

Siliverfahren im Vergleich

Helmut Ammann und Rainer Frick, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

E-Mail: helmut.ammann@fat.admin.ch

Zur Gewinnung von Gras- und Maissilage stellt sich für jeden Landwirt die Frage, ob mit den auf dem Betrieb vorhandenen Arbeitskräften, Maschinen und Einrichtungen ein problemloses und wirtschaftliches Silieren möglich ist. Mitentscheidend sind bei der Auswahl des passenden Verfahrens neben den technischen Möglichkeiten die zu konservierenden Silagemengen, die Anzahl der Befüllungen pro Jahr sowie die zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte und finanziellen Mittel. Der vorliegende Verfahrenvergleich bezieht sich auf eine Silagemenge von zirka 190 m³, entsprechend einer Erntefläche von 14 ha (Grassilage) bzw. von 3 ha (Maissilage) und umfasst die Arbeiten von der Ernte bis zur Futtervorlage. Die Futtermenge deckt den Silagebedarf

von zirka 45 GVE während 165 Winterfüttertagen. Die Berechnungen zeigen, dass die den Verfahren zuteilbaren Investitionen (Silolager, Maschinen und Einrichtungen) in einem grossen Bereich von rund Fr. 14 000.– (Grassilage in Ballen) und Fr. 16 000.– (Maissilage in Ballen) bis Fr. 162 000.– (Metallsilo mit Untenentnahmefräse) variieren. Bei Grassilage liegen die jährlich zuteilbaren Kosten im günstigsten Fall (Verfahren Quaderballen mit Handvorlage) bei Fr. 6'100.– pro Jahr. Das teuerste Verfahren ist das Hochsilo aus Metall mit Untenentnahme und Futtermischwagen mit jährlichen Kosten von Fr. 23 600.–. Hochsilo- und Flachsiloverfahren verursachen bei der Ernte mit dem Ladewagen den grössten Arbeitszeitbedarf (55 AKh pro Jahr), da das Einlagern in den

Silo viel Zeit beansprucht. Am wenigsten betriebseigene Arbeitsstunden bindet die Herstellung von Rund- oder Quaderballen, wenn das Pressen und Wickeln in Lohnarbeit durchgeführt wird, sowie das Siloschlauchverfahren, rund 38 AKh pro Jahr. Die für die Futterentnahme und



Abb.1: Gras- und Maissilagen lassen sich mit verschiedenen Verfahren herstellen, lagern, entnehmen und vorlegen.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Auswahl der Verfahren	2
Neue Siliverfahren im Aufwind	2
Verfahrensvergleich für Gras- und Maissilage	3
Arbeitswirtschaft	9
Handarbeit	10
Wirtschaftlichkeit	11
Wirtschaftliche Ergebnisse im Vergleich	12
Einfluss geänderter Rahmenbedingungen	17
Schlussfolgerungen	18
Vor- und Nachteile im Überblick	18
Literatur	19

-vorlage erforderliche Arbeitszeit beträgt je nach gewählter Technik 66 bis 140 AKh und liegt damit um einiges höher als jene für die Ernte und Einlagerung zusammen. Bei Maissilage liegen die zuteilbaren Kosten zwischen Fr. 7300.– (Hochsilo mit Handentnahme und -vorlage) und Fr. 21 200.– (Metall-Hochsilo mit Untenentnahmefräse und Mischwagen). Den geringsten Arbeitszeitbedarf beansprucht das Verfahren mit Siloballen, Frontlader und Mischwagen (82 AKh), den höchsten das Verfahren Hochsilo mit Handentnahme und -vorlage (188 AKh). Entnahmefräsen oder Fräsmischwagen gestalten die Krippenvorlage rationeller und ergonomisch einfacher, bewirken aber eine deutliche Erhöhung der jährlichen Kosten, wodurch die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit dieser Verfahren bei kleinen Futtermengen stark zu relativieren ist.

Auswahl der Verfahren

Gras- und Maissilage lassen sich mit unterschiedlichen Verfahren bereitstellen. Für die Wahl der Ernte-, Lager-, Entnahme- und Vorlagetechnik spielen folgende **Faktoren** eine Rolle:

- Gesamte, für den Betrieb zu konservierende Futtermenge
- Anzahl Befüllungen pro Jahr
- Futtermenge, die je Einlagerung siliert wird
- Anzahl der verfügbaren Arbeitskräfte auf dem Betrieb
- Physische Belastbarkeit der Arbeitskräfte

Problemstellung

Für die Gewinnung von Gras- und Maissilage bieten sich verschiedene Arbeitsverfahren an (Abb.1). Mit dem Aufkommen der Silageballen und der Schlauchtechnik stehen heute Verfahren zur Verfügung, die im Gegensatz zu Hoch- und Flachsilo ohne grosse Investitionen in bauliche Einrichtungen auskommen. Sowohl die Ernte und Einlagerung als auch die Futterentnahme und -vorlage lassen sich heute mit der betriebseigenen Mechanisierung oder im überbetrieblichen Einsatz (Miete, Miteigentum, Maschinenring, Lohn-

unternehmer) durchführen. Anhand einiger ausgewählter Verfahren wurden die technischen Möglichkeiten bei der Gras- und Maissilageherstellung und deren Auswirkungen auf Arbeitszeitbedarf, Investitionen und Kosten untersucht. Der Verfahrensvergleich kann dabei nur einige grundsätzliche Unterschiede und Tendenzen aufzeigen. Für die Auswahl des passenden Verfahrens für den Betrieb sind die hier getroffenen Annahmen im Einzelfall zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

- Möglichkeiten der überbetrieblichen Zusammenarbeit
- Eignung und Verfügbarkeit der vorhandenen Geräte und Maschinen
- Bauliche Einrichtungen auf dem Betrieb
- Einpassung der Silolager in die Umgebung sowie mögliche ökologische und baurechtliche Restriktionen

Jedes landwirtschaftliche Unternehmen hat seine eigenen Rahmenbedingungen und einzelbetrieblichen Voraussetzungen, nach denen die Machbarkeit sowie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten abzuwägen sind.

Neue Silierverfahren im Aufwind

Tabelle 1 zeigt die grundsätzlichen technischen Möglichkeiten zur Herstellung, Lagerung, Entnahme und Vorlage von Gras- und Maissilage. Neben den bekannten und bewährten Verfahren Hochsilo, Flachsilo und Rund- bzw. Quaderballen für Grassilage haben in den vergangenen Jahren zwei neue Techniken von sich reden gemacht: Maishäcksel in Ballen und Silage im Schlauch.

• Maishäcksel in Ballen

Seit kurzer Zeit ist es in der Schweiz möglich, Maishäcksel sowohl in Quader- wie auch in Rundballen zu konservieren. Zur Zeit sind Press-Wickelkombinationen für Rundballen zahlreicher (Abb. 2). Zwei

Tab. 1: Technische Möglichkeiten für die Gewinnung von Gras- und Maissilage

	Hochsilo Kunststoff	Hochsilo Metall	Flachsilo	Siloschlauch	Rund- oder Quaderballen	Maishäcksel-Rundballen
Ernte	Mähaufbereiter + Kreiselheuer + Kreiselschwader Anbau- oder Selbstfahrhäcksler mit Maisgebiss					Maishäcksel
Einführen	Ladewagen (Kurzschnitt) Dosierladewagen Feldhäcksler, Häckselwagen Häckselwagen	Feldhäcksler, Häckselwagen Häckselwagen	Dosierladewagen Feldhäcksler, Häckselwagen Feldhäcksler, Muldenkipper Häckselwagen Muldenkipper	Ladewagen (Kurzschnitt) Dosierladewagen Feldhäcksler, Häckselwagen Feldhäcksler, Muldenkipper Häckselwagen Muldenkipper	Rundballenpresse und Wickelgerät Quaderballenpresse und Wickelgerät Press-Wickel-Kombination	Häckselwagen
Einlagern	Vielzweckgebläse Häckselgebläse	Häckselgebläse	Walztraktor Pneulader	Siloschlauchpresse	Frontlader mit Klemmzange, Pneuwagen	Press-Wickelkombination für Maisballen (stationär)
Entnahme	Von Hand Obenentnahmefräse	Untenentnahmefräse	Siloblocksneider Frontlader mit Krokodilzange Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät) Fräsmischwagen	Von Hand Siloblocksneider Frontlader mit Krokodilzange Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät) Fräsmischwagen	Frontlader mit Klemmzange Klemmzange, Dreipunktanbau	Frontlader mit Klemmzange Hubstapler
Vorlage	Von Hand Futtermischwagen	Von Hand Futtermischwagen	Von Hand Futtermischwagen Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät) Fräsmischwagen	Von Hand Futtermischwagen Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät) Fräsmischwagen	Von Hand Ballenaufösegerät Futtermischwagen	Von Hand Futtermischwagen

■ Für Grassilage ■ Für Maissilage ■ Für Gras- und Maissilage



Abb. 2: Maishäcksels in Ballen sind leicht handelbar.



Abb. 3: Silage im Schlauch benötigt keine grossen Investitionen.

Fabrikate bzw. Systeme mit Zapfwellenantrieb wurden in einer Zusammenarbeit von Lohnunternehmer und Landmaschinenfirma entwickelt: Baltensberger/Orkel und Lehmann/Landtechnik Zollikofen. Beide Maschinen sind gezogene Presswickel-Kombinationen für den stationären Einsatz, die mit einem leistungsstarken Traktor von zirka 130 PS angetrieben werden. Das Häckselgut gelangt vom Häckselwagen in den Einlasstrichter und wird von dort via Förderband nach oben transportiert. Ein Dosiergerät sorgt für die konstante Beschickung der Presse. Die von oben beschickte und mit Bändern abgedichtete Presskammer formt einen 115 x 120 cm grossen Rundballen.

Ein Rückführband unter der Presse fördert unten austretendes Häckselgut zurück zum Einlasstrichter. Die Netzbindung des gepressten Ballens erfolgt mit fünf bis acht Umdrehungen. Der Ballen wird anschliessend vom Doppelarmwickler mit einer 75 cm breiten Stretchfolie sechslagig gewickelt und auf den Boden oder auf ein Palett abgelegt. Das folgende Handling erfolgt mit Stapler, Front- oder Heckgabel. Mit einem Isobus-Gerät (kombiniertes Steuergerät auf dem Traktor) kann der Bediener alle Funktionen der Presse überprüfen. Die Ballen haben je nach TS-Gehalt ein Gewicht von 750 bis 1000 kg. Die Maschinen erreichen theoretisch einen Durchsatz von bis zu 40 Ballen pro Stunde. Real lassen sich je Stunde 25 bis 30 Ballen produzieren. Eine gut organisierte Ernte und eine reibungslose Zufuhr mit zwei oder drei Dosierwagen sowie eine rasche Wegfuhr der fertigen Rundballen ist Bedingung für eine effiziente Arbeit. Die Maschinen haben einen Neuwert von rund 240 000 bis 300 000 Franken.

• Silage im Schlauch

Dieses Verfahren wird heute von mehreren Lohnunternehmern in der Schweiz angewendet (Abb. 3). Die hier beschriebene Schlauchpresse stammt vom amerikanischen Hersteller AG-BAG. Die Pressen AG-BAGGER G 6700 mit Frontalbeschickung bzw. G 6000 mit seitlicher Beschickung sind traktorgetriebene Modelle mit einem Schlauchdurchmesser von 240 cm. Die Maschine hat folgende Bestandteile: Pressrotor, Planetengetriebe für den Zapfwellenantrieb, automatisch gesteuerte Scheibenbremse zur Regulierung des optimalen Pressdruckes (eingestellt auf zirka 100 bar), Abladetisch (3 m breit) mit Zuführdosierband, Fernsteuerung für Zapfwellenantrieb mit Überlastsicherung, zwei Seilrollen mit Pressgitter, Tank und Dosiergerät für den Zusatz von flüssigen Siliermitteln. Für den Antrieb benötigt man einen Traktor mit mindestens 75 PS für Mais bzw. 100 PS für Gras. Die Beschickung der Presse kann mit Ladewagen, Dosierwagen oder Kippem erfolgen. Eine gleichmässige Befüllung des Pressrotors ist wichtig, damit im Siloschlauch in Längsrichtung keine Wülste entstehen. Als Folienschlauch dient eine dreilagige, 220 Mikrometer (220/1000 mm) dicke PE-Folie, die es in Längen von 30, 45, 60 und 75 m gibt. Der Schlauch ist bis zu 18 % dehnbar. Pro Laufmeter werden etwa 4,1 bis 4,3 m³ Silage verpackt. Ein 20 m langer Siloschlauch fasst somit etwa 85 m³ Silage. Bei einer reibungslosen Futteranfuhr kann die Presse je nach Siliergut zwischen 25 und 60 t Pressgut pro Stunde verarbeiten. Eine gut organisierte Ernte ist auch hier für eine effiziente Arbeit Bedingung. Nach dem Schliessen des Siloschlaches sollte für die Gärgasentlüftung ein Siphon gesetzt werden. Die Schlauchpresse hat einen Neuwert von zirka Fr. 102 000.–.

