

NL-
Sonderdruck

Das Fachmagazin für den Agrarmanager

www.NeueLandwirtschaft.de

Neue 11'2007 Landwirtschaft



Eine hohe Bauqualität zahlt sich aus

Wie rechnen sich Siloanlagen?

Siloanlagen – ob nun zu Futterkonservierzwecken oder als Substratlagerung für Biogasanlagen – sollen günstig zu bewirtschaften sein und gleichzeitig höchste Silagequalitäten garantieren. Dass ein kostenintensiverer Bau sich dennoch schon nach relativ kurzer Betriebszeit wirtschaftlich bezahlt machen kann, zeigen DR. JOHANNES THAYSEN, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, und RONALD KRIZ, Böck Silosysteme AG, auf den folgenden Seiten.



DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTSVERLAG GmbH

Verlag und Redaktion: Berliner Straße 112a, 13189 Berlin, Telefon 030-293974-50, Telefax 030-293974-59

Bei der Gärfutterbereitung kommt es darauf an, das Siliergut sicher, gut verdichtet und mit optimalem Luftabschluss einzulagern, damit Verluste durch Sickersaftbildung und Fehlgärung möglichst gering gehalten werden können. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die bauliche Gestaltung der Siloanlage. Für Häcksel- oder Ladewagensilage werden zurzeit drei verschiedene Siloanlagensysteme verwendet:

- Siloplatten ohne Seitenwände,
- Fahrsilos mit geraden Seitenwänden,
- Fahrsilos mit schrägen Seitenwänden (Wandneigung = 23°, Traunsteiner Silosystem).

Die Siloanlagen haben eine Fülle von Vor- und Nachteilen, und nicht zuletzt unterscheiden sie sich auch in den Herstellungskosten. Silosysteme mit Seitenwänden sind hierbei erheblich teurer. Wie sieht jedoch die Rentabilität der Systeme bei Berücksichtigung der Nebenkosten und der unterschiedlichen Verluste bei der Bewirtschaftung aus?

Silagequalität muss sicher sein

Die kostengünstige Bereitstellung hochqualitativen Grobfutters ist eine ständige Herausforderung. Die aktuelle Preisentwicklung am Getreide- und Eiweißfuttermittelmarkt macht eine hochwertige Silage besonders attraktiv. Eine genaue Analyse der Nettoerträge aus dem eingelagerten Futter über einen längeren Zeitraum ist eine entscheidende Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg des jeweiligen Betriebes. Bei der Wahl des Silosystems sollte daher jenem der Vorrang gegeben werden, das langfristig die höchste Silagequalität mit den geringsten Verlusten liefert.

Die Silageherstellung sollte alles in allem so verlustarm wie möglich bei gleichzeitig geringen Betriebskosten (für Abdeckung, Einlagern, Auslagern etc.) erfolgen. Kurzfristige Einsparungen beim Bau der Siloanlage werden in der Regel schnell wieder aufgezehrt.

Kosten durch Arbeitszeitbedarf und Verluste

Die Siloplatte ohne Seitenwände verursacht bei der Einlagerung des Siliergutes gegenüber den Fahrsilovarianten die höchsten Kosten (siehe Tabellen 1 und 2). Die Arbeitsstunde wurde bei der Berechnung mit 12 Euro angesetzt. Beim Traunsteiner System fallen lediglich geringe Arbeitskosten durch das Einhängen der Folie an. Bei beiden Silagearten (Gras und Mais) wurden gleiche Kostensätze ermittelt.

