

Volkhard Scholz, Werner Daries und Ralf Rinder

Mechanische Entwässerung von Silage

Die Entwässerung von Silage mittels Schneckenpressen ist energetisch effizienter als die thermische Trocknung. Wie Messungen mit zwei handelsüblichen Schneckenpressen zeigen, kann unter günstigen Bedingungen bei Trockenmassedurchsätzen von über 1,0 t_{TM}/h ein spezifischer Energieverbrauch von unter 30 kWh/t_{TM} erreicht werden. Der Wassergehalt der Silagen wird um 5 bis 20 Prozentpunkte und der Anteil unerwünschter Inhaltsstoffe um 2 bis 30 % gesenkt. Entscheidend für den Abpresserfolg sind neben den Konstruktionsparametern und der Pflanzenart insbesondere Feuchte, Häcksellänge und Dichte der Silage.

Schlüsselwörter

Silage, Entwässerung, Schneckenpresse, Energie, Inhaltsstoff

Keywords

Silage, dewatering, screw press, energy, ingredient

Abstract

Scholz, Volkhard; Daries, Werner and Rinder, Ralf

Mechanical Dewatering of Silage

Landtechnik 64 (2009), no. 5, pp. 333 - 335, 4 figures, 1 table

The use of screw presses for dewatering of silage is energetically more efficient than thermal drying. Tests with two types of screw presses show that on dry matter flow rates of more than 1.0 tDM/h the specific energy consumption is less than 30 kWh/tDM. The water content of the silage is decreased by 5 to 20 % and the share of undesired ingredients by 2 to 30 %. Besides press design and plant species, in particular moisture content, chip size and density of silage are essentially for the dewatering success.

Das Abpressen von pflanzlichen Materialien zum Zwecke der Entwässerung und/oder der Saftgewinnung ist bekannt. Neu jedoch ist die Verwendung von Grüngutsilage. Dieses von Prof. Scheffer von der Universität Kassel-Witzenhausen propagierte Verfahren dient der Erzeugung von Energieträgern aus feucht konserviertem Halmgut. Dabei wird sowohl die feste Phase (Presskuchen) als auch die flüssige Phase (Presssaft) genutzt. Erstere wird zu Biofestbrennstoffen, zum Beispiel zu Pel-

lets, verarbeitet, die im Weiteren verfeuert oder vergast werden und letztere kann als Co-Substrat einer Biogasanlage zugegeben werden. Die Vorzüge der (Teil-) Entwässerung der Silagen bestehen sowohl in der Verringerung des Energieaufwandes für die thermische Trocknung als auch in der Verringerung der umweltschädigenden emissionsrelevanten Inhaltsstoffe des Festbrennstoffes.

Da bislang wenig gesicherte Ergebnisse zum Abpressen von Silage vorliegen, wurde dieser Prozess im Zusammenhang mit einem von der FNR geförderten Verbundprojekt untersucht, welches die Analyse und Bewertung der gesamten Verfahrenskette vom Feld bis zum Synthesegas zum Inhalt hatte.

Das Ziel der nachfolgend dargestellten Untersuchungen bestand daher in der Ermittlung von gesicherten Daten zu Durchsatz, Energieverbrauch, Abpresserfolg und Schadstoffreduktion beim Entwässern von verschiedenen Energiepflanzen-Silagen mittels Schneckenpressen. Da direkt verwertbare Aussagen erwartet wurden, erfolgten die Messungen mit handelsüblichen Schneckenpressen unter praxisnahen Bedingungen.

Material und Methoden

In insgesamt 11 Messreihen wurden jeweils 1 bis 20 t Silage aus Mais-, Gras-, Roggen- und Gersten-Ganzpflanzen, z. T. aus dem 2-Kultur-Anbau, verarbeitet, die 5 bis 17 Monate in konventionellen Horizontalsilos gelagert hatte. Die Häcksellängen wurden variiert und betragen 5 bis 21 mm (Median), meist jedoch etwa 10 mm. Die Messungen erfolgten mit Schneckenpressen der Typen Avz und DZvv der Fa. Anhydro GmbH Kassel (ehem. Fa. Vetter) in einem herkömmlichen landwirtschaftlichen Trockenwerk in Selbelang sowie im Technikum der Amandus Kahl GmbH & Co. KG Hamburg (**Tabelle 1**).

