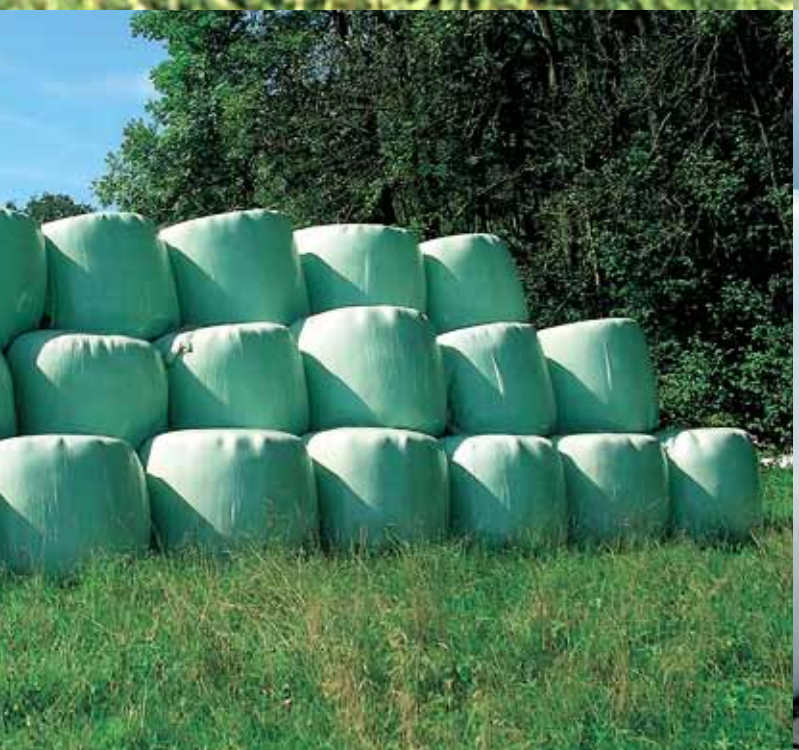
landwirtschaftskammer
österreich

Silagebereitung von A bis Z

Grundlagen – Siliersysteme – Kenngrößen

Praxisratgeber von Josef Galler



Herausgeber: Landwirtschaftskammer Salzburg,
Betriebsentwicklung und Umwelt
Autor: Dipl.-HLFL-Ing. Josef Galler, LK Salzburg
Grafik: AWMA – AgrarWerbe- und Mediaagentur, Salzburg
Druck: Gutenberg, Linz

1. Auflage, 2011©

Silagebereitung von A – Z

Grundlagen der Milchsäuregärung 4
pH-Wert – Kennzahl für anaerobe Stabilität 6
Einflussfaktoren auf die Silagequalität 7
Pflanzenbestand –60 % Gräseranteil 8
Leguminosen und Kräuter – schwerer silierbar 8
Pufferkapazität und Vergärbarkeit 9
Schnittzeitpunkt beeinflusst Energiegehalt 10
Nutzungsstadien beachten 10
Rasierschnitt fördert Futterverschmutzung 13
Anwelken auf 30-40 % Trockenmasse 13
Mähaufbereiter verkürzt Anwelkzeit 14
Gärschädlinge in Schach halten 16
Colibakterien und Essigsäure 16
Buttersäure- u. Fäulnisbakterien 17
Eiweißabbau im Futter 18
Hefe- und Schimmelpilze 19
Clostridium Botolismus 20
Silierzusätze 22
Säuren und Salze 22
Milchsäurebakterien 23
Zusatz von Kohlenhydraten 25
Sonstige Zusätze 25
Silierhilfsmittel – Produkte 26
Bau von Siloanlagen 28
Grundregeln der Silagebereitung 29
Kurze Schnitt- bzw. Häckselängen 29
Anforderung an die Pressdichte 29
Beschicken und Walzen 30
Ernteverfahren und Bergeleistung 30
Silieren von Maissilage 32
Silofolien und Siloabdeckung 33
Gärgasbildung 34
Nachsilieren 34
Konservierungsverluste 35
Silageernte- u. Entnahmeverfahren 35
Ballensilage 37
Folientunnel (Silospeed) 38
Ganzjahressilage 40
Heulage (Gärheu) 40
Hektarerträge und Siloraumbedarf 41
Futterbedarf für Winter- bzw. Ganzjahressilagefütterung 43
Silonacherwärmung 45
Hefepilze verursachen Futtererwärmung 45
Aerobe Stabilität 46
Schimmelpilze brauchen Sauerstoff 48
Warme Silage – Was tun? 49
Beurteilung von Grassilagen 50
Kenngrößen für Gras- und Maissilage 52

Silagebereitung von A bis Z

Die Silagebereitung hat in den letzten Jahrzehnten ständig zugenommen. Über 75 % der Winterfuttervorräte werden heute als Silofutter vorrangig in Fahrsilos, Siloschläuchen oder als Ballensilage konserviert.
Ein wesentlicher Grund für diese Entwicklung liegt vorrangig in der größeren Ernteschlagkraft und in den geringeren Gesamtkosten der Silowirtschaft im Vergleich zur Heuwirtschaft.
Aber auch arbeitswirtschaftliche Überlegungen, vor allem ein Trend zur Ganzjahressilage, haben diese Entwicklung verstärkt.

Vor- u. Nachteile der Silagebereitung	
Vorteile	**Nachteile**
• geringeres Wetterrisiko gegenüber Heuwerbung	• Restrisiko durch Fehlgärungen bzw. Nacherwärmungen (insbesondere bei Sommersilagen)
• größere Ernteschlagkraft (speziell bei überbetrieblichem Einsatz)	• geringere Futteraufnahme und Eiweißstabilität gegenüber Heu
• geringere Investitions- und Erntekosten	• Silogeruch (Nachteil bei Betrieben mit Fremdenverkehr)
• weniger Gesundheitsrisiko (Farmerlunge)	• Landschaftsbild (Rundballen)
• keine Heubrandgefahr	

Kosten der Grundfutterproduktion

Im Durchschnitt liegen die Kosten der Grassilageproduktion bei 17-18 € pro dt TM.

Grundfutter-Vollkosten in € /dt TM bzw. je 10 MJ NEL (n. Over, 2010)		
	€ je dt TM	€ je 10 MJ NEL
Standweide intensiv	10,5	0,17
Grünfutter	12,9	0,22
Grassilage (Eigenmechanisierung)	17,0	0,29
Grassilage (überbetrieblich)	16,9	0,30
Ballensilage	18,0	0,32
Heu	22,9	0,40
Silomais	15,3	0,23

*Vollkosten ohne Prämien u. Ausgleichszahlungen

Grundlagen der Milchsäuregärung

Die Silierung beruht auf der anaeroben Milchsäuregärung. Sie macht die Silage lagerstabil. Ein rascher Luftabschluss und damit eine schnelle Senkung des pH-Wertes ist die Voraussetzung für die Milchsäuregärung.
Die Milchsäurebakterien entfalten ihre höchste Aktivität erst unter Luftabschluss, sofern sie ausreichend Zucker aus dem Zellsaft der Pflanzen erhalten. Je schneller die Luftverdrängung aus dem Futter erfolgt, desto schneller werden sauerstoffliebende Gärschädlinge verdrängt und umso rascher kann die Milchsäuregärung dominieren.
Je länger Restluft im Silo verbleibt, desto länger können auch Gärschädlinge den Zucker verbrauchen, der dann für die Milchsäuregärung fehlt.

Rascher Luftabschluss beschleunigt Gärverlauf

Eine hohe Verdichtung und sorgfältige Siloabdeckung ist die Basis für einen raschen Luftausschluss. Um eine hohe Verdichtung (über 200 kg TM/m³) zu erreichen, muss das Erntegut kurz gehäckselt (Gras 2–4 cm, Silomais 6-8 mm) und in dünnen Schichten (unter 30 cm) in den Silo eingebracht werden. Durch die Verdichtung wird eine Verdrängung der Luft aus dem Futterstock erreicht und auch das Eindringen von Sauerstoff in die geöffnete Silage (Nacherwärmung) erschwert. Wichtig ist auch ein zügiges Befüllen bzw. eine Zwischenabdeckung bei längeren Befüllpausen.

Prinzip der Milchsäuregärung

Auf den Futterpflanzen kommen u. a. auch Milchsäurebakterien vor, die den Zucker in den Pflanzen zu Milchsäure umwandeln. Bei mittlerer Anwelkung (30 bis 40 % TM) entsteht auch noch etwas Essigsäure, welche die „aerobe Stabilität" nach dem Öffnen des Silos verbessert.

Die Milchsäure ist im Vergleich zu anderen Gärsäuren eine starke Säure und führt dadurch zu einer raschen Absenkung des pH-Wertes.

Mit zunehmender Anwelkung (TM-Gehalt) nimmt der Gesamtsäuregehalt und dementsprechend auch der Milchsäuregehalt ab, wodurch die pH-Absenkung erschwert wird. Frisch geschnittenes Gras hat einen pH-Wert von 6,5 bis 7. Während des Gärprozesses soll der pH-Wert auf 4,4 bei einer Anwelkung auf etwa 30 % TM bzw. pH 4,8 bei einer Anwelkung auf 40 % TM abgesenkt werden.

Die Kontrolle des pH-Wertes erfolgt mittels Spezialindikatorpapier (in Apotheke erhältlich).

Beachte:
Zu trockene, aber auch zu nasse Silagen sowie ein niedriger Zuckergehalt erschweren die Milchsäurgärung. Ebenso erschweren klee- und kräuterreiche Bestände aufgrund ihrer hohen Pufferkapazität sowie hohe Rohaschegehalte (Futterverschmutzung) die Milchsäuregärung und damit pH-Absenkung.

Der **Milchsäureanteil** in gut vergorenen Silagen sollte etwa 80 % des Gesamtsäuregehaltes ausmachen. Daneben sind geringe Anteile von 15-20 % Essigsäure erwünscht, da diese der Nacherwärmung entgegenwirkt. Die Gesamtsäurebildung hängt auch vom Trockenmassegehalt ab, d.h. je trockener die Silage wird, desto weniger Säurebildung. Anwelksilagen mit ca. 35 % TM enthalten ca. 2,5 % Gesamtsäure, das sind 25 g/kg Frischmasse.

Je höher der TM-Gehalt, desto geringer die Milchsäurebildung und umso höher der pH-Wert

Zucker + Milchsäurebakterien ⟶ **Milchsäure + (Essigsäure)**
↓
senkt pH-Wert

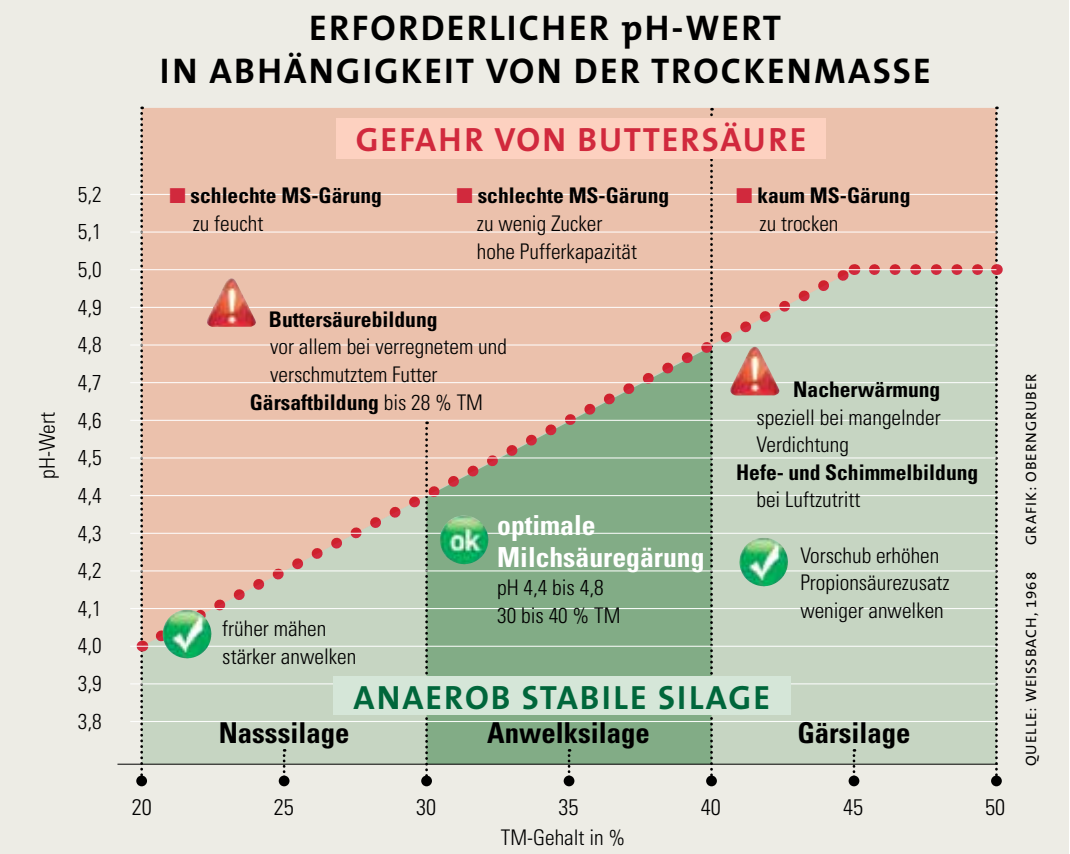
Futter mit hoher Pufferkapazität hindert pH-Absenkung
(hoher Klee- u. Kräuteranteil, Verschmutzung)

pH-Wert – Kennzahl für „anaerobe Stabilität“

Die Milchsäure senkt den pH-Wert und macht die Silage lagerstabil. **Je höher der Wassergehalt, umso niedriger muss der pH-Wert sein, damit die Silage stabil bleibt.** Bis eine Grassilage den kritischen pH-Wert erreicht hat, d. h. anaerob stabil bleibt, ist eine Gärzeit von 4 bis 8 Wochen erforderlich, wobei trockene Silagen eine längere Gärzeit benötigen. Wird ein Silo zu früh geöffnet, besteht vor allem bei mangelnder Verdichtung (Luftpolster) die Gefahr des Umkippens, wobei verschiedene Gärschädlinge aktiv werden können. Rundballen können bei Bedarf bereits nach 3 Wochen geöffnet werden, sofern die Ballen innerhalb von 2 Tagen verfüttert werden.

Grundsätzlich gilt, je schneller die **„anaerobe Stabilität“** erreicht wird, desto früher können die Milchsäurebakterien ihre Arbeit einstellen und umso mehr Energie bleibt in Form von Zucker übrig. Der Vorteil liegt darin, dass der während der Silagegärung umgewandelte Zucker zu Milchsäure im Pansen nicht direkt genutzt, sondern vorerst zu Propionsäure umgebaut werden muss, um vom Tier verwertet werden zu können. Dabei liefert die Milchsäure den Pansenbakterien letztlich nur ein Viertel der Energie zurück, die vorher beim Gärprozess aus dem Zuckerabbau entstand.

Ziel ist je nach Anwelkgrad ein pH-Wert von 4,4 bis 4,8 g.



Beachte:
Schwer silierbares Futter mit hoher Pufferkapazität, Zucker- oder Nitratmangel, Futterverschmutzung und zu trockenes Futter (Milchsäurebakterien benötigen auch etwas Wasser als Transportmittel) erhöhen den pH-Wert in der Silage und begünstigen die Buttersäurebildung. Buttersäurebakterien produzieren Buttersäure bis zur Erreichung des kritischen ph-Wertes. Die Buttersäuregärung kann daher durch eine rasche Ansäuerung verhindert werden.

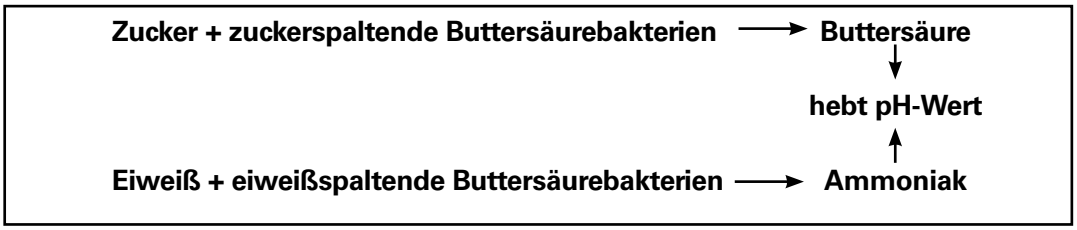
Buttersäuregärung verhindern

Unerwünscht ist die Bildung von Buttersäure (BS), die wie Essigsäure verstärkt bei verschmutzter Nasssilage auftritt. Sie ist mit hohen Energieverlusten und einer verminderten Futteraufnahme verbunden. Der BS-Gehalt in der Silage sollte möglichst niedrig und keinesfalls über 3 g/kg TM liegen.

Begünstigt wird die Buttersäurebildung durch einen zu geringen Anwelkgrad unter 30 % TM, mangelnde Verdichtung (zu lange Schnitt- bzw. Häcksellängen, hohen Rohfasergehalt) und eine hohe Pufferkapazität des Futters (hohe Anteile an Kräutern und Leguminosen).Verstärkt gelangen Buttersäurebakterien auch mit der Futterverschmutzung (Rasierschnitt, Mäusebefall) in die Silage. Ein Hinweis sind hohe Rohaschegehalte von 10 % und darüber in der TM. Seitens der Düngung kann auch eine vorangehende Ausbringung und damit Verschmutzung mit Dickgülle oder schlecht verrottetem Festmist die Buttersäurebildung fördern.

Nasssilagen und Verschmutzung begünstigen Buttersäurebildung

Buttersäurebakterien arbeiten wie die Milchsäurebakterien anaerob, d. h. ohne Sauerstoff. Sie bauen vor allem Zucker und Milchsäure, eiweißspaltende Clostridien, aber auch Proteine ab. Buttersäurebakterien gedeihen in Feuchtsilagen besser als in Anwelksilagen, weil es mit zunehmendem Wassergehalt schwieriger wird, den pH-Wert über eine ausreichende Milchsäuregärung rasch genug abzusenken. Sie können Nasssilagen leicht zum „Kippen" bringen. Man unterscheidet zwischen zuckerspaltenden Clostridien, die Buttersäure produzieren und bei Zuckermangel auch die Milchsäure angreifen können, sowie eiweißspaltenden Clostridien, die Eiweiß abbauen und Ammoniak produzieren. Beim Eiweißabbau bis zu Ammoniak kommt es zur Anhebung des pH-Wertes (Buttersäurebildung siehe auch Seite 17 unter Gärschädlinge).

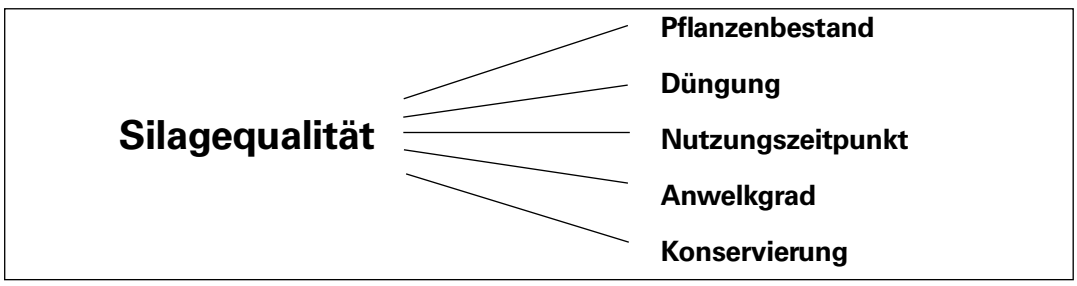


Nitratmangel fördert Buttersäurebildung

Einflussfaktoren auf die Silagequalität

Der Gärprozess und damit die Silagequalität wird beeinflusst vom Zuckergehalt der Pflanzen, dem Nitratgehalt im Futter (unterdrückt die Clostridien) und der Pufferkapazität (wirkt der Ansäuerung und ph-Absenkung entgegen).

Gräser weisen mehr vergärbare Kohlenhydrate auf als Kräuter und Leguminosen, die aufgrund des höheren Eiweiß- und Mineralstoffgehaltes eine höhere Pufferkapazität haben. Die Vergärbarkeit der Futterpflanzen wird daher einerseits vom Gräseranteil im Bestand, andererseits auch von der Düngung, dem Nutzungszeitpunkt sowie dem Anwelkgrad des Futters beeinflusst. Nicht zuletzt beeinflusst auch die Einhaltung der Silierregeln entscheidend die Silagequalität und die Konservierungsverluste.



Pflanzenbestand – 60 % Gräseranteil

Neben dem Nutzungszeitpunkt, dem Anwelkgrad und der Futterverschmutzung (Rohaschegehalte über 10 %/kg TM) beeinflusst die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes über die Pufferkapazität (Widerstand gegen die Ansäuerung) auch den Gärverlauf. Gefragt sind Bestände mit mind. 60 % Gräsern, da Gräser zuckerreich und damit leichter silierbar sind.

Ein hoher Gräseranteil wird durch eine bedarfsgerechte Stickstoffdüngung von 40 bis 50 kg Stickstoff pro Aufwuchs (entspricht 25–30 m^3 Rindergülle 1:1 verdünnt mit ca. 5 % TM) gefördert. **N-Mangel** bzw. Nitratgehalte unter 1 g Nitrat/kg TM fördern die unerwünschte Buttersäurebildung. Nitrat wirkt als natürliches Silierhilfsmittel gegen Gärschädlinge. N-Mangel ist auch an niedrigen Rohproteingehalten im Futter (unter 14 % RP/kg TM) erkennbar.

Idealer Pflanzenbestand	
60 – 80 %	Gräser
10 – 20 %	Leguminosen
10 – 20 %	Kräuter (keine Unkräuter)

Leguminosen und Kräuter – schwerer silierbar

Der Gräseranteil sollte mind. 60 % betragen.

Leguminosen und Kräuter gehören aufgrund ihrer hohen Pufferkapazität (basisch wirkenden Puffersubstanzen wie Eiweißverbindungen sowie Mineralstoffe wie K, Ca, Mg) zu den schwer vergärbaren Futterpflanzen, d. h. sie leisten einen hohen Widerstand gegen die Ansäuerung. Daher sollte der Anteil an Leguminosen und Kräutern im Bestand nicht über 30 % liegen.

Geringe Anteile an wertvollen Futterkräutern wie Frauenmantel, Spitzwegerich, Großer Wiesenkopf, Löwenzahn etc. sind für die Silagebereitung kein Problem. Es wird vermutet, dass geringe Anteile an „Milchkräutern" sogar Hemmstoffe enthalten, die einem unerwünschten mikrobiellen Eiweißbau in der Silage sogar entgegenwirken können.

