

Feuchtheu als mögliche Konservierungsart für Raufutter

Feuchtheu im Vergleich mit anderen Konservierungsverfahren

Helmut Ammann, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
Ueli Wyss, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Posieux, CH-1725 Posieux

Bodenheu weist bei der Ernte nicht immer Trockensubstanzgehalte von über 82 % auf, wie es für eine problemlose Lagerung notwendig wäre. Wird das geerntete Futter in Grossballen gepresst, kann die Restfeuchte wegen der hohen Dichte des Futters nur langsam entweichen. Erwärmung und Futterverderb sind Folgen. Wie diese Probleme mit Konservierungsmitteln auf der Basis von Propionsäure besser unter Kontrolle gebracht werden können, wurde von der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP in Labor- und Feldversuchen untersucht. Durch den Zusatz von geeigneten Konservierungsmitteln kann das Feuchtheu haltbarer gemacht werden. Dabei sind die richtige Dosierung der Konservierungsmittel sowie ihre homogene

Applikation für den Erfolg entscheidend. Der Vergleich an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART von Feuchtheu mit Bodenheu, belüfteten Rundballen und losem Belüftungsfutter zeigt Unterschiede in der Arbeitserledigung, den baulichen Voraussetzungen, dem Energiebedarf für die Futtertrocknung wie auch beim Nährwert der verschiedenen konservierten Raufutter. Zudem entstehen bei der Ernte verschiedene Ernteverluste. Arbeitswirtschaftlich beanspruchen die zu belüftenden Rundballen am meisten Aufwand, während die drei anderen Verfahren in etwa den gleichen Zeitbedarf beanspruchen. Die zuteilbaren Investitionen sind bei Feuchtheu und Bodenheu am geringsten. Um zirka 50 % höher sind sie bei

den Verfahren mit Ballenbelüftung und um zirka 160 % höher beim losem Futter. Ausgehend von einer Futtermenge für 40 Grossvieheinheiten beansprucht Feuchtheu zirka Fr. 26000.– zuteilbare Kosten, belüftetes, loses Futter zirka Fr. 24000.–, Bodenheu zirka Fr. 23000.– und belüftete Rundballen je nach Trocknungssystem zwischen Fr. 33000.– und Fr. 38000.–.

Technisch und organisatorisch ist es möglich, Feuchtheu zu produzieren. Die Produktion ist jedoch vor allem bei Lagerengpässen und Restparzellen aktuell. Zudem ist die Herstellung regional in Gebieten mit wenig Niederschlägen bevorzugt, da eine minimale natürliche Trocknung Bedingung ist (Abb. 1).

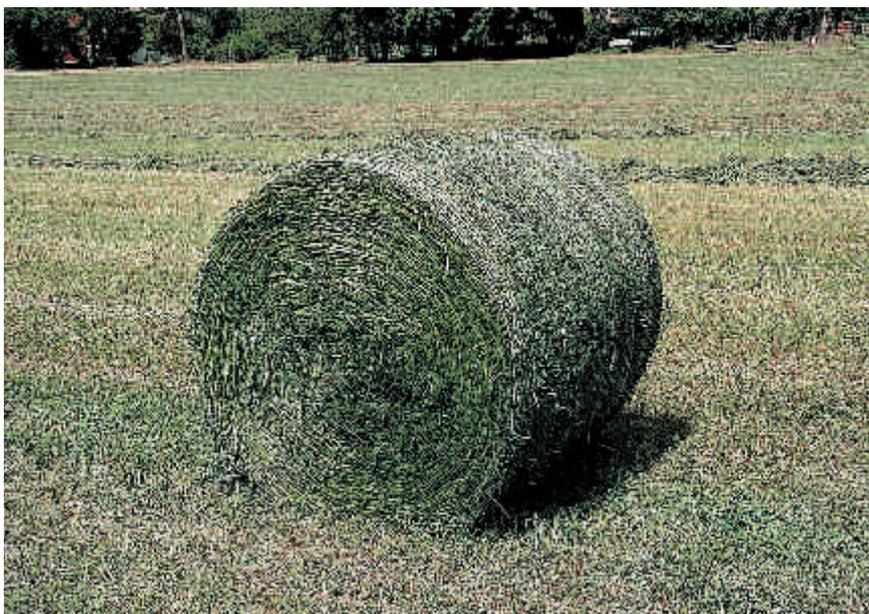


Abb. 1: Bodenheu ist beim Pressen selten genügend trocken.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Einsatz von Konservierungsmitteln	2
Betriebswirtschaftlicher Vergleich	2
Schlussfolgerungen	7
Anhang	9
Literatur	11



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD

Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problemstellung

Bodenheu mit einem Trockensubstanzgehalt von weniger als 82 % führt zu einer Futtererwärmung und Schimmelbildung. Zudem hält die Tätigkeit von Mikroorganismen an. Deren Stoffwechselprodukte, darunter auch Toxine, können die Leistung und die Gesundheit der Tiere beeinträchtigen. Zudem hat fehlerhaft konserviertes Futter einen verminderten Nährwert. Mit dem geeigneten Einsatz von Konservierungsmitteln kann der Verderb des Futters, sofern der Trockensubstanzgehalt nicht unter 75 % liegt, verhindert werden. Für eine erfolgreiche Konservierung sind allerdings verschiedene Punkte zu beachten: Menge und Konzentration des Konservierungsmittels, Genauigkeit der Mittelverteilung, Korrosion an Maschinen sowie Flüchtigkeit der Mittel. Als Alternativen zur Produktion von Feuchtheu bieten sich bodengetrocknete Ballen, belüftete Ballen und belüftetes, loses Futter an. Die Vorzüglichkeit der betreffenden Konservierungsfutter ist in Bezug auf den zu erwartenden Nährwert und den Arbeitszeitbedarf für Ernte, Einlagerung, Entnahme und Vorlage abzuwägen. Die mit der Arbeitserledigung und der Futterlagerung anfallenden zuteilbaren Kosten unterscheiden sich je nach gewähltem Konservierungsverfahren.

Einsatz von Konservierungsmitteln

Die praktischen Erfahrungen mit dem Einsatz von Konservierungsmitteln stützen sich auf Labor- und Feldversuche, die an der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP gemacht worden sind. Eine detaillierte Beschreibung der Versuchsergebnisse ist im Anhang enthalten.

