

Silierverfahren im Vergleich

H. AMMANN und R. FRICK

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. Bei der Auswahl des passenden Verfahrens sind mitentscheidend: die technischen Möglichkeiten, die zu konservierenden Silagemengen, die Anzahl Befüllungen pro Jahr sowie die zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte und finanziellen Mittel. Der vorliegende Vergleich, ausgerichtet auf schweizerische Verhältnisse, 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 Euro 14.000,-- (Siloschläuche) bis Euro 104.000,-- (Metallsilo mit Untenentnahmefräse) variieren.

Bei Grassilage liegen die jährlich zuteilbaren Kosten im günstigsten Fall (Verfahren Quaderballen mit Handvorlage) bei Euro 4.900,-- pro Jahr. Das teuerste Verfahren ist das Hochsilo aus Metall mit Untenentnahme und Futtermischwagen mit jährlichen Kosten von Euro 15.200,--. 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 betriebs-eigene 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 -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 Euro 4.700,-- (Hochsilo mit Handentnahme und -vorlage) und Euro 17.000,-- (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 Futterkrippenvorlage 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.

Problemstellung

Für die Gewinnung von Gras- und Maissilage bieten sich verschiedene Arbeitsverfahren an (*Abbildung 1*). Mit dem Aufkommen der Silageballen und der Schlauchtechnik stehen heute Verfahren zur Verfügung, die im Gegensatz zu Hoch- und Flachsilos 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, Lohnunternehmer) durchführen. Anhand einiger ausgewählter Verfahren wurden die technischen Möglichkeiten bei der Gras- und Maissilageherstellung und deren Auswirkungen auf Arbeitszeitbedarf, Investitionen und Kosten untersucht. Der Vergleich 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.

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
- 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.

Verfahrensvergleich für Gras- und Maissilage

Gras und Mais lassen sich mit unterschiedlichen technischen Möglichkeiten silieren, lagern und vorlegen. Die vorliegenden Vergleichs 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 be-

Autoren: Dipl.-Ing. Helmut AMMANN und Dipl.-Ing. Rainer FRICK, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 ETTENHAUSEN, email: helmut.ammann@fat.admin.ch



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

zätzlich Einsatz und Besitz 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 1 bis 4* systematisch dargestellt.

Bei der Gewinnung von **Grassilage** (*Tabelle 1*) läuft die Ernte in sämtlichen Verfahren gleich ab: Mähen mit Aufbereiter, einmal Zetten, Schwaden mit Zweikreiselschwader.

Im Verfahren EEG 1 (Ernte und Einlagerung Grassilage 1 in *Tabelle 1*) 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 gemieteten Häckselgebläse einsiliert. Bei den Flachsilo-Verfahren wird das Futter mit zwei Dosierladewagen, EEG 4 (Eigenbesitz und Miete) bzw. mit dem Selbstfahrhäcksler 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; der Transport und die 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 erfolgt.

Für die Herstellung von **Maissilage** (*Tabelle 3*) erfolgt das Häckseln auf dem Feld überall mit einem sechsreihigen Selbstfahrhäcksler im Lohn; einzig beim Verfahren EES 1 (Ernte und Einlagerung Silomais in Hochsilo) erledigt dies ein zweireihiger Anbauhäcksler (ebenfalls im Lohn). Für die Beschickung der Hochsilos dient ein Vielzweckgebläse mit Zubringerband (Verfahren EES 1)

Tabelle 1: 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		Hochsilo GFK	Hochsilo GFK	Hochsilo Metall	Flachsilo Beton	Flachsilo Beton	Flachsilo Beton	Siloschlauch Kies	Siloschlauch Kies	Rundballen Kies	Rundballen Kies	Quaderballen Kies
Baumaterial		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 Lagerraum		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			
Bedarf an speziellem Lagerplatz												
Gewählte Baulösung												
Anzahl Ballen an Lager										150 Rb	150 Rb	150 Qb
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.		
Folienvickelgerät für Rundballen	L									Lohnans.		
Press-Wickelkombination für Rundballen	L										Lohnans.	
Quaderballenpresse	L											Lohnans.
Folienvickelgerät 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									fix + var.	fix + var.	fix + var.
Klemmzange zu Frontlader	E									fix + var.	fix + var.	fix + var.
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	E									variabel	variabel	variabel
Zuteilbare Investitionen												
Maschinen und Einrichtungen	€	5.161			12.903					11.161	11.161	11.161
Silos und Ballenlager	€	35.361	35.361	53.090	19.161	19.161	19.161	6.523	6.523	7.016	7.016	6.064
Total	€	40.522	35.361	53.090	32.064	19.161	19.161	6.523	6.523	18.177	18.177	17.225
Differenz zu Verfahren 1	€		-5.161	12.568	-8.458	-21.361	-21.361	-33.999	-33.999	-22.345	-22.345	-23.297
Kosten je Jahr												
Maschinen und Einrichtungen	€	1.870	3.631	3.631	3.303	4.041	4.637	4.619	5.231	4.312	4.312	4.312
Silos und Ballenlager	€	2.535	2.535	3.647	1.697	1.697	1.697	599	599	488	488	426
Total	€	4.405	6.166	7.278	5.000	5.738	6.334	5.218	5.830	4.800	4.800	4.738
Arbeitszeitbedarf												
Mähen bis und mit Einlagerung	AKh	55,20	39,40	39,40	54,60	47,10	47,80	38,40	38,50	38,10	38,10	38,10
Total	AKh	55,20	39,40	39,40	54,60	47,10	47,80	38,40	38,50	38,10	38,10	38,10
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-15,80	-15,80	-0,60	-8,10	-7,40	-16,80	-16,70	-17,10	-17,10	-17,10

E: Eigentum, M: Miete, L: Lohnansatz
 var.: variable Kosten, fix: fixe Kosten, Lohnans.: Lohnansatz
 fix + var.*: bei fixen Kosten Aufpreis Ladewagen mittel zu Ladewagen mit Dosiereinrichtung
 EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage
 GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

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 in-

tegriertem Wickelgerät für Maishäcksel (Verfahren EES 8) wird mit zwei Häckselwagen bedient. Für den Ballenumschlag dient ein Frontlader mit Klemmzange.