Höhere Anteile von Ampfer, Wiesenkerbel, Bärenklau, Schlangenknöterich etc. im Bestand verringern hingegen nicht nur den Futterwert, sondern auch die aerobe Stabilität, d. h. die Silagen neigen stärker zur Nacherwärmung.

Der Hauptgrund für eine Nacherwärmung ist vorrangig eine Futterverschmutzung (über 10 % Rohaschegehalt). Insbesondere in Verbindung mit einer zu langsamen pH-Absenkung (zu langsames Befüllen bzw. zu geringes Verdichten, keine luftdichte Abdeckung des Silos) kommt es dann zur Nacherwärmung

Übersicht über die Vergärbarkeit der Futterpflanzen	
Gruppe I	**Gruppe II**
leicht vergärbar	**schwer vergärbar**
Silomais (teigreif)	Klee, Luzerne, Wicken, Erbsen
Gräserbestände	Raps, Rübsen
Rübenblätter mit Köpfen	klee- u. kräuterreiche Wiesen (vor allem bei Herbstnutzung)

*Positiv auf die Gärfähigkeit wirkt ein hoher Zuckergehalt. Negativ wirkt ein hoher Wasser-, Eiweiß- und Mineralstoffgehalt sowie Verschmutzungsgrad.

Pufferkapazität und Vergärbarkeit

Silagen können auch verderben, obwohl die Silierung sorgfältig durchgeführt wurde. Die Ursache hiefür kann in der unterschiedlichen Gäreignung der Futterpflanzen, einem zu niedrigen Nitratgehalt im Futter oder zu geringen Besatz an gäraktiven Milchsäurebakterien liegen.

Nitrat-Stickstoff wird im Gärverlauf über Nitrit zu Ammoniak verstoffwechselt, wobei Nitrit den Gärverlauf positiv beeinflusst und eine Hemmwirkung gegenüber Clostriden (Buttersäurebakterien) sowie Colibakterien und Listerien besitzt. Nitratgehalte unter 1 g/kg TM können Fehlgärungen begünstigen.

Bezüglich der Gäreignung spielt der Zuckergehalt sowie die Pufferkapazität eine große Rolle. Die Pufferkapazität hängt vor allem vom Eiweiß- und Mineralstoffgehalt sowie Schmutzanteil im Futter ab. Je höher die Pufferkapazität in den Futterpflanzen, desto höher ist die Abpufferung, d. h. der Widerstand gegen die notwendige Ansäuerung durch die Milchsäurebakterien. Kräuter haben einen hohen Mineralstoffgehalt und Leguminosen einen hohen Eiweißgehalt und sind damit schwerer vergärbar als Gräser.

Die Silierfähigkeit von Grünfutter wird im Wesentlichen durch das Verhältnis von Zucker zur Pufferkapazität, den sog. Z/PK-Quotienten (je höher, desto besser) bestimmt. Sie dient zur Einschätzung des biologischen Säuerungsvermögens.

Der Gärverlauf hängt aber auch noch vom Trockenmassegehalt des Grünfutters ab.

Der Vergärungskoeffizient (VK) berücksichtigt als letztlich entscheidende Kennzahl auch den TM-Gehalt des Futters durch das Anwelken. Mit dem Anwelken verbessert sich die Vergärbarkeit. Der Anwelkgrad muss umso höher sein, je niedriger der Z/PK-Quotient ist.

Kennzahlen der Vergärbarkeit

(Praxishandbuch Futterkonservierung, DLG, 2006)

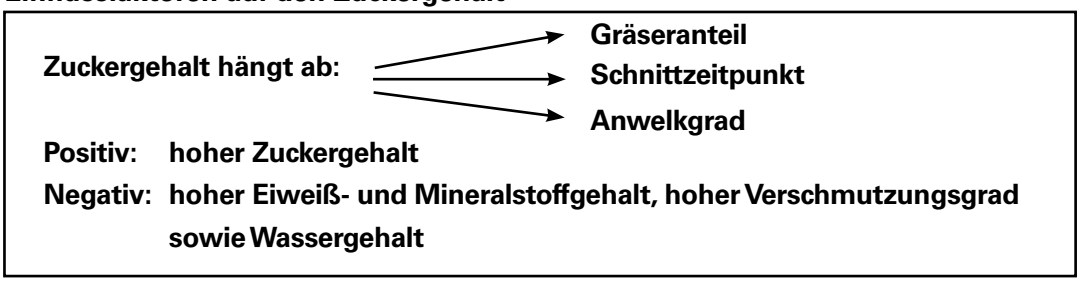
Futtermittel	TM in %	Zucker in g/kg TM	Pufferkapzität in g MS/kg TM	Z/PK-Quotient1	VK*
Weidelgräser – frisch	20	173	52	3,3	47
Weidelgräser – angewelkt	35	173	52	3,3	62
Sonstige Gräser – frisch	20	92	55	1,7	33
Sonstige Gräser – angewelkt	35	92	55	1,7	48
Rotklee – frisch	20	115	69	1,7	33
Rotklee – angewelkt	35	115	69	1,7	48
Luzerne – frisch	20	65	74	0,9	27
Luzerne – angewelkt	35	65	74	0,9	42
Silomais (Milchreife)	22	230	35	6,6	75
Silomais (Teigreife)	30	110	32	3,4	58
Ackerbohne	15	145	49	3,0	39
Grünhafer	20	130	40	3,3	46
Grünroggen	16	135	56	2,4	35
Markstammkohl	16	290	66	4,4	51
Süßlupine	15	115	46	2,5	35
GPS (Sommergerste)	43	63	41	1,5	55
GPS (Winterweizen)	42	55	32	1,7	56

*VK = Vergärungskoeffizient

Schnittzeitpunkt beeinflusst Energiegehalt

Neben der botanischen Zusammensetzung beeinflusst der Schnittzeitpunkt (Verdaulichkeit) und der Zuckergehalt die Silierbarkeit des Futters.
Der vergärbare Zucker sollte mind. 3 % in der Frischmasse (entspricht etwa 10 % in der TM) betragen. Weidelgräser enthalten bis zu 17 % Zucker (170 g/kg TM).
Ein geringer Gräser- bzw. hoher Leguminosenanteil, älteres Futter (Rohfasergehalte über 30 %), zu lange Verweildauer am Feld (über 30 Stunden) sowie eingeregnetes Futter verringern den Zuckergehalt. Infolge des Anwelkens (Verdunstung des in den Pflanzen gebundenen Wassers) erhöht sich die Zuckerkonzentration im Zellsaft. Zu starkes Anwelken (über 40 % TM) ist jedoch zu vermeiden, da ansonsten die Atmungs- und Bröckelverluste steigen sowie die Verdichtung erschwert wird.
Der Zuckergehalt unterliegt auch tageszeitlichen Schwankungen und ist aufgrund der Assimilation am Abend höher. Dieser Effekt kann jedoch kaum genutzt werden, da am Abend gemähtes Futter über Nacht speziell in warmen Nächten wieder einen Teil des Zuckers veratmet.

Einflussfaktoren auf den Zuckergehalt



Nutzungsstadien beachten

Je höher der Rohfasergehalt, desto höher der pH-Wert der Silage

Gräserbetonte Bestände sollten gemäht werden, wenn sich etwa 50 % der Leitgräser (z. B. Knaulgras) im Ähren-Rispenschieben befinden. Dies entspricht beim 1. Aufwuchs etwa der gelben „Löwenzahnblüte", wo auch das Knaulgras die ersten Rispenspitzen zeigt. Im Stadium „Weiße Pusteblume" beim Löwenzahn ist es für Spitzenqualitäten bereits zu spät. Löwenzahnblüten in der konservierten Silage sind ein Hinweis dafür, dass es sich um den 1. Aufwuchs handelt.
Leguminosen sollten im Knospenstadium und Kräuter spätestens zu Beginn der Blüte geerntet sein. Dadurch ist auch gewährleistet, dass der Rohfasergehalt in der Silage 25 % i. d.TM (Trockenmasse) nicht überschreitet. Bei über 25 % Rohfaser in der TM wird der Zucker für die Gärung knapp. Ferner wird die Verdichtung erschwert. Weidelgrasbetonte Futterbestände sind zuckerreicher, insbesondere HZG (Hochzuckergräser).

Späte Nutzung erschwert Verdichtung

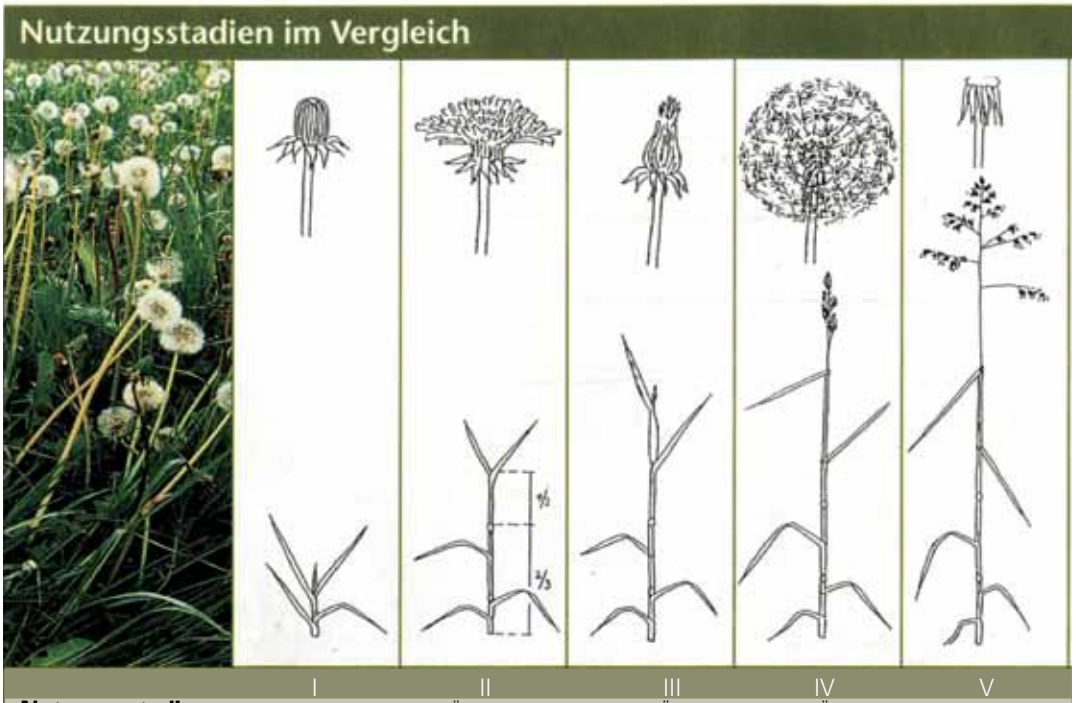
Hohe Rohfasergehalte bedeuten nicht nur eine geringe Verdaulichkeit (Energiegehalt), sondern erschweren auch die Verdichtung des Futters. Angestrebt wird ein Rohfasergehalt von 22 bis 25 %.
Altes und grobstängeliges Grünfutter muss mindestens auf 2 bis 4 cm Länge gehäckselt werden, sonst kann die Restluft in den Stängeln bzw. im Siliergut nicht ausgepresst werden. Dementsprechend sinkt auch das Silagegewicht je Kubikmeter.

Ein zu später Schnitt, vor allem beim 1. Aufwuchs, ist oft Ursache für eine Nacherwärmung infolge ungenügender aerober Stabilität (= Stabilität der Silage nach Abschluss der Gärung gegen Nacherwärmung). Gleichzeitig wird auch der Wiederaustrieb des Folgeaufwuchses verzögert.
Speziell der 1. Aufwuchs hat ab dem Schossen täglich einen Rohfaserzuwachs von 0,3 – 0,5 %, was etwa 0,1 MJ/NEL/kg TM bedeutet.

Schneidwerk bis mind. 8 Messer

Nutzungsstadien im Vergleich

Der optimale Nutzungszeitpunkt ist zu Beginn des Ähreschiebens beim Knaulgras, bevor die volle Halmstreckung erreicht wird. Das entspricht in etwa der „gelben Löwenzahnblüte", wobei die ersten Pflanzen schon verblüht sind und Samenstände zu bilden beginnen.

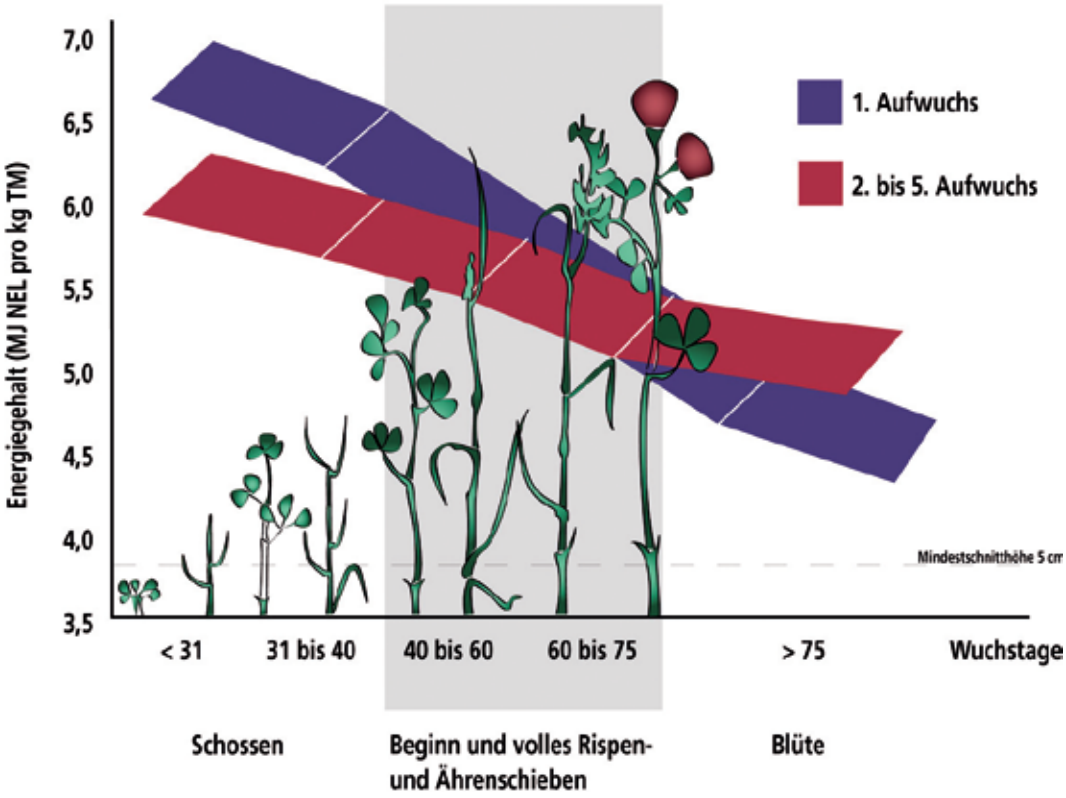


	I	II	III	IV	V
Nutzungsstadium	im Schossen	vor Ähren-/ Rispenschieben	Beginn Ähren-/ Rispenschieben	Ende Ähren-/ Rispenschieben	in der Blüte
Löwenzahn	Blühbeginn	alle Pflanzen aufgeblüht, ein Teil schon verblüht	alle Pflanzen aufgeblüht. Ein Teil bereits Samenstände	alle Pflanzen haben Samenstände	nur noch nackte Blütenstände
Knaulgras	oberster Halmknoten 10 cm über Boden	2/3 der Halmlänge erreicht	erste Rispenspitzen sichtbar	Rispe voll geschoben	volle Halmstreckung erreicht

(n. Nußbaum, 2010)

Späte Nutzung erschwert Verdichtung

Energiekonzentration sinkt im Vegetationsverlauf
(n. Buchgraber 2000, verändert)



*Speziell beim 1. Aufwuchs ist eine späte Nutzung zu meiden

*Der 1. Aufwuchs erreicht aufgrund der intensiveren Sonneneinstrahlung im Frühjahr die höchste Energiekonzentration, altert aber auch schneller als die Folgeaufwüchse. Eine zu späte Nutzung des 1. Aufwuchses verzögert auch den Wiederaustrieb des Folgeaufwuchses, wodurch Energie und Vegetationszeit verschenkt werden.

Nasse Silagen haben weniger Energie. Optimal sind 30 – 40 % TM

Energiegehalt im Futter in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt
Der Energiegehalt im Futter hängt neben dem Nutzungszeitpunkt auch von der botanischen Zusammensetzung (Gräseranteil) und der Düngung ab.

Futterart	Energiegehalte im Futter	Gehalte im Gras	Gehalte in der Silage
Wiesengras	1. Schnitt im Schossen	bis 7,0	–
	1. Schnitt im Ährenschieben	6,6 – 6,8	6,2 – 6,5
	1. Schnitt Beginn der Blüte	5,8 – 6,2	5,5 – 5,8
	1. Schnitt Mitte/Ende der Blüte	4,9 – 5,7	4,6 – 5,2
Wiesengras	2. Schnitt im Schossen	bis 6,7	–
	2. Schnitt im Ährenschieben	6,4 – 6,6	6,0 – 6,2
	2. Schnitt Beginn der Blüte	5,6 – 6,0	5,3 – 5,7
	2. Schnitt Mitte/Ende der Blüte	5,0 – 5,5	4,5 – 5,0

Rasierschnitt fördert Futterverschmutzung

Die Schnitthöhe muss mind. 5–6 cm betragen. Bei einem Rasierschnitt steigt die Gefahr der Futterverschmutzung, erkennbar an Rohaschegehalten von 10 % pro kg TM und darüber. Mit dem Rohaschegehalt steigt auch der Buttersäuregehalt (Clostridien) in der Silage. Verschmutzte Silage hat auch weniger Energie.

Mit der Rohasche steigt auch der pH-Wert

	Rohaschegehalte % i. d. TM				
	unter 8	8 – 10	10 – 12	12 – 14	über 14
Buttersäure-gehalt g/kgFM	< 1	1,5 – 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3	< 3

***In sehr gut vergorenen Silagen mit geringen Rohaschegehalten liegt der Buttersäuregehalt laut Auswertung von Futteranalysen unter 1 g oder 0,1 % in der FM (Frischmasse). Der „Richtwert" von 3 g oder 0,3 % in der TM sollte nicht überschritten werden.**

Rasierschnitt meiden

Je niedriger die Schnitthöhe, desto höher der Rohaschegehalt

* Ein Rohaschegehalt von 50 g/kg TM bringt täglich etwa 750 g Erde bzw. Schmutz in die Futterration. Dadurch wird sowohl der Energiegehalt als auch die Fresslust verringert.

Anwelken auf 30-40 % Trockenmasse

Frisches Wiesengras hat nach dem Schossen einen Trockenmassegehalt (TM) von etwa 20 %. Durch das Anwelken wird ein TM-Gehalt im Bereich von 30 bis 40 % angestrebt und die Zuckerkonzentration erhöht.

Das Anwelken erhöht auch die Futteraufnahme. Je jünger das Gras, desto höher darf der TM-Gehalt sein. Altes Futter oder ein zu starkes Anwelken erschwert die Verdichtung und verringern dann die Gärungsintensität, da Wasser auch den Milchsäurebakterien als Transportmittel dient. Trockene Silagen benötigen eine längere Gärzeit.

Nasssilagen unter 28 % TM sind ebenfalls zu vermeiden. Erst über 28 % TM gibt es keine Sickersaftbildung mehr. Gärsaftverlust bedeutet auch einen Verlust an wasserlöslichen Nährstoffen sowie mehr Risiko für Fehlgärungen. Bei der Dreh- bzw. Wringprobe tritt dann kein Pflanzensaft mehr aus. Es gibt aber auch Umstände, die ein Anwelken

auf die gewünschten 30 % TM nicht ermöglichen. Das ist vor allem beim Silieren im Herbst oder beim Silieren von wasserreichen Zwischenfrüchten der Fall.
Je feuchter die Silage, umso größer die Gefahr der Buttersäuregärung. Hier kann der Einsatz von Siliersalzen zur Unterdrückung der Gärschädlinge beitragen.

Schätzung des TM-Gehaltes (Wringprobe)

20 – 30 % T bzw. leichte Anwelksilage		Austritt von Pflanzensaft bei Nass- kräftigem Händedruck, Futterknäuel bleibt nach Auspressen geschlossen.
30 – 40 % T optimale An- welksilage		Kein Saftaustritt mehr beim- Auswinden, gepresstes Futterknäuel geht wieder auf. Stängel sind noch grün.
40 – 50 % T starke Anwelksi- lage		Hände bleiben beim Auspressen und Wringen trocken; Futter schwer mit der Gabel zu stechen

Silagen sollten aber auch nicht über 40 % TM angewelkt werden, da ansonsten nicht nur die Bröckelverluste steigen, sondern auch die Verdichtung erschwert wird. Notfalls sollte bei zu trockenen Silagen über 50 % TM mit einem Wasserschlauch nachgeholfen werden.
Ein höherer Anwelkgrad bedeutet meist auch, dass das Futter länger am Feld liegt, wodurch mehr Zucker veratmet wird. Zu starkes Anwelken verringert ferner die Intensität der Gärung, d. h. es entstehen weniger Gärsäuren.
Je trockener das Futter geerntet wird, desto kürzer muss mit dem Kurzschnittladewagen geschnitten bzw. Feldhäcksler gehäckselt werden, um die notwendige Verdichtung zu erreichen.
Ein zu starkes Anwelken (über 40 % TM bei Grassilagen bzw. über 35 % TM bei körnerreichen Maissilagen) erschwert die Verdichtung und erhöht die Gefahr der Nacherwärmung durch Hefen und Schimmelpilze, vor allem bei spätem Schnittzeitpunkt. Eine gewisse Gegensteuerung ist nur durch perfektes Häckseln und Verdichten möglich.

