

## Mit Kurzschnitt raschere Heutrocknung?

Jürg Baumgartner

**Im Gegensatz zum Silieren benötigt die Heutrocknung keinen Kurzschnitt. Schneidwerke mit etwa zwölf Messern am Ladewagen sind für die Grassilage eine Notwendigkeit. Mehr Messer sind ein Komfort, denn Welksilage mit Kurzschnitt lässt sich leichter abladen, fördern und konservieren und vor allem leichter entnehmen (FAT-Bericht Nr. 362). Bei Betrieben mit beiden Konservierungsverfahren stellt sich die Frage, ob für das Einbringen von Welkheu jedesmal zwei Drittel der Messer am Ladewagen ausgebaut und für das Silieren wieder montiert werden sollen. Das erste auffällige Ergebnis beim Vergleich zwischen Kurz- und Normalschnitt zeigt sich in der unterschiedlichen Stockhöhe bei gleichen Einfuhrmengen, das heisst der Heustock mit Kurzschnitt weist ein 11,9 % höheres Raumgewicht auf.**

Zwei Ladewagen luden das Welkheu von demselben Feld gleichzeitig auf. Für den Stock 1 schnitt der eine Ladewagen mit vier Messern das Futter auf eine Länge von 30 cm (Langgut), der andere für den Stock 2 mit 13 Messern auf 9 cm (Kurzschnitt). Nach früheren Untersuchungen weist wenigstens die Hälfte der Halme

mehr als die doppelte theoretische Schnittlänge auf. Der mit jedem Schnitt zunehmende Leistungsbedarf beträgt pro Messer rund  $\frac{1}{4}$  kW. Für das Aufnehmen und Schneiden des gesamten, kurzgeschnittenen Welkheus benötigte der Ladewagen für den Stock 2 total gut zwei Stunden. Somit resultierte für den Kurzschnitt ein Mehr-Energiebedarf von knapp 5 kWh.

Das Einführen und Verteilen des Welkheus erfolgte mit einem Greifer (Abb. 1). An jedem der fünf

Einführtage wurde nach dem letzten Wagen von Hand nachverteilt.

Um zu erreichen, dass der Zustand der Trocknungsluft bei beiden Stöcken etwa gleich war, saugten die Ventilatoren die Luft als Gemisch von beiden Sonnenkollektoren ab (Abb. 2) und pressen sie durch die Heustöcke. Zwei Steuerautomaten schalteten die Lüfter je nach Luftzustand und Trockengrad (TS % = Trockensubstanz) der Heustöcke ein und aus.

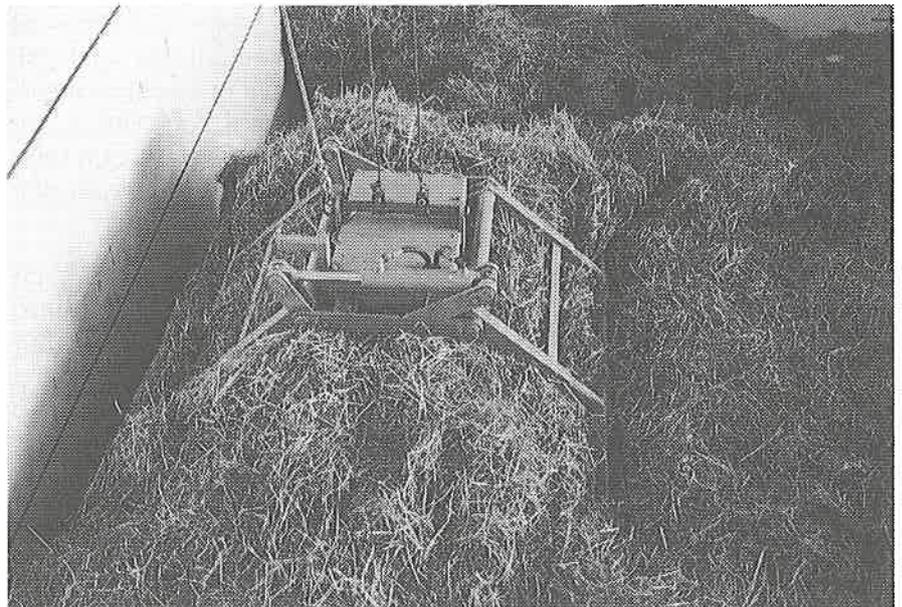


Abb. 1: Auch Kurzschnitt kann mit dem Greifer problemlos ein- und ausgelagert werden.