Tabelle 2: Ausgewählte Verfahren für die Entnahme und die Vorlage von Grassilage

Ernteflächen und -mengen	Grassilage, 14 ha, 1050 dt Silage, 420 dt TS													
	EVG 1	EVG 2	EVG 3 Hochsilo	EVG 4	EVG 5	EVG 6	EVG 7	EVG 8 Flachsilo	EVG 9	EVG 10	EVG 11	EVG 12 Ballensilage	EVG 13	
Verfahren	GFK	GFK	GFK	Metall	Metall			Siloschlauch						
Bedarf an Lagerraum Silos	194 m ³	194 m ³	194 m ³	194 m ³	195 m ³	180 m ³								
Bedarf an Lagerraum Siloschläuche						191 m ³								
Ballenlager											150 Ba	150 Rb	150 Ba	
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														
Ballenauflösegerät														
Silowagen für Transport														
Mischwagen														
Gabel für Vorlage der ganzen Ration														
Zuteilbare Investitionen														
Maschinen und Geräte	€ 903	903	25.161	903	25.161	7.419	12.452	37.613	8.387	38.065	*)	5.806 *)	25.161 *)	
Mech. Einrichtungen	€	17.697	17.697	26.452	26.452									
Total	€	18.600	42.858	27.355	51.613	7.419	12.452	37.613	8.387	38.065		5.806	25.161	
Differenz zu Verfahren 1	€		17.697	41.955	26.452	50.710	6.516	11.549	36.710	7.484	37.162	-903	4.903	24.258
Kosten je Jahr														
Maschinen und Geräte	€	117	117	3.856	934	4.674	1.263	1.876	4.939	1.626	5.074	132	1.043	3.484
Mech. Einrichtungen	€		2.714	2.714	3.310	3.310								
Total	€	117	2.831	6.570	4.244	7.984	1.263	1.876	4.939	1.626	5.074	132	1.043	3.484
Differenz zu Verfahren 1	€		2.714	6.453	4.127	7.867	1.146	1.759	4.822	1.509	4.957	15	926	3.367
Arbeitszeitbedarf														
Entnahme und Transport	AKh	56,60	27,40	23,40	27,40	23,40	55,80	67,20	62,00	53,80	43,60	13,00	14,20	14,20
Futtermischwagen	AKh	71,10	69,00	60,90	69,00	60,90	72,90	72,90	71,80	47,70	46,70	81,20	73,40	52,00
Total	AKh	127,70	96,40	84,30	96,40	84,30	128,70	140,10	133,80	101,50	90,30	94,20	87,60	66,20
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-31,30	-43,40	-31,30	-43,40	1,00	12,40	6,10	-26,20	-37,40	-33,50	-40,10	-61,50

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

EVG: Entnahme und Vorlage Grassilage

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

GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

Futterentnahme und -vorlage (Tabelle 2 und 4)

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 Futtermischwagen. Im Flachsilo unterscheidet man für die Entnahme und Vorlage der Gras- bzw. Maissilage die Varianten Siloblockschneider, 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 Vorlage 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 zugrunde gelegt. 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 1.050 dt. Bei der Maissilage beträgt die Schnittfläche 3 ha, was bei einem TS-Ertrag von 140 dt/ha und einem TS-Gehalt von 30 % einer Silagemenge von 1.400 dt entspricht. Bei beiden Futterarten ist somit ein Lagervolumen von rund 180 bis 200 m³ erforderlich. Es ist zu beachten, dass die zu Grunde gelegte Futtermenge bei einzelnen Verfahren entweder bei der Ernte (Verfahren mit Rund- oder Quaderballen) oder bei der Entnahme (Hochsilo mit Handentnahme) von der arbeits-

wirtschaftlichen oder organisatorischen Bewältigung her an der oberen Grenze liegt.

Als **Silolager** dienen in den Hochsilo-Verfahren bei beiden Futterarten zwei Kunststoffsilos zu je 105 m³ (Verfahren EEG/EES 1 und 2) bzw. ein Metallsilo zu 195 m³ (Verfahren EEG/EES 3). In den Flachsilo-Verfahren (EEG 4 - 6, EES 4 und 5) wird ein Flachsilo mit 180 m³ Inhalt zu Grunde gelegt. Bei der Siloschlauchtechnik (EEG 7 und 8, EES 6 und 7) werden zwei Schläuche zu je 96 m³ angelegt. Bei den Ballenverfahren (EEG 9 - 11, EES 8) 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.

Tabelle 3: 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		Hochsilos GFK	Hochsilos GFK	Hochsilos Metall	Flachsilo Beton	Flachsilo Beton	Siloschläuche Kies	Siloschläuche Kies	Rundballen Kies
Baumaterial									
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								fix + variabel
Klemmzange zu Frontlader	E								fix + variabel
Zuteilbare Investitionen									
Maschinen und Einrichtungen	€	2.452							11.161
Silos und Ballenlager	€	35.361	35.361	53.090	19.161	19.161	6.523	6.523	7.251
Total	€	37.813	35.361	53.090	19.161	19.161	6.523	6.523	18.412
Differenz zu Verfahren 1	€		-2.452	15.277	-18.652	-18.652	-31.290	-31.290	-19.401
Kosten je Jahr									
Maschinen und Einrichtungen	€	2.411	2.096	2.096	2.088	2.632	3.031	3.652	6.519
Silos und Ballenlager	€	2.535	2.535	3.647	1.697	1.697	599	599	504
Total	€	4.946	4.631	5.743	3.785	4.329	3.630	4.251	7.023
Differenz zu Verfahren 1	€		-315	797	-1.161	-617	-1.316	-695	2.077
Arbeitszeitbedarf, betriebeigener 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
 EES: Ernte und Einlagerung Silomais
 GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

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 (Tabelle 5).

Sowohl bei der Ernte wie auch bei der Entnahme und Vorlage der Silagen stehen diverse Techniken zur Auswahl (Ab-

bildungen 2 und 3). Jedes Verfahren der Ernte und Einlagerung kann mit mehreren Verfahren zur Entnahme und Vorlage kombiniert werden (Tabelle 6).

In den betreffenden Verfahren werden einander aktuelle Mechanisierungen, mechanische Einrichtungen, Bau- und Lagerlösungen 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 wie auch bei der Silageentnahme und -vorlage sind grundsätzlich Lösungen mit überbetrieblich eingesetzten Maschinen und Geräten möglich.

Als Beispiel wird Grassilage in Rundballen hergestellt (Abbildung 4). Das Pressen und Wickeln werden in Lohnarbeit erledigt. Der Transport und der Umschlag der Ballen erfolgen mit einem betriebseigenen Frontlader mit Klemmzange und einem Pneuwagen, 2-achs. Dieser Tech-

Tabelle 4: 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 Hochsilos	EVS 4	EVS 5	EVS 6	EVS 7	EVS 8 Flachsilo Siloschlauch	EVS 9	EVS 10	EVS 11 Ballensilage	EVS 12	
Verfahren	GFK	GFK	GFK	Metall	Metall								
Art der Silagelagerung													
Bedarf an Lagerraum Silos	194 m ³	194 m ³	194 m ³	194 m ³	194 m ³	180 m ³	180 m ³	180 m ³	180 m ³	180 m ³			
Bedarf an Lagerraum Siloschläuche						191 m ³	191 m ³	191 m ³	191 m ³	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 Einrichtungen	€ 903	903	25161	903	25161	7419	12452	37613	8387	38065		25161	
Silos und Ballenlager	€	17.697	17.697	26.452	26.452								
Total	€ 903	18.600	42.858	27.355	51.613	7.419	12.452	37.613	8.387	38.065		25.161	
Differenz zu Verfahren 1	€	17.697	41.955	26.452	50.710	6.516	11.549	36.710	7.484	37.162	-903	24.258	
Jahreskosten													
Maschinen und Geräte	€	2.686	2.686	3.282	3.282								
Silos und Ballenlager	€	117	2.803	6.283	4.221	7.960	1.274	1.878	5.197	1.626	5.074	136	3.496
Total	€ 117	5.489	8.969	7.503	11.242	1.274	1.878	5.197	1.626	5.074	136	3.496	
Differenz zu Verfahren 1	€	5.372	8.852	7.386	11.125	1.157	1.761	5.080	1.509	4.957	19	3.379	
Arbeitszeitbedarf													
Entnahme und Transport	AKh	69,5	30,6	23,5	30,6	23,5	63,5	64,7	59,6	66,5	43,6	13,5	19,1
Futtermontage	AKh	89,4	87,3	74,1	87,3	74,1	95,4	95,4	77,1	51,8	52,0	100,7	54,1
Total	AKh 158,9	117,9	97,6	117,9	97,6	158,9	160,1	136,7	118,3	95,6	114,2	73,2	
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-41,0	-61,3	-41,0	-61,3	1,2	-22,2	-40,6	-63,3	-44,7	-85,7	

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

EVS: Entnahme und Vorlage Silomais

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

GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

Tabelle 5: 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
	1.050 dt Silage	1.400 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

Tabelle 6: 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

nik der Ernte und Einlagerung stehen drei Verfahren zur Entnahme und Vorlage der Silagen gegenüber: Verfahren mit Auflösung und Vorlage der Ballen von Hand, Ballenauflösergerät und Mischwagen.

