






4.2 Siliersysteme vergleichen

Siliersysteme im Vergleich

Vorteile der verschiedenen Siliersysteme

Hochsilo	Harvestore-Silo	Flachsilo	Siloschlauch	Rund- und Quaderballen
				
<ul style="list-style-type: none"> • Für Eigenmechanisierung geeignet • Etappenweises Silieren ist möglich • Geringer Platzbedarf • Auch für kleine Silovolumen geeignet • Entnahme von Hand oder mit Fräse • Nasssilage grundsätzlich möglich • Für Sommersilagefütterung geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> • Komfortable Futterentnahme mit geringem Zeitaufwand • Mehrfachnutzung des Silos durch laufende Befüllung • Sommersilagefütterung problemlos möglich • Für Betriebe mit hohen Ansprüchen an Fütterung und Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Viel Eigenleistungen beim Bau möglich • Hohe Schlagkraft bei überbetrieblicher Zusammenarbeit • Gut geeignet für Sandwich-Silage • Überfüllen möglich • Geringe Unfallgefahr • Verträglich mit Landschafts-/Ortsbild • Futterblöcke lagern frostsicher • Möglichkeit für Selbstfütterung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr geringe Investition für Silolager • Hohe Flexibilität, nicht ortsgebunden • Für kleine und grosse Lagervolumen • Entnahme von Hand oder maschinell • Geringe Unfallgefahr 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr geringe Investition für Silolager • Hohe Flexibilität, leicht organisierbar, nicht ortsgebunden • Arbeitserleichterung und -einsparung • Für Restflächen und gestaffeltes Silieren geeignet • Weniger Probleme mit Nachgärungen dank Portionensilage • Zusätzliche Kapazitäten bei nicht vorhersehbarem Futteranfall • Silage ist problemlos handelbar

© Ueli Wyss, Agroscope ALP: 1 bis 4; Hansueli Hofmann, Inforama Rütli, Zollikofen: 5

Eine hochwertige Silage kann mit allen Siliersystemen und -techniken erzeugt werden.






Folgende Anforderungen gelten jedoch für alle Silos:

- Luftdichter Siloraum (Grundvoraussetzung zur Herstellung aller Silagen).
- Glatte Oberfläche, damit sich Schmutz schlecht ansetzen kann und die Reinigung wenig Aufwand erfordert.
- Widerstandsfähigkeit gegenüber starken Säuren.
- Abfluss- und Auffangmöglichkeit für Gärssaft in eine geeignete Grube. Gemäss eidgenössischer Gesetzgebung darf Gärssaft weder direkt in den Boden versickern noch in die Kanalisation abgeleitet werden.
- Gefahrloses Füllen und Entnehmen muss möglich sein.
- Bei allen Silotypen müssen die geltenden Gewässerschutzgesetze beachtet werden.

Silagebehälter sollten nach Möglichkeit an einem schattigen Standort platziert werden. Die Erwärmung an sonnigen Standorten fördert Fehlgärungen.

Welches Siliersystem sich für Ihren Betrieb eignet, entscheiden in erster Linie arbeits- und betriebswirtschaftliche Aspekte.