Mähaufbereiter verkürzt Trocknungszeit

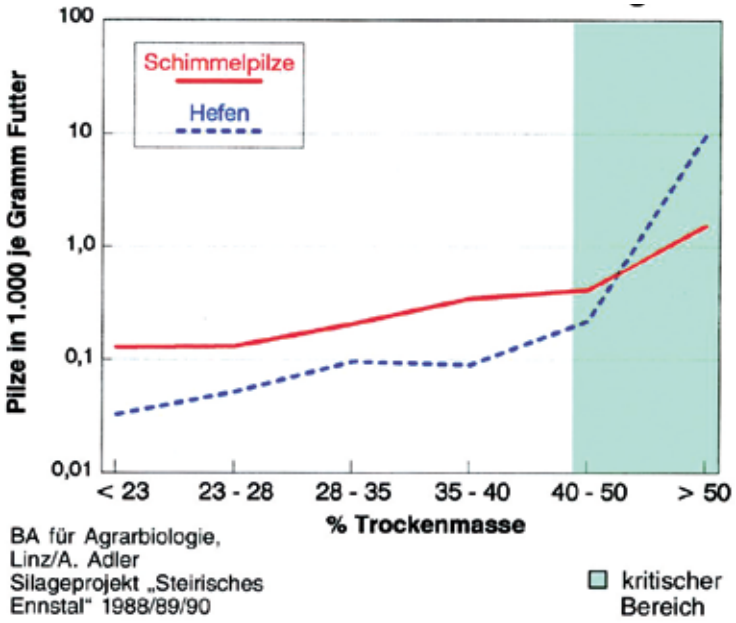
Mähaufbereiter nur bei maulwurffreien Beständen

Sobald das Futter abgetrocknet ist (späterer Vormittag), wird das Futter gemäht.
Sofern der Mäher das Futter breitflächig ablegt, ist ein Ausbreiten mittels Zetter nur bei höhen, Erntemengen (1. Aufwuches) oder feuchten Bodenverhältnissen notwendig. Speziell bei heißem Wetter und nicht zu kräuterreichen Pflanzenbeständen kann das „Zetten" entfallen.
Der Aufbereiter bringt einen Vorsprung von 2 bis 3 Stunden. Bei kräuterreichen Beständen mit hohen Blattanteilen sind quetschende Geräte den Zinkenrotoren vorzuziehen.

Unter sehr günstigen Bedingungen kann beim Einsatz eines Mähaufbereiters schon nach 4 bis 5 Stunden mit dem Einsilieren begonnen werden.
Dadurch kann ein Zettvorgang und die damit verbundenen Bröckelverluste eingespart werden. Der Aufbereiter bewirkt einen stärkeren Austritt des Zellsaftes und damit einen rascheren Gärverlauf.
Der Mähaufbereiter erleichtert die „Eintagessilage". Bei mageren Futterbeständen ist darauf zu achten, dass das Futter nicht zu trocken wird.
Bei verschmutzten Futter (lückigen Beständen mit Maulwurfhaufen) sollte kein Mähaufbereiter eingesetzt werden. Hier ist ein Zettvorgang günstiger, damit die Erde herausfällt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang ist auch, dass der Schwader nicht zu tief 5 – 7 cm eingestellt ist.

Beachte:
Beim Einsatz des Mähaufbereiters muss speziell im Frühjahr (intensive Sonnenein-strahlung) durch zeitiges Einbringen darauf geachtet werden, dass der TM-Gehalt nicht über 40 % ansteigt. Wenn die Bergeleistung nicht mit der Trocknung Schritt hält, wird das Futter zu trocken. Je trockener das Erntegut, desto kürzer muss gehäckselt werden.
Auch unter normalen Anwelkbedingungen beträgt die Zunahme des TM-Gehaltes um 3 bis 4 % je Stunde, d. h. nach 5 – 6 Stunden ist der optimale Anwelkgrad erreicht. Ab einer Gesamterntefläche von 15 bis 20 ha (Mähleistung von 4 bis 5 ha pro Stunde) muss die Einfuhr bereits parallel zum Mähen erfolgen.

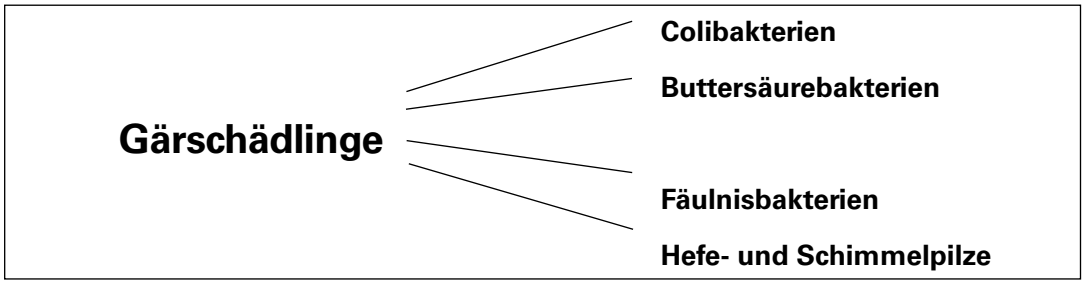
Schimmel u. Hefepilze im Grünfutter bei unterschiedlicher Anwelkung



***Bei einer Anwelkung über 40 % steigt vor allem bei mangelnder Verdichtung die Gefahr der Nacherwärmung durch Hefe- und Schimmelpilze.**

Gärschädlinge in Schach halten

Die für die Milchsäurebildung notwendigen Milchsäurebakterien sind zwar auf den Futtergräsern vorhanden. Sie werden jedoch immer von unerwünschten Gärschädlingen begleitet. Zu den wichtigsten zählen die Buttersäure- und Colibakterien (Essigsäurebildner).
Hefe- und Schimmelpilze sind für die Nacherwärmung verantwortlich, während die Fäulnisbakterien vor allem das Eiweiß zersetzt.



Mikroorganismen	Sauerstoffbedarf ja	fakultativ	nein	ph-Wert	Temperaturoptimum
Milchsäurebakterien			x		
Buttersäurebakterien			x		
Essigsäurebildner		x			
Hefen		x			
Fäulnisbakterien	x				
Schimmelpilze	x				
				pH 3 4 5 6 7	10° 20° 30° 40° C°

Gärschädlinge – unterschiedliche Lebensansprüche

Während die für die Futterkonservierung notwendigen Milchsäurebakterien sowie die gefürchteten Buttersäurebakterien nur unter Sauerstoffabschluss gedeihen, können Essigsäurebildner (Colibakterien), aber auch Hefen mit und ohne Sauerstoff leben. Schimmelpilze gedeihen hingegen nur mit Sauerstoff und bevorzugen hohe Temperaturen.

Colibakterien und Essigsäure

Colibakterien erzeugen neben CO_2 und Wärme vorwiegend **Essigsäure**, erkennbar am stechenden Geruch. Sie lieben Sauerstoff, können aber notfalls auch ohne Sauerstoff leben. Sie bevorzugen höhere Temperaturen von 25 bis 35 °C. Colibakterien werden wie Buttersäure- und Fäulnisbakterien über verschmutztes Futter eingetragen. Ihre Schwäche ist die geringe Säureverträglichkeit, d. h. eine rasche pH-Absenkung hält sie in Schach.
Eine verstärkte **Essigsäurebildung** entsteht bei verschmutztem Futter und auch dann, wenn der pH-Wert nur sehr langsam absinkt bzw. der Luftabschluss (luftdichte Abdeckung) nicht unmittelbar nach der Einbringung erfolgt.
Die Essigsäure ist meist eine begleitende Gärung von Nasssilagen (unter 28 % TM).
Geringe Gehalte im Futter sind kein Problem und sogar erwünscht, da Hefen keine Essigsäure vertragen und geringe Anteile der gefürchteten Silonacherwärmung entgegenwirken. Der Essigsäureanteil sollte 15 % bis 20 % des Gesamtsäureanteiles oder bezogen auf 35 % TM 0,4 % bis 0,8 %, das sind 4 – 8 g je kg Frischmasse nicht überschreiten. Höhere Werte verringern die Futteraufnahme.

Buttersäurebildner und Fäulnisbakterien

Buttersäurebakterien (Clostridien) kommen in jedem Boden vor und verursachen den unangenehmen Silagegeruch (ranzige Butter) bzw. die gefürchteten Spätblähungen bei der Hartkäseproduktion.

Man unterscheidet zwischen **zuckerspaltenden Clostridien,** die Buttersäure produzieren und bei Zuckermangel auch bereits gebildete Milchsäure angreifen können und **eiweißspaltenden Clostridien**, die Eiweißverbindungen bis zu Ammoniak abbauen. Beim Ammoniakabbau kommt es auch zur Anhebung des pH-Wertes in der Silage. Clostridien benötigen zu Beginn zur Bildung von Buttersäure als Nahrung Zucker, können später aber auch Milchsäure abbauen. Eiweißspaltende Clostridien bauen Eiweiß zu Ammoniak ab.

Buttersäuebakterien sind wie Milchsäurebakterien ausgesprochen luftfeindlich. Sie sind säureverträglich, bis der kritische pH-Wert erreicht ist, und bevorzugen höhere Temperaturen.

Neben der Vermeidung einer Verschmutzung des Siliergutes mit Erde, Gülleresten etc. ist ein Anwelken auf 30-40 % TM (Vermeidung von Feuchtsilagen) wichtig. Eine rasche Milchsäuregärung und damit pH-Absenkung (bei Nasssilagen unter pH 4,2) beugt der Buttersäurebildung vor. Nitrat im Futter wirkt hemmend. Bei Nasssilagen sollten vorbeugend organische Siliersäuren und Salze verwendet werden. Wird der vom Anwelkgrad abhängige kritische pH-Wert (anaerobe Stabilität) nicht erreicht bzw. gehalten, kommt es leicht zum „Umkippen der Silage", wodurch der pH-Wert steigt und auch andere Gärschädlinge begünstigt werden.

Buttersäure ist generell unerwünscht. Der Anteil sollte in gut vergorenen Silagen unter 0,3 % bzw. 3 g /kg TM (Richtwert) liegen. Hohe Buttersäuregehalte verringern die Fresslust, fördern das Auftreten von Ketose und können auch die Milchqualität beeinflussen.

Buttersäurebakterien (Clostridien) im Futter

Die Clostridien als auch Listerien kommen in jedem Boden vor und sind auch am Abbau der organischen Substanz beteiligt. Über verschmutztes Futter gelangen sie in den Silo, wo meist eine Vermehrung stattfindet. Nach der Darmpassage gelangen sie über Kot bzw. Gülle in den Kreislauf, wo sie über das Gras auch in die Milch gelangen können.

Anzustreben sind Silagen mit weniger als 10.000 Clostridiensporen je g Frischmasse, was bei guten Silagen kein Problem darstellt. Bei Weidehaltung bzw. Heubereitung sind die Gehalte in der Regel niedriger als bei Silagefütterung, wobei Sommersilagen gefährdeter sind als Wintersilagen.

Maisilagen sind weniger gefährdet als Grassilagen, da durch den höheren Energiegehalt die Milchsäurebildung und pH-Absenkung rascher erfolgt, wodurch die Gärschädlinge unterdrückt werden.

Clostridien:
Verschmutztes Futter, langsame Milchsäuregärung, zu geringer Anwelkgrad oder Nitratmangel sind die Ursachen

Clostridiensporen im Futter, Kot und Milch (n. Radetzky, 2005)

Fütterungsperiode	Im Futter	Im Kot	In der Milch
	Sporen/g FM	Sporen/g FM	Sporen/ml
Sommerfütterung – Weide	< 100	3.600	0,7
Winterfütterung – Heu	70	800	0,4
Winterfütterung – Grassilage	8.200	15.000	1,6
Winterfütterung – schlechte Grassilage mit 6,4 % Buttersäure	37.700	197.000	13,2

* Weidefutter und Heu haben meist unter 100 Sporen pro g

** Ein erhöhter Buttersäuregehalt über 3 g/kg TM in der Silage beeinflusst den Sporengehalt im Kot und in der Milch

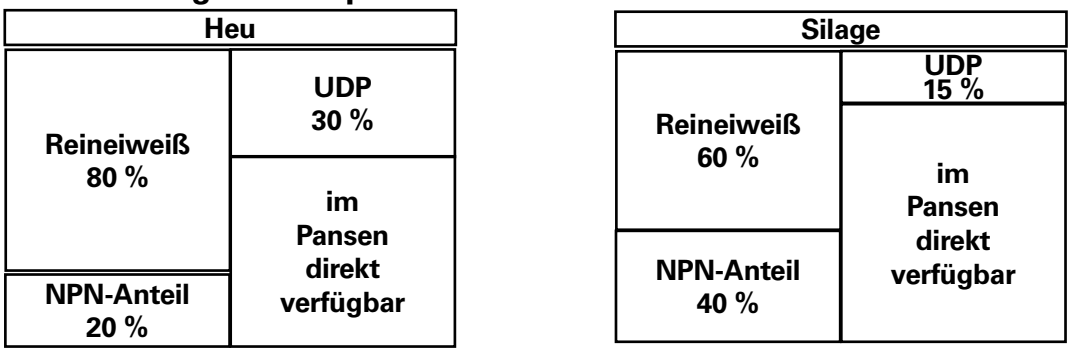
Fäulnisbakterien bauen wie eiweißspaltende Buttersäurebakterien das Eiweiß im Futter bis zu Ammoniak ab. Sie gedeihen vor allem unter Luft- und Wasserzutritt. Die Silage wird schmierig-schwarz und riecht mistartig.
Fäulnisbakterien benötigen Sauerstoff, haben aber eine geringe Säureverträglichkeit, d. h. sie gedeihen vor allem bei höheren pH-Werten von über 5,5 und darüber. Das gebildete Ammoniak bindet einen Teil der Gärsäuren, wodurch der pH-Wert weiter ansteigt und rasch zum Futterverderb beiträgt. Eine rasche pH-Absenkung hält daher auch die Fäulnisbakterien in Schach.
Verdorbene Silagen dürfen nicht verfüttert werden.

Eiweißabbau im Futter

Rohprotein hängt ab von:
- Schnittzeitpunkt
- Kleeanteil
- Stickstoffdünger
- Fehlgärung (Ammoniak)

Das Eiweiß in der Futterpflanze erfährt bei der Silagebereitung eine stärkere Veränderung. Die eiweißabbauenden pflanzlichen Enzyme bleiben nach dem Mähen so lange tätig, solange die Pflanzen noch genügend Wasser enthalten und bis der kritische pH-Wert erreicht wird. Bereits während der Feldperiode wird schon ein Teil des Futterproteins in seine Bausteine (Aminosäuren) zerlegt.
Wesentlich entscheidender ist jedoch die Eiweißzersetzung bis hin zu Ammoniak durch Buttersäure- und Fäulnisbakterien. Dieser Eiweißabbau wird begünstigt durch verschmutztes Futter, mangelnden Luftabschluss und eine langsame pH-Absenkung.
Unabhängig vom Eiweißabbau durch Gärschädlinge wird infolge des Gärprozesses auch ein Teil der im Wasser unlöslichen Eiweißverbindungen (Aminosäuren) abgebaut. Selbst gut vergorene Silagen enthalten dadurch bis zu 40 % und mehr des Gesamtstickstoffgehaltes in Form von NPN (Nicht-Protein-Stickstoff), welcher unter ungünstigen Bedingungen (z. B. Nasssilagen) dann rasch weiter bis hin zu Ammoniak abgebaut werden kann. Infolge des Gärprozesses nimmt auch das pansenstabile Rohprotein (UDP) ab, welches unabgebaut den Pansen passieren und direkt der Kuh im Dünndarm für die Milcheiweißbildung zur Verfügung steht.

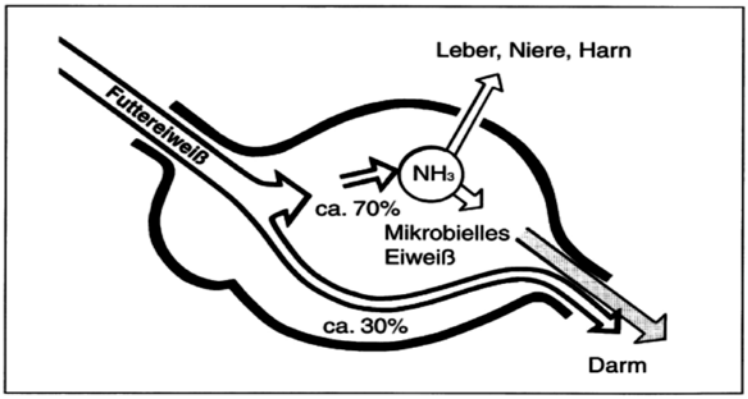
Veränderung der Rohproteinfraktion



Merke:
- **Reineiweiß ist jener Teil des Rohparoteins, der nicht nur als Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) vorliegt**
- **Eiweißabbau führt zu Sättigungsgefühl**
- **Gärsäuren bremsen Fresslust**

Pausenstabiles Protin (UDP)
Der Rohproteingehalt sollte 16 – 18 % in der TM betragen und hängt vom Schnittzeitpunkt, Kleeanteil und nicht zuletzt von der Stickstoffdüngung bzw. Fehlgärungen (Buttersäure, Ammoniak) ab.

Während das unabgebaute, d. h. pansenstabile Protein (UDP) direkt in den Dünndarm gelangen kann, können NPN-Verbindungen und Ammoniak nur bei ausreichender Energieversorgung wieder zu mikrobiellem Eiweiß aufgebaut werden.
Bei weniger als 40 % Reineinweiß ist eine gezielte Eiweißergänzung (z. B. Soja) und Vitamin E notwenig.
Verstärkter Eiweißabbau bewirkt ein Sättigungsgefühl, wodurch auch die Futteraufnahme zurückgeht. Auch Gärsäuren verringern die Futteraufnahme. Wichtig ist vor allem, dass der Ammoniakanteil in Silagen unter 10 % des Gesamtstickstoffgehaltes liegt.



*Während der Begriff Rohprotein alle stickstoffhältigen Verbindungen umfasst, setzt sich das nutzbare Protein aus dem unabgebauten Protein im Pansen (UDP) und dem Mikrobenprotein zusammen

Ammoniak belastet Pansenstoffwechsel
Höhere Ammoniakanteile führen zu erhöhten Harnstoffwerten in der Milch sowie Leberstoffwechselbelastungen. Dazu kommt, dass für den mikrobiellen Eiweißaufbau aus stabilem Protein (Aminosäuren) im Pansen zu nutzbaren Protein am Dünndarm (nXP) weniger Energie benötigt wird als für die Nutzung von NPN oder Ammoniak. Dadurch bleibt mehr Energie für die Milcheiweißsynthese.

Stickstoffanteil in Form von Ammonaik	
– schlechte Vergärung	20 %
– mittlere Vergärung	10 %
– sehr gute Vergärung	> 5 %

*Da auch bei guten Silagen ein Teil vom stabilen Futtereiweiß bei der Vergärung abgebaut wird, hat Grassilage im Vergleich zu Heu weniger unabgebautes Protein am Dünndarm (UDP). Dieser Nachteil wird umso größer, je schlechter die Gärqualität gemessen am Ammoniakanteil ist.

Merke:
Heu wird zusätzlich gefressen. Eine Zufütterung von 2-3 kg Heu zur Silage stabilisiert auch den Pansen.

Hefe- und Schimmelpilze
Hefepilze kommen auf allen Pflanzen vor und gelangen verstärkt durch Verschmutzung in das Futter. Sie können grundsätzlich mit und auch ohne Sauerstoff arbeiten und sind gemeinsam mit den Schimmelpilzen für die gefürchteten Nacherwärmungen verantwortlich (siehe Silonacherwärmung). Hefepilze vergären ohne Sauerstoff (anaerob) Zucker zu Alkohol, wobei auch verschiedene Duft- und Geschmacksstoffe entstehen. Mit Luftzutritt (aerob) kommt es zur Nacherwärmung, wobei Hefen alle energiehaltigen Substanzen (Restzucker, Milchsäure, Alkohol) verarbeiten. Dabei wird dann die Silage warm, wodurch hohe Energieverluste entstehen.

Unter Einfluss von Sauerstoff (z. B. mangelnde Verdichtung) kann es bereits im Silo zu einer Vermehrung der Hefen kommen, die dann nach dem Öffnen zu einer explosionsartigen Vermehrung (Nacherwärmung) führt. Energiereiche Maissilagen sind beson-

ders gefährdet. Infolge der Atmung (Verbrennungsprozess) wird die Silage rasch warm. Bei Temperaturen über 40 °C wird auch das Eiweiß geschädigt. Die Silage riecht dann röstartig nach getoastetem Brot. Von der Wärmebildung profitieren auch die wärmeliebenden Schimmelpilze (siehe Kapitel „Silonacherwärmung").

Essigsäure schützt

Hefepilze vertragen jedoch keine Essigsäure, weshalb geringe Essigsäureanteile vor einer Nacherwärmung durch Hefepilze schützen.

Das Siliergut sollte deshalb nicht zu stark (über 40 % TM) angewelkt werden, da die Essigsäurebildung eine Begleitungerscheinung von Feuchtsilagen ist. Auch einige heterofermentative Milchsäurestämme können Essigsäure produzieren und werden auch als Zusatz zum Schutz vor Nacherwärmung eingesetzt.

Der wichtigste Schutz gegen Hefen heißt jedoch Sauerstofffreiheit, d. h. ausreichende Verdichtung und Abdeckung, wodurch über die Milchsäurebildung auch der pH-Wert rascher absinkt. Dadurch bleibt der Hefebesatz unter der kritischen Schwelle und kann sogar während des Gärprozesses verringert werden.

Bei ungenügendem Luftausschluss kann hingegen noch während der Lagerung der Hefebesatz ansteigen, wodurch es dann nach dem Öffnen des Silos es zu einer explosionsartigen Vermehrung der Hefen mit Erwärmung des Silos kommen kann.

Merke:
Energiereiche Silagen
+ hoher Hefebesatz
+ Luft
= Nacherwärmung

Mindestgärdauer und Vorschub

Durch eine ausreichend lange Gärung wird die **„aerobe Stabilität"** nach dem Öffnen des Silos verbessert. Die Mindestgärdauer sollte bei Grassilage 5 bis 6 Wochen, Ballensilage 3 Wochen bei sofortiger Verfütterung und bei Maissilage 4 Wochen dauern. Trockene Silagen benötigen eine längere Gärzeit. Nach dem Öffnen des Silos ist auch ein ausreichender Vorschub wichtig. Dieser sollte im Winter 1,5 m pro Woche und im Sommer 2,5 m pro Woche betragen.

Ansonsten können nach dem Öffnen des Silos Hefen bei Luftzutritt auch Milchsäure abbauen, wodurch der pH-Wert steigt.

Schimmelpilze

Merke:
Schimmel =
Sauerstoff

Sie sind zwingend auf Sauerstoff angewiesen und gedeihen unabhängig vom pH-Wert. Sie bauen Eiweiß und Zucker ab. Da Schimmelpilze auch Gifte (Mykotoxine) bilden können, müssen befallene Futterstellen generell aussortiert werden. Sie dürfen nicht in den Futtertrog.

Der Sauerstoff kann entweder von **Lufteinschluss (Luftpolster)** bzw. schlecht verdichteten Futterschichten oder von einem **Luftzutritt nach dem Öffnen** des Silos (geringer Vorschub, Randschichten) stammen.