Die verwendeten Konservierungsmittel auf der Basis von Propionsäure werden seit einigen Jahren eingesetzt. Propionsäure ist ein wirksames Mittel zur Verhinderung des Wachstums von Hefen, Schimmelpilzen und Bakterien. Nachteilig ist, dass sich Propionsäure schnell verflüchtigt. Zudem hat sie auf Metall eine stark korrosive Wirkung. Eingesetzte Maschinen unterliegen demnach einer beachtlichen materiellen Belastung.

Neuerdings gibt es allerdings abgepufferte Produkte, die Ammoniumpropionat oder -dipropionat enthalten und dadurch weniger korrosiv wirken.

Aus den durchgeführten Versuchen können folgende Empfehlungen abgeleitet werden:

- Pressdichte
 - Ballen sollten nicht zu dicht gepresst werden, Rundballen mit Dichten von 110 bis 150 kg Trockensubstanz (TS) pro m³ eignen sich besser als Quaderballen mit 160 bis 210 kg TS pro m³.
 - Bei Rundballen, hergestellt durch Pressen mit konstanter Presskammer, wird der Ballenkern weniger stark verdichtet. Für die Konservierung von Feuchtheu eignet sich dieses Verfahren besser.
- Applikationstechnik
 - Die Konservierungsmittel sind nur wirksam, wenn sie in der empfohlenen Dosierung eingesetzt und vor allem gleichmäßig über das ganze Futter verteilt werden. Der Schwad sollte so breit und niedrig wie möglich gehalten werden. Das Spritzgestänge ist so über dem Pickup anzubringen, dass das Futter auf der ganzen Breite behandelt wird.
- TS-Gehalt
 - Die optimale Dosierung der Konservierungsmittel hängt im Wesentlichen vom TS-Gehalt des Futters ab. Mit geeigneten Messinstrumenten kann er direkt auf dem Feld bestimmt werden (Abb. 2). Bei unterschiedlichen Messresultaten empfiehlt es sich, die tiefsten Werte als Basis zur Dosierung zu nehmen.



Abb. 2: Geeignete Messinstrumente erlauben es, den Feuchtegehalt in den Ballen direkt auf dem Feld zu bestimmen.

- Zwischenlager
 - Es ist zu vermeiden, dass die Ballen nach dem Pressen unmittelbar auf die Stirnseite oder gegen eine Wand gestellt werden. Bestehen zwischen den Ballen Freiräume, kann Luft zirkulieren und die Restfeuchte entweichen. Werden die Ballen sofort

aufeinandergestapelt, sammelt sich bei den obersten Ballen Kondenswasser an, was ideale Bedingungen für die Bildung von Schimmelpilzen bietet.

Betriebswirtschaftlicher Vergleich

Rahmenbedingungen

Der Vergleich von vier verschiedenen Konservierungsverfahren zeigt Vor- und Nachteile in technischer, arbeitswirtschaftlicher und finanzieller Hinsicht. Es werden verglichen:

Verfahren	
1	Feuchtheu in Rundballen
2	Bodenheu in Rundballen
3a	Belüftungsheu in Rundballen, System GEBA
3b	Belüftungsheu in Rundballen, System TecnoLam
4	Belüftungsheu, lose

Je nach Verfahren unterscheiden sich die zur Arbeitserledigung notwendigen Mechanisierungen wie auch die zur Lagerung notwendigen baulichen Voraussetzungen. Bei Rundballen genügen einfache Lagerhallen, bei loseem Futter sind aufwändigere Lager notwendig.

Zur Herstellung von Feuchtheu wird zusätzlich Konservierungsmittel benötigt, das beim Pressen eingespritzt wird.

Die unterschiedlichen Konservierungsverfahren haben zur Folge, dass das Futter nach der Lagerung nicht mehr gleiche Nährstoffgehalte aufweist. Um in den Rationen gleiche Nährwerte zu erhalten, ist es notwendig, die Differenzen mit entsprechenden Kraftfuttergaben auszugleichen. In den Verfahren drei und vier wird das Futter nachgetrocknet, was Investitionen mit Folgekosten für die Trocknungsanlagen und den Energiebedarf auslöst.

Unterschiede bestehen zudem beim Arbeitszeitbedarf für die Ernte, Einlagerung, Entnahme und Vorlage der Futtermengen. Die zu erwartende physische Belastung dagegen ist beim Massenumschlag bei dem hier angenommenen Einsatz der Maschinen nicht sehr verschieden.

Organisatorisch wird davon ausgegangen, dass die benötigten Maschinen kostenmäßig optimal eingesetzt werden. Dies heisst, dass sie je nach Maschinenart im Eigentum, in Gemeinschaft, in Miete oder auch im Lohn verwendet werden.

Vergleich

Die arbeits- und betriebswirtschaftliche Vorzüglichkeit der vier Verfahren zeigt ein Vergleich, der den Bereich von der Ernte bis zur Vorlage des Raufutters abdeckt.

Verglichen wird die Futtermenge von etwas mehr als 36 Schnittheckaren Raufutter. Auf dieser Fläche werden zirka 1100 dt Trockensubstanz produziert, was als Winterfutter für 40 Grossvieheinheiten ausreicht (Tab. 1).

Unterschiede bestehen in der zugrunde gelegten Mechanisierung, der Art und Grösse des benötigten Lagerraums, den allenfalls benötigten Konservierungsmitteln, den zum Teil notwendigen Aufwendungen für das Trocknen und dem Unterschied bei der Kraftfuttermenge, der notwendig ist, um ausgeglichene Rationen zu erhalten (Tab. 2).