Nachteile der verschiedenen Siliersysteme

Hochsilo	Harvestore-Silo	Flachsilo	Siloschlauch	Rund- und Quaderballen
				
<ul style="list-style-type: none"> • Relativ hohe Investitionen pro m³ Siloraum • Siloentnahmefräse mit hohen Kosten verbunden • Handentnahme günstig, doch hohe körperliche Belastung • Beim Bau wenig Eigenleistungen möglich • Grosse Unfallgefahr (Gärgase, Stürze) • Teure Entsorgung ganzer Silos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Investitionen pro m³ Siloraum • Hohe Abschreibungs- und Wartungskosten für Untenentnahmefräse • Nur für Häckselsilage geeignet • Nicht geeignet für Nasssilagen (<35 % TS) • Nur für grosse Silovolumen (>180 m³) • Beim Bau wenig Eigenleistungen möglich • Grosse Unfallgefahr (Stürze, Gärgase) • Teure Entsorgung ganzer Silos 	<ul style="list-style-type: none"> • Grosser Platzbedarf • Nur für grössere Einheiten geeignet • Grosser Personalbedarf beim Befüllen und Abdecken • Nachfüllen aufwändig • Für Nasssilagen weniger geeignet • Entsorgung der Silofolie problematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Für Nasssilagen nicht geeignet • Erfordert eine schlagkräftige Ernte • Relativ hoher Platzbedarf für die Lagerung • Gefahr der Beschädigung der Schlauchfolie durch Tiere/Mensch • An Hanglagen nicht geeignet • Entsorgung der Schlauchfolie problematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Fremdkosten • Stark abhängig vom Lohnunternehmer • Relativ hoher Platzbedarf für Ballenlagerung • Ballenumschlag nur maschinell möglich • Gefahr der Beschädigung der Folie durch Tiere/Mensch • Beeinträchtigung des Landschaftsbildes bei Lagerung an ungeeignetem Standort • Hoher Folienverbrauch • Entsorgung der Wickelfolie problematisch

© Ueli Wyss, Agroscope ALP: 1 bis 4; Hansueli Hofmann, Inforama Rütli, Zollikofen: 5

Hochsilos

Hochsilos sind in der Schweiz traditionell stark verbreitet. Material (Kunststoff, Metall, Holz oder Beton) und Grösse variieren stark. Die Silage wird oben entnommen. Pro Kubikmeter Siloraum können je nach TS-Gehalt und Silohöhe 400 bis 700 Kilogramm Grassilage oder 550 bis 600 Kilo Maissilage gelagert werden.

Eigenschaften

- Das Futter presst sich durch den Eigendruck selber, was aber nur für untere Schichten im Silo gilt.
- Ein Überdruckventil gewährt den Druckausgleich, der durch die täglichen Temperaturschwankungen verursacht wird.
- Zum Füllen dient meistens ein Gebläse. Hohe Einfuhrleistungen sind möglich, bedingen aber eine entsprechende Mechanisierung.
- Die Silage kann von Hand oder maschinell (Silofräse) entnommen werden.
- Ein-Mann-Verfahren ist möglich.

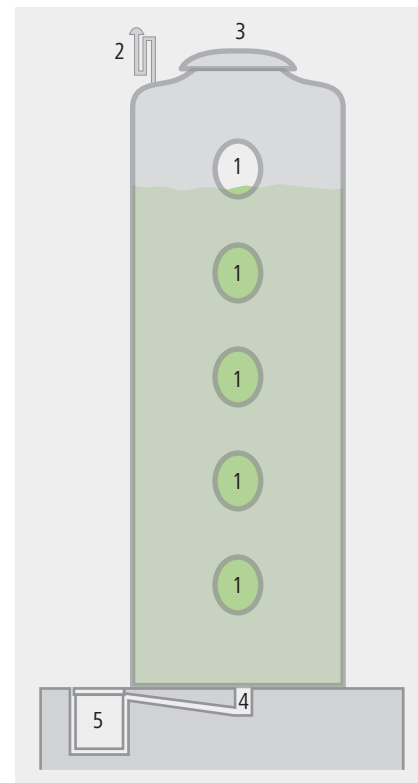
Baumaterialien und Schutzanstriche von Hochsilos

Material	Eigenschaften
Beton	Ein Schutzanstrich ist nötig. Nur mit teurer Polyesterabklebung ist Beton ähnlich luftdicht wie Kunststoff. Gut wärmedämmend. Im Eigenbau mittels Schalungsverleih recht kostengünstig, ein dauerhafter Schutzanstrich verteuert jedoch vor allem kleinvolumige Betonsilos wesentlich.
Glasfaserverstärkter Kunststoff	Kein Anstrich nötig. Luftdicht. Nicht wärmedämmend. Auch geeignet für Standorte im Freien. Leicht versetzbar.
Stahl	Luftdicht. Nicht wärmedämmend. Muss gegen Korrosion kunststoffbeschichtet oder emailliert sein. Teuer.
Holz	Weniger luftdicht als Kunststoff. Holz zieht sich zusammen. Luft fliesst durch Ritzen ein, daher sind Holzsilos für Silage mit sehr hohem TS-Gehalt weniger geeignet. Sie sind nur noch zum Aufstellen in Gebäuden erhältlich.