Weiße oder graue Schichten (häufig **„Aspergillus fumigatus"**) deuten auf ungleiche Verdichtung, geringen Vorschub oder Luftzutritt (Löcher in der Folie, beschädigte Wände) hin. Kleine **rote oder blaue Polster** (sog. **„hot spots"**) werden durch Schimmelarten verursacht, die wenig Sauerstoff benötigen. Stark verbreitete „hot spots" sind **„Penicillium roqueforti"** mit seinen ballförmigen blauen Schimmelnestern und der rötlich gefärbte Pilz **„Monascus ruber".** Sie treten vorrangig bei Maissilagen auf.

Clostridium botolismus

Clostridien kommen überall in der Umwelt vor. Sie bauen organische Substanz ab und sind normalerweise kein Problem. Auch krankheitserregende Clostridenarten wie der

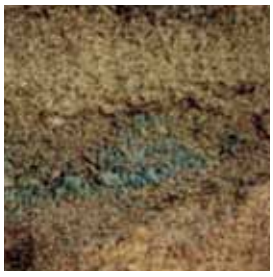
Erreger des Botolismus, des Gasbrandes oder des Wundstarrkrampfs können in geringen Konzentrationen überall wie z. B. im Erdreich oder zersetzten organischen Material vorkommen. Der Kadaver von verendeten Tieren ist meist mit dem Erreger durchseucht und kann dadurch auch über Aasfresser verbreitet werden.
Eine hohe und bedenkliche Konzentration kann sich auch im Kot von Fleischfressern (Hund, Katze) befinden.
Eine Botolismusvergiftung entsteht durch die Aufnahme des anaeroben Bakteriengiftes. Oft erfolgt die Aufnahme des Toxins über Silage, die mit Mäusekadavern kontaminiert ist. Problematisch kann auch die Düngung von Weiden mit z. B. Geflügelmist sein, sofern der Geflügelmist hygienisch belastet ist. Das Bakterium kann in Böden lange überleben, vor allem bei höheren pH-Werten.
Das Toxin (Leichengift) kann aber auch in infizierten Wunden oder Abszessen produziert werden. Auch über kontaminiertes Wasser oder Hundekot kann eine Übertragung auf Rinder erfolgen. Die Folgen sind Lähmungserscheinungen, die meist zum Tod führen.

Mikroben-gruppe	Beweg-lich-keit	Luftver-hältnisse	Stoff-wechsel-produkte	Eiweißzer-störung		Bemerkung
Milchsäure-bakterien		anaerob	Zucker	Milchsäure CO_2 (ev. etwas Essig-säure)	nein	konservierende Säure, senkt pH-Wert
coliforme Keime	+	anaerob	Zucker	Essigsäure Wärme	kaum	Begleiterscheinung v. Nasssilagen geringe Säureverträglichkeit. Rasche pH-Absenkung hält sie in Schach
zucker-spaltende Buttersäure-bazillen	+	anaerob	Zucker (Milch-säure)	Buttersäure	nein	bei Zuckermangel Abbau v. Milchsäure (2 MS = 1 BS) säure-luftfeindlich, lieben höh. Temperatur
eiweißspalt. Buttersäure-bazillen	+	anaerob	Eiweiß	Ammoniak	ja	Ammoniak erhöht den pH Wert (Umkippen der Silage)
Fäulnis-bakterien	+	anaerob	Eiweiß	Ammoniak	ja	lieben Sauerstoff und hohen pH-Wert
Hefen	–	areob (anaerob)	Eiweiß Zucker (Milch-säure)	Alkohol Wärme	ja	säureverträglich, gedeihen aber bei niedr. pH-Wert nur mit O2, Nacherwärmung bewirkt pH-Anstieg
Schimmel-pilze	–	areob	Eiweiß Zucker	Mykotoxin (muffiger Geruch)	ja	Verpilzung d. Silage, Gefahr bei Restluft (Verdichtung) bzw. Luftzutritt

Grauschimmel (Aspergillus ssp.) (graue Schichten – Anzeichen für mangelnde Verdichtung oder Luftzutritt nach dem Öffnen)

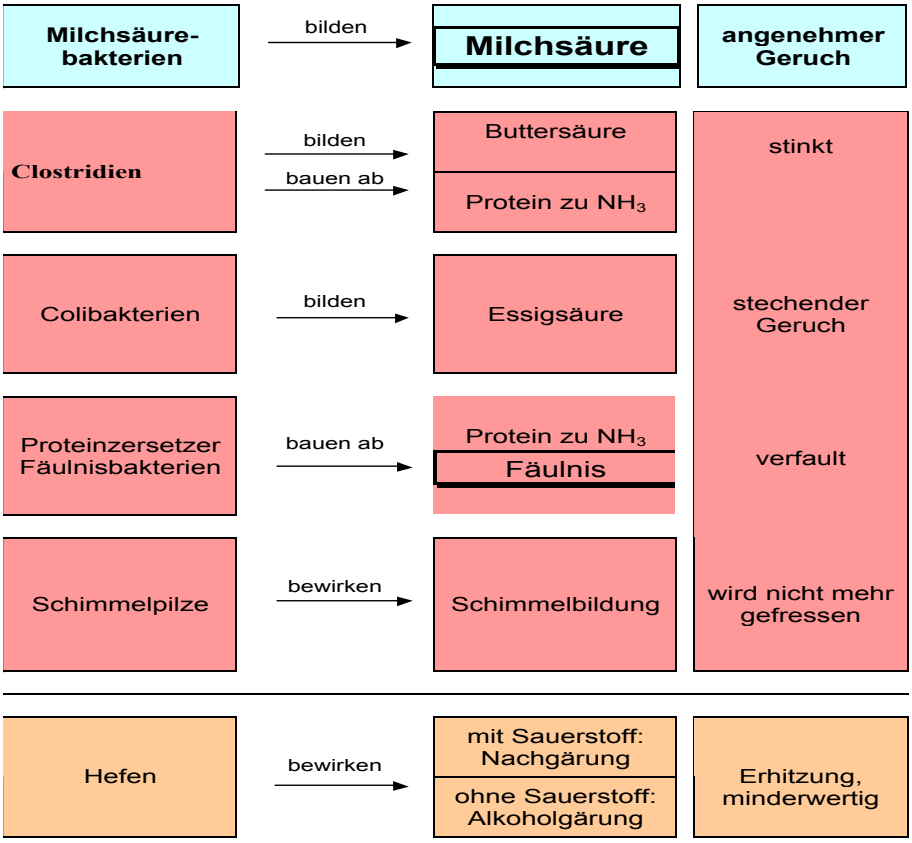
„Hot spots“ - vorrangig in Maissilagen

Rotschimmel (Monascus ruba) Anzeichen von Sauerstoffnestern (Hot spots)



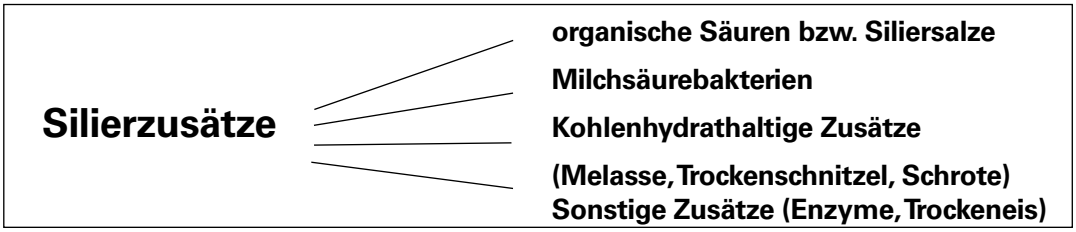
Blauschimmel (Penicillium roqueforte) (benötigt wenig Sauerstoff)

Tätigkeit der Mikroorganismen (n. THÖNI et al., 1985)



Silierzusätze – gezielt einsetzen

Der Einsatz von Silierzusätzen ist bei sauber geerntetem Futter und Einhaltung der Silierregeln nicht generell notwendig. Muss jedoch witterungsbedingt feuchter siliert werden, so entscheidet vor allem der Verschmutzungsgrad, ob eine Nasssilage unter 30 % TM auch ohne Silierzusatz gelingen kann oder nicht. Bei verschmutztem Futter sollten chemische Zusätze (Siliersäuren oder Salze) verwendet werden.
Wenn aufgrund eines geringen Vorschubs oder hohen Anwelkgrades (40-50 % TM) eine Nacherwärmung zu erwarten ist, dann können organische Säuren oder kombinierte Produkte die aerobe Stabilität (Beständigkeit nach dem Öffnen) verbessern. Bei zu trockenen Silagen (über 50 % TM) wirken nur noch chemische Zusätze.



Säuren und Salze – für Risikobedingungen

Säuren und Salze werden für schwer silierbares Futter eingesetzt. Sie helfen vor allem unter schwierigen Ernte- und Silierbedingungen wie bei angeregnetem und verschmutztem Futter. Vorsorglich werden sie auch bei älter gewordenem, grobstängeligem Futter,

Extensivaufwüchsen mit sehr niedrigen Nitratgehalten oder zu trockenen, d. h. zu stark angewelktem Futter eingesetzt.
Ziel von Säuren und Salzen ist es den pH-Wert rasch abzusenken sowie Fehlgärungen und Nacherwärmungen hintanzuhalten. Bei sehr trockenem Futter mit TM-Gehalten über 55 % oder Rohfasergehalten über 30 % können jedoch Säuren und Salze auch keine Wunder mehr bewirken.
Organische Säuren (Ameisensäure, Propionsäure, Sorbinsäure, Benzoesäure) oder die Salze von organischen Säuren (Formiat, Propionat, Benzoat etc.) haben die Aufgabe den pH-Wert unabhängig von der Milchsäuregärung abzusenken.
Die Ameisensäure senkt den pH-Wert am stärksten ab.
Ferner haben sie auch eine unspezifisch hemmende Wirkung auf Bakterien.
Für den Einsatz säurehältiger Zusätze sind spezielle, säurefeste Dosiergeräte notwendig. Ansonsten kann es bei Anwendung von Säuren, aber auch Salzverbindungen zu Korrosionsschäden von Maschinenteilen kommen, vor allem wenn die Erntegeräte nicht sorgfältig gereinigt werden.
Aus Gründen der einfacheren Handhabung werden Säuren auch in abgepufferter Form oder als streufähige Salze bzw. in Pulverform angeboten.
Siliersalze enthalten meist auch Nitrate bzw. Nitritverbindungen oder HTM (Hexa-methylentetramin) als keimhemmende Substanzen, um Gärschädlinge auszuschalten. Sie werden bei schwer silierbarem, d. h. klee- und kräuterreichem Futter mit hoher Pufferkapazität, wasserreichen Zwischenfrüchten oder verschmutztem Futter zur pH-Absenkung eingesetzt. Salze mit Zusätzen von Nitrit (Rottasil Forte, Silosol etc.) wirken besonders selektiv auf Colibakterien, Mikrokokken, Clostridien (Buttersäurebazillen) und Listerien.
Die Kosten betragen ca. 3–4 € je 1.000 kg Futtermasse.

Beachte:
Nitrithaltige Produkte bedingen eine Wartezeit von 28 Tagen bis zur Verfütterung

Auch **Mischprodukte** von verschiedenen Säuren werden in flüssiger oder granutlierter Form angeboten (z. B. LIKRA-Cid liquid) oder LagroSil pH liquid bzw. LagroSil pH granuliert (Mischung aus Essig-, Propion-, Sorbinsäure und Ammoniumpropionat).
Daneben gibt es auch **Kombinationsprodukte** von Milchsäurebakaterien und Sal-zen. Etwa 60 positiv DLG-geprüfte Produkte sind derzeit am Markt, die auch im Internet abrufbar sind.

Organische Säuren gegen Nacherwärmung

Organische Säuren werden auch zur Oberflächenbehandlung und bei Nacherwärmungen von Gras- und Maissilagen eingesetzt (siehe Nacherwärmung).
Unter den organischen Säuren sind verschiedene Propionsäureprodukte (LagriSil Propionsäure plus, Schaumasil Pro NK etc.) im Handel, die pH-absenkend und speziell gegen Hefe- und Schimmelpilze wirken. Propionsäureprodukte werden auch bei schwer zu verdichtendem (grobstängeligem) Futter zur Oberflächenbehandlung vor dem Abdecken des Silostockes oder als Feuerwehrmaßnahme bei auftretender Nacherwärmung eingesetzt. Propionsäure entsteht auch im Pansen des Wiederkäuers.
Die Nacherwärmung spielt auch bei Grassilagen (insbesondern Ganzjahressilagen) eine immer größere Rolle. Die durch Hefen verursachten Nacherwärmungsprozesse an den Oberflächen lassen sich durch Propionsäure stoppen. Dabei ist etwa ein halber Liter Propionsäure verdünnt mit 2 Litern Wasser je Quadratmeter Anschnittfläche (berechnet auf eine Schichtdichte von 30 bis 40 cm) aufzubringen.

Info Silierhilfsmittel:
www.dlg-test.de,
www.silieren.at,
www.oeag-gruenland.at

Milchsäurebakterien für optimale Silierbedingungen

Zur Verbesserung des Futterwertes von Gras- und Maissilagen gewinnt der Einsatz **homofermentativer** Milchsäurebakterien (MB) wie z.B. Biomin, Bonsilage etc. an Be-

deutung. Diese sollen von Anfang an den Silierprozess beschleunigen und die Gärqualität verbessern. Milchsäurebakterien vergären den Zucker rasch zu Milchsäure. Die Vorteile kommen jedoch nur bei Vorhandensein von genügend vergärbarem Zucker bzw. Kohlenhydraten, gleichmäßiger Verteilung und einem Anwelkbereich zwischen 25 und 45 % TM zum Tragen.

Heterofermentative Milchsäurebakterien produzieren neben Milchsäure auch etwas Essigsäure (z.B. durch Zusatz von Lactobacillus Buchneri) und verbessern dadurch auch die aerobe Stabilität (geringere Gefahr der Nacherwärmung) nach dem Öffnen des Silos. Bei sehr guten und energiereichen Maissilagen sowie Anwelksilagen über 40 % TM sollten zur Vermeidung von Nacherwärmungen auch heterofermentative Milchsäurebakterien zum Einsatz kommen. Trockene Silagen produzieren kaum noch Essigsäure, da die Essigsäurebildung vorrangig eine Begleiterscheinung von Feuchtsilagen ist. Wichtig ist auch eine ungestörte **Gärzeit von 6 bis 8 Wochen**, weil die Essigsäuregärung erst in einer Sekundärfermentation erfolgt.

Voraussetzung für den Einsatz von Milchsäurebakterien sind gräserreiche, d. h. zuckerreiche Pflanzenbestände und ein früher Schnittzeitpunkt. Mithilfe von Milchsäurebakterien kann der Gärungsstart vorangetrieben, der pH-Wert rascher abgesenkt und die Gärungsverluste verringert werden.

Voraussetzung ist jedoch ein Mindestgehalt an vergärbarem Zucker von 3 % in der FM bzw. 10 % in der TM, d. h. bei **zuckerarmen Extensivbeständen** können Milchsäurebakterien keine Wirkung entfalten. Ebenso können bei zu nassem, zu trockenem oder schlecht verdichtetem Futter Milchsäurebakterien nicht den gewünschten Erfolg bringen. Grundsätzlich gilt, dass eine rasche Absenkung des pH-Wertes wichtiger ist als ein hoher Gesamtsäure- bzw. Milchsäuregehalt. Je schneller der für die anaerobe Stabilisierung notwendige pH-Wert erreicht wird, umso mehr Zucker kann gespart werden, der dann den Pansenbakterien zur Verfügung steht.

Entscheidend für die Wirkung von Milchsäurebakterien ist auch, dass luftfreie Verhältnisse im Futterstock vorherrschen. Milchsäurebakterien können unter optimalen Silierbedingungen den Futterwert um ca. 0,2 MJ NEL/kg TM verbessern. Das bedeutet mehr Fresslust und somit eine höhere Grundfutterleistung.

Die Kosten liegen je nach Anwendungsbereich (Mais- bzw. Grassilage) bei etwa 2,- € je 1.000 kg Frischmasse.

Dosierung von Silierhilfsmitteln

Silierhilfsmittel können nur eine gute Wirkung zeigen, wenn auch eine exakte Verteilung gewährleistet ist. Je kleiner die zu verteilende Menge, desto schwieriger wird die Verteilung. Die Verteilung der Zusätze per Hand bringt keine gleichmäßige Verteilung und ist deshalb abzulehnen.

Grundsätzlich gilt, dass flüssige Produkte im Siliergut besser verteilbar sind als Granulate oder Pulver. Granulate wirken langsamer, da sie erst Wasser aufnehmen müssen, um sich zu lösen. Flüssige Siliermittel senken somit rascher den pH-Wert.

Milchsäurebakterien halten bei kühler Lagerung (4–6 °C) etwa ein Jahr, während sie bei Raumtemperatur nur 2 bis 3 Monate haltbar sind.

Verteilgeräte können entweder bevorzugt auf den Erntemaschinen (Feldhäcksler, Ladewagen) oder auf den Fördereinrichtungen am Silo (Gebläse, Förderband) angebracht werden. Der Preis für Dosiergeräte liegt zwischen 400,- € und 1.000,- €.

Die Aufwandmenge der Silierzusätze ist sowohl von der Art des Siliermittels als auch dem Trockenmassegehalt und der Siliergutmenge abhängig (Gebrauchsanweisung beachten!).

Zusatz von Kohlenhydraten

Trockenschnitzel werden gelegentlich jungen Frühjahrs- oder Herbstaufwüchsen als „Hilfsmittel" zur Sickersaftbindung beigemengt.
Trockenschnitzel können bei schwach angewelkten Silagen zur Erhöhung des TM-Gehaltes dienen, wobei die Aufwandmenge mind. 30–50 kg/m³ betragen muss. Dadurch entsteht ein gewisser Vorwelkeffekt.
Nicht geeignet sind Trockenschnitzel hingegen bei zu nassem (unter 27 % TM) und vor allem bei verschmutztem Futter, weil dann der Nährstoffzusatz auch den Gärschädlingen zugute kommt. Ferner kann bei Nasssilagen über den Gärsaft Zucker verloren gehen. Gerne verwendet werden Trockenschnitzel zur Gärsaftbindung bei der Silierung von Biertrebern.
Bei schwer silierbarem Futter (Leguminosengemenge, Herbstaufwüchsen) mit geringen Zuckergehalten werden sie auch als Nahrung für die Milchsäurebakterien eingesetzt. Allerdings enthalten Trockenschnitzel vorrangig Strukturkohlenhydrate (NDF) und nur noch etwa 5 % Zucker. Melasseschnitzel enthalten hingegen je nach Melassierungsgrad 10–25 % Zucker. Ein Problem ist die Verteilgenauigkeit. Eine exakte Verteilung ist jedoch aufgrund der schlechten Beweglichkeit der Milchsäurebakterien notwendig, um überhaupt eine Nährstoffwirkung zu erzielen.
Melasse hat als Silierzusatz kaum eine praktische Bedeutung (Verteilungsproblem).

Sonstige Zusätze

Dazu zählen Enzyme, Futterharnstoff und Trockeneis. Der Zusatz von **Enzymen** in Kombination mit Milchsäurebakterien ist bislang unbefriedigend. Neuentwicklungen, wonach sich bestimmte Enzyme selbst bilden, sind abzuwarten.
Futterharnstoff wird gelegentlich Maissilagen zur Rohproteinergänzung in Aufwandmengen von 3-5 kg/t zugesetzt. Futterharnstoff ist zwar kein Silierhilfsstoff, weist jedoch positive Effekte hinsichtlich der Verhinderung von Nacherwärmungen auf.
Trockeneis besteht aus Kohlendioxid, das bei -60 °C in Tiefkühltruhen gelagert und transportiert wird. 1 kg Trockeneis kann im Silo 600 Liter Kohlenioxid freisetzen. Damit soll die vorhandene Restluft rascher verdrängt und das Futter gekühlt werden. Somit können auch sehr trockene Partien einsiliert werden. Die praktische Bedeutung ist jedoch gering.

Einsatzschema für Silierhilfsmitteln
Grundsätzlich können Zusätze nur bei gleichmäßiger Verteilung wirken.
Bei schwer silierbaren Futterarten wie Luzerne, Klee, Zwischenfrüchten mit geringen Zuckergehalten werden bevorzugt Säuren oder Siliersalze zur Verbesserung des Gärverlaufes eingesetzt.
Ebenso zum Schutz von Fehlgärungen bei ungünstigen Silierbedingungen wie zu wenig angewelktem und verschmutzten Futter oder bei zu wenig verdichtetem bzw. zu stark angewelktem Futter mit über 50 % TM.
Bei mittel bis leicht silierbarem Futter wie Wiesengras mit mäßigen Kleeanteilen oder Silomais ist nicht zwingend ein Silierzusatz erforderlich, wenn die Silierregeln eingehalten werden.
Bei sehr gutem Futter können zur Verbesserung des Futterwertes bzw. der Futteraufnahme Milchsäurebakterien oder auch Kombinationsprodukte die Gärverluste verringern bzw. den Energiegehalt erhöhen. Voraussetzung ist ein optimaler Anwelkgrad zwischen 30 und 40 % TM.
Zur Oberflächenbehandlung und bei Nacherwärmungen werden bevorzugt Propionsäureprodukte eingesetzt.