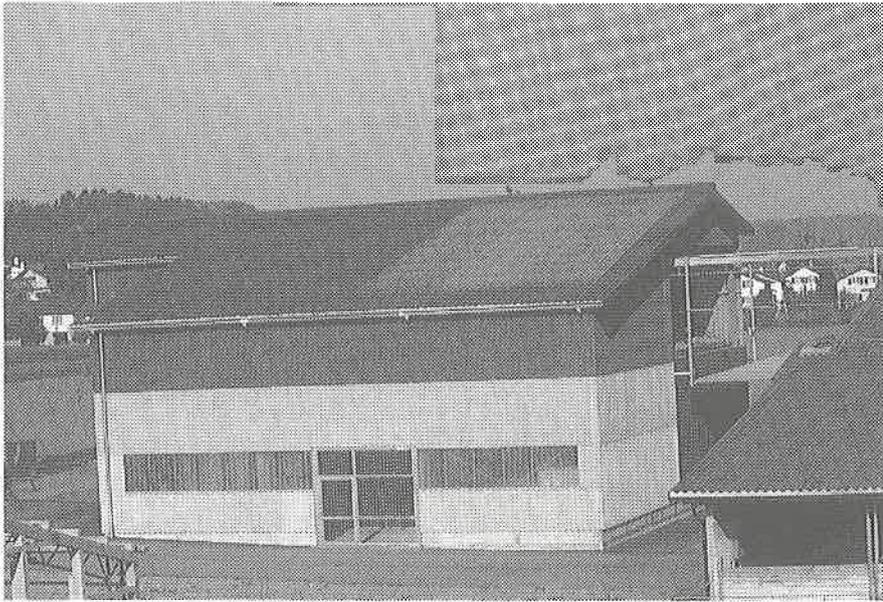


Abb. 2: Die linke Dachseite besteht aus einem Blechkollektor (A) mit 118 m<sup>2</sup>, die rechte aus einem Kunststoffkollektor (B) mit 71 m<sup>2</sup> und einer Blechumrandung von 27 m<sup>2</sup>.

## Ergebnisse

### Auswertung der Abtrocknungsversuche

Die Tab. 1 und 2 zeigen die Versuchsergebnisse. Auf dem Stock 1 mit Langgut trockneten total 27,6 t Welkheu mit durchschnittlich 61,0% TS, auf dem Stock 2 mit Kurzschnitt waren es 26,8 t zu 59,8 % TS. Mit Ausnahme des Versuches Nr. 2 unterschieden sich die Einfuhrmengen der beiden Stöcke nur wenig.

Für beide Anlagen waren die Bedingungen pro Versuch ziemlich gleich, das heisst die Lufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten – von denen das Sättigungsdefizit abhängt – wiesen in etwa die selben Werte auf. Ebenso unterschieden sich die TS-Gehalte beim Einführen des Welkheus nur wenig.

Der Ventilator des Stockes 1 benötigte 33,5 Stunden mehr Laufzeit als derjenige des Stockes 2. Davon waren 23,4 Stunden durch den grösseren Wasserentzug be-

dingt (Stock 1 total 9292 kg, Stock 2 total 8634 kg).

Die Luftdurchsätze der Ventilatoren stellten wir zu Beginn der Heuernte auf gleiche Werte ein. Der Durchschnitt aller Versuche ergab einen spezifischen Wasserentzug von 1,6 g/m<sup>3</sup> Luft für den Stock 1 und 1,7 g/m<sup>3</sup> für den Stock mit Kurzschnitt.