Die dargestellten Verfahren ergeben bei der Grassilage 41 Kombinationsmöglichkeiten (Tabelle 8 und 10) und bei der Maissilage deren 30 (Tabelle 9 und 11).

Bei Flachsilos und den Siloschläuchen gehen wir davon aus, dass die Silagen mit denselben Techniken entnommen und vorgelegt werden.

Arbeitswirtschaft

Es wird vorausgesetzt, dass zwei betriebseigene Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. 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 Schnitthektaren Grassilage werden durch die betriebseigenen Arbeitskräfte zwischen 38 und 55 Arbeitsstunden benötigt (Abbildung 5). In Verfahren EEG 1 werden alle Arbeiten durch die betriebseigenen Arbeitskräfte erledigt: Transport des Futters mit Ladewagen, 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 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 wäh-

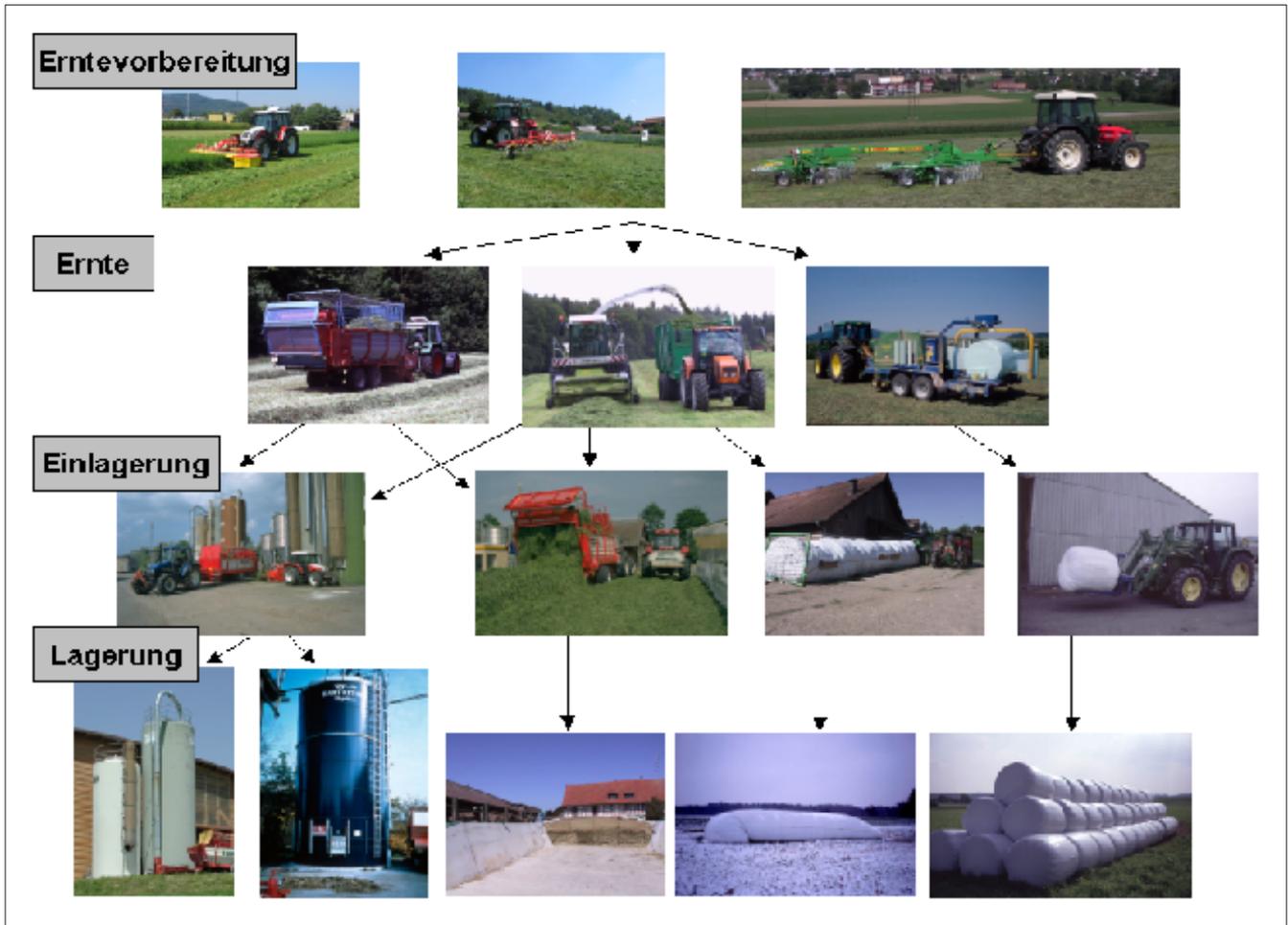


Abbildung 2: Auswahl von Arbeitsabläufen und Lagerarten bei der Ernte

Tabelle 7: 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
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

rend der Winterfütterung zwischen 66 und 140 Arbeitsstunden benötigt (Abbildung 6). Den geringsten Zeitbedarf beansprucht Verfahren EEG 13 (Quaderballen), bei dem der Umschlag mit einem Frontlader mit Klemmzange erfolgt und die Silage 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 (Abbildung 7). Den 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 68 Prozent.

Bei der Entnahme und Vorlage der Maissilage werden je Winter zwischen 73 und 160 Arbeitsstunden benötigt (Abbildung 8). Den geringsten Zeitbedarf erfordert Verfahren EVS 12 mit Rundballen, die über einen Mischwagen verteilt werden, den größten Verfahren EVS 7 (Flachsilo), 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 (Tabelle 10) und bei den 30 Kombinationen bei der Maissilage zwischen 82 und 188 Arbeitsstunden (Tabelle 11).