Silierhilfsmittel

Produktname	Anwendungsform	Anwendungsbereich	Inhaltsstoffe	Richtpreise in Euro/t FM
Säuren				
Ameisensäure 85 %	flüssig	Gras-, Mais- und Maiskornsilage	Ameisensäure (CH2O2)	2,72 bis 5,65*
Biomin® CleanGrain liquid	flüssig	Mais-, Feuchtmaiskorn-, CCM u. LKS-Silagen, Grassilagen, Feuchtheu	Propionsäure, Na Benzoat	keine Angabe
LagroSil pH Granulat	Granulat	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermais-silagen, CCM	Essigsäure ($C_2H_4O_2$), Propion-säure ($C_3H_6O_2$), Sorbinsäure ($C_6H_8O_2$), Ammoniumpropionat	3,42 bis 6,84
LagroSil pH liquid	flüssig	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermais-silage, CCM	Essigsäure ($C_2H_4O_2$), Propionsäure ($C_3H_6O_2$), Sorbinsäure ($C_6H_8O_2$), Ammoniumpropionat	3,09 bis 6,18*
LagroSil Propionsäure plus	füssig	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermais-silage, CCM	Propionsäure ($C_3H_6O_2$)	4,86 bis 9,72*
LIKRA-Cid liquid	flüssig	Gras-, Mais- und Maiskornsilage CCM	Propionsäure ($C_3H_6O_2$) und deren Salze, Sorbinsäure, Essig-säure, Milchsäure u. Ameisensäure	3,00 bis 6,00
Schaumasil Pro NK	flüssig	Maiskornsilage	Propionsäure, abgepuffert	4,00 bis 7,00
Solugrain	flüssig	Gras-, Leguminosen-, Mais- und Körnermaissilge, GPS	Propionsäure	1,40 bis 7,00
Salze				
Rottasil Forte	Pulver	Gras-, Kleegras-, Luzerne- und Maissilage	Kalziumformiat, Natriumnitrit	2,5 bis 3,8
Silosol Pulver	Pulver	Gras- und Leguminosensilage	Kalziumformiat, Natriumnitrit	auf Anfrage
Silostar protect	Granulat	Oberflächenbehandlung von Gras- und Maissilagen	Siliersalze	5,20
Solan S	Pulver	Gras-, Leguminosen-, Mais- und Körnermaissilage, GPS	Natriumbenzoat, Kalziumformiat, Kalziumpropionat	1,67 bis 5,55
Kombinationsprodukte				
Labacsil	flüssig	Gras- und Maissilage	Homofermentative Milchsäure-bakterien und Kaliumsorbat	auf Anfrage
Milki Mais	Pulver	Maissilage, Grassilage nass und verschmutzt, Biertrebersilage, Pressschnitzelsilage	Formiat, Propionat, Nitrit, Benzoesäure	3,00 bis 5,00
Silo-Ramikal 201	Pulver	Mais- und Maiskornsilage und Feuchtgetreide	Salzverbindungen von Kalzium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	1,85 bis 3,08
Silo-Vitan-G	Pulver	Grassilage	Salzverbindungen von Kalzium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	2,16 bis 3,24

Produktname	Anwendungsform	Anwendungsbereich	Inhaltsstoffe	Richtpreise in Euro/t FM
Bakterien-Impfkulturen				
Biomax® 5	flüssig	Gras-, Leguminosen- und Maissilage, GPS	Lactobacillus plantarum	1,45
Biomin® BioStabil Mays	flüssig	Gras, Kleegras, Luzerne	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	1,44
Bonsilage	Granulat	Gras-, Klee- und Luzernensilage	Homofermentative Milchsäurebakterien	2,00
Bonsilage flüssig	flüssig	Gras-, Klee- und Luzernensilage	Homofermentative Milchsäurebakterien	1,90
Bonsilage plus	Granulat	Grassilage	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	2,20
Bonsilage CCM Flüssig	flüssig	Maiskornsilage	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	1,35
Josiferm	flüssig	Alle Futterpflanzen (Wiesen-, ckergras, Mais, Leguminosengemenge, CCM)	Heterofermentative Milchsäurebakterien	auf Anfrage
Pioneer® 11GFT	wasserlöslich	Grassilagen und Getreide, Ganzpflanzen, Silagen	Milchsäurebakterien (L.Plantarum, L.Casei- und L.Buchneri-Stämme)	ca. 2,50
Produkte für Biogassilagen				
Silasil Energy flüssig	flüssig	Mais-GPS, Getreide-GPS und Energiegrassilagen für die Biogaserzeugung	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	auf Anfrage
Silasil Energy G flüssig	flüssig	Grasgemische und Silagen aus Zwischenfrüchten	Homofermentative Milchsäurebakterien	auf Anfrage

Checkliste zur Fehlersuche bei Silagen

Symptom	Ursache	Vorbeugung
Erwärmung während der Einlagerung	zu langsames Befüllen zu späte Abdeckung	schneller befüllen, besser verdichten, luftdicht abdecken
Buttersäuregeruch (z.T. auch faulig)	starke Verschmutzung zu geringe Anwelkung	dichte Grasnarbe kein Rasierschnitt
Stechender Geruch	Essigsäuregärung zu langsame pH-Senkung	Futterverschmutzung meiden Nassilage meiden, Siliermittel
Hefig gäriger Geruch	hohe Anzahl an Hefen bei Luftzutritt, über 40 ° C Eiweißzersetzung, Röstgeruch	besser verdichten Propionsäurezusatz
Schimmel (oberflächig)	zu trockenes Futter unzureichende Verdichtung schlechte Abdeckung	feuchteres Futter im oberen Drittel lagern Propionsäurezusatz
Schimmelnester	ungleiche Walzarbeit Luftlöcher	dünne Futterschichten gleichmäßig verdichten

Bau von Siloanlagen

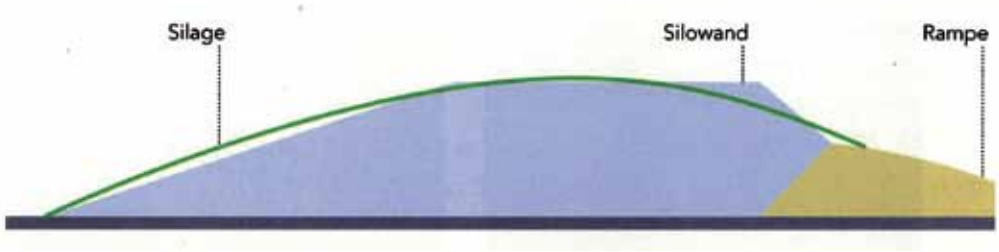
Der Bau von **Flachsilos** (Traunsteiner-Silo, Siloplatte) hat in den letzten Jahrzehnten den Bau von **Hochsilos** weitgehend abgelöst.
Stark zugenommen hat auch die **Ballenkette**, die speziell für kleinere Betriebe und Restflächen ideal ist. Ebenso ist der Folienschlauch bzw. **Folientunnel** (Silospeed) im Vormarsch.

Planung von Fahrsilos

- Eine befestigte Rangierfläche von mind. 8 m Breite für Transportgespanne und Walzgeräte ist wichtig.
- Die Mindestlänge des Fahrsilos sollte bei großen Erntewägen 35–45 m betragen, damit die frisch eingebrachte Futterschicht nicht über eine Stärke von 30 cm aufgetragen werden muss.
- Ideal ist eine Zufahrtsrampe, damit das Erntefahrzeug beim Abladen durch den Silo fahren kann.
- Die Mindestbreite eines Fahrsilos sollte 7 m betragen, um ein paralleles Abladen und Walzen zu ermöglichen. Dadurch geht keine Zeit für die Verdichtungsarbeit verloren.
- Die tatsächliche Silobreite (Anschnittfläche) sowie die Silohöhe ergeben sich aus dem Tierbestand sowie dem täglichen bzw. wöchentlichen Silagebedarf. Der Mindestvorschub sollte im **Winter 1–5 m/Woche** bzw. im **Sommer 2–5 m/Woche** betragen.
- Die Anschnittfläche sollte mit 0,3 m²/GVE für die Winterfütterung bzw. 0,2 m²/GVE für die Sommerfütterung begrenzt werden.
- Die Entnahmeseite sollte nicht zur Wetterseite ausgerichtet sein.
- Der Siloboden muss ein Gefälle von 1-2 % in Entnahmerichtung aufweisen.
- Eine zur Entnahmeseite hin auslaufende Wandform erleichtgert eine luft- und wasserdichte Abdeckung.
- Die Abwässer von der Anschnittfläche bzw. des Beladeplatzes müssen separat aufgefangen und gelagert werden (z. B. Einleitung in die Güllegrube).
- Nach dem Befüllen sollte der Silo leicht gewölbt sein, damit kein Regenwasser in die fertige Silage eindringen kann.
- Die Gärsaftrinne sollte auf der Entnahmeseite (Rangierfläche) vor dem Silo und nicht im Silo selbst sein. Befindet sich die Rinne in der Mitte des Silos, besteht die Gefahr von Luftzutritt.
- Auch wenn bei Silagen über 28 % TM mit keinem Sickersaftanfall mehr zu rechnen ist, ist 1 % des Siloraumes für den Auffangbehälter einzuplanen.

Technische Grundlagen für den Bau von Silieranlagen, ÖKL-Baumerkblatt Nr. 33, 3. Auflage, 2009
www.oekl.at

Silobauform (n. DLG, 2006)



Länge 35-45 m

Grundregeln der Silagebereitung

Bei der Silagebereitung im Fahrsilo ist eine kurze Häcksellänge, ausreichende Verdichtung und luftdichte Abdeckung zur Vermeidung einer Nacherwärmung wichtig. Nach dem Öffnen ist auf einen ausreichenden Vorschub zu achten.

Kurze Schnitt- bzw. Häcksellängen

Je kürzer das Futter, desto höher die Verdichtung und Milchsäurebildung

Je älter das Futter und je höher der Anwelkgrad, desto kürzer muss gehäckselt werden. Speziell überständiges Futter kann ansonsten nicht ausreichend verdichtet werden. Je Porzent Rohfaseranstieg verringert sich die Silagedichte um etwa 3 kg TM/m³.
Selbst bei einer **Häcksellänge von 2,5 bis 4 cm (Mais 6-8 mm)** sind keine Strukturprobleme in der Fütterung zu erwarten.
Kurze Häcksellängen vergrößern die Oberfläche (mehr Zuckeraustritt) und verkürzen auch die Passagerate im Pansen. Häckseln erleichtert die Verdichtung, verringert die Restluft und schützt so vor Nacherwärmungen. Auch wird der Gärverlauf beschleunigt und die Gefahr einer Buttersäurebildung bzw. eines Eiweißabbaus zu Ammoniak verringert.

Einfluss der Häcksellänge auf Buttersäure und Eiweißstabilität (n. Resch, 1995)

	Häcksellänge	
	bis 4 cm	über 15 cm
Buttersäuregehalt, % i. d. TM	< 0,3	> 1,0
Eiweißabbau in % (NH_4-N am Gesamtstickstoff)	< 10	> 10

***Als Richtwert gelten 0,3 % Buttersäure (= 3 g/kgTM)**

Anforderung an die Pressdichte

Silagen müssen möglichst stark verdichtet sein, damit eine rasche Milchsäuregärung erfolgen und später nach dem Öffnen an der Anschnittfläche nur wenig Luft eintreten kann. Dünne Einzelschichten von 30 (–40) cm erleichtern die Verdichtung. Die Pressdichte muss mit zunehmendem TM-Gehalt ansteigen, wobei Maissilagen eine stärkere Verdichtung benötigen als Grassilagen.
Im Fahrsilo ist je nach TM-Gehalt des Futters ein Mindestgewicht von. 200 kg TM/m³ anzustreben. Rundballen sollten eine Dichte von mind.160–180 kg TM/m³ erreichen, was in der Praxis nicht immer erreicht wird.

Geforderte Dichte für Grassilage und Mais (n. Nußbaum, 2010)

Silage	Trockenmasse %	Dichte kg TM/m³
Gras	25	170
	30	200
	35	220
	40	240
Mais	28	220
	30	230
	33	250
	35	270

Mangelnde Verdichtung – Problem Nr. 1

Pressdichte kontrollieren

Die Dichte kann mit einem Kernprobegerät gemessen werden.
Alternativ kann auch aus dem Silo mittels Blockschneider ein Siloblock entnommen und gewogen werden. Zusätzlich wird die Trockenmasse bestimmt.

Vorgang:

1. Entnahme des Siloblocks
2. Bestimmung des Volumens (Länge x Breite x Höhe)
3. Wiegung, (z. B. 1.250 kg : 1,95 m³ (Volumen) = 641 kg/m³
4. Trockenmassebestimmung ergibt z.B. 35 % TM
5. Dichte 641 kg/m³ x 35 % TM = 224 kg TM /m³

Gleichmäßiges Beschicken und Walzen

Die Flächenleistung beim Mähen muss auf die Flächenleistung des Ernteverfahrens (Kurzschnittladewagen, Häcksler, Rundballenpresse) abgestimmt sein, um eine gleichmäßige Trockensubstanz im Silofutter zu erreichen.
Das gleichmäßige Verteilen und Walzen im Fahrsilo ist meist der „Engpass" in der Silierkette, da die Schlagkraft am Feld in der Regel größer ist als die Verteilungsschlagkraft im Silo. Das Erntetempo bestimmt letztlich das Walzgerät.

Ernteverfahren und Bergeleistung

Ein Kurzschnittladewagen mit 30 m³ hat eine Anlieferleistung von 1,5 ha/h, mit 45 m³ von 2,5 ha/h, mit 60 m³ von 4 ha/h und ein Feldhäcksler von 6 ha/h.
Bei einem Grünlandertrag von 3,5 t TM je ha (z. B. 1. Grasaufwuchs) werden bei einem Anwelkgrad auf 35 % TM etwa 10 t Siliergut (3,5 t TM/ 35%) geerntet, was bei einem Lose-Einbringgewicht von etwa (200 – 250) kg/m³ einem Einbringvolumen von etwa 50 m³ /ha (10 t Siliergut/0.2 t/m³) entspricht.
Ab einer Bergeleistung von etwa 4–5 ha ist selbst bei pausenlosem Walzen mit schweren Radladern (15–20 t) eine ausreichende Verdichtung nur noch schwer möglich. Speziell bei stärkerer Anwelkung auf 40 % TM oder bei älterem Futter (über 26 % Rohfaser) gibt es dann Verdichtungsprobleme.
Hier ist neben dem Einsatz eines Radladers mit 15–20 t Walzgewicht die Silierung parallel in einem zweiten Silo sinnvoll. Zu beachten ist ferner, dass die aufgebrachten

Futterschichten nicht über 30 cm betragen sollten, um beim Walzen eine ausreichende Verdichtung zu erreichen.
Zu berücksichtigen ist auch, dass bei intensiver Sonneneinstrahlung auch ohne Einsatz eines Mähaufbereiters der Anstieg des TM-Gehaltes 3–4 % pro Stunde beträgt, d. h. wenn das Futter am späten Vormittag gemäht wird, muss nach 4–5 Stunden am Nachmittag bereits siliert werden, damit das Futter nicht zu trocken wird.
Ab einer Mähleistung von 4–5 ha pro Stunde und einer Gesamternteﬂäche von 15–20 ha muss daher die Einfuhr bereits parallel zum Mähen erfolgen.
Ferner gilt, je stärker die Anwelkung, desto stärker muss auch gehäckselt und verdichtet werden. Ungleiche Verteilung und Verdichtung wird erst im Nachhinein erkennbar, wenn die Silage schichtweise oder nesterweise Schimmelbefall aufweist bzw. die Silage bei der Entnahme warm wird. Schimmelbildung ist immer ein Zeichen von Sauerstoff.

Ernteverfahren	Anlieferleistung in ha/h	Walzgewicht in t
30 m³ Kurzschnittladewagen	1,5 (= 15 t bzw. 75 m³)	4,5
45 m³ Kurzschnittladewagen	2,5 (= 25 t bzw. 125 m³)	7,5
60 m³ Kurzschnittladewagen	4,0 (= 40 t bzw. 200 m³)	12,0
Feldhäcksler	6,0 (= 60 t bzw. 300 m³)	18,0
Rundballen	1–5 (=15 bis 25 Ballen)	

*Annahme 1 ha entspricht 10 t Siliergut (3,5 t TM je ha / 35 % Anwelkgrad), lose Einbringgewicht 200 kg/m³

Beachte:
- Das erforderliche Walzgewicht hängt von der Anlieferleistung, dem Anwelkgrad, der Häckselläng e und der Stärke der aufgebrachten Futterschicht ab.
- Je 1 t geernteter TM in einer Stunde sollte 1 t Walzgewicht zur Verfügung stehen.
- Schmale Reifen erhöhen den Pressdruck auf der Auflagefläche. Die Verwendung von Zwillingsreifen oder Gitterrädern ist aus diesem Grund abzulehnen, auch wenn sie die Standfestigkeit erhöhen. Die Verdichtungswirkung kann sich ansonsten auf die Hälfte reduzieren.
- Langsam fahren mit ca. 2–4 km/h, damit der Druck des Walzgerätes auch wirken kann und das gepresste Gut hinter den Reifen nicht wieder aufquillt.
- Pro Schicht sind mind. zwei Überfahrten für eine gute Verdichtung notwendig. Wichtig ist, dass sofort gewalzt wird und nicht erst dann, wenn schon mehrere Fuhren abgeladen wurden.
- Walzen verschafft den Milchsäurebakterien Vorsprung bei der Gärarbeit und sichert eine stabile Silage auch nach dem Öffnen des Silos.

Silierregeln für Grassilage
- dichte Grasnarbe (weniger Futterverschmutzung)
- Futter muss vor dem Mähen abgetrocknet sein
- früher Schnittzeitpunkt (vor der Blüte)
- sauberes Siliergut (kein Rasierschnitt)
- auf verwühlten Grasnarben (Mäuse) bevorzugt Finger- oder Doppelmessermähwerk einsetzen
- kurze Feldphase anstreben (eventl. Aufbereiter)
- mäßiges Anwelken (30–40% TM)
- kurzes Häckseln (ca. 2,5–4 cm bei Gras, Mais 6–8 mm)

- Schlagkraft am Feld muss mit der Schlagkraft im Silo (gleichmäßige Verteilung und Verdichtung) übereinstimmen
- optimale Verdichtung (über 200 kg/m³ TM)
- sorgfältige Abdeckung
- ausreichender Vorschub (mind. 1,5 m/Woche im Winter bzw. 2,5 m im Sommer)

*Bei optimalem Schnittzeitpunkt und Einhalten der Silierregeln kann auch ohne Silierzusatz eine gute Silage produziert werden.

Silieren von Maissilage

Maissilagen sollten im Stadium der **„Teigreife"** gerntet werden, d. h. bei einem TM-Gehalt in der Gesamtpflanze von etwa 30–36 %, was etwa einem TM-Gehalt von 55–60 % im Korn und 23–25 % in der Restpflanze entspricht.

TM-Gehalte über 35 % in der Gesamtpflanze führen aber nicht automatisch zu Verdichtungsproblemen, wenn die Ursache im hohen Kornanteil liegt. Generell gilt, je trockener der Mais, desto leichter und schneller wird er warm. Besonders wichtig ist eine intensive Verdichtung im oberen Bereich. Schimmelpilze können durch Verdichtung (Luftaussschluss) vermieden werden. Das Walzgewicht zur Einfuhrleistung sollte etwa 1:4 betragen.

Eine höhere **Stoppellänge** (Ernte mehr als 30 cm über dem Boden) bedeutet mehr Energie und weniger Futterverschmutzung. Eine um etwa 10 cm längere Stoppelhöhe erhöht die Energie um etwa 0,1 MJ NEL /kg TM. Bei zu hohen Stoppellängen ist jedoch zu bedenken, dass die höhere anfallende Strohmenge ohne Aufbereitung das Risiko für Fusariosen und Maiszünsler bei der nächsten Ernte erhöht.

Die **Häcksellänge** von Silomais wird oft kontrovers diskutiert. Längere Häcksellängen von 15–20 mm können bei sehr hohen Maisanteilen in der Ration die Strukturversorgung der Leistungskuh verbessern. Für übliche Maisanteile in der Ration hat aber die kürzere Häcksellänge von **6–8 mm** Vorteile bezüglich Verdichtung und höherer Futteraufnahme. **Einzelschichten nicht über 30 cm**, da ansonsten die Verdichtung erschwert wird. Die Maiskörner müssen angeschlagen (gecrackt) sein, um eine höhe Verdaulichkeit zu erreichen.

Wichtig ist ferner, dass nach der letzten Fuhre vor der Siloabdeckung die Maissilage noch mindestens 30–60 Minuten nachgewalzt wird. Fehlende Verdichtung und mangelnder Luftabschluss sind die Hauptursachen für Schimmelbildung. Silomais enthält viel Stärke, welche auch von Hefen genutzt wird. Hefen können hingegen auch ohne Luft aktiv werden (Alkoholgärung). Die höchste Aktivität erreichen sie jedoch mit Luftzutritt, wo sie dann auch Milchsäure abbauen und Wärme freisetzen. Zudem wird die Maissilage instabiler, da auch der pH-Wert wieder ansteigt.

Von einer **Nacherwärmung** spricht man, wenn die Temperatur mehr als 5 °C über der normalen Temperatur von etwa 15–20 °C liegt. Bei stärkerer Nacherwärmung sollte der Vorschub auf möglichst 40 cm/Tag erhöht werden, damit die Silage schneller verbraucht wird als der Sauerstoff eindringen kann. Günstig ist auch eine Behandlung mit einer Propionsäurelösung (25%ig). Da die Lösung nur etwa 5 cm tief eindringen kann, ist die Behandlung nach jeder Entnahme zu wiederholen. Eine weitere Maßnahme wäre das Umsilieren von Teilpartien (siehe Silonacherwärmung).

Die **Mindestgärdauer** sollte bei Maissilage 3–4 Wochen betragen. Mit zunehmender Gärdauer steigt jedoch die „aerobe Stabilität" der Silage nach dem Öffnen. Ideal ist eine Gärdauer von 10–12 Wochen, da dann die Stabilisierung und auch der Aufschluss der Maisstärke abgeschlossen ist, wodurch sich auch Körner im Kot eher ver-

meiden lassen. Zu beachten ist ferner, dass die Anschnittfläche möglichst wenig aufgelockert wird.
Ab einer Tiefe von 40 cm sollte die Temperatur im Silo bei etwa 15–16 °C liegen.
Keinesfalls sollte die **Kerntemperatur** im Silo 20 °C überschreiten.

pH-Wert – Hinweis für Nacherwärmung
Die oberen 50 cm einer Maissilage sind häufig verschimmelt, da über die weniger verdichteten Randbereiche nach dem Öffnen leicht Sauerstoff eindringen kann. Dadurch werden Hefepilze aktiviert und die Maissilage wird warm. Als Indiz für das Entstehen von Schimmelnestern kann der pH-Wert dienen. Liegt dieser über 4,4, kann man davon ausgehen, dass eine Nacherwärmung stattgefunden hat und die kritische Konzentration an Hefen und Schimmelpilzsporen überschritten ist.

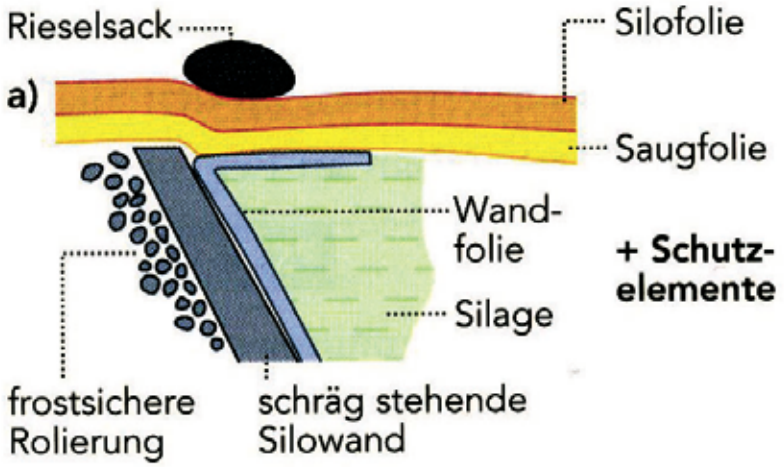
Silofolien und Siloabdeckungen

Silofolien werden derzeit ausschließlich aus umweltfreundlichen Polyethlen (PE) in verschiedenen Farben hergestellt, wobei die Preisspanne zwischen 0,2 und 0,4 €/m² liegt. Grundsätzlich sollten nur DLG-geprüfte Folien verwendet werden.
Eine gute (DLG-geprüfte) Folie muss sich wachsartig anfühlen und glänzen, darf keine sichtbaren Unregelmäßigkeiten aufweisen und gegen das Licht gehalten keine Schlieren oder Körnungen zeigen. 100 m² einer 0,15 mm dicken Folie wiegen 14 kg und einer 0,20 mm Folie 18,5 kg, d. h. eine Rolle (10 x 50 m) = 500 m² wiegt etwa 70 bzw. 90 kg zuzüglich 1–2 kg Verpackungsmaterial.

