

Schlauchsilierung - Verfahrensbeschreibung und Bewertung



Nr. II – 13/2010

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



Georg Rößl

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft



Dr. Andrea Wagner

BAG Budissa Agroservice GmbH

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1 Einleitung | 2 |
| 2 Folienschlauchtechnologie..... | 2 |
| 3 Qualitätsbeeinflussende Parameter | 4 |
| 3.1 Schneller und nahezu vollständiger Luftabschluss..... | 4 |
| 3.2 Verdichtung | 5 |
| 3.3 Vorschub | 6 |
| 4 Entnahme aus dem Folienschlauch | 7 |
| 5 Flächen zur Schlauchablage | 8 |
| 5. 1 Flächenbedarf..... | 8 |
| 5.2 Anforderungen des Gewässerschutzes..... | 8 |
| 6 Ökonomische Betrachtung..... | 9 |
| 7 Bewertung | 11 |
| 8 Folientunnel (Silospeed) | 11 |
| 9 Literatur | 13 |

1 Einleitung

Der technische Fortschritt der Landtechnik verändert ständig auch die Silageerntekette. Wir erreichen heute beim Häckseln und Mähen, aber auch beim Schwaden und Transport, Leistungsdimensionen, bei denen immer mehr das Verdichten im Silo zum Nadelöhr wird. Kann die Silopresse, unter der Voraussetzung mindestens gleich hoher Qualität wie das Fahrsilo, hier eine Alternative zu üblichen Lagerverfahren sein?

Das Verfahren der Konservierung im Folienschlauch wurde bereits vor 40 Jahren entwickelt und ist als Alternative zu Fahr- und Hochsilos zu sehen. Technische Weiterentwicklungen führten auch hier zu Leistungssteigerungen und arbeitswirtschaftlichen Erleichterungen.

2 Folienschlauchtechnologie

Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen der Energierohstoffe werden Silopressen in verschiedenen Bauarten angeboten (ohne oder mit Zerkleinerung, Rohfaserhaltiges Erntegut oder rieselfähiges Schüttgut usw.) (vgl. Tabelle 1). Allen gemeinsam ist die Lagerung/Konservierung in einem Polyethylen-Folienschlauch.

Tabelle 1: Verschiedene Bauarten von Silopressen

| Bauelemente der Silopressen | Einsatzspektrum | Leistung [t FM/h] |
|---|--|-------------------|
| Futtertisch, Rotor; mit Gitter und/oder Anker | Grobfutter (Gras, Mais, Luzerne, GPS), Nebenprodukte (Pressschnitzel, Biertreber) u.a. | bis 180 |
| Trichter und Schnecke | Rieselfähiges Schüttgut: Druschfrüchte, Düngemittel, Streusalz, Industrienebenprodukte | bis 360 |
| Trichter und Schiebeschild | Kompostierung, organische Reststoffe, ganze Zuckerrüben | bis 140 |
| Trichter, Walzenmühle und Schnecke | Feuchtgetreide, Feuchtmais, Körnerleguminosen, Raps, Zuckerrüben, Industrienebenprodukte | bis 40 |
| LKW mit Tunnel | Treber | |

Klassische Rotormaschinen werden mit einem Gitter angeboten. Das Gitter am Ende des Schlauches ist wiederum über Seiltrommeln mit der Maschine verbunden und sorgt für den Druckaufbau bei der kontinuierlichen Zufuhr von Erntegut über einen Rotor in den Schlauch (vgl. Abbildung 1).

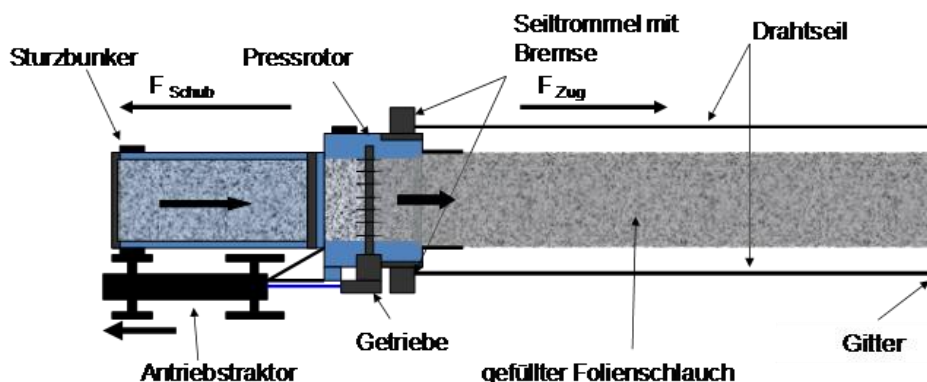


Abbildung 1: Funktionsschema einer Siloschlauchpresse mit Rotor (Maack, 2009)