Bei den untersuchten Schneckenpressen handelt es sich um zylindrische Schnecken, deren Innenrohr sich vergrößert und

Tab. 1

Technische Daten der untersuchten Schneckenpressen
 Table 1: Specifications of tested screw presses

Parameter		Pressentyp	
		Avz	DZvv
Antriebsleistung	kW	5,5	45
Eigenmasse	kg	500	6 450
Drehzahl	1/min	8	12
Kompression ¹⁾	-	1 : 4	1 : 3
Sieblochdurchmesser	mm	0,7	1,5; 1,2
Staukonus-Verstellung	-	mechan.	pneumat.

¹⁾ Verhältnis der Volumina von Ausgangs- zu Eingangsschneckenangang

deren Steigung sich verringert. Die Schnecke ist mit einem verstärkten Sieb ummantelt, durch das der Presssaft entweichen kann. Am Schneckenende befindet sich ein verstellbarer Staukonus, gegen den das Material gepresst wird und durch dessen Ringspalt der sogenannte Presskuchen austritt (**Abbildung 1**).

Zur Ermittlung der Masse und des Leistungsbedarfs kamen gängige elektronische Messgeräte zum Einsatz. Der Wassergehalt wurde mit dem Trockenschrank (105 °C) und die Gehalte der Inhaltsstoffe nach den bekannten VDLUFA-Methoden bestimmt. Probenahme und Messungen erfolgten in der Regel in 15-Minuten-Intervallen. Die Messdauer betrug etwa 15 bis 30 Sekunden.

Gemessen wurden:

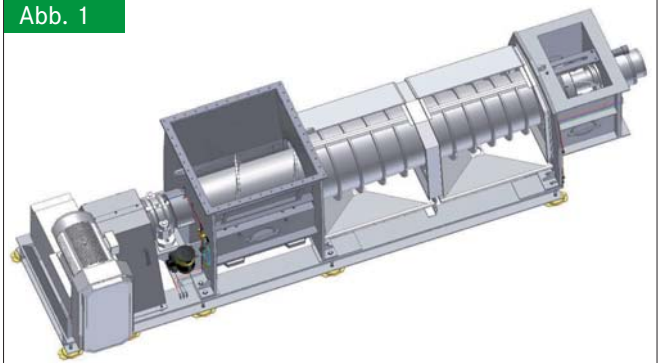
- Elektrischer Leistungsbedarf (kW)
- Massedurchsatz von Silage und Presskuchen (t_{TM}/h)
- Wassergehalt von Silage und Presskuchen (%)
- Volumenstrom des Presssaftes (l/h)
- Trockenmassegehalt des Presssaftes (%)
- Stoffgehalte von Silage, Presssaft und Presskuchen (%)

Massedurchsatz und Energieverbrauch

Der Massedurchsatz hängt im Wesentlichen von den Konstruktionsparametern der Schneckenpresse und der Dichte des abzupressenden Materials ab. Daher erreicht die größere der beiden Schneckenpressen (DZvv) mit bis zu $1,2 t_{TM}/h$ deutlich höhere Durchsätze als die kleinere Presse (Avz), und der Trockenmassedurchsatz von Mais- und Roggensilage (Schüttdichte $70-120 \text{ kg}_{TM}/\text{m}^3$) liegt in der Regel über dem der Grassilage ($50-70 \text{ kg}_{TM}/\text{m}^3$).

Der Durchsatz bestimmt den elektrischen Leistungsbedarf, was an der engen Korrelation zwischen Massedurchsatz und spezifischem Energieverbrauch deutlich wird (**Abbildung 2**). Es zeigt sich, dass Materialien mit geringen Feuchten (< 60%), hohen Schüttdichten (> $100 \text{ kg}_{TM}/\text{m}^3$) und kurzen Häcksellängen (< 10 mm) spezifische Energieverbräuche von unter $30 \text{ kWh}/t_{TM}$ erreichen. Da diesbezüglich kaum Unterschiede zwischen den beiden Schneckenpressentypen bestehen, ist anzunehmen, dass durch konstruktive Optimierung des größeren Pressentyps DZvv der spezifische Energieverbrauch weiter gesenkt werden kann.