Eine dünne und transparente **Unterziehfolie (Saugfolie)** mit einer Stärke von etwa 0,04 mm hat die Aufgabe sich am frisch silierten und verdichteten Futter anzusaugen und ist grundsätzlich für eine luftdichte Abdeckung (Schutz vor Nacherwärmung) wichtig. Die Unterziehfolie ist heute Standard. Sie ist aber nicht als Abdeckfolie geeignet, da sie nicht UV-beständig ist und im Laufe der Zeit spröde wird. Auf die Unterziehfolie folgt die **normale Silofolie** (etwa 0,15–0,2 mm), die gasdicht sowie UV-beständig sein muss und in verschiedenen Farben erhältlich ist.
Schwarze Folien haben wie die optisch weniger störenden **grünen Folien** eine hohe UV-Stabilität und Witterungsbeständigkeit und werden vorrangig eingesetzt.
Weiße Folien reflektieren einen Teil der Sonneneinstrahlung und verringern dadurch die Erwärmung der Silage in den oberen 10–15 cm, was bezüglich der Silagequalität nicht überbewertet werden darf. Weiße Folien können dort sinnvoll sein, wo der Silo der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist.
Mehrschichtfolien bestehen aus einer weißen Oberfolie, die mit einer schwarzen Unterfolie verklebt ist. Man versucht dadurch die Vorzüge weißer und schwarzer Folien zu kombinieren.
Zusätzlich wird gerne bei Fahrsilos auch eine **Randfolie** als Wandschutz bzw. zur Abdeckung der Silowände verwendet. Dabei wird bevorzugt eine alte Folie aus dem Vorjahr an der Seitenwand angebracht und der überstehende Teil über die Wand hinausgeschlagen und nach der Befüllung auf den Futterstock gelegt.
Ein abschließendes **Schutzgewebe** soll die Folie vor Vögel und Haustieren schützen sowie Flatterbewegungen der Folie verhindern. Zwischen Silofolie und Schutzgewebe sorgt meist eine Reifenschicht für den notwendigen Sicherheitsabstand. Bei stärkeren Folien (Multisilofolie oder Siloplane) kann auf das Schutzgewebe verzichtet werden, nicht aber auf die jährlich zu erneuernde Unterziehfolie.

Eine wesentlich stärkere (etwa 0,5 mm), aber auch teurere **Multisilofolie** (ca. 2.0 €/m²) wird bevorzugt bei ganzjähriger Silagefütterung eingesetzt, rechnet sich aber erst bei 4–5 maligem Einsatz. Sie wird auf die dünne Unterziehfolie aufgebracht und liegt auch bei stärkerem Wind sicher auf der Silage.
Altfolien müssen entsorgt und dürfen nicht verbrannt werden.

Aufbau einer Siloabdeckung
Die Abdeckung muss zur Vermeidung von Nährstoffverlusten sofort nach dem Befüllen und Walzen erfolgen. Der Silo darf nicht über Nacht offen sein. Grundsätzlich sollte jede Folie über den Silorand gezogen werden, um vor Regen- und Sauerstoffeintrag zu schützen.
Die Sandsäcke (Rieselsäcke) dürfen nur zu $^2/_3$ gefüllt werden, um eine max. Auflage zugewährleisten.



n. DLG, 2006

Gärgasbildung – keine Minderung der Futterqualität

Fallweise wird etwa einen Tag nach dem Abdecken des Silos ein starkes Aufblähen der Silofolie beobachtet. Die Gasblase (vorwiegend Kohlendioxid) entsteht aus der Restatmung der noch lebenden Pflanzenmasse. Starke Gärgasbildung deutet auf einen intensiven Gärverlauf sowie eine erfolgreiche Siloabdeckung hin.
Bei sehr eiweißreichen Futterpflanzen (Kleegras) können zum Teil auch braungelbe nitrose Gase entstehen, die dann den äußeren Silorand verfärben.
Grundsätzlich bedeutet eine starke Gärgasbildung keine Minderung der Futterqualität und ein Absaugen der Gärgase ist nicht notwendig. Die Gärzeit (mind. 4 Wochen) bis zur Verfütterung sollte bei Auftreten nitroser Gase auf alle Fälle eingehalten werden.
Beim Einstieg in Hoch- oder Tiefsilos ist zu beachten, dass Gärgase (Erstickungsgefahr durch CO_2) lebensgefährlich sein können.

Nachsilieren – worauf achten

Beim Nachsilieren oder „Draufsilieren" sind zur Vermeidung einer Fehl- bzw. Nachgärung einige Punkte zu beachten. Grundsätzlich ist das Draufsilieren von Gras oder von Mais zwar nicht ideal, aber möglich.

1. **Niemals nasses Futter draufsilieren**
   Das neu zu konservierende Futter darf beim Verdichten keinen Sickersaft mehr abgeben, da sonst das darunterliegende Futter verdirbt. Es entsteht vor allem die Gefahr der Buttersäuregärung. Über 28–30 % Trockensubstanz entsteht kein Sickersaft mehr. Wenn die Gefahr eines Saftaustrittes (unter 28 % TM) gegeben ist, so ist es besser, dieses Futter in Form eines Gärhaufens extra zu silieren, um das bereits einsilierte Futter nicht zu verderben.

2. **Nur sauberes Futter nachsilieren**
   Mit Erde verschmutztes Futter (Maulwurfhaufen, Rasierschnitt) oder Güllereste enthalten eine große Anzahl an für die Vergärung schädlichen Bakterien.
   Besonders Buttersäurebakterien wirken sich negativ auf den Gärverlauf aus.

3. **Zerkleinern und Befüllen**
   Generell und insbesondere beim Nachsilieren gilt: Je kürzer das Futter beim Einsilieren, desto leichter ist das Verdichten.
   Bei Flachsilos sollte so viel Futter nachsiliert werden, dass die neu daraufkommende Futterschicht (30 – 40) cm verdichtet beträgt.

Konservierungsverluste

Kurze Feldzeiten, wenig Zetten und Wenden, rasches Befüllen und Verdichten sowie eine sofortige luftdichte Abdeckung des Silos sind die wichtigsten Maßnahmen zur Verringerung von Konservierungsverlusten. Ziel ist es die Konservierungsverluste möglichst auf unter 10–15 % zu drosseln.

Aufteilung der Konservierungsverluste			
Atmungsverluste	1 – 5 %	→	Trocknungszeit
Bröckelverluste	2 – 10 %	→	Zetten, Wenden, Kräuteranteile
Auswaschungsverluste	0 – 10 %	→	Regen, Tau
Lagerverluste	5 – 15 %	→	Gärverluste, Nacherwärmung
Gesamtverluste	**zwischen 10 % (Eintagessilage) bis 40 %**		

Atmungsverluste 0,1–0,2 % pro Stunde

Silage-Ernteverfahren

Bei der Siloernte kommt vor allem der **Kurzschnittladewagen** bzw. **Exakthäcksler** für den Hoch- bzw. Tiefsilo sowie den Fahrsilo als auch für den Folientunnel zum Einsatz. Die **Ballensilage** ist das Silierverfahren mit den geringsten Ansprüchen an das Management.

Kurzschnittladewagen

Der Kurzschnittladewagen kann auch bei kleineren und steileren Flächen eingesetzt werden. Ein Kurzschnittladewagen mit 30 m³ hat eine Anlieferleistung von 1,5 ha/h, mit 45 m³ von 2,5 ha/h, mit 60 m³ von 4 ha/h. Ein Feldhäcksler hat zum Vergleich eine Anlieferleistung von 6 ha/h.

Ein Vorteil beim Ladewagensystem ist, dass eine Zwei-Mann-Ernte möglich ist. Der Kurzschnittladewagen ist nur für Grassilage, nicht aber für Maissilage geeignet.

Kurzschnittladewagen (Kapazität 30–60 m³)

Exakthächsler – Trennung von Ernte und Transport

Exakthäckslerkette

Bei der Exakthäckslerkette erfolgt eine Trennung von Ernte und Transport. Das System ist daher für größere Hof-Feld-Entfernungen interessant. Der Exakthäcksler ermöglicht durch seinen Kurzschnitt eine gute Verdichtung.

Infolge der hohen Schlagkraft von 6 ha/h und mehr kann jedoch die Walzarbeit (Verdichtung) zum Engpass werden. Der Exakthäcksler ist für Gras- und Maissilage geeignet.

Beim System „Silospeed" kann dieselbe Erntemenge verarbeitet werden wie beim Fahrsilo.

Entnahmetechniken

Bei der Entnahme hat sich bei kleineren Fahrsilos die **Fräswalze** mit schraubenförmig angeordneten Messern an der Frontladerschaufel als eine kostengünstige Lösung bewährt. Es kann eine vorhandene Schaufel verwendet werden und der Wartungsaufwand ist gering. Der Nachteil ist, dass zwei Arbeitsgänge (Fräser, Aufnehmen) erforderlich sind.

Der **Blockschneider** wird am Schlepperheck angebaut. Doppelmesser schneiden einen Siloblock aus dem Anschnitt. Der Vorteil ist die saubere, glatte Anschnittfläche und die hohe Entnahmeleistung. Der Nachteil ist, dass die Verteilung (Futtervorlage) ähnlich wie bei der Fräswalze schwierig ist.

Der **Silokamm** wird ebenfalls heckseitig am Schlepper angebaut. Die Silage wird mit dem Kamm abgestochen oder abgefräst und gleich im Transportbehälter befördert.

Ähnlich arbeitet auch die **Silozange**, die sich wie die Fräse speziell zum Befüllen des Mischwagens eignet.

Der **Fräsmischwagen** wird von einem Schlepper gezogen. Die Aufnahme des Futters sowie Mischen, Transport und Verteilung sind in einem Arbeitsgang möglich. Der Vorteil ist die hohe Leistung, der Nachteil die höheren Kosten.

Der **Selbstfahrfräsmischwagen** ist speziell für größere Betriebe mit hohen Leistungsanforderungen interessant.

Fräswalze

Entnahme mit Silofräsmischwagen

Entnahme mit Silokamm

Silozange

Ballensilage

Die Ballensilage hat den Vorteil, dass im Gegensatz zum Fahrsilo keine zusätzlichen Investitionen erforderlich sind und somit kein Geld gebunden ist. Ballensilagen erreichen heute die angestrebten Pressdichten von 160 bis zu 200 kg/m³ TM, sofern der Anwelkgrad 40 % nicht überschreitet.
Speziell bei Nebenerwerbsbetrieben kann dadurch die Silierarbeit ausgelagert werden. Die Ballensilage ist vor allem für kleinere Betriebe bis etwa 15 ha interessant sowie für die Silierung von Restflächen. Verzögertes Wickeln nach dem Pressen (über 4 Stunden) erhöht die Konservierungsverluste.
Das Management ist einfach und es gibt nur selten Probleme mit der Nacherwärmung. Auch die Produktion von Heulage (Gärheu) ist mit Ballen möglich. Nicht geeignet ist die Ballensilage hingegen für Nasssilagen. Ein Nachteil der Ballensilage ist der hohe Folienverbrauch im Vergleich zum Fahrsilo.
Für Betriebe über 15 ha ist mit zunehmender Flächenausstattung der Fahrsilo bzw. der Folientunnel (z. B. Silospeed) günstiger.

Ernteleistung

Das Pressen und Wickeln kostet bei der Ballensilage je nach Messeranzahl pro Rundballen mit 1,30 m Durchmesser und 1,20 m Höhe (entspricht 1,6 m³ bzw. etwa 650 kg Anwelksilage) etwa 14–16 €. Die Ernteschlagkraft liegt je nach Aufwuchshöhe, Anwelkgrad und Geländeform zwischen 10–20 Ballen pro Stunde (Mittel etwa 15 Ballen). 15 Ballen mit 650 kg x 35 % TM entsprechen 3,5 t TM, was etwa dem Hektarertrag des 1. Aufwuchses entspricht.
Bei einer Dreischnittwiese und gänzlicher Silierung aller Wiesenaufwüchse werden unter der Annahme eines Ertrages von 75 dt TM etwa 32 Ballen geerntet.
Bei 4 Schnitten und ca. 90 dt Bruttoertrag sind es etwa 38–40 Ballen und bei
5 Schnitten und 100–110 dt Bruttoertrag etwa 40–45 Ballen geerntet.

Ballenschneider

Rundballen sollten nach Möglichkeit am Hof stehend gelagert werden, um Verformungen der Ballen zu vermeiden.
Quaderballen erreichen eine höhere Pressdichte und können leichter gestapelt werden. Aufgrund der höheren Anschaffungskosten sind sie vor allem für Großbetriebe oder bei längeren Transportwegen interessant.

Rundballensilage

■ keine Investitionskosten	■ geringere Ernteschlagkraft (1–2 ha/h)
■ leicht handelbar	■ nicht für grobstängelige oder nasse
■ ideal für kleinere Betriebe und	Silagen geeignet
Restflächen	■ Landschaftsbild
■ Abgestufte Ernte möglich	■ höhere Folienkosten
■ kaum Nacherwärmung	■ Folien leicht verletzbar
■ auch für Gärheu geeignet	■ Folienentsorgung notwendig

1. Aufwuchs
6 Wickellagen
Folgeaufwüchse
4 Wickellagen

Wickelmaschine

Rundballen stehend lagern

Folientunnel

Die Ernteschlagkraft hat sich beim Fahrsilosystem in den letzten Jahrzehnten ständig verbessert. Das „Nadelöhr" in der Silierkette ist heute das Befüllen bzw. Verdichten und die anschließend luftdichte Abdeckung geworden. Diesen Engpass versucht das Folienschlauch- sowie das Folientunnel-System zu lösen.
Der Folientunnel hat eine hohe Berge- und Verdichtungsleistung. Die Walzarbeit kann eingespart werden. Beim Folientunnel ist kein Kapital für den Silobau erforderlich, wenngleich ein befestigter Untergrund notwendig ist. Das System ist für Mais- und Grassilage, jedoch nicht für Nasssilagen geeignet.
Der Folienverbrauch ist im Vergleich zur Ballensilage um etwa 2/3 geringer, wodurch die Gesamtkosten ähnlich wie beim Fahrsilo liegen.

System „Silospeed"

Dieses neue Rotorpresssystem zeichnet sich durch seine hohe Verdichtungsleistung von 200–250 kg TM/m³ aus. Damit wird der untere Grenzwert von 160 kg TM/m³ zur Vermeidung von Nachgärungen deutlich überschritten.
Die Breite des Silotunnels ist variabel und hat je nach Größe einen Durchmesser zwischen 2 und 4 m, wodurch pro Laufmeter ein Volumen von 6–10 t Anwelksilage konserviert wird. Damit kann die Ernteleistung bzw. die Entnahme flexibel dem Futterbedarf angepasst werden.

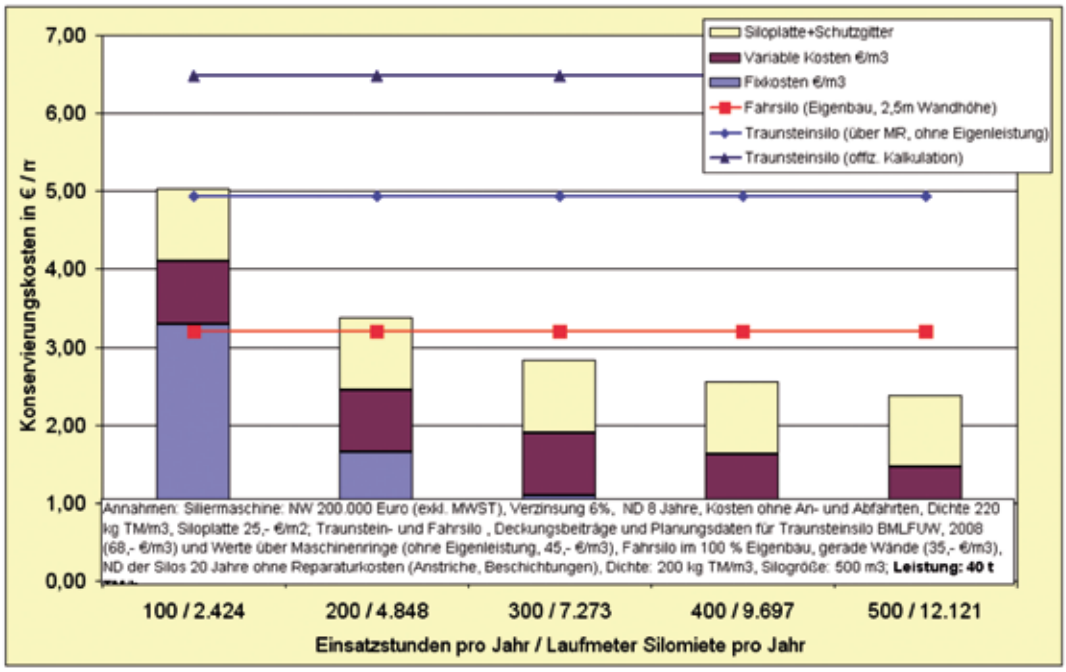
Die Ernteschlagkraft (Pressleistung) beträgt etwa 400 m³ /Stunde (bis zu 600 m³), d. h. sie ist 5 bis 6-mal höher als bei der Produktion von Rundballen. Die Maschine ist mit 2 x 500 m Folienrollen ausgerüstet.
Das Siloschlauchsystem kann praktisch endlos verlängert werden. Dazu kommen kurze Rüstzeiten von ca. 15 Minuten. Der dreiteilige Tunnel des „Silospeed" ist für den Straßentransport zusammenklappbar und hat eine Länge von 10 m sowie eine Breite von 3 m bzw. eine Höhe von 3,80 m in Transportstellung.

Kosten „Silospeed"

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Einzelballensystem ist der um etwa 60 % geringere Folienverbrauch gegenüber der Ballensilage.
Ein weiterer Vorteil ist aus arbeitswirtschaftlicher Sicht der Wegfall der Walzarbeit (Schwachstelle beim Fahrsilosystem).
Ein arbeitswirtschaftlicher Faktor ist ferner der Wegfall der Abdeckarbeit. Hier sind beim Fahrsilo 2–3 Stunden für 2–3 Personen bei einer mittleren Fahrsiloanlage zu kalkulieren.
Bei einem Kostenvergleich schneidet der „Silospeed" im Vergleich zum Fahrsilo etwa gleich ab.

„Silospeed" – im Arbeitseinsatz

Kostenvergleich Silospeed - Fahrsilo (n. Pöllinger, 2010)



*Bei diesem Kostenvergleich handelt es sich um Maissilage. Bei Grassilage liegen die Kosten beim Silospeed um etwa 10–15 % niedriger.

Kosten

Bei 100 Einsatzstunden pro Jahr liegen die Kosten beim Silospeed (mit Siloplatte + Schutzgitter) mit ca. 5,- € je m³ etwa gleich hoch wie bei der Traunsteinsilovariante über den Maschinenring (ohne Eigenleistung).

Bei 200 Einsatzstunden pro Jahr liegen die Kosten beim Silospeed mit etwa 3,20 €/m³ deutlich niedriger. Sie liegen etwa im Bereich der Fahrsiloeigenbauvariante (2,5 m Wandhöhe). Die teuerste Variante mit ca. 6,50 € ist der Traunsteinsilo mit offizieller Kalkulation.

„Silospeed" – Rüstzeit für Transport ca. 15 Minuten

Der Siloschlauch kann praktisch endlos verlängert werden

Ganzjahressilage - Pro und Kontra

Die Ganzjahressilage bringt vor allem mehr Wetterunabhängigkeit und arbeitswirtschaftliche Vorteile. Auch erleichtert die Ganzjahressilage die Rationsgestaltung, da die Futterration konstant bleibt. Es gibt keine Futterschwankungen bzw. Futterumstellungsprobleme. Der Nachteil ist die etwas niedrigere Energiedichte bzw. Futteraufnahme von Grassilage im Vergleich zur Weide bzw. zu frischem Eingrasfutter, was einen zusätzlichen Kraftfutterausgleich von ca. 0,5–1kg/Kuh/Tag erfordert. Ferner ist das Risiko einer Nacherwärmung bei Ganzjahressilage im Sommer höher.
Die Kosten halten sich in etwa dann die Waage, wenn durch den Verzicht auf das Eingrasen kein Ladewagen mehr am Betrieb benötigt wird.

Ganzjahressilage	
Vorteile	Nachteile
■ Vereinfachung der Arbeitswirtschaft	■ höheres Risiko der Nacherwärmung im Sommer
■ weniger Wetterabhängigkeit	■ höhere Konservierungsverluste gegenüber der Weide (ca. 0,5 kg mehr Kraftfutteraufwand/Kuh/Tag)
■ Ernte zum optimalen Zeitpunkt	
■ keine Futterschwankungen, insbesondere bei TMR-Fütterung	■ geringere Eiweißstabilität, mehr NPN bzw. Ammoniakanteile im Futter
■ Schonung der Grasnarbe (speziell in Regenperioden)	■ höherer Siloraumbedarf

Gärheu (Heulage)

Gärheu wird vor allem bei Pferden eingesetzt, die an einer Heustauballergie oder anderen chronischen Atemwegserkrankungen leiden.
„Heulage" oder Gärheu unterscheidet sich von der normalen Silage dadurch, dass der Grasaufwuchs stärker auf etwa 60 % TM und darüber angewelkt wird.