Unterschiedliche TS-Gehalte bei der Ernte

In den Verfahren eins bis drei werden Rundballen hergestellt. Im Verfahren 1 (Feuchtheu) wird das Futter mit zirka 76 % Trockensubstanz (TS) gepresst, wobei die zur einwandfreien Konservierung notwendige Propionsäure beim Pressen über das Pick-up eingespritzt wird. In Verfahren 2 wird bodengetrocknetes Futter mit einem TS-Gehalt von 82 % geerntet. Im Vergleich zu den anderen Ernteverfahren ist dabei eine intensivere Bearbeitung mit Wenden und Schwaden vorausgesetzt. In den Verfahren 3a und 3b ist das Futter belüftungstrocken mit einem TS-Gehalt von 75 %. Die Nachtrocknung erfolgt über spezielle Trocknungsanlagen für Rundballen. Für das Manövrieren der Rundballen wird ein Frontlader mit Klemmzange eingesetzt. Die Ballen werden in einer wettergeschützten, befahrbaren Lagerhalle gestapelt. Das lose, mit einem Ladewagen geerntete Belüftungsfutter in Verfahren 4 wird mit einer Greiferanlage ein- und ausgelagert. Das Belüftungsfutter hat bei der Ernte einen TS-Gehalt von 60 %.

Arbeitswirtschaft

Die Erntearbeiten werden in allen Verfahren mechanisch erledigt. Unter der Voraussetzung, dass auf dem Betrieb zwei Arbeitskräfte vorhanden sind, bewegt sich der Arbeitszeitbedarf für die 36 Schnittheckaren im Bereich von 125AKh beim Verfahren Feuchtheu, bis 180AKh bei den belüfteten Rundballen, siehe dazu Tabelle 2. Bei den

Verfahren 3a und 3b, wo Rundballen belüftet werden, fällt vor allem der Arbeitszeitbedarf für den Ballenumschlag an und auf der Trocknungsanlage zeitlich ins Gewicht. Im Vergleich zu den Verfahren 1 und 2 sind zudem um die 200 Ballen mehr zu befördern. Beim Bodenheu summieren sich die zusätzlichen Durchgänge mit dem Kreiselheuer und dem Kreiselschwader. Beim losen Umschlag wird davon ausgegangen, dass eine zweite Person die Greiferanlage bedient.

Der für die Futtervorlage benötigte Arbeitszeitbedarf beläuft sich in einem Bereich von 156AKh bei Verfahren 4, lose Lagerung bis 195AKh bei Verfahren 3a und 3b, belüftete Ballen. In allen Fällen wird das Futter von Hand vorgelegt. Beim Feuchtheu werden 186AKh und beim Bodenheu 172AKh be-

nötigt. Die Unterschiede bei den Ballenverfahren liegen in der unterschiedlichen Anzahl Ballen, die vorzulegen sind. Bei den zu belüftenden Ballen ist zudem zu beachten, dass ein aufwändiger Umschlag notwendig wird, da die Ballen in einzelnen Arbeitsgängen auf die Trocknungsanlage gebracht und wegtransportiert werden müssen.

Zuteilbare Investitionen

Die fünf verglichenen Verfahren beanspruchen zwischen 125 600 und 322 200 Franken zuteilbare Investitionen. Diese Beträge werden vor allem durch die benötigten Raufutterlager und die allfällig notwendigen Trocknungsanlagen bestimmt. In den Ballenverfahren eins und zwei können die Ballen mit normalen Pressdrücken gepresst

Tab. 1: Ausgewählte Konservierungsverfahren.

Rahmenbedingungen:	
Tierbestand	40 GVE
Tagesverzehr	16,5 kg TS/GVE
Dauer Dürrfütterung	165 Tage
Futterertrag brutto	1281 dt TS
Benötigte Futtermenge	1089 dt TS
	35,3 dt TS/ha
Konservierungsfläche	36,3 Schnittheckaren

Verfahren	1	2	3a und 3b	4
Art Dürrfutter	Feuchtheu Rundballen ø 1,2 m	Bodenheu Rundballen ø 1,2 m	Belüftungsheu Rundballen ø 1,2 m	Belüftungsheu lose
Arbeitsgänge auf Feld				
Mähen	1 Dg.	1 Dg.	1 Dg.	1 Dg.
Wenden	2 Dg.	3 Dg.	2 Dg.	2 Dg.
Schwaden	1 Dg.	2 Dg.	1 Dg.	1 Dg.
Ernteverfahren	Rundballen feucht mit Injektion	Rundballen bodentrocken	Rundballen belüftungstrocken	Ladewagen belüftungstrocken
Behandlung Futter	Beimengung von Propionsäure		Trocknung in Anlage für Ballen	Trocknung mit Heubelüftung
Anzahl Rundballen bzw. m ³ an Lager	551 Rb	531 Rb	764 Rb	1281 m ³
TS-Gehalt bei Ernte gelagert	76% 82%	82% 82%	75% 85%	60% 85%
Gewicht Dürrfutter bei Ernte gelagert	260 kg/Rb 241 kg/Rb	250 kg/Rb 250 kg/Rb	190 kg/Rb 168 kg/Rb	142 kg/m ³ 100 kg/m ³
Art der Futterlagerung	Endlager in Halle, befahrbar	Endlager in Halle, befahrbar	Endlager in Halle, befahrbar	Heubelüftung mit Greiferanlage
Umschlag Dürrfutter Vorlage Dürrfutter	Frontlader von Hand	Frontlader von Hand	Frontlader von Hand	Greiferanlage von Hand
Zukauf Raufutter für Ausgleich				
Ernteverluste	19%	20%	18%	15%
Nettoertrag aus eigener Produktion	1038 dt TS	1025 dt TS	1050 dt TS	1089 dt TS
Benötigter Zukauf an Raufutter	51 dt TS 62 dt Dürrfutter	64 dt TS 78 dt Dürrfutter	39 dt TS 46 dt Dürrfutter	
Kosten zugekauftes Dürrfutter, gepresst	Fr. 37.-/dt Futter Fr. 2294	Fr. 32.-/dt Futter Fr. 2496	Fr. 37.-/dt Futter Fr. 1702	
Differenz Futterqualität zu Belüftungsfutter	- 0.2 MJ NEL/kg TS	- 0.3 MJ NEL/kg TS	- 0.1 MJNEL/kg TS	
Bedarf zusätzliches Milchviehfutter je KuhGVE	0.47 kg Futter/Tag	0.71 kg Futter/Tag	0.24 kg Futter/Tag	

Dg.: Durchgänge; Rb: Rundballen

Tab. 2: Ausgewählte Mechanisierungen, Einrichtungen und Futterlager, Arbeitszeitbedarf, zuteilbare Investitionen und Kosten.