Folgende Gründe sprechen für den Einsatz von mehreren Hochsilos pro Betrieb:

- Kleine Silodurchmesser ergeben grössere Entnahmetiefen pro Tag. Dadurch ist das Risiko für Nachgärungen viel geringer. Trotz höherer Investitionskosten kann es sich lohnen, mehrere Silos mit geringerem Durchmesser zu erstellen.
- Kleinere Silos können eher in einem Mal eingefüllt werden.
- Feuchte Silage, beispielsweise im Herbst, kann in einen leeren Behälter eingefüllt werden.
- Für jede Futterart steht ein eigener Silo bereit (günstig im Ackerbaubetrieb).

Hochsilo



- 1 Einstiegs- und Entnahmeluken
- 2 Überdruckventil
- 3 Tauchdeckel
- 4 Gärablauf mit Siphon
- 5 Gärabfallbehälter

Handhabung

Vorbereitung: Der Gärstoffablauf, der unten im Silo das Eindringen der Luft durch einen Siphon verhindert, wird mit Wasser gefüllt. Vor dem Einfüllen müssen Sie sämtliche Dichtungen und das Überdruckventil überprüfen und nötigenfalls erneuern.

Einfüllen: Beim Einsilieren ist es wichtig, dass sich der Futterkegel in der Mitte des Silos bildet und nicht am Rand. Der Futterkegel sollte ausgeebnet werden.

Unterbrüche beim Einsilieren: Unterbrechen Sie das Einsilieren, ist es nötig, dass Sie die Futteroberfläche ausgleichen, festtreten und mit einer Plastikfolie oder besser mit einer Silowasserpresse abdecken.

Pressen: Das Siliergut lässt sich mit Wasserpressen oder mit festem, schwerem Material wie Sandsäcken oder Betonklötzen pressen. Betonklötze sind vor allem in mit einem Greiferkran ausgestatteten Scheunen gebräuchlich. Bei Wasserpressen gilt es zu beachten, dass das Wasser nicht in die Silage sickert.

Nachfüllen: Wird nicht oder wenig angewelktes Futter, das Gärstoff in die darunter liegende Silage abgibt, nachgefüllt, leidet die Gärqualität der unteren Schichten. Nachfüllen wird daher nicht empfohlen. Wird trotzdem nachgefüllt, muss die Unfallgefahr durch Siliergase beachtet werden.

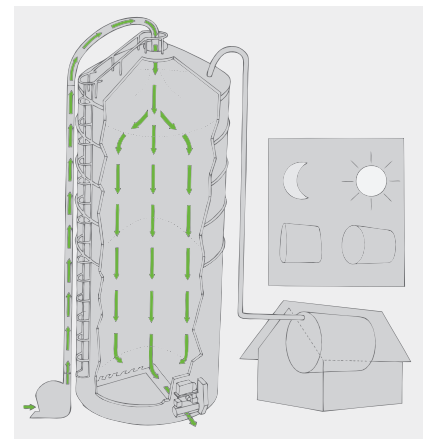
Gasdichte Metallsilos (Harvestore)

Metallsilos bestehen aus emailliertem Stahl und sind praktisch gasdicht. Konserviert wird nicht nur durch Milchsäurebildung und pH-Wert-Absenkung, sondern vor allem durch die hohe Konzentration an CO_2 -Gas. Die Siloentnahme erfolgt durch eine Untenentnahmefrüse.

Eigenschaften

- Der CO_2 -Verlust wird durch eine so genannte «Lunge» verhindert. Die Lunge ist ein gasdichter Sack, der inner- oder ausserhalb des Silos angebracht ist und zusätzlich für den Druckausgleich infolge Temperaturdifferenz sorgt.
- Das Nachfüllen kann kontinuierlich erfolgen, das heisst, auch wenn der Silo nicht leer ist.
- Durch die CO_2 -Atmosphäre ist es möglich, Futter mit einem hohen TS-Gehalt zu konservieren, das sonst schlecht vergärt.
- Das Futter muss kurz gehäckselt werden, damit es im Silo nachrutscht und problemlos entnommen werden kann.
- Für Nasssilage ist dieses System nicht geeignet. Der Gärstoff beschädigt die Untenentnahmefrüse.