Handarbeit

Bei den ausgewählten Mechanisierungen fallen während der Ernte nur wenige,

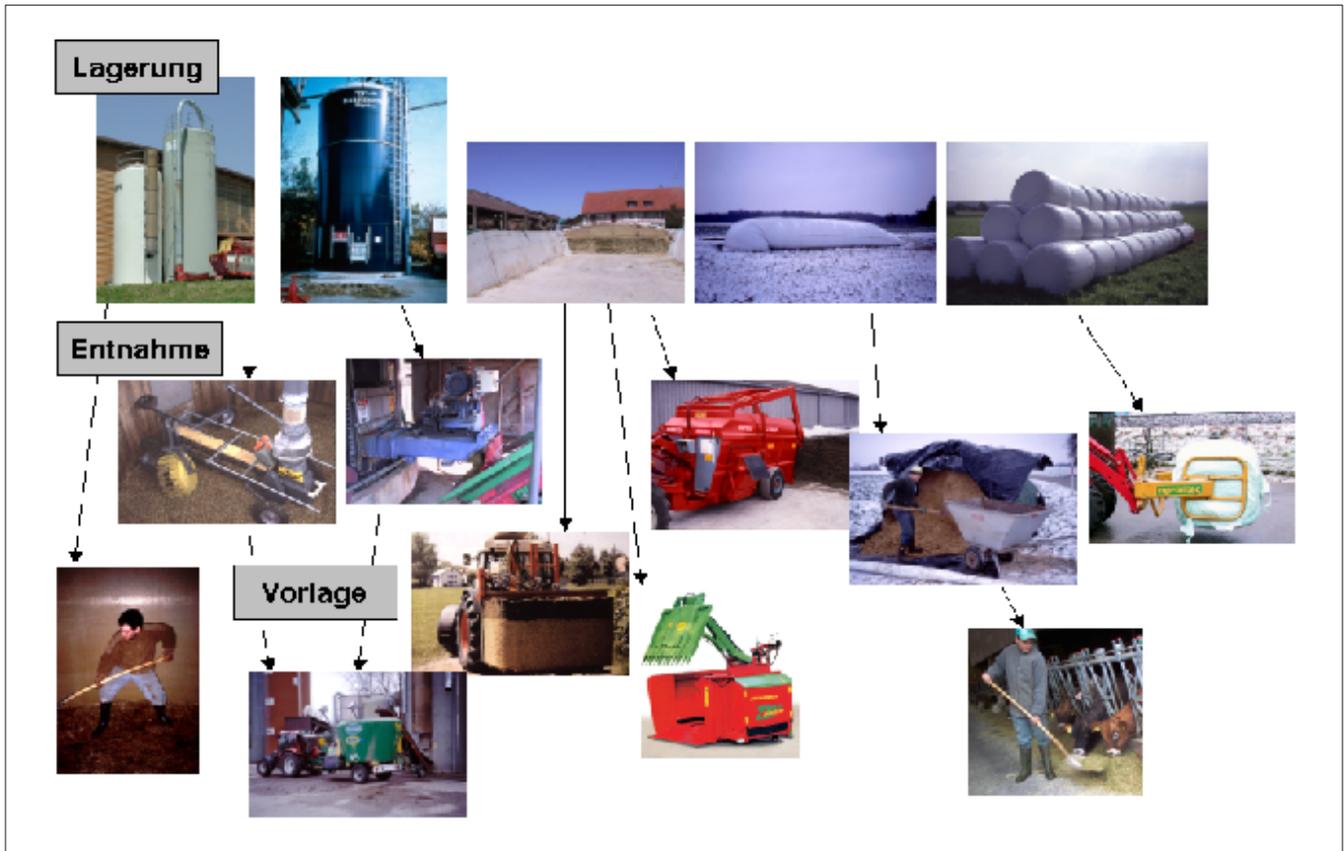


Abbildung 3: Auswahl von Arbeitsabläufen bei der Entnahme und Vorlage

Beispiel: Grassilage, 14 ha, 1.050 dt Silage, 420 dt TS

Abschnitte: Ernte bis Einlagerung

Verfahren EEG 9, Rundballen, 150 Stück, Pressen und Wickeln im Lohn, Transport mit Pneuwagen
 Investition: € 18.177
 Kosten je Jahr: € 4.800
 38 AKh

Entnahme und Vorlage

Verf. EVG 11, Klemmzange
 Investition: bei Ernte
 Kosten je Jahr: € 132
 94 AKh

Verf. EVG 12, Ballenauflösegerät
 Investition: € 5.806
 Kosten je Jahr: € 1.043
 88 AKh

Verf. EVG 13, Mischwagen
 Investition: € 25.161
 Kosten je Jahr: € 3.484
 66 AKh

Total
 Investition: € 18.177
 Kosten je Jahr: € 4.932
 132 AKh

Total
 Investition: € 23.983
 Kosten je Jahr: € 5.843
 126 AKh

Total
 Investition: € 43.338
 Kosten je Jahr: € 8.284
 104 AKh

Abbildung 4: Dem Verfahren EEG 9 in Ernte und Einlagerung können drei Möglichkeiten für die Silageentnahme und -vorlage zugeordnet werden

Tabelle 8: Zuteilbare Investitionen der Kombinationsmöglichkeiten bei Grassilage

Verfahren Ernte und Einlagerung				Verfahren Entnahme und Vorlage				Ernte bis Vorlage	
EEG Nr.	Ernte	Einlagerung	Investitionen €	EVG Nr.	Entnahme	Vorlage	Investitionen €	Investitionen €	
1 Hochsilo, GFK	Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	40.522	1	von Hand	von Hand	903	41.425	
				2	Entnahmefräse	von Hand	18.600	59.122	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	42.858	83.380	
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	35.361	1	von Hand	von Hand	903	36.264	
	Häckselwagen			2	Entnahmefräse	von Hand	18.600	53.961	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	42.858	78.219	
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler	Häckselgebläse	53.090	4	Entnahmefräse	von Hand	27.355	80.445	
	Häckselwagen			5	Entnahmefräse	Mischwagen	51.613	104.703	
4 Flachsilo	Ladewagen mit Dosiereinrichtung	Walztraktor	32.064	6	Blockschneider	von Hand	7.419	39.483	
				7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	44.516	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	69.677	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	40.451	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	70.129	
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	19.161	6	Blockschneider	von Hand	7.419	26.580	
	Häckselwagen			7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	31.613	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	56.774	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	27.548	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	57.226	
6 Flachsilo	Selbstf. Häcksler	Walztraktor	19.161	6	Blockschneider	von Hand	7.419	26.580	
	Muldenkipper			7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	31.613	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	56.774	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	27.548	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	57.226	
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch- presse	6.523	6	Blockschneider	von Hand	7.419	13.942	
	Häckselwagen			7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	18.975	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	44.136	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	14.910	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	44.588	
8 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler	Siloschlauch- presse	6.523	6	Blockschneider	von Hand	7.419	13.942	
	Muldenkipper			7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	18.975	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	44.136	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	14.910	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	44.588	
9 Rundballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange	18.177	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	18.177	
		Pneuwagen		12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	5.806	23.983	
				13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	25.161	43.338	
10 Rundballen	Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange	18.177	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	18.177	
		Pneuwagen		12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	5.806	23.983	
				13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	25.161	43.338	
11 Quaderballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange	17.225	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	bei Ernte	17.225	
		Pneuwagen		13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	25.161	42.386	

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage

EVG: Entnahme und Vorlage Grassilage

körperlich belastende Handarbeiten an. Die Futtermassen werden in den meis- ten Fällen mechanisch bearbeitet und umgeschlagen. Einzig in den Verfahren EEG/EES 1 (Gras- und Maissilage) wird das Futter manuell mit der Gabel vom