 Erntefläche: 36,3 Schnitthektaren Dürrfutter
 Tierbestand: 40 GVE bei 16,5 kg TS Dürrfutter/Tag

Verfahren			Feuchtheu in Rundballen	Bodenheu in Rundballen	Ballenheu getrocknet	Ballenheu getrocknet	Dürrfutter lose
Trocknungssystem					GEBA	TecnoLAM	Heubelüftung
Art der Lagerung			Rundballen ø 1,2 m	Rundballen ø 1,2 m	Rundballen ø 1,2 m	Rundballen ø 1,2 m	Dürrfutter lose
Bauliche Gestaltung der Dürrfutterlager			Halle einfach	Halle einfach	Halle mit Zwischenlager	Halle mit Zwischenlager	Halle mit Zwischenlager
Anzahl Ballen an Lager			551 Rb	531 Rb	764 Rb	764 Rb	
Volumen Dürrfutterlager			935 m ³	903 m ³	1281 m ³	1281 m ³	1281 m ³
Ausgewählte Mechanisierung	Neuwert Fr.	Einsatz-/Besitzart					
Zugkräfte und Maschinen							
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	66 000	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	75 000	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Mähauflbereiter, 2,1–2,8 m	17 000	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Kreiselheuer, 6,1–7,5 m	15 500	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	23 000	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel
Ladewagen, 13–20 m ³	31 000	Eigentum					variabel
Rundballenpresse mit Netzbindung, ø 1,2 m, 1,4 m ³	46 000	Lohnarbeit	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	Lohnansatz	
Spritzbalken mit Konservierungsmittel zu Rundballenpresse	3 200	Lohnarbeit	Lohnansatz				
Frontlader, schwer, Grundgerät	13 000	Eigentum	fix + variabel	fix + variabel	fix + variabel	fix + variabel	
Klemmzange zu Frontlader	4 200	Eigentum	fix + variabel	fix + variabel	fix + variabel	fix + variabel	
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	21 000	Eigentum	variabel	variabel	variabel	variabel	
Mechanische Einrichtungen							
Trocknungsanlage für Rundballen, GEBA 8 Einh.	23 000	Eigentum			fix + variabel		
Trocknungsanlage für Rundballen, TecnoLAM 9 Einh.	31 000	Eigentum				fix + variabel	
Hallengreifer, 15 m	44 200	Eigentum					fix + variabel
Heubelüftung 1281 m ³	53 800	Eigentum					fix + variabel
Futterlager							
Lager für Rundballen Feuchtheu 935 m ³	112 200	Eigentum	fix				
Bodenheu 903 m ³	108 400	Eigentum		fix			
getrocknet 1281 m ³	153 700	Eigentum			fix	fix	
Lager für Dürrfutter lose 1281 m ³	224 200	Eigentum					fix
Zuteilbare Investitionen							
Maschinen und Geräte (Frontlader mit Klemmzange)		Fr.	17 200	17 200	17 200	17 200	
Mech. Einrichtungen (Trocknungs- und Greiferanlage)		Fr.			23 000	31 000	98 000
Dürrfutterlager		Fr.	112 200	108 400	153 700	153 700	224 200
Total		Fr.	129 400	125 600	193 900	201 900	322 200
Differenz zu Verfahren 1		Fr.		-3 800	64 500	72 500	192 800
Zuteilbare Kosten je Jahr							
Maschinen und Geräte Ernte		Fr.	11 435	11 444	13 426	13 426	3 212
Entnahme und Vorlage		Fr.	779	692	994	994	36
Konservierungsmittel		Fr.	4 353				
Strom und Heizöl für Trocknung und Betrieb Greifer		Fr.			10 808	4 612	2 357
Zukauf Dürrfutter für Ausgleich Ernteverluste		Fr.	2 294	2 496	1 702	1 702	
Kraftfutterzugabe für gleiches Nährstoffangebot		Fr.	2 453	3 680	1 227	1 227	
Mech. Einrichtungen (Trocknungsanlagen und Greifer)		Fr.			2 677	3 608	8 319
Dürrfutterlager		Fr.	5 264	5 085	7 210	7 210	10 515
Total		Fr.	26 578	23 397	38 044	32 779	24 439
Differenz zu Verfahren 1		Fr.		-3 181	11 466	6 201	-2 139
Arbeitszeitbedarf							
Ernte und Einlagerung		AKh	125	160	180	180	170
Futtermalage		AKh	186	172	195	195	156
Total		AKh	311	332	375	375	326
Differenz zu Verfahren 1		AKh		21	64	64	15

berücksichtigte Kosten

werden. Für die 551 bzw. 531 Rundballen ist ein Lagervolumen von 935 bzw. 903 m³ notwendig. In den Verfahren 3a und 3b mit belüfteten Ballen ist ein Lagervolumen von 1281 m³ erforderlich. Die anfallenden 764 Rundballen können aus belüftungstechnischen Gründen nicht so intensiv verdichtet werden, wie bei den anderen beiden Ballenverfahren. Gleich viel Volumen wie die getrockneten Ballen beansprucht die lose Lagerung mit Greiferbeschickung. Die Ballen können in einfache, mit dem Traktor befahrbare Schuppen eingelagert werden. Die Konstruktion muss derart gestaltet sein, dass ein Traktor mit Frontlader manövrierfähig ist. Beim Lager für loses Futter ist eine konstruktiv aufwändigere Lösung notwendig. Die vorgesehene Greiferanlage bedingt eine statisch starke Bauhülle, und das Gebäude verlangt zudem eine Einwandung für die Heubelüftung.

Bei den Maschinen und Geräten wird vorausgesetzt, dass weitgehend ein Frontlader mit Klemmzange für den Ballenumschlag eingesetzt wird. Der Ankauf der Geräte mit einem Neuwert von Fr. 17 200.– ist folglich der Raufutterernte und -vorlage anzulasten.

Als spezielle mechanische Einrichtungen werden in den Verfahren 3 und 4 die Belüftungsanlagen sowie in Verfahren 4 die Greiferanlage benötigt. Im Verfahren 3a wird von einem Investitionsbedarf von 23 000 Franken ausgegangen, in Verfahren 3b, Rundballentrocknung mit dem System Tecnomat, sind es Fr. 31 000.–. Im Verfah-

ren vier setzt sich der Neuwert der mechanischen Einrichtungen aus der Greiferanlage mit Fr. 44 000.– und der Heubelüftung mit Fr. 54 000.– zusammen.