Der Schlauch schiebt die Maschine samt Schlepper nach vorne. Diesem Druck wird durch Regulierung des Bremsdruckes über die Seiltrommeln entgegengewirkt – nach diesem Prinzip erfolgt die Steuerung der Verdichtung im Schlauch. Dazu kontrolliert der Maschinenbediener die Foliendehnung (Dehnung der Folie um maximal 10%) und stellt den Bremsdruck entsprechend ein (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Einsatz einer Siloschlauchpresse mit Rotor

Zur Befüllung der Silopresse kommen Rückwärtskipper und Ladewagen zum Einsatz. Ähnlich der Einlagerung im Fahrsilo kommt es auch hier darauf an, einen konstanten Massenstrom zu verarbeiten. Um einen Stillstand der Silopresse zu vermeiden, ist daher eine durchgängige Transportkette zu gewährleisten. Die durchschnittliche Leistung der gängigen Maschinentypen liegt bei 100 Tonnen Frischmasse je Einsatzstunde – speziell für Biogasanlagen mit großen Anlieferleistungen gibt es neue Silopressen (Ankermaschinen) mit Leistungen bis zu 180 Tonnen Frischmasse je Einsatzstunde. Nach Ende der Befüllung werden die Schläuche direkt verschlossen und mit Schutznetzen überzogen. Das im Vergleich zum Fahrsilo zeitaufwändige Abdecken entfällt.

Laut Herstellerangaben eignet sich diese Maschine zur Konservierung oder Lagerung von Mais (Maisganzpflanze, LKS, CCM, Maiskorn), Getreide (GPS, Korn, Schrot) und Zuckerrüben (Pressschnitzel). Ebenso können Anwelkgüter wie Feldgras, Luzerne, Klee und Wiesen gras mit der Rotormaschine im Folienschlauch konserviert werden.

Tabelle 2: Mengenkalkulationen für verschiedene Anlagengrößen (Wagner, 2008)¹⁾

| Schlauch- durch- messer (m) | Füll- menge (t/lfd. m) ²⁾ | Anzahl Schläuche á 75 m Nennlänge ³⁾ bei Anlagenleistung von installierter elektrischer Kilowattleistung kW _{el} (t Maissilage) | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| | | 75 (1.330) | 150 (2.600) | 250 (4.300) | 350 (6.400) | 500 (9.000) | 1.000 (17.100) |
| 2,4 | 3,0 | 7 | 13 | 21 | 32 | 44 | 84 |
| 2,7 | 3,8 | 5 | 10 | 17 | 25 | 35 | 67 |
| 3,0 | 4,7 | 4 | 8 | 14 | 20 | 28 | 54 |
| 3,3 | 5,6 | 3 | 7 | 11 | 17 | 23 | 45 |
| 3,6 | 6,7 | 3 | 6 | 9 | 14 | 20 | 37 |

¹⁾ BiogasJournal Heft 2/08, S. 58-63, siehe auch Faustzahlen Biogas, KTBL 2009, S. 80-83

²⁾ Lagerungsdichte 0,6 t/m³

³⁾ Ankermaschine ermöglicht 150 m Schlauchlänge und halbiert die Anzahl Schläuche

Die aus Polyethylen gefertigte Schlauchfolie hat eine Nenndicke liegt in der Regel bei > 200 µm, in Abhängigkeit vom Schlauchdurchmesser. Es werden sehr hohe Qualitätsanforderungen gestellt (Reißfestigkeit, Reißdehnung). Im Vergleich dazu: Handelsübliche Silofolien werden ebenfalls aus Polyethylen hergestellt, weisen aber meist die halbe Nenndicke von 120-200 µm auf.