Tabelle 9: Zuteilbare Investitionen der Kombinationsmöglichkeiten bei Silomais

Verfahren Ernte und Einlagerung				Verfahren Entnahme und Vorlage				Ernte bis Vorlage	
EES Nr.	Ernte	Einlagerung	Investitionen €	EVS Nr.	Entnahme	Vorlage	Investitionen €	Investitionen €	
1 Hochsilo, GFK	Anbaumaishäckschl. Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	37.813	1	von Hand	von Hand	903	38.716	
				2	Entnahmefräse	von Hand	18.600	56.413	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	42.858	80.671	
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	35.361	1	von Hand	von Hand	903	36.264	
				2	Entnahmefräse	von Hand	18.600	53.961	
				3	Entnahmefräse	Mischwagen	42.858	78.219	
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	53.090	4	Entnahmefräse	von Hand	27.355	80.445	
				5	Entnahmefräse	Mischwagen	51.613	104.703	
4 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Walztraktor	19.161	6	Blockschneider	von Hand	7.419	26.580	
				7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	31.613	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	56.774	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	27.548	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	57.226	
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Walztraktor	19.161	6	Blockschneider	von Hand	7.419	26.580	
				7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	31.613	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	56.774	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	27.548	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	57.226	
6 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Siloschlauch- presse	6.523	6	Blockschneider	von Hand	7.419	13.942	
				7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	18.975	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	44.136	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	14.910	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	44.588	
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Siloschlauch- presse	6.523	6	Blockschneider	von Hand	7.419	13.942	
				7	Siloschneidzange	von Hand	12.452	18.975	
				8	Siloschneidzange	Mischwagen	37.613	44.136	
				9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	8.387	14.910	
				10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	38.065	44.588	
8 Rundballen	Selbstf. Häcksler Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange	18.412	11	Frontl./Kemmzange	von Hand	bei Ernte	18.412	
				12	Frontl./Kemmzange	Mischwagen	25.161	43.573	

EES: Ernte und Einlagerung Silomais

EVS: Entnahme und Vorlage Silomais

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 (Abbildung 9 und 10). 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 Silageballen verteilt und vorgelegt. In den Verfahren EVG 11 und 12/EVS 11 sind es Siloballen, die von

Hand auseinander genommen und vorgelegt werden.

Wirtschaftlichkeit

Im wirtschaftlichen Vergleich werden jene Kosten erfasst, die für die Berechnung des landwirtschaftlichen Einkommens notwendig sind (Tabelle 1 bis 4). 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

Tabelle 10: 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 €	AKh	EVG Nr.	Entnahme	Vorlage	Kosten €	AKh	Kosten €	AKh
1 Hochsilo, GFK	Ladewagen	Zubringerband Vielzweckgebläse	4.405	55	1	von Hand	von Hand	117	128	4.522	183
					2	Entnahmefräse	von Hand	2.831	96	7.236	151
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	6.570	84	10.975	139
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	6.166	39	1	von Hand	von Hand	117	128	6.283	167
					2	Entnahmefräse	von Hand	2.831	96	8.997	135
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	6.570	84	12.736	123
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Häckselgebläse	7.278	39	4	Entnahmefräse	von Hand	4.244	96	11.522	135
					5	Entnahmefräse	Mischwagen	7.984	84	15.262	123
4 Flachsilo	Ladewagen mit Dosiereinrichtung	Walztraktor	5.000	55	6	Blockschneider	von Hand	1.263	129	6.263	184
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.876	140	6.876	195
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	4.939	134	9.939	189
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	102	6.626	157
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	90	10.074	145
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Walztraktor	5.738	47	6	Blockschneider	von Hand	1.263	129	7.001	176
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.876	140	7.614	187
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	4.939	134	10.677	181
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	102	7.364	149
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	90	10.812	137
6 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Walztraktor	6.334	48	6	Blockschneider	von Hand	1.263	129	7.597	177
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.876	140	8.210	188
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	4.939	134	11.273	182
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	102	7.960	150
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	90	11.408	138
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Häckselwagen	Siloschlauch- presse	5.218	38	6	Blockschneider	von Hand	1.263	129	6.481	167
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.876	140	7.094	178
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	4.939	134	10.157	172
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	102	6.844	140
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	90	10.292	128
8 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Siloschlauch- presse	5.830	39	6	Blockschneider	von Hand	1.263	129	7.093	168
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.876	140	7.706	179
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	4.939	134	10.769	173
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	102	7.456	141
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	90	10.904	129
9 Rundballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	4.800	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	132	94	4.932	132
					12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	1.043	88	5.843	126
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	3.484	66	8.284	104
10 Rundballen	Press-Wickel- kombination	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	4.800	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	132	94	4.932	132
					12	Frontl./Klemmzange	Auflösegerät	1.043	88	5.843	126
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	3.484	66	8.284	104
11 Quaderballen	Presse und Wickelgerät	Frontlader mit Klemmzange Pneuwagen	4.738	38	11	Frontl./Klemmzange	von Hand	132	94	4.870	132
					13	Frontl./Klemmzange	Mischwagen	3.484	66	8.222	104

EEG: Ernte und Einlagerung Grassilage
 EVG: Entnahme und Vorlage Grassilage

zu bewältigenden Arbeiten genügend freie Arbeitsstunden zur Verfügung stehen oder nicht und ob diese allenfalls anderweitig einkommenswirksam einge-

setzt werden können. Ein weiteres Kriterium ist, ob die körperliche Belastung bei der Arbeitserledigung vertretbar ist oder nicht.

Bei den betriebseigenen Maschinen und Geräten sind die Gebäude- und Wartungskosten nicht eingerechnet. Es wird vorausgesetzt, dass die zum Silieren be-

Tabelle 11: 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 €	AKh	EVS Nr.	Entnahme	Vorlage	Kosten €	AKh	Kosten €	AKh
1 Hochsilo, GFK	Anbaumaishäcksler. Ladewagen	Zubringerband	4.946	29	1	von Hand	von Hand	117	159	5.063	188
		Vielzweckgebläse			2	Entnahmefräse	von Hand	5.489	118	10.435	147
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	8.969	98	13.915	127
2 Hochsilo, GFK	Selbstf. Häcksler Häckslerwagen	Häckslergebläse	4.631	13	1	von Hand	von Hand	117	159	4.748	172
					2	Entnahmefräse	von Hand	5.489	118	10.120	131
					3	Entnahmefräse	Mischwagen	8.969	98	13.600	111
3 Hochsilo, Metall	Selbstf. Häcksler Häckslerwagen	Häckslergebläse	5.743	13	4	Entnahmefräse	von Hand	7.503	118	13.246	131
					5	Entnahmefräse	Mischwagen	11.242	98	16.985	111
4 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Häckslerwagen	Walztraktor	3.785	19	6	Blockschneider	von Hand	1.274	159	5.059	178
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.878	160	5.663	179
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	5.197	137	8.982	156
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	118	5.411	137
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	96	8.859	115
5 Flachsilo	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Walztraktor	4.329	14	6	Blockschneider	von Hand	1.274	159	5.603	173
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.878	160	6.207	174
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	5.197	137	9.526	151
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	118	5.955	132
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	96	9.403	110
6 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Häckslerwagen	Siloschlauch- presse	3.630	13	6	Blockschneider	von Hand	1.274	159	4.904	172
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.878	160	5.508	173
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	5.197	137	8.827	150
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	118	5.256	131
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	96	8.704	109
7 Siloschlauchpresse	Selbstf. Häcksler Muldenkipper	Siloschlauch- presse	4.251	8	6	Blockschneider	von Hand	1.274	159	5.525	167
					7	Siloschneidzange	von Hand	1.878	160	6.129	168
					8	Siloschneidzange	Mischwagen	5.197	137	9.448	145
					9	ETV-Gerät	ETV-Gerät	1.626	118	5.877	126
					10	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	5.074	96	9.325	104
8 Rundballen	Selbstf. Häcksler Press-Wick- kombination	Frontlader mit Klemmzange	7.023	9	11	Frontl./Kemmzange	von Hand	136	114	7.159	123
					12	Frontl./Kemmzange	Mischwagen	3.496	73	10.519	82

EES: Ernte und Einlagerung Silomais
EVS: Entnahme und Vorlage Silomais

nötigten eigenen Maschinen in bestehenden 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 Arbeitskräfte vorgenommen werden und dadurch keine zusätzlichen Fremdkosten anfallen.