Zuteilbare Kosten

Massgebend für die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Verfahren sind die zuteilbaren Kosten. Es handelt sich dabei um diejenigen Kostenpositionen, die das landwirtschaftliche Einkommen direkt beeinflussen. Die durch betriebseigene Arbeitskräfte verrichteten Arbeiten sind nicht bewertet, da es sich um kalkulatorische Grössen handelt, die im einzelnen Betrieb sehr unterschiedlich sein können. Für den Betriebsleiter einfacher nachvollziehbar ist, wie viele Arbeitsstunden in einem Verfahren anfallen.

Den Verfahren zugeteilt sind:

- Kosten für Zugkräfte, Maschinen und Geräte
Bei allen eingesetzten Zugkräften, Maschinen und Geräten sind die variablen Kosten eingerechnet. Bei den Verfahren mit Rundballen sind zudem die fixen Kosten für den Frontlader und die Klemmzange berücksichtigt. In der Annahme, dass für die Wartung und den Gebäudebedarf keine speziellen Fremdkosten entstehen, sind diese Faktoren nicht bewertet.
Bei den Verfahren mit Rundballen ist wesentlich, zu welchen Bedingungen das Pressen erledigt wird. Es wird voraus-

gesetzt, dass dies in Lohnarbeit erfolgt. Zudem gewichten hier die zugeteilten fixen Kosten für den Frontlader mit Klemmzange. Die gesamten zuteilbaren Kosten für die Maschinen bewegen sich in den Ballenverfahren im Bereich von Fr. 12 100.– bis Fr. 14 400.–. Für das Pressen von Feuchtheu ist ein Lohnansatz von Fr. 11.30 je Rundballe festgelegt. In diesem Ansatz sind nebst den Kosten für das Pressen die zusätzlich zu berücksichtigenden Kosten für die über dem Pickup angeordnete Spritzeinrichtung eingerechnet.

Beim Boden- und belüfteten Ballenheu wird für das Pressen mit einem Kostenbeitrag von Fr. 10.– je Balle gerechnet. Die höchsten Kosten für das Pressen fallen bei den zu belüftenden Ballen an. Wegen der geringeren Pressdichte fällt eine grössere Anzahl Ballen an, nämlich zirka 760 Stück im Vergleich zu etwas über 500 Stück beim Feucht- und Bodenheu.

Wird für das Pressen eine Preisänderung von Fr. 1.– je Balle vorgenommen, verändern sich die Kosten für die angenommene Futtermenge je nach Verfahren zwischen Fr. 530.– und Fr. 760.–.

Im Verfahren mit losem Belüftungsfutter belaufen sich die zuteilbaren Kosten für die Zugkräfte, Maschinen und Geräte nur auf Fr. 3200.–. In diesem Verfahren werden nur Maschinen gebraucht, die ohnehin auf dem Betrieb eingesetzt werden. Dadurch sind nur deren variable Kosten berücksichtigt.

- Konservierungsmittel
Pro 100kg Feuchtheu wird vorausgesetzt, dass ein Liter Propionsäure einzuspritzen ist. Diese Konzentration schliesst das Risiko von Fehlgärungen weitgehend aus. Bei einem mittleren Gewicht von 260kg je Rundballe werden somit 2,6 Liter Konservierungsmittel benötigt. Bei einem Preis von Fr. 3.04 je Liter ergibt dies Kosten von Fr. 7.90 je Rundballe oder Fr. 4353.– für die im Vergleich anfallende Futtermenge.
- Anlagekosten der mechanischen Einrichtungen
Im Verfahren 3a (GEBA) sind auf der Trocknungsanlage acht Ballenplätze vorgegeben. Bei einem Neuwert von Fr. 23 000.– fallen je Jahr Fr. 2677.– Kosten an. Vorgegeben ist eine 15-jährige Abschreibungszeit. Im Vergleich mit anderen Trocknungssystemen beansprucht dieses Verfahren den geringsten Investitionsbedarf, benötigt jedoch einen hohen



Abb. 3: Die Belüftungsanlage GEBA für Rundballen hat einen geringen Investitionsbedarf, beansprucht jedoch viel Energie.

Energieaufwand (Abb. 3). Nach Versuchsergebnissen werden zur Trocknung von 100 kg Dürrfutter 7,2 kWh Strom und 9,4 Liter Heizöl gebraucht.

Einen höheren Investitionsbedarf, aber weniger Energie beansprucht das Verfahren 3b, (Tecnolam), (Abb. 4). Bei neun Trocknungsplätzen wird eine Investition von Fr. 31 000.– notwendig, die ihrerseits je Jahr Fr. 3608.– Anlagekosten auslösen. Je 100 kg getrocknetes Futter werden in diesem Verfahren 12 kWh Strom und nur 2,3 Liter Heizöl benötigt. Im Vergleich zum Verfahren 3a werden somit je 100 kg Dürrfutter 4,8 kWh Strom mehr und 7,1 Liter Heizöl weniger gebraucht. Bei einem hohen Heizölpreis ist dieser Unterschied für die Vorzüglichkeit des Verfahrens mitentscheidend.

Im Verfahren 4 fallen hohe Anlagekosten an. Die Greiferanlage mit einem Neuwert von Fr. 44 000.– ergibt Fr. 3777.– Kosten je Jahr. Die Heubelüftung mit einem Neuwert von Fr. 54 000.– löst Fr. 4542.– Kosten je Jahr aus.

- **Energiekosten der Trocknungsanlagen und des Greifer**

Bei einem Heizölpreis von Fr. 78.25 pro Hektoliter ergeben sich im Verfahren 3a Fr. 9424.– Kosten. Die zusätzlich notwendigen 9224 kWh elektrische Energie kosten Fr. 1384.–. Für dieselbe Futtermenge belaufen sich die Kosten für das Heizöl im Verfahren 3b auf Fr. 2306.–. Ebenfalls Fr. 2306.– betragen die Kosten für die elektrische Energie. Die Heizöl- und Stromkosten machen somit im Verfahren 3b Fr. 4612.– aus, im Verfahren 3a sind es Fr. 10808.–.

