

Folientunnel (Silospeed) - Erste Ergebnisse



Zu Informationen bezüglich Schlauchsilierung/Folienschlauch
siehe Publikation „SCHLAUCHSILIERUNG – Verfahrensbeschreibung und Bewertung“ unter
[http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Schlauchsilierung -
Verfahrensbeschreibung und Bewertung.pdf](http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Schlauchsilierung-_Verfahrensbeschreibung_und_Bewertung.pdf), Stand 16.10.2012

Nr. II – 18/2012

Zusammengestellt für die Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung) im „Biogas Forum Bayern“ von:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Verdichtung	3
3	Entnahme	6
4	Anforderungen des Gewässerschutzes	6
5	Kosten	7
6	Fazit.....	8
7	Literatur	9

1 Einleitung

Als Alternativen zum Fahrsilo werden häufig Ballen und Folienschlauchsilos genannt. Der Silohaufen ohne Bodenplatte ist aus futterhygienischer und wasserwirtschaftlicher Sicht problematisch und sollte der Vergangenheit angehören.

Ein vergleichsweise neues Verfahren ist der Folientunnel. Der einzige Hersteller und gleichzeitig Erfinder der Technik, Josef Altenbuchner aus Hochburg-Ach, Oberösterreich, nennt sie (die) Silospeed. Im Gegensatz zum Folienschlauch handelt es sich nicht um ein geschlossenes System (rundum geschlossener Schlauch), sondern um einen mit offener Folie umschlungenen Strang. Zur gleichmäßigen Beschickung der Presseeinrichtung (Verteilschnecke oder Rotor) wird das Siliergut mit einem Dosierband befördert (Abbildung 1 und 2).

Das Überziehen des verdichteten Siliergutes erfolgt mit einer offenen Silofolie (Folienstärke 180 µm). Sie ist bis zu 500 m lang und 7 - 8 m breit. Die Siliermaschine ist mit 2 Folienrollen bestückt. Endet die erste Folienrolle, wird die nächste während des Pressvorganges, mit einer Überlappung, über die erste Folie gestülpt. Die Folie wird mittels Führungsrollen unter das verpresste Siliergut geführt. Dadurch ist ein kontinuierlicher Silopressbetrieb möglich, theoretisch in unendlicher Länge. Die Silomietenbreite beträgt in Abhängigkeit vom Gerätetyp 3,5 – 4 m.

Der benötigte Flächenbedarf ist vergleichbar mit dem von Folienschläuchen, d.h. für die Projektplanung ist durchschnittlich 1,2 m²/t Silage anzurechnen.



Abbildung 1: Pressvorgang beim Folientunnel, rot markiert der Bereich des Metalltunnels



Abbildung 2: Folientunnel (Silospeed ALKA)

Siliergutaufnahme

Aktuell gibt es drei verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Leistungen und Tunneldurchmessern (G3, G4, G5). Das Siliergut wird entweder mit zwei stehenden Schnecken oder einem Pressrotor, je nach Modelltyp, in einen Metalltunnel und damit zum Strang gepresst. Die G4 mit einer Anschnittfläche von ca. 5,5 m² wurde an der Versuchsstation Grub getestet. Einsiliert wurde der erste Schnitt einer Luzerne im dritten Nutzungsjahr. Der Gräseranteil im Bestand war bereits deutlich erhöht, so dass die Siliereignung der Luzerne als vergleichsweise hoch zu bewerten war (Tabelle 1).

Tabelle 1: Inhaltsstoffe des Silierguts (Luzerne/Grasgemisch, 1. Schnitt)

Sorte	TM	XA	XP	XF	Zucker	NEL
	%	g/kg TM				MJ/kg TM
Franken neu	33,2	102	160	235	94	5,7
Sanditi	39,3	105	156	221	90	5,8

TM = Trockenmasse, XA = Rohasche, XP = Rohprotein, XF = Rohfaser

2 Verdichtung

Wie bei allen Silierverfahren hat auch beim Folientunnel die Verdichtung einen entscheidenden Einfluss auf die Silagequalität. Die Lagerungsdichte beeinflusst maßgeblich den Gasaustausch an der Anschnittfläche und damit die aerobe Stabilität der Silagen (siehe Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung).