Die einzelnen Ernte- und Einlagerungsverfahren sind, wie in *Abbildung 2* als Beispiel dargestellt, mit verschiedenen Entnahme- und Vorlageverfahren kombinierbar (*Abbildung 3*).

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.

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 Lohnarbeiten gelten allgemein empfohlene Richtwerte.

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

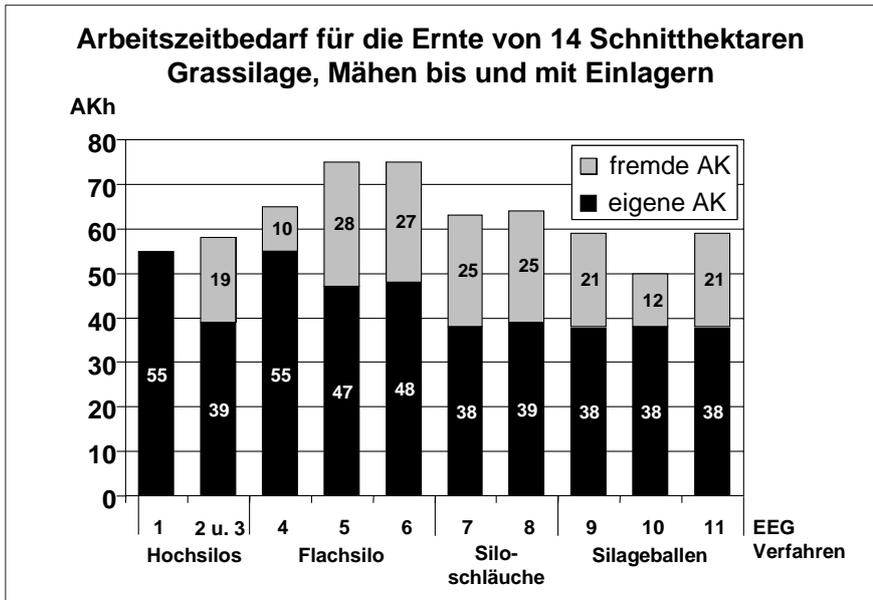


Abbildung 5: Arbeitszeitbedarf für die Ernte von 14 Schnitthektaren Grassilage

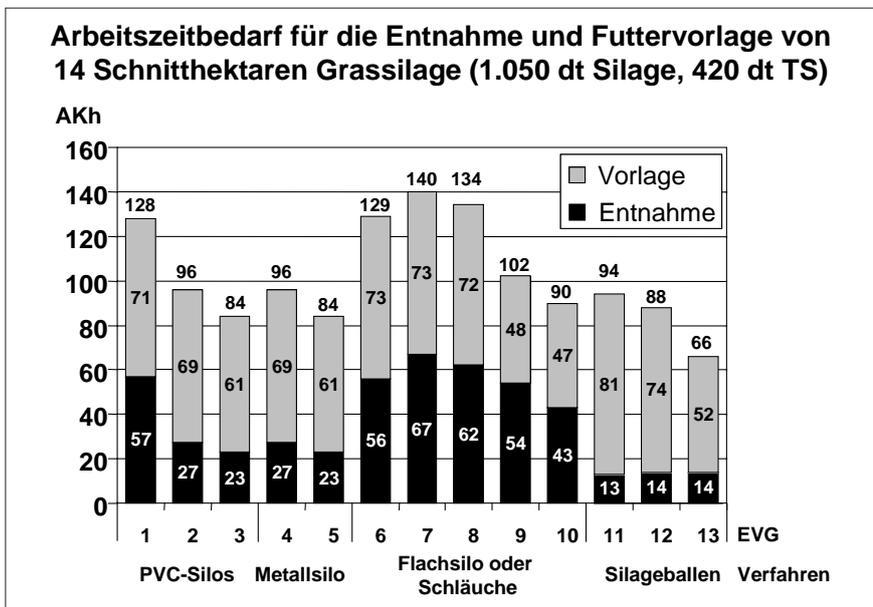


Abbildung 6: Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und Futtervorlage von 14 Schnitthektaren Grassilage

Tabelle 12: Kosten bei unterschiedlicher Einsatz- und Besitztart nach FAT-Richtwerten*

Auslastung Einsatz- und Besitztart	200 Mischungen/Jahr Euro/Mischung	600 Mischungen/Jahr Euro/Mischung
Eigentum 100 %	26	12
Miteigentum 50 %	16	9
Miete	18	18
Lohnarbeit	27	27

* Fixe und variable Kosten Fräsmischwagen, 9 m³, variable Kosten Traktor 50 kW (68 PS)

Je häufiger eine Maschine gebraucht wird, desto geringer sind die Kosten je Arbeitseinheit (Abbildung 11). Die pro 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 naheliegenden 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 pro Arbeitseinheit. Zudem rechtfertigt sich bei einer großen Auslastung ein häufigerer Ersatz der Maschine, womit die Mechanisierung schneller dem aktuellen technischen Stand angepasst werden kann (Tabelle 12).

Die Kosten der Silolager hängen weitgehend vom Investitionsbetrag und der voraussichtlichen Abschreibungsdauer 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 zu erbringen als beim Bau von Hochsilos.

In den Kalkulationen stützen sich die Investitionsbeträge auf Ansätze von Bauunternehmen. Ein allfälliger Anteil von Eigenleistungen ist nicht berücksichtigt (Abbildung 12).

Wirtschaftliche Ergebnisse im Vergleich

Wirtschaftlich entscheidend sind die Art und Größe der ausgewählten Silagelager, die ausgewählten Maschinen und Einrichtungen und damit die den einzelnen Siliverfahren zuteilbaren Investitionen und Kosten (Tabellen 1 bis 4). Der aus-

Tabelle 13: Investitionen und Kosten nach Siloart und -größe

Siloart	Größe m ³	Neuwert Euro/m ³	Kosten je Jahr, Euro/m ³	
			Abschreibung: 25 Jahre	Abschreibung: 40 Jahre
Hochsilo, GFK	80	203	16,00	
	100	168	13,00	
	150	171	13,50	
Hochsilo, Metall	180	272	21,00	17,00
	360	167	12,50	10,50
Flachsilo	160	105	8,20	
	340	90	7,10	

Arbeitszeitbedarf für die Ernte von 3 Hektaren Silomais, Häckseln bis Einlagern

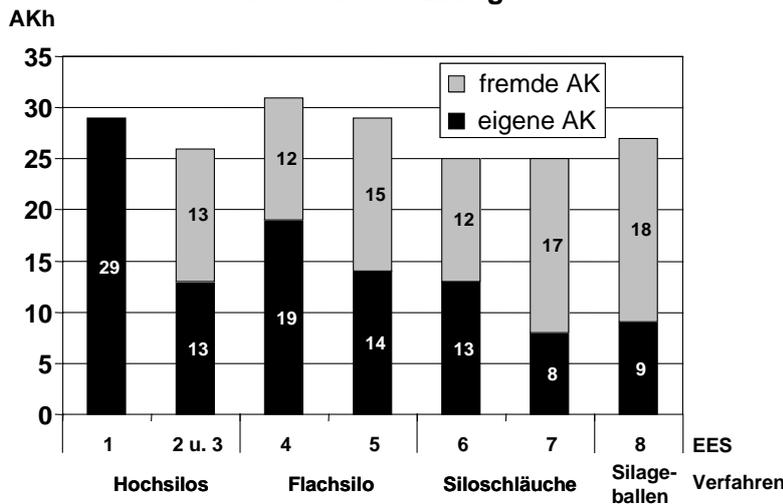


Abbildung 7: Arbeitszeitbedarf für die Ernte von 3 Hektaren Silomais

Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und Futtervorlage von 3 ha Silomais (1.400 dt Silage, 420 dt TS)