Verfahrensvergleich für Gras- und Maissilage

Gras und Mais lassen sich mit unterschiedlichen technischen Möglichkeiten silieren, lagern und vorlegen. Die vorliegenden Verfahrensvergleiche zeigen die Auswirkungen diverser Mechanisierungen und Lagermöglichkeiten auf die zuteilbaren Investitionen und Kosten sowie den benötigten Arbeitszeitbedarf. Organisatorisch lassen sich die anfallenden Arbeiten von vorwiegend selbst erledigter Arbeit bis zu hauptsächlich durch Dritte durchgeführte Arbeiten bewältigen. Auch bei der Einsatz- und Besitztart der benötigten Maschinen, Einrichtungen und Futterlager gibt es verschiedene Möglichkeiten: Eigentum, Miteigentum, Miete und Lohnarbeit. Je nach gewählter Lösung ergeben sich unterschiedliche wirtschaftliche und organisatorische Konsequenzen. Alle möglichen Verfahren sind in den Tabellen 2 bis 5 systematisch dargestellt.

Bei der Gewinnung von **Grassilage** läuft die Ernte in sämtlichen Verfahren gleich ab: Mähen mit Aufbereiter, einmal Zetten, Schwaden mit Zweikreiselschwader. Im Verfahren EEG 1 (Ernte und Einlagerung Grassilage in Tab. 2) kommt für das Einführen der eigene sowie ein zugemieteter Ladewagen mit Kurzschnitt zum Einsatz; das Einlagern erfolgt mit dem Vielzweckgebläse. In den anderen beiden Hochsilo-Verfahren (EEG 2 und EEG 3) wird das Futter mit dem Selbstfahrhäcksler im Lohn gehäckselt, mit zwei zugemieteten Häckselwagen heimgeführt und mit dem Häckselgebläse (Miete) einsiliert. Bei den Flachsilo-Verfahren wird das Futter

FAT-Berichte Nr. 627: Silierverfahren im Vergleich

Tab. 2: Ausgewählte Verfahren für die Ernte und das Einlagern von Grassilage

Ernteflächen und -mengen		Grassilage, 14 ha, 1050 dt Silage, 420 dt TS										
Verfahren		EEG 1	EEG 2	EEG 3	EEG 4	EEG 5	EEG 6	EEG 7	EEG 8	EEG 9	EEG 10	EEG 11
Art der Silagelagerung		Hochsilos	Hochsilos	Hochsilos	Flachsilos	Flachsilos	Flachsilos	Siloschläuche	Siloschläuche	Rundballen	Rundballen	Quaderballen
Baumaterial		GFK	GFK	Metall	Beton	Beton	Beton	Kies	Kies	Kies	Kies	Kies
Bedarf an Lagerraum		194 m ³	194 m ³	194 m ³	180 m ³	180 m ³	180 m ³	191 m ³	191 m ³	197 m ²	197 m ²	169 m ²
Bedarf an speziellem Lagerplatz								182 m ²	182 m ²			
Gewählte Baulösung		2 x 105 m ³	2 x 105 m ³	1 x 195 m ³	1 x 180 m ³	1 x 180 m ³	1 x 180 m ³	2 x 96 m ³	2 x 96 m ³	150 Rb	150 Rb	150 Qb
Anzahl Ballen an Lager												
Massgebende Mechanisierung mit Einsatz- und Besitztart												
Zugkräfte												
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Traktor, 4-Radantrieb, 70 kW (95 PS)	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Mähen und bearbeiten												
Mähauflbereiter, 2,1-2,8 m	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Kreiselheuer, 6,1 -7,5 m	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Bergen und Transport												
Selbstfahrender Häcksler mit Pick-up, 250 kW (340 PS)	L		Lohnans.	Lohnans.		Lohnans.	Lohnans.	Lohnans.	Lohnans.			
Ladewagen 1	E	variabel										
Kurzschnitt zu Ladewagen 1	E	fix + var.										
Ladewagen 2 mit Kurzschnitt	M	Miete										
Häckselwagen 1 mit Dosiereinrichtung bis 20 m ³	M		Miete	Miete		Miete		Miete				
Häckselwagen 2 mit Dosiereinrichtung bis 20 m ³	M		Miete	Miete		Miete		Miete				
Traktor, 50 kW (68 PS) für Transport Häckselwagen 2	L		Lohnans.	Lohnans.		Lohnans.		Lohnans.				
Ladewagen mit Dosiereinrichtung, bis 20 m ³	E				fix u. var.*							
Ladewagen mit Dosiereinrichtung, bis 20 m ³	M				Miete							
Muldenkipper, 24 m ³	M					Miete		Miete				
Muldenkipper, 24 m ³	L					Lohnans.		Lohnans.				
Rundballenpresse	L								Lohnans.			
Folienwickelgerät für Rundballen	L								Lohnans.			
Press-Wickelkombination für Rundballen	L									Lohnans.		
Quaderballenpresse	L										Lohnans.	
Folienwickelgerät für Quaderballen	L											Lohnans.
Einlagern												
Vielzweckgebläse	E	variabel										
Zubringerband zu Vielzweckgebläse	E	fix + var.										
Häckselgebläse	M		Miete	Miete								
Walztraktor, 70 kW (95 PS) mit Frontschaufel	L				Lohnans.	Lohnans.	Lohnans.					
Siloschlauchpresse	L							Lohnans.	Lohnans.			
Frontlader, schwer ohne Anbau	E									variabel	variabel	variabel
Klemmzange zu Frontlader	E									fix + var.	fix + var.	fix + var.
Pneuwagen, 2-achsrig, 10 t	E									variabel	variabel	variabel
Zuteilbare Investitionen												
Maschinen und Einrichtungen	Fr.	8'000			20'000					4'300	4'300	4'300
Silos und Ballenlager	Fr.	54'810	54'810	81'868	29'700	29'700	29'700	10'110	10'110	10'875	10'875	9'399
Total	Fr.	62'810	54'810	81'868	49'700	29'700	29'700	10'110	10'110	15'175	15'175	13'699
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		-8'000	19'058	-13'110	-33'110	-33'110	-52'700	-52'700	-47'635	-47'635	-49'111
Kosten je Jahr												
Maschinen und Einrichtungen	Fr.	2'899	5'628	5'628	5'119	6'263	7'188	7'159	8'108	5'262	5'262	5'262
Silos und Ballenlager	Fr.	3'930	3'930	5'624	2'631	2'631	2'631	928	928	756	756	661
Total	Fr.	6'829	9'558	11'252	7'750	8'894	9'819	8'087	9'036	6'018	6'018	5'923
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		2'729	4'423	921	2'065	2'990	1'258	2'207	-811	-811	-906
Arbeitszeitbedarf												
Mähen bis und mit Einlagerung	AKh	55.2	39.4	39.4	54.6	47.1	47.8	38.4	38.5	38.1	38.1	38.1
Total	AKh	55.2	39.4	39.4	54.6	47.1	47.8	38.4	38.5	38.1	38.1	38.1
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-15.8	-15.8	-0.6	-8.1	-7.4	-16.8	-16.7	-17.1	-17.1	-17.1

E: Eigentum, M: Miete, L: Lohnarbeit
var.: variable Kosten, fix: fixe Kosten, Lohnans.: Lohnansatz

fix + var.*: bei fixen Kosten Aufpreis zu Ladewagen mittel
Verwendete Kosten

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage
GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

Verfahrensvergleich für Gras- und Maissilage

mit zwei Dosierladewagen (Eigenbesitz und Miete) bzw. mit dem Selbstfahrhächsler geborgen, wobei der Transport in Verfahren EEG 5 mit zwei zugemieteten Häckselwagen und in Verfahren EEG 6 mit zwei Muldenkippern (Miete und im Lohn) erfolgt. Die Beschickung des Flachsilos wird in allen drei Varianten mit dem Walztraktor im Lohn durchgeführt. In den beiden Siloschlauch-Verfahren wird das Anwelkgut ebenfalls im Lohn gehäckselt; Transport und Beschickung der Silowurstpresse erfolgen auch hier entweder mit Häckselwagen (Verfahren EEG 7) oder mit Muldenkippern (Verfahren EEG 8). Bei der Ballensilage erfolgt das Pressen mit einer Rundballen- (Verfahren EEG 9) bzw. Quaderballenpresse (Verfahren EEG 11). Die gepressten Ballen werden im Feld gewickelt. Im Verfahren EEG 10 kommt eine Press-Wickelkombination für Rundballen zum Einsatz. Der Abtransport der Ballen zum Lagerort erfolgt mit einem zweiachsigen Pneuwagen. Für den Ballenumschlag dient ein Frontlader mit

Klemmzange. Diese Geräte sind auf dem Betrieb vorhanden, während das Pressen und Wickeln überall im Lohn durchgeführt wird.

Für die Herstellung von **Maissilage** (Tab. 4) erfolgt das Häckseln auf dem Feld überall mit einem sechsreihigen Selbstfahrhächsler im Lohn; einzig beim Verfahren EES 1 (Ernte und Einlagerung Silomais in Hochsilo) erledigt dies ein zweireihiger Anbauhächsler (ebenfalls im Lohn). Für die Beschickung der Hochsilos dient ein Vielzweckgebläse mit Zubringerband (Verfahren EES 1) bzw. ein gemietetes Häckselgebläse (Verfahren EES 2 und EES 3). Das Beschicken und Walzen der Flachsilos erfolgt mit einem Walztraktor mit Frontschaufel im Lohn. Der Abtransport des Häckselgutes erfolgt mehrheitlich mit zugemieteten Häckselwagen; in den Verfahren Flachsilo und Siloschlauch gibt es je eine Variante mit Muldenkippern. Die stationäre Rundballenpresse mit integriertem Wickelgerät für Maishäcksler (Verfah-

ren EES 8) wird mit zwei Häckselwagen bedient. Für den Ballenumschlag dient ein Frontlader mit Klemmzange.

Futterentnahme und -vorlage (Tab. 3 und 5): Bei den Hochsilos aus Kunststoff wird die Silage von Hand (Verfahren EVG/EVS 1, Entnahme und Vorlage Grassilage/Silomais) oder mit der Obenentnahmefräse (Verfahren EVG/EVS 2 und 3) bzw. Untenentnahmefräse (Verfahren EVG/EVS 4 und 5) entnommen. Die Futtervorlage erfolgt bei den Hochsilos entweder von Hand oder mit einem Futtermischwagen. Im Flachsilo unterscheidet man für die Entnahme und Vorlage der Gras- bzw. Maissilage die Varianten Siloblocksneider, Frontlader mit Siloschneidzange, ETV-Gerät (Entnahme- und Verteilgerät), Futtermischwagen oder Fräsmischwagen (Verfahren EVG/EVS 6 bis 10). Die gleichen Entnahmetechniken kommen auch bei den Siloschläuchen zum Einsatz. Bei der Ballentechnik werden die Rund- oder Quaderballen mit der Klemmzange am Frontlader manipuliert; die Vor-

