silage bei verschiedenen Verwertungsrichtungen, Vorlagetechniken und Trockenmasse- und Rohfaserbereichen (nach BRABANDER et al. 1999)

Einsatz in ...	Milchviehhaltung			und Bullenmast			Extensive Rinderhaltung	
	Futtermischwagen ¹⁾	Niedrig	Hoch	Optimal	Niedrig	Hoch	Optimal	Hoch
Futtermischnägel	Futtermischwagen ¹⁾							
TM Bereich ²⁾		Niedrig	Hoch	Optimal	Niedrig	Hoch	Optimal	Hoch
Rohfaserbereiche								
22–25 % TM	8	6	6	6	4	2–3	8	6
25–28 % TM	6–8	4–6	6	6	3–4	2–3	6	4
> 28 % TM	6	4–6	6	6	3–4	2–3	6	4

¹⁾ Futtermischwagen mit Schneideeinrichtung
²⁾ TM-Bereich: niedrig: < 28 % TM; optimal: 30-40 % TM; hoch:> 40 % TM
³⁾ Futtermischnägel, Blockschnägel, Zange
⁴⁾ Bei Rundballen- oder Quaderballensilage mit Vorzerkleinerung

vom Anwelkgrad des Siliergutes beeinflusst werden. Mit Rundballenpressen können bei der Silagebereitung Dichten von durchschnittlich 150–170 kg TM pro m³ erreicht werden, allerdings nur bei einem Trockenmassegehalt des Siliergutes von etwa 50 % TM. Leicht höher sollte der Trockenmassegehalt für die Verdichtung in Quaderballenpressen sein, wenn die geforderten 220 kg TM pro m³ angestrebt werden. Bei noch höheren Gehalten sinkt die Trockenmassedichte und das Risiko für Mängel in der Silagequalität steigt. In dem Bereich zwischen 60 und 85 % TM (das den Mikroorganismen frei verfügbare Wasser geht drastisch zurück) ist aufgrund einer stark abnehmenden Gärintensität die Säurebildung nur noch gering; derartige Konservate von Gras werden auch als Heulage bezeichnet. Die geringe Gärintensität führt insbesondere beim höheren Ausgangekeimbesatz mit Schimmelpilzen und Hefen eventuell schon vor dem

Öffnen zu einer Verschimmelung (oft nesterweise im Ballen verteilt) bzw. nach dem Öffnen der Ballen zu einer mangelhaften aeroben Stabilität der Silage. Bei der Ballensilage erhöht sich zudem die Anzahl der Ballen je Hektar, was die Kosten des Verfahrens ansteigen lässt.

Bei leicht geringerem Anwelkgrad besteht zwar in den einzeln eingestreckten Ballen noch keine Gefahr von Gärstoffverlusten, es geht aber die Formstabilität der Ballen verloren, was für die Lagerung sehr nachteilig sein kann. Großballen sind im Vergleich zu Rundballen wegen ihrer größeren Oberfläche stärker disponiert für alle unerwünschten Gär gasaustauschvorgänge. Mit Reduktion der Ballengröße steigt – bezogen auf eine bestimmte Silagemasse – die Oberfläche, der Folienbedarf und auch das Risiko für diese Austauschvorgänge exponentiell an.

Kombigeräte aus Ballenpresse und Wickler gewährleisten eine sofortige Silierung und sind daher nicht nur aus arbeitswirtschaftlicher Sicht vorteilhaft.



Foto: Dr. Thaysen



Foto: Dr. Thaysen

Die Lagerung der Rundballen wird grundsätzlich stirnseitig vorgenommen. Die Unterlage der Ballen sollte gegen Nagetiere unzugänglich, die Ballen bei Freilandlagerung mit einer Abdeckplane gegen Insekten/Vogelanflug und Wassereinfluss geschützt werden. Die laufende Ballenkontrolle auf Beschädigung ist erforderlich, da Löcher in der Folienhaut immer Schimmelbildung zur Folge haben. Folienlöcher sind mit Spezialklebeband zu verschließen.

Transportieren, Einlagern und Verdichten im Flachsilo

Da i. d. R. nach Zeit abgerechnet wird, muss der Häcklerleistung immer die entsprechende Transportlogistik in Größe und Menge zugeordnet werden. Dabei haben sich die großvolumigen (40-60 m³) Silier- oder Abschiebewagen bewährt, die sowohl ein Entleeren auf dem Silo bis zu einer Höhe von ca. 6 m als auch ein Abschieben vorm Silo ermöglichen. Mit Gespannfahrzeugen ist ab einer gewissen Füllhöhe bzw.

Steigung das Überfahren (auch bei zusätzlicher eingesetzter Zugkraft) nicht mehr möglich. Zum Überfahren auch in größeren Höhen bietet sich als Transportfahrzeug der allradangetriebene LKW an. Auch ist der Reifenverschleiß geringer als bei herkömmlichen Wagen und die mögliche Transportgeschwindigkeit höher, so dass mit weniger Kapazität die gleiche Leistung erzielt werden kann.

LKW's in der Silageernte

Lohnunternehmer setzen Chassis mit Allrad-Antrieb ein. Die Bereifung wird auf Niederquerschnittstypen der Größe 650 x 22,5 umgestellt. Wichtigste Detailänderung ist die Installation eines separaten Antriebs für einen Kratzboden und die Dosierwalzen. Ein Häckselaufbau mit 40-60 cbm, eventuell auch in der Kipplösung, rundet den Silage-LKW ab.

Bis zu einer Feld-Hofentfernung von ca. 10 km ist der Allrad-LKW bei der Bereifung und der Geschwindigkeit bis

Quaderballen sind nicht nur höher verdichte, sondern lassen sich auch ohne Qualitätseinbußen besser stapeln als Rundballen.

80 km/h ein schnelles und wendiges Gerät. Bei größerer Entfernung bieten sich dann Sattelaufleger als Transporteinheiten an, die mit einer speziellen Überladetechnik oder von Überladefahrzeugen bedient werden. LKW verdichtetes Siliergut lässt sich wesentlich besser befahren als Schlepper gezogene Silierwagen. Die Folge ist: kein aufwendiges Anhängen von Schleppern zum Überfahren, der Walzschlepper kann sich auf seine Verdichtungsarbeit stärker konzentrieren. Das führt in der Summe zu einer besseren Verdichtung des Siliergutes, damit zu geringeren Verlusten und geringeren Risiken der aeroben Instabilität und Nacherwärmung. Summarisch entspricht die Leistung von 2 Allrad-LKWs denen von 3 Schleppern mit Wagen bei jeweils gleichem Ladevolumen.

Überfahren oder vorm Silo abkippen?

Sofern eine Überfahrt und Entladung auf dem Silo mit der vorhandenen Technik noch möglich ist, werden dabei weitere Verdichtungen und Zeiteinsparungen realisiert. Nachteilig ist aber, dass das gesamte Silo über einen langen Zeitraum offen bleibt, obwohl ein zügiger Verschluss von Vorteil ist.

Je größer und höher das Silo angelegt wird, desto eher kann daher ab einer gewissen Füllhöhe ein Abkippen vor dem Silo mit dem nachfolgenden Transport mit Schiebeschilern oder Radladern auf das Silo sinnvoll sein. Fertig befüllte Silagepartien können dann schon während der Restbefüllung mit einer Unterziehfolie abgedeckt werden.

Verdichtung

Die Verdichtung von Silagen beeinflusst deutlich die Gärprozesse und die Lagerstabilität, da bei unzureichender Verdichtung verstärkt Sauerstoff durch die Anschnittfläche in das Silo eindringen kann. Die Menge des Luftzutrittes und die Eindringtiefe in den Futterstock werden von der Größe der Poren und Luftkanäle bestimmt. Sie fördern das Wachstum unerwünschter Keime wie Hefen und Schimmelpilze und führen zur Nacherwärmung der Silagen (Tabelle 12). HONIG (1987) legte deshalb Mindestverdichtungen für einen Gasaustausch von $< 20 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ (Tabelle 13) als Sollwerte fest.

Oftmals werden diese Werte in den oberen Bereichen und in den Randbereichen des Flachsilos nicht erreicht, so

Tabelle 12: Verdichtung, Hefenkonzentration und aerobe Stabilität bei Grassilage

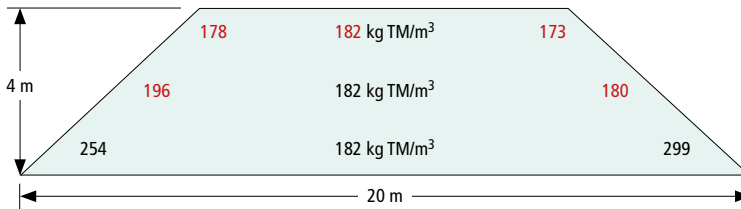
	Laktat abbauende Hefen (log KBE/g FM)	Aerobe Stabilität (Tage)
Sehr gute Verdichtung, 100 % luftdicht	3,0	6,3
Sehr gute Verdichtung, mit Luftzutritt	4,1	5,7
Schlechte Verdichtung, mit Luftzutritt	6,1	3,3

Tabelle 13: Sollwerte für Verdichtungen (nach Honig 1987)

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

Übersicht 7: Dichte von Grassilage. Empfehlung und typische Werte aus der Praxis (WAGNER 2006)

TS-Gehalt (%)	Ziel: \varnothing Dichte (kg TM/m ³)
25	175
30	190
35	210
40	230



dass hier besonders mit Nacherwärmung zu rechnen ist. Die Nährstoffverluste im Randbereich, von der Oberfläche bis in 1 m Tiefe, können das Zweifache der Verluste an Nährstoffen im Inneren des Silos ausmachen (Übersicht 7).

Verdichtung im Flachsilo

Im Flachsilo erfolgt der Verdichtungsdruck über einen Schlepper oder Radlader während der Überfahrt. Die Effektivität der Walzarbeit wird von einem möglichst hohen Walzdruck beeinflusst. Dieser hängt in erster Linie von dem Kontaktflächendruck (kg/cm²) ab, der von den Reifen des Verdichtungsfahrzeuges auf den Silostock

Siloverteiler sind bei Ablage des Siliergutes in Haufen immer erforderlich. Sie ebnen die Haufen ein und gewährleisten die Schichtdicke von ca. 30 cm zum anschließenden Walzen.



Foto: Dr. Theysen

wirkt. Der Kontaktflächendruck kann über die Radlast und damit das Gewicht des Walzschleppers sowie über den Reifendruck und die Reifenaufstandsfläche beeinflusst werden.

Schwere Walzschlepper oder Radlader verdichten das Siliergut. Wenn aus Sicherheitsgründen Zwillingsreifen unvermeidbar sind, sollte der Reifendruck in den Zwillingsreifen abgesenkt werden, um den Aufstandsdruck auf die Haupträder zu konzentrieren.



Foto: Dr. Theysen

Grundsätzlich gilt für die Verdichtung im Flachsilo:

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

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

Die Silogeometrie richtet sich grundsätzlich nach dem Vorschub, der im Winter bei 1,5 m/Woche und im Sommer bei 2,5 m/Woche liegen soll. Bei schmalen Silos und gleichzeitig hoher Ernteleistung sollten zwei Silos angelegt werden, so dass parallel eingelagert und verdichtet bzw. mit zwei Walzfahrzeugen verdichtet werden kann. Bei ausreichend großem Tierbestand und hoher Ernteleistung sind Silos von mindestens 7–8 m Breite zu empfehlen, die eine zügige Befüllung und intensives Verdichten ermöglichen. Eine maximale Füllhöhe von bis zu 6 m sollte nicht überschritten werden. Grundsätzlich sollten die Längen der Silos flexibel erweiterbar sein.



In vielen Betrieben sind die Voraussetzungen für einen optimalen Vorschub noch nicht gegeben, d. h. die Silos sind meistens zu breit und/oder zu kurz. Besonders für die wärmere Jahreszeit empfiehlt es sich, lange und schmale Silos anzulegen, die einen hohen Vorschub ermöglichen. Hilfreich ist hier die Durchführung einer Siloanlagenplanung, wie sie der Autor oder die Beratung anbieten. In Tabelle 14 sind Siloabmessungen für das Winter- bzw. Sommerhalbjahr bei verschiedenen Tierbeständen dargestellt.

Siliegut aus Gras weist eine hohe Rückausdehnung nach dem Walzen auf und muss daher intensiv nach dem Befüllen nachgewalzt werden.

Tabelle 14: Siloabmessungen im Winter- bzw. im Sommerhalbjahr bei verschiedenen Betriebsgrößen

Winterhalbjahr – Vorschub in m: 2,00						
GV:	50	100	130	150	200	300
Silobreite in m	7	7	10	10	10	10
Silohöhe in m	0,63	1,26	1,14	1,32	1,76	2,64
Silolänge in m	52	52	52	52	52	52
Sommerhalbjahr – Vorschub in m: 2,50						
GV:	50	100	130	150	200	300
Silobreite in m	7	7	10	10	10	10
Silohöhe in m	0,50	1,01	0,92	1,06	1,41	2,11
Silolänge in m	65	65	65	65	65	65

Walztechniken

Als Walzaggregate stehen aufbalancierte Schlepper, Radlader, Rüttelwalzen und Spezialsilowalzen zur Verfügung. Während Walzschlepper die eigentliche Verdichtungsarbeit vornehmen, weisen Radlader den weiteren Vorteil auf, Siliergut auf das Silo tragen und verteilen zu können. Spezielle Rüttelwalzentechnik eignet sich nur für Häckselgut wie Maissilage bei Fahrsilos mit Seitenwänden für die Biogasverwendung. Spezialsilowalzen wie z. B. die Silowalze aus gebrauchten Waggonrädern zeigen eine bis 10 % höhere Verdichtungsleistung auf und sind daher empfehlenswert. In ersten Versuchen zum Einsatz des ‚Pistenbullys‘ auch in Grassilage konnte NUSSBAUM (2010) zeigen, dass dieses Gerät über seine hohe Verteilleistung und geringe Schichtdicke zum Anwalzen geeignet ist, den Engpass der Walzarbeit in der Erntekette zu minimieren.

Die Berechnung der Walzgewichte richtet sich nach der Bergeleistung. Es gilt die Faustregel: Bergeleistung in Tonne Frischmasse je Stunde geteilt durch den Faktor 4 entspricht dem notwendigen Walzgewicht beim Einsatz des Feldhäckslers (1 Walzfahrzeug bei Grassilage 15–20 t TM/h). So erfordern 50 t/h Bergeleistung mindestens 12,5 t Walzgewicht. Beim Ladewagen-einsatz gilt der Faktor 3.

Flachsiloanlagen mit festen Silowänden bieten im Vergleich zu Freigärhaufen Vorteile. Zum einen erlauben sie eine bessere Verdichtung, zum anderen besitzen sie eine geringere Silooberfläche und somit weniger Problemzonen. Die Verdichtung der Randbereiche ist in Si-

los mit schräg stehenden Wänden (sog. Traunsteinersilos) problemloser durchzuführen.