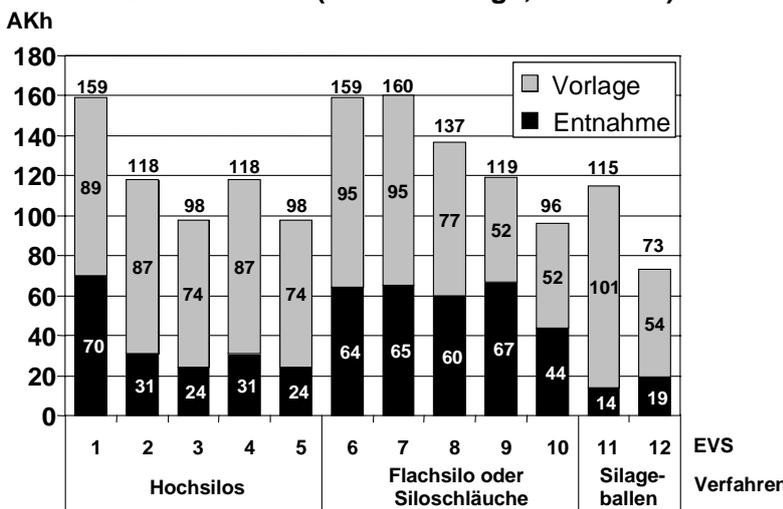


Abbildung 8: Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und Futtervorlage von 3 Hektaren Silomais

gewiesene 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 Mecha-

nisierung getätigt werden sollen. Siloschläuche und Silageballen sind bezüglich Silageumschlag einfach und erfordern, wenn überhaupt, nur kleine Investitionen. Neben 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 sind Metallsilos und Kunststoffsilos finanziell vergleichbar. Ab zirka 350 m³ Stapelvolumen besteht Kostengleichheit (Tabelle 13).

Je nach Kombination der Verfahren sind die notwendigen Investitionen, zuteilbaren Kosten und benötigten Arbeitszeiten sehr verschieden. Am Beispiel von Grassilage in Rundballen zeigt sich, wie vielfältig die Möglichkeiten sind (Abbildung 4).

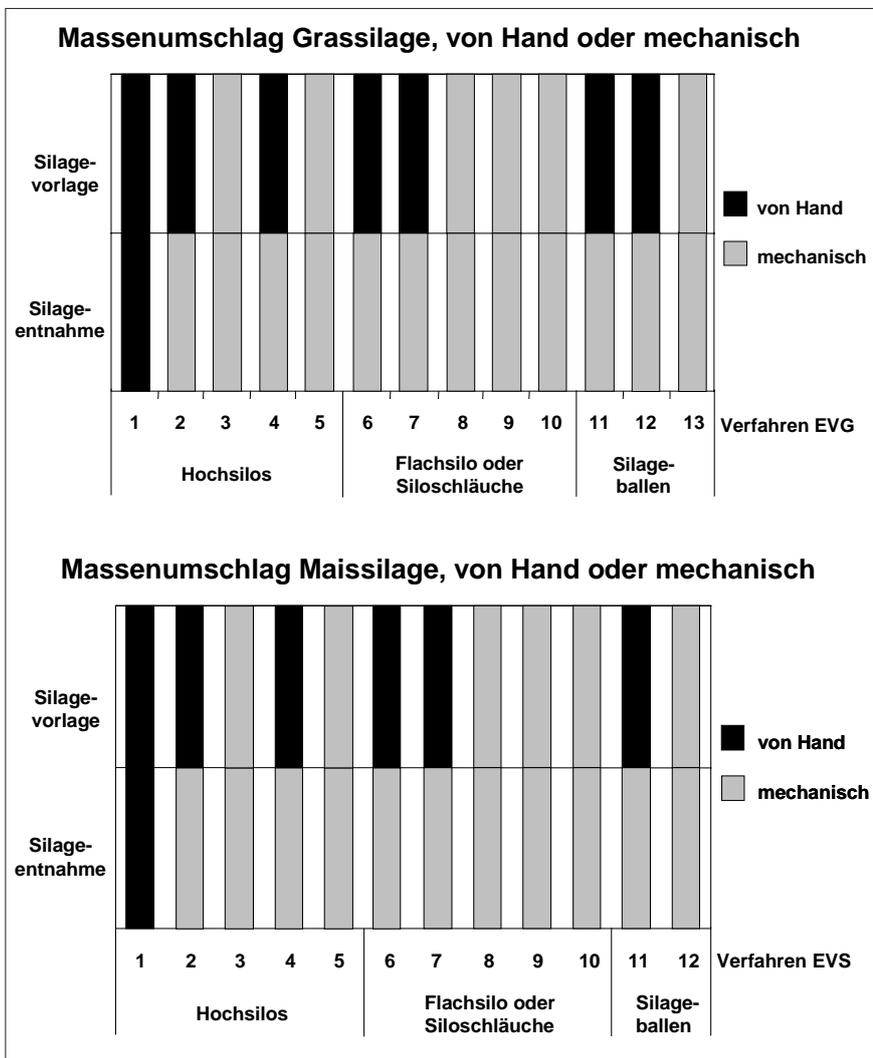
Der Vergleich aller Kombinationsmöglichkeiten von der Ernte bis zur Futtervorlage zeigt sowohl bei der Gras- wie auch bei der Maissilage ein vielfältiges Bild.

Die zuteilbaren Investitionen in die Futterlager und die Mechanisierung liegen für die angenommenen Futtermengen bei der Gras- wie auch bei der Maissilage im Maximum bei Euro 105.000,-, im Minimum liegen sie Euro 14.000,- (Tabellen 8 und 9).

Im Verhältnis weniger extrem sind die Unterschiede in den zuteilbaren Kosten je Jahr (Tabellen 10 und 11). Bei Grassilage ist die Kombination Ernteverfahren EEG 11 mit Entnahmeverfahren EVG 11 mit Euro 4.800,- am günstigsten. Hergestellt werden dabei Quaderballen, die mit einem Frontlader mit Klemmzange umgeschlagen und von Hand vorgelegt werden. Die kostspieligste Lösung mit

Tabelle 14: 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	Euro 7.278,--	minus Euro 796,--	Euro 6.482,--
Verfahren EEG 4 Flachsilo	Reduktion Neuwert von Euro 105,--/m ³ auf Euro 77,--/m ³	Euro 5.000,--	minus Euro 395,--	Euro 4.605,--
Verfahren EEG 7 Siloschlauch	Erhöhung Ansatz pressen von Euro 7,10/m ³ auf Euro 7,75/m ³	Euro 4.591,--	plus Euro 125,--	Euro 4.716,--
Verfahren EEG 9 Rundballen	Erhöhung Ansatz pressen und wickeln von Euro 16,80/Rb auf Euro 20,60/Rb	Euro 4.800,--	plus Euro 570,--	Euro 5.370,--
Verfahren EEG 9 Rundballen	Befestigter Platz, 197 m ² , Bitumen anstelle von Kies	Euro 4.800,--	plus Euro 225,--	Euro 5.025,--
Entnehmen und vorlegen Grassilage				
Verfahren EVG 10 Flachsilo, Fräsmischwagen	Miteigentum von 50 % an Fräsmischwagen anteiliger Neuwert: Euro 19.000,--	Euro 5.074,--	minus Euro 2.081,--	Euro 2.993,--



Bei Maissilage ist das Ernteverfahren EES 2 kombiniert mit dem Entnahmeverfahren EVS 1 mit zuteilbaren Kosten von Euro 4.700,-- am günstigsten. Gelagert wird in GFK-Hochsilos und entnommen und vorgelegt wird von Hand. Wie bei Grassilage weist die Kombination Metall-Hochsilo-Entnahmefräse-Mischwagen die höchsten zuteilbaren Kosten aus, nämlich rund Euro 17.000,-- (Verfahren EES 3 und EVS 5).