Normalerweise wird das Siliergut nur auf 30–40 % TM angewelkt, um eine rasche Milchsäuregärung und pH-Absenkung zu erreichen. Je trockener das Futter wird, desto schwächer wird die Milchsäuregärung, da die Gärintensität und auch der Transport der Milchsäure im Futter mit zunehmendem TM-Gehalt abnimmt. Bei geringer Milchsäuregärung ist das Futter fast geruchlos.
Weniger Milchsäure bedeutet einen höheren pH-Wert und damit geringere Stabilität der Silage gegen Nacherwärmung durch Hefe- und Schimmelpilze. Hingegen besteht weniger Gefahr von Buttersäurebildung, die bevorzugt bei verschmutzten Nasssilagen unter 30 % TM auftritt. Umso wichtiger ist der luftdichte Abschluss.
Voraussetzung für das Gelingen einer Heulage ist eine geringe Futterverschmutzung (Rasierschnitt meiden), kein zu altes, d. h. überständiges Futter und ein möglichst hoher Pressdruck sowie luftdichter A-bschluss der Silagebamlen.

Beachte:

- Das stark angewelkte Gärheu muss mit maximalen Druck gepresst und absolut luftdicht in Ballen verpackt werden.
- Das Futter muss jung (Ähren-/Rispenschieben bis spätestens Beginn der Blüte) gemäht werden. Es darf keinesfalls zu grobstängelig sein, damit das Futter ausreichend verdichtet werden kann. Verbleibende Restluft führt sonst zur Bildung von Schimmel- und Hefepilzen.
- Günstig ist, wenn beim Pressen von Gärheu bis in die Abendstunden gewartet wird, da dann das relativ trockene Futter noch etwas Tauwasser anziehen kann, wodurch es sich besser verdichten lässt.
- Das Futter darf nicht zu tief gemäht werden, damit möglichst keine Verschmutzung mit Erde (Colibakterien, Hefepilze) erfolgt.
- Durch Zusatz von Propionsäure (1,5–2 l/Ballen bzw. 3–4 l pro Tonne) kann das Risiko einer Nacherwärmung verringert werden.
- Geöffnete Gärheuballen sollten möglichst rasch innerhalb von 3–4 Tagen verfüttert werden, da ansonst die Gefahr einer Nacherwärmung stark ansteigt.
- Bei Heulagen über 60 % TM ist ein Aufschütteln nach dem Öffnen der Ballen günstig. Dadurch steigt der TM-Gehalt weiter an, wobei das Futter insbesondere an der Oberfläche schneller abtrocknet. Dadurch wird den Mikroorganismen das Wasser entzogen und das Futter ist weniger anfällig für Schimmelpilzbildung.
- Heulage mit 50 % TM und darunter sollte hingegen nicht aufgeschüttelt, sondern bis zur Verfütterung kompakt gelagert bleiben.
- Gute Heulagen haben eine grünliche Farbe und riechen wenig bis leicht säuerlich bzw. brotartig. Nur dann werden sie es von Pferden gerne gefressen.
- Keinesfalls dürfen angeschimmelte Ballen verfüttert werden.
- Im Fahrsilo ist die Herstellung von Gärheu nicht zu empfehlen.

Eine gute Heulage sollte einen Hefebesatz unter 100.000 koloniebildenden Einheiten (KBE) bzw. unter 5.000 Schimmelpilze pro Gramm Futter aufweisen. Ein Temperaturanstieg im Vergleich zur Raumtemperatur ist immer ein Hinweis auf Verderb.

Hektarertrage und Siloraumbedarf

Die TM-Erträge am Dauergrünland schwanken je nach Boden, Klima und Intensität der Düngung und Nutzung im Bereich von unter 7 t bis 12 t TM/ha/Jahr. Feldfutterbestände erreichen 12–15 t TM/ha.
Der 1. Aufwuchs liefert zwischen 25 und 40 dt Trockenmasse (TM). Das entspricht bei einem TM-Gehalt des Futters von 20 % ca. 125–200 dt FM (Frischmasse) pro Hektar.

Verteilung der Ertragsanteile (TM) in % des Jahresertrages in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit			
1. Aufwuchs	40 %	33 %	25 %
2. Aufwuchs	35 %	26 %	23 %
3. Aufwuchs	25 %	23 %	20 %
4. Aufwuchs	-	18 %	17 %
5. Aufwuchs	-	-	15 %
Jahresertrag in TM	**80–90 dt**	**90–100 dt**	**90–120 dt**

Merke:
Der 1. Aufwuchs ist der ertragreichste Aufwuchs mit ca. 2,5–4 t TM/Aufwuchs. Ein Grünlandertrag beim 1. Aufwuchs mit z. B. 3,5 t TM/ha entspricht bei einem Anwelkgrad auf 35 % TM etwa 10 t Siliergut (3,5 t TM / 35 % = 10 t Anwelksilage). 10 t Anwelksilage mit einem Raumgewicht von 650 kg/m³ entsprechen einem Volumen von etwa15 m³/ha (10 t/0,65 t/m³).

Ertragsschätzung

1 cm Aufwuchshöhe entspricht etwa einem Bruttoertrag von 1 dt TM/ha

Faustzahl: Aufwuchshöhe in cm
– Stoppelhöhe in cm (5–7)
= Bruttoertrag → 1 cm Wuchshöhe entspricht 1 dt TM

Siliergutertäge von Wiesen, Feldfutterbeständen und Silomais in Abhängigkeit vom TM-Gehalt (ÖAG-Futterkonservierung, 6. Auflage 2002)

TM-Gehalt im Siliergut in %	Ertragsleistung in t TM/ha Grünland pro Aufwuchs				
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
	Siliergutertrag in t/ha (Frischmasse)				
25	10	12	14	16	18
30	9	10	12	13	15
35	8	9	10	11	13
40	7	8	9	10	11
45	6	7	8	9	10
50	5	6	7	8	9

*10 t Siliergut auf 35 % TM angewelkt entsprechen einem Trockenmasseertrag von 3,5 t pro ha.
Je höher der Anwelkgrad, d. h. je mehr Wasser verdunstet, desto geringer wird das Siliergut.

Siloraumbedarf

Der Siloraumbedarf in m³/ha hängt vom Anwelkgrad (TM-Gehalt) und von der Verdichtung ab. Er errechnet sich aus dem TM-Ertrag/ha, geteilt durch die kg TM/m³.
Mit zunehmender Verdichtung steigt das Raumgewicht und dementsprechend nimmt der Siloraumbedarf ab.

Erträge pro ha und Siloraumbedarf für Gras und Silomais

Futtermittel	TM-Ertrag dt/ha	Siloraumbedarf (m³/ha) bei einer Verdichtung von...kg TM/m³			
		180	210	240	270
1. Grasaufwuchs	35	19	16	14	
2. Grasaufwuchs	30	16	14	12	
3. Grasaufwuchs	25	14	12	10	
Gras gesamt	**90**	**49**	**42**	**36**	
Silomais	140		67	58	52
	160		76	66	59
	180		85	74	67
	200		94	82	76

*Bei einem Grünlandertrag zwischen 90–120 dt TM kann je nach Verdichtung mit einem Ertrag bzw. Siloraumbedarf von 45–55 m³ /ha gerechnet werden.
**Bei teigreifem Silomais kann mit einem mittleren Ertrag bzw. Siloraumbedarf von 70–80 m³/ha gerechnet werden.

Futterbedarf für Winter- bzw. Ganzjahressilage

Als Berechnungsbasis dient eine Anwelksilage mit ca. 35 % TM und einem Raumgewicht von 650 kg/m³ bzw. 227 kg TM/m³ (650 kg/m³ x 35 %).
Beim Silomais (30–35 % TM in der Gesamtpflanze bzw. 58–60 % im Korn) wird bei 33 % TM mit einem Raumgewicht von ca. 700 kg/m³ bzw. 231 kg TM/m³ gerechnet.
Als Mindestentnahme wird 1,5 m Vorschub pro Woche angenommen.
Die Grundfutteraufnahme beträgt etwa 12–15 kg TM/Kuh/Tag bzw. 6–7 kg TM/Jungvieh und Tag, wobei noch ein Futterverlust von ca. 15 % hinzuzurechnen ist.

Grünlandration – Annahme

Kühe:	35 kg Grassilage	+	2	kg Heu
Jungvieh:	15 kg Grassilage	+	1,5	kg Heu

Bei einem täglichen Bedarf von 35 kg Grassilage mit 35 % TM ergibt sich für die **Wintersilage** (210 Tage) bei einem Raumgewicht von 650 kg/m³ ein Siloraumbedarf von ca. 12 m³ (35 kg x 210 Tage = 7.350 kg/Kuh : 650 kg/m³ = **11,5 m³**).
Bei **Ganzjahressilage** ergibt sich für 155 Sommerfuttertage ein zusätzlicher Bedarf von 10 m³ bzw. ein Ganzjahresbedarf von **ca. 20 m³/Kuh/Jahr**.

Tierart	Fütterungsperiode	Grassilage m³	Heu kg
Kühe	Winter	11,5	420
	Sommer	8,5	310
	Jahr (Summe)	20	730
Jungvieh	Winter	5	315
	Sommer	4	235
	Jahr (Summe)	9	550

***Je Milchkuh und Monat sind etwa 1,5 – 1,8 m³ Siloraum erforderlich (Jungvieh ca. 0,8 m³)**

Rationen mit Maissilage

Tagesration mit 20 % Maissilage

Kühe: 24 kg Grassilage = 60 % TM
11 kg Maissilage = 20 % TM
3 kg Heu = 20 % TM

Tagesration mit 40 % Maissilage

Kühe: 16 kg Grassilage
20 kg Maissilage
3 kg Heu

Tabelle Futterbedarf mit Maissilage

		Ration: 60 % Grassilage 20 % Maissilage 20 % Heu		**Ration:** 40 % Grassilage 40 % Maissilage 20 % Heu	
Tierart		**Futterbedarf in m³**			
Kühe		Grassilage	Maissilage	Grassilage	Maissilage
	Winter	8,5	3,5	6,0	6,0
	Sommer	6,5	2,5	4,5	4,5
	Summe	**15,0**	**6,0**	**10,5**	**10,5**
Jungvieh	Winter	5	1		
	Sommer	3	1		
	Summe	**8**	**2**		

Bei 20 % Maisanteil in der Ration ergibt sich ein Winterbedarf von 3,5 m³ Maissilage/Kuh (11 kg täglich x 210 Wintertage = 2.310 kg/700 kg/m³ = 3,5 m³ Maissilage).
Bei 40 % Maissilageanteil sind 6,0 m³ für den Winter bzw. 10,5 m³ bei ganzjähriger Maissilagefütterung erforderlich.

Siloraum: für 20 GVE etwa 1 m³ Siloraum/Tag
(* bei 80 % Silageanteil in der Gesamtration)
Trockenmasse-Aufnahme: Die TM-Aufnahme aus dem Grundfutter beträgt proTier (650 kg LG) etwa 5.000 kg jährlich.

Futterprobeziehung

Silageproben müssen vakuumverpackt werden

Silonacherwärmung

Der pH-Wert liefert einen Hinweis über die Lagerstabilität der Silage und sollte bei Maissilagen nicht über pH 4,4 und bei Grassilagen bei einem Anwelkgrad von 30–40 % zwischen pH 4,4 und 4,8 liegen. Eine einfache Kontrolle ist über Teststreifen möglich.
Eine Nacherwärmung wird vorrangig durch Hefepilze, aber auch durch Schimmelpilze verursacht. Eine zu späte Nutzung (über 27 % Rohfaser) oder ein zu starkes Anwelken (über 40 % TM), Futterverschmutzung (über 10 % Rohasche) sowie mangelnde Verdichtung bzw. Abdeckung des Silos sind die Hauptursachen der Nacherwärmung.

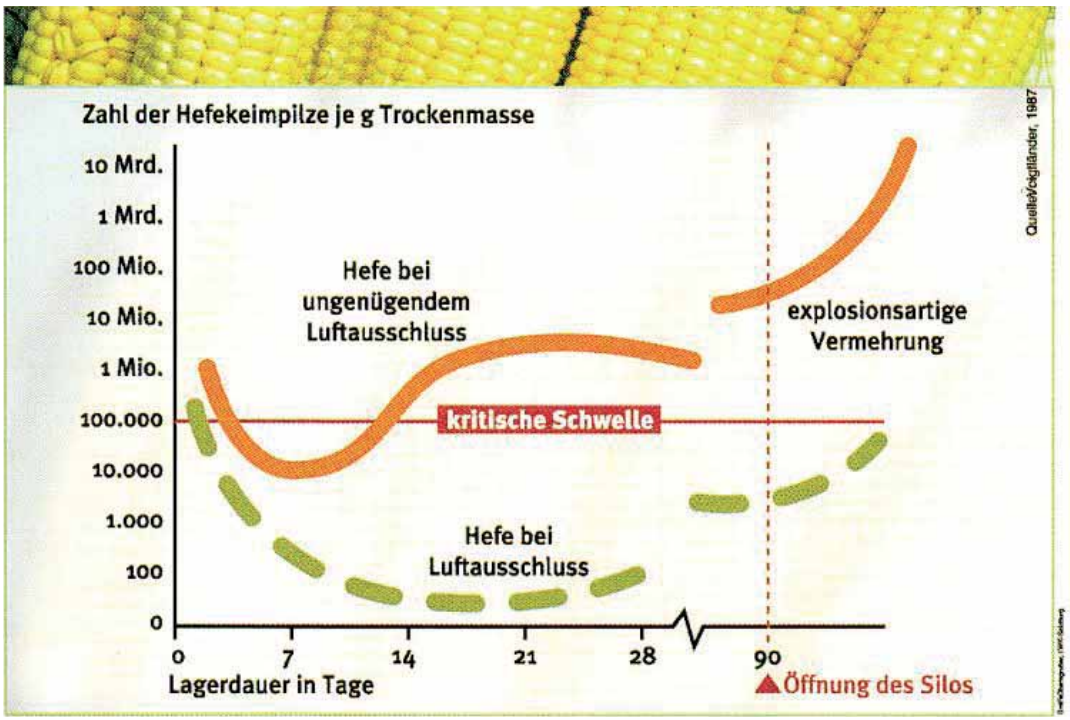
Nacherwärmung – hohe Nährstoffverluste
Die Verluste durch Nacherwärmungen können 5 - 25 % betragen und wirken auch negativ auf die Futteraufnahme. Kommt es sofort nach dem Öffnen zu einer stärkeren Erwärmung, so ist dies ein Zeichen von Lufteinschluss während der Gärphase infolge mangelnder Verdichtung. Wird die Silage erst später warm, d.h. der Luftzutritt erfolgt erst nach dem Öffnen, so ist meist der Vorschub zu gering.

Hefepilze verursachen Futtererwärmung

Hefe- und Schimmelpilze kommen auch auf gesunden Pflanzen vor und sind für das menschliche Auge nicht sichtbar.
Diese normale Grundbelastung des Futters mit Hefen ist bei ausreichender Verdichtung und luftdichter Abdeckung kein Problem. Ein geringer Hefebesatz liefert Duft- und Geschmacksstoffe. Bei starker Hefebelastung wie z. B. bei verschmutztem Futter (Rasierschnitt) kann jedoch rasch die kritische Grenze von 100.000 Hefekeimpilzen je g TM überschritten werden. Grasstoppeln im bodennahen Bereich (unter 5 cm Höhe) weisen den höchsten Keimgehalt auf. Auch nach niederschlagsreichen Perioden ist der natürliche Keimbesatz meist stark erhöht.
Ein hoher Hefebesatz infolge von Futterverschmutzung oder ein Restsauerstoffgehalt im Silo infolge mangelnder Verdichtung sind das Hauptproblem. Mit Sauerstoff bauen die Hefen nicht nur Zucker, sondern auch die bereits gebildete Milchsäure ab. Es kommt zu einer raschen Erwärmung mit hohen Energieverlusten und Anstieg des pH-Wertes. Während Buttersäurebazillen nicht säureverträglich sind und durch eine schnelle pH-Absenkung ihr Wachstum einstellen, macht den Hefepilzen ein niedriger pH-Wert nichts aus. Sie können notfalls auch ohne Sauerstoff überleben. Das macht sie so unberechenbar. Hefepilze siehe unter Gärschädlinge.

Futterverschmtzung meiden
Lückige Bestände, ein tiefer Rasierschnitt oder Reste von nicht verrottetem Wirtschaftsdünger sind die Hauptursachen einer erhöhten Futterverschmutzung (Rohaschegehalte über 10 %).
Bei optimaler Verdichtung, d.h. unter Luftausschluss, kann bei einem mittleren Ausgangsbesatz die Entwicklung der Hefen während des Silierprozesses gestoppt bzw. sogar verringert werden. Bei hohem Hefebesatz und ungenügendem Luftausschluss kommt es hingegen bereits während der Lagerung zu einer Vermehrung. In der Folge kommt es nach dem Öffnen des Silos zu einer explosionsartigen Vermehrung, da Hefen rasch ihren Stoffwechsel auf Atmung umschalten können und dann verstärkt die „Nacherwärmung“ anheizen.

Vermehrung der Hefepilze



*Bei perfekter Siliertechnik mit hoher Verdichtung (Sauerstoffausschluss) wird der Hefebesatz während der Gärphase so stark erniedrigt, dass auch nach dem Öffnen des Silos mit Sauerstoffzutritt die kritische Schwelle von 50.000 bis 100.000 Hefekeimen nicht erreicht wird. Bei ungenügendem Luftausschluss wird noch während der Lagerung der kritische Wert überschritten. Nach der Öffnung des Silos kommt es zu einer explosionsartigen Vermehrung der Hefen mit Erwärmung und hohen Verlusten.

Gute Silagen anfälliger – Essigsäure schützt

Hefe- und Schimmelpilze bevorzugen als Nahrung Zucker, können aber auch Milchsäure abbauen, die während des Gärprozesses erzeugt wurde. Sie vertragen aber keine Essig- und Buttersäure. Dadurch ist es verständlich, dass vor allem sehr gut vergorene Silagen mit hohem Restzuckergehalt, aber ohne Essigsäure anfälliger für eine Nacherwärmung sind. Geringe Essigsäuregehalte von 0,2–0,4 % (2–4 g/kg FM in der FM bzw. 6-12 g/kg TM) sind erwünscht und noch kein Problem bezüglich der Fresslust.

Aus dieser Sicht sollte auch keine zu starke Anwelkung erfolgen, weil dann noch etwas Essigsäure entstehen kann. Maissilagen sind anfälliger für Nacherwärmung als Grassilagen.

Aerobe Stabilität

Unter aerober Stabilität versteht man die Stabilität der Silage nach dem Öffnen, d. h. jene Zeitdauer, die vergeht, bis nach der Entnahme die Silagetemperatur die Umgebungstemperatur um 5 °C übersteigt. Diese Lagerstabilität sollte zumindest 4–6 Tage andauern. Steigt die Temperatur der Silage um 10 °C über die Umgebungstempera-tur an, so liegt eine „Nacherwärmung" vor.

Gut gelagerte Silagen haben eine Temperatur von 15–20 °C.

Voraussetzung für unerwünschte aerobe Nachgärungen ist vor allem Sauerstoff und eine Mindestfeuchte der Silage. Nährstoffe (Restzucker, Milchsäure etc.) sind stets vorhanden.

Anschnittfläche und Vorschub

Die Anschnittfläche sollte für die Winterfütterung 0,3 m² /GVE bzw. für die Sommerfütterung 0,2 m²/GVE nicht überschreiten und der Mindestvorschub im Winter 1 (–2) m/Woche bzw. im Sommer 2 (–3) m/Woche betragen.

Die tatsächliche Silobreite (Anschnittfläche) sowie die Silohöhe ergeben sich aus dem Tierbestand sowie dem täglichen Silagebedarf.

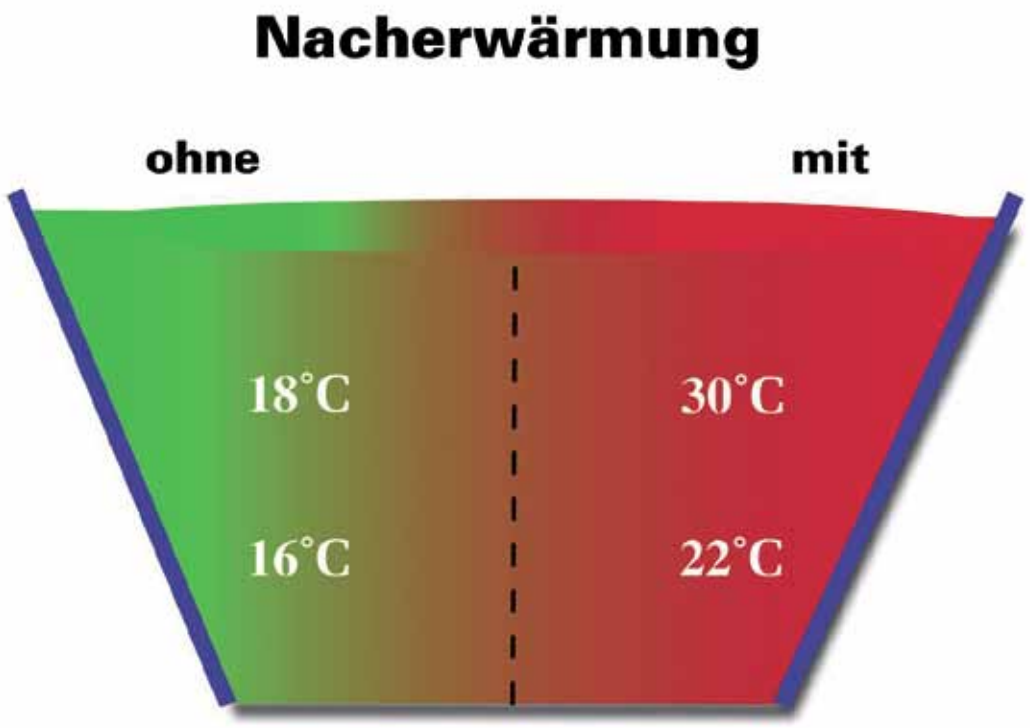
Mangelnde Verdichtung und Häckseln – Problem Nr. 1

Keine aufgebrachte Futterschicht sollte über 30 (–40) cm stark sein, da ansonsten die Verdichtung erschwert wird. Besonders beim Fahrsilo ist darauf zu achten, dass dem Walztraktor genügend Zeit zur Verdichtung bleibt. Anlieferleistung und Walzge-wicht müssen im Einklang stehen.

Grobes Futter lässt sich schlechter verdichten. Zum Schutz von Nachgärungen sind kurzes Häckseln (2,5–4 cm bei Gras- bzw. 6-8 mm bei Maissilage) ebenso wichtig wie eine perfekte Abdeckung. Je trockener das Siliergut (TM-Gehalte über 35–40 %), desto kürzer muss gehäckselt werden. Selbst eine Häcksellänge von 2 cm ist aus Sicht der Strukturversorgung noch wiederkäuergerecht.

