

Ein ökologisches Problem?

Rundballenwickelsilage

Von DI. Rainer Ramharter, DI. Thomas Amon und Univ. Prof. DI. DDr. Josef Boxberger

Kaum jemandem blieb die Attraktivität der Rundballenwickelsilage verborgen. Wer etwas aufmerksam durch die Landschaft fährt, kann leicht feststellen, daß die Zahl der ins Auge stechenden Riesenkugeln in den letzten Jahren erheblich größer wurde.

Die Großballensilage hat in den USA, Großbritannien und in den skandinavischen Ländern schon seit längerem große Bedeutung und erlebt in Österreich seit wenigen Jahren einen regelrechten Boom. Viele stoßen sich berechtigterweise am optischen Eindruck und an der scheinbar schieren Plastikverschwendung, jedoch ist dieses Konservierungsverfahren für viele Landwirte ein essentieller Bestandteil ihrer Fütterungsstrategie geworden.

Das Verfahren der Rundballensilage hat gegenüber den anderen Silierverfahren wesentliche Vorteile:

- * Es können problemlos kleine Futtermengen sowohl eingelagert als auch verfüttert werden.
- * Die portionierte Lagerung bietet einen guten Überblick über den Futtermittelverbrauch.

- * Das Futter kann sofort nach dem Pressen luftdicht verschlossen werden.
- * Keine Futtermittelverschmutzung (durch Walztraktor, Anhänger etc.).
- * Zur Entnahme sind keine Spezialgeräte erforderlich.
- * Am Feldrand lagerbar - zeitintensive Transporte können in Zeiten mit weniger Arbeit durchgeführt werden.

Als Nachteile sind zu nennen:

- * Es kann nur gut angewelktes Gut verwendet werden.
- * Es eignet sich nicht für Silagen mit Sickerstoffanfall (Mais, Rübenblatt).

- * Sehr stengeliges Futter wird nicht ausreichend zerkleinert.
- * Die Wiederverwendung der Stretchfolie ist nicht möglich, das Recycling sehr schwierig.

Trotz sehr vieler Vorteile hat dieses Silierverfahren einen sehr großen Nachteil: Es ist der Verbrauch an Polyethylenfolie und somit der Verbrauch von fossiler Energie. Der hohe Verbrauch an fossilen Energieträgern wirkt sehr negativ auf die Umwelt, angefangen von Transportunfällen mit lokaler Auswirkung bis hin zu globalen Einflüssen durch Schadstoffemissionen (CO₂, Ozonproblematik, etc.). Die Stretchfolie kann nicht als Folie wiederver-

wendet und auch nur schwer wiederverwertet werden, meistens wird sie in Großfeuerungsanlagen verbrannt. Obwohl die Polyethylenfolie ein hochwertiger Brennstoff ist – 1 kg Folie hat den Heizwert von 1 kg Heizöl – ist die Verbrennung keine gute Lösung für ein so hochwertiges Produkt.

Zur Bewertung der Umweltverträglichkeit von Produkten oder Verfahren gibt es Standardverfahren, jedoch sind sie nicht universell einsetzbar.

Aufgrund der vielen verschiedenen Einflüsse und komplexen Zusammenhänge ist es sehr schwierig, ein einheitliches Verfahren zu schaffen. Eine sehr gute und oft angewandte Möglich-