Beim losen Belüftungsfutter fallen wesentlich tiefere Energiekosten an. Ausgehend von einem Bedarf von 12 kWh pro dt getrocknetes Futter werden für die gesamte Futtermenge 15374 kWh benötigt. Bei einem mittleren Strompreis von Fr. –.15 je kWh fallen Fr. 2306.– Stromkosten an. Bescheiden ist der Strombedarf für die Greiferanlage. Nach den Vorgaben belaufen sie sich auf Fr. 51.–.

- **Dürrfutterlager**

Für das Einlagern der Ballen genügen einfache, aber befahrbare Schuppen (Abb. 5). Bei einem Neuwert von Fr. 120.–/m³ bewegen sich die Investitionen im Bereich von 108 000 bis 154 000 Franken. Daraus ergeben sich Kosten zwischen 5100 und 7200 Franken. Beim losen Lager mit rund 1300 m³ Volumen ist eine Investition



Abb. 4: Belüftungsanlage Tecnolam für Rundballen hat einen höheren Investitionsbedarf und beansprucht einen geringeren Energieaufwand.



Abb. 5: Ballenlager erfordern einfache Gebäude, die für den Ballenumschlag mit Fahrzeugen befahrbar sind.



Abb. 6: Bergeräume für loses Futter brauchen mehr Lagervolumen als jene für Ballen; sie benötigen zudem Einrichtungen für den Futterumschlag.

von zirka Fr. 224 000.– notwendig, die Kosten von Fr. 10500.– auslöst (Abb. 6).

- Zukauf Dürrfutter für den Ausgleich der verschiedenen Ernteverluste

Die unterschiedlichen Bearbeitungs-gänge und die verschiedenen TS-Gehalte bei der Ernte bewirken Differenzen bei den Ernteverlusten. Das lose einzuführende Belüftungsfutter hat einen Trockensubstanzgehalt von 60 % und weist einen Verlust von 15 % aus. Bodenheu hat im Einführstadium einen TS-Gehalt von 82 % und erfordert zudem eine intensivere Bearbeitung. Dabei resultiert ein Ernteverlust von 20 %. Bei Feuchtheu betragen die Verluste 19 % und bei den zu belüftenden Rundballen 18 %. Um diese Futterverluste auszugleichen, sind zusätzliche Dürrfutterflächen oder Dürrfutterzukaufe notwendig. Im Vergleich zum losen Belüftungsfutter sind beim Feuchtheu 62 dt, bei Bodenheu 78 dt und bei den zu belüftenden Rundballen 46 dt Dürrfutter auszugleichen. Diese Mengen verursachen Kosten zwischen Fr. 1700.– und Fr. 2500.–.

- Ausgleichsfutter wegen unterschiedlicher Futterqualität

Im Vergleich zu losem Belüftungsfutter weisen belüftete Rundballen, Feucht- und Bodenheu einen schlechteren Nährwert aus. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind es im Vergleich zu belüfteten Rundballen 0,1 MJ NEL, zu Feuchtheu 0,2 MJ NEL und zu Bodenheu 0,3 MJ NEL je kg TS. Um eine vergleichbare Futterqualität der Gesamtration zu erreichen, sind je nach Verfahren zusätzliche Kraftfuttermgaben vorzulegen. Um die Qualität der zirka 1100 dt TS Raufutter auszugleichen zu können, sind bei belüfteten Rundballen zusätzlich 16 dt Milchviehfutter, bei Feuchtheu 31 dt und bei Bodenheu 47 dt zu verabreichen (Abb. 7). Bei einem Preis von Fr. 78.85 je dt Milchviehfutter entspricht dies Mehrkosten von zirka Fr. 1230.– bis Fr. 3700.–.

- Kostenvergleich

Die zuteilbaren Kosten der verglichenen fünf Verfahren bewegen sich in einem Bereich von Fr. 23400.– bis Fr. 38000.–. Im Vergleich zu Feuchtheu schliesst Bodenheu um zirka Fr. 3200.– günstiger ab. Erheblich teurer sind die beiden Verfahren mit getrockneten Rundballen. Beim System 3a fallen zirka Fr. 11500.– und beim System 3b zirka Fr. 6200.– Mehrkosten

an. Massgebend für diesen Unterschied sind vor allem die Energiekosten sowie die Kosten der Trocknungsanlagen. Das Verfahren mit lossem Belüftungsfutter ist kostenmässig um Fr. 2100.– günstiger als Feuchtheu. Beim losen Belüftungsfutter fallen vor allem die Kosten für den Bergeraum sowie für die Belüftungs- und Greiferanlage ins Gewicht.

Schlussfolgerungen

Die Versuche zeigten, dass die Erwärmung, der Keimgehalt (Schimmelpilze) und die Auswirkungen auf den Nährwert sehr stark vom Feuchtegehalt des Ausgangsmaterials beeinflusst werden. Bei den Versuchen mit einer Quaderballenpresse waren die Ergebnisse teilweise unbefriedigend. Nebst technischen Problemen mit zu grossen Schwaden sowie einer zu geringen Dosierungsmenge war das Futter mit TS-Gehalten von 68 % zu feucht. Bei den Versuchen mit zwei verschiedenen Rundballenpresentypen und zwei Dosierungsstufen hatte die unterschiedliche Dosierung des Konservierungsmittels keinen markanten Einfluss auf die Erwärmung des Futters, doch der Nährwert wurde durch die Dosierung signifikant beeinflusst. Entscheidend für ein gutes Ergebnis sind die richtige Dosierung des Konservierungsmittels in Abhängigkeit des TS-Gehaltes sowie eine homogene Applikation der Produkte.

Die wirtschaftliche Vorzüglichkeit von Feuchtheu wird im Vergleich mit vier anderen Konservierungsverfahren ermittelt. Je nach den gewählten Ernte- und Lagerverfahren wird eine unterschiedliche Raufutterqualität erreicht. Um nährwertmässig vergleichbare Futterrationen zu erzielen, sind den Tieren unterschiedliche Kraftfuttermgaben vorzulegen. Je nach Ernteverfahren entstehen unterschiedliche Ernteverluste, die durch eine Anpassung der Dürrfutterflächen oder durch den Zukauf von Dürrfutter auszugleichen sind.