Die verfügbaren Schlauchdurchmesser liegen im Bereich zwischen 1,50 m und 3,60 m, in Schlauchlängen von ca. 30 m bis zu 150 m bei neuen Ankermaschinen, die auf ein Gitter verzichten, damit können bis zu 1.000 t Silage in einem Schlauch gelagert werden. Die Tabelle 2 zeigt, wie in Abhängigkeit von Schlauchdurchmesser und –länge die Anzahl der notwendigen Schläuche bestimmt werden kann.

3 Qualitätsbeeinflussende Parameter

3.1 Schneller und nahezu vollständiger Luftabschluss

Aus Sicht des Konservierungsprozesses bietet das Folienschlauchverfahren durch den schnellen und nahezu vollständigen Luftabschluss gute Voraussetzungen für eine verlustarme Silierung unter anaeroben Bedingungen (Schiel und Winter, 1996). Abbildung 3 veranschaulicht diese deutlich geringeren Silierverluste des Folienschlauchverfahrens gegenüber dem Fahrsilo. Es wurden hierzu auch Forschungsprojekte durchgeführt, unter anderem speziell zu Pressschnitzeln (Weber, 2006), zu Feuchtgetreide (Matthiesen, 2008) und Biertreber (Weber, 2009).

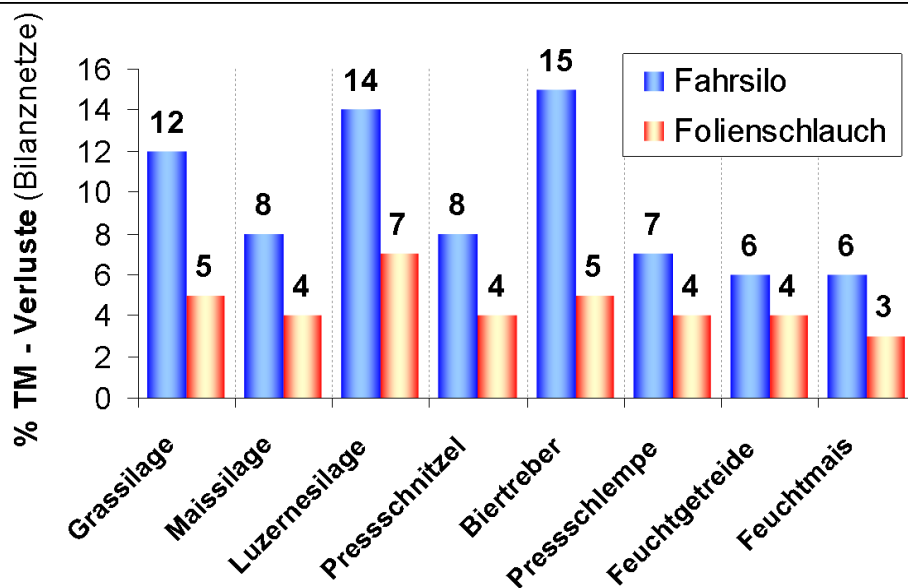


Abbildung 3: Silierverluste im Fahr- bzw. Folienschlauchsilos (Mittelwerte aus Silierversuchen, z.T. unterschiedliche Grundgesamtheiten) (Steinhöfel, 2010)

3.2 Verdichtung

Wie bei allen Silierverfahren hat auch bei den Silopressen die Verdichtung einen entscheidenden Einfluss auf die Silagequalität. Die Lagerungsdichte beeinflusst den Gasaustausch am geöffneten Silo während der Entnahmephase in entscheidendem Maße. Die Verdichtung im Schlauch wird einerseits durch die Qualität des Ernteguts beeinflusst. Hier gilt die gute fachliche Praxis (TM-Gehalt, Schnitt- bzw. Häcksellänge). Darüber hinaus ist auch der richtige Einsatz der Maschine durch geübte Nutzer (Know How und Erfahrung) von großer Bedeutung.

Für die Bestimmung der Dichte von Silagen wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein speziell hierfür entwickelter Dichteböhrer eingesetzt (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Dichteböhrer im Einsatz

Es wurden bisher vier Schläuche mit Maissilage und ein Schlauch mit Grassilage gemessen. Die gemessenen Werte erreichten nur in einem Fall die geforderten Zielwerte der Verdichtung

Ähnlich wie im Fahrsilo waren die geringeren Verdichtungen im äußeren Randbereich festzustellen. Dieser noch relativ geringe Umfang an Beprobungen bei Silopressen erlaubt noch keine abschließende Aussage über die durchschnittliche Verdichtungen bei Silopressen.

