

Vergleich von verschiedenen Heutrocknungsverfahren hinsichtlich Energieverbrauch und Trocknungskosten

Alfred Pöllinger¹⁾, Reinhard Resch²⁾ und Gregor Huber¹⁾

¹⁾Institut für artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

²⁾Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at



69. ALVA-JAHRESTAGUNG,
LFZ Francisco-Josephinum, 19.-20. Mai, 2014

1. Heutrocknung – Projekthintergrund
2. Versuchsaufbau
3. Feldarbeitsablauf
4. Methoden und Messtechnik
5. Ergebnisse und Diskussion
6. Zusammenfassung

Projekthintergrund

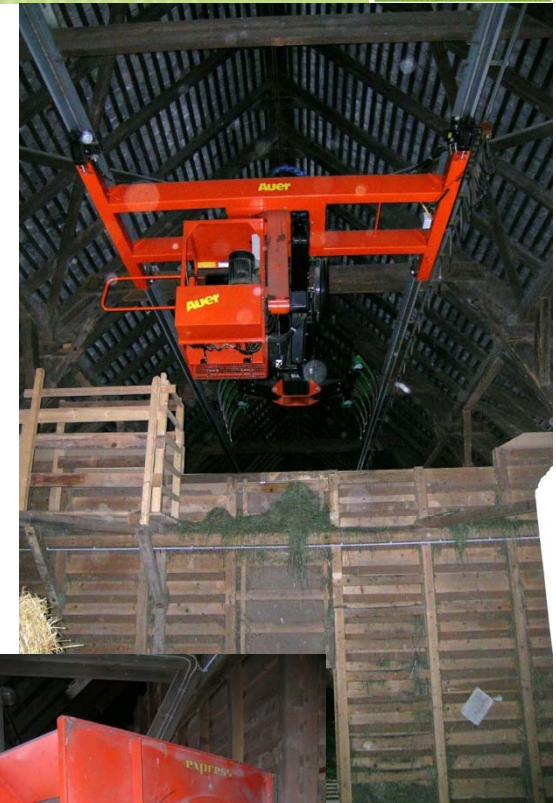
- Jahrzehntelange Forschung im Bereich der Silagekonservierung
- Anfang 2000 stärkere Berücksichtigung auch der Heutrocknung u. Futterqualitäten
- Am LFZ wird 2009 ein umfassendes Projekt zur Heufütterung geplant – EU Austausch-projekt, Fa. ThermoDynamik
- Fa. SR-Reindl steigt ein – Einbau Entfeuchteranlage
- 2010 Start des LFZ-Projektes „Heutrocknung“

Versuchsaufbau

- LFZ-Forschungsprojekt Nr. 2371 (DaFNE 100574)
Projektleitung: Dipl.-Ing. Christian Fasching (Institut 1)
- Faktor 1: **Trocknungsverfahren**
Bodentrocknung ohne Belüftung
Kaltbelüftung
Luftentfeuchtertrocknung mit System „SR Heutrocknung“
- Faktor 2: **Aufwuchs** – 1. bis 4. Aufwuchs einer Dauerwiese
(Ausnahme 2012: nur 3 Aufwüchse wegen Überflutung)
- Faktor 3: **Lagerungsdauer** – Beprobung von Einfuhr bis Fütterung
bei Einfuhr des Ernteguts
nach 7, 14, 30 und 60 Tagen
vor Beginn des Fütterungsversuches
- Faktor 4: **Jahr** – Versuchsjahre 2010, 2011 und 2012

Kaltbelüftung

- 71 m² Stockgrundfläche
- Boxenhöhe: 3,90 m
- Rosthöhe: 45 cm
- 5,5 kW Gebläse
- 28.200 m³/h – 490 Pa
(0,11m³/sec.m² Stockgrundfläche)
- Südseitig Ansaugung



Luftentfeuchter

Konfiguration:

- 96 m² Stockgrundfläche
- Boxenhöhe: 6,00 m
- Rosthöhe: 60 cm
- 16 kW Wärmepumpe
- 4 m² Entfeuchterfläche
- 22 kW Ventilator
- 55.000 m³/h – 603 Pa
- Norseitige Ansaugung



Fig. Kompressor



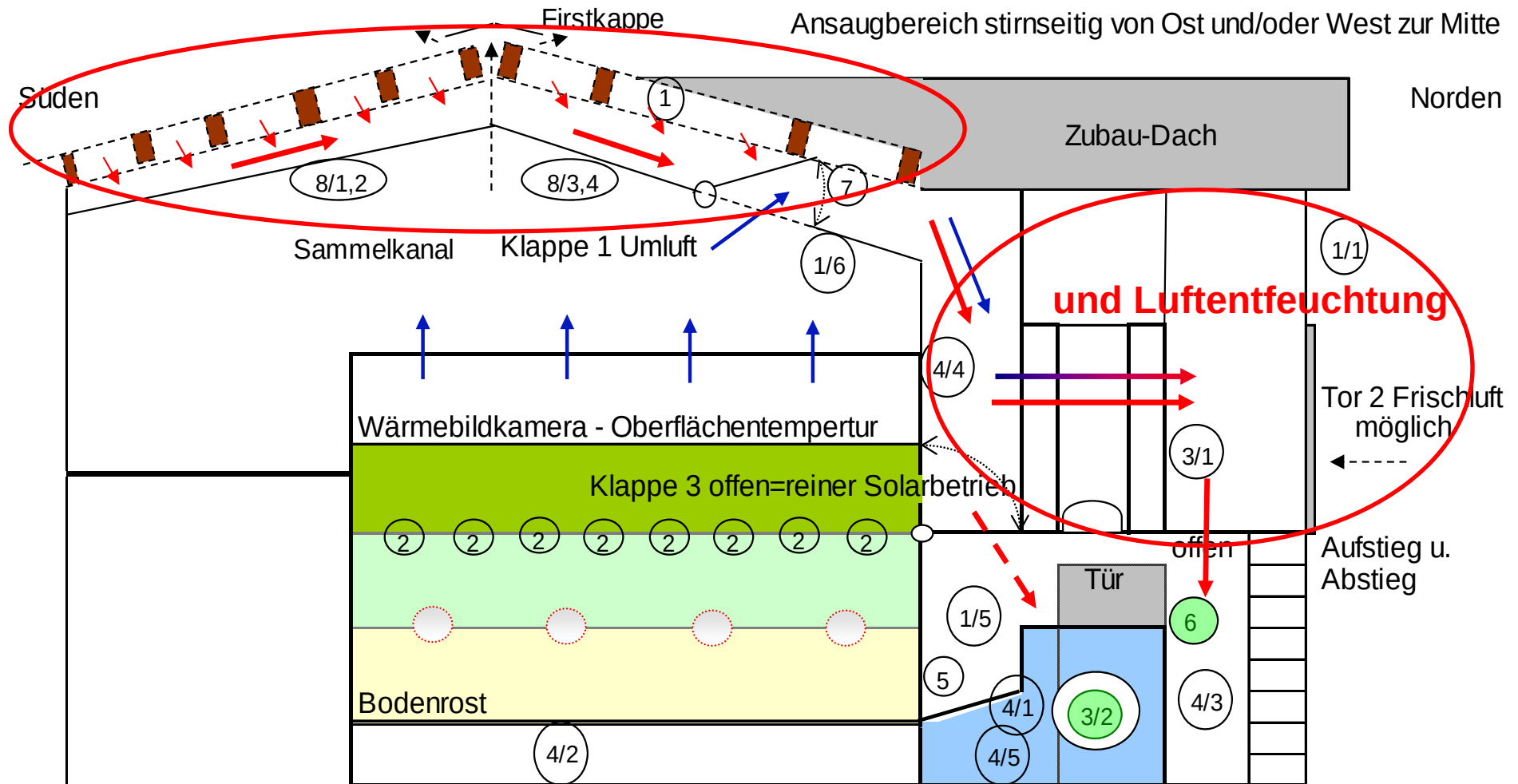
Fig. Steuerung



Fig. Ventilator

Solarunterstützte Entfeuchter-Trocknungsanlage

Kombination aus solarer Luftanwärmung



Feldarbeitsablauf

- Mähen – ab 2011 mit Aufbereiter
- Zetten – Drehzahl 350 – 500 U/min
bei 470-500 U/min „Aufbereitereffekt“
ab 50 % TM < 430 U/min
Fahrgeschwindigkeit – ca. 6-8 (10) km/h
- Schwaden – Mittelschwader – optimale Abstimmung
- Ladewagen– mit Schneidwerk – 4 Messer
- Erntemassenbestimmung – Wiegung



Mähen mit Mähaufbereiter:

- Front-/Heckkombination der Firmen Krone und Pöttinger - 5,5 und 5,7 m AB
- ca. 3 kW höherer Leistungsbedarf/m AB) + 15 bis 20 kWh/Boxenfüllung
- ca. 2-4 Stunden kürzere Trocknungsdauer in der Heubox – 60 – 120 kWh
- Ergibt 45 bis 100 kWh Einsparungspotenzial (12.000 kg TM = ca. 5 ha DW)