Harvestore-Silos sind mit einer externen « CO_2 -Lunge» ausgestattet



Flachsilos

Flachsilos – auch Fahrsilo genannt – haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Im Vergleich zu Hochsilos weisen sie pro Kubikmeter tiefere Investitionskosten auf. Sie erlauben den Einsatz sehr schlagkräftiger Ernteverfahren. Die Entnahme lässt sich gut und oft auch überbetrieblich mechanisieren.

Eigenschaften

- Nacheinander einsiliertes Futter kann miteinander entnommen werden.
- In sehr ertragreichen Jahren kann das Silo leicht «überfüllt» werden.
- Flachsilos gibt es mit geraden und schrägen Seitenwänden. In Silos mit schrägen Seitenwänden (Typ Traunsteinersilo) kann das Futter bis an den Rand gut gewalzt werden.
- Die Breite sollte mindestens zwei Traktorfahrspuren betragen. Dies erlaubt gleichzeitiges Entladen und Walzen.
- Die Länge sollte so gewählt werden, dass beim Entladen eine Ladewagenladung auf die ganze Länge verteilt wird. Durch befestigte Anfahrtswege kann der Schmutzeintrag durch Fahrzeugreifen reduziert werden.
- Beim Einfüllen braucht es mindestens drei Arbeitskräfte. Die überbetriebliche Zusammenarbeit ist deshalb eine wichtige Voraussetzung.
- Ein Flachsilo eignet sich schlecht für mehrmaliges Nachfüllen, weil der Arbeitsaufwand für das Ab- und Zudecken beträchtlich ist. Arbeitstechnisch ist es deshalb interessant, möglichst grosse Flächen miteinander zu ernten.

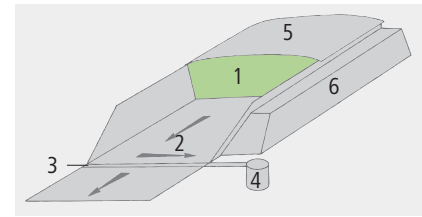
Handhabung

Vorbereitung: Für einen reibungslosen Ablauf der Ernte ist eine gute Organisation nötig. Sämtliches Abdeckmaterial muss vorhanden sein.

Einführen: Die mögliche Einfüllgeschwindigkeit ist direkt von der Leistung des Walztraktors abhängig. Unterbrüche beim Einführen gilt es zu vermeiden. Der TS-Gehalt der letzten Wagenladungen darf nicht zu hoch sein (maximal 30 bis 35 %), damit die Abschlusschicht sehr gut verdichtet werden kann. Am Schluss muss die Oberfläche des gefüllten Silos so gestaltet sein, dass Regenwasser abfliessen kann.

Walzen: Eine hohe Verdichtung ist zentral. Maissilage sollte beispielsweise eine Dichte von über 220 kg TS pro m³ aufweisen. Besonders die Randschichten und die obersten Schichten sind oft ungenügend verdichtet. Die Einfuhrleistung richtet sich nach dem Walzgerät.

Flachsilo



- | | |
|----------------|-------------------|
| 1 Siliergut | 4 Gärsaftbehälter |
| 2 Gefälle | 5 Abdeckung |
| 3 Gärsaftrinne | 6 Seitenwand |



© Ueli Wyss, Agroscope ALP

Flachsilos sollten genügend breit sein, so dass beim Einsilieren Ladewagen und Walzfahrzeug kreuzen können.

Wichtige Regeln beim Walzen

- Das Gewicht des Walzfahrzeuges sollte mindestens ein Drittel des pro Stunde eingeführten Futtergewichts betragen. Je breiter die Bereifung ist, desto höher muss das Gesamtgewicht sein. Zusatzgewichte können mit geringem Aufwand selbst hergestellt werden.
- Beim Einführen sofort auch mit dem Walzen beginnen. Die eingebrachten Futterschichten dürfen maximal 20 cm dick sein.
- Walztechnik: Geschwindigkeit 2 bis 4 km/h, jede Stelle sollte zwei bis drei Mal überfahren werden. Sperriges und stark angewelktes Futter besonders sorgfältig verdichten.
- Das Walzen ist bei leistungsfähigen Feldhäckslern oft der begrenzende Faktor. In solchen Situationen sollte der beste Fahrer den Walztraktor bedienen.