Verdichtung im Folienschlauch

Die Konservierung von Grassilage im Folienschlauch passt sowohl an das Ende einer Feldhäcklerkette als auch zum Ladewagenverfahren. Zur Befüllung der Silopresse (Rotormaschine) kommen entsprechend Rückwärtskipper und Ladewagen zum Einsatz. Ähnlich der Einlagerung im Fahrsilo kommt es auch hier darauf an, einen konstanten Massenstrom zu verarbeiten.

Silopressen werden in Deutschland in unterschiedlichen Leistungsklassen angeboten, je nach Bedarf können durchschnittlich 100 t/h in den Schlauch gepresst werden, für größere Betriebe oder z. B. Biogasanlagen gibt es auch Maschinen mit bis zu 200 t/h Leistung. Damit passt das Verfahren auch in leistungsstarke Ernteketten. Aufgrund des schnellen Luftabschlusses bei der Einlagerung im Schlauch sind die Verluste sehr gering. Für eine gute Verdichtung sind bei Gras Schnittlängen von 2–4 cm und ein TS-Gehalt von 35 % unbedingt einzuhalten.

Rotormaschinen werden mit einem Gitter und/oder Ankersystem angeboten. Ein Gitter am Ende des Schlauches, das wiederum über Seiltrommeln mit der Maschine verbunden ist, sorgt für den Druckaufbau bei der kontinuierlichen Zufuhr von Anwelkgut über einen Rotor in den Schlauch. Durch das Füllen des Schlauches wird die Maschine samt Schlepper nach vorne geschoben. Diesem Druck wird durch Regulierung des Bremsdruckes über die

Seiltrommeln entgegengewirkt – nach diesem Prinzip erfolgt die Steuerung der Verdichtung im Schlauch. Dazu kontrolliert der Maschinenbediener die Foliendehnung (Dehnung der Folie um maximal 10 %) und stellt den Bremsdruck entsprechend ein. Die Schlauchfolie hat eine Nenndicke von über 240 µm, abhängig vom Schlauchdurchmesser. Es werden hohe Qualitätsanforderungen an die Folie gestellt (Reißfestigkeit, Reißdehnung) – die Foliendicke alleine ist als Qualitätsparameter nicht entscheidend. Die Schlauchlänge ist hier auf ein Maximum von 90 m begrenzt.

Rotormaschinen mit Ankersystem verzichten auf ein Gitter und arbeiten stattdessen mit ein bzw. zwei Anker (je nach Schlauchdurchmesser). Diese werden zunächst durch den Gutstrom in den Schlauch gezogen. Die Länge des Seils, an dem der Anker hängt, entscheidet über die Höhe des Pressdruckes. Am Schlauchende muss der Anker eingezogen werden, ein Auflockern des Materials erfolgt nicht, da sich dieses durch das Eigengewicht wieder zu-



Foto: Dr. Theysen

sammendrückt. Durch den Verzicht auf Gitter und Seiltrommel sind Schlauchlängen von bis zu 150 m möglich. Bei einem Durchmesser von 3,60 m erzielt man damit Lagermengen von 1.000 t pro Schlauch. Auch die Verfahrensleistung ist bei den Ankermaschinen größer, da ohne den Gitterwechsel die Rüstzeiten für den Schlauchwechsel halbiert werden.

Mit dem Schlauchdurchmesser (verschiedene Durchmesser zwischen 1,50 m und 3,60 m) steigt die Füllmenge je laufendem Meter und damit die Lagermenge je Schlauch (Tabelle 15).

Das Schlauchverfahren zur Erreichung einer hohen Grassilagequalität ist an genaue Einhaltung des TM-Bereiches von 30–40 % gebunden.

Tabelle 15: Füllmengen im Siloschlauch in Abhängigkeit vom Schlauchdurchmesser und Siliergut (WAGNER 2006)

Schlauchdurchmesser (m)	Füllmengen (t FM / lfd. Meter)		
	Anweltsilage, Maissilage 30 % TM	Zuckerrüben-Pressschnitzel 22 % TM	Feuchtmais gequetscht 70 % TM
1,65	1,4	1,5	1,6
1,95	1,7	1,8	1,9
2,40	3,3	3,5	4,3
2,70	3,8	4,1	4,9
3,00	4,6	5,0	6,0
3,30	5,6	6,1	7,2
3,60	7,0	7,3	8,6

Für welchen Durchmesser man sich entscheidet, hängt neben dem Vorschub auch von der Verfügbarkeit der Maschinen ab. Die vergleichsweise kleine Anschnittfläche begünstigt einen hohen Vorschub, der zur Qualitätssicherung unbedingt erforderlich ist.

Das Einsatzspektrum der Rotormaschinen reicht von Anwelksilagen, Maissilagen, Ganzpflanzen, Feuchtmais bis hin zu Substraten der weiterverarbeitenden Agrarindustrie (Pressschnittzel, Biertreber).

Verdichtung im Rund- bzw. Quaderballen

Beim Ballensilivverfahren kommen Quader- bzw. Rundballenpressen für unterschiedliche Ballengrößen zum Einsatz. Schneidwerke an den Pressen sind zu empfehlen, da sie die Verdichtbarkeit des Siliergutes erhöhen. Quaderballenpressen verdichten höher als Rundballenpressen und sind daher für Qualitätssilagen vorzuziehen. Für die Bereitung von Anwelksilage mit einem Trockenmassegehalt von 35–45 % ist eine Dichte von 220 kg TM/m³ gewünscht. Dieser Zielwert wurde in Untersuchungen mit Trockenmassegehalten von 35–50 % bei Quaderballen erreicht. Rundballen ergaben hingegen Dichten von 150–170 kg TM/m³. Auch bei einer äußeren Luftabschlussgüte von 6 und 8 Folienlagen wurde bei einigen Versuchen bzw. Ausgangsmaterialien kein ausreichender Luftabschluss in den Silagen erreicht.

Abdeckung und Entnahme

Fahrsilos werden mit Folie gegen den schädlichen Luftsauerstoffeinfluss sofort nach der Befüllung zugedeckt. Die Siloabdeckung bei festen Siloanlagen sollte über den seitlichen Rand gezogen werden. Damit wird verhindert, dass Regenwasser und folglich Sauerstoff in die Silage eingetragen wird. Verfaulende, modrige Silageecken können so verhindert werden. Schräg stehende Wände und ein seitlicher Erdwall begünstigen diese Art der Qualitätssicherung.

Ob die Siloanlage nun mit oder ohne feste Wände ist, es sollte grundsätzlich eine Unterziehfolie sowie eine Silofolie zur Abdeckung eingesetzt werden. Dieser Grundaufbau 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, transparente Unterziehfolie. Die seitlichen Ränder sind mittels Silokiessäcken abzudichten, welche auch bei der Entnahme in Form von Riegeln den schädlichen Lufteinfluss von der Anschnittfläche in das Silo hinein sicher verhindern. Als Maßstab für eine gute Folienqualität und Zudeckarbeit ist die Bildung einer Gärgashaube anzusehen. Das gebildete Gas fließt in der Regel nach 1–3 Tagen von selber ab und daher sollte das Silo in dieser Phase nicht geöffnet werden (PAHLOW 2003).

Die Abdeckung des Futterstapels bzw. das Einwickeln der Ballen sollte mit DLG-geprüfter Polyethylen-Folie erfolgen. Die zugedeckten Stapel sind gangzflächig so zu beschweren, dass ein Flattern der Folie vermieden wird. Während der Lagerzeit ist die Abdeckung regelmäßig auf Beschädigungen zu überprüfen. Löcher sind sofort zu verschließen, um zusätzliche Futterverluste zu vermeiden.

Folienschläuche werden nach Abschluss der Befüllung direkt verschlossen und mit Schutznetzen überzogen. Im Vergleich zur aufwändigen Siloabdeckung ist der Zeitaufwand gering. Auch hier ist eine regelmäßige Kontrolle der Schläuche erforderlich.

In der Regel sind Anwelksilagen nach 5–6 Wochen durchgegoren und damit verfütterbar. Um den Tieren täglich qualitativ hochwertige Anwelksilage anzubieten, ist auf eine sachgemäße, d. h. verlustarme Futterentnahme aus den Futterstapeln zu achten. Dabei muss gewährleistet sein, dass die unter

hohen Aufwendungen bei der Ernte, der Silierung und der Lagerung erreichte Qualität für möglichst die gesamte Silagemenge erhalten bleibt. Je länger Luft auf die Anschnittfläche bzw. Ballenoberfläche der Silage einwirkt, umso intensiver laufen die mikrobiellen Umsetzungen (Nacherwärmung) ab und umso höher sind die Entnahmeverluste. Zur Futterentnahme ist deshalb solche Technik einzusetzen, mit der die Entnahmefläche glatt, möglichst senkrecht und nicht aufgelockert wird. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen haben sich vielfach die Greifschaufel bzw. die Silozange durchgesetzt, die allerdings eine rauere Oberfläche hinterlassen als der U-Blockschneider. Bei der Verwendung von Zangen kommt es daher besonders auf die richtige Bedienung des Gerätes und die Einhaltung der Vorschubforderungen insbesondere in der wärmeren Jahreszeit an.

Eine Gärgashaube ist stets ein Zeichen guter Abdeckmaterialwahl und –technik. Das gebildete Gas darf unter keinen Umständen abgelassen werden. I. d. R. lässt nach 1–3 Tagen die Gasbildung nach. Danach können die Abdeckmaterialien nahegelegt bzw. gespannt werden.



Foto: Dr. Thaysen

Verfahrenskostenvergleich Grassilageernte

Über die Vorzüglichkeit von Ernteverfahren in der Grassilagebereitung wird seit jeher diskutiert. Die Entscheidung des Betriebsleiters ob Häcksler, Ladewagen in Fahrsilo oder Schlauch oder ob Ballensilierung wird von vielen Einflüssen geprägt. Regionale klimatische Erntebedingungen und die Flächenstruktur entscheiden über die erforderliche Schlagkraft, um das Futter in der zur Verfügung stehenden Zeit mit möglichst geringen Verlusten zu ernten und einzulagern. Der Tierhalter muss außer arbeitswirtschaftliche Kriterien auch die Ansprüche der Tiere an eine bestimmte Futterqualität und -struktur berücksichtigen. Zunehmend wird bei den verschiedenen Alternativen der Einlagerungsverfahren neben dem Fahrsilo und der Ballensilage auch die Folienschlauchsilierung in die Betrachtung miteinbezogen. Neuerdings wird ein weiteres Einlagerungsverfahren der „Tunnelsilage“ angeboten. Hierzu liegen jedoch noch keine belastbaren Daten vor.

Der folgende Vergleich verschiedener Verfahrensalternativen bildet die gesamten Verfahrensabschnitte von der Mahd bis zum Trog ab. Bezugsgrößen sind die Gesamtkosten, die pro Tonne Trockenmasse in den einzelnen Abschnitten der Verfahrenskette entstehen. Es soll die Frage beantwortet werden, welche Kosten für die gesamte Kette zu veranschlagen sind und wie sich die Kosten bei verschiedenen Verfahren der Futterbergung und -einlagerung unterscheiden. Während für den Einsatz der Erntemaschinen durchschnittliche Lohnunternehmer-Preise herangezogen werden können, sind beim Flachsilo (Siloplatte, Fahrsilo mit schrägen Wänden) die Investitionen in bauliche Maßnahmen für die jeweils gegebenen Tonnagen zu kalkulieren. Die Lohnunternehmer-Tarife unterscheiden sich zwar regional, sind in der Tendenz jedoch vergleichbar. Anhand einer Beispielskalkulation werden Milchviehbetriebe mit zwei verschiedenen Betriebsgrößen angenommen: 150 Großvieheinheiten (GV) (45 ha Gras und 20 ha Mais) bzw. 250 GV (75 ha Gras und 33 ha Mais) (Tabelle 16).

Tabelle 16: Planungsdaten zur Einlagerung von Gras und Mais zum Planungsbeispiel

GV	150		250	
	Gras	Mais	Gras	Mais
Substrat	Gras	Mais	Gras	Mais
Fläche (ha)	45	20	75	33
Ertrag (t TM/ha)	10	12	10	12
Tonnage (t FM/a)	1.286	686	2.143	1.131
SUMME (t FM/a)	1.972		3.274	



Foto: Weirbildt Claas

Die Kostenunterschiede der verschiedenen Verfahren der Grasernte liegen im wesentlichen bei den Bergelkosten.

In der Summe plant der Betrieb mit 150 GV die Ernte und Einlagerung von ca. 2.000 t FM und der 250 GV-Betrieb ca. 3.300 t FM Futter.

Das Rundballenverfahren incl. Wickeln kostet in Dienstleistung durchschnittlich 20,00 €, etwas niedriger im Vergleich dazu die Kosten für das Quaderballenverfahren (18,00 €).

Futterwerbung und -bergung

Die Kosten der Futterwerbung (Mähen, Wenden, Schwaden) werden für alle Verfahren gleichgesetzt. Sie liegen bei ca. 6,50 €/t FM (Tabelle 17). Der Feldhäckslereinsatz kostet als Dienstleistung durchschnittlich 10,00 €/t incl. Transport, im Vergleich dazu liegt der Ladewagen bei 8,50 €/t.

Konservierung

Feldhäcksler-Kette bzw. Ladewageneinsatz führen zum Großsilo. Zur Wahl stehen hier die Alternativen Folien-schlauch, Tunnelsilage, Siloplatte und Fahrsilo.

Tabelle 17: Kosten (€/t) der Futterwerbung und -bergung für verschiedene Ernteverfahren (Durchschnittswerte nach ÜMV)

Arbeitsvorgang	Feldhäcksler	Ladewagen	Rundballen	Quaderballen
Mähen	3,50	3,50	3,50	3,50
Wenden	1,50	1,50	1,50	1,50
Schwaden	1,50	1,50	1,50	1,50
Bergung/Pressen incl. Wickeln bei RB/QB	6,00	8,50	20,00	18,00
Transport	4,00	–	8,00	8,00
Summe (€/t)	16,50	15,00	34,50¹⁾	32,50¹⁾

Quelle: LU- und MR-Verrechnungssätze 2009, Dieselkostenaufschläge nicht berücksichtigt

¹⁾ ohne Lagerkosten

Verfahrenskosten Fahrsilo

Um die Kosten der Einlagerung im Fahrsilo bzw. auf Siloplatte zu berechnen, wurden die Investitionskosten zunächst klassisch über einen Zeitraum von 20 Jahren kalkuliert (Tabelle 18).

Es wurde angenommen, dass mit 2,5 min pro Tonne verdichtet wird, um eine maximale Verdichtung zu gewährleisten (siehe auch Kapitel 5). Der überbetriebliche Tarif für die Verdichtungsarbeit liegt bei 2,00 €/t. Zur Abdeckung des Fahrsilos wurde im Beispiel der Einsatz von Silofolie und Unterziehfolie mit Kosten von 0,40 €/m² und einem Zeitaufwand von 1,4 AK-min/m² kalkuliert. Die Kosten der Einlagerung für 150 GV liegen damit zwi-

schen 6,90 und 7,30 €/t. Für 250 GV liegen die Kosten zwischen 5,50 und 6,00 Euro/t. Diese Kosten sind jedoch über einen Abschreibungszeitraum von 20 Jahren zu realisieren.