Der Vergleich bezieht sich auf eine Dürrfuttermenge, die für 40 Grossvieheinheiten ausgelegt ist. Dies entspricht einer Futterfläche von zirka 36 Schnitthektaren. Das Verfahren mit lossem Belüftungsfutter beansprucht mit Fr. 322 000.– am meisten zuteilbare Investitionen. Um rund Fr. 100 000.– weniger benötigen die Verfahren mit zu trocknenden Rundballen, Fr. 194 000.– mit dem System GEBA, Fr. 202 000.– mit dem System Tecnomat. Bei Feuchtheu und Bodenheu werden Fr. 129 000.– bzw. Fr. 126 000.– benötigt.

Bei Feuchtheu fallen je Jahr zirka Fr. 26 600.– zuteilbare Kosten an. Um Fr. 3200.– günstiger ist die Lösung mit Bodenheu. Günstiger als Feuchtheu ist ebenfalls das Verfahren mit lossem Belüftungsfutter, es fallen zirka Fr. 24 400.– zuteilbare Kosten an. Die Verfahren mit getrockneten Rundballen sind im Vergleich zu Feuchtheu um Fr. 11 400.–, System GEBA, und um Fr. 6200.–, System



Abb. 7: Um den Nährwert der Rationen gleichwertig zu halten, sind je nach Konservierungsverfahren Ausgleichsfütterungen mit Kraftfutter notwendig.

Tecnomat, teurer. Diese Mehrkosten werden vor allem durch die zur Trocknung notwendige Heizenergie verursacht.

Der von der Ernte bis zur Vorlage des Raufutters benötigte Arbeitszeitbedarf liegt je Jahr bei Feuchtheu, Bodenheu und belüftetem, losem Futter, zwischen 311 und 332 AKh. Mit 375 AKh um einiges höher liegt der Arbeitszeitbedarf bei den zu belüftenden Ballen. In diesem Verfahren ist vor allem ausschlaggebend, dass beim Trocknen der Ballen mehrere Arbeitsschritte notwendig sind. Nach den ausgewählten Systemen können jeweils nur acht oder neun Ballen gleichzeitig getrocknet werden. Das etappenweise Vorgehen ist bei der Trocknung unausweichlich. Von einem Zwischenlager sind die Ballen auf die Trocknungsanlage zu bringen, der Verlauf der Trocknung ist zu überwachen, und im Anschluss sind die Ballen ins Endlager zu stapeln.

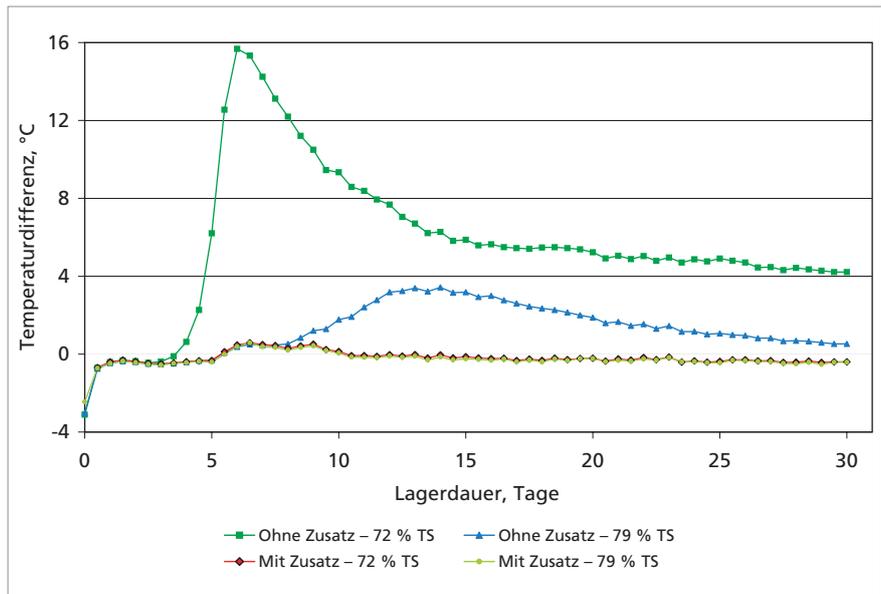


Abb. 8: Temperaturverlauf in unbehandeltem und behandeltem Feuchtheu im Laborversuch.



Abb. 9 und 10: Bei Pressen mit konstanter Pressdichte wird die Restfeuchte leichter abgeführt als in Ballen, die mit variablen Pressdichten erstellt wurden.

Anhang

Bei den Feldversuchen der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP standen sowohl Quaderballen- wie auch Rundballenpressen im Einsatz. Im Laborversuch zeigte das eingesetzte Konservierungsmittel eine gute Wirksamkeit zur Verhinderung der Erwärmung (Abb. 8) sowie zur Reduzierung der Entwicklung von Schimmelpilzen (Meisser 2001). Bei den Versuchen mit einer Quaderballenpresse waren die Ergebnisse teilweise unbefriedigend (Meisser und Wyss, 1999). Neben technischen Problemen mit zu grossen Schwaden sowie einer ungleichmässigen und zu geringen Applikation des Konservierungsmittels war das Futter mit TS-Gehalten von 68 % relativ feucht. Eine gute Wirkung wurde bei Futter mit TS-Gehalten von rund 80 % sowie einer Überdosierung der empfohlenen Einsatzmenge des Konservierungsmittels erreicht. Ein weiterer Faktor für die Erwärmung lag möglicherweise beim Verdichtungsgrad des Futters, denn bei stark gepressten Quaderballen (Dichte 210 kgTS/m³) kann die Restfeuchte nicht mehr gut entweichen. Die Erhitzung von Dürrfutter führt zu unverdaulichen Komplexen aus Zucker und Proteinfractionen. Es ist darauf hinzuweisen, dass mit den klassischen Methoden zur Bestimmung des Rohproteins die durch Hitzeeinwirkung entstandenen Veränderungen im Futter nicht erfasst werden. So werden die Unterschiede im Gehalt des Futters nicht konsequent festgestellt. Der Zuckergehalt steht in direktem Zusammenhang mit der Futtererwärmung. Im Vergleich zu Belüftungshheu lag der Zuckergehalt in den behandelten Quaderballen wesentlich tiefer. In den Feld- wie auch in den Laborversuchen wurde festgestellt, dass der Anteil an unlöslichem Stickstoff (NADF/N) ein guter Indikator für den Grad von Hitzeschäden ist. Zwischen der durchschnittlichen Lagerungstemperatur und dem Anteil an unlöslichem Stickstoff konnte eine enge Beziehung festgestellt werden. Diese Feststellung deckt sich mit den Untersuchungen von Maeda et. al. (1988). Unterschiede konnten auch im Energiegehalt festgestellt werden. Zwischen unbehandelten Quaderballen und belüftetem Futter lag der Unterschied im günstigsten Fall bei 0,3 und im ungünstigsten Fall bei 0,6 MJ NEL pro kg TS.