Zetten mit angepasster Drehzahl!?

	Bodenheu	Kaltbelüftungsheu	Entfeuchterheu
Anzahl Wendevorgänge	4 (3-6)	3 (2-5)	2 (1-4)
Zapfwellendrehzahl: 350 bis 500 U/min in Abhängigkeit vom TM-Zustand des Futters Fahrgeschwindigkeit: ca. 6 km/h			



Schwaden mit Mittelschwader Ernten mit Schwingenladewagen



Zapfwellendrehzahl: 450 U/min beim Schwaden
Messerbestückung beim Ladewagen: 4 (0-33) Stück

Bestimmung der Bröckelverluste mittels Saugmethode



Ergebnisse und Diskussion

lfz
rauberg
gumpenstein



Feldliegezeiten

Stundenwerte

Varianten	Silage	EH	KH	BH
1. Schnitt	10,2	18,8	26,4	37,3
2. Schnitt	3,2	16,5	25,1	34,5
3. Schnitt	6,2	20,0	28,8	51,3
4. Schnitt	23,2	41,9	49,9	58,6 ¹⁾

¹⁾ Stundenwerte nicht realistisch, weil das Futter nach dieser Zeit noch feucht unter Dach locker aufgelegt wurde.

Mit der Warmlufttrocknung kann im Mittel um 20 h früher eingefahren werden
Die Bodentrocknung ist für Heubetriebe keine Option!