Kumulierter Energieaufwand von Silierverfahren

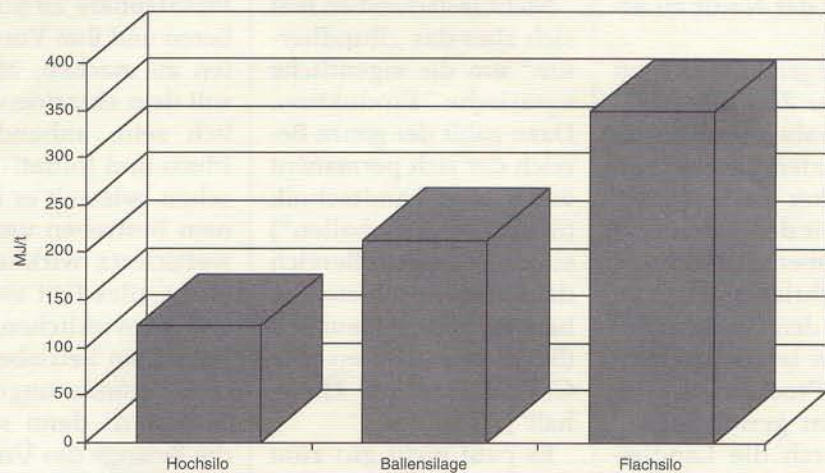


Abb.1.: Kumulierter Energieaufwand verschiedener Silierverfahren

Hochsilo	Flachsilo	Flachsilo	Rundballensilage
in Holzbauweise	Ortbetonbauweise	Ortbetonbauweise	vierlagig wickeln
15 J Nutzungsdauer	15 J Nutzungsdauer	15 J Nutzungsdauer	
absätziges Verfahren	absätziges Verfahren	Fließverfahren	absätziges Verfahren
1 Arbeitskraft	1 Arbeitskraft	3 Arbeitskräfte	1 Arbeitskraft
50 kW Traktor	50 kW Traktor	70 kW Traktor	50 kW Traktor
	60 kW Walztraktor	50 kW Traktor	
		100 kW Walztraktor	
Kurzschnittladewagen	Kurzschnittladewagen	Anhängefeldhäcksler	Rundballenpresse
3,5 t	3,5 t	Kipper 4,5 t	Folienwickelgerät
Gebläsehäcksler 15 kW			Anhänger 4,5 t
Obenentnahmefräse	Blockschneider	Blockschneider	Frontlader

Tab. 1: Kenndaten der verglichenen Konservierungsverfahren bei Silage

keit zur Bewertung der Umweltverträglichkeit stellt die Ermittlung des kumulierten Energieaufwandes dar, kurz KEA genannt. Der kumulierte Energieaufwand beinhaltet die gesamte Energie, die zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produktes benötigt wird, einschließlich aller Vorleistungen. Nicht enthalten und bewertet sind beispielsweise umweltwirksame Emissionen, wie z.B. Silosickersäfte, klimarelevante Gase bei der Verbrennung, etc.

Anhand des KEA werden nun vier verschiedenen Silierverfahren verglichen (siehe auch Tab.1):

- * Hochsilo in Holzbauweise, eine Arbeitskraft, Kurzschnittladewagen
- * Flachsilo in Ortbetonbauweise, eine Arbeitskraft, Kurzschnittladewagen
- * Flachsilo in Ortbetonbauweise, drei Arbeitskräfte, Feldhäcksler, Fließverfahren

* Rundballenwickelsilage, eine Arbeitskraft, Rundballenpresse, Folienwickelgerät

Der kumulierte Energieaufwand wird in Megajoule pro Tonne (MJ/t) geerntete Silage angeführt. Zum Vergleich: Ein Liter Diesel enthält etwa 36 MJ Energie, das sind 10 Kilowattstunden (kWh). Da nur die Unterschiede der einzelnen Verfahren gezeigt werden sollen, wird erst ab der Bergung gerechnet. Gemeinsame Verfahrensschritte, wie Düngung, Mähen, etc., gehen nicht in die Berechnung des KEA ein. Infolgedessen sind die KEA-Summen der verglichenen Verfahren nicht der Gesamtenergieaufwand für die Silagebereitstellung, sondern nur die Summen des Energieaufwandes von der Bergung des Anwelkgutes bis zur Verfütterung.

Ermittelt man nun den KEA für diese vier verschiedenen Verfahren (Tab. 2), schneidet die Rundballensilage mit

knapp 213 MJ/t Silage im Vergleich zu den beiden Varianten des Fahrtilos recht gut ab. Einen sehr niedrigen KEA von nur 123 MJ/t Silage hat die Variante Hochsilo in Holzbauweise. Der kumulierte Energieaufwand für die beiden Varianten Flachsilo liegt mit 350 bis 360 MJ/t Silage sehr hoch. Rechnet man diese Energie, die für die Bereitstellung (ab Bergen, ohne Mähen etc.!) einer Tonne Silage benötigt wird, in Liter Dieselkraftstoff um, so werden für 1 t Silage im Hochsilo 3,4 l Diesel benötigt, für die Rundballensilage knapp 6 Liter und im Flachsilo gar 10 Liter.

Die Rundballensilage weist einen um etwa 40% niedrigeren Energieverbrauch als die beiden Flachsilovarianten auf. Worauf ist dies zurückzuführen?

Vergleicht man die einzelnen Arbeitsschritte, wird ersichtlich, daß der Bergeprozess bei der Rundballensilage wesentlich energieintensiver

als bei den anderen Verfahren ist. Den größten Anteil am Energieverbrauch beim Bergen hat das Pressen. Das erklärt auch den höheren KEA-Wert der Rundballensilage bei der Summe aller Feld- und Hofarbeiten.

Wo steckt nun der hohe Energieaufwand für die Polyethylenfolie?