Umfangreiche Messungen wurden von C. Maack (2009) an der Universität Bonn im Rahmen seiner Dissertation durchgeführt. Auf Seite 124 schreibt er: „Die gemessene durchschnittliche Lagerungsdichte lag mit Werten von 170 bis 220 kg TM/m³ bei Silomais und 150 bis 200 kg TM/m³ bei Grassilage auf ähnlichem Niveau wie es auch in früheren Studien an Flachsilos festgestellt wurde. Auffällig waren die großen Dichtedifferenzen zwischen Schlauchkern und den Randbereichen nahe der Folie mit 25 bis 35 % je nach Siliergut.“ Insbesondere bei Gras sind die Streuungen in Abhängigkeit vom TM-Gehalt sehr groß (vgl. Abbildung 5). Die Schnittlänge - als wichtige Einflussgröße auf die Verdichtung - wurde hier nicht separat erfasst.

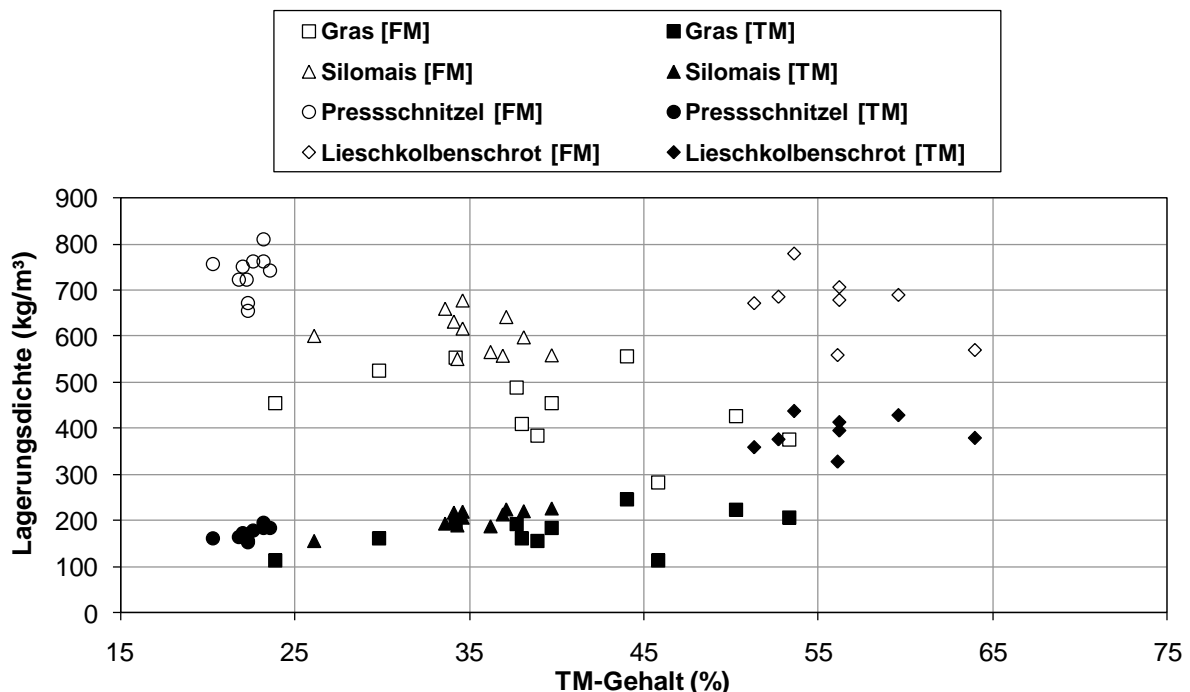


Abbildung 5: Lagerungsdichte der Trocken- und Originalsubstanz in Abhängigkeit des Trockensubstanzgehaltes (arithmetisches Mittel aus jeweils 10 Proben) (Maack, 2009)

3.3 Vorschub

Als Folge nicht ausreichender Verdichtung während der Einlagerung können bei der Auslagerung verstärkt Erwärmungen an der Anschnittsfläche auftreten und letztendlich zum Verderb der Silage führen. Jede Temperaturerhöhung bedeutet Trockenmasseverluste und somit Energieverluste. Bei +10°C Temperaturerhöhung ist mit 2 – 3 % Trockenmasseverlusten je Tag zu kalkulieren (Quelle: Dr. J. Thaysen, LWK SH).