Das entscheidende Kriterium ist eine hohe Verdichtung sowie luftdichte Abdeckung. Speziell wenn die Verdichtung im oberen Silobereich nicht optimal ist, kann nach dem Öffnen des Silos der Luftzutritt und die damit verbundene Erwärmung schneller erfolgen als der Verbrauch. Dabei fühlt sich die Oberfläche bei niedriger Außentemperatur kühl an, in Tiefen von 20 bis 50 cm wächst aber die Erwärmung von Tag zu Tag. Mithilfe eines digitalen Kompostfühlers kann die Temperatur auch in tieferen Schichten gemessen werden. Kritisch sind Temperaturen über 25 ° C.

Die Erwärmung der Silage geht meist auf eine starke Vermehrung der Hefen infolge von Luftzutritt zurück.



Zusatz von Milchsäurebakterien

Der Zusatz homofermentativer Milchsäurebakterien kann zwar den Gärungsstart und die Futterqualität fördern, hilft aber nicht direkt gegen eine Nacherwärmung.
Mithilfe heterofermentativer Milchsäurebakterien (z. B. Lactobacillus Buchneri), welche einen Teil der Milchsäure zu Essigsäure umwandeln, kann unter anaeroben Verhältnissen der Nacherwärmung vorgebeugt werden.
Heterofermentative Milchsäurebakterien benötigen mind. 4–6 Wochen, um auch genügend Essigsäure zu bilden. Der Silo darf daher nicht zu früh geöffnet werden.

Nacherwärmung steigt mit der Temperatur

Auch eine hohe Umgebungstemperatur wirkt nachteilig, weshalb der Silo beschattet und die Anschnittfläche nicht nach Süden ausgerichtet sein sollte. Während sich die Hefepilze bei 10 °C kaum vermehren, nimmt ihre Zahl bei Temperaturen von 20 °C und darüber explosionsartig zu. Auch ein zu frühes Öffnen bei hohen Außentemperaturen (z.B. Sommersilagen) kann zu einer Aktivierung der Hefen führen.

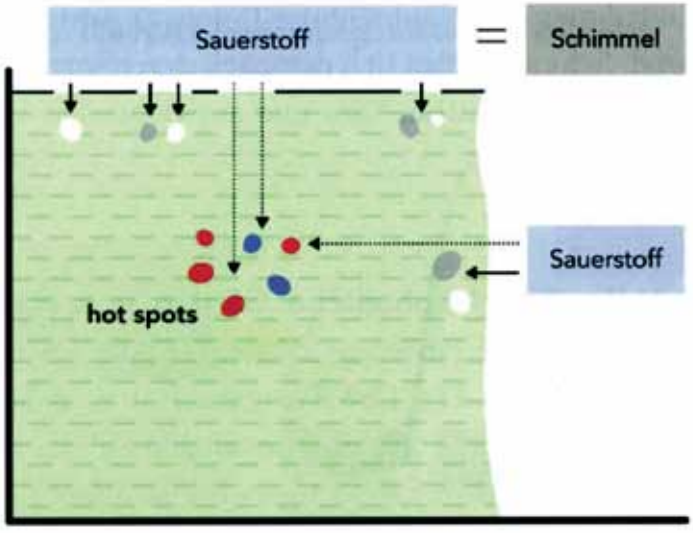
Schimmelpilze brauchen Sauerstoff

Schimmelpilze brauchen Sauerstoff. Da manche Pilzarten giftige Stoffe bilden, darf verschimmeltes Futter nicht verfüttert werden.

Ohne Sauerstoff kein Schimmel

Tritt unmittelbar nach dem Öffnen des Silos ein sichtbarer Schimmelbefall auf, dann ist die Ursache hierfür Lufteinfluss schon während der Lagerung.
Mangelnde Verdichtung in Verbindung mit zu später Nutzung oder zu starkem Anwelken, aber auch unzureichende Abdeckung kommen als Ursache infrage.
Ist die Silage jedoch nach dem Öffnen einwandfrei und treten Erwärmung und Schimmelbefall erst nach und nach auf, dann kam die Luft erst nach dem Öffnen in den Silostock. Der Schaden durch den Luftzutritt nach dem Öffnen des Silos ist umso größer, je weniger luftdicht die Lagerung der Silage vorher war.
Da die Stabilität des Silos mit der Lagerungsdauer zunimmt, ist eine Gärdauer von mind. 4 Wochen notwendig. Ideal sind 8–10 Wochen. Inzwischen hat sich der Hefe-besatz im Silo weitgehend reduziert und der Futterstock etwas abgekühlt.

Schimmelpilze brauchen Luft



***„Hot spots" sind Schimmelpilze, die mit wenig Sauerstoff auskommen und vorrangig in Maissilagen vorkommen.**

Schimmelbefall sofort nach dem Öffnen

- Lufteinfluss während der Lagerung
- Ursache sind mangelnde Verdichtung oder Abdeckung

späterer Schimmelbefall

- Luftzutritt nach dem Öffnen
- Ursache geringer Vorschub
- hohe Außentemperaturen

Warme Silage – was tun?

- Bei der Entnahme die Abdeckfolie nur so weit zurückschlagen, wie unbedingt notwendig, und die Folie dann wieder beschweren.
- Sofern möglich von der gesamten Anschnittfläche Silage entnehmen. Vorschub mind. 2 m im Winter bzw. 3 m im Sommer.
- Erwärmt sich der Silo nach und nach, so muss als Sofortmaßnahme so viel Silo gut abgeräumt werden, bis der Silostock wieder kühl und einwandfrei zutage tritt.
  Stoppen lässt sich die Erwärmung des Futters durch Zusatz von ca. 3 kg Propionsäure je Tonne Futter. Speziell im Mischwagen lässt sich eine gute Durchmischung erreichen (Hautkontakt meiden).
- Das abgeräumte Futter darf nicht im Stall oder warmen Räumen gelagert werden. Wenn das Futter intensiv mit einer Propionsäure-Mischung durchmischt und kühl gelagert wird (ohne direkte Sonnenbestrahlung), kann das Futter im Winter durchaus einige Tage haltbar gemacht werden. Die Hefepilze vermehren sich erst ab ca. 7 bis 8 Grad Celsius.
- Bei ausgeprägter Nacherwärmung sollte eine Umsilierung bzw. zumindest eine Behandlung der Anschnittflächen mit 3-5 l Propionsäure/Tonne Silage (z. B.LagroSil, Luprosil) erfolgen. Propionsäure ist leicht flüchtig, korrosiv und ätzend (Schutzkleidung verwenden) und kann auch die Futteraufnahme beeinträchtigen. Bei Einsatz im Futter-Mischwagen sollte man auf eine nicht korrosive Form (NC) zurückgreifen.
- Die Behandlung der Anschnittflächen ist eine Notlösung, da keine Verteilung in die Tiefe gegeben ist. Die Oberfläche wird mit einer Propionsäure-Wasser-Mischung im Verhältnis von etwa 1:3–4 bespritzt und wieder abgedeckt. Propionsäure wirkt bei ausreichender Dosierung mittels Sprühgerät (0,3-0,5 l/m²) stark hefehemmend und ist bei der Verfütterung kein Problem.
- Bei nur geringfügiger Nacherwärmung an den Oberflächen genügt es die Futtermischung bzw. Anschnittfläche mit Kalium-Sorbat (400 g/t Silage) in mind. 5 l warmem Wasser gelöst zu behandeln . Es wirkt nicht korrosiv, beeinträchtigt die Futteraufnahme nicht und ist auch als Silierzusatz erhältlich. Kalium-Sorbat (Sila-Fresh) wirkt jedoch unzureichend, wenn Silage oder andere Futtermittel bereits stärker erwärmt sind.
- Treten verstärkt Schimmelnester auf, so müssen diese Partien ausselektiert werden.

- Wenn Siloblöcke kurz nach der Entnahme auf dem Futtertisch warm werden, so sollten zumindest die äußeren Schichten aus einer Mischung mit Harnstoff (verbessert die Tiefenwirkung) und Propionsäure behandelt werden (800 g Futter-Harnstoff in 1 l Wasser auflösen plus 1 l Propionsäure, davon 1 l/m²).
- Anschnittflächen sollten ebenfalls bevorzugt aus einer Mischung von Harnstoff und Propionsäure behandelt werden.

Ursachen der Nacherwärmung		
hohe Rohfasergehalte	> 25 %	erschwert Verdichtung
hoher Anwelkgrad	> 40 %	erschwert Verdichtung
zu langes Futter		erschwert Verdichtung
Futterverschmutzung		hoher Ausgangskeimgehalt
mangelnde Walzarbeit		Luft bleibt im Silo

Beurteilung von Grassilagen

Eine einfache sensorische Sinnesprüfung von Silagen nach Geruch, Gefüge und Farbe erlaubt eine Beurteilung der Silagequalität.
Weitere Hinweise auf den Gärverlauf liefert die Kontrolle von pH-Wert und Temperatur sowie die Messung der Verdichtung (der Pressdruckes).
Für die Futterwertbeurteilung liefert die Futteranalyse noch nähere Aussagen.
Silageproben müssen nach der Probeziehung vakuumverpackt werden, um Veränderungen während des Transportes zu vermeiden.

Silagebewertung nach Sinnesprüfung

Fehlgärung:
- Buttersäure (ranzig)
- Essigsäure (stechend)
- Hefen (alkoholisch)
- Schimmel (muffig)

Geruch

Gute Silagequalitäten riechen angenehm, brotartig, leicht säuerlich aromatisch und würzig. Sie sind frei von ranziger Buttersäure und ohne wahrnehmbaren sauer bis brennenden Essigsäure- oder stechenden Ammoniakgeruch sowie frei von einem kompostartigen Fäulnisgeruch. Ein hefiger bis alkoholischer Geruch deutet auf eine verstärkte Hefetätigkeit (Nacherwärmung) und ein muffiger Geruch auf Schimmelbildung infolge von Luftzutritt hin. Bei stärkerer Erwärmung des Silos kann sich ein deutlicher Röstgeruch bzw. nach dem Öffnen auch ein typisch mostartiger Geruch bilden. Herbstsilagen können durch eine schwache Milchsäuregärung grasartig riechen, wodurch die Lagerstabilität leidet. Ganz ohne Milchsäuregärung riecht die Silage fad bis geruchlos.

Gefüge

Das Gefüge der Blätter und Stängel sollte bei einer guten Silage noch erhalten und wenig angegriffen sein. Bei der Griffprobe fühlt sich eine gute Silage kaum feucht an. Keinesfalls darf die Silage schmierig oder schleimig sein.

Farbe

Die Gärfutterfarbe sollte wenig verändert gegenüber dem Ausgangsmaterial sein. Eine schwarze Farbe deutet auf Fäulnis, eine weiß-graue Verfärbung auf Schimmelbildung hin. Eine strohig gelbe Farbe zeigt eine Hitzeschädigung durch stärkere Fermentation an, eine hellgelb ausgebleichte Farbe deutet auf altes oder verregnetes Futter hin und eine grasgrüne Farbe zeigt eine fehlende Milchsäuregärung (z. B. bei zu geringen Temperaturen im Herbst) an.

Sensorische Beurteilung von Grassilagen

Merkmal	gut	mittel	schlecht
Farbe	grünlich-bräunlich	teilweise hellere/	teilweise hellere/
	ohne Abweichung	dunklere Flecken	leuchtend grün
Verschmutzung	frei von Sand	geringe Sand-/	viel Schmutz
		Erdanteile	
Schimmelbildung	nicht erkennbar	einige weißliche/	
		dunkle Stellen	große veränderte
			Flächen
Geruch	aromatisch-brotartig	leicht faulig	faulig, stechend
	säuerlich		
Griffprobe	kaum feucht	spürbar feucht	nass

ÖAG – Sinnesbewertungsschlüssel

1. GERUCH:	**Punkte**
❒ frei von Buttersäuregeruch, angenehm säuerlich, aromatisch, fruchtartig, auch deutlich brotartig	14
❒ schwacher oder nur in Spuren vorhandener Buttersäuregeruch (Fingerprobe) oder stark sauer, stechend, wenig aromatisch	10
❒ mäßiger Buttersäuregeruch oder deutlicher, häufig stechender Röstgeruch oder muffig	4
❒ starker Buttersäuregeruch oder Ammoniakgeruch oder fader, nur sehr schwacher Säuregeruch	1
❒ Fäkalgeruch, fauliger oder starker Schimmelgeruch, Rottegeruch, kompostähnlich	- 3
2. GEFÜGE:	
❒ Gefüge der Blätter und Stängel erhalten	4
❒ Gefüge der Blätter angegriffen	2
❒ Gefüge der Blätter und Stängel stark angegriffen, schmierig, schleimig oder leichte Schimmelbildung oder leichte Verschmutzung	1
❒ Blätter und Stängel verrottet oder starke Verschmutzung	0
3. FARBE:	
❒ dem Ausgangsmaterial entsprechende Gärfutterfarbe, bei Gärfutter aus angewelktem Gras, Kleegras usw. auch leichte Bräunung	2
❒ Farbe wenig verändert, leicht gelb bis bräunlich	1
❒ Farbe stark verändert, giftig grün oder hellgelb entfärbt oder starke Schimmelbildung	0

Die unter 1., 2. und 3. erreichten Punkte werden addiert

1) Abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel

Punkte: ❒❒	Güteklasse:❒	Wertminderung
20–16	1 sehr gut bis gut	gering
15–10	2 befriedigend	mittel
9–5	3 mäßig	hoch
4–3	4 verdorben	sehr hoch

Sinnesprüfung : Farbe – Geruch - Gefüge

Eine gute Silage riecht aromatisch – brotartig, ist kaum feucht und hat eine grüne bis leicht bräunliche Farbe

Kritisch sind Temperaturen über 25 °C in tieferen Schichten von 30 – 50 cm

Messung von pH-Wert, Temperatur und Verdichtung

Der **pH-Wert** wird durch Verwendung eines Indikatorpapieres (Messbereich von 3,8 bis 5,8) gemessen. Ziel ist ein pH-Wert von 4,4–4,8 je nach Anwelkgrad.

Die **Temperatur** kann mithilfe eines Kompostfühlers gemessen werden und liegt normalerweise unter 20 °C (15-18 °C). Kritisch sind Temperaturen über 25 °C in tieferen Schichten von 30–50 cm.

Die **Verdichtung** kann mithilfe eines Kernprobebohrers oder alternativ durch Entnahme (Vermessen und Wiegung eines Siloblocks) ermittelt werden (siehe Pressdichte kontrollieren).

Kenngrößen für Grassilagen

Qualitätsparameter	Toleranzbereich	Maßnahmen
Trockenmasse in %	30–40	mäßiges Anwelken
Trockenmassegehalt in kg/m³	über 200	Häckseln, Verdichten
Rohfasergehalt % in der TM	22–26	früher Schnittzeitpunkt
Häcksellänge	2–4 cm	Messeranzahl
Rohasche % in der TM	unter 10	Rasierschnitt, Verschmutzungsweiden
Energiegehalt in MJ NEL/kg TM	über 6	Gräseranteil über 60 %
Rohprotein	15–18 %	N-Düngung, Schnittzeitpunkt
Zucker im angewelkten Gras	2,0–4 %	Gräseranteil, Schnittzeitpunkt, Anwelkgrad

Qualitätsparameter	Toleranzbereich	Maßnahmen
pH-Wert (TM-abhängig)	4,4–4,8	Förderung der Milchsäuregärung
Essigsäuregehalt in der TM	unter 2 %	Nasssilagen meiden
Buttersäuregehalt in der TM	unter 0,3 %	Verschmutzung meiden
NH_3-N zu Gesamt-N in %	unter 10 %	rasche pH-Absenkung,
	i.TM.	Sauerstoff meiden
Hefepilze in 1.000 je g Futter	weniger als 100	Rasierschnitt meiden
Clostridien in 1.000 je g Futter	weniger als 10	Verschmutzung meiden
Schimmelpilze in 1.000 je g Futter	weniger als 10	ausreichend verdichten (Sauerstoff)

*** Der pH-Wert bringt auch den Milchsäuregehalt zum Ausdruck, welcher etwa 80 % der Gesamtsäure der ca. 2,5 % bzw. 25 g in der Frischmasse betragen soll. Die Milchsäure bewirkt eine rasche pH-Absenkung. Da die Milchsäure nur mit Energieverlust im Pansen zu Propionsäure abgebaut werden kann, soll nicht mehr Milchsäure erzeugt werden, als für die notwendige pH-Absenkung (von Anwelkgrad abhängig) notwendig ist.von**

Kenngrößen für Maissilage

	Einheit	Richtwert
Erntezeitpunkt	Teigreife der Körner	
Trockenmasse	g/kg FM	280–350
Kolbenanteil a. d. Gesamtpflanze	TM-Basis	mind. 55 %
Körneranteil a. d. Gesamtpflanze	TM-Basis	mind. 45 %
Theoretische Häcksellänge	mm	47
Rohprotein	g/kg TM	70–90
nXP	g/kg TM	über 130
RNB	g/kg TM	–7 bis –9
Rohfaser	g/kg TM	170–210
Rohasche	g/kg TM	35–45
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	10,5–10,8
Nettoenergie-Laktation (NEL)	MJ/kg TM	6,3–6,6
SW	1,5–1,7	
pH-Wert		unter 4,5
Milchsäure	g/kg TM	über 20
Essigsäure	g/kg TM	über 10
Buttersäure	g/kg TM	unter 3
Ammoniak N vom Gesamt N		unter 10
Verdichtung	kg/TM/m³	über 220
Futterhygiene	geringer Hefe- u. Schimmelpilzbefall,	
	frei von Mykotoxinen	

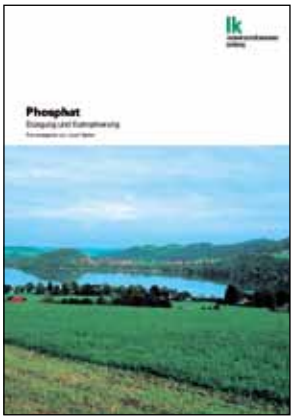
Literatur

Buchgraber K., Pötsch E., Resch R., ÖAG-INFO, 3/2003
Buchgraber K., Resch R., Silageprojekt „Ennstal", 1993, BAL-Gumpenstein, Heft 20
DLG (Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft), DLG zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen n. Weißbach und Honig., 1992
Galler J., Grünlandwirtschaft heute, Eigendruck LK–Salzburg, 2002
Koutny. A., Buchgraber K., Produktion von Qualitätssilagen, ÖAG-Sonderbeilage 2/94
Nußbaum H., Silage-Sinnesbewertung, DLZ-Spezial 2010, S 20-24
Over R., Profis rechnen mit Vollkosten, DLZ-Spezial 2010, S 28-32
Spiekers H., Nußbaum H., Potthast V., Erfolgreiche Milchviehfütterung 4. Auflage, DLG-Verlag, 2009
Pöllinger A., Silage-Entnahmetechniken, ÖAG-Sonderbeilage 1/1996
Resch R., Was können Silierzusätze, Fortschrittlicher Landwirt, Heft 8, 2010
Resch R., Silageprojekt, Sonderdruck LFZ.- Raumberg, 2010
Weiss K., Gärungsverlauf und Gärqualität von nitratarmem Grünfutter, Dissertation. 2000, Humboldt-Universität zu Berlin
Wurm K., **Wilhelm H.,** Ganzjahressilage, ÖAG-Sonderbeilage 8/1998
Bilder: W. Dürnberger, J. Galler, M. Pichler

Weitere Broschüren:

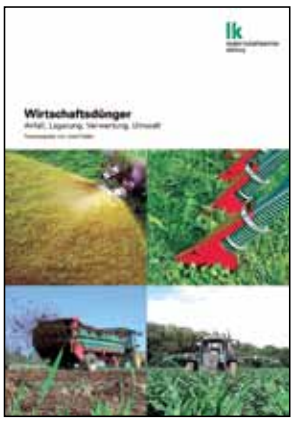
Bestellung bei LK-Salzburg: beu @lk-salzburg.at
Tel. +43(0)662/870571-247

Stickstoff



Phosphat

Kalkdüngung



Wirtschaftsdünger

Grünlandnachsaat

Almbewirtschaftung

Sachregister

A	aerobe Stabilität	11, 20, 22, 46
	anaerobe Stabilität	6,
	Anwelken	5, 10, 13, 52,
	Ammoniak	17, 18, 19, 53
B	Buttersäure	6, 7, 17, 21, 22, 51, 53
	Ballensilage	37
	Botolismus	20
C	Colibakterien	13, 16, 17, 21
	Clostridien	17, 20,
E	Essigsäure	5, 16, 20, 46
	Eiweißabbau	18,1 9
	Ernteverfahren	35
	Energiegehalte	6, 10, 11, 13
F	Fäulnisbakterien	16, 18, 21, 22, 50
	Fahrsilobau	28
G	Grundfutterkosten	4, 39
	Gärdauer	6, 20, 32, 48
	Gärgasbildung	34,
	Gärschädlinge	7, 16, 20, 21, 22, 51
	Ganzjahressilage	40
	Gärheu	40, 41
H	Hefen	15, 19, 21, 45
	Häcksellänge	29, 32
	Hektarerträge	29, 41, 42
K	Konservierungsverluste	35
M	Milchsäuregärung	4, 5, 6, 23, 48
	Mähaufbereiter	14
	Maissilage	31, 32
N	Nitrat	8, 9, 23
	Nutzungsstadien	10, 11
	Nacherwärmung	6, 19, 20, 32, 45, 46, 47,48, 49, 50
	Nachsilieren	34, 35
P	pH-Wert	5, 6, 7, 52, 53
	Pufferkapazität	8, 9, 32
	Pressdichte	29
R	Rasierschnitt	13
	Rohasche	5, 13, 52, 53
	Rohprotein	8, 18, 52, 53,
S	Siloabdeckung	33, 34
	Silofolien	33,
	Sickersaftanfall	28
	Schimmelpilze	14, 20, 21, 48
	Silierzusätze	22, 34, 24, 25, 26
	Silierregeln	9, 10, 32,
	Siloentnahmetechnik	36, 37
	Silospeed	38, 39
	Siloraumbedarf	42, 43, 44
	Silagebewertung	50, 51, 52, 53
T	Trockenmasse	6, 10, 13, 14, 15, 23, 25, 29, 30, 62, 5
	Temperatur	20, 32, 45, 47, 48, 52
V	Vergärbarkeit	6, 8, 9
	Vorschub	20, 28 ,49
	Verdichten	15, 46,47,
W	Walzen	10,30,31
Z	Zucker	5,7,9,10,24,25,

lk
landwirtschaftskammer
österreich

Landwirtschaftskammer Österreich
1014 Wien, Schauflergasse 6
Tel. +43(0)1/53441-0
office@lk-oe.at
www.lk-oe.at