Betrachtet man nur den Faktor Material, so ist auffällig, daß die Rundballensilage den geringsten energetischen Materialaufwand hat. Das kommt daher, daß der Materialaufwand für dieses Verfahren einzig und allein aus der Stretchfolie besteht. Die anderen Verfahren haben hier eine Vielzahl von Materialien, die energetisch aufsummiert werden, angefangen von Baustahl über Zement, Beton bis hin zur Abdeckfolie. Alleine die Abdeckfolie beim Flachsilo schlägt mit stattlichen 44,2 MJ/t Silage zu Buche.

Unterstellt wurde lediglich eine einfache Ab-

deckung mit einer 0,2 mm dicken Folie, obwohl von Experten eine Mehrfachabdeckung (dünne Innenfolie plus Abdeckfolie oder Abdeckfolie mit Schutznetz) gefordert wird. Die Ursache für den hohen KEA-Wert der Abdeckfolie liegt in der unterschiedlichen Dicke der beiden Folien. Zum einen sind die Abdeckfolien um etwa das Zehnfache dicker (rund 0,2 mm) als die Stretchfolien (0,025 - 0,003 mm), zum anderen werden die Wickelfolien beim Wickelvorgang nochmals um 50 bis 70 % in die Länge gedehnt. Der Folienverbrauch bei der Rundballensilage ist also auch sehr stark von der Vorstreckung (Dehnung) der Folie abhängig.

Ein ganz wesentlicher Einflußfaktor für den Folienverbrauch bei der Wickelsilage ist die Lagenzahl. Im obigen Beispiel wurde mit vier Lagen gerechnet. Bei gutem Futterzustand (weiches, richtig angewelktes Gras) kann man aber auch mit drei oder sogar nur zwei Lagen das Auslangen finden. Die Einsparung an Folie ist so erheblich, daß man mit einer dreilagigen Wicklung an Werte für Abdeckfolien bei Flachsilos herankommt (47,6 MJ/t). Reicht eine zweilagige Wicklung, so liegt man weit unter den Werten für Flachsiloabdeckfolien (31,7 MJ/t).

Dies bestätigen auch Versuche, bei denen der rein mengenmäßige Folienverbrauch verglichen wurde: Bei 120 x 150 cm

großen Ballen braucht man 0,548 kg je Ballen oder 0,258 kg je m³ und liegt somit etwa im Bereich eines Folienfahrtilos mit 1 m Stockhöhe und 0,16 mm Folienstärke.

Der hohe kumulierte Energiebedarf für die beiden Flachsilovarianten stammt sowohl aus dem Bereich Feld- und Hofarbeiten als auch dem Materialeinsatz. Im Bereich der Feld- und Hofarbeiten sind der Walztraktor und der Siloblocksneider die größten Energieverbraucher. Beim Walztraktor ist es das schlechte Verhältnis Leistung zu Gewicht, das sich negativ auf den Treibstoffverbrauch auswirkt. Zwar ist zum Walzen ein hohes Gewicht erforderlich, aber die Motorleistung dieser großen schweren Traktoren ist für diese spezielle Arbeit viel zu groß. Der Motor ist daher nur sehr schlecht ausge-

lastet, was sich folglich auf den Treibstoffverbrauch auswirkt. Beim Blocksneider ist erstens der Antrieb über Ölmotoren energetisch sehr ineffizient und zweitens wird ähnlich wie beim Walzen die Traktorgröße nicht von der benötigten Motorleistung, sondern von der Hubkraft des Traktors bestimmt.

Ein außerordentlich gutes Ergebnis hinsichtlich des Energieverbrauches liefert das Verfahren Hochsilo in Holzbauweise und Ladewagenbergung mit knapp 123 MJ/t Silage. Dieser niedrige Energieverbrauch ist das Resultat eines konsequenten Einsatzes energieeffizienter Verfahrenstechniken. Es beginnt bei der Bergung mittels Ladewagen, der im Gegensatz zum Feldhäcksler langsamlaufende Werkzeuge hat, die wesentlich energiesparender sind. Sofern der Strom aus regenerativen Energiequel-

len stammt (Wasserkraft, Biogas, etc.), ist der Antrieb von Motoren (Gebläsehäcksler und Siloentnahmefräse) mittels elektrischem Strom hoch effizient, da sie einen wesentlich höheren Wirkungsgrad (ca. 90 %) aufweisen als Benzin- oder Dieselmotoren (ca. 20 - 30 %). Zuletzt ist die Bauweise mit dem regenerativen Rohstoff Holz sehr energieeffizient. Der kumulierte Energieaufwand, der im Holz steckt, setzt sich aus der Holzbringung, der Verarbeitung (Säge) und dem Transport zusammen. Schließlich kann Holz auch noch ein Energiegewinn sein; sofern es nicht behandelt ist, kann es nach seiner langjährigen Nutzung als Baustoff noch verfeuert werden.