Tabelle 1: Verluste und Arbeitszeitbedarf bei Silagelagerung in verschiedenen Systemen (Silomais¹)

	Siloplatte (ohne Seitenwände)	Fahrsilo (gerade Seitenwände)	Fahrsilo (schräge Seitenwände)
Einlagerung			
spezifischer Arbeitsbedarf (Akh)	1,0	0,5	0,1
Verluste (dt TM)	1,88	–	–
Verluste (MJ NEL)	1.298	–	–
Lagerung/Silierung			
Oberflächenverluste (dt TM)	1,88	0,75	0,75
Oberflächenverluste (MJ NEL)	2.596	519	519
Kantenverluste (dt TM)	3,69	1,86	1,20
Kantenverluste (MJ NEL)	3.357	1.720	430
Summe Verluste (dt TM)	7,44	2,61	0,87
Summe Verluste (MJ NEL)	7.251	2.239	949
Monetäre Bewertung			
Arbeitsbedarf (€/ha)	12	6	1
Trockenmasseverluste (€/ha)	66	40	24
Energieverluste (€/ha)	98	48	30
Summe monetäre Mehrbelastung (€/ha)	176	93	56

¹ Basis für alle Siloarten: Arbeitskosten = 12 €/h; optimale Produktionstechnik; 5% TM- und Energieverluste von der Einlagerung bis zur Vorlage; Gesamtarbeitszeitbedarf = 3 h/ha; Vollkosten 1.100 €/ha; Bruttoertrag je ha: 132 dt TM/91.080 MJ NEL; Nettoertrag je ha (Bruttoertrag – 5% Standardverluste): 125 dt TM/86.526 MJ NEL \triangleq Ausgangswerte für diese Tabelle

Tabelle 2: Verluste und Arbeitszeitbedarf bei Silagelagerung in verschiedenen Systemen (Grassilage¹)

	Siloplatte (ohne Seitenwände)	Fahrsilo (gerade Seitenwände)	Fahrsilo (schräge Seitenwände)
Einlagerung			
spezifischer Arbeitsbedarf (Akh)	1,0	0,5	0,1
Verluste (dt TM)	1,35	–	–
Verluste (MJ NEL)	743	–	–
Lagerung/Silierung			
Oberflächenverluste (dt TM)	1,35	0,54	0,54
Oberflächenverluste (MJ NEL)	1.485	297	297
Kantenverluste (dt TM)	2,66	1,34	0,09
Kantenverluste (MJ NEL)	1.921	984	246
Summe Verluste (dt TM)	5,36	1,88	0,63
Summe Verluste (MJ NEL)	4.148	1.281	543
Monetäre Bewertung			
Arbeitsbedarf (€/ha)	12	6	1
Trockenmasseverluste (€/ha)	36	22	13
Energieverluste (€/ha)	50	25	16
Summe monetäre Mehrbelastung (€/ha)	98	52	30

¹ Basis für alle Siloarten: Arbeitskosten = 12 €/h; optimale Produktionstechnik; 10% TM- und Energieverluste von der Einlagerung bis zur Vorlage; Gesamtarbeitszeitbedarf = 5 h/ha; Vollkosten 600 €/ha; Bruttoertrag je ha: 110 dt TM/55.000 MJ NEL; Nettoertrag je ha (Bruttoertrag – 5% Standardverluste): 90 dt TM/49.500 MJ NEL \triangleq Ausgangswerte für diese Tabelle

Tabelle 3: Nebenkosten Silagelagerung in verschiedenen Systemen (Silomais oder Grassilage)

	Siloplatte (ohne Seitenwände)	Fahrsilo (gerade Seitenwände)	Fahrsilo (schräge Seitenwände)
Nebenkosten (€/ha)			
Silofolien, Schutzgitter,			
Silokiessäcke, Unterziehfolien	28,0	23,0	23,0
Arbeitsaufwand (monetär)	9,3	8,0	5,0
Summe (€/ha)	37,3	31,0	28,0



Bei Siloplatzen (linkes) ist wegen der fehlenden Randbegrenzung eine Trennung von Sickersaft und Regen-/Tauwasser kaum möglich. Ein Fahrsilo (rechts) mit senkrechten Seitenwänden kommt der Forderung nach hochwertigen Silierergebnissen schon deutlich näher. Allerdings ist im Nahbereich der Wände eine ausreichende Verdichtung des Silostockes sehr schwierig, was zu zusätzlichen Verlusten führt.