Die Drücke, die notwendig waren, um die Luft durch den Stock zu pressen, unterschieden sich mit 0,1 bis 0,4 mbar nur wenig voneinander. Der zusätzliche Druck, der benötigt wurde, um die Luft über die Kollektoren abzusaugen, war bei beiden Anlagen gleich.

Der spezifische Stromverbrauch pro kg entzogenes Wasser betrug durchschnittlich 157 Wh/kg für den Langschnitt und 143 Wh/kg für den Kurzschnitt. Dies ergab einen totalen Stromverbrauch von 1460 kWh für den Stock 1 und 1231 kWh für den Stock 2. Berücksichtigt man den grösseren Wasserentzug aus dem Stock mit Langschnitt, müssten 103 kWh abgezogen werden (1460 kWh – 103 kWh = 1357 kWh). Die Diffe-

renz zwischen Stock 1 (korrigiert auf 1357 kWh) und Stock 2 (1231 kWh) ergab 126 kWh, was sicher den Mehrbedarf für das Schneiden mit dem Ladewagen (5 kWh) deckte.

Pro 100 kg Heu mit 87,1 % TS, bzw. 88,1 % TS resultierte ein Stromverbrauch von 7,5 kWh/dt für den Stock 1 und 6,8 kWh für den Stock 2.

### Auswertung nach Stundenwerten (Dauerbelüftung)

Bei den Ergebnissen gemäss Tab. 1 und 2 handelt es sich um Abtrocknungsversuche inklusiv Intervallbelüftungen. Diese sind notwendig, damit sich der Stock nicht selbst erwärmt. In der Nacht und bei Regenwetter ist das Sättigungsdefizit der Luft jedoch so gering, dass in der Regel eine Wiederbefeuchtung des Heus stattfindet. Um den Einfluss dieser notwendigen Intervallbelüftungen zu bestimmen, sind einige Werte beim Dauerbelüften in Tab. 3 dargestellt.

Von der totalen Belüftungszeit des Stockes 1 wurden 69,4 Stunden oder 20,9 % für die Intervallbelüftung benützt, für den Stock 2 waren es 76,7 Stunden oder 25,7 %.

Die Sättigungsdefizite der Trocknungsluft beider Anlagen wiesen durchschnittlich dieselben Werte auf, da die Unterschiede ihrer Mittelwerte statistisch nicht gesichert (n. ges.) waren. Grössere Unterschiede (ges. = gesichert) ergaben sich bei der Luftmenge der Ventilatoren, bei der Leistungsaufnahme und beim spezifischen Stockdruck.

Durch das höhere Raumgewicht des Stockes 2 stellte sich ein grösserer Widerstand gegen den Luftstrom ein. Pro 1 m Stockhöhe resultierte ein höherer spezifischer Druck des Stockes 2. Dies bewirkte eine reduzierte Luftmenge des Ventilators und