Bei den von der LfL untersuchten Siloschlauchsilagen wurden vermehrt Schimmelpilze festgestellt (vgl. Abbildung 6). Der Vorschub dieser Betriebe lag im Mittel jedoch nur bei 1 - 2 m/Woche, also unter der Empfehlung: Aus Sicht der Beratung sollten am Fahrsilo im

Sommer mindestens 2 – 2,5 m/Woche an Vorschub realisiert werden. In Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen (Ausgangsmaterial, TM-Gehalt, Entnahmetechnik) sollte beim Folienschlauchsystem ein Schlauchdurchmesser gewählt werden, der einen möglichst schnellen Vorschub sichert. Bei ungünstigen Bedingungen ist ein Vorschub von bis zu 1 m/Tag anzustreben. Es muss also nicht immer der größte Schlauchdurchmesser sein. Gegebenenfalls sollte im Sommer zur Erhöhung der aeroben Stabilität mit geprüften Siliermitteln gearbeitet werden.



Abbildung 6: Verderb durch Schimmelpilze in Maissilage

Insbesondere bei kleineren Biogasanlagen begünstigt die vergleichsweise kleine Anschnittsfläche des Folienschlauches den zur Qualitätserhaltung unbedingt erforderlichen hohen Vorschub. Größere Biogasanlagen entnehmen in der Regel täglich derart große Silagemengen, dass Qualitätsverluste nach Schlauchöffnung durch den hohen Vorschub unbedeutend sind.

4 Entnahme aus dem Folienschlauch

Für die Entnahme eignet sich die aus der Fahrsiloentnahme bekannte Mechanisierung. Grundsätzlich ist eine effiziente Entnahme aus dem Folienschlauch bei Berücksichtigung einiger Grundregeln möglich. Wichtig ist dabei der richtige Anschnitt der Folie. Dieser dauerte nach Untersuchungen an der Universität Göttingen (Kirchhoff, Wegener, 2009) in der Regel nicht länger als zwei Minuten.

Der Schlauch sollte ca. 20 cm über dem Boden seitlich beginnend und halbkreisförmig über den ganzen Querschnitt in U-Form aufgeschnitten werden. Des Weiteren sollte die Schlauchfolie auf dem Boden in der Länge liegen bleiben, dass mindestens eine Achse des Entnahmefahrzeugs auf der Folie steht (vgl. Abbildung 7). Dadurch kann mit leichtem Druck auf der Folie geschürft werden, ohne dass sich diese verschiebt.



Abbildung 7: Entnahme am sorgfältig abgelegten Siloschlauch (Kirchhoff, Wegener, 2009)

Die Entnahmeeistung hängt grundsätzlich sowohl vom Substrat als auch von der Entnahmetechnik ab. Das leistungsstärkste Verfahren ist die Schaufelentnahme, wobei deren Vorteil durch längere Transportstrecken kompensiert werden kann. Der Schlauchdurchmesser spielt für die Entnahmeeistung nur bei den Fräsverfahren eine signifikante Rolle. Bei Lagerung der Schlauchsilagen auf befestigten Flächen und unter Einhaltung der Empfehlungen zum Anschneiden der Schläuche konnte in der Praxis beobachtet werden, dass sich die Handarbeit minimiert, weniger Folienreste im Futter vorhanden sind und weniger Futterreste um den Silostock verteilt liegen. Darüber hinaus hat das Geschick des Fahrers einen großen Einfluss auf den Erfolg der Entnahme des entnommenen Futters (Kirchhoff, Wegener, 2009).

5 Flächen zur Schlauchablage

5.1 Flächenbedarf

Bei der Projektplanung ist mit einem Flächenbedarf von durchschnittlich $1,0 \text{ m}^2/\text{t}$ FM Silage (Einlagerungsmenge) zu rechnen. Diese Faustzahl für den Schlauchdurchmesser berücksichtigt die Ablagefläche für die Schläuche, den Abstand zwischen den Schläuchen sowie den Platz für das Rangieren beim Befüllen der Maschine und der späteren Entnahme. Mit zunehmendem Schlauchdurchmesser sinkt der Flächenbedarf. Im Jahresverlauf können über die verschiedenen Vegetationsperioden Ablageflächen für nachfolgend abreifende Substratmengen frei werden (z.B. Gras und Mais). Hierdurch können bis zu 15% der Fläche eingespart werden.