Ein Planungshorizont von 10 statt 20 Jahren würde die Verfahrenskosten der Alternative Fahrsilo auf bis zu 19 €/t mehr als verdoppeln.

Verfahrenskosten Folienschlauch

Zur Lagerung im Folienschlauch wird das Material mit einer Schlauchpresse verarbeitet. Der Dienstleistungstarif liegt bei durchschnittlich 6,00 €/t ohne Diesel (ca. 0,4 l/t).

Tabelle 18: Verfahrenskosten der Einlagerung von Gras und Mais auf der Siloplatte und im Fahrsilo

Siloform	Siloplatte		Fahrsilo, schräge Wände	
	150	250	150	250
GV				
Tonnage (t/a)	1.972	3.274	1.972	3.274
Baukosten (€/m ³) ¹⁾	40	29	54	42
Volumen (m ³)	3.034	5.037	2.465	4.093
Investitionskosten (€)	121.354	146.071	133.110	171.885
Abschreibungszeitraum (a)	20	20	20	20
Abschreibung	3,08	2,25	3,38	2,65
Zinsen (6 % ½ Inv.)	1,85	1,35	2,03	1,58
Verdichtung (2,5 min/t, 45 €/h)	1,88	1,88	1,88	1,88
Folie (0,40 €/m ²)	0,30	0,25	0,29	0,22
Siloabdeckung, Arbeit (€/t)	0,22	0,17	0,21	0,16
Anstrich, Instandhaltung (€/t)	0,18	0,11	0,18	0,12
Summe (€/t)	7,50	6,00	7,95	6,60
RISIKOBEWERTUNG:				
Abschreibungszeitraum (a)	10	10	10	10
Summe (€/t)	18,10	14,15	19,30	15,80

¹⁾ s. THAYSEN (2007)

Für einen Betrieb mit 150 GV wären bei den vorgegebenen Tonnagen insgesamt ca. 8 Schläuche mit dem Schlauchdurchmesser von 2,70 m zu kalkulieren. Bei einem 250 GV Betrieb könnte ein größerer Schlauchdurchmesser von 3,0 m gewählt werden. Mit einer Füllmenge von ca. 4,5 t/laufenden Meter wäre auch hier ein hoher Vorschub zu realisieren (Tabelle 19). Ein größerer Schlauchdurchmesser reduziert den Flächenbedarf zur Ablage der Schläuche. Die Flächen sollten befahrbar sein, um eine sachgerechte Schlauchablage sowie die spätere Entnahme zu ermöglichen. Hier bieten sich verschiedene Alternativen an. Grundsätzlich sollten befestigte Flächen für niederschlagsreiche Perioden und unbefestigte Flächen für trockene Perioden eingeplant werden. Bei der Planung des Flächenbedarfs ist zu berücksichtigen, dass im Jahresverlauf über die Vegetationsperiode Ablageflächen für nachfolgend abreifende Substratmengen (Maissilage) frei werden.

Hierdurch können im Beispiel ca. 10 % der Fläche eingespart werden. Im Durchschnitt entsteht ein Flächenbedarf von 1 m²/t. Sollte eine Befestigung erforderlich sein, liegen die Flächenkosten dafür bei 2,00–2,20 €/t.

Einlagerung mit dem Verfahren „Tunnelsilage“

Bei diesem vergleichsweise neuen Verfahren wird die Maschine über eine Befüllwanne mit Siliergut beschickt. Das Siliergut wird nachfolgend durch ein Rotorsystem zu einem Strang zusammengepresst und mit Folie abgedeckt. Die Folie ist an den Seiten nur untergeschlagen. Es werden Siloabmessungen von 4 m Breite und 2 m Höhe (durchschnittlich) angeboten. Zu diesem Verfahren liegen noch keine belastbaren Daten vor.

Tabelle 19: Planungsdaten zur Einlagerung von Gras und Mais im Folienschlauch

GV	150			250		
	Gras	Mais	Summe	Gras	Mais	Summe
Schlauch Ø (m)	2,7			3,0		
Schlauchlänge (m)	75			75		
Lagermengen (t/Schlauch)	244	257		301	317	
Füllmenge (t/lfd. m)	3,6	3,8		4,4	4,7	
Anzahl Schläuche (n)	5,3	2,7	8	7,1	3,6	10,7
Theor. Flächenbedarf (m ²)	2.200	1.500	3.700	3.000	1.800	4.800
Effektiver Flächenbedarf (m ² /t) ¹⁾			1,2			1,0
Flächenkosten (€/t) ²⁾			2,20			2,00

¹⁾ 5% bereits vorhandene Flächen, 10% für Gras und Mais

²⁾ bei 20 €/m² und 15 Jahren Nutzungsdauer (Befestigung eines Mineralgemisches nach 20 cm Bodenaushub und Vlieseinlage)

Auslagerung

Bei der Entnahme und Vorlage fallen Arbeits-, Maschinen- und Dieselskosten an. Es wurde ein einheitlicher TM-Gehalt von 35 %, 365-Tage 2x tägliche Vorlage und eine einheitliche Dichte beider Silagearten unterstellt. Als Geräte wurden Frontlader mit Schneidzange bzw. Ballenzange bei den geringen

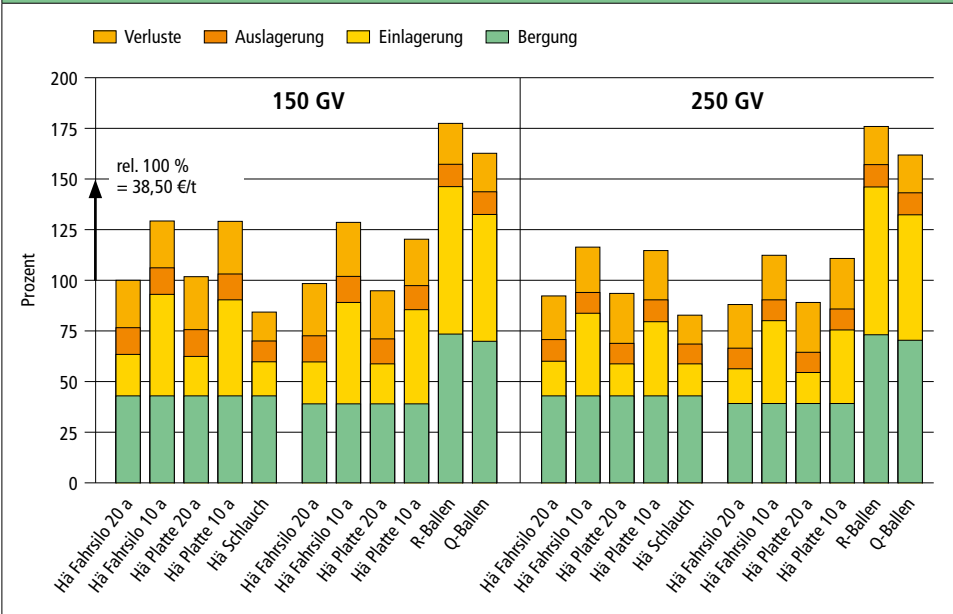
Leistungen und Radlader mit den dazugehörigen Geräten bei höheren Leistungen unterstellt (Tabelle 20). In dem Beispiel fallen für den 150 (250) GV Betrieb für die Verfahren Entnahmekosten bei Siloplatte/Fahrsilo in Höhe 5 (€/t) (< 4,00), bei Ballensilage über 3 (€/t) und bei der Schlauchsilage um 4 (€/t), unabhängig von der unterstellten Betriebsgröße, an.

Tabelle 20: Kosten (€/t) der Silageauslagerung und Vorlage bei verschiedenen Verfahren und Entnahmemengen/Jahr¹⁾

Entnahmemenge t/a	Fahrsilo; Siloplatte	Ballensilage	Schlauch-/Tunnelsilage
700	6,75	2,75	6,90
1.000	6,00	3,15	5,70
2.000	4,40	3,15	4,10
3.000	3,90	3,00	3,90

¹⁾ Quelle: KTBL, 2008 pers. Mitteilung

Übersicht 8: Bergung, Ein- und Auslagerung und Verluste der verschiedenen Verfahren und Lagerungsmöglichkeiten vergleichend als Relativwerte zum Häckslerverfahren im Fahrsilo. Planungsrisiko über 10 und 20 Jahre (=100)



Gesamtkosten

In der Übersicht 8 sind alle kalkulierten und erhobenen Teilkosten (Bergung, Ein- und Auslagerung) der verschiedenen Verfahren und Lagerungsmöglichkeiten vergleichend als Relativwerte zum Häckslerverfahren im Fahrsilo (=100) zusammengefasst. Bei den Ballenverfahren wurden die Maistonnagen als Einlagerung in ein Fahrsilo gerechnet. Mit steigender Betriebsgröße sinkt das Kostenniveau der Verfahren um durchschnittlich 4 €/t, außer bei der Schlauch- und Tunnelsilierung. Während die Ballenverfahren im obersten Kostenniveau liegen, ist das Schlauchverfahren aufgrund geringer Investitionskostenanteile der Einlagerung relativ am günstigsten. Zwischen Häcksl- und Ladewageneinsatz sind die Unterschiede relativ gering, wobei die Siloplatte bei beiden Verfahren günstiger abschneidet.

Mit dem Anstieg der Kosten werden auch TM- bzw. Energieverluste zunehmend ökonomisch betrachtet. Verluste an Trockenmasse und Energie entstehen bei der Grünfuttersilierung bereits auf dem Feld (Atmungs- und Bröckelverluste), später während der Gärung bei zu langsamer pH-Wert Absenkung. Im Falle zu geringer TM-Gehalte (< 30 %) entstehen weiterhin Gärsaftverluste. Vergleiche zum Fahrsilo geben schrägen Wänden (Fahrsilosystem, Wandneigung 23–25°) den Vorzug, da dort langfristig die höchste Silagequalität mit den geringsten Verlusten festgestellt wurde.

Angaben zu Verlusten im Fahrsilo zeigen eine große Spannweite auf und liegen je nach Substrat bei durchschnittlich 10 % bei guter Bewirtschaftung (Tabelle 21). Hier ist zu unterscheiden zwischen unvermeidbaren sowie vermeidbaren Verlusten, die auf Managementfehlern beruhen.

Tabelle 21: Masseverluste in Abhängigkeit von Siloanlagensystemen

	Siloplatte		Fahrsilo (gerade Seitenwände)		Traunsteiner System (schräge Seitenwände)		Folienschlauch	
	Substrat							
	Mais	Gras	Mais	Gras	Mais	Gras	Mais	Gras
Prozessabschnitt Einlagerung								
Oberflächenverluste	2,9 %	2,7 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	–	–
Kantenverluste	3,7 %	3,5 %	1,9 %	1,8 %	0,5 %	0,4 %	–	–
Prozessabhängige Verluste								
Verluste durch Restatmung und Vergärung ¹⁾	5,0 %	10,0 %	5,0 %	10,0 %	5,0 %	10,0 %	–	–
Gesamtverluste	11,6 %	16,2 %	7,5 %	12,3 %	6,1 %	10,9 %	5,0 %	4,0 %

¹⁾ Unvermeidbare Verluste.

Thaysen J. (2009): Persönliche Mitteilung; Steinhöfel, O. et al. (1998): Untersuchungen zur Technologie, zu Gärprozessen, zur Umweltverträglichkeit und zur ökonomischen Effizienz des AG BAG Folienschlauchsilierverfahrens. Demonstrationsvorhaben der umweltgerechten Landwirtschaft, Abschlussbericht, Freistaat Sachsen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch

Gründe für geringste Gärverluste im Schlauch liegen insbesondere in dem schnellen und sicheren Sauerstoffabschluss bei der Einlagerung und während der Konservierung. Zusätzlich wird die Qualität durch den vergleichsweise hohen Vorschub gesichert. Die Berücksichtigung dieser Parameter reduziert zusätzlich die Kosten im Vergleich zum Fahrsilo.

Diskussion und Fazit

Bei den Maschinenkosten wurde keine Kostendegression durch Eigenmechanisierung bzw. Auslastungsunterschiede berücksichtigt, sondern mit einheitlichen Maschinenring- bzw. LU-Sätzen kalkuliert. Hintergrund ist die zunehmende Arbeitserledigung auch in wachsenden Futterbaubetrieben für diese Dienstleistungsinanspruchnahme. Bei variierenden Konditionen diesbezüglich kann das Ergebnis demgemäß also variieren.

Bei der Futterentnahme aus dem Silo ist auf glatte Anschnittflächen zu achten.



Foto: Peter Meyer, aid

Bei der Kalkulation wurde ein einheitlicher Abschreibungszeitraum von insgesamt 10 Jahren für alle baulichen Anlagen bei den Verfahren angenommen. Das ist ein relativ kurzer Zeitraum, zeigt aber auch an, dass Fahrsiloanlagen oft nach dieser Zeit renovierungsbedürftig sind, so dass weitere Kosten entstehen.

Weitere Bewertungskriterien bei der Wahl der Berge-, Ein- und Auslageverfahren sind die Auswirkung auf die Verluste, Futterqualität, Verfügbarkeit der Techniken und Flexibilität bei der Investitionsentscheidung bzw. bei der betrieblichen Ausrichtung. Hierzu sind die Verfahren sehr unterschiedlich geeignet. Interessant ist, dass das Verfahren der Konservierung im Folienschlauch nicht das „teuerste“ ist, wie oft behauptet. Der wichtigste Grund: Der Lagerungsbedarf kann den Erntemengen ohne bauliche Maßnahmen angepasst werden.

Die Qualität der Folienschlauchsilage wurden von (MAACK 2010) untersucht und die Verdichtung in den Randbereichen bewertet. Sollen die Kostenvorteile bei der Anlage und Verfütterung dieser Verfahren bestehen bleiben, so ist die Beachtung maximaler TM-Gehalte $< 40\%$, ein hoher Vorschub von 2,1 bis 3,5 m/Woche und eine penible Schlauchsicherung zum Erhalt der Luftabschlussgüte erforderlich.

Silierzusätze und deren Einsatz zur Silierung von Gras und Leguminosen

Mit der EU-Verordnung 1831/2003 werden die Siliermittel und Konservierungsstoffe als zulassungspflichtige, technologische Zusatzstoffe im Sinne des Futtermittelrechts eingeordnet. Seit 2010 dürfen in der EU nur noch zugelassene Wirkstoffe der Zusätze als Siliermittel und Konservierungsstoffe in den Verkehr gebracht bzw. in der Praxis eingesetzt werden.

Die Futtermittel-Hygieneverordnung sieht sowohl Siliermittel als auch Konservierungsstoffe vor. Während Siliermittel ohne Auflagen einer Dokumentation eingesetzt werden können, unterliegt der Konservierungsstoffeinsatz (z. B. Propionsäure) einer Betriebsregistrierung und Aufzeichnungspflicht.