Tab. 3: Ausgewählte Verfahren für die Entnahme und die Vorlage von Grassilage

Ernteflächen und -mengen	Grassilage, 14 ha, 1050 dt Silage, 420 dt TS													
	Verfahren	EVG 1	EVG 2	EVG 3	EVG 4	EVG 5	EVG 6	EVG 7	EVG 8	EVG 9	EVG 10	EVG 11	EVG 12	EVG 13
Art der Silagelagerung		Hochsilo				Flachsilo					Ballensilage			
Bedarf an Lagerraum Silos		GFK	GFK	GFK	Metall	Metall	Siloschlauch							
Bedarf an Lagerraum Siloschläuche		194 m ³	180 m ³	150 Ba	150 Rb	150 Ba								
Bedarf an Lagerort Ballenlager														
Entnahme, Transport und Vorlage Silage														
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)														
Traktor, 4-Radantrieb, 70 kW (95 PS)														
Gabel für Entnahme von Hand														
Obenentnahmefräse														
Untenentnahmefräse														
Förderband zu Untenentnahmefräse														
Blocksneider														
Frontlader, ohne Anbau														
Klemmzange zu Frontlader														
Siloschneidzange zu Frontlader														
Entnahme- und Verteilgerät (ETV)														
Fräsmischwagen														
Ballenauflösegerät														
Silowagen für Transport														
Mischwagen														
Gabel für Vorlage der ganzen Ration														
Zuteilbare Investitionen														
Maschinen und Geräte	Fr.	1'400	1'400	39'000	1'400	39'000	11'500	19'300	58'300	13'000	59'000	*)	9'000 *)	39'000 *)
Mech. Einrichtungen	Fr.		27'431	27'431	41'000	41'000								
Total	Fr.	1'400	28'831	66'431	42'400	80'000	11'500	19'300	58'300	13'000	59'000	0	9'000	39'000
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		27'431	65'031	41'000	78'600	10'100	17'900	56'900	11'600	57'600	-1'400	7'600	37'600
Kosten je Jahr														
Maschinen und Geräte	Fr.	181	181	5'977	1'447	7'244	1'957	2'908	7'655	2'520	7'864	205	1'617	5'400
Mech. Einrichtungen	Fr.		4'206	4'206	5'130	5'130								
Total	Fr.	181	4'387	10'183	6'577	12'374	1'957	2'908	7'655	2'520	7'864	205	1'617	5'400
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		4'206	10'002	6'396	12'193	1'776	2'727	7'474	2'339	7'683	24	1'436	5'219
Arbeitszeitbedarf														
Entnahme und Transport	AKh	56.6	27.4	23.4	27.4	23.4	55.8	67.2	62.0	53.8	43.6	13.0	14.2	14.2
Futtervorlage	AKh	71.1	69.0	60.9	69.0	60.9	72.9	72.9	71.8	47.7	46.7	81.2	73.4	52.0
Total	AKh	127.7	96.4	84.3	96.4	84.3	128.7	140.1	133.8	101.5	90.3	94.2	87.6	66.2
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-31.3	-43.4	-31.3	-43.4	1.0	12.4	6.1	-26.2	-37.4	-33.5	-40.1	-61.5

Alle Maschinen, Geräte und Einrichtungen sind zu 100 % im Eigentum
EVG: Entnahme und Vorlage Grassilage GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

*) Investition und fixe Kosten für Frontlader und Klemmzange sind bereits bei der Einlagerung aufgeführt

FAT-Berichte Nr. 627: Silierverfahren im Vergleich

lage der Ballensilage erfolgt entweder von Hand, mit dem Ballenauflösegerät oder dem Mischwagen (Verfahren EVG/EVS 11 bis 13). Alle für die Fütterung benötigten Maschinen, Geräte und Einrichtungen sind zu 100 % im Eigenbesitz.

Allen untersuchten Verfahren wird sowohl bei Gras als auch bei Mais die gleiche Konservierungsfläche zugrundegelegt. Bei der Grassilage wird von einer Schnittfläche

von 14 ha ausgegangen; dies entspricht bei einem TS-Ertrag von 30 dt/ha und einem Anwelkgrad von 40 % TS einer Silagemenge von 1050 dt. Bei der Maisilage beträgt die Schnittfläche 3 ha, was bei einem TS-Ertrag von 140 dt/ha und einem TS-Gehalt von 30 % einer Silagemenge von 1400 dt entspricht. Bei beiden Futterarten ist somit ein Lagervolumen von rund 180 bis 200 m³ erforderlich. Es ist zu beachten, dass die zugrundege-

legte Futtermenge bei einzelnen Verfahren entweder bei der Ernte (Verfahren mit Rund- oder Quaderballen) oder bei der Entnahme (Hochsilo mit Handentnahme) von der arbeitswirtschaftlichen oder organisatorischen Bewältigung her an der oberen Grenze liegt.

Als **Silolager** dienen in den Hochsilo-Verfahren bei beiden Futterarten zwei Kunststoffsilos à je 105 m³ (Verfahren EEG/EES

Tab. 4: Ausgewählte Verfahren für das Häckseln und Einlagern von Silomais

Ernteflächen und -mengen		Maissilage, 3 ha, 1400 dt Silage, 420 dt TS							
Verfahren		EES 1	EES 2	EES 3	EES 4	EES 5	EES 6	EES 7	EES 8
Art der Silagelagerung		Hochsilo	Hochsilo	Hochsilo	Flachsilo	Flachsilo	Siloschläuche	Siloschläuche	Rundballen
Baumaterial		GFK	GFK	Metall	Beton	Beton	Kies	Kies	Kies
Bedarf an Lagerraum		194 m ³	194 m ³	194 m ³	180 m ³	180 m ³	191 m ³	191 m ³	
Spezieller Lagerplatz							182 m ²	182 m ²	203 m ²
Gewählte Baulösung		2 x 105 m ³	2 x 105 m ³	1 x 195 m ³	1 x 180 m ³	1 x 180 m ³	2 x 96 m ³	2 x 96 m ³	
Anzahl Ballen an Lager									156 Rb
Massgebende Mechanisierung mit Einsatz- und Besitztart									
Zugkräfte									
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Traktor, 4-Radantrieb, 70 kW (95 PS)	E	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Bergen und Transport									
Anbaumaishäcksler, 2-reihig	L	Lohnansatz							
Selbstfahrender Häcksler, 6-reihig, 350 kW (480 PS)	L		Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz
Ladewagen 1	E	variabel							
Ladewagen 2	M	Miete							
Häckselwagen 1 mit Dosiereinrichtung bis 20 m ³	M/L		Miete	Miete	Miete		Miete		Lohnansatz
Häckselwagen 2 mit Dosiereinrichtung bis 20 m ³	M		Miete	Miete	Miete		Miete		Miete
Muldenkipper, 24 m ³	M					Miete		Miete	
Muldenkipper, 24 m ³	L					Lohnansatz		Lohnansatz	
Press-Wickelkombination für Rundballen	L								Lohnansatz
Einlagern									
Vielzweckgebläse	E	variabel							
Zubringerband zu Vielzweckgebläse	E	fix + variabel							
Häckselgebläse	M		Miete	Miete					
Traktor, 50 kW (68 PS) für Antrieb Häckselgebläse	L		Lohnansatz	Lohnansatz					
Walztraktor, 70 kW (95 PS) mit Frontschaufel	L				Lohnansatz	Lohnansatz			
Siloschlauchpresse	L						Lohnansatz	Lohnansatz	
Frontlader, schwer ohne Anbau	E								variabel
Klemmzange zu Frontlader	E								fix + variabel
Zuteilbare Investitionen									
Maschinen und Einrichtungen	Fr.	3'800							4'300
Silos und Ballenlager	Fr.	54'810	54'810	81'868	29'700	29'700	10'110	10'110	11'239
Total	Fr.	58'610	54'810	81'868	29'700	29'700	10'110	10'110	15'539
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		-3'800	23'258	-28'910	-28'910	-48'500	-48'500	-43'071
Kosten je Jahr									
Maschinen und Einrichtungen	Fr.	3'737	3'249	3'249	3'237	4'079	4'698	5'660	8'683
Silos und Ballenlager	Fr.	3'930	3'930	5'624	2'631	2'631	928	928	781
Total	Fr.	7'667	7'179	8'873	5'868	6'710	5'626	6'588	9'464
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		-488	1'206	-1'799	-957	-2'041	-1'079	1'797
Arbeitszeitbedarf, betrieuseigener Arbeitskräfte									
Häckseln bis Einlagerung	AKh	28.7	13.3	13.3	19.0	13.5	13.4	7.5	9.2
Total	AKh	28.7	13.3	13.3	19.0	13.5	13.4	7.5	9.2
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-15.4	-15.4	-9.7	-15.2	-15.3	-21.2	-19.5

E: Eigentum, M: Miete, L: Lohnarbeit
var.: variable Kosten, fix: fixe Kosten
Verwendete Kosten

EES: Ernte und Einlagerung Silomais
GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

Verfahrensvergleich für Gras- und Maissilage

1 und 2) bzw. ein Metallsilo à 195 m³ (Verfahren EEG/EES 3). In den Flachsilo-Verfahren wird ein Flachsilo mit 180 m³ Inhalt zugrundegelegt. Bei der Siloschlauchtechnik werden zwei Schläuche à je 96 m³ angelegt. Bei den Ballenverfahren fallen rund 150 Rund- oder Quaderballen an. Die Ballen mit Grassilage werden auf zwei Lagen gestapelt und benötigen somit eine Lagerfläche von 200 m² (Rundballen) bzw. 170 m² (Quaderballen). Die Ballen mit Maissilage werden ebenfalls gestapelt gelagert und benötigen ebenso eine Lagerfläche von zirka 200 m². Als Lagerplatz dienen für beide Futterarten befestigte, eingekieste Flächen.

Die zugrunde gelegten Futtermengen ergeben einen Anteil von je 32 % Gras- und Maissilage in der Milchviehration. Bei einer 165-tägigen Stallfütterung stehen je Tag 636 Kilogramm Grassilage und 848 Kilogramm Maissilage zur Verfügung. Damit

kann ein Milchviehbestand von zirka 45 GVE versorgt werden (Tab. Annahmen zu den Silagearten).

Sowohl bei der Ernte wie auch bei der Entnahme und Vorlage der Silagen stehen diverse Techniken zur Auswahl (Abb. 4 und 5). Jedes Verfahren der Ernte und

Einlagerung kann mit mehreren Verfahren zur Entnahme und Vorlage kombiniert werden (Tab. Anzahl Möglichkeiten je Teilverfahren).

In den betreffenden Verfahren werden aktuelle Mechanisierungen, mechanische Einrichtungen, Bau- und Lagerlösungen

Annahmen zu den Silagearten

Futterart	Grassilage	Maissilage
Ernteflächen	14 Schnitthektaren	3 ha
TS-Gehalt	40 %	30 %
Ertrag je Flächeneinheit	30 dt TS/ha	140 dt TS/ha
Ertrag Ernteflächen	420 dt TS	420 dt TS
	1050 dt Silage	1400 dt Silage
Dauer der Winterfütterung	165 Tage	165 Tage
Mittlere Futtermenge je Futtertag	255 kg TS	255 kg TS
	636 kg Silage	848 kg Silage

Tab. 5: Ausgewählte Verfahren für die Entnahme und Vorlage von Silomais

Ernteflächen und -mengen	Maissilage, 3 ha, 1400 dt Silage, 420 dt TS												
	EVS 1	EVS 2	EVS 3	EVS 4	EVS 5	EVS 6	EVS 7	EVS 8	EVS 9	EVS 10	EVS 11	EVS 12	
Verfahren	GFK		Hochsilo	Metall		Flachsilo				Ballensilage			
Art der Silagelagerung	GFK		GFK	Metall		Flachsilo				Ballensilage			
Bedarf an Lagerraum Silos	194 m ³	194 m ³	194 m ³	194 m ³	194 m ³	180 m ³							
Bedarf an Lagerraum Siloschläuche						191 m ³							
Ballenlager											156 Rb	156 Rb	
Entnahme, Transport und Vorlage Silage													
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)													
Traktor, 4-Radantrieb, 70 kW (95 PS)													
Gabel für Entnahme von Hand													
Obenentnahmefräse													
Untenentnahmefräse													
Förderband zu Untenentnahmefräse													
Blockschneider													
Frontlader, ohne Anbau													
Klemmzange zu Frontlader													
Siloschneidzange zu Frontlader													
Entnahme- und Verteilgerät (ETV)													
Fräsmischwagen													
Silowagen für Transport													
Mischwagen													
Gabel für Vorlage der ganzen Ration von Hand													
Zuteilbare Investitionen													
Maschinen und Geräte	Fr.	1'400	1'400	39'000	1'400	39'000	11'500	19'300	58'300	13'000	59'000	*) 39'000 *)	
Mech. Einrichtungen	Fr.		27'431	27'431	41'000	41'000							
Total	Fr.	1'400	28'831	66'431	42'400	80'000	11'500	19'300	58'300	13'000	59'000	0	39'000
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		27'431	65'031	41'000	78'600	10'100	17'900	56'900	11'600	57'600	-1'400	37'600
Jahreskosten													
Maschinen und Geräte	Fr.	181	181	5'575	1'455	7'251	1'974	2'911	8'056	2'520	7'864	211	5'419
Mech. Einrichtungen	Fr.		4'163	4'163	5'087	5'087							
Total	Fr.	181	4'344	9'738	6'542	12'338	1'974	2'911	8'056	2'520	7'864	211	5'419
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		4'163	9'557	6'361	12'157	1'793	2'730	7'875	2'339	7'683	30	5'238
Arbeitszeitbedarf													
Entnahme und Transport	AKh	69.50	30.60	23.50	30.60	23.50	63.50	64.70	59.60	66.50	43.60	13.50	19.10
Futtermontage	AKh	89.40	87.30	74.10	87.30	74.10	95.40	95.40	77.10	51.80	52.00	100.70	54.10
Total	AKh	158.90	117.90	97.60	117.90	97.60	158.90	160.10	136.70	118.30	95.60	114.20	73.20
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-41.00	-61.30	-41.00	-61.30	0.00	1.20	-22.20	-40.60	-63.30	-44.70	-85.70

Alle Maschinen, Geräte und Einrichtungen sind zu 100 % im Eigentum

*) Investition und fixe Kosten für Frontlader und Klemmzange sind bei Einlagerung aufgeführt

EVS: Entnahme und Vorlage Silomais
GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

FAT-Berichte Nr. 627: Silierverfahren im Vergleich

einander gegenübergestellt. Die ausgewählten Maschinen und Geräte werden je im Eigentum, in Miete (Richtwert FAT) oder im Lohn (Richtwert SVLT) eingesetzt. Wirtschaftlich interessante Lösungen werden dadurch sichtbar gemacht. Sowohl bei der Ernte, als auch bei der Silageentnahme und -vorlage sind grundsätzlich Lösungen mit überbetrieblich eingesetzten Maschinen und Geräten möglich.