Bröckelverluste

Werte in kg TM / ha.Schnitt

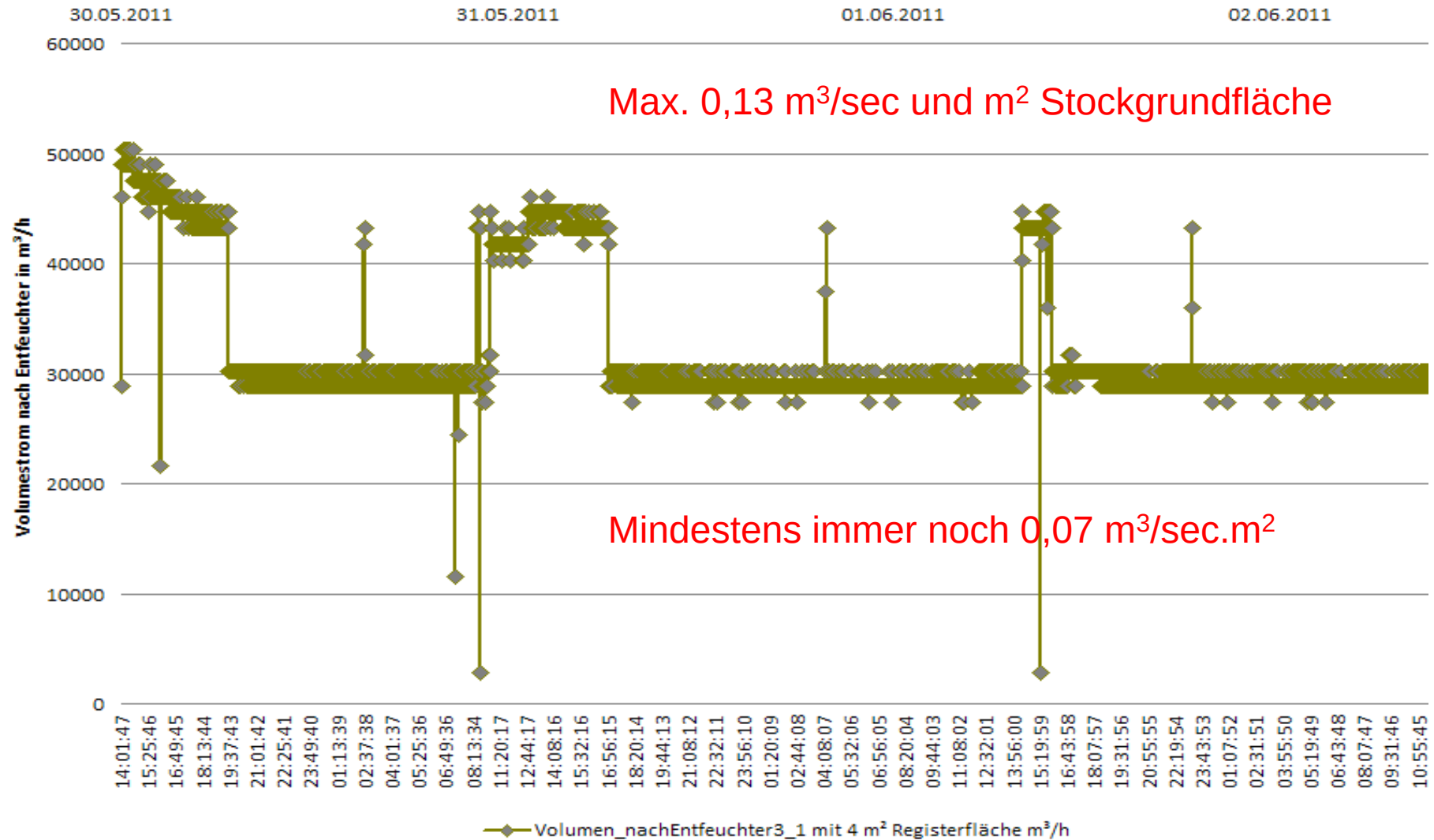
Mittelwert 2010-2012	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt	MW	Differenz zu
Silage	160	169	127	162	154	0
EH	234	204	155	191	196	42
KH	292	264	258	273	272	118
BH	383	383	n.a.	392	386	232

n.a. = nicht auswertbar, fehlende Daten

Unterschied zwischen Bodenheutrocknung
und Entfeuchterheutrocknung von
über 1.500 l Milch/ha (190 kg x 2 l / kg x 4 Schnitte)