Abb. 1



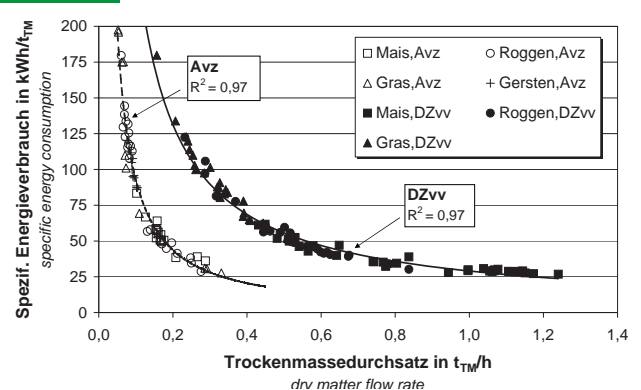
Funktionsdarstellung der untersuchten Schneckenpressen (Zeichnung: Anhydro GmbH)
 Fig. 1: Basic principle of the tested screw presses

Abpresserfolg

Der Abpresserfolg von Schneckenpressen wird nicht nur durch die Verringerung des Wassergehaltes charakterisiert, sondern auch durch den Trockenmasseverlust, der aus Feststoffpartikeln resultiert, die das Sieb passieren. Sofern – wie im vorliegenden Fall – der gesamte Presssaft ebenso wie der Presskuchen energetisch genutzt wird, ist dies jedoch kein realer Verlust. Für die untersuchten Materialien und Schneckenpressen liegt der Siebdurchgang im Bereich von etwa 5 bis 15 % (TM) der Eingangs-Silage, wobei der Siebdurchgang mit steigendem Massedurchsatz zunimmt.

Mit der Schneckenpresse DZvv kann der Wassergehalt von Silagen mit hohen Feuchten (> 80 %) um bis zu 20 Prozentpunkte (absolut) verringert werden. Bei geringer Feuchte verringert sich die Differenz entsprechend und beträgt bei den üblichen Silagefeuchten von 60 bis 70 % etwa 5 bis 15 %. Es deutet sich an, dass die Grenzfeuchte zwischen 40 und 50 % liegt. Darunter ist mit diesen Schneckenpressen kein Entwässerungseffekt mehr erzielbar (**Abbildung 3**).

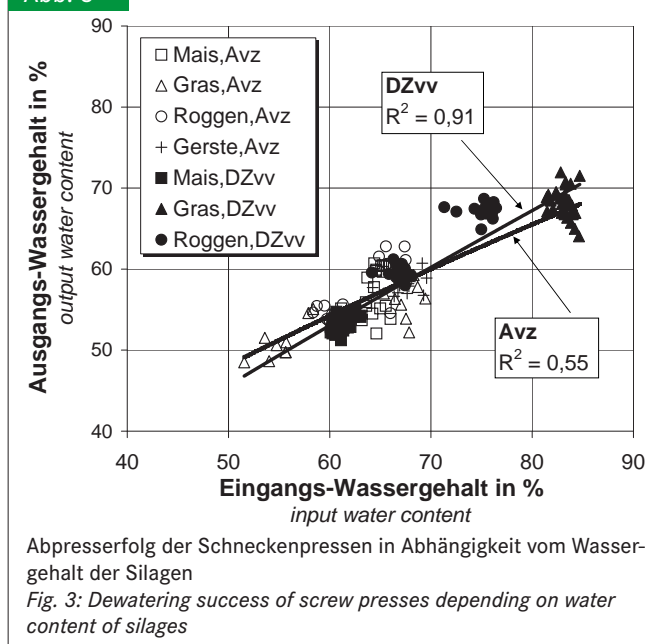
Abb. 2



Energieverbrauch und Massedurchsatz beim Entwässern von Mais-, Roggen-, Gersten- und Grassilage mit den Schneckenpressen Avz und DZvv

Fig. 2: Energy consumption and dry matter flow rate during dewatering of corn, rye, barley and grass silage by means of the screw presses Avz and DZvv