Als Beispiel wird Maissilage in einem Flachsilo gelagert (Abb. 6). Die Ernte und Einlagerung erfolgt mit einem im Lohn eingesetzten selbstfahrenden Häcksler, der Transport wird mit zugemieteten Häckselwagen erledigt, und verfestigt wird das Futter durch einen ebenfalls im Lohn eingesetzten Walztraktor mit Frontlader. Dieser Technik der Ernte und Einlagerung stehen fünf Verfahren zur Entnahme und Vorlage der Silagen gegenüber, Verfahren mit Blockschneider, Siloschneidzange, Mischwagen, Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät) und Fräsmischwagen. Die dargestellten Verfahren ermöglichen bei der Grassilage 41 Kombinationsmög-

Anzahl Möglichkeiten je Teilverfahren

Grassilage	Mähen bis einlagern:	11 Verfahren
	Entnehmen und vorlegen:	13 Verfahren
Maissilage	Häckseln bis einlagern:	8 Verfahren
	Entnehmen und vorlegen:	12 Verfahren

Anzahl Verfahren und Kombinationsmöglichkeiten

Silageart	Lagerart	Ernte und Einlagerung	Entnahme und Vorlage	Kombinationsmöglichkeiten	
Grassilage	Hochsilo, Kunststoff (GFK)	2	3	6	
	Hochsilo, Metall	1	2	2	
	Flachsilo	3	5	15	
	Siloschläuche	2	5	10	
	Rundballen	2	3	6	
	Quaderballen	1	2	2	
	Total		11	20	41
Maissilage	Hochsilo, Kunststoff (GFK)	2	3	6	
	Hochsilo, Metall	1	2	2	
	Flachsilo	2	5	10	
	Siloschläuche	2	5	10	
	Rundballen	1	2	2	
	Total		8	17	30

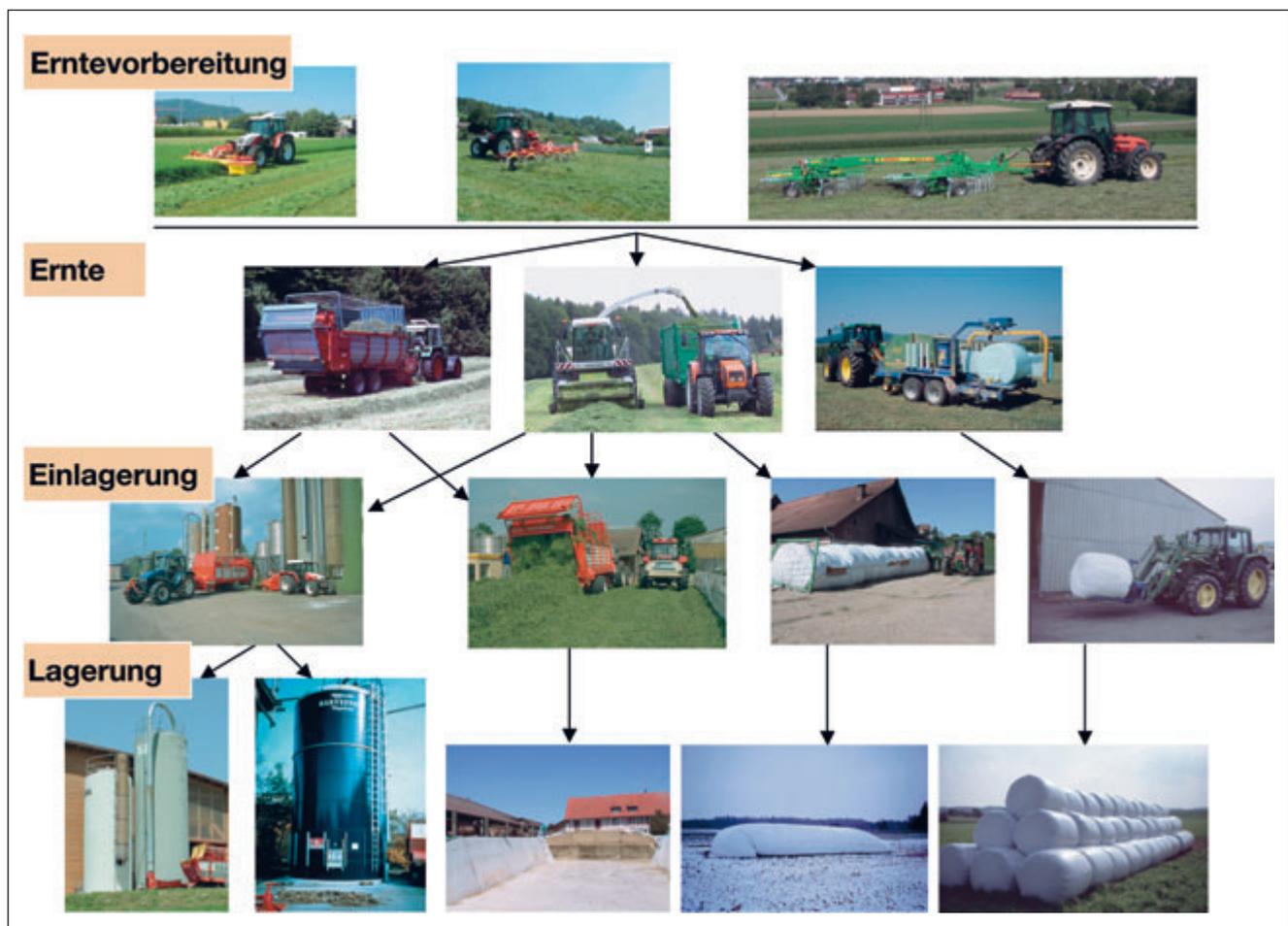


Abb. 4: Auswahl von Arbeitsabläufen und Lagerarten bei der Ernte.

lichkeiten (Tab. 6 und 8) und bei der Maissilage deren 30 (Tab. 7 und 9). Bei Flachsilo und den Siloschläuchen gehen wir davon aus, dass die Silagen mit denselben Techniken entnommen und vorgelegt werden (Tab. Anzahl Verfahren und Kombinationsmöglichkeiten).

Spezielle Arbeiten werden durch Dritte erledigt (z.B.: Gras häckseln oder walzen im Flachsilo) oder Drittpersonen werden zur Arbeitsunterstützung eingesetzt (Transport der Silage vom Feld auf den Hof). Bei der Ernte und Einlagerung der 14 Schnitttektaren Grassilage werden durch

gen, Abladen mit einem Vielzweckgebläse und Zubringerband in Hochsilos. In den übrigen Verfahren sind mehr oder weniger Arbeiten durch Dritte vorausgesetzt, sie betragen bis 28 Arbeitsstunden. Den geringsten Zeitbedarf benötigen die Verfahren EEG 2 und EEG 3 mit Hochsilos und



Abb. 5: Auswahl von Arbeitsabläufen bei der Entnahme und Vorlage.

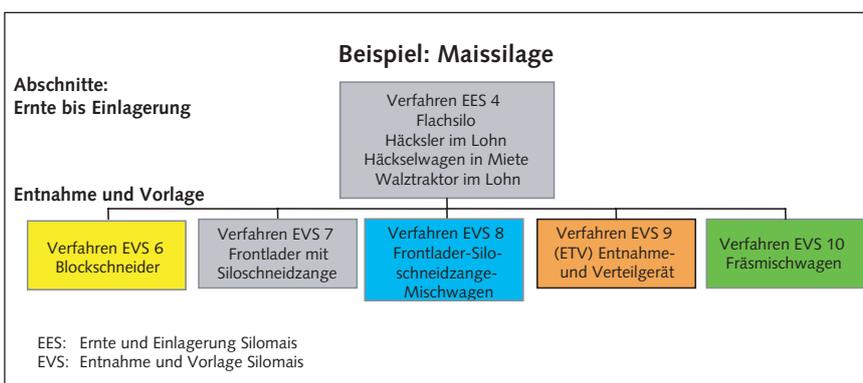


Abb. 6: Dem Verfahren EES 4 in Ernte und Einlagerung können fünf Möglichkeiten für die Silageentnahme und -vorlage zugeordnet werden.

Häckselgebläse sowie die Verfahren EEG 7 bis EEG 11, in denen Schlauchsilage und Silageballen hergestellt werden.

Für die Entnahme und Vorlage der gesamten Grassilagemenge werden während der Winterfütterung zwischen 66 und 140 Arbeitsstunden benötigt (Abb. 8). Den geringsten Zeitbedarf beansprucht Verfahren EEG 13 (Quaderballen), in dem mit einem Frontlader mit Klemmzange transportiert und mit einem Mischwagen vorgelegt wird. Den grössten Zeitbedarf erfordert Verfahren EEG 7 (Flachsilo oder Siloschlauch) bei einem Futterumschlag mit Frontlader und Siloschneidzange und der Futtervorlage von Hand mit einer Gabel.

Bei der Ernte und Einlagerung der 3 Hektaren Silomais sind durch die betriebseigenen Arbeitskräfte zwischen 8 und 29 Arbeitsstunden zu leisten (Abb. 9). Den

Arbeitswirtschaft

Es wird vorausgesetzt, dass zwei betriebs-eigene Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

die betriebseigenen Arbeitskräfte zwischen 38 und 55 Arbeitsstunden benötigt (Abb. 7). Im Verfahren EEG 1 werden alle Arbeiten durch die betriebseigenen Arbeitskräfte erledigt: Transport des Futters mit Ladewa-

geringsten Zeitbedarf hat Verfahren EES 7 (Siloschlauch), den grössten hat Verfahren EES 1 (Hochsilo mit Vielzweckgebläse). Der durch Dritte erledigte Arbeitsanteil liegt zwischen null und 69 Prozent.

Bei der Entnahme und Vorlage der Maissilage werden je Winter zwischen 73 und 160 Arbeitsstunden benötigt (Abb. 10). Den geringsten Zeitbedarf erfordert Verfahren EVS 12 mit Rundballen, die über einen Mischwagen verteilt werden, den grössten Verfahren EVS 7 (Flachsilos), bei dem mit einem Frontlader mit Siloschneidzange entnommen und das Futter von Hand vorgelegt wird.

Der gesamte Arbeitszeitbedarf von der Ernte bis und mit Vorlage des Futters variiert in den 41 Kombinationen bei der Grassilage zwischen 104 und 195 Arbeitsstunden (Tab. 6) und bei den 30 Kombinationen bei der Maissilage zwischen 82 und 188 Arbeitsstunden (Tab. 7).

Handarbeit

Bei den ausgewählten Mechanisierungen fallen während der Ernte nur wenige, körperlich belastende Handarbeiten an. Die Futtermassen werden in den meisten Fällen mechanisch bearbeitet und umgeschlagen. Einzig in den Verfahren EEG/EES 1 (Gras- und Maissilage) wird das Futter manuell mit der Gabel vom Ladewagen ins Zuführband dosiert und bei den Flachsilos werden die Abdeckfolien und die für die Abdichtung notwendigen Ballastsäcke von Hand verlegt und weggetragen. Bei den Flachsilos, Siloschläuchen und den Silageballen ist zudem noch das Auf- und Weglegen von Tierschutznetzen berücksichtigt.