Foto: Thaysen

Die Verluste lassen sich in Trockenmasse- und Energieverluste unterteilen. Bei der Grassilierung wurde unterstellt, dass ein Wert von 10 % beider Verlustarten in der Praxis nicht zu unterschreiten ist, bei der Maissilierung wurden 5 % Verluste als unumgänglich veranschlagt. Diese Verlusthöhen wurden also bereits von den Bruttoerträgen subtrahiert. Bei der weiteren Betrachtung der systembedingten Verlustarten wie Einlagerung, Oberflächen- und Kantenverluste wurden diese Werte vom Nettoertrag abgezogen.

Die allgemeine Bezugsbasis war jeweils ein Hektar, so dass sich daraus die Größenordnungen der verschiedenen Verlustquellen ergaben. Frei Trog standen dann die jeweiligen Trockenmasse- und Energiemengen mit ihrer Energiedichte zur Verfügung.

Abschließend wurden die genannten Verluste anhand der Erzeugungskosten monetär bewertet. Bewusst wurde die Energieeinheit der jeweiligen Silage nicht der des Kraftfutters gleichgesetzt, wie es in vielen betriebswirtschaftlichen Kalkulationen üblich ist. Täte man dies, würden die Unterschiede der monetären Verluste erheblich höher ausfallen.

Die höchsten Kosten durch Verluste verursacht die Siloplatte gefolgt vom Fahrsilosystem mit geraden Seitenwänden. Günstigstes System ist das Traunsteiner Silosystem. Aufgrund der höheren Erzeugungskosten für Mais liegt das Kosteniveau der Maissilage rund zwei Drittel über dem der Grassilage.

Siloplatte ist im Bau am billigsten

Für den Vergleich der Siloanlagen wurden zwei Betriebstypen und (futterbaubezogen) zwei Betriebsgrößen beispielhaft gegenübergestellt:

- Milchviehbetrieb mit 150 Großvieheinheiten (GV), 20 ha Mais und 45 ha Gras,
 - Milchviehbetrieb mit 250 GV, 33 ha Mais und 75 ha Gras
 - Biogasanlage mit 500 KW und 230 ha Mais.
- Für die Entstehung des Baupreises wurde von folgenden Bedingungen ausgegangen:
- tragfähiger Baugrund mit annähernden Neigungsverhältnissen von rund ein bis zwei Prozent;
 - Frostschuttschicht: rund 45 cm;
 - Wände: Stahlbeton mit den Anforderungen nach DIN 11622-2
 - für die geraden Wände (bis zwei Meter Höhe) wurde Ort beton, geschalt, mit einer Dicke von 20 cm, gewählt;
 - bei geraden Wänden über 2 m Höhe bestehen diese aus Betonfertigteilelementen;
 - die schrägen Wände bestehen aus Fertigteile-Wandplatten und Fertigteile-Stellrinnen;

Tabelle 4: Vergleich verschiedener Siloanagentypen, Silodimensionen und Baukosten

Kenngrößen	Siloplatte			Fahrsilo			Traunsteiner Silo		
	150	250	Biogas	gerade Seitenwände			schräge Seitenwände		
GV/Betrieb	150	250	Biogas	150	250	Biogas	150	250	Biogas
Silagefläche Mais (ha)	20	33	230	20	33	230	20	33	230
Silagefläche Gras (ha)	45	75	–	45	75	–	45	75	–
Silovolumen									
Breite eines Silos (m)	7,9	10,4	35,4	6,3	8,4	24,1	6,2	8,0	23,3
Gesamt-Länge (m)	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Dichte Silage (t/m ³)	0,65	0,65	0,7	0,65	0,65	0,7	0,8	0,7	0,8
Anzahl Silos (n)	4	4	2	4	4	2	4	4	2
Wandhöhe (m)	–	–	–	2,0	2,5	3,5	1,5	2,0	3,0
Anschnittsfläche (m ²)	12,8	22,2	123,7	12,7	22,4	115,5	11,7	20,4	107,0
maximale Füllhöhe (m ²)	2,4	3,1	5,3	2,4	3,1	5,9	2,1	2,7	5,3
Gesamtvolumen (m ³)	2.976	5157	14.353	2.942	5.192	13.399	2.742	4.791	12.580
Kosten									
Erdarbeiten (€/m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Entwässerung (€/m ²)	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Wände (€/lfm)	–	–	–	220	275	550	180	268	397
Siloplatte (€/m ²)	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sonstiges (%)	5	5	4	5	5	4	5	5	4
Gesamtpreis (€)	119.615	151.010	231.043	156.183	201.897	264.884	146.894	201.487	235.878
Baukosten/m³									
Siloraum (€)	40	29	16	53	39	20	54	42	19