Abb. 3

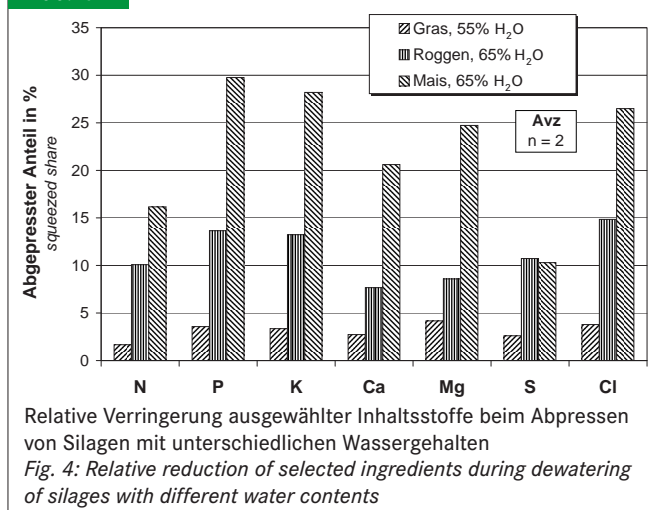


Schadstoffminderung

Der Presssaft, bestehend aus einer wässrigen Lösung mit Feststoffpartikeln, enthält Stoffe, die zwar bei der Rückführung auf das Feld und/oder bei der Vergärung von Vorteil sein können, für die Verbrennung und Vergasung jedoch eher von Nachteil sind. Hierbei handelt es sich u. a. um die Makro- und Mikro-nährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Schwefel (S) und Chlor (Cl).

Obwohl die Gehalte dieser Stoffe im Presssaft 1 bis 4 mal höher als in der Silage sind, hält sich die relative Verringerung in Grenzen und liegt unter 30 %. Die Verringerung ist vor allem vom Eingangswassergehalt der Silage abhängig. Während bei der relativ trockenen Grassilage lediglich 2 bis 4 % dieser Stoffe abgepresst werden, sind es bei der feuchten Maissilage etwa 20 bis 30 % (Abbildung 4).

Abb. 4



Schlussfolgerungen

Aus den durchgeführten Untersuchungen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Der Durchsatz von Schneckenpressen ist im Wesentlichen von Materialart, Häcksellänge, Schüttdichte und Wassergehalt abhängig. Die größere der beiden Schneckenpressen erreicht Trockenmasse-Durchsätze von 0,8 t_{TM}/h und mit extrem kurz gehäckseltem Material (5 mm) sogar 1,2 t_{TM}/h. Durch konstruktive Änderungen sind sicher noch höhere Durchsätze erreichbar.
- Der spezifische Energieverbrauch, der maßgeblich vom Durchsatz bestimmt wird, liegt unter optimalen Bedingungen zwischen etwa 30 kWh/t_{TM} (Maissilage) und 70 kWh/t_{TM} (Grassilage), was einem Primärenergieaufwand von etwa 0,3-0,7 GJ/t_{TM} entspricht.
- Je nach Feuchte der Silage wird der Wassergehalt um bis zu 20 Prozentpunkte gesenkt. Bei dem üblichen Wassergehalt der Silage von 65 % verringert sich der Wassergehalt des Presskuchens im Mittel auf etwa 55 ± 5 %.
- Neben Wasser werden auch etwa 5 bis 15 % Trockenmasse der Silage abgepresst. Im Falle der Vergärung des Presssaftes in Biogasanlagen (0,55-0,62 m³/kg_{TM}) könnten damit rein rechnerisch etwa 0,6-2,0 GJ pro 1 t_{TM} Silage erzeugt werden, so dass der massebedingte Energieverlust des Presskuchens (0,8-2,5 GJ/t_{TM}) zum großen Teil kompensiert wird.
- Die Gehalte der in der Silage enthaltenen (Nähr-) Stoffe (N, P, K, Ca, Mg, S, Cl), die bei der Verbrennung und Vergasung feuerungstechnische Probleme und unerwünschte Emissionen verursachen können, werden je nach Abpresserfolg im Presskuchen um 2 bis 30 % verringert.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die untersuchten Schneckenpressen zur (Teil-) Entwässerung von Halmgut-Silagen geeignet und in Zusammenhang mit der Erzeugung von trockenen Biofestbrennstoffen von Vorteil sind. Der Primärenergieaufwand für die extrem energieaufwändige thermische Trocknung (ca. 8 GJ/t_{TM}) kann damit selbst unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs der Schneckenpressen um bis zu 25 % verringert werden.

Autoren

Dr.-Ing. Volkhard Scholz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; E-Mail: vscholz@atb-potsdam.de

Dipl.-Ing. Werner Daries war im Rahmen des hier beschriebenen Projektes als Mitarbeiter am ATB tätig; E-Mail: gruenhaus-torgau@t-online.de

Dipl.-Ing. Ralf Rinder ist Area Sales Manager in der Firma Anhydro GmbH, Leipziger Str. 104-108, 34123 Kassel; E-Mail: r.rinder@anhydro.com

Danksagung

Die Autoren danken der FMS Futtermittel GmbH Selbelang für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche sowie dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bzw. der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. für die Förderung dieses Vorhabens.