**Tabelle 1: Versuchsergebnisse Stock 1 (Langgut ca. 30 cm)**

Versuchs-Nr.		1	2	3	4	5
Einfüllgewicht	kg	6474	5709	7696	4094	3634
TS nach Einfüllen	%	67,1	65,3	49,3	63,8	65,6
TS nach Trocknung	%	86,7	87,2	88,9	88,8	87,1
Luft Eintritt am Sonnenkollektor A/B:						
Lufttemperatur	°C	21,3/19,7	19,3/19,3	16,2/16,9	19,0/20,5	21,9/23,4
Luftfeuchtigkeit	%	50,3/54,2	54,6/54,2	62,2/59,6	62,3/57,5	67,4/62,5
Luft Eintritt am Ventilator:						
Lufttemperatur	°C	23,9	21,4	18,8	21,9	24,5
Luftfeuchtigkeit	%	44,0	49,5	54,7	54,0	59,4
Sättigungsdefizit	g/m <sup>3</sup>	14,8	11,8	9,1	11,0	11,3
<b>Laufzeit Ventilator</b>	<b>h</b>	<b>35,0</b>	<b>40,8</b>	<b>149,5</b>	<b>59,8</b>	<b>46,3</b>
Totaler Wasserentzug	kg	1469	1717	3826	1247	1033
Stündlicher Wasserentzug	kg/h	42,0	42,1	25,6	20,9	22,3
Luftdurchsatz Ventilator	m <sup>3</sup> /s	5,6	5,3	4,8	4,6	4,3
<b>Spez. Wasserentzug</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>
<b>Stockdruck</b>	<b>mbar</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>4,5</b>	<b>5,1</b>	<b>5,9</b>
<b>Ansaugverlust Kollektor</b>	<b>mbar</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
Höhe nach Einfüllen	m	1,47	2,12	3,02	3,52	3,94
Leistungsbedarf Ventilator	kW	3,9	4,3	4,5	4,5	4,5
<b>Spez. Stromverbrauch</b>	<b>Wh/kgH<sub>2</sub>O</b>	<b>92</b>	<b>102</b>	<b>176</b>	<b>214</b>	<b>203</b>
<b>Stromverbrauch</b>	<b>kWh/dt tr. Gut</b>	<b>2,7</b>	<b>4,1</b>	<b>15,8</b>	<b>9,1</b>	<b>7,7</b>
Raumgewicht abgesetzt	kg/m <sup>3</sup>	82,3	97,7	102,0	100,1	101,8

**Tabelle 2: Versuchsergebnisse Stock 2 (Kurzschnitt ca. 9 cm)**

Versuch-Nr.		1	2	3	4	5
Einfüllgewicht	kg	6588	4724	7843	3850	3768
TS nach Einfüllen	%	59,5	65,9	52,6	59,0	68,2
TS nach Trocknung	%	71,6	81,9	87,5	87,6	88,1
Luft Eintritt am Sonnenkollektor A/B:						
Lufttemperatur	°C	21,2/20,1	19,5/19,3	16,2/16,9	19,0/20,3	22,4/24,4
Luftfeuchtigkeit	%	51,0/53,1	52,1/52,5	62,5/59,8	62,4/58,4	64,7/58,3
Luft Eintritt am Ventilator:						
Lufttemperatur	°C	23,6	21,4	18,8	21,6	25,8
Luftfeuchtigkeit	%	44,1	47,9	54,6	55,0	54,6
Sättigungsdefizit	g/m <sup>3</sup>	14,0	12,5	9,2	10,7	13,3
<b>Laufzeit Ventilator</b>	<b>h</b>	<b>20,6</b>	<b>40,3</b>	<b>136,6</b>	<b>58,5</b>	<b>41,9</b>
Totaler Wasserentzug	kg	1117	1582	3653	1167	1118
Stündlicher Wasserentzug	kg/h	54,2	39,3	26,7	19,9	26,7
Luftdurchsatz Ventilator	m <sup>3</sup> /s	5,6	5,2	4,7	4,4	4,1
<b>Spez. Wasserentzug</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>2,7</b>	<b>2,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>
<b>Stockdruck</b>	<b>mbar</b>	<b>1,5</b>	<b>2,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,8</b>	<b>5,8</b>
<b>Ansaugverlust Kollektor</b>	<b>mbar</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
Höhe nach Einfüllen	m	1,22	1,80	2,67	2,95	3,50
Leistungsbedarf Ventilator	kW	3,6	4,0	4,2	4,3	4,3
<b>Spez. Stromverbrauch</b>	<b>Wh/kgH<sub>2</sub>O</b>	<b>67</b>	<b>101</b>	<b>156</b>	<b>214</b>	<b>159</b>
<b>Stromverbrauch</b>	<b>kWh/dt tr. Gut</b>	<b>1,4</b>	<b>4,2</b>	<b>12,1</b>	<b>9,6</b>	<b>6,1</b>
Raumgewicht abgesetzt	kg/m <sup>3</sup>	108,1	111,8	114,1	114,3	113,9