Bei der Silageentnahme und -vorlage sind in sechs Verfahren wesentliche Handarbeiten mit der Gabel notwendig (Abb. 11 und 12). In den Verfahren EVG/EVS 1 wird die Silage von Hand aus dem Hochsilo genommen und ebenso von Hand den Tieren vorgelegt. Der Transport der Silowagen erfolgt ebenfalls manuell. In den Verfahren EVG/EVS 2 und 4 wird die Silage mit einer Entnahmefräse entnommen und anschliessend von Hand vorgelegt. In den Verfahren EVG/EVS 6 und 7 wird die Silage ab Blöcken vom Blockschneider bzw. von mit der Siloschneidzange abgelegten Silagestapeln verteilt und vorgelegt, in den Verfahren EVG/EVS 11 sind es Siloballen, die von Hand auseinander genommen und vorgelegt werden.

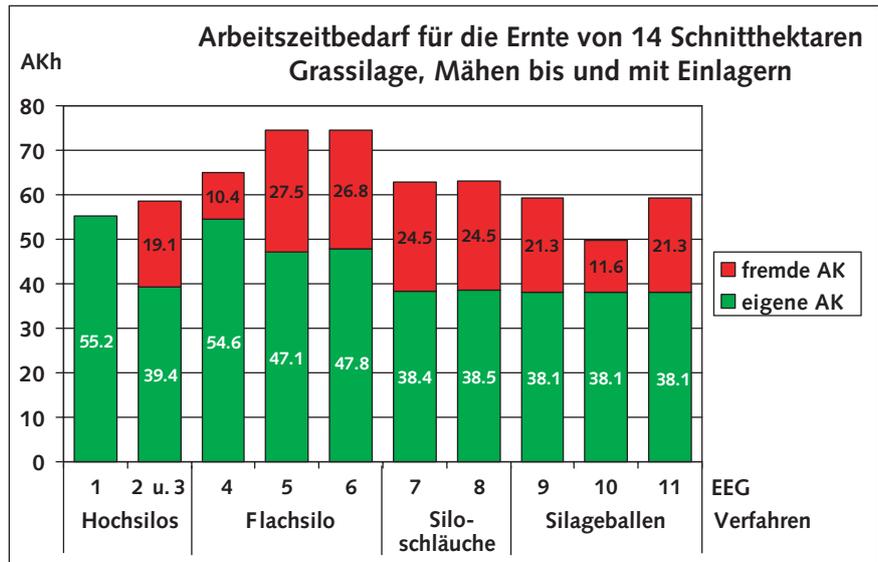


Abb. 7: Arbeitszeitbedarf für die Ernte von 14 Schnitthektaren Grassilage.

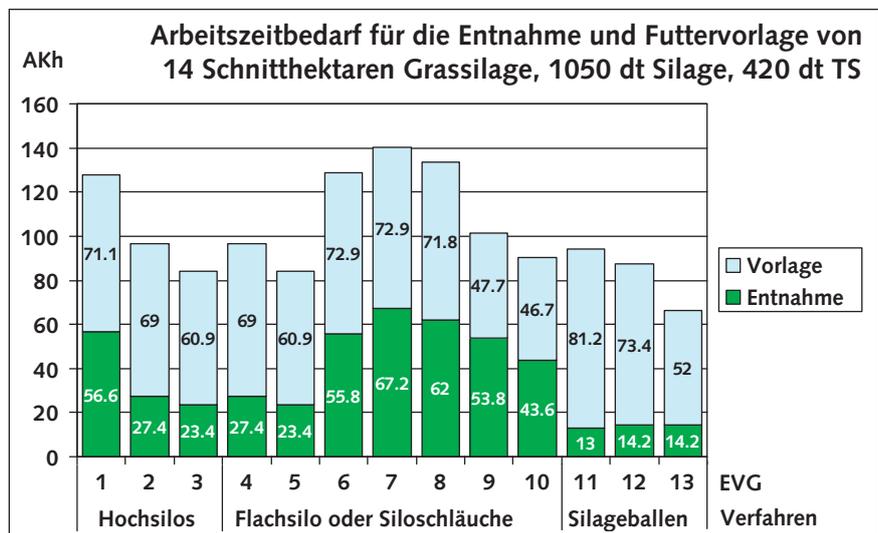


Abb. 8: Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und Futtervorlage von 14 Schnitthektaren Grassilage.

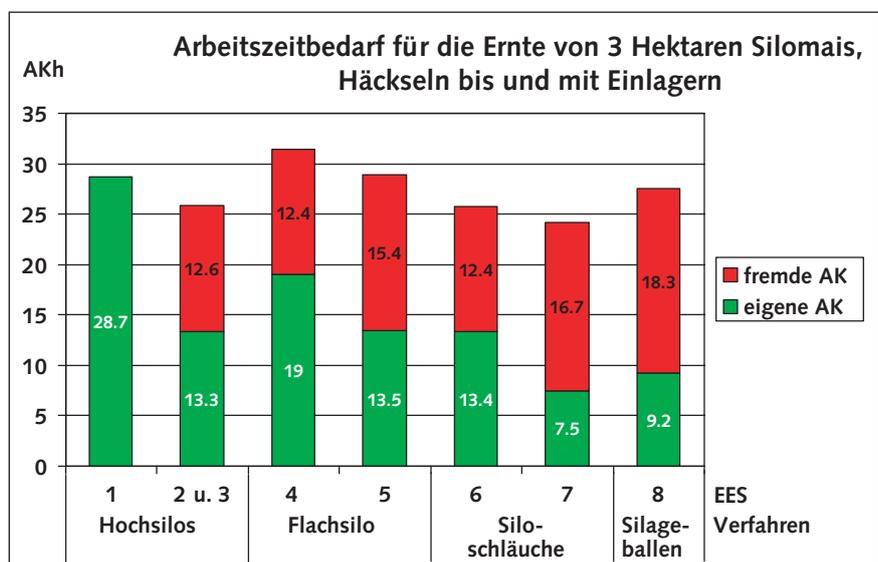


Abb. 9: Arbeitszeitbedarf für die Ernte von 3 Hektaren Silomais.

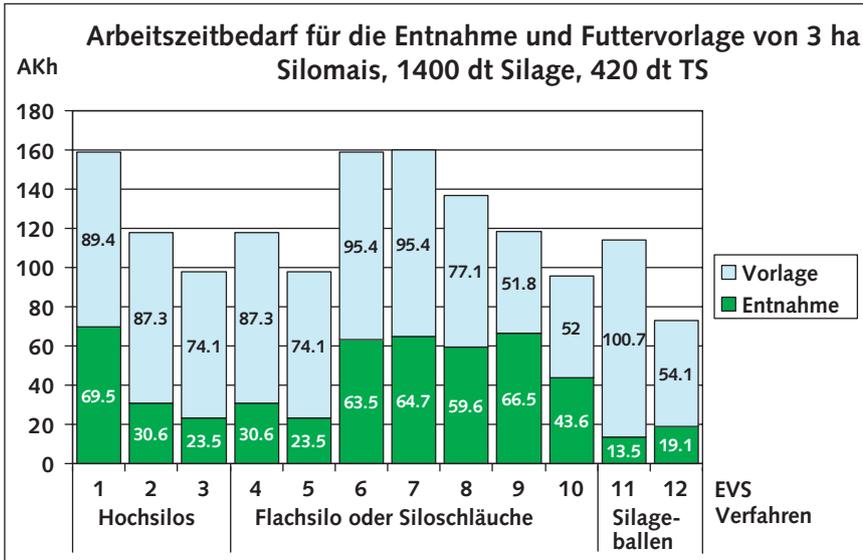


Abb. 10: Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und Futtermittelvorlage von 3 Hektaren Silomais.

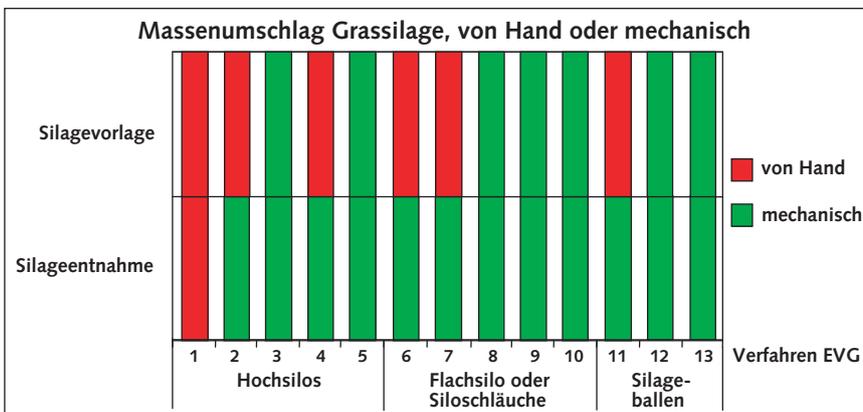
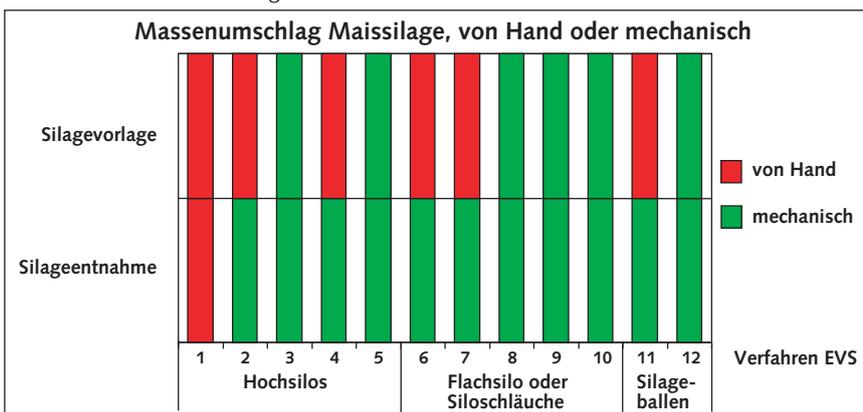


Abb. 11 und 12: Bei Gras- und Maissilagen lässt sich die Silageentnahme mit verschiedenen mechanischen Möglichkeiten gestalten. Bei der Silagevorlage ist vielfach noch manuelle Arbeit notwendig.



Bei den betriebseigenen Maschinen und Geräten sind die Gebäude- und Wartungskosten nicht eingerechnet. Es wird vorausgesetzt, dass für die zum Silieren benötigten eigenen Maschinen in bestehende Remisen eingestellt werden können und die benötigten Einstellflächen nicht anderweitig vermietet werden können. Bei den Wartungsarbeiten für die Maschinen und Einrichtungen gehen wir davon aus, dass sie durch die betriebseigenen Arbeitskräften vorgenommen werden und dadurch keine zusätzlichen Fremdkosten anfallen.

Die einzelnen Ernte- und Einlagerungsverfahren sind wie in Abbildung 4 als Beispiel dargestellt mit verschiedenen Entnahme- und Vorlageverfahren kombinierbar.

Organisatorisch können die Maschinen unterschiedlich eingesetzt werden. Je nach Maschinenart und den betrieblichen Verhältnissen beschränkt sich deren Einsatz auf einen oder mehrere Betriebe. Zum Beispiel werden Ladewagen mehrheitlich nur auf einzelnen Betrieben eingesetzt, während Maishäcksler sich gut für den überbetrieblichen Einsatz eignen (Abb. 13).

Für Maschinen, die auch noch für andere, dem Verfahren nicht unmittelbar zuteilbare Arbeiten genutzt werden (z.B. Traktoren, Ladewagen), werden in der Verfahrensrechnung nur die variablen Kosten berücksichtigt. Dagegen sind Maschinen und Geräte, die speziell für das Verfahren angeschafft und dort eingesetzt werden (z.B. Aufpreis Dosierladewagen zu Ladewagen, Klemmzange), sowohl mit ihren variablen als auch fixen Kosten berücksichtigt.

Für zugemietete Maschinen und Arbeiten im Lohn gelten allgemein empfohlene Richtwerte.

Im Arbeitsbereich Entnahme und Vorlage ist vorausgesetzt, dass alle eingesetzten Maschinen und Geräte im Eigentum sind.