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. Fünf Beispiele für die Ernte und Einlagerung von Grassilage und ein Beispiel für die Entnahme und Vorlage zeigen, wie sich Änderungen auf das wirtschaftliche Ergebnis auswirken (Tabelle 14). 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.

Abbildungen 9 und 10: Bei Gras- und Maissilagen lässt sich die Silageentnahme mit verschiedenen mechanischen Möglichkeiten gestalten. Bei der Silagevorlage ist vielfach noch manuelle Arbeit erforderlich

Euro 15.200,-- ist das Ernteverfahren EEG 3 in Kombination mit dem Entnahmeverfahren EVG 5. Die Silage wird in einem Metall-Hochsilo gelagert, entnommen wird mit einer Untenentnahmefräse und vorgelegt mit einem Mischwagen.

Schlussfolgerungen

Gras- und Maissilagen lassen sich mit unterschiedlichen Arbeitsverfahren herstellen, lagern und vorlegen. Zwischen der Ernte mit Einlagerung und der Ent-

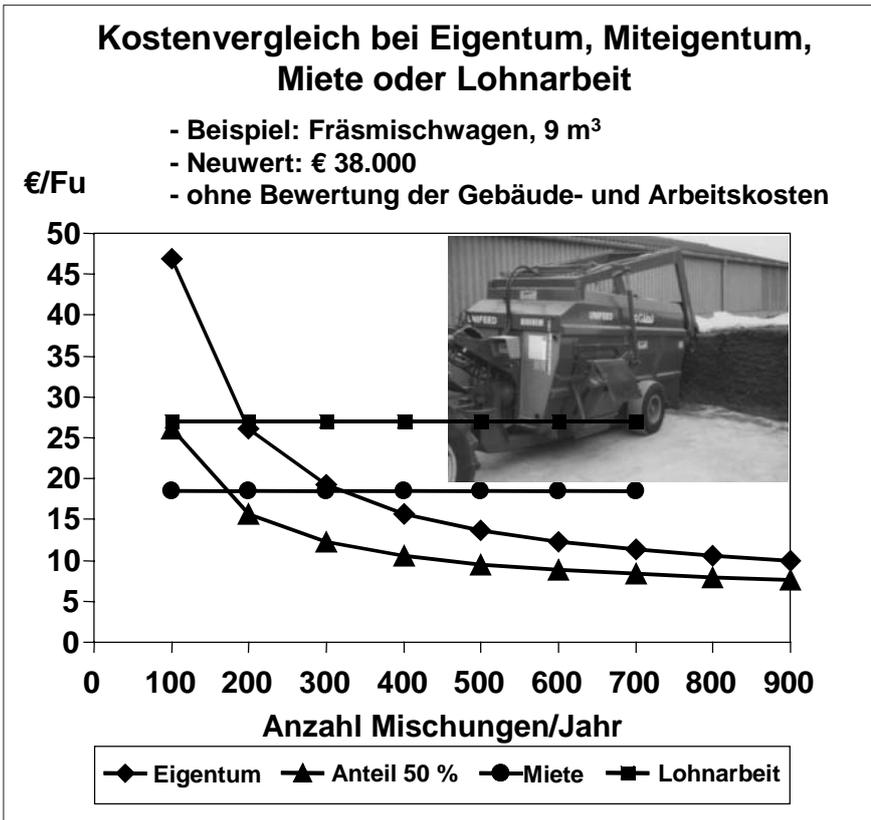


Abbildung 11: Eigentum, Miteigentum, Miete oder Lohnarbeit eines Fräsmischwagens, 9 m³

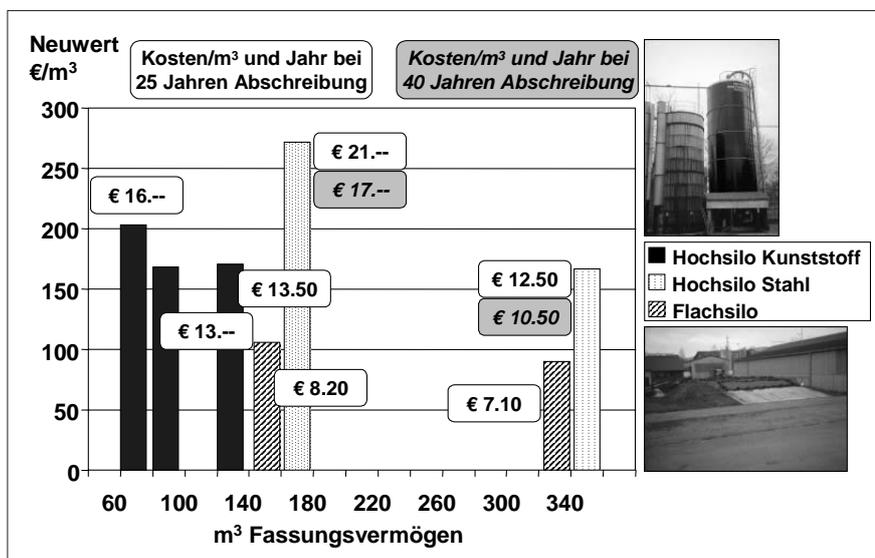


Abbildung 12: Neuwerte und Kosten von Hoch- und Flachsilos

nahme mit Silagevorlage ermöglichen die dargestellten Verfahren bei Grassilage 41 und bei Maissilage 30 Kombinationsmöglichkeiten.

Organisatorisch ist es möglich, je nach Arbeitsbereich sowohl mit eigener wie 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 arbeitsaufwändig bis kostspielig mit geringem Arbeitsaufwand.

Gemessen an der benötigten Arbeitszeit und der körperlichen Belastung sind die Verfahren mit Hochsilo und Handentnahme am Aufwändigsten. Eine geringe körperliche Belastung fordern die Verfahren mit Entnahmefräsen bei Hochsilo, ETV-Geräten und Fräsmischwagen bei Flachsilo und Siloschläuchen sowie Frontlader und Abrollgeräten bei Silageballen.

In den betrachteten Verfahren verhalten sich die notwendigen Investitionen bis zu einem Verhältnis von 1 zu 7. Die Kosten bewegen sich bis in einen Bereich von 1 zu 3.

Um die für einen einzelnen Betrieb gültige Aussage zu erhalten, ist es unerlässlich, die betriebsbezogenen organisatorischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten abzuklären.

Literatur

AMMANN, H., 2004: Maschinenkosten 2004. FAT-Bericht Nr. 602, Tänikon.
 HITY, R., 2000: FAT-Preisbaukasten 2000, Tänikon.

Abkürzungen

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

SVLT: Schweizerischer Verband für Landtechnik, CH-5223 Riniken

ETV-Gerät: Entnahme- und Verteilgerät