Bei einem mittleren TM-Gehalt von 38,5 % wurden 90,4 t Frischmasse einsiliert. Der Tunnel wurde bei einer Länge von 30,5 m verschlossen, somit wurde bereits ohne Berücksichtigung der Keile eine Verdichtung von gut 200 kg TM/m³ erreicht. Werden diese einbezogen, liegt die Dichte bei über 220 kg TM/m³, für Luzernesilagen ein guter Wert. Während der

Entnahme wurde zu vier Zeitpunkten ein Controlling mit Temperatur- und Dichtemessung durchgeführt (Abbildung 3). Mit dem Dichtebohrer konnten dabei über 300 kg TM/m³ gemessen werden.

Wirklich überraschend war dieses Ergebnis nicht, da bereits im Herbst 2010 bei Zuckerrübenpressschnitzel- und Grassilagen in Österreich Dichtewerte bis zu 220 bzw. 250 kg TM/m³ gemessen wurden. Unerwartet waren allerdings die hohen Schwankungen der ermittelten Werte. So wurden in einem Fall nur 150 kg TM/m³ ermittelt, deutlich weniger als der Durchschnitt von 223 kg TM/m³. Über die Ursache lässt sich nur spekulieren, es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Befüllung des Silotunnels aufgrund versuchsbedingter Störungen nur ungleichmäßig erfolgen konnte. Eine gleichmäßige Befüllung der Maschine ist nach Auskunft des Entwicklers jedoch sehr wichtig für ein optimales Resultat.

Obwohl der Silotunnel von Westen (Hauptwindrichtung) her geöffnet war und zwei heftige Starkwindereignisse in die Zeit der Entnahme fielen, ließen die gemessenen Temperaturen zu keinem Zeitpunkt ein Nacherwärmungsgeschehen vermuten. Auch Schimmelpilzwachstum, ein sicheres Zeichen für Lufteinfluss, war nicht festzustellen. Hierzu ist anzumerken, dass bei Luzernesilage und einem Vorschub von durchschnittlich 2 m/Woche auch nicht mit Nacherwärmung und Schimmelproblematik gerechnet werden muss.

Neben der Verdichtung wurde auch die Qualität der Silage überprüft. In Tabelle 2 und Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Nähstoffanalyse und der Untersuchung der Gärqualität aufgeführt. Letztere belegen einen sehr guten Siliererfolg (97 DLG-Punkte).