Je häufiger eine Maschine gebraucht wird, desto geringer sind die Kosten je Arbeitseinheit. Die je Jahr fix anfallenden Kosten lassen sich bei einer hohen Auslastung auf mehr Arbeitseinheiten überwälzen. Die Höhe der fixen Kosten wird im Wesentlichen durch die Abschreibung bestimmt, geringere Bedeutung haben Zins, Versicherungen und Gebühren. Die vom Einsatz abhängigen variablen Kosten umfassen die Reparaturen, Netze und Folien für die Ballen, die Folie für die Silageschläuche und den Treibstoff für die Verbrennungsmotoren.

Werden auf einem Betrieb nur kleine Auslastungen erreicht, ist der überbetriebliche Einsatz anzustreben. Die dazu naheliegen-

Wirtschaftlichkeit

Im wirtschaftlichen Vergleich werden jene Kosten erfasst, die für die Berechnung des landwirtschaftlichen Einkommens notwendig sind (Tab. 2 bis 5). Es sind nur die Fremdkosten berücksichtigt. Die vom Betrieb geleistete Arbeit wird nicht in Franken

bewertet, sondern lediglich in Stunden ausgedrückt. Entscheidend ist, ob für die auf dem Betrieb zu bewältigenden Arbeiten genügend freie Arbeitsstunden zur Verfügung stehen oder nicht und ob diese allenfalls anderweitig einkommenswirksam eingesetzt werden können. Ein weiteres Kriterium ist, ob die körperliche Belastung bei der Arbeitserledigung vertretbar ist oder nicht.

den Möglichkeiten sind: Miete, Lohnarbeit oder Miteigentum. Im Einzelfall ist abzuwägen, welche Einsatzart die geeignete ist. Ein Kriterium beim überbetrieblichen Einsatz ist, dass die Verfügbarkeit der einzelnen Maschinen nicht immer gewährleistet ist, wie dies bei einer Eigenmechanisierung der Fall ist. Für den überbetrieblichen Einsatz sprechen dagegen die geringeren Kosten je Arbeitseinheit. Zudem rechtfertigt sich bei einer grossen Auslastung ein häufigerer Ersatz der Maschine, womit die Mechanisierung schneller dem aktuellen technischen Stand angepasst werden kann (Tab. Kosten bei unterschiedlicher Einsatz- und Besitzart nach FAT-Richtwerten).

Die Kosten der Silolager hängen weitgehend vom Investitionsbetrag und der voraussichtlichen Abschreibungszeit der Anlagen ab. Bei den Flachsilos sowie bei den Siloschläuchen und Silageballen kommen die Kosten für die Abdeckfolien und Schutznetze dazu. Je Gewichtseinheit Silage sind die Investitionen und die sich daraus ergebenden Kosten je nach der gewählten Lagerart sehr verschieden. Nebst dem gewählten Lager spielen auch die regionalen Bedingungen des Baugewerbes, das die Anlagen erstellt, eine massgebende Rolle. Zudem können je nach gewählter Lagerart bei der Erstellung mehr oder weniger Eigenleistungen erbracht werden. Bei Flachsilos oder Lagerplätzen für Siloschläuche und Siloballen sind solche Leistungen leichter als beim Bau von Hochsilos zu erbringen (Tab. Investitionen und Kosten nach Siloart und -grösse).

In den Kalkulationen stützen sich die Investitionsbeträge auf Ansätze von Bauunternehmen. Ein allfälliger Anteil von Eigenleistungen ist nicht berücksichtigt.

Wirtschaftliche Ergebnisse im Vergleich

Wirtschaftlich entscheidend sind die Art und Grösse der ausgewählten Silagelager, die ausgewählten Maschinen und Einrichtungen und damit die den einzelnen Silierverfahren zuteilbaren Investitionen und Kosten (Tab. 2 bis 5). Der ausgewiesene Arbeitszeitbedarf, der durch betriebseigene Arbeitskräfte abgedeckt wird, ist finanziell nicht bewertet.

Im Zusammenhang mit dem Silieren stellt sich die Frage, ob langfristige Investitionen in die Silolager und Mechanisierung

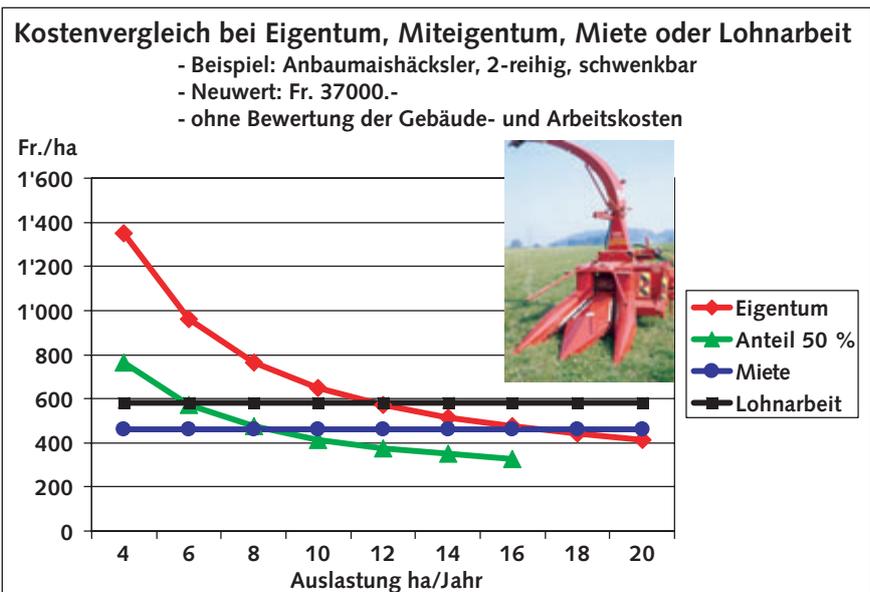


Abb. 13: Miete, Lohnarbeit, Miteigentum oder Eigentum eines 2-reihigen Anbaumaishäckslers.

Kosten bei unterschiedlicher Einsatz- und Besitzart nach FAT-Richtwerten *

Auslastung	8 ha je Jahr	14 ha je Jahr
Einsatz- und Besitzart	Fr./ha	Fr./ha
Eigentum 100 %	765	515
Miteigentum 50 %	475	350
Miete	460	460
Lohnarbeit	580	580

* Fixe und variable Kosten Anbaumaishäcksler, 2-reihig, variable Kosten Traktor 70 kW (95 PS)

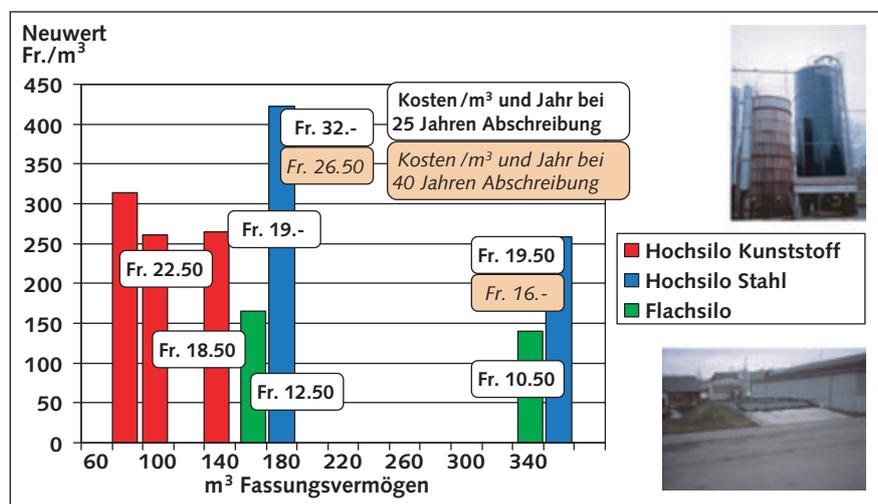


Abb. 14: Neuwerte und Kosten von Hoch- und Flachsilos.

Investitionen und Kosten nach Siloart und -grösse

Siloart	Grösse (m ³)	Neuwert (Fr./m ³)	Kosten je Jahr, Fr./m ³	
			Abschreibung: 25 Jahre	Abschreibung: 40 Jahre
Hochsilo, GFK	80	314	24.50	
	100	261	20.50	
	140	329	26.00	
Hochsilo, Metall	180	422	32.00	26.50
	360	259	19.50	16.00
Flachsilo	160	165	12.50	
	340	140	10.50	

getätigt werden sollen. Siloschläuche und Silageballen sind bezüglich dem Silageumschlag einfach und erfordern wenn überhaupt nur kleine Investitionen. Nebst einem nicht unbedingt zwingend benötigten befestigten Lagerplatz sind Gerätschaften für den Umschlag, wie Klemmzangen oder Ballenspitze für Heck- oder Frontladeranbau, notwendig. Organisatorisch ist bei der Kombination von Ballen mit Mischwagen von Nachteil, dass bei jedem Einsatz zwei Traktoren benötigt werden, oder jedes Mal umgehängt werden muss. Die höchsten Investitionen und Kosten weisen die Verfahren mit Metall-Hochsilo und Untenentnahmefräse aus, besonders wenn das Futter noch mit einem Mischwagen vorgelegt wird. Die Kosten werden wesentlich durch den Metallsilo bestimmt, der beim benötigten Volumen hohe Investitionen je Kubikmeter bewirkt. Bei grösseren Stapelvolumen werden Metallsilos finanziell mit Kunststoffsilos vergleichbar. Ab zirka 350 Kubikmeter Stapelvolumen besteht Kostengleichheit (Abb. 14).

Je nach Kombination der Verfahren sind die notwendigen Investitionen, zuteilbaren Kosten und benötigten Arbeitszeiten sehr verschieden. Am Beispiel von Grassilage in Rundballen und Maissilage im Flachsilo zeigt sich, wie vielfältig die Möglichkeiten sind (Abb. 15 und 16).

Der Vergleich aller Kombinationsmöglichkeiten von der Ernte bis zur Futtervorlage zeigt sowohl bei der Gras- wie auch bei der Maissilage ein vielfältiges Bild.

Die zuteilbaren Investitionen in die Futtermäcker und die Mechanisierung liegen für die angenommenen Futtermengen bei der Gras- wie auch bei der Maissilage im Maximum bei Fr. 162 000.–, im Minimum liegen sie bei Grassilage bei Fr. 14 000.– und bei Maissilage bei Fr. 16 000.– (Tab. 8 und 9).

Im Verhältnis weniger extrem sind die Unterschiede in den zuteilbaren Kosten je Jahr (Tab. 6 und 7). Bei Grassilage ist die Kombination Ernteverfahren EEG 11 mit Entnahmeverfahren EVG 11 mit Fr. 6128.– am günstigsten. Hergestellt werden dabei Quaderballen, die mit einem Frontlader mit Klemmzange umgeschlagen und von Hand vorgelegt werden. Die kostspieligste Lösung mit Fr. 23 626.– ist das Ernteverfahren EEG 3 mit dem Entnahmeverfahren EVG 5. Die Silage wird in einem Metall-Hochsilo gelagert, entnommen wird mit einer Untenentnahmefräse und vorgelegt mit einem Mischwagen.

Bei Maissilage ist das Ernteverfahren EES 2 kombiniert mit dem Entnahmeverfahren EVS 1 mit zuteilbaren Kosten von

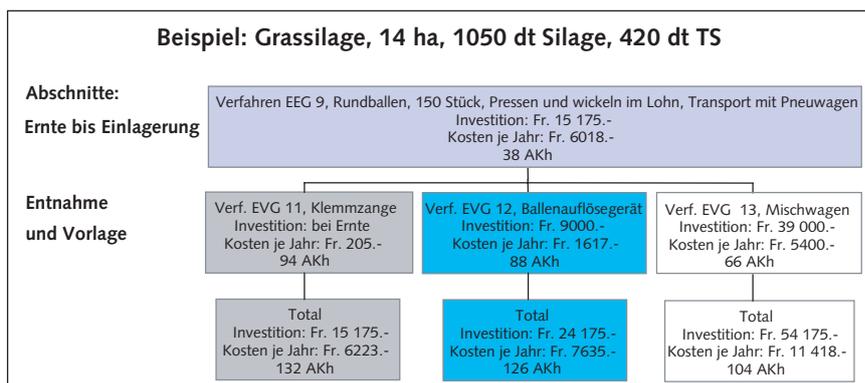


Abb. 15: Kombinationsmöglichkeiten bei der Entnahme und Vorlage von Grassilage bei Rundballen.