5.2 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 Entnahmepriode durch den Silagestapel dringt) und verunreinigtes Niederschlagswasser.

Um das Entstehen von Gärsaft zu vermeiden, muss der TS-Gehalt des Ernteguts mindestens 30% betragen. Nach den bayerischen Vorgaben entsprechend sind Folienschläuche grundsätzlich auf dichten Bodenflächen zu lagern. Anfallende Silagesickersäfte sind aufzufangen. 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.

Folienschläuche als ortsfeste Anlage auf dichter Bodenplatte

Geeignete wasserundurchlässige und beständige Bauweisen aus Stahlbeton und Asphalt für Silos werden im Kap. 2.2.4.6 Biogashandbuch Bayern (Materialienband) beschrieben. Siloflächen aus Asphalt können fugenlos hergestellt werden. Eine Unterteilung der Silofläche mit Stellwänden ist nicht erforderlich. Folienschläuche auf dichten Bodenplatten müssen mit einem ausreichend bemessenen Auffangbehälter für Silagesickersaft versehen sein, sofern ein Einleiten in den Gülle-, Jauchebehälter oder Fermenter nicht möglich ist. Behälterfugen, z.B. der Anschlusspunkt Bodenplatte/Wand, müssen schnell und zuverlässig auf Dichtheit prüfbar sein. In Wasserschutzgebieten ist bei Auffangbehältern eine Leckageerkennung für die Bodenplatte einschließlich der Fuge Bodenplatte/Wand erforderlich. Die Bemessung, die Bauweisen sowie die Überwachung der Auffangbehälter werden in der LfL-Information „[Silagesickersaft und Gewässerschutz](#)“ Kapitel 4.2 ausführlich beschrieben.

Folienschläuche auf landwirtschaftlichen Flächen

Folienschläuche sind in der Regel auf dichten Bodenflächen mit Ableitung in Sammelbehälter zu lagern. Diese Bauweise kann nicht durch Folienschläuche auf landwirtschaftlichen Flächen ersetzt werden. Folienschläuche auf landwirtschaftlichen Flächen können jedoch Foliensilos ohne dichte Bodenplatte ersetzen, die nur für Produktionsspitzen ausnahmsweise anstelle von ortsfesten Anlagen angelegt werden dürfen. Die Anforderungen nach LfL-Information „[Silagesickersaft und Gewässerschutz](#)“ Kapitel 4.4 sind zu beachten.

6 Ökonomische Betrachtung

Mechanisierungskosten

Ist die **Eigenmechanisierung** geplant, sind zur Berechnung der Verfahrenskosten neben den Kosten für Abschreibung, Zinsen und Reparaturen für die Silopresse, auch die Schlepper-, Lohn- sowie Folienkosten zu berücksichtigen. Bei einer jährlichen Auslastung der Silopresse von 230 ha Silomais für eine 500 kW Anlage summieren sich nach KTBL (2009) die jährlichen Verfahrenskosten für das Folienschlauchverfahren auf **6,36 Euro je Tonne** eingelagerter Frischmasse (**inkl. Siloplatte**) (Tab. 3). Diese setzen sich zu zwei Dritteln aus fixen (4,10 EUR/t FM) und zu einem Drittel aus variablen Kosten (2,30 EUR/t FM) zusammen.

Ist der **Zukauf als Dienstleistung** geplant, muss der Auftraggeber **aus Erfahrung** mit einem Dienstleistungspreis in Höhe von **sechs bis sieben Euro je Tonne** eingelagerter Frischmasse rechnen. Dieser Preis berücksichtigt dabei die Silopresse, den Schlepper, den Lohn sowie die Silofolie. Die Siloplatte ist hier nicht enthalten.