Die Anwendung von Silierzusätzen dient der Qualitätssicherung und -verbesserung von Silagen, der Erreichung des Konservierungserfolges sowie der Reduktion von Verlusten. Sie wirken in verschiedenen Abschnitten im Silierprozess, verbessern die Vergärbarkeit des Siliergutes und unterdrücken unerwünschte Gärschädlinge. Die für die Praxis relevanten Produkte lassen sich nach ihrer Wirkungsrichtung alleine oder in Kombination mit anderen Zusätzen einteilen:

1. Gärsubstrate (Zucker, Melasse, Trockenschnitzel)
2. Milchsäurebakterien (homo-, heterofermentativ)
3. Chemische Zusätze (Neutralsalze und Säuren)

4. Enzyme (Hemicellulasen, Amylasen, etc.)
5. Weitere (Trockeneis, Absorber)

Silierzusatzarten

1) Gärsubstrate

wie Zucker, Melasse und zuckerfreisetzende Zusätze wie z.B. Trockenschnitzel liefern vergärbares Substrat als Nahrungsquelle für die Milchsäurebakterien. Folglich sind Gärsubstrate immer dann sinnvoll einzusetzen, wenn ein Zuckermangel oft in Kombination mit einer erhöhten Pufferkapazität wie z.B. bei Feuchtsilagen oder leguminosenreichen Siliergütern (mindestens 60 % Leguminosen) vorliegt. Der optimale TM-Bereich liegt für derartige Siliermaterialien bei 25–35 % TM. Darunter finden Buttersäurebakterien gute Vermehrungsbedingungen und mit einer möglichen Gärstoffbildung geht wertvoller Zucker verloren. Bei TM-Gehalten über 40 % kann ein Melassezusatz aufgrund einer reduzierten Gärintensität den Restzuckergehalt erhöhen und bei suboptimalen Silierbedingungen zu einem erhöhten Risiko der aeroben Instabilität führen.

Zuckerrübenmelasse weist bei einem TM-Gehalt von ca. 70 % und einem Zuckergehalt von ca. 50 % einen Energiegehalt von 8 MJ NEL/ kg TM auf. Bei Einsatzmengen von 15 kg (Gras) bis etwa 45 kg (Leguminosen) je Tonne Siliergut über Dosiertechniken am Ernte-



Foto: Dr. Theysen

Melasse lässt sich wirtschaftlich am besten während des Häckselns mit einer Nachläufertechnik einsetzen.

aggregat oder bei Schwadbehandlung wird eine Silage mit einer verbesserten Verdichtbarkeit, erhöhter Verdaulichkeit mit einer erhöhten Energiedichte bis 0,3 MJ NEL/kg TM und reduzierten Silierverlusten erreicht. Der zusätzliche Einsatz von Milchsäurebakterien sichert zudem eine schnelle Ansäuerung.

2) Milchsäurebakterien (MSB)

bestehen aus auf biotechnologischem Wege hergestellten, vermehrungsfähigen Lactobakterien. Sie werden überwiegend in getrockneter, hochkonzentrierter Form in Präparaten angeboten und in flüssigen Suspensionen oder in Granulatform dem Siliergut zugegeben. Ihr Wirkungsmechanismus besteht in einer Erhöhung der Keimdichte zu Beginn der Silierung sowie in einer Beschleunigung und Steuerung der Gärung. In Siliermitteln sind folgende 2 Arten alleine oder in Kombination mit einem oder mehreren Stämmen vertreten:

- Homofermentative Milchsäurebakterien (MSB_{ho})
- Heterofermentative Milchsäurebakterien (MSB_{he})

Die Effekte der biologischen Impfkulturen sind an die geeigneten Anwendungsbedingungen (TM von 25–45 %, Mindestzuckeranteil von 3 % FM) und eine gleichmäßige Verteilung im Dosiergut mittels geeigneter Dosiergeräte im Gutstrom bei der Ernte gebunden. Weiterhin sind alle bekannten Regeln der Siliertechnik (Befüllen, Verdichten, Abdeckung, Vorschub) genau einzuhalten.

Homofermentative Milchsäurebakterien (MSB_{ho}) verstoffwechseln den Zucker sehr schnell und wirkungsvoll nahezu ausschließlich zu Milchsäure. Das führt zu einer intensiven Absenkung des pH-Wertes, Unterdrückung von Gärsechlingen, Verringerung des Proteinabbaues, Reduzierung der Gärver-



Foto: Dr. Thaysen

luste, Erhöhung der Energiedichte von 0,1-0,2 MJNEL/ kg TM und verbessert damit die Verzehrs- und Futterwertigenschaften der Silage. Da jedoch die Essigsäuregehalte behandelter Silagen meistens sehr niedrig liegen, kann die aerobe Stabilität bei gleichzeitig hohen Restzucker- und Milchsäuregehalten verringert sein. Folglich sind die Voraussetzungen (Siliermanagement) und insbesondere ein Mindestvorschub von 2 m/Woche strikt einzuhalten, soll ein wirtschaftlicher Erfolg mit dem Siliermitteleinsatz mit MSB_{10} erzielt werden.

Heterofermentative Milchsäurebakterien (MSB_{he}) setzen vergärbare Kohlehydrate nicht nur zu Milch-, sondern auch zu Essigsäure um. Essigsäure verbessert die aerobe Stabilität, erhöht jedoch die Gärverluste. Der Stamm *Lactobacillus buchnerii* bildet zusätzlich auch 1.2 Propandiol, ein energiereicher Alkohol wie Propylenglykol. Bei einer Verwen-

dung von MSB_{he} ist auf einen Mindest-TM-Gehalt von 30 % zu achten und die Gärung sollte 6–8 Wochen ungestört ohne Lufterfluss verlaufen, da sonst die Essigsäurebildung unterbrochen und damit das Ziel einer Verhinderung der Nacherwärmung unter Entnahmebedingungen nicht erreicht wird.

3) Chemische Zusätze (Neutral-salze)

zur Steuerung des Gärverlaufs sind Stoffe mit selektiv mikrobiozider Wirkung, die unerwünschte Mikroben ohne säuernde Wirkung unterdrücken. Deshalb darf beim Einsatz derartiger Zusätze ein Mindestzuckergehalt von 5% TM (Siliergut > 30 % TM) bzw. 8 % TM (Siliergut < 25 % TM) nicht unterschritten werden, um eine anschließende Milchsäuregärung zu ermöglichen. Diese Zusätze haben somit eine Wirkungsgrenze bei sehr schlecht silierbarem Ausgangsmaterial.

Dosierer am Ernteaggregat sind eine zwingende Voraussetzung für eine wirtschaftliche Wirkung von Silierzusätzen

Chemische Zusätze (Ameisensäure, Propionsäure, Benzoe- und Sorbinsäure) zur Unterdrückung der mikrobiellen Fermentation verhindern neben den Verderbprozessen auch die Milchsäuregärung. Säuren bzw. deren abgepufferte Versionen in hoher Dosierung (5 bis 6 l/Tonne Siliergut) oder im Gemisch mit anderen Säuren senken den pH-Wert so weit ab bzw. die mikrobizide Wirkung der Ameisensäure ist so hoch, dass kaum noch eine Fermentation stattfindet und eine weitgehend chemische Konservierung vorliegt. Ein guter Konservierungserfolg ist unabhängig von der Menge an vergärbarem Substrat des Siliergutes erreichbar. Säurehaltige Zusätze werden auch zur Vermeidung von Nacherwärmung eingesetzt.

Als Applikationstechnik sind säurefeste Dosiergeräte mit einer leistungsfähigen Pumpentechnik erforderlich.

4) Enzyme

haben das Potenzial, nicht vergärbare Kohlenhydrate aufzuschließen und damit schwer silierbares Futter den Milchsäurebakterien zugänglich zu machen.

Allerdings ist das an eine unwirtschaftlich hohe Einsatzmenge gebunden. Zurzeit enthalten einige Milchsäurebakterienzusätze Enzyme als Beimischung, jedoch in relativ geringer Konzentration mit folglich geringen Wirkungsanteilen. Eine Neuentwicklung stellen Milchsäurebakterien dar, die die Enzyme selber bilden.

5) Weitere Zusätze

wie Trockeneis sind als CO₂-Lieferanten speziell in Großsilos bei mehrtägiger Befüllung einsetzbar. Das -70 °C kalte Trockeneis wird in Tiefkühlcon-

tainern angeliefert und zur Silierung gebröckelt. In 1 kg sind 600 Liter CO₂ enthalten, die den restlichen Sauerstoff verdrängen und somit die Silierung optimieren.

Futterharnstoff ist futtermittelrechtlich kein Silier- oder Konservierungsstoff, sondern kann zur RNB-Erhöhung zu Maissilage von 3 bis 6 kg/Tonne Siliergut eingesetzt werden. Dabei wird als Nebeneffekt eine Verringerung möglicher Nacherwärmung in der behandelten Silage erreicht. Der Futterharnstoffeinsatz sollte aus Fütterungsgründen erfolgen und muss wie ein Säurezusatz dokumentiert werden.

Kombiprodukte aus 2 (MSB) und 3 (Chemischer Zusatz)

haben den Anspruch, die Vorteile beider Komponenten in einem Produkt zu vereinen. Derzeit sind 2 verschiedene Kombinationen in der Praxis erhältlich:

- a) MSB_{ho} plus Benzoe- oder Sorbinsäure zur Verbesserung der aeroben Stabilität
- b) MSB_{ho} plus abgepufferte Säure zur Verbesserung der Gärqualität in schwer vergärbarem Material

Zu a) Bei alleinigem Einsatz von MSB_{ho} kann die aerobe Stabilität durch eine reduzierte Essigsäurebildung vermindert sein. Dieser Nachteil soll durch den Zusatz einer schwachen Säure (Benzoe- oder Sorbinsäure) mit Aufwandmengen von 200 bis 400 g/t Siliergut ausgeglichen werden. Die Säurekomponente kann aber die MSB_{ho} schädigen, deshalb ist entweder eine getrennte Applikation mittels 2 Dosierern oder ein sofortiger Verbrauch einer Gebrauchslösung innerhalb maximal 4 h zu empfehlen.

Zu b) Der Einsatz der MSB_{no} in schwer vergärbarem Futter soll den knapp vorhandenen Gehalt an Zucker in Milchsäure umsetzen und die abgepufferte Ameisensäure (Aufwandmengen je nach TM-Gehalt 2,5–4,5 l/Tonne Siliergut) die GärSchädlinge unterdrücken. Das Wirkprinzip ist jedoch strikt an eine getrennte Applikationstechnik über 2 Dosierer gebunden.

DLG-Gütezeichen für Silier- und Konservierungsmittel

Derzeit gibt es über 120 verschiedene Produkte auf dem Markt. Das Pra-

xishandbuch ‚Futterkonservierung‘, DLG-Verlag gibt hierzu eine komplette Marktübersicht. Um die Auswahl des richtigen Produktes für den Praktiker zu erleichtern, empfiehlt sich eine Auswahl eines DLG-geprüften Zusatzes vorzunehmen. Siliermittel mit Gütezeichen sind in neutralen Einrichtungen mehrfach getestet und werden laufend überprüft. Dabei wird zwischen verschiedenen Wirkungsrichtungen und Anwendungsbereichen unterschieden (Übersicht 30). Inzwischen gibt es mehr als 60 positiv geprüfte Gütezeichenprodukte auf dem Markt. Eine aktuelle Liste der DLG-Gütezeichenprodukte mit Preisangaben kann unter

Tabelle 22: DLG-Gütezeichen: Gliederung nach Wirkungsrichtungen (1–5) und Anwendungsbereichen (A–D)

Gruppe	Beschreibung
1	A Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufes für schwer silierbares Futter VK < 35, Grundfutter mit zu niedrigem Gehalt an Gärsubstrat und/oder TM
	B Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufes für mittelschwer bis leicht silierbares Futter im unteren TM-Bereich VK ≥ 35; TM ≤ 35 %, Gräser, Leguminosen, Silomais, Getreideganzpflanzen, jeweils mit ausreichendem Gehalt an Gärsubstrat
	C Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufes für leicht silierbares Futter im oberen Trockenmassebereich VK ≥ 35; TM ≥ 35 % bis ca. 50 % ¹⁾ , Gräser, Leguminosen, Silomais, Getreideganzpflanzen, jeweils mit ausreichendem Gehalt an Gärsubstrat
	D Mittel für spezielle Futterarten Futtermittel, die besondere Wirkungen des Siliermittels erfordern (z.B. Futterrüben, Pülpfen, Pressschnitzel)
2	Mittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität von Gras oder Leguminosen vorzugsweise angewelkt, Silomais und Maiskolbenprodukte, Getreideganzpflanzensilage, Feuchtgetreide, feuchter Körnermais, feuchte Leguminosensaart, andere Körnerfrüchte
3	Mittel zur Reduzierung von Gärtaftablauf
4	A Mittel zur Förderung der Futteraufnahme
	B Mittel zur Verbesserung der Verdaulichkeit
	C Mittel zur Verbesserung der Milch- und Mastleistung beim Rind
5	A Mittel mit zusätzlichen Wirkungen Zur Verhinderung der Vermehrung von Clostridien im Futter

¹⁾ durch zu geringe Wasserverfügbarkeit bedingte Wirkungsgrenze

www.lwksh.de/cms/index.php?id=2654 oder unter www.dlg.org/siliermittel.html mit Herstelleradressen abgerufen werden.

Grundsätze des Silierzusatzes

Kein Siliermittel oder -zusatz kann grobe Mängel in der angewandten Siliertechnik wie z. B. zu hohe Sandanteile, zu späte Schnitzeitpunkte, zu niedrige oder zu hohe TM-Gehalte oder unzureichende Verdichtung der Silage ausgleichen. Deshalb ist für die optimale Entfaltung der Wirkungen von Siliermitteln neben der guten Grünlandpflege auch die konsequente Umsetzung der besten Produktionstechnik der Silagebereitung erforderlich. Siliermittel sind daher ein Betriebsmittel für Siloprofis.

Siliermittel besitzen bei richtiger Mittelwahl und gezielter Anwendung das Potenzial, die Gärqualität von Silagen zu verbessern, den Futterwert anzuheben und somit das Potenzial für bessere tierische Leistungen zu erzielen. Sie können jedoch kein minderwertiges Ausgangsmaterial z.B. bei sehr späten Schnitzeitpunkten aufwerten oder grobe siliertechnische Fehler wie zu geringe Verdichtung, unzureichende Abdecktechnik oder einen zu geringen Entnahmevorschub ausgleichen.

Für den Einsatz der Siliermittel gelten folgende Grundsätze:

- bevorzugt DLG-anerkannte Siliermittel in geprüfter Dosierung einsetzen
- Auswahl des Mittels nach Zielrichtung und Anwendungsbereich

- bei ungünstigen Bedingungen mit chemischen Mitteln konservieren
- Preisvergleiche innerhalb einer Wirkungsrichtung
- homogene Verteilung sicherstellen
- flüssige Produkte bevorzugen

Dosiertechnik und Aufwandmenge

Um alle in der Praxis vorkommenden Silierbedingungen abzudecken, wird eine ausreichend dimensionierte, säurefeste Flüssigdosiertechnik benötigt, die es ermöglicht, alle Siliermittelarten – je nach Bedingungen des Ausgangsmaterials – einzusetzen.