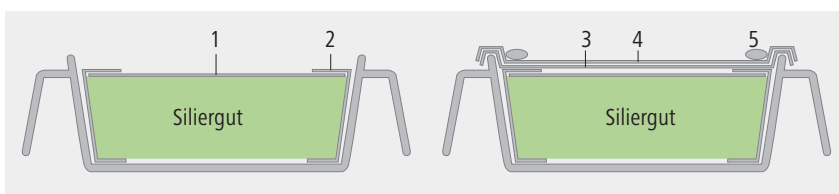
Verschliessen

Nachdem die Walzarbeit abgeschlossen ist, muss der Silo luftdicht abgedeckt werden. Zur rationellen Abdeckung sind drei Personen nötig. Beim Abdecken darf die Folie nicht verletzt werden.

1. Unterziehfolie (0,04 mm): Sie bewirkt die Luftabdichtung gegen oben. Dünne Folien legen sich besser ans Futter an und werden deshalb auch als Saugfolie bezeichnet.
2. Einschlagen der Wandfolie (0,15 mm): Sie schonen die Seitenwände und bewahren die Silage vor seitlich eindringendem Wasser und Luft.
3. Zudeckfolie (0,15 bis 0,20 mm): Sie muss UV-stabil sein und eine gute Reissfestigkeit aufweisen (Spezialfolien). Die Zudeckfolie sollte seitlich über die Wandplatten hinweg gelegt werden, damit dort kein Regenwasser eindringen kann.
4. Schutzgitter: Ein feines, sehr stabiles Kunststoffnetz schützt die Folien vor Vögeln und kleinen Tieren wie Katzen und Mäusen. Vor grösseren Tieren und dem Betreten durch Menschen schützt nur ein stabiler Zaun.
5. Beschwerung: Mit Splitt gefüllte Säcke (kein Sand wegen Frost) bewahren die Folien vor dem Wegfliegen und dem Flattern. Lückenlose Querabdeckungen im Abstand von vier Metern verhindern, dass der Wind die Folienschicht beziehungsweise das Schutzgitter bewegt oder beim geöffneten Silo unter die Folie dringen kann.

Entnahme: Das Futter nur soweit wie unbedingt nötig abdecken. Die Anschnittfläche muss glatt sein, damit wenig Sauerstoff in die Silage eindringt. Futter, das nicht mechanisch entnommen werden kann (z.B. in den Ecken), ist sofort aus dem Silo zu entfernen. Die leere Fahrsilofläche muss besensauber sein, damit Regenwasser nicht mit Silage vermischt wird. Gärssaft muss aufgefangen werden können (Güllegrube, Schacht).

Korrektes Verschliessen des Flachsilos



- 1 Unterziehfolie (0,04 mm)
- 2 Einschlagen der Wandfolie (0,15 mm)
- 3 Zudeckfolie (0,15–0,20 mm)
- 4 Schutzgitter
- 5 Beschwerung

Siloschlauch

Bei diesem Verfahren wird das Siliergut mit Spezialmaschinen in Folien-schläuche gepresst.

Eigenschaften

- Die Schlauchsilierung ist ein flexibles Siliersystem, erfordert aber grosse Fachkompetenz, Erfahrung und qualitativ hochstehendes Material.
- Verschiedene Maschinentypen und Ausstattungsvarianten machen es möglich, Schläuche von 1,5 bis 4,2 Meter Durchmesser zu füllen und gleichzeitig zu verdichten.
- Die Schlauchlänge variiert zwischen 30 und 150 Metern. Darin können 100 bis 1500 Tonnen Futter eingefüllt werden.



© Hansueli Hofmann, Inforama

Siloschlauch.

Ballensilage

Die Konservierung von Silage in Ballen hat vor allem wegen der hohen Flexibilität und des geringen Investitionsbedarfs eine grosse Bedeutung. Hergestellt werden verschiedene Rund- und Quaderballentypen. Pressen und Wickeln kann auf dem Feld oder stationär erfolgen, entweder mit separaten Maschinen oder mit Press-Wickelkombinationen.