Tab. 3: Investition und Kosten von Siloanlagensystemen (KTBL, 2009)

| | Einheit | Fahrsilo | Traunsteiner System | Folienschlauch mit Bodenplatte |
|--|------------------|----------|---------------------|--------------------------------|
| Nutzungsdauer | Jahre | 20 | 20 | Bodenplatte 20 Silopresse 8 |
| Investitionsbedarf | | | | |
| Spezifische Investitionen pro Lagervolumen | €/m ³ | 16,37 | 17,48 | 15,14 |
| Investitionsbedarf System | € | 273.400 | 247.700 | 248.300 |
| Kosten ¹⁾ | | | | |
| Jährliche Fixkosten | € | 19.200 | 17.400 | 22.200 |
| Jährliche Variable Kosten ²⁾ | € | 53.800 | 49.300 | 40.000 |
| Jährliche Kosten | € | 73.100 | 66.700 | 62.200 |
| Fixkosten je Tonne Silage | €/t FM | 1,93 | 1,76 | 2,27 |
| Variable Kosten je Tonne Silage | €/t FM | 5,40 | 4,99 | 4,09 |
| Kosten je Tonne Silage ²⁾ | €/t FM | 7,32 | 6,75 | 6,36 |

1) Biogasanlage mit 500 kWel und 230 ha Mais entspricht 9.281 t FM Mais

2) Variable Kosten beinhalten Verdichtung am Fahrsilo 2 €/t FM, Schlepperkosten für Silopresse, Folienkosten sowie wertmäßigen Lagerungsverlust unter Annahme des Wertes der Maissilage von 35 €/t FM

Weitere Aspekte

Unabhängig der Eigen- oder Fremdmechanisierung ist bei der umfassenden Verfahrensbewertung der **Lagerplatz** für die Siloschläuche zu berücksichtigen. Eine eventuell für die Genehmigung erforderliche wasserundurchlässige Lagerplatte könnte entsprechend höhere Kosten verursachen.

Ökonomisch schwer zu greifen ist der **Effekt der Silopresse auf die vorgelagerte Ernte-Logistik**. Die Abhängigkeit zwischen dem Transportfahrzeug und der Silopresse ist deutlich größer als bei einem Alternativverfahren die Abhängigkeit zwischen dem Transportfahrzeug und etwa dem Radlader im Fahrsilo. Durch gleichmäßige Arbeit der Silopresse und damit standardisierte Verdichtung ist aber auch die wichtige Forderung erfüllt, dass das „Tempo“ in der Erntekette nicht durch die Erntemaschine (z.B. Feldhäcksler), sondern durch die Einlagerungstechnik bestimmt wird. Um unnötige Wartezeiten der Silopresse zu vermeiden, sind ausreichend Transporteinheiten vorzuhalten. Größere Transporteinheiten können die anteiligen Rangier- und Entladezeiten verkürzen.

Folienschläuche können nicht nur schneller verschlossen werden, auch insgesamt sind geringere Lagerverluste zu erwarten. Die Minimierung der Lagerverluste ist ein wichtiger Ansatz zur Erhöhung der Substrateffizienz und damit Verringerung des Flächeneinsatzes einer Biogasanlage. Diese geringeren Lagerverluste müssen als geldwerter Vorteil dem Verfahren Silopresse gutgeschrieben werden.

7 Bewertung

Die Qualität der Folienschlauchsilage wurde durch Untersuchungen in verschiedenen Projekten als positiv bewertet (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Bewertung des Verfahrens „Silopresse“

| Vorteile | Nachteile |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • <u>Qualität:</u> schneller Luftabschluss, dadurch geringe Verluste, kontrollierte und gleichmäßige Verdichtung kleine Anschnittsfläche, dadurch hoher Vorschub • <u>Flexibilität</u> Substrate: NawaRos, Industrienebenprodukte; Mengen: kleine / große Einheiten möglich; kurzfristige Möglichkeit, Lagerkapazität zu schaffen • <u>Arbeitswirtschaft</u> hohe Berge- und Verdichtungsleistung, nur 1 AK zur Maschinenbedienung, standardisierte Verdichtung, kein Siloabdecken | <ul style="list-style-type: none"> • je nach Schlauchdurchmesser höherer Flächenbedarf (in Ausnahmefällen nicht befestigt, Verweis Wasserwirtschaft), • geschultes Bedienpersonal erforderlich, • Leistung der Transportkette und Leistung der Silopresse voneinander abhängig • Futterentnahme günstiger auf befestigtem Boden |

Vorteil ist, dass der Lagerungsbedarf problemlos - ohne bauliche Veränderungen - der Erntemenge angepasst werden kann. Durch die Vielzahl der zu silierenden Futterarten wird eine gute Auslastung begünstigt. Dies trägt zu einer Amortisierung in einem überschaubaren Zeitrahmen bei. Es kann daher bei der Planung einer Siloanlage durchaus lohnend sein, den Folienschlauch als Alternative in die Planung mit einzubeziehen.