Siliermittel wirken nur da, wo sie auch hingelangen. Das bedeutet, dass sie möglichst homogen mit dem Futter vermischt werden müssen. Am sichersten geschieht das mit einem Dosiergerät am Ernteaggregat (Ladewagen, Häcksler, Ballenpresse). Die Flüssigapplikation ist wegen der größeren Flexibilität und Wirkungssicherheit generell gegenüber der Granulat- oder Pulverform zu bevorzugen.

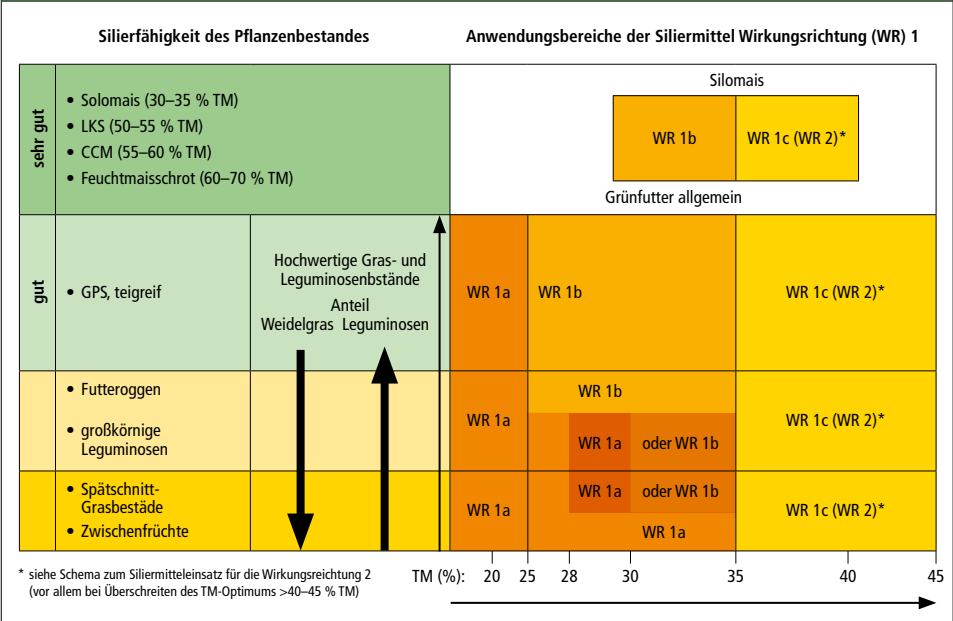
Praktische Siliermittelwahl

Die Wirkung der gewünschten Siliermittel oder -zusätze setzt den Einsatz des richtigen Zusatzes in der jeweiligen futterbaulichen Situation voraus. Da es nicht ein Siliermittel für alle möglichen praktischen Bedingungen und gewünschten Wirkungsbereiche gibt, ist die Kenntnis der Anwendungsbereiche (schwer-, mittelschwer-, leicht silierbar) bzw. die richtige Einschätzung des Ausgangsmaterials erforderlich.

Der Siliermitteleinsatz wird je nach TM-Gehalt in Abhängigkeit von der Pflanzenzusammensetzung und der gewünschten Wirkungsrichtung entschieden (Übersicht 9). Bei ausreichendem Gärsubstratangebot (weidelgrasreicher Bestand, optimales Wuchsstadium, kurze Feldliegezeit) und einem Anwelkgrad von 30 bis 40 % TM ist ein Silierzusatzeinsatz nur als Versicherung gegen einen suboptimalen epiphytischen Besatz – wie oft in 1. Aufwüchsen – immer dann zu empfehlen, wenn ein ausreichender Vorschub > 2m/Woche und die Wirkungsrichtung 4 (Verbesserung der Futteraufnahme, Verdaulichkeit oder Milch- und Mastleistung) angestrebt werden. Als Siliermittel kommen in erster Linie MSB_{ho} in Frage. Derart hochwertige Silagen hinsichtlich des Energiegehaltes und der Gärqua-

lität müssen für die Winter- und auch die Sommerverfütterung gegen das Risiko einer aeroben Instabilität (Nacherwärmung) geschützt werden. Am besten geschieht das bereits bei der Siloanlage. Hier sollte die Breite und Höhe so gewählt werden, dass abhängig von der täglichen zu versorgenden Viehanzahl ein Mindestverbrauch pro Woche von 2 m gewährleistet ist. Bei allen Siloanlagen, bei denen diese Basisforderungen nicht erfüllt werden oder der TM-Gehalt über 45 % liegt, muss mit einem geeigneten Zusatz der Nacherwärmung vorgebeugt werden. Hierfür eignen sich sowohl chemische, heterofermentative MSB als auch Kombinationsprodukte. Liegt der Vorschub unterhalb der Forderung oder sollen in weniger gut verdichteten Randpartien im Silo die

Übersicht 9: Einsatzbereiche für DLG-geprüfte Siliermittel zur Verbesserung des Gärungsverlaufs (Silagen für Wiederkäuer)



möglichen Nachteile der MSB_{ho} ausgeglichen werden, so sollten MSB_{ho+he} oder MSB_{he} in den betreffenden Silagepartien eingesetzt werden. Bei TM-Gehalten über 40 % ist auf osmotolerante (hohe Überlebensrate bei steigenden Anwelkgraden) DLG-geprüfte MSB (Anwendungsbereich C) zurückzugreifen (Übersicht 10). Ab 50 % TM ist der Wirkungsbereich von MSB bei der Grassilierung meist überschritten. In diesem Anwelkbereich sind zwar chemische Zusätze auf Basis der Propionsäure denkbar, kostengünstiger ist es aber, mit der Ballensilage das ‚Prinzip der luftdichten Lagerung der CO_2 -Atmosphäre‘ zu nutzen.

Wenn witterungsbedingt der Mindestanwelkgrad von 30 % TM nicht erreicht wird, aber die Mähzeitpunkte ansonsten im optimalen Wuchssta-

dium vorliegen, entscheidet der Verschmutzungsgrad über die Art des Zusatzes: Bei einer höheren Verschmutzung (Rohaschegehalte > 10 % TM) liegen schwer silierbare Bedingungen vor, die den Einsatz von chemischen Zusätzen der Wirkungsrichtung 1 a erfordern. Für die Erzeugung einer käseitauglichen Rohmilch ist eine sichere Unterdrückung der Buttersäurebakterien (Clostridien) erforderlich, deren Wirkungsnachweis die Produkte in der Kategorie 5 a aufweisen. (s. auch Tabelle 23)

Im TM-Bereich 25–35 % TM kann ein drohender Zuckermangel durch den Zusatz von Melasse in Höhe von 25–35 kg/Tonne Siliergut in Kombination mit MSB_{ho} ausgeglichen werden, wenn eine geeignete Dosiertechnik mit entsprechender Logistik vorhanden ist.

Übersicht 10: Einsatzempfehlungen für Silierzusätze der Wirkungsrichtung 2 (ANONYM 2006)

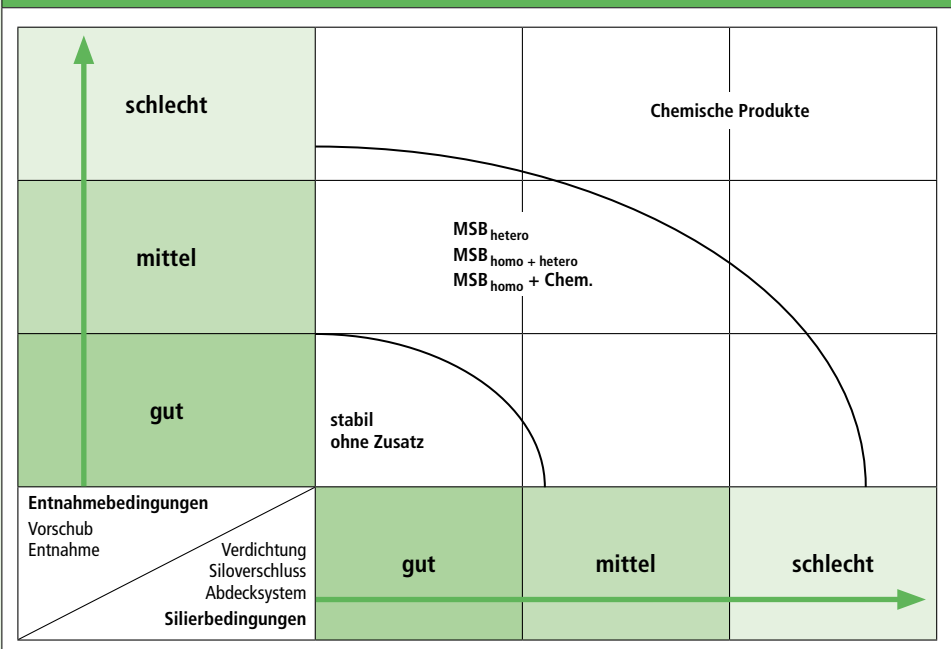


Tabelle 23: Zusammenfassung: Hinweise zum Silierzusatzeinsatz bei verschiedenen Gräsernarben und Anwelkbedingungen

Grasbestand	Feldliegedauer	Anwelkgrad	Silierzusatz	Aufwandmenge pro t FM
hoher DW-Anteil	kurz (< 2 Tage)	ab 30 %	MSB ho	10 ⁵ –10 ⁶ MSB
hoher DW-Anteil	eingeregnet	ab 25 %	Neutralsalz oder MSB ho mit WR 5a	3–4,5 L
mittlere (abfallende) Grasqualität	kurz (< 2 Tage)	ab 25 %	MSB ho + Melasse	25–40 kg Melasse + MSB
mittlere (abfallende) Grasqualität	eingeregnet	ab 25 %	MSB ho + Melasse oder Neutralsalz	

DW = Deutsches Weidelgras
 MSB = Milchsäurebakterien
 ho = homofermentativ
 Neutralsalz = Chemisches Siliermittel
 WR 5a = Wirkungsrichtung: Verhinderung der Vermehrung von Clostridiensporen

Einsatzempfehlungen bei der Klee- oder Luzernesilierung

Bei Leguminosenanteilen von mehr als 60 % gilt das Siliergut als mittelschwer silierbar. Es muss mit einem für dieses Wirkungsfeld geeigneten Siliermittel behandelt werden, um die durch eine mögliche Buttersäuregärung verursachten Verluste zu vermeiden. Bei TM-Gehalten < 30 % sind vorzugsweise MSB_{ho} plus 25–40 kg/Tonne Melasse einzusetzen; bei TM-Gehalten ab 40 % kann die Melasse entfallen. Alternativ können auch chemische Zusätze oder eine Kombination von MSB_{ho} mit abgepufferter Säure bei Beachtung der Sicherheitsvorschriften verwendet werden. Als Siliermitteleffekte sind die Halbierung der Gärverluste und eine Sicherung der Gärqualität mit über 80 DLG-Punkten sowie eine Erhöhung der Energiedichte zu erwarten.

Wirtschaftlichkeit des Silierzusatzeinsatzes

Wichtige Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Siliermitteleinsatz sind die Grundregeln, die beim Management besserer Silagequalität in der Praxis zu beachten sind. Ziel des Siliermitteleinsatzes ist eine höhere Grobfutterqualität, die entweder in einer Kraftfuttereinsparung oder bei gleichem Kraftfutteraufwand/Tier in einer Mehrleistung (Tabelle 24) niederschlägt. Das erfordert ebenso, dass das Futter verlustarm entnommen und die Anschnittfläche glatt und unaufglockert hinterlassen wird. Auch muss das Futter immer kalt und appetitanregend mehrmals täglich vorgelegt und die Kraftfutterzuteilung an die erhöhte Futterqualität angepasst werden.

Tabelle 24 : Silierzusatz Einsatz bei Grassilage bei unterschiedlichem Anwelkgrad

Kenngröße	Einheit		Anwelkgrad % TM		
TM-Gehalt des Grüngutes	%	20	25	30	35
mögliche Verlust-reduzierung	%	20	15	11	8
Nettoenergiegewinn	MJ NEL/ha	4.620	3.465	2.540	1.850
Silierkosten	EUR/ha	18	14	12	10
Wert der „gewonnenen Energie“	EUR/ha	92	69	51	37
wirtschaftlicher Nutzen	EUR/ha	74	55	39	27
zur Kostendeckung erforderliche Verlust-reduzierung	%	3,8	3,0	2,5	2,2
Berechnungsschema nach RAUE (2006)					



Zum Silomanagement gehört neben Fragen der Futter- und Ernteplanung auch das Controlling (Messen und Steuern). Ziel des Controlling ist es, Fehler frühzeitig zu erkennen bzw. zu vermeiden, die Eignung der Silage für bestimmte Tiergruppen festzulegen und Hinweise zur zukünftigen Verbesserung der Silageerzeugung abzuleiten. Die für das Controlling am Silo durchzuführenden Maßnahmen werden mit folgenden Methoden geprüft:

- Ertragsmessung und TM-Bestimmung bei der Ernte (Online-Verfahren oder Fahrzeugwaage)
- Durchführung von Futterwertanalysen
- Dichtemessung über spezielle Probenbohrer oder Vermessung und Wiegung von Siloblöcken
- Maßnahmen am Siloanschnitt:
 - Temperaturmessung mittels Sonde
 - Erfassung der Sensorik (Geruch, Farbe, Gefüge)
 - TM-Gehalt, pH-Wert
- Futterverzehr
- Leistung der Tiere

Bereits bei der Ernte sollte der Ertrag an Trockenmasse erfasst werden. Dies ist aus pflanzenbaulicher Sicht, zur Kontrolle des Silierzusatzeinsatzes und zur Futterplanung sinnvoll. Statt der bisher üblichen Vermessung der Silos empfiehlt sich die Einführung der Ertragsmessung am Häcksler bzw. Ladewagen.

Temperatur- und Verdichtungs-ermittlung

Die Messung der Dichte kann über das Vermessen und Verwägen von Blöcken sowie über geeignete Probestecher erfolgen. Bei Grassilage sollten Werte über 220 kg Trockenmasse je m³ unbedingt erreicht werden. An der Dichte lässt sich die Qualität der Walzarbeit beurteilen.

Am Anschnitt sollte die Silagequalität und das Ausmaß der Nacherwärmung nach einem festen Schema beurteilt werden. Sensorik (Farbe, Geruch, Gefüge) (ANONYM, 2006) liefert einen ersten Eindruck. Die Messung des pH-Werts z. B. über Lackmuspapier kann eine Ergänzung sein. Über die Nacherwärmung liefert die Messung der Temperatur an der Anschnittfläche eine wichtige Information. Zur Messung empfehlen sich Lanzen mit digitaler Anzeige (s. Seite 69).

Bei der Beurteilung der Temperaturen ist folgendes zu beachten:

- Öffnungstermin beeinflusst die Werte; 10 bis 15 Wochen nach der Silierung weitgehender Abfall
- ein ausgekühltes Silo hat im Mittel etwa 15° C
- bei ausgekühlten Silos zeigen Werte > 20° C Nacherwärmung an
- Differenzen von 5° C und mehr zwischen Messpunkten weisen auf Nacherwärmung hin

Überprüfung der Verdichtung im Silo

Dichtemessungen können nach Abschluss der Silierung entweder mit einem Siloblockschneider oder mit einem Probenbohrer durchgeführt werden.