Bisherige Verfahrensbewertungen wurden fast ausschließlich nach den Gesichtspunkten Arbeitszeitbedarf, Schlagkraft und Kosten vorgenom-

Energieaufwand Rundballensilage

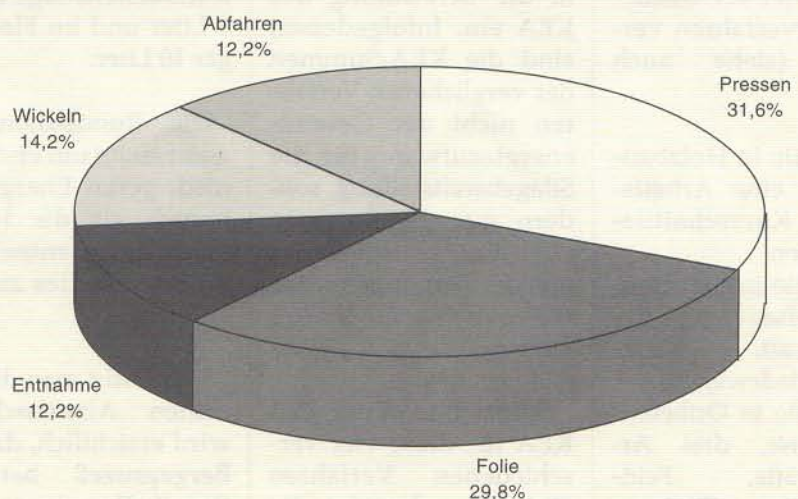


Abb. 2: Zusammensetzung des kumulierten Energieaufwandes bei Rundballenwickelsilage

Verfahren	Hochsilo	Flachsilo	Flachsilo	Rundballensilage
	Holzbauweise	absätziges Verfahren	Fließverfahren	
KEA in MJ/t Silage				
Kurzschnittladewagen 3,5 t	32,3	32,3	-	-
Anhängefeldhäcksler	-	-	21,5	-
Kipper 4,5 t	-	-	21,5	-
Rundballenpresse	-	-	-	67,5
Anhänger 4,5 t	-	-	-	25,9
Summe Bergen	32,3	32,3	43	93,4
Walztraktraktor 60 kW	-	32,2	-	-
Walztraktraktor 100 kW	-	-	32,9	-
Gebläsehäcksler	5,4	-	-	-
Wickelmaschine	-	-	-	30,2
Summe Einlagern	5,4	32,2	32,9	30,2
Blockschneider	-	51,7	51,7	-
Siloentnahmefräse	9	-	-	-
Frontlader	-	-	-	25,9
Summe Auslagern	9	51,7	51,7	25,9
Summe Feld- und Hofarbeiten	46,7	116,2	127,6	149,5
Ortbetonsilo 160 m ³ , p.a.	-	189,2	189,2	-
Abdeckfolie 0,2 mm	-	44,2	44,2	-
Holzsilosilo 150 m ³ , p.a.	76,2	-	-	-
Wickelfolie vierlagig	-	-	-	63,4
Summe Material	76,2	233,4	233,4	63,4
KEA GESAMT	122,9	349,9	361	212,8

Tab. 2: Kumulierter Energieaufwand verschiedener Konservierungsverfahren bei Silage

men. In Zukunft wird die Umweltverträglichkeit und damit auch der Energieaufwand als Bewertungskriterium im Vordergrund stehen, da Energie nicht beliebig vermehrbar ist, und aus dem bisherigen Energieeinsatz große ökologische Schäden entstanden sind. Es wird unerlässlich sein, nicht nur die Energie aus regenerativen Energieträgern zu erzeugen, sondern auch den Verbrauch zu reduzieren.

Die Berechnung des kumulierten Energieaufwandes zeigt, welches Energieeinsparungspotential in der Verfahrens-

wahl liegt. Den höchsten Energiebedarf weist das Verfahren Flachsilo mit Feldhäckslerbergung im Fließverfahren auf. Einen um 60 % niedrigeren Energiebedarf hat das Verfahren Rundballenwickelsilage.

Das Verfahren Hochsilo in Holzbauweise und Ladewagenbergung hat den niedrigsten kumulierten Energieaufwand der vier verglichenen Verfahren. Der Energieaufwand beträgt nur ein Drittel des

Verfahrens Flachsilo mit Feldhäckslerbergung im Fließverfahren.

Da es bereits Folien gibt, die aus Stärke hergestellt werden, besteht die Hoffnung, daß in Zukunft auch Stretchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden können. Diese sind zwar auch nur schwer

wiederverwertbar, aber sie sind kompostierbar. Bei ihrer Verbrennung bleibt der natürliche Kreislauf weitestgehend geschlossen, ähnlich wie bei der Verbrennung von Holz oder Stroh.