Mehrerlöse (Tsd. €) NL-Grafik

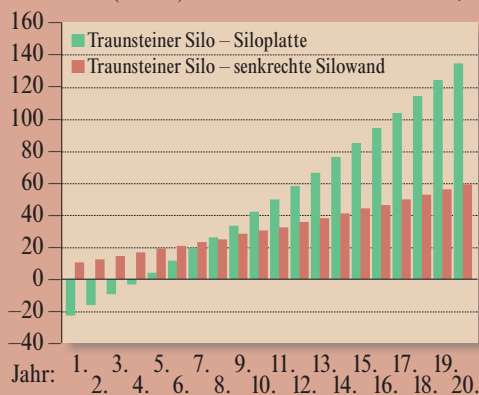


Abbildung 1: Mehrerlöse eines Traunsteiner Silos gegenüber den anderen beiden Silotypen (Betriebsform: Futterbau, 150 GV, 25 ha Mais, 45 ha Gras)

Mehrerlöse (Tsd. €) NL-Grafik

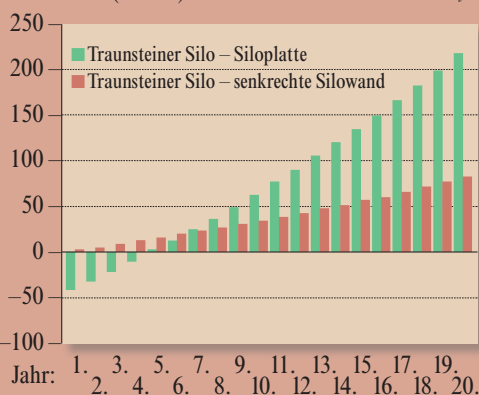


Abbildung 2: Mehrerlöse eines Traunsteiner Silos gegenüber den anderen beiden Silotypen (Betriebsform: Futterbau, 250 GV, 33 ha Mais, 75 ha Gras)

Mehrerlöse (Tsd. €) NL-Grafik

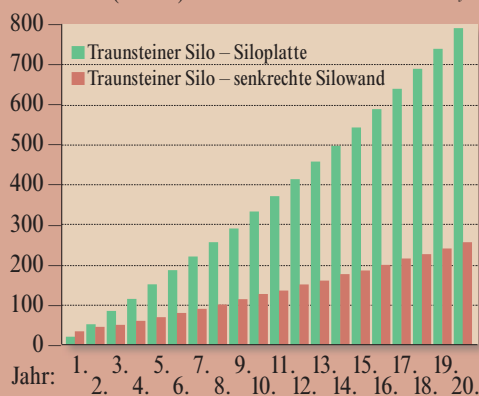


Abbildung 3: Mehrerlöse eines Traunsteiner Silos gegenüber den anderen beiden Silotypen (Betriebsform: Biogas 500 kW, 230 ha Mais)

die Preise basieren auf Mittelwerten für den laufenden Meter Silowand (bei schrägen Wänden einschließlich Erdwall);

- Entwässerung: Trennsystem für Oberflächenwasser und Gärtsaft, die Drai-



Die schrägen Seitenwände erlauben ein intensives Festfahren des Siliergutes bis ganz an den Rand. Die geringen Verluste machen das im Bau teuerste der untersuchten Silosysteme schon bald rentabel gegenüber Siloplatten und Anlagen mit senkrechten Wänden.