An bereits geöffneten Mais- oder Grasisilagemieten kann mit Hilfe eines Siloblockschniders die Bestimmung der Dichte erfolgen. Aus dem Silo wird in einer definierten Silozone (Rand bzw. Mitte) ein Futterblock mit einem Blockschneider entnommen, vermessen und auf einer Fahrzeugwaage mittels Differenzwiegung verwogen. Dabei muss der Blockschneider gleichmäßig befüllt sein und der Block eine glatte Anschnittfläche haben, damit die zur Berechnung des Volumens benötigten Größen (Länge – Breite – Höhe) exakt bestimmt werden können. Zusätzlich ist der Trockenmassegehalt der Silage zu bestimmen, so dass das Raumgewicht in $\text{kg TM}/\text{m}^3$ berechnet werden kann. Aus der Dichte lässt sich die Qualität der Walzarbeit beurteilen.

Eine einfache Praxismethode, um die Verdichtung von Silagen einzuschätzen, ist mit einem Horizontalbohrer möglich. Dabei wird mit einem speziellen Probenbohrer ein definierter Bohrkern aus der Silage entnommen. Das Volumen des entnommenen Bohrkerns wird mit Hilfe der Bohrlochtiefe (Messung mit Zollstock) und des Durchmesser (= Schnittkante des Bohrers) berechnet. Anschließend kann das Raumgewicht ($\text{kg FM}/\text{m}^3$) anhand des Volumens und des Gewichtes ermittelt werden. Nach der Trockenmassebestimmung der Silage (Handmethode

nach Sinnenschlüssel, Schnelltrockner, Mikrowelle oder Trockenschrank) erfolgt die Umrechnung der Verdichtung in $\text{kg TM}/\text{m}^3$.

Bei beiden Methoden zur Bestimmung der Verdichtung ist zu berücksichtigen, dass der Ort der Probennahme einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Im Silokern können in der Regel höhere Werte erwartet werden als im Randbereich. Es empfiehlt sich daher, das Silo repräsentativ sowohl im Kern als auch im Randbereich zu beproben.

Beurteilung der Gärqualität

Zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen ist auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen ein Bewertungsschlüssel (NUSSBAUM et al. 1999) erarbeitet worden. Der Schlüssel gilt für alle Gärungssilagen. Zur Bewertung werden Merkmale des Gärungsverlaufes und Nährstoffabbaus im Silo herangezogen, die sich chemisch analytisch in der Silage nachweisen lassen.

Die Gärqualität lässt sich zuverlässig und differenziert aus den Gehalten an Buttersäure und Essigsäure sowie deren Verhältnis zueinander ableiten. Die Einbeziehung des pH-Wertes gibt zwar meistens zusätzlich Auskunft, ob bzw. wie stark eine Säuerung stattgefunden hat, die Gewichtung wurde jedoch im Vergleich zum Gärfutterschlüssel 2002 vermindert. Auf den Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff wird künftig für die Bewertung verzichtet, da der Proteinabbau bereits hinreichend über den Gehalt an Buttersäure angezeigt wird.



Foto: Dr. Thaysen

Mit Hilfe von Horizontalbohrern lassen sich Proben für weitere Analysen und die Verdichtung der Silage ermitteln.

Der Buttersäuregehalt und Essigsäuregehalt sowie der pH-Wert werden durch Punktzahlen einzeln bewertet, und aus der Gesamtpunktzahl wird ein zusammenfassendes Urteil abgeleitet.

Die Bewertung gilt für futterhygienisch einwandfreie Silagen (nicht verschimmelt, nicht verschmutzt oder verdorben).

Aus geschlossenen Silos werden Proben mit Hilfe von Vertikalbohrern möglichst an 3 Stellen mit anschließender Durchmischung der Silage zur Gewinnung einer Sammelprobe gezogen.



Foto: Dr. Thaysen

1. Beurteilung des Buttersäure- und Essigsäuregehaltes

Buttersäuregehalt		Essigsäuregehalt	
BS in % TS	Punkte	ES in % TS	Punkte
0–0,3	90	bis 3	0
> 0,3–0,4	81	> 3–3,5	–10
> 0,4–0,7	72	> 3,5–4,5	–20
> 0,7–1,0	63	> 4,5–5,5	–30
> 1,0–1,3	54	> 5,5–6,5	–40
> 1,3–1,6	45	> 6,5–7,5	–50
> 1,6–1,9	36	> 7,5–8,5	–60
> 1,9–2,6	27	> 8,5	–70
> 2,6–3,6	18		
> 3,6–5,0	9		
> 5,0	0		

2. Berücksichtigung des pH-Wertes:

unter 30 % TM		30–45 % TM		über 45 % TM	
pH	Pkte.	pH	Pkte.	pH	Pkte.
bis 4,0	10	bis 4,5	10	bis 5,0	10
> 4,0–4,3	5	> 4,5–4,8	5	> 5,0–5,3	5
> 4,3–4,6	0	> 4,8	0	> 5,3	0
> 4,6	–5				

3. Bewertung

Gesamtpunktzahl (Summe 1. und 2.)	Gärqualität	
	Note	Urteil
100–90	1	sehr gut
89–72	2	gut
71–52	3	verbesserungsbedürftig
51–30	4	schlecht
< 30	5	sehr schlecht

Alle Angaben im Beurteilungsschlüssel betreffen den auf flüchtige Bestandteile von Silagen (Säuren, Alkohole, Ammoniak) korrigierten Trockensubstanzgehalt. Dies betrifft sowohl die Angaben für den Trockensubstanzgehalt selbst als auch die auf die Trockensubstanz bezogenen Konzentrationsangaben für die Säuren.

Die Gärqualität erfasst jedoch nur einen Teilaspekt der Silagequalität. Anhand des DLG-Sinnenbewertungs-

schlüssels können weitere Qualitäten (Geruch, Gefüge, Farbe) geprüft werden. Diese dienen der Plausibilitätsprüfung der chemischen Analyse und auch dem Erkennen dabei nicht erfasster, aber möglicherweise vorhandener hygienischer Mängel wie Schimmelbefall, Hitzeschädigung oder bakterielle Zersetzung (Verrottung).

Thermometer mit Einstecklanzen bis zu 1,80 m ermöglichen die differenzierte Messung der Temperatur auch weiter innen im Silostock.

Foto: Dr. Thaysen



10 ‚goldene‘ Regeln der Grassilagebereitung

1 Hochwertige Pflanzenbestände

Eine gute Grobfuttersilage kann nur mit gutem Ausgangsmaterial produziert werden. Der Pflanzenbestand muss nutzungselastisch sein, d. h. aus 60–70 % wertvollen Futtergräsern, 15–20 % Kräutern und 15–20 % Leguminosen (v.a. Weißklee) bestehen. Der Anteil an Kräutern und Leguminosen im Bestand sollte 30 % bzw. 60 % nicht übersteigen. Oberhalb dessen verschlechtert der hohe Proteingehalt der Leguminosen die Silierbarkeit und der Kalziumgehalt verlangsamt die Absenkung des pH-Wertes im Silostock. Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände hat also einen entscheidenden Einfluss auf den Futterwert, die Silierung und die Schmackhaftigkeit der Silagen. Bestände mit einem hohen Anteil an Deutschem Weidelgras sind wegen ihres hohen Zuckergehaltes für die Silierung besonders gut geeignet. Es müssen daher alle Maßnahmen der Etablierung und des Erhalts des Deutschen Weidelgrases genutzt werden.

2 Schnitzeitpunkt: Kompromiss aus Ertrag, Qualität und Witterung

Als Entscheidungskriterium für den Schnitzeitpunkt hat sich der Rohfasergehalt des Bestandes bewährt. Vom stehenden Grasbestand bis zur Aufnahme des Futters durch das Tier steigt der Rohfasergehalt des Erntegutes in der Trockenmasse um 1–2 % an. Dieser silierbedingte Rohfaseranstieg wird berücksichtigt, indem bereits bei ca.

22–23 % Rohfaser TM des Bestandes gemäht wird. Dann ist es möglich eine Anweilsilage mit weniger als 25 % Rohfaser TM auch tatsächlich zu verfüttern. Der Masse-Ertrag und die Futterqualität eines Gräserbestandes entwickeln sich gegenläufig, der „optimale“ Schnitzeitpunkt ist dann gegeben, wenn Grünmasse und Futterqualität in einem optimalen Verhältnis stehen. Obwohl der Zuckergehalt nachmittags höher sein kann als vormittags, sollte morgens nach dem Abtrocknen zur Ausnutzung des gesamten Tages für die Trocknung gemäht, anschließend gleich gezettet und je nach Trocknungsverlauf bei einem TM-Gehalt ab 35- bis maximal 40 % geschwadet werden. Maximal eine Nacht Feldliegezeit ist als optimal anzusehen. Hier ist die Schlagkraft und die Abstimmung der Technik bzw. die Logistik mit dem Dienstleister entscheidend. Bei schlechten Wetteraussichten kann der Schnitzeitpunkt beim 1. Aufwuchs bis ca. 1 Woche geschoben werden (Rohfaseranstieg ist auch verlangsamt). Unter Umständen ist eine Feuchtsilagebereitung mit geeigneten Silierzusätzen der Wirkungsrichtung 1 a (Neutralsalze, Ameisensäure plus MSB_{ho} oder Melasse plus MSB_{ho}) besser, als eine Verringerung des Energiegehaltes bei weiterer Hinauszögerung des Schnittermins in Kauf zu nehmen.

3 Schnitthöhe einhalten

Die richtige Höheneinstellung der Mäh-, Zett-, Schwader und Pick-up-Technik ist unabdingbar für einen sauberen Schnitt und eine möglichst verschmutzungsfreie Bergung. Die Stoppelhöhe muss noch mind. 5–7 cm betragen, damit die Pflanzen möglichst schnell wieder nachwachsen können. Ein zu tiefer Schnitt führt aufgrund der Lückenbildung und des Rückganges wertvoller Gräser rasch zu einer Verschlechterung der Futterqualität und zu einem Ertragsrückgang.

4 Verschmutzungen vermeiden

Bodenunebenheiten wie z. B. Maulwurfshügel oder durch Wildschweine zerwühltes Grünland können einen hohen Schmutzeintrag in das Siliergut bewirken und so einen hohen Rohaschgehalt verursachen. Die Folgen zu starker Verschmutzung des Futters sind eine geringere Verdaulichkeit und Energiekonzentration in der Silage. Außerdem besteht das Risiko einer Fehlgärung. Bei Verschmutzung muss außerdem mit einem verstärkten Eintrag von Clostridien (Buttersäurebildung) in das Siliergut gerechnet werden. Niemals mit einem Aufbereiter auf solchen Flächen mähen!

5 Entstehung von Grasbüscheln verhindern

Durch falsches Zetten und Wenden – oft in Kombination mit nicht angepassten Fahrgeschwindigkeiten – entstehen Grasbüschel, die weder durch das nochmalige Zetten noch durch das anschließende Schwaden aufgelöst werden können. In diesen oft feuchten Grasbüscheln findet kein Anwelken statt und so können Buttersäurenester entstehen. Außerdem wird der Ernte-

vorgang verlangsamt, da oft ein solches Schwad ‚gedreht‘ und nicht optimal locker geformt ist.

6 In kurzen Feldliegezeiten optimal anwelken

Der Anwelkprozess auf 30–45 % TM sollte möglichst nach 2 Tagen abgeschlossen sein. Mit zunehmender Feldliegezeit steigen sonst die Veratmungsverluste deutlich an. Außerdem können sich bei längeren Feldliegezeiten Gärschädlinge wie z. B. Enterobakterien rasant vermehren. Kurze Feldliegezeiten werden unterstützt durch Breitablage des Schnittgutes sowie Wenden und Zetten. Es ist darauf zu achten, dass beim Wenden die Bodenoberfläche nicht aufgekratzt und so das Futter verschmutzt wird. Die Arbeitsgeschwindigkeit sollte dabei 4 km/h nicht überschreiten. Beim Schwaden darf das Erntegut nicht überfahren werden, um Verunreinigungen und eine schlechtere Aufnahme mit der Technik auszuschließen. Beim Wenden, Schwaden und Häckseln bei > 45 % TM muss mit Bröckelverlusten gerechnet werden, die das Stängel-Blatt-Verhältnis zugunsten der Stängel verschieben. Ein zu hoher Anwelkgrad (> 45 %) verursacht eine unzureichende Verdichtung, Veratmungsverluste, mangelnde Silagestabilität und Schimmelbildung.

7 Intensiv zerkleinern

Als optimale Häcksellängen sind 2–4 cm anzustreben, wobei Verdichtungsschwierigkeiten bei einem zu hohem Trockensubstanz- oder Rohfasergehalt auftreten können. Die Vorteile der Zerkleinerung sind:

- bessere Verdichtung, verminderte Atmungstätigkeit und geringere Gärungsverluste

- optimale Gärungsbedingungen für die Milchsäurebakterien
- vermehrter Zellaufschluss und somit ein schnellerer und intensiverer Gärverlauf

Je trockener die Silage, desto kürzer muss die Häcksellänge sein.

8 Einlagern, Verteilen und Verdichten

- Einlagern: Das Walzschleppergewicht bestimmt die Einlagerungsmenge
- Abladen und Verteilen: in gleichmäßigen Schichten von maximal 40 cm Höhe
- Reifendruck: 2,5 bar
- Walzgeschwindigkeit: maximal 4 km/h; mindestens zweimaliges Überfahren

- Gewicht des Walzschleppers: berechnet sich nach folgender Formel:
Gewicht = Tonnen Siliergut je h dividiert durch 3
(Beispiel: $45 \text{ t/h} / 3 = 15 \text{ t}$ Gewicht des Walzschleppers)
- Zwischenabdeckung mit Unterziehfolie in der Silierpause bei mehrtägiger Silobefüllung
- Nachwalzen: mindestens 0,5 bis 1 h vor dem Abdecken, notfalls zwei Silos gleichzeitig befüllen. Eine hohe Verdichtung ist entscheidend für eine aerob stabile Silage nach dem Öffnen.



Foto: Dr. Thaysen

9 Abdecken und Beschweren

- Nach Beendigung des Walzens sofortige Abdeckung mit Unterziehfolie und DLG geprüfter Abdeckfolie in einem Arbeitsgang
- Sichere Befestigung und ausreichende Beschwerung mit Silokies Säcken und Schutzgitter oder Vlies
- Eine Gärgashaube ist immer ein Zeichen guter Abdecktechnik. Gärgashauben nicht öffnen!

10 Silierdauer und Stabilität

Das Silo sollte mindestens sechs Wochen verschlossen bleiben, besser noch 3 Monate. Je früher geöffnet wird, desto größer ist das Risiko einer möglichen Nacherwärmung. Jetzt kann die Silage beprobt und untersucht werden. Eine Silage kann niemals eine höhere Energiedichte aufweisen als das unsilierte Ausgangsmaterial!