Eigenschaften

- Die Qualität der Silage hängt wesentlich vom Ausgangsmaterial sowie von der Arbeitsqualität beim Pressen und Wickeln ab.
- Nur gut angewelktes Futter (35 bis 45 % TS) lässt sich sinnvoll in Ballen silieren. Nasses Futter eignet sich nicht für Ballensilage, weil sich die Ballen stark verformen und der Gärstoff nicht abgeleitet wird.
- Die Silage ist von dünnen, UV-beständigen Folienschichten umgeben. Die Gefahr einer Beschädigung und damit eines Luftzutritts ist gross.
- Die Ernte und die Herstellung der Ballensilage erfolgt durch Lohnunternehmer. Für die Lagerung sind nur geringe Investitionskosten und wenig Handarbeit nötig.

Handhabung

Organisation: Eine rechtzeitige Absprache mit dem Lohnunternehmer ist nötig, damit Gewähr besteht, dass das Futter zum gewünschten Zeitpunkt gepresst und gewickelt werden kann.

Pressen: Je nach dem Typ der Presse sind die Ballen unterschiedlich stark verdichtet. Die meisten Pressen sind mit Messern ausgerüstet. Dadurch wird das Futter stärker verdichtet, und es lässt sich leichter entnehmen.

Wickeln: Die Ballen müssen nach dem Pressen so schnell wie möglich gewickelt werden. Je rascher der Luftabschluss erfolgt, desto schneller beginnt die Milchsäuregärung. Empfohlen werden sechs Wickellagen. Jeder Transport der gewickelten Ballen birgt die Gefahr von Folienbeschädigungen. Mit dem Wickeln der Ballen am Lagerort kann dieses Risiko verringert werden.

Endlos-Wickelverfahren

Beim Endlos-Wickelverfahren (Strangwickel-Verfahren), einem Spezialverfahren, werden mehrere Ballen mit einer 75 cm breiten Stretchfolie zu einem Strang zusammengewickelt.

Dieses Verfahren spart gegenüber einzeln gewickelten Ballen bis zu 50% Folie ein. Die Ballen können so aber nicht mehr transportiert werden.



© Ueli Wyss, Agroscope ALP

Für eine optimale Silagequalität und zur Verhinderung von Fehlgärungen sollten Ballen innerhalb von zwei Stunden nach dem Pressen gewickelt werden.

Farbe der Folien: Helle Folien eignen sich besser als dunkle, weil die Temperatur unter hellen Folien weniger stark ansteigt. Dies ist besonders zu beachten, wenn die Ballen nicht am Schatten gelagert werden können. Für Ballen, die im Herbst hergestellt werden, können auch farbige oder dunkle Folien verwendet werden.

Lagerung: Rundballen werden am besten auf der Stirnseite liegend auf einem befestigten Platz gelagert. Die Bodenoberfläche sollte glatt sein, um das Risiko von Beschädigungen der Folie zu minimieren. Auf Naturboden können Mäuse die Ballen befallen. Eine Plane kann das Problem entschärfen. Die Ballen können aber auch von der Seite oder von oben durch Tiere wie Krähen beschädigt werden. Deshalb empfiehlt sich eine Schutzabdeckung. Die Ballenfolien sind regelmässig auf Löcher zu kontrollieren. Falls vorhanden, kleben Sie die beschädigten Stellen mit Spezialklebband zu.

Die Lagerung von Siloballen auf Pufferstreifen entlang von Gewässern, Waldrändern, Hecken, Feld- und Ufergehölzen oder auf Biodiversitätsförderflächen (BFF) ist verboten. Silofolien müssen fachgerecht entsorgt werden (Recycling). Das Verbrennen von Plastikfolien ist verboten.



© Ruedi Tschachtli, BBZ N Schüpfheim

Eine korrekte Lagerung der Siloballen vermeidet Beschädigungen und Umweltprobleme.

Gewicht von Siloballen mit 40% TS

Ballenart	Masse	Volumen pro Balle	Gewicht pro Balle
Rundballe	120 × 120 cm	1,4 m ³	700 kg
Quaderballe	150 × 90 × 60 cm	0,8 m ³	450 kg
Quaderballe	170 × 90 × 80 cm	1,2 m ³	700 kg