8 Folientunnel (Silospeed)

Ein vergleichsweise neues Verfahren ist das Tunnelsystem. Im Gegensatz zum Folienschlauch handelt es sich nicht um ein geschlossenes System (rundum geschlossener Schlauch), sondern um einen mit offener Folie umschlungenen Strang. Das Siliergut wird mit zwei stehenden Schnecken zu diesem Strang zusammengepresst. Eine Verteilschnecke verteilt das Siliergut über den Rotor. Diese presst den Silagestrang. Die Form der verpressten Silage wird durch den Tunnel vorgegeben. Zur gleichmäßigen Beschickung der Presseinrichtung (Verteilschnecke und Rotor) wird das Siliergut mit einem Dosierband befördert.

Das Überziehen des verdichteten Siliergutes erfolgt mit einer offenen Silofolie. 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 zum Gerätetyp 3,5 – 4 m.

Belastbare Untersuchungen oder Daten zur Bewertung des Verfahrens bzw. der Silagequalität liegen uns noch nicht vor. Einen ersten Eindruck kann aber Abbildung 8 vermitteln.

Wir werden versuchen dieses Verfahren weiter zu beobachten und sind daher für zusätzliche Informationen sehr dankbar.



Abbildung 8: Folientunnel (Silospeed ALKA)

9 Literatur

KTBL (2009): Faustzahlen Biogas. 2. Auflage, Darmstadt.

MAACK, C., W. BÜSCHER (2008): Verdichtung von Siliergütern bei der Folienschlauchtechnologie. Landtechnik 63 (2008), nr. 5, pp. 282 – 283.

MAACK, C. (2010): Untersuchungen zur Lagerungsdichte bei der Futterkonservierung in Folienschläuchen. Diss. Universität Bonn, VDI-MEG-Schrift 486, Bonn, Institut für Landtechnik.

MATTHIESEN, M. (2008): Experimentelle Untersuchungen zur Feuchtgetreidekonservierung im Folienschlauch. Diss. Universität Bonn, VDI-MEG-Schrift 468, Selbstverlag.

SCHIEL, A., P. WINTER (1996): Gute Silage aus dem Schlauch. top agrar, 8/1996, S. 72-75

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

STEINHÖFEL, O. (2010): Hauptkostenfalle Grobfutterqualität - Was kosten uns Verluste? Vortrag Sächsischer Futtertag, Nossen, 17.03.10.
http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Steinhoferel_Futtertag_2010.pdf.

THAYSEN, J., A. WAGNER (2008): Von der Mahd bis zum Trog. Verfahrenskosten der Silagebereitung. Neue Landwirtschaft Heft 8/08, S. 69-72.

WEBER, U. (2006) Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenpressschnitzeln in Folienschläuchen. Dissertation Humboldt Universität, Logos Verlag Berlin.

WEBER, G. (2009): Untersuchungen zur Silierung von Biertrebern. Dissertation Humboldt Universität, Logos Verlag Berlin.

WEGENER, J., B. KIRCHHOFF, A. WAGNER (2010): Schnell aus der Pelle. dlz 4/2010, S. 92-94.

Verweis LfL-Information „Silagesickersaft und Gewässerschutz, Rechtl. Grundlagen
 Helmut Möhrle, LfU, Referat 68
 Martin Strobl, LfL , Institut für Agrarökonomie

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)

- **Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bayreuth, Pfaffenhofen und Schwandorf**
- **Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.**
- **BAG Budissa Agroservice GmbH**
- **Bayerisches Landesamt für Umwelt**
- **Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten**
- **Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit**
- **Biogasanlagenbetreiber**
- **EBA-Zentrum Triesdorf**
- **Firma Claas**
- **Fachverband Biogas e.V.**
- **Hochschule Weihenstephan-Triesdorf**
- **Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.**
- **Landesanstalt für Landwirtschaft**
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik
- **Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung**
- **Landwirtschaftliche Lehranstalten des Bezirkes Oberfranken**
- **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