Checkliste zur Erzeugung von Qualitäts-Grassilage

- standort- und nutzungsangepasste Gülle- und Mineraldüngung; standortangepasste Narbenpflege durch Schleppen/Striegeln und ggf. Walzen Nachsaat von Deutschem Weidelgras (10–20 kg/ha, evtl. beim Striegeln)
- rechtzeitiger Schnitt bei 22–23 (Pferde: 25–28) % Rohfaser TM, Reifeprüfung Grünland beachten; Ziel für die Silage 2–25 (Pferde: 27–30) % Rohfaser TM; optimales Erntewetter nutzen, aber nicht lange darauf warten
- für Sauberkeit bei der Futterernte nicht zu tief mähen (mindestens 5 cm Schnitthöhe)
- Kontamination des Erntegutes mit Kadavern vermeiden, Jagdbeauftragten vor der Mahd informieren, von der Mitte nach außen mähen
- gute Anwelkbedingungen durch lockere, breitflächige Ausbreitung des Futters schaffen, auf kurze Feldzeiten achten (lieber schwächer anwelken als hohe Atmungsverluste riskieren) und unnötige Bröckelverluste vermeiden
- intensiv anwelken, rechtzeitig mit der Futterbergung beginnen (ab ca. 30 % TM Wringprobe: Handflächen werden noch leicht feucht; für Pferde ab ca. 37 % TM); Ziel-TM für die Silage sind 35–40 % (Pferde: 45–55 %)
- Siliergut verschmutzungsarm bergen
- Erntegut zerkleinern (Häcksellänge ca. 4 cm und < 6 cm)
- Silo mit der Anschnittfläche entgegen der Hauptwindrichtung anlegen
- Silogeometrie so wählen, dass bei der Futterentnahme ausreichend Vorschub gegeben ist (mindestens 1,5 m/Woche im Winter bzw. 2,5 m/Woche im Sommer)
- zügig und mit hoher Schlagkraft silieren (24-Stunden-Silage)
- Siliergut sorgfältig verteilen (ca. 15 cm/Lage; keinesfalls > 30 cm)
- Siliermittel entsprechend des Siliergutes und der Silierbedingungen einsetzen
- Siliergut intensiv und dem TM-Gehalt entsprechend ausreichend verdichten
- bei längerer Silierpause (z.B. über Nacht) Zwischenabdeckung herstellen, Silo mit Unterziehfolie und Abdeckfolie luftdicht verschließen, Siloabdeckung mit Siloschutzgitter und Silokiessäcken beschweren

Silagequalitätsmängel: Ursachen und Vermeidung

Neben Qualitätsmängeln aus Gründen später Schnittzeitpunkte und/oder unzureichender Siliereignung (z. B. bei Substrat- oder Milchsäurebakterienbesatzmangel) sind die häufigsten Fehlgärungen und die daraus resultierenden hygienische Mängel eine Folge einer unzureichenden Unterdrückung der Mikroflora im oder während des Silierprozesses oder bei der Entnahme der Silage (Übersicht 11).

Buttersäure

Buttersäurehaltige Silagen treten auf, wenn nasses und/oder verschmutztes Siliergut geerntet wurde oder wenn der Zucker- und Nitratgehalt im Ausgangsmaterial gering war. Die Silage hat dann einen zu hohen pH-Wert und riecht nach faulen Eiern oder Schweiß. Buttersäurehaltige Silagen sind durch einen Eiweißabbau charakterisiert. Darüber hinaus treten hohe Energie- und Trockenmasseverluste auf. Bei geringen Gehalten unter 0,3 % TM ist eine Verfütterung unproblematisch, aber bei hohen Gehalten > 3 % TM ist ein Verwerfen der Silagen anzuraten. Buttersäurehaltige Silagen können auch

Übersicht 11: Unsere Feinde bei der Silageerzeugung

Bakterien



Listeria monocytogenes



Clostridium butyricum

Hefen / Schimmelpilze

Rhodotorula spp.

sich entwickelnde
Hefezelle.



Penicillium roqueforti



Monascus ruber

mit Clostridiensporen, z. B. aus Wirtschaftsdüngern, belastet sein. Ihre Verfütterung an Milchkühe, deren Milch zu Hartkäse verarbeitet werden soll, ist nicht möglich. Die sicherste Verhinderung der Fehlgärung ‚Buttersäure‘ ist ein ziel gerichteter Silierzusatzeinsatz bei der Ernte.

Essigsäure

Die Essigsäure hat eine Doppelfunktion in der Silage: geringere Gehalte unter 2 % TM sind erwünscht, da die aerobe Stabilität gefördert wird. Gehalte über 3 % TM gehen jedoch mit hohen Energieverlusten und einer reduzierten Futteraufnahme einher. Hohe Essigsäuregehalte entstehen durch längere Feldliegezeiten beziehungsweise lange Befüll dauern und eine langsame Ansäuerung, wobei die Enterobakterien sich stark vermehren können. Eine zu hohe Essigsäurebildung kann durch eine kurze Feldliegezeit und durch Silierzusätze verhindert werden. Liegen hohe Gehalte in der Silage vor, können diese durch Verschneiden der Silage noch verfüttert werden.

Nacherwärmung im Silo

Die Nacherwärmung im Silo ist der größte Silagequalitätsmangel überhaupt. Die Kerntemperatur von ausgekühlter Silage beträgt etwa 15 °C, weitgehend unabhängig von der Umgebungstemperatur. Liegt die Temperatur der Silage mehr als 10 °C darüber, handelt es sich um einen Nacherwärmung. Die Ursache ist eine massive Vermehrung von Hefen und Hefepilzen. Die Abbauprozesse gehen mit hohen Energieverlusten, geruchlichen Verände-

rungen, Stoffabbau und -umbau einher und führen zu einer verminderten Futteraufnahme. Die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen zur Verhinderung der Nacherwärmung bestehen in einem optimalen Anwelkgrad, einer hohen Verdichtung, sorgfältiger Abdeckung und ausreichendem Vorschub. Siliergut von Problemflächen sollte getrennt siliert werden, entweder als Ballensilierung für kleinere Partien oder mit Anlage einer gesonderten Fahrsilomiete für größere Partien. Bereits nacherwärmte Silagen sind gegen weiter verschlechternde Abbauprozesse je nach Grad der Temperaturerhöhung wie folgt zu behandeln:

1. Anschnittbehandlung und Zusätze zur TMR- Stabilisierung
2. Umsilieren von Teilpartien bzw. Anlage einer Vorrats-TMR

Mit Hilfe einer differenzierten Temperaturmessung am Anschnitt und im Kernbereich des Silosstocks lässt sich feststellen, ob es sich um eine Nacherwärmung oder einsilierte Umgebungstemperatur handelt. Sofern der Temperaturunterschied nur an der Anschnittfläche besteht, handelt es sich um Nacherwärmung; ist es aber im Silostock über 15 °C oberhalb der Umgebungstemperatur, ist davon auszugehen, dass es keine Nacherwärmung ist. Je nach Situation sind die oben beschriebenen Maßnahmen zu ergreifen.

Schimmel

Schimmelpilze sind an die minimalen Restsauerstoffmengen im Silo angepasst. Sie bilden meistens weiß-gräulich bis rot-schwärzliche Nester oder ‚hot-spots‘, die auch Toxine enthalten

können. Schimmel im Futter verringert die TM-Aufnahme und die Milchleistung, erhöht die Zellgehalte in der Milch, belastet den Organismus und kann u. a. zu Acetonämie, Euterentzündungen, Fruchtbarkeitsstörungen und Totgeburten führen. Bei Menschen kann der Umgang mit verschimmelten Silagenpartien zum Krankheitsbild der ‚Farmerlunge‘ beitragen. Deshalb sollten verschimmelte Partien grundsätzlich nicht verfüttert werden. Neben dem eigentlichen Schimmelnest muss eine Schicht von mindestens 30 cm großzügig verworfen werden.

Ursachen von Schimmelbildung können eine zu große Schichtdicke bei der Einsilierung, eine zu geringe Verdichtung, eine unsachgerechte Abdeckung oder Folienschäden und Undichtigkeiten am Silo sein. Auch Verschmutzungen des Futters, z. B. auf Gänsefraßflächen oder nach unterlassener Grünlandpflege, erhöhen das Risiko. Zur Verhinderung der Schimmelbildung ist vorrangig die Siliertechnik zu optimieren. Speziell in Siloanlagen ohne Seitenwände ist ein gezielter Silierzusatz mit Produkten der Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität) zu empfehlen.



Foto: Peter Meyer, aid

ANONYM (2006): Handbuch Futterkonservierung, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

BRABANDER, de (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition in: Recent Advances in Animal Nutrition, P.C. Garnsworthy and J. Wiseman, Nottingham University Press, Loughborough, 111–145

BRUINS, W.J. und NANNE, T. P. (1991): Invloed tetraploid en diploid Engels raai-gras op melkproduktie, Praktijkonderzoek 3, 17–19

ELSÄSSER, M. und DYCKMANS, A. (1999): Versuchen Sie es doch mal mit Weißklee. Top-Agrar 2/99, 92–96

EU-Verordnung 1831/2003
Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES VOM 22. SEPTEMBER 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung (ABL L 268 vom 18.10. 2003, S. 29)

FLACHOWSKY, G., LEBZIEN, P. und MEYER, U. (2004): Zur energetischen Futterbewertung bei Hochleistungskühen, Übers. Tierernährg., 32, 23–56

HARMS, I. (2009): Quellen verschenkter Futterkosten, Vortragsmanuskript 10. Futterbautag Dummerstorf

HONIG, H. (1987): Gärbiologische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitätsreicher Anweilsilage in: Grünfütterernte und -konservierung, KTBL-Schrift 318, 47–59

HONIG, H. (1991): Reducing losses during storage and unloading of silage. Proc. European Grassland Federation, in: Forage Conservation towards 200, Landbau-forschung Völknerode, 123, 116-128

HONIG, H., PAHLOW, G. und THAYSEN, J. (1999): Aerobic instability-effects and possibilities for its prevention. Proc. 12th International Silage Conference, Uppsala, SLU, 12, 288–289

IGER, (2001): in MÜLLER, J., (2004): Möglichkeiten der Erhöhung des Futterwertes von Kulturgräsern, Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 16, 215–216

JÄNICKE, H. (2004): Luzernesilierung - Ergebnisse und Empfehlungen in M-V. Mitt. der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Beiträge zur Tierproduktion, 31, 39–45

MAACK, G.-Chr. (2010): Untersuchungen zur Lagerungsdichte bei der Futterkonservierung in Folienschläuchen. Diss. Universität Bonn, VDI-MEG-Schrift 486, Bonn, Institut für Landtechnik.

- MARTENS, S. D. und GREEF, J. M. (2003): Sweetgras - der Anbau von zuckerreichen Deutschen Weidelgräsern (Q12). Proc. AG Grünland und Futterbau, Giessen 47, 229–230
- MÜLLER, J. (2002a): Gezielte Sortenwahl für Grünland immer wichtiger. Top. Agr. 7, 68–70.
- MÜLLER, J. (2002b): Wirtschaftlichkeit und Qualität bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit des Grünlandes. Proc. DLG-Grünlandtagung, Zweimal schneiden und was dann?, 9–13
- MÜLLER, J. (2003): Bedeutung des Ausgangsmaterials für die Gärqualität in: Bemerkungen über das Silieren. Hansen, Horsholm, DK, 5–27
- MÜLLER, J. (2004): Möglichkeiten der Erhöhung des Futterwertes von Kulturgräsern, Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 16, 215-216
- NUSSBAUM, H., RICHTER, W., und WAGNER, A. (2007): Praxishandbuch Futtermittelkonservierung; DLG-Verlag, ISBN-Nr.: 978-3-7690-0677-3.
- NUSSBAUM, H., WEISSBACH, F. ELSÄSSER, M., SCHENCKEL, H., STAUDACHER, W., VON BORSTEL, U., GROSS, F., SEIBOLD, R. und RIEDER, J. B. (1999): DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnesbewertung. DLG-Information 2/1999. Hrg.: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft Frankfurt a.M., DLG-Ausschuss für Futtermittelkonservierung, DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung.
- NUSSBAUM, H. (2005): Grassilageernteverfahren im Vergleich, pers. Mitteilung
- NUSSBAUM, H. (2006): Siloanlagen, Silobau und Siloabdeckung, in: Handbuch Futtermittelkonservierung, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.
- NUSSBAUM, H. (2010): Erste Versuchserfahrungen mit dem Pistenbully, Vortragsmanuskript DMK-Tagung AG Futtermittelkonservierung und Fütterung, Grub
- PAHLOW, G. (2003): Konservierung von Körnerleguminosen. Proc. AG Grünland und Futterbau 47, 23–27
- PAUL, C. und WIKINS, J. (2001): Silagen aus Futterleguminosen für die Wiederkäuerernährung, FAL Braunschweig, Institut für Pflanzenproduktion, 1–20
- RAUE, F. (2006): Wirtschaftlichkeit des Siliermitteleinsatzes, in: Handbuch Futtermittelkonservierung, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.
- RIEHL, G. (2010): Futterbauberatung der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- SMIT, H. J., SCHLEPERS, H., BROK, A., WESTRA, L., TAS, B., TAWHEEL, H. und ELGERSMA, A. (2000): Influence of Grass Variety on Herbage Intake and Milk Production, Report University Wageningen
- SPIEKERS, H., NUSSBAUM, H. und POTTHAST, V. (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung, 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

THAYSEN, J. (2002a): Einfluss von Milchsäurebakterien (*Lactobacillus plantarum*) und Melasse auf die Gärqualität von Grassilagen und die Leistung von Milchkühen, Diss. Universität Kiel

THAYSEN, J. (2002b): Möglichkeiten zur sicheren Silierung von zuckerarmen Gräsern und Leguminosen sowie Erkenntnisse zur Verbesserung der Stabilität und des Futterwertes von Silagen zur Steigerung der Milchleistung. Tagungsbericht Neu Ruppin, 6, 85–92

THAYSEN, J. (2004): Die Produktion von qualitativ hochwertigen Grassilagen, Übers. Tierernähr., 32, 57–102

THAYSEN, J. (2006): 20 Jahre Reifeprüfung Grünland und zukünftige Entwicklungen, Vortragsmanuskript DLG-Ausschuss Gräser, Klee und Zwischenfrüchte, Fulda

THAYSEN, J. (2007): Eine hohe Bauqualität zahlt sich aus – Wie rechnen sich Siloanlagen? Neue Landwirtschaft 11

THAYSEN, J., DREYER, H., SIERTS, H.-P. und THOMSEN, J. (2010): Yields of forage crops in Schleswig-Holstein 1985–2008 under farm scale and trial conditions, EGF (im Druck)

THOMSEN, J. (2009): Vollkostenauswertungen der Rinderspezialberatung SH

THOMSEN, J. (2010): Futterkosten im Focus, Vortragsmanuskript, 13. Grundfuttertag der LK SH

UPPENKAMP, N. (1994): Anweilsilage - ein Vergleich. AID 1284, Bonn

WACHENDORF, M. und BENKE, M. (2003): Workshop „Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau“ – Management/Produktionstechnik. Proc. AG Grünland und Futterbau, Giessen, 47, 17–22

WAGNER, A. (2005): Qualitätsmanagement bei der Futterernte – Einflüsse der Erntetechnik auf den Qualitätsparameter „Langzeitstabilität“ von Silagen. Habilitationsschrift, Universität Bonn, VDI-MEG-Schrift 432, Selbstverlag.