Volumenstrom – 1. Schnitt 2011



Entfeuchtung – 1. Schnitt 2011

30.05.2011

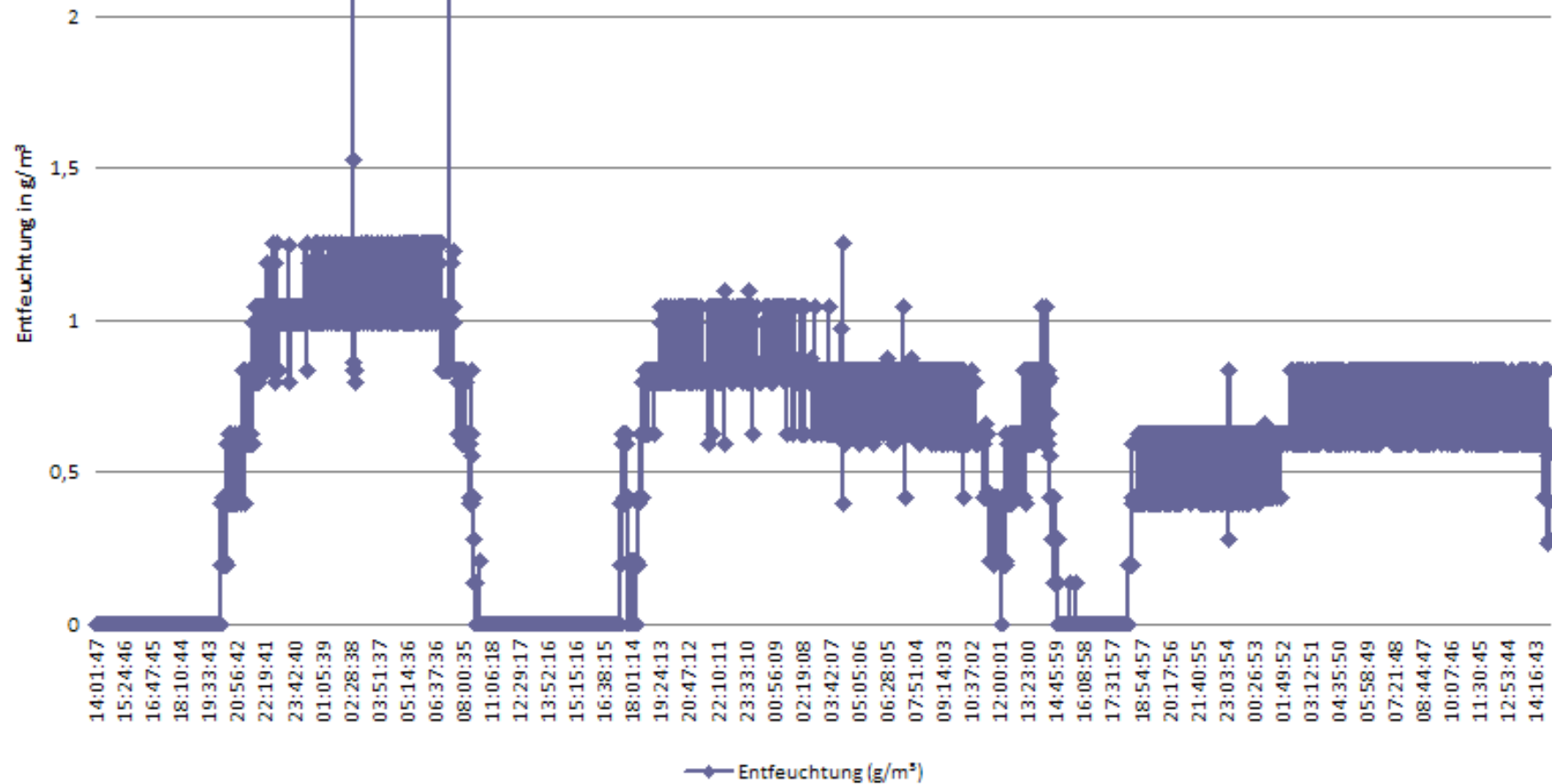
31.05.2011

01.06.2011

02.06.2011

2,5

0,5-1,0 Liter/Minute Wasserabscheidung!