**Tabelle 3: Durchschnitt der Stundenwerte ohne Intervallbelüftungen**

	Totalzeit inklusive Intervalle h	Lüftungs- zeit ohne Intervalle h	Sättigungs- defizit der Luft Eintritt Ventilator g/m <sup>3</sup>	Luftmenge Ventilator m <sup>3</sup> /s	Leistungs- aufnahme Ventilator kW	Spez. Wasser- entzug g/m <sup>3</sup>	Spez. Stock- druck mbar/m	Stündl. Wasser- entzug kg/h
Stock 1	331,4	262,0	11,8	4,84	4,38	1,64	1,67	29,1
Stock 2	297,9	221,2	12,4	4,70	4,09	1,85	1,80	31,4
Unterschied	-	-	n. ges.	ges.	ges.	n. ges.	ges.	n. ges.

auch einen kleineren Leistungsbedarf.

Obwohl der Stock 2 einen um 0,2 g/m<sup>3</sup> grösseren Wasserentzug auswies, ist diese Differenz statistisch nicht gesichert. Dasselbe gilt für den stündlichen Wasserentzug, der für den Stock 2 tendenziell ebenfalls höhere Werte ergab.

### Schlussfolgerungen

In Betrieben mit Silage- und Heuproduktion kann auf die Demontage und Montage von Messern am Ladewagen für den Kurzschnitt verzichtet werden. Für das Einführen von Welkheu mit Kurzschnitt ergeben sich folgende Vorteile:

- Höheres Raumgewicht und damit weniger Platzbedarf für das Heu.
- Leichtere Verteilarbeit auf dem Stock.
- Tendenziell eine raschere Abtrocknung und ein kleinerer Stromverbrauch.
- Der Mehraufwand für das Schneiden fällt nicht ins Gewicht.

**Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden (Tel. 052 - 62 32 62).**

<b>ZH</b>	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wüflingen	Tel. 052 - 25 31 24
<b>BE</b>	Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich	Tel. 033 - 54 11 67
	Hügi Kurt, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins	Tel. 032 - 83 32 32
	Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal	Tel. 063 - 22 30 33
	Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau	Tel. 035 - 2 42 66
	Marti Fritz, Landw. Schule Rüti, 3052 Zollikofen	Tel. 031 - 57 31 41
	Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis	Tel. 033 - 57 11 16
<b>LU</b>	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim	Tel. 041 - 76 15 91
	Marti Pius, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau	Tel. 045 - 81 39 73
	Wandeler Erwin, Bühlstrasse, 6207 Nottwil	Tel. 045 - 54 14 03
	Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain	Tel. 041 - 88 20 22
<b>UR</b>	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen	Tel. 044 - 2 15 36
<b>SZ</b>	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon	Tel. 055 - 47 33 44
<b>OW</b>	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil	Tel. 041 - 68 16 16
<b>NW</b>	Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans	Tel. 041 - 63 11 22
<b>ZG</b>	Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham	Tel. 042 - 36 46 46
<b>FR</b>	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux	Tel. 037 - 41 21 61
<b>SO</b>	Meister Ruedi, Hauptstrasse 39, 4571 Lüterkofen	Tel. 065 - 47 21 14
<b>BL</b>	Ziörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach	Tel. 061 - 98 21 21
<b>SH</b>	Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen	Tel. 053 - 22 33 21
<b>AI</b>	Pavlovic Vojslav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
<b>AR</b>	Berger Daniel, Werdeweg 10, 9053 Teufen	Tel. 071 - 33 26 33
<b>SG</b>	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez	Tel. 085 - 7 58 88
	Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
	Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
<b>GR</b>	Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur	Tel. 081 - 21 24 06
<b>AG</b>	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen	Tel. 064 - 31 52 52
<b>TG</b>	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach	Tel. 072 - 64 22 44
<b>TI</b>	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona	Tel. 092 - 24 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8315 Lindau

Tel. 052 - 33 19 21

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 40.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.