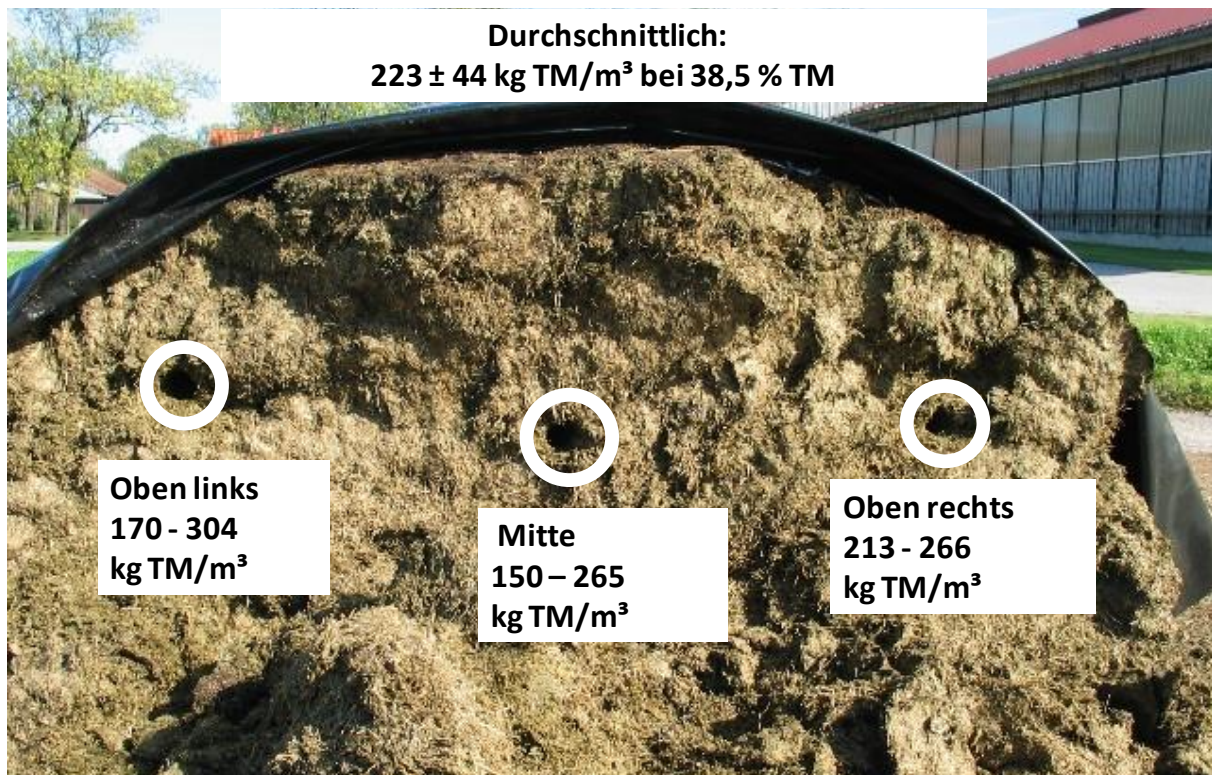


Abbildung 3: Probenahmepunkte mit der jeweiligen Spanne der gemessenen Dichtewerte

Tabelle 2: Inhaltstoffe der Silage an den jeweiligen Probenahmepunkten

	TM	XA	XP	XF	NEL
	%	g/kg TM			(MJ/kg TM)
11.10. o. links	41,1	110	159	229	5,6
11.10. Mitte	39,4	112	162	222	5,6
11.10. o. rechts	39,9	111	162	229	5,5
02.11. MP	41,7	116	158	216	5,6
24.11. MP	35,6	107	161	226	5,6
20.12. MP	32,2	102	164	261	5,4
Mittelwert	38,3	110	161	231	5,5
Spanne	32,2 - 41,7	102 - 116	158 - 164	216 - 261	5,4 - 5,6

TM = Trockenmasse, XA = Rohasche, XP = Rohprotein, XF = Rohfaser, MP = Mischprobe

Tabelle 3: Gärparameter der Silage an den jeweiligen Probenahmepunkten

	pH	NH ₃	MS	ES	PS	BS	Alkohol
		% Nt	g/kg TM				
11.10. o. links	4,5	9	75	16	0	0	1
11.10. Mitte	4,6	8,8	71	17	0	0	1
11.10. o. rechts	4,5	8	65	16	0	0	1
02.11. MP	4,6	8,6	75	19	0	0	2
24.11. MP	4,4	7,1	91	19	0	0	2
20.12. MP	4,4	7,8	83	19	0	0	0
Mittelwert	4,5	8,2	77	18	-	-	1
Spanne	4,4 - 4,6	7,1 - 9,0	65 - 91	16 - 19	-	-	0 - 2

MS = Milchsäure, ES = Essigsäure, PS = Propionsäure, BS = Buttersäure, Nt = Gesamtstickstoff

Wo sind die Grenzen?

Die Leistungsgrenzen sind je nach Baureihe sehr unterschiedlich. Die in Grub getestete G4 wurde mit einer durchschnittlichen Anfuhrleistung von 32 t/h bzw. 66,5 t/h in der Spitze nicht vollständig ausgelastet. Die vom Hersteller angegebene Maximalleistung von 10 m³/min (ca. 250 t/h) kann mit den eingesetzten Kippern jedoch nicht erreicht werden. Ausreichende Rangiermöglichkeiten sowie der Einsatz großvolumiger Abschiebewägen sind Grundvoraussetzungen für sehr hohe Durchsatzleistungen.

3 Entnahme

Für die Entnahme eignet sich die aus der Fahrsiloentnahme bekannte Mechanisierung. Die Fütterungstechniker der Versuchsstation Grub bezeichneten die Entnahme aus dem Silo als problemlos. Abgesehen von der Befüllung, können die Arbeiten durch eine Person erledigt werden. Auch das Entfernen der Silofolie war ohne besonderen Aufwand möglich. Dennoch gibt es einige Eigenheiten zu beachten:

- Die Befüllung erfolgt nach vorn, nicht nach oben wie im Fahrsilo. Somit bilden sich eher senkrechte als waagerechte Schichten. Außerdem bildet der Pressrotor hoch verdichtete „Schollen“. Die Anschnittfläche des Tunnels neigt somit stärker als beim Fahrsilo dazu nach vorn zu kippen, was die Entnahme erleichtern kann.
- Zur Entnahme eignen sich die meisten Techniken, der Blockschneider wurde in Grub nicht getestet. Aufgrund der beschriebenen Schollenbildung und der senkrechten Schichten bei der Verdichtung erreicht man auch mit der Fräse keine ebene Anschnittfläche. Ausreichenden Vorschub vorausgesetzt sollte dies kein Problem darstellen.
- Das Futter muss nach der Entnahme zusammengeschoben werden. Daher bietet sich ausreichend bemessene, befestigte Rangierfläche um den Anschnitt an.