WAGNER, A. (2006): Allgemeine Grundsätze der Silierung in: Handbuch Futterkonservierung, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

WEISS, K. und SPRETER, F. (2004): Silobewirtschaftung unter der Lupe, RCG aktuell Ausgabe 1, S. 20–21

WEISSBACH, F. (1975): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin

WEISSBACH, F. (2002): Grundlagen und Praxis der Produktion guter Grassilagen, in: 8. Alpenländisches Expertenforum der BAL Gumpenstein, 1–10

WEISSBACH, F. und KUHLA, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur, Übers. Tierernährung, 23, S. 189–214

WULFES, R. und TAUBE, F. (2001): Einfluss des Sortentyps von Deutschem Weidelgras auf Leistungsfähigkeit und Weißklee Kompatibilität, Tagungsband 43, Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda



Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11

Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft – mit Online-Anwendung.

Maschinenkosten kalkulieren, Arbeitseinsätze planen oder Produktionsverfahren bewerten - das KTBL-Standardwerk bietet, ergänzt durch eine Online-Anwendung, zu jedem Anlass der betrieblichen Planung umfassende Informationen zu Tierhaltung, Pflanzenproduktion und Energiegewinnung.

2010, 22. Auflage, 784 S., 26 €, ISBN: 978-3-941583-38-2, Bestell-Nr. 19503



Faustzahlen für die Landwirtschaft

Auf über 1000 Seiten beinhaltet das Buch die wichtigsten Daten und Fakten zu vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Erzeugung, zum Freilandgartenbau, zu Erneuerbaren Energien und zur Betriebswirtschaft.

Es ist das Standardwerk für alle, die sich mit Landwirtschaft befassen.

2009, 14. Auflage, 30 €, ISBN 978-3-939371-91-5, (Best.-Nr. 19494)

Online kalkulieren mit dem Feldarbeitsrechner unter www.ktbl.de

Der Feldarbeitsrechner ermittelt den Arbeitszeitbedarf, die Maschinenkosten und den Dieselbedarf für die Außenwirtschaft. Darin sind über 3.500 Arbeitsverfahren angelegt, deren Daten ständig aktualisiert werden. Sie finden den Feldarbeitsrechner unter www.ktbl.de „Kalkulationsdaten“.

15 € für einen Jahreszugang, Best.-Nr. 30002

Bestellhinweise

Besuchen Sie auch unseren Internet-Shop www.ktbl.de

Porto- und Verpackungskosten werden gesondert in Rechnung gestellt.

Preisänderungen vorbehalten. Wir freuen uns auf Ihre Bestellung. Senden Sie diese bitte an:

KTBL, Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt | Tel.: +49 6151 7001-189 |

Fax: +49 6151 7001-123 | E-Mail: vertrieb@ktbl.de | www.ktbl.de



Sicher transportieren in der Land- und Forstwirtschaft

Strohballen, Zuckerrüben, Holz - in der Landwirtschaft werden häufig sperrige Güter transportiert. Das Heft stellt alle gängigen Arten der Ladungssicherung vor und erläutert die fachlichen Grundsätze beim Beladen. Es fasst die wichtigsten gesetzlichen Vorgaben zusammen und gibt konkrete Empfehlungen für den sicheren Transport der häufigsten Güter. Die Palette reicht von verschiedensten Getreidearten über Silage und Flüssigkeiten bis zu Maschinen, Tieren und Personen. Ausführliche Anhänge liefern Zahlen zur Schüttdichte und zu den Ladeeigenschaften gängiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Das Heft richtet sich an Landwirte, Lohnunternehmer und Auszubildende, aber auch an Berater, Fahr- und Berufsschullehrer sowie Verkehrspolizisten.

Heft, 56 Seiten Bestell-Nr.: 5-1574, ISBN 978-3-8308-0932-6
Erscheinungsjahr 2010



Sichere Weidezäune

Weidezäune haben in erster Linie sicherheitstechnischen Erfordernissen zu genügen. Diese sind je nach Lage der Weideflächen und Sensibilität der Tiere unterschiedlich. Das Heft informiert über die möglichen Weidezäunarten und -varianten für Rinder, Pferde, Schafe, Wild, Schweine und Geflügel. Es werden Grundlagen und Neuerungen zur Technik von Elektrozäunen, vom richtigen Zaunmaterial über die Wahl der Isolatoren bis zur sicheren Stromführung vermittelt und mögliche Schwachpunkte aufgezeigt. Elementar ist das Kapitel zu den rechtlichen Grundlagen der Tierhalterhaftung und zu aktuellen Gerichtsentscheidungen. Die Kombination der Inhalte macht das Heft zu einem Muss für alle Nutztierhalter, aber auch für Sachverständige und Juristen.

Heft, 76 Seiten, Bestell-Nr.: 5-1132, ISBN 978-3-8308-0866-4
Erscheinungsjahr 2010



Landwirtschaftliche Gebäude – Zukunftsorientiert planen, landschaftsgerecht und nachhaltig bauen

Funktionell, umweltschonend, landschaftsgerecht und kostengünstig sollen landwirtschaftliche Gebäude sein. Bedingungen, die bereits bei der Bauplanung in Einklang gebracht werden müssen. Ausgehend von rechtlichen Rahmenbedingungen erhalten Bauherren, Architekten, Berater und Behördenvertreter einen Überblick zu Bauformen und Baumaterialien. Auf spezielle Anforderungen der Produktionsrichtungen Tierhaltung, Ackerbau, Obst- und Gemüseanbau und Weinbau geht dieser Leitfaden genauso ein wie auf den Bau von Biogasanlagen und die Nutzung von Solartechnik. Zahlreiche Tipps zur Gestaltung der Gebäude und ihrer Einbindung in das Landschaftsbild zeigen, dass die Attraktivität des ländlichen Raums auch durch kostengünstiges Bauen nicht verloren geht.

Special, DIN A4, 152 Seiten, Bestell-Nr.: 5-3974, ISBN 978-3-8308-0929-6
Erscheinungsjahr 2010

Bestellung



www.aid-medienshop.de

Kunden-Nr. (falls vorhanden)

Name/Vorname

Firma/Abteilung

Straße und Hausnummer/Postfach

PLZ/Ort

Telefon/Fax

E-Mail

aid infodienst e. V.

– Vertrieb –

Postfach 1627, 53006 Bonn

Telefon: +49 (0)180 3 849900*

Telefax: +49 (0)228 84 99-200

E-Mail: bestellung@aid.de

*Kosten: 9 Cent pro Minute aus dem deutschen Festnetz, Anrufe aus dem Mobilfunknetz maximal 42 Cent pro Minute. Aus dem Ausland können die Kosten abweichen.

Ich (Wir) bestelle(n) zuzüglich einer Versandkostenpauschale von 3,00 € (innerhalb Deutschlands) gegen Rechnung (Angebotsstand: April 2011):

Best.-Nr.	Titel	Medium	Anzahl	Einzelpreis €	Gesamtpreis €
5-1563	Qualitäts-Grassilage erzeugen – vom Feld bis in den Trog	Heft		4,50	
5-1132	Sichere Weidezäune	Heft		3,00	
5-1275	Eutergesundheit – Grundlage der Qualitätsmilcherzeugung	Heft		3,50	
5-1289	Aufstallungsformen für Kälber	Heft		3,50	
5-1574	Sicher transportieren in der Land- und Forstwirtschaft – Ladungssicherung	Heft		3,00	
5-3974	Landwirtschaftliche Gebäude - Zukunftsorientiert planen, landschaftsgerecht und nachhaltig bauen	Special		14,50	
5-3674	Milchkuhfütterung	CD-ROM		29,50	
5-3264	aid-Medienkatalog	Heft		0,00	0,00

Auftragswert _____

Ich möchte regelmäßig und kostenlos den aid-Medienkatalog erhalten. Diese Zusendung kann ich jederzeit widerrufen.

Bestellungen erfolgen ausschließlich unter Einbeziehung unserer allgemeinen Geschäftsbedingungen, die Sie im Internet unter www.aid-medienshop.de einsehen oder unserem Medienkatalog entnehmen können, den wir Ihnen auf Anforderung kostenlos zusenden. Die Informationen zur Widerrufsbelehrung und den Widerrufsfolgen auf der gegenüberliegenden Seite habe ich zur Kenntnis genommen.

Datum/Unterschrift _____





Eutergesundheit – Grundlage der Qualitätsmilcherzeugung

Milch zählt zu den besonders empfindlichen Lebensmitteln, weshalb Landwirte hohe Hygiene- und Qualitätsanforderungen einhalten müssen. Entscheidende Bedeutung kommt dabei einem gesunden Euter zu. Das Heft nennt die gesetzlichen Anforderungen an Qualitätsmilch und zeigt, wie man mit der richtigen Melktechnik die Gesundheit der Euter sicherstellt. Dazu gehört auch eine sorgfältige Pflege der Melkanlage. Ein ausführliches Kapitel beschäftigt sich mit den Auswirkungen automatischer Melksysteme auf die Eutergesundheit. Zudem erklärt es die Ursachen für erhöhte Zellgehalte und die richtige Behandlung euterkranker Tiere. Besonders umfassend wird der Weg zu einer eutergesunden Herde erläutert, beginnend mit der Bestandsaufnahme über mögliche Ursachen und Maßnahmen bis zur langfristigen Erfolgskontrolle.

Heft, 88 Seiten, Bestell-Nr.: 5-1275, ISBN 978-3-8308-0930-2
Erscheinungsjahr 2010



Aufstallungsformen für Kälber

Abgeleitet von den Bedürfnissen der Tiere und unter Berücksichtigung der Tier-schutz-Nutztierhaltungsverordnung stellt das Heft moderne, bewährte Hal-tungs-verfahren (Kaltstall- und Warmstallhaltung) vor und bewertet sie. Fütterungs- und Tränkesysteme werden detailliert beschrieben. 13 Planungsbeispiele aus der Praxis, Neu- und Umbaulösungen verschiedener Größenordnungen, inklusive ökologischer Tierhaltung, werden jeweils mit Stallgrundriss dargestellt.

Heft, 92 Seiten, Bestell-Nr.: 5-1289, ISBN 978-3-8308-0855-8
Erscheinungsjahr 2010

Widerrufsbelehrung (für Verbraucher im Sinne des § 13 BGB)

Widerrufsrecht: Sie können Ihre Vertragserklärung innerhalb von zwei Wochen ohne Angabe von Gründen in Textform (z. B. Brief, Fax, E-Mail) oder – wenn Ihnen die Sache vor Fristablauf überlassen wird – durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform, jedoch nicht vor Eingang der Ware beim Empfänger (bei wiederkehrender Lieferung gleichartiger Waren nicht vor Eingang der ersten Teillieferung) und auch nicht vor Erfüllung unserer Informationspflichten gemäß § 312c Abs. 2 BGB in Verbindung mit § 1 Abs. 1, 2 und 4 BGB-InfoV sowie – bei Verträgen im elektronischen Geschäftsverkehr – unserer Pflichten gemäß § 312e Abs. 1 Satz 1 BGB in Verbindung mit § 3 BGB-InfoV. Liegt der Erhalt dieser Belehrung in Textform nach Vertragsschluss, beträgt die Frist einen Monat. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache.

Die Waren und das (formlose) Rücknahmeverlangen sind zu senden an: aid-Vertrieb c/o IBoRo Versandservice GmbH, Kastanienweg 1, 18184 Roggentin, Telefon: 0180 3 849900*, Telefax: 0228 84 99-200, E-Mail: bestellung@aid.de (*Kosten: 9 Cent pro Minute aus dem deutschen Festnetz. Anrufe aus dem Mobilfunknetz maximal 42 Cent pro Minute. Bei Anrufen aus dem Ausland können die Kosten für Telefonate höher sein.)

Widerrufsfolgen: Im Falle eines wirksamen Widerrufs sind die beiderseits empfangenen Leistungen zurückzugewähren und ggf. gezogene Nutzungen (z. B. Zinsen) herauszugeben. Können Sie uns die empfangene Leistung ganz oder teilweise nicht oder nur in verschlechtertem Zustand zurückgewähren, müssen Sie uns insoweit ggf. Wertersatz leisten. Bei der Überlassung von Sachen gilt dies nicht, wenn die Verschlechterung der Sache ausschließlich auf deren Prüfung – wie sie Ihnen etwa im Ladengeschäft möglich gewesen wäre – zurückzuführen ist. Im Übrigen können Sie die Pflicht zum Wertersatz für eine durch die bestimmungsgemäße Ingebrauchnahme der Sache entstandene Verschlechterung vermeiden, indem Sie die Sache nicht wie Ihr Eigentum in Gebrauch nehmen und alles unterlassen, was deren Wert beeinträchtigt. Sollte dieser Hinweis auf die Wertersatzpflicht und eine Möglichkeit zu ihrer Vermeidung nicht spätestens bei Vertragsschluss in Textform erfolgt sein, müssen Sie für eine durch die bestimmungsgemäße Ingebrauchnahme der Sache entstandene Verschlechterung keinen Wertersatz leisten. Paketversandfähige Sachen sind auf unsere Gefahr zurückzusenden. Sie haben die Kosten der Rücksendung zu tragen, wenn die gelieferte Ware der bestellten entspricht und wenn der Preis der zurückzusendenden Sache einen Betrag von 40 Euro nicht übersteigt oder wenn Sie bei einem höheren Preis der Sache zum Zeitpunkt des Widerrufs noch nicht die Gegenleistung oder eine vertraglich vereinbarte Teilzahlung erbracht haben. Anderenfalls ist die Rücksendung für Sie kostenfrei. Nicht paketversandfähige Sachen werden bei Ihnen abgeholt. Verpflichtungen zur Erstattung von Zahlungen müssen innerhalb von 30 Tagen erfüllt werden. Die Frist beginnt für Sie mit der Absendung Ihrer Widerrufserklärung oder der Sache, für uns mit deren Empfang

Milchkuhfütterung

Lern- und Informationsprogramm



CD-ROM Lernprogramm
Bestell-Nr.: 5-3674
ISBN 978-3-8308-0963-0
Erscheinungsjahr 2011

Rund um die Milchkuhfütterung vermittelt dieses Lernprogramm alles Wissenswerte anschaulich und informativ. Vom Futtermittel über die Themen Stoffwechsel, Rationsplanung, Futteraufnahme, Fütterungstechnik und -kontrolle bis hin zum Einfluss der Fütterung auf die Fruchtbarkeit und Tiergesundheit werden alle Facetten des umfangreichen Fachgebietes beleuchtet. Komplizierte Sachverhalte sind mit Hilfe von Animationen, grafischen Darstellungen und Bildern lebendig aufbereitet. Dieses Computerprogramm richtet sich an Praktiker, Berater, Fachlehrer und Studierende gleichermaßen und lässt sich vielseitig einsetzen.