Werkfoto Böck

nage befindet sich bei den schrägen Wänden in den Erdwällen;

- Asphalttragschicht = 10 cm;
- Asphaltdeckschicht, säurefest = 4 cm;
- in der Position „Sonstiges“ sind Baustelleneinrichtung, Kontrollschächte, Gärtsaftbehälter etc. enthalten (Tabelle 4);
- für die Kalkulation wurden die Baupreise von Musteranlagen im mitteldeutschen Raum zugrunde gelegt; im Einzelfall können die Preise, vor allem die der eingesetzten Materialien, abweichen.

Für eine Siloplatte wird im Vergleich der drei Systeme die größte versiegelte Fläche benötigt. Ein Schutz der Kantenbereiche (bei Asphalteinbau) kann mit einer Betonkante (Borde) erreicht werden. Eine sichere Trennung von Regenwasser und Gärtsaft ist kaum möglich.

Die Walzarbeit ist bei Siloplatten aufwändiger, wobei die Verdichtung des Siliergutes nur mittelmäßige Werte erreicht. Durch die großen Oberflächen entstehen höhere Abdeckkosten.

Bei Siloanlagen mit senkrechten Wänden ist die tatsächliche Nutzhöhe der Wände zu beachten. Durch die Einbindung der Wände in das Fundament und die Einhaltung einer Absturzkante im oberen Wandbereich (etwa 30 cm) verringert sich die Nutzhöhe um rund 50 cm. In den Randbereichen kann bei diesen Silowänden nicht ausreichend gewalzt werden. Das Eindringen von Regenwasser in den Silostock kann meist nicht ausgeschlossen werden.

Traunsteiner Silo wirtschaftlich im Vorteil

Beim Traunsteiner Silosystem kann der Erdaushub für die Siloplatte zum Bau der Erdwälle verwendet werden. Der Nachteil

des größeren Platzbedarfes durch die Erdwallbreite wird durch die Vorteile des gefahrlosen und verlustfreien Walzens im Silorandbereich und durch das schnelle und sichere Abdecken vom Erdwall aus mehr als ausgeglichen. Selbst höhere Baukosten stehen in keinem Vergleich zu den dadurch zu erzielenden Ertragssteigerungen. Beim Bau von vergleichsweise kleinen Anlagen (1.500 m³ je Kammer) ist ein hoher Anteil von Eigenleistung unter Einbeziehung einer Fachkraft möglich. Mit der Größe der Siloanlage steigen die bautechnischen Voraussetzungen für eine fachgerechte Ausführung. Für Anlagengrößen mit Wandhöhen ab zwei Metern ist eine schlüsselfertige Bauweise wirtschaftlich vertretbar.

Die Einlagerung großer Substratmengen, z. B. für den Biogasbereich, unterliegt einem hohen Sicherheitsstandard in Bezug auf Dichtheit und Trennung von Oberflächenwasser sowie Gär- und Sickersaft. Das Traunsteiner System mit seinen schrägen Silowänden bietet sich durch seine Konstruktion optimal zur Umsetzung von Umweltauflagen an.

Rentabilität im Vergleich

Beim Vergleich der verschiedenen Silagelagermöglichkeiten über einen längeren Zeitraum (Abbildungen 1 bis 3) hat sich das Traunsteiner Silosystem als wirtschaftlichste Form erwiesen. In Milchviehfutterbaubetrieben war es bereits ab dem zweiten Jahr möglich, Mehrerlöse gegenüber der Siloplatte zu erzielen, lediglich die Größenordnung unterscheidet sich zwischen den Betriebsgrößen.

Den höchsten wirtschaftlichen Nutzen wies das Traunsteiner Silosystem bei der Biogasanlage aus. (le) **NL**