Insbesondere bei kleineren Biogasanlagen begünstigt die vergleichsweise kleine Anschnittfläche des Folientunnels den zur Qualitätserhaltung unbedingt erforderlichen hohen Vorschub.

Ziel: Winter mind. 1,0 m/Woche Vorschub, Sommer mind. 2 m/Woche Vorschub.

4 Anforderungen des Gewässerschutzes

Silagesickersäfte dürfen nicht in den Boden, ins Grundwasser, in oberirdische Gewässer oder in die Kanalisation gelangen. Wasserwirtschaftlich wird der Silagesickersaft unterschieden in

- Gärsaft (durch Zellaufschluss oder Pressdruck entstehende Flüssigkeit),
- Sickersaft (Niederschlagswasser, das bei unzureichender Abdeckung während der Lager- und Entnahmepériode durch den Silagestapel dringt) und
- verunreinigtes Niederschlagswasser.

Um das Entstehen von Gärsaft zu vermeiden, muss der TS-Gehalt des Ernteguts mindestens 30% betragen. Für die Lagerung von Biomasse ist in Bayern eine Genehmigung und Abstimmung mit den Behörden vor Ort erforderlich (vgl. LfL-Information „Silagesickersaft und Gewässerschutz“ Kapitel 4.1 und 6). Steht der Landwirt als Verursacher einer schädlichen Boden- oder Gewässerverunreinigung fest, kann dies ordnungsrechtliche oder sogar strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen.

5 Kosten

In Grub fielen Kosten in Höhe von ca. 680 € an, inklusive 100 € Personalkosten. Umgerechnet sind das je Tonne Siliergut ca. 7,50 €, je m³ Silovolumen ca. 4,30 €. Nicht berücksichtigt sind hierbei die verwendeten Vogelschutznetze, Schnüre und Kiessäcke (Abbildung 4), deren Einsatz sehr sinnvoll ist, sowie Entsorgungskosten. Außerdem war in Grub eine wasserundurchlässige Fläche vorhanden, welche ggf. hinzugerechnet werden muss.



Abbildung 4: Silotunnel im Anschnitt, im Hintergrund Abschnürung und Vogelschutzgitter

Beim Kauf der Maschine ist nach Auskunft des Herstellers bei der G4 der Grundpreis mit rund 160.000 € anzusetzen. Die anfallenden Kosten sind überschlägig in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Kostenkalkulation Silospeed G4 (Herstellerangaben)

Neupreis (Grundpreis) ca.	160.000	€		
ND	10	Jahre		
Verzinsung	4	%		
Zinsen	3.200	€		
Versicherung	1.000	€		
FK / Jahr	20.200	€		
1 LFM sind	5,5	m ³		
Rep., Treibst., Instandhaltung, Folie	1	€/m ³		
Auslastung lfm	m ³	netto €	brutto €	
750	4125	5,89	7,07	
1000	5500	4,67	5,60	
1250	6875	3,93	4,72	
1500	8250	3,44	4,13	
1750	9625	3,09	3,71	
2000	11000	2,83	3,40	
3000	16500	2,22	2,66	
4000	22000	1,91	2,29	
5000	27500	1,73	2,08	
6000	33000	1,61	1,93	

ND = Nutzungsdauer, FK/Jahr = Festkosten je Jahr, 1 LFM = 1 laufender Meter

6 Fazit

Der Silotunnel ist eine interessante Alternative zum Fahrsilo, besonders dann, wenn in Letzterem der nötige Vorschub nicht realisiert werden kann oder ein Siloneubau nicht mehr lohnt. Für zusätzliche Futtermittel oder Substrate, welche aufgrund des Erntetermins und der Erntemengen Flexibilität der Siliertechnik erfordern, erscheint der Silotunnel gut geeignet. Die erzielte Verdichtung ist im Durchschnitt hoch, bei sehr hohen möglichen Durchsatzleistungen. Um starke Schwankungen bei der Verdichtung zu vermeiden, muss die Maschine gleichmäßig beschickt werden. Eine gut abgestimmte Erntelogistik ist also, wie beim Fahrsilo auch, sehr wichtig. Neben geeigneten Fahrwegen und Rangierflächen ist auch eine wasserundurchlässige Fläche mit der Möglichkeit Sickersäfte aufzufangen dringend anzuraten.