Energieverbrauch/Kosten 2012

Schnitt		1. Schnitt			2. Schnitt		4. Schnitt	
Ausgangsdaten:	Einheit	Entf.	Kaltbel.	Entf.	Entf.	Kaltbel.	Entf.	Kaltbel.
Datum Einfuhr:		19.5.	19.5.	26.5.	29.6.	29.6.	17.9.	18.9.
Einfuhr FM	kg	13.230	4.145	38.830	18.805	9.850	14.120	6.080
TM	%	56,6	66,1	60,2	62,4	75,9	65,2	72,8
TM i.d.Box	kg	7.491	2.739	23.358	11.727	7.475	9.208	4.427
Heugewicht i.d.Box	kg	8.465	3.095	26.395	13.251	8.447	10.405	5.002
Wasser abzutrocknen	kg	4.765	997	12.435	5.554	1.258	3.715	992
Energieverbrauch¹⁾:								
pro Tonne TM	kWh	87	66	146	140	25	306	111
pro Tonne Heu	kWh	77	57	129	124	22	271	97
spez.Energiebed. W.	W/kg	137	180	275	297	149	758	497
Energiekosten (18 Cent/kWh)								
pro kg TM	Cent	1,6	1,2	2,6	2,5	0,5	5,5	2,0
pro kg Heu	Cent	1,4	1,0	2,3	2,2	0,4	4,9	1,7

Anmerkung: 3. Schnitt ist wegen
Hochwasser im Jahr 2012 ausgefallen

Kosten der Heutrocknung

Investitionen	Einheit	Warm- belüftung	Kalt- belüftung	Anmerkungen
Ventilator	€	10.000,--	7.000,--	Warmbelüftung mit FU; ND: 15J
Heubox, Rost, Kanäle	€	15.000,--	15.000,--	100 m², Eigenleistung; ND 30 Jahre
Kollektor	€	10.000,--		250 m², Eigenleistung; ND 30 J
Luftentfeuchter	€	30.000,--		inkl. Steuerung; ND 30 Jahre
Summe Fixkosten/a	€	6.317,--	1.607,--	
Heuverbrauch/a	kg	146.900	146.900	20 ha, Ertrag: 6.500 kg TM/ha.a
Trocknungsmenge/a	kg	96.954	96.954	davon 2/3 Dürrfutter
Fixkosten/kg Heu	Cent	5,54	1,66	
Energieverbrauch	kWh	12	8	pro 100 kg Heu
Variable Kosten/kg Heu	Cent	2,16	1,44	18 Cent/kWh
Gesamtkosten/kg Heu	Cent	7,70	3,10	pro kg Heu

Ohne Heulager und Kranmechanisierung

Zusammenfassung

- Bei der Heutrocknung ist der gesamte Prozessablauf für das Gelingen wichtig Mähen – Zetten/Schwaden – Ernte – Verteilung in der Box und Prozessführung
- Gesicherte Ergebnisse aus Versuchsjahren 2011 u. 2012 (13) ableitbar – technisch-betriebliche Störungen 2010
- 100 m² Stockgrundfläche – 20 ha Betrieb – lässt sich mit der Steuerungstechnik mit 50 A absichern und betreiben
- Mit der Bodentrocknung verliert man bis zu 760 kg TM/ha an Bröckelverlusten im Vergleich zur Warmbelüftung.

Zusammenfassung

- Einsparungspotenzial liegt im Transport (Silage) und in der Anzahl der Wendevorgänge (0,8 Cent/kg Heu und Zettvorgang)
- Die Kaltlufttrocknung ist der Entfeuchtertrocknung hinsichtlich Energieverbrauch überlegen – ideale Erntebedingungen!
- Für den Heubetrieb mit mittlerem bis höherem Leistungsniveau in der Herde braucht es ein Luftanwärmesystem. Die Entfeuchtertrocknung ist in Kombination mit einer guten Steuerungs- und Regeltechnik eine Lösung.

Kontakt



Dipl.-Ing. Alfred Pöllinger

+43 (0)3682 / 22451-375

alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at

www.raumberg-gumpenstein.at



Danke für die Aufmerksamkeit !