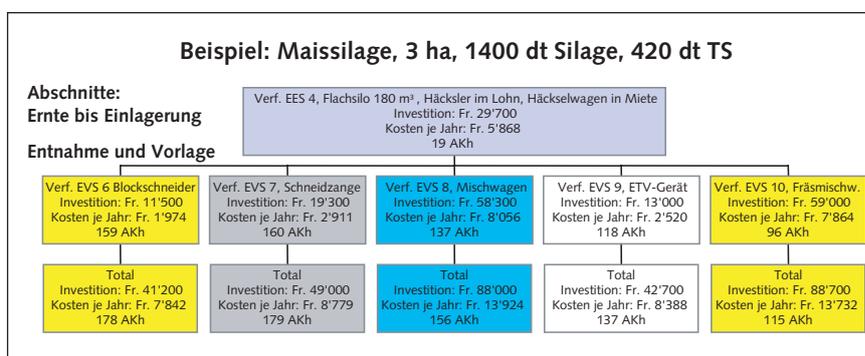


Abb. 16: Kombinationsmöglichkeiten bei der Entnahme und Vorlage von Maissilage bei Flachsilo.

Fr. 7360.– am günstigsten. Gelagert wird in einem GFK-Hochsilo und entnommen und vorgelegt wird von Hand. Wie bei Grassilage weist die Kombination Metall-Hochsilo-Entnahmefräse-Mischwagen die höchsten zuteilbaren Kosten aus, nämlich Fr. 21 211.– (Verfahren EES 3 und EVS 5).

Tab. 6: Zuteilbare Kosten und Arbeitszeitbedarf pro Jahr der Kombinationsmöglichkeiten bei Grassilage

Verfahren Ernte und Einlagerung					Verfahren Entnahme und Vorlage					Ernte bis Vorlage	
EEG Nr.	Ernte	Einlagerung	Kosten Fr.	AKh	EEG Nr.	Entnahme	Vorlage	Kosten Fr.	AKh	Kosten Fr.	AKh
1 Hochsilo, GFK	Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	6'829	55	1	von Hand	von Hand	181	128	7'010	183
					2	Entnahmefräse	von Hand	4'387	96	11'216	151
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	10'183	84	17'012	139
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	9'558	39	1	von Hand	von Hand	181	128	9'739	167
					2	Entnahmefräse	von Hand	4'387	96	13'945	135
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	10'183	84	19'741	123
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	11'252	39	4	Entnahmefräse	von Hand	6'577	96	17'829	135
					5	Entnahmefräse	Mischwagen	12'374	84	23'626	123
4 Flachsilo	Ladewagen mit Dosiereinrichtung	Walztraktor	7'750	55	6	Blockschneider	von Hand	1'957	129	9'707	184
					7	Siloschneidzange	von Hand	2'908	140	10'658	195
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	7'655	134	15'405	189
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	102	10'270	157
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	90	15'614	145
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Walztraktor	8'894	47	6	Blockschneider	von Hand	1'957	129	10'851	176
					7	Siloschneidzange	von Hand	2'908	140	11'802	187
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	7'655	134	16'549	181
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	102	11'414	149
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	90	16'758	137
6 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Walztraktor	9'819	48	6	Blockschneider	von Hand	1'957	129	11'776	177
					7	Siloschneidzange	von Hand	2'908	140	12'727	188
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	7'655	134	17'474	182
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	102	12'339	150
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	90	17'683	138
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Siloschlauch- presse	8'087	38	6	Blockschneider	von Hand	1'957	129	10'044	167
					7	Siloschneidzange	von Hand	2'908	140	10'995	178
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	7'655	134	15'742	172
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	102	10'607	140
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	90	15'951	128
8 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Siloschlauch- presse	9'036	39	6	Blockschneider	von Hand	1'957	129	10'993	168
					7	Siloschneidzange	von Hand	2'908	140	11'944	179
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	7'655	134	16'691	173
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	102	11'556	141
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	90	16'900	129
9 Rundballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	6'018	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	205	94	6'223	132
					12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	1'617	88	7'635	126
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	5'400	66	11'418	104
10 Rundballen	Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	6'018	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	205	94	6'223	132
					12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	1'617	88	7'635	126
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	5'400	66	11'418	104
11 Quaderballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	5'923	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	205	94	6'128	132
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	5'400	66	11'323	104

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage

Tab. 7: Zuteilbare Kosten und Arbeitszeitbedarf pro Jahr der Kombinationsmöglichkeiten bei Silomais

Verfahren Ernte und Einlagerung					Verfahren Entnahme und Vorlage					Ernte bis Vorlage	
EES Nr.	Ernte	Einlagerung	Kosten Fr.	AKh	EVS Nr.	Entnahme	Vorlage	Kosten Fr.	AKh	Kosten Fr.	AKh
1 Hochsilo, GFK	Anbaumaishäcks.	Zubringerband	7'667	29	1	von Hand	von Hand	181	159	7'848	188
	Ladewagen	Vielzweckgebläse			2	Entnahmefräse	von Hand	4'344	118	12'011	147
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	9'738	98	17'405	127
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	7'179	13	1	von Hand	von Hand	181	159	7'360	172
	Häckselwagen				2	Entnahmefräse	von Hand	4'344	118	11'523	131
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	9'738	98	16'917	111
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	8'873	13	4	Entnahmefräse	von Hand	6'542	118	15'415	131
	Häckselwagen				5	Entnahmefräse	Mischwagen	12'338	98	21'211	111
4 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	5'868	19	6	Blockschneider	von Hand	1'974	159	7'842	178
	Häckselwagen				7	Siloschneidzange	von Hand	2'911	160	8'779	179
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	8'056	137	13'924	156
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	118	8'388	137
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	96	13'732	115
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	6'710	14	6	Blockschneider	von Hand	1'974	159	8'684	173
	Muldenkipper				7	Siloschneidzange	von Hand	2'911	160	9'621	174
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	8'056	137	14'766	151
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	118	9'230	132
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	96	14'574	110
6 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch-	5'626	13	6	Blockschneider	von Hand	1'974	159	7'600	172
	Häckselwagen	presse			7	Siloschneidzange	von Hand	2'911	160	8'537	173
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	8'056	137	13'682	150
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	118	8'146	131
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	96	13'490	109
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch-	6'588	8	6	Blockschneider	von Hand	1'974	159	8'562	167
	Muldenkipper	presse			7	Siloschneidzange	von Hand	2'911	160	9'499	168
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	8'056	137	14'644	145
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	2'520	118	9'108	126
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	7'864	96	14'452	104
8 Rundballen	Selbstf. Häcksler	Frontlader mit	9'464	9	11	Frontl./Kemmzange	von Hand	211	114	9'675	123
	Press-Wickel-	Klemmzange			12	Frontl./Kemmzange	Mischwagen	5'419	73	14'883	82

EES: Ernte und Einlagerung Silomais

EVS: Entnahme und Vorlage Silomais

Tab. 8: Zuteilbare Investitionen der Kombinationsmöglichkeiten bei Grassilage

Verfahren Ernte und Einlagerung				Verfahren Entnahme und Vorlage				Ernte bis Vorlage	
EEG Nr.	Ernte	Einlagerung	Investitionen Fr.	EVG Nr.	Entnahme	Vorlage	Investitionen Fr.	Investitionen Fr.	
1 Hochsilo, GFK	Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	62'810	1	von Hand	von Hand	1'400	64'210	
				2	Entnahmefräse	von Hand	28'831	91'641	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	66'431	129'241	
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	54'810	1	von Hand	von Hand	1'400	56'210	
	Häckselwagen			2	Entnahmefräse	von Hand	28'831	83'641	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	66'431	121'241	
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	81'868	4	Entnahmefräse	von Hand	42'400	124'268	
	Häckselwagen			5	Entnahmefräse	Mischwagen	80'000	161'868	
4 Flachsilo	Ladewagen mit Dosiereinrichtung	Walztraktor	49'700	6	Blockschneider	von Hand	11'500	61'200	
				7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	69'000	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	108'000	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	62'700	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	108'700	
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	29'700	6	Blockschneider	von Hand	11'500	41'200	
	Häckselwagen			7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	49'000	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	88'000	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	42'700	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	88'700	
6 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	29'700	6	Blockschneider	von Hand	11'500	41'200	
	Muldenkipper			7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	49'000	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	88'000	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	42'700	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	88'700	
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch- presse	10'110	6	Blockschneider	von Hand	11'500	21'610	
	Häckselwagen			7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	29'410	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	68'410	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	23'110	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	69'110	
8 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch- presse	10'110	6	Blockschneider	von Hand	11'500	21'610	
	Muldenkipper			7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	29'410	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	68'410	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	23'110	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	69'110	
9 Rundballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	15'175	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	15'175	
				12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	9'000	24'175	
				13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	39'000	54'175	
10 Rundballen	Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	15'175	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	15'175	
				12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	9'000	24'175	
				13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	39'000	54'175	
11 Quaderballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	13'699	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	13'699	
				13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	39'000	52'699	

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage

EVG: Entnahme und Vorlage Grassilage

Wirtschaftliche Ergebnisse im Vergleich / Einfluss geänderter Rahmenbedingungen

Tab. 9: Zuteilbare Investitionen der Kombinationsmöglichkeiten bei Silomais

Verfahren Ernte und Einlagerung				Verfahren Entnahme und Vorlage				Ernte bis Vorlage
EES Nr.	Ernte	Einlagerung	Investitionen Fr.	EVS Nr.	Entnahme	Vorlage	Investitionen Fr.	Investitionen Fr.
1 Hochsilo, GFK	Anbaumaishäcksl. Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	58'610	1	von Hand	von Hand	1'400	60'010
				2	Entnahmefräse	von Hand	28'831	87'441
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	66'431	125'041
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	54'810	1	von Hand	von Hand	1'400	56'210
				2	Entnahmefräse	von Hand	28'831	83'641
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	66'431	121'241
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	81'868	4	Entnahmefräse	von Hand	42'400	124'268
				5	Entnahmefräse	Mischwagen	80'000	161'868
4 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Walztraktor	29'700	6	Blockschneider	von Hand	11'500	41'200
				7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	49'000
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	88'000
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	42'700
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	88'700
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Walztraktor	29'700	6	Blockschneider	von Hand	11'500	41'200
				7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	49'000
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	88'000
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	42'700
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	88'700
6 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Siloschlauch- presse	10'110	6	Blockschneider	von Hand	11'500	21'610
				7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	29'410
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	68'410
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	23'110
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	69'110
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Siloschlauch- presse	10'110	6	Blockschneider	von Hand	11'500	21'610
				7	Siloschneidzange	von Hand	19'300	29'410
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	58'300	68'410
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	13'000	23'110
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	59'000	69'110
8 Rundballen	Selbstf. Häcksler Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange	15'539	11	Frontl./Kemmzange	von Hand	bei Ernte	15'539
				12	Frontl./Kemmzange	Mischwagen	39'000	54'539

EES: Ernte und Einlagerung Silomais

EVS: Entnahme und Vorlage Silomais

Einfluss geänderter Rahmenbedingungen

Jeder Landwirtschaftsbetrieb hat seine speziellen Bedingungen. Die in den vorliegenden Kalkulationen ausgewiesenen Werte können im einzelnen, konkreten Fall mehr oder weniger abweichen. Die wirtschaftliche Auswirkung anderer Rahmenbedingungen ist je nach Sachlage verschieden. Sechs Beispiele betreffend die Ernte und Einlagerung von Grassilage und ein Beispiel betreffend die Entnahme und Vorlage zeigen, wie sich Änderungen auf das wirtschaftliche Ergebnis auswirken (Tab. 10). Auswirkungen haben unter anderem die Neuwerte und Abschreibungszeiten der

Silagelager, Maschinen und Einrichtungen, die Kostenansätze für zugemietete Maschinen und Lohnarbeiten sowie die Anteile bei gemeinsam angeschafften Maschinen.