Die Qualität der Folientunnelsilage wurde in vorliegendem Versuch als positiv bewertet (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Folientunnelsilage

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Schneller Luftabschluss, dadurch geringe Verluste • Kleine Anschnittfläche, dadurch hoher Vorschub möglich • Hohe Berge- und Verdichtungsleistung, Nur 1 AK zur Maschinenbedienung, kein Siloabdecken • Flexibilität der Substrate (Gras/Mais/GPS/Pressschnitzel), kleine/ große Einheiten möglich, kurzfristige Möglichkeit Lagerkapazität zu schaffen • offene, dünnere Folie gegenüber Siloschlauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht für Nass-Silagen • Je nach Tunneldurchmesser höherer Flächenbedarf • Geschultes Bedienpersonal erforderlich • Leistung der Transportkette wird durch Leistung der Silopresse begrenzt

Aufgrund der aufgezeigte Vorteile wie auch Nachteile kann es bei der Planung einer Siloanlage, wie auch beim Siloschlauch, durchaus lohnend sein, den Folientunnel als Alternative in die Planung mit einzubeziehen.

7 Literatur

SPIEKERS et al. (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung, 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt, ISBN 978-3-7690-0730-5, S. 150 – 151.

Verweis LfL-Information „[Silagesickersaft und Gewässerschutz](#)“, Rechtl. Grundlagen
Helmut Möhrle, LfU, Referat 6

Zitiervorlage:

Ostertag, J. und G. Rößl (2012): Folientunnel (Silospeed) - Erste Ergebnisse. In: Biogas Forum Bayern Nr. II - 18/2012, Hrsg. ALB Bayern e.V., http://www.biogas-forum-bayern.de/Presse/Folientunnel_Silospeed_Erste_Ergebnisse.pdf, Stand [Abrufdatum].

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 Prof.-Dürrewächter-Platz 3, 85586 Poing-Grub
 Tel: +49 (0) 89/99141-430 oder -431
 Fax: +49 (0) 89/99141-412



03.06.2014

Orientierungsbereiche zur Beurteilung der Verdichtung von Gras- und Maissilagen

Grassilage

TM %	Orientierungsbereich kg TM/m ³	Orientierungsbereich kg FM/m ³
20	155 – 165	775 - 825
25	170 – 180	680 - 720
30	190 – 200	633 - 667
35	205 – 215	585 - 615
40	220 – 230	550 - 575
45	240 – 250	533 - 555
50	255 – 270	510 - 540
55	275 - 290	500 - 530

Maissilage

TM %	Orientierungsbereich kg TM/m ³	Orientierungsbereich kg FM/m ³
27	200 – 215	740 - 800
28	210 – 225	750 - 805
29	220 – 230	760 - 790
30	230 – 240	767 - 800
31	235 – 245	760 - 790
32	240 – 255	750 - 795
33	250 – 265	760 - 800
34	255 – 270	750 - 795
35	260 – 275	740 - 785
36	265 – 280	725 - 780
37	270 – 285	730 - 770
38	275 – 290	725 - 765
39	280 – 295	720 - 755
40	285 - 300	715 - 750

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Logistik der Ernte
- Gärrestausbringung
- Konservierung und Silagequalität

Mitglieder der Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung)

- Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
- Biogasanlagenbetreiber
- EBA-Zentrum Triesdorf
- Fachverband Biogas e.V.
- Firma Claas
- Fliegl Agrartechnik GmbH
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.
- KWS SAAT AG
- Landesanstalt für Landwirtschaft
 - Institut für Landtechnik und Tierhaltung
 - Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 - Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik
- Landmaschinenschule im Agrarbildungszentrum Landshut-Schönbrunn
- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
- Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V.
- Landwirtschaftliche Lehranstalten des Bezirkes Oberfranken
- r.e Bioenergie GmbH
- Regens Wagner Stiftung



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>
E-Mail: info@biogas-forum-bayern.de