Tab. 10: Auswirkung geänderter Rahmenbedingungen

Verfahren	Änderung	Kosten je Jahr in Kalkulation	Veränderung	Kosten je Jahr, angepasst
Ernte von Grassilage				
Verfahren EEG 3 Hochsilo Metall	Verlängerung der Abschreibungszeit von 25 auf 40 Jahre	Fr. 11 252	minus Fr. 1 137	Fr. 10 115
Verfahren EEG 4 Flachsilo	Reduktion Neuwert von Fr. 162.-/m ³ auf Fr. 120.-/m ³	Fr. 7 750	minus Fr. 542	Fr. 7 208
Verfahren EEG 7 Siloschlauch	Erhöhung Ansatz pressen von Fr. 11.-/m ³ auf Fr. 12.-/m ³	Fr. 8 087	plus Fr. 191	Fr. 8 278
Verfahren EEG 9 Rundballen	Erhöhung Ansatz pressen und wickeln von Fr. 26.-/Rb auf Fr. 32.-/Rb	Fr. 6 018	plus Fr. 900	Fr. 6 918
Verfahren EEG 9 Rundballen	Befestigter Platz, 197 m ² , Bitumen an Stelle von Kies	Fr. 6018	plus Fr. 349	Fr. 6 367
Entnehmen und vorlegen Grassilage				
Verfahren EVG 10 Flachsilo, Fräsmischwagen	Miteigentum von 50 % an Fräsmischwagen anteiliger Neuwert: Fr. 29 500	Fr. 7 864	minus Fr. 3 226	Fr. 4 638

Schlussfolgerungen

Gras- und Maissilagen lassen sich mit unterschiedlichen Arbeitsverfahren herstellen, lagern und vorlegen. Zwischen der Ernte mit Einlagerung und der Entnahme mit Silagevorlage ermöglichen die dargestellten Verfahren bei Grassilage 41 und bei Maissilage 30 Kombinationsmöglichkeiten.

Organisatorisch ist es möglich, je nach Arbeitsbereich sowohl mit eigener als auch zugemieteter Mechanisierung zu arbeiten. Für besondere kapitalintensive Arbeiten steht auch der Einsatz von Lohnunternehmen oder Maschinengemeinschaften im Vordergrund. Die den einzelnen Verfahren zuteilbaren Investitionen wie auch die jährlichen Kosten sind sehr verschieden.

Die umfangreichen Lösungsmöglichkeiten bieten die Wahl zwischen finanziell günstig und arbeitsaufwendig bis kostspielig mit geringem Arbeitsaufwand.

Gemessen an der benötigten Arbeitszeit und der körperlichen Belastung sind die Verfahren mit Hochsilo und Handentnahme am aufwendigsten. Eine geringe körperliche Belastung fordern die Verfahren mit Entnahmefräsen bei Hochsilos, ETV-Geräten und Fräsmischwagen bei Flachsilos und Siloschläuchen sowie Frontlader und Abrollgeräten bei Silageballen. In den betrachteten Verfahren verhalten sich die notwendigen Investitionen bis zu einem Verhältnis von 1 zu 12. Die Kosten bewegen sich in einem Bereich von 1 zu 4. Um die für einen einzelnen Betrieb gültige Aussage zu erhalten, ist es unerlässlich, die betriebsbezogenen organisatorischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten abzuklären.

Silierverfahren: Vor- und Nachteile im Überblick

Hochsilo aus Kunststoff: Arbeiterledigung mit eigenen Mitteln möglich

Dieses System ist für die Verhältnisse in der Schweiz nach wie vor ein interessantes Verfahren, da die erforderlichen Maschinen auf dem Betrieb häufig schon vorhanden sind. Es eignet sich sehr gut für das zeitlich gestaffelte Silieren. Ernte, Einlagerung und Futterentnahme sind zeitlich aufwändig. Die Handentnahme der Silage ist zudem mit einer hohen körperlichen Belastung verbunden. Durch sehr kurz geschnittenes oder gehäckselttes Siliergut lässt sich diese reduzieren. Bei Verwendung einer Obenentnahmefräse gestaltet sich das Verfahren arbeitswirtschaftlich wesentlich einfacher. Allerdings verursacht die Fräse fast so hohe Kosten wie das Silo selbst.

Vorteile

- Für Eigenmechanisierung geeignet
- Etappenweises Silieren möglich
- Geringer Platzbedarf
- Auch für kleine Silovolumen
- Entnahme von Hand oder maschinell
- Nasssilage grundsätzlich möglich

Nachteile

- Relativ hohe Investition pro m³ Siloraum
- Siloentnahmefräse: hohe Kosten
- Handentnahme: hohe körperliche Belastung
- Beim Bau wenig Eigenleistung möglich
- Grosse Unfallgefahr (Gärgase, Stürze)
- Teure Entsorgung ganzer Silos



Abb. 17: Hochsilo Kunststoff.

Hochsilo aus Metall: komfortabel, aber teuer

Komfortables Verfahren für Betriebe mit hohen Ansprüchen an die Konservierungsqualität. Die hohen Investitionen und Kosten (Untenentnahmefräse) rechtfertigen diese Siliertechnik nur auf Betrieben mit grossen Viehbeständen und hohen Leistungsansprüchen. Für die Konservierung von Grassilage muss das Futter auf mindestens 45 % TS angewelkt und mit dem Feldhäcksler geerntet werden. Durch die Untenentnahme wird stets gut gelagerte Silage verfüttert. Gleichzeitig kann man oben bereits einen neuen Schnitt einfüllen, wodurch laufend an Volumen gespart werden kann.



Abb. 18: Hochsilo Metall.

Vorteile

- Komfortable Futterentnahme mit geringem Arbeitszeitbedarf
- Mehrfachnutzung des Silos durch laufende Befüllung
- Sommersilagefütterung problemlos möglich (keine Erwärmung der Silage)
- Kein Sickersaftanfall
- Für Betriebe mit hohen Ansprüchen an Fütterung und Leistung

Nachteile

- Bei kleinen Volumens sehr hohe Investitionen pro m³ Siloraum
- Hohe Abschreibungs- und Wartungskosten für Entnahmefräse
- Nur für Häckselsilage, nicht geeignet für Ladewagen
- Nicht geeignet für Nasssilage (notwendig min. 45 % TS)
- Nur für grosse Silovolumen über 180 m³
- Beim Bau wenig Eigenleistung möglich
- Grosse Unfallgefahr (Gärgase, Stürze)
- Teure Entsorgung ganzer Silos

Flachsilo: hohe Schlagkraft bei überbetrieblichem Einsatz

Bei einfacher Entnahmetechnik ist der zuteilbare Investitionsbedarf geringer als bei Hochsilos. Der Platzbedarf ist relativ gross. Bei einer gut organisierten Futterernte resultiert eine hohe Schlagkraft. Für die Ernte und das Einfüllen werden bis zu vier Arbeitskräfte benötigt. Beim Abdichten muss sehr sorgfältig gearbeitet werden (Gefahr von Fehlgärungen). Die Möglichkeiten zur Selbstfütterung am Flachsilo bestehen und vereinfachen die aufwändige Futterentnahme und -vorlage. Bei der Erstellung des Flachsilos ist viel Eigenleistung möglich. Die Entsorgung der gebrauchten Silofolie bietet Probleme; sie lässt sich aber als Abdeckblache weiterverwenden.



Abb. 19: Flachsilo.

Vorteile

- Viel Eigenleistung beim Bau möglich
- Investition pro m³ je nach System unterschiedlich
- Hohe Schlagkraft bei überbetrieblicher Zusammenarbeit
- Arbeitsergonomische Futterentnahme
- Geringe Unfallgefahr
- Verträglich mit Landschafts-/Ortsbild
- «Überfüllen» möglich
- Futterblöcke lagern frostsicher
- Möglichkeit für Selbstfütterung besteht

Nachteile

- Grosser Platzbedarf
- Nur für grössere Baueinheiten
- Grosser Personalbedarf beim Befüllen
- Sorgfältiges Abdichten erforderlich (Gefahr von Fehlgärungen)
- Nachfüllen aufwändig und verlustreich
- Feuchte Silagen nicht konservierbar
- Entsorgung der Silofolie problematisch

Siloschlauch: geringe Investition, flexibel, kostengünstig

Die Siloschlauchtechnik erfordert keine baulichen Investitionen; es empfiehlt sich aber, Siloschläuche auf einer befestigten Unterlage (eingekiester Platz, Schotterfläche) anzulegen. Das Verfahren ist flexibel, da nicht ortsgebunden. Es sind sowohl



Abb. 20: Siloschlauch.

kleine als auch grosse Lagervolumen möglich. Siloschläuche eignen sich problemlos für die Sommerfütterung. Einmal geöffnete Schläuche müssen zu Ende gefüttert werden. Bei der Herstellung von Anwelksilage sollte das Futter möglichst kurz geschnitten oder gehäckselt werden. Zum Schutz der Schlauchfolie vor Schäden durch Vieh und Kleintiere sollten Siloschläuche abgedeckt werden. Die gebrauchte Siloschlauchfolie lässt sich anderweitig verwenden.

Vorteile

- Sehr geringe Investition für Silolager
- Hohe Flexibilität, nicht ortsgebunden
- Für kleine oder grosse Lagervolumen
- Entnahme von Hand oder maschinell
- Dank geringem Vorschub auch für kleine Tierbestände geeignet
- Sommersilagefütterung möglich
- Geringe Unfallgefahr

Nachteile

- Feuchte Silagen nicht konservierbar
- Erfordert eine schlagkräftige Ernte
- Für Silomais besser geeignet als für Gras
- Relativ hoher Platzbedarf für Lagerung
- Gefahr der Beschädigung der Schlauchfolie durch Tiere
- Problem der umweltverträglichen und kostengünstigen Folienentsorgung

Rund- und Quaderballen: geringe Investition, flexibel, handelbar, grosser Folienverbrauch

Auch die Ballentechnik ist sehr flexibel und bedingt ausser einem befestigten Platz für das Ballenlager nur geringe Investitionen für die Mechanisierung des Ballenumschlags. Das Pressen und Wickeln wird häufig dem Lohnunternehmer überlassen und verlangt so wenig Eigenarbeit. Die Technik ermöglicht ein zeitlich gestaffeltes Silieren und ist für die Konservierung von Restflächen prädestiniert. Das Pressen, Wickeln und Einlagern der Ballen erfordern zur Gewinnung guter Silagen eine hohe Sorgfalt. Eine ungenügende Verdichtung beim Pressen hat häufig eine schlechte Silagequalität zur Folge. Die Gewinnung



Abb. 21: Rund- oder Quaderballen.

von Herbstsilage ist problematisch, da der minimale TS-Gehalt von 30 % häufig nicht erreicht wird. Quaderballenpressen sind auf Grund ihres Gewichtes weniger hangtauglich als solche für Rundballen. Die Gewinnung von Maishäcksels-Rundballen ist heute technisch ausgereift, aber relativ teuer. Die Ballentechnik verursacht einen hohen Folienverbrauch (zirka 1 bis 1,2 kg pro Ballen bei sechs Lagen). Die sinnvolle und nachhaltige Entsorgung der Wickelfolien ist nach wie vor ungelöst.

Vorteile

- Sehr geringe Investition für Silolager
- Hohe Flexibilität, leicht organisierbar, nicht ortsgebunden
- Arbeiterleichterung und -einsparung
- Für Restflächen und gestaffeltes Silieren
- Ermöglicht abgestufte Nutzung der Wiesen
- Keine Probleme mit Nachgärungen dank Portionensilage
- Zusätzliche Kapazitäten bei nicht vorhersehbarem hohem Futteranfall
- Silage handelbar
- Heute auch für Maissilage geeignet

Nachteile

- Relativ stark vom Lohnunternehmer abhängig, hohe Fremdkosten
- Relativ hoher Platzbedarf für Lagerung
- Für grobstängliges und wenig angewelktes Futter ungeeignet
- Ballenumschlag nur maschinell möglich
- Folien leicht verletzbar, Qualitätsmängel
- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes bei Lagerung an ungeeignetem Standort
- Hoher Folienverbrauch
- Entsorgung der Folien problematisch

Literatur

- Ammann H., 2004. Maschinenkosten 2004. FAT-Bericht Nr. 602, Tänikon.
 Hity R., 2000. FAT-Preisbaukasten 2000, Tänikon.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden, Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

- ZH** Merk Konrad, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 11
Blum Walter, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 11
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 650 84 30
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Hodel René, LMS, 6276 Hohenrain,
Telefon 041 914 30 05
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4,
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
- NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt,
Kreuzstr. 2, 6371 Stans,
Telefon 041 618 40 07
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Gut Willy, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
Furrer Jules, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
- FR** Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
- SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Lehmann Ueli, LBBZ Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 758 13 19
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, Berufsbildung, Weiterbildung und
Beratung Liebegg, 5722 Gränichen,
Telefon 062 855 86 27
- TG** Baumgartner Christof, Fachstelle
Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 23
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Impressum

Herausgeber: Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Ettenhausen

Die FAT-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich.
ISSN 1018-502X.