In den Ballen der Feuchtheuvarianten wurden nach einer Lagerung von zwei bis drei Monaten keine Gär säuren gefunden. Von der applizierten Propionsäure gab es im

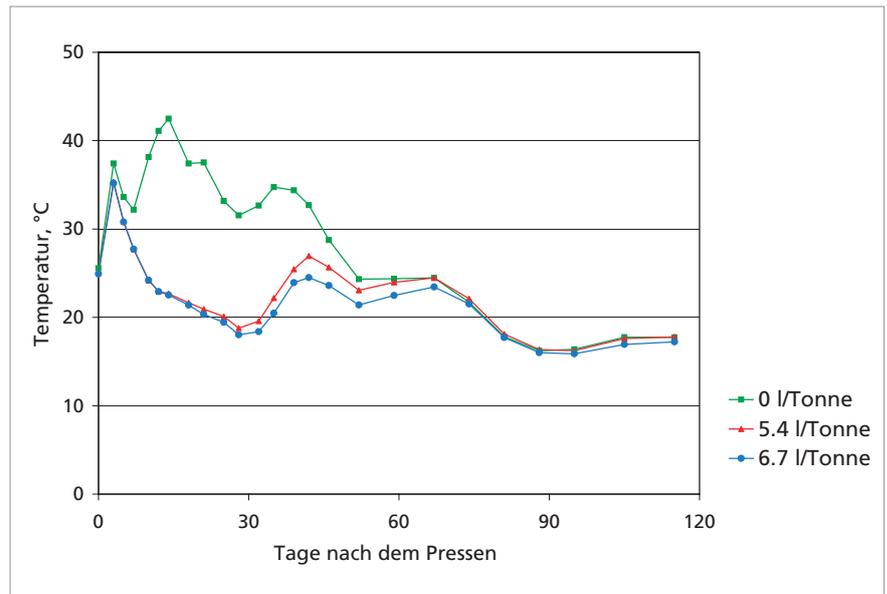


Abb. 11: Einfluss der Dosierung eines Konservierungsmittels auf den Temperaturverlauf in den Rundballen.

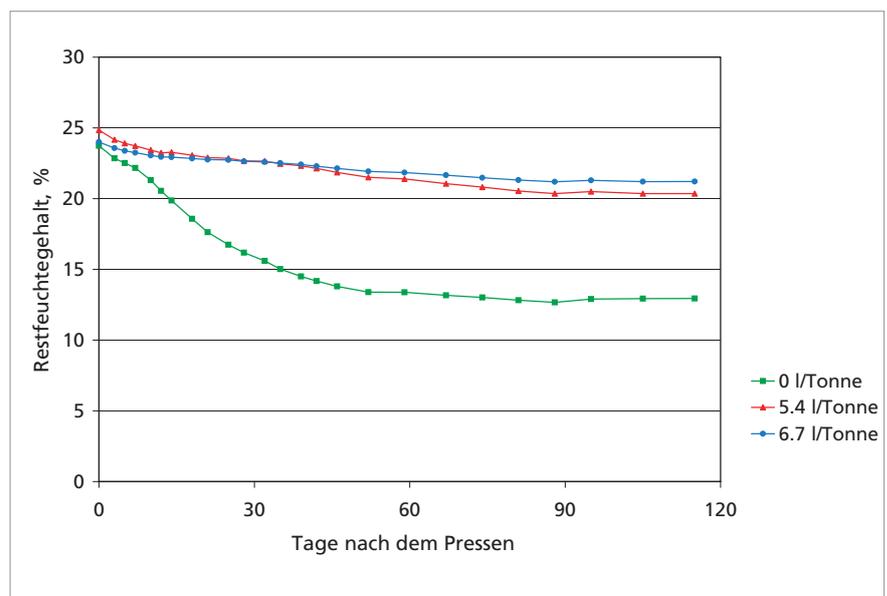


Abb. 12: Einfluss der Dosierung eines Konservierungsmittels auf den Feuchtegehalt in den Rundballen.

Weiteren keine Rückstände. Die pH-Werte waren allerdings zum Teil recht tief, nämlich zwischen 4,1 und 5,2. Dies ist auf das mikrobielle Wachstum thermophiler Bakterien und Aktinomyzeten zurückzuführen (Gregory et al. 1963).

Das Futter aus den Quaderballen wurde auch hinsichtlich Mykotoxine untersucht. Obwohl einige Proben verschimmelte Zonen auswiesen, konnten keine Mykotoxine nachgewiesen werden. Die Abwesenheit von Toxinen ist jedoch kein Garant für das Fehlen von Schimmelpilzen. In einer zweiten Versuchsreihe wurden zwei ver-

schiedene Rundballenpressentypen verglichen (Meisser 2003). Dabei wurden zwischen 0,5 und 0,7 Liter Propionsäure je Dezitonne Futter beziehungsweise 1,6 und 2,0 Liter pro Ballen versprüht (durchschnittliches Gewicht der Ballen 300kg). Die Injektion des Konservierungsmittels erfolgte über einen kleinen Spritzbalken, der über dem Pick-up angebracht war. Eine breitflächige Besprühung des Erntegutes wurde somit gewährleistet.

Das Konservierungsmittel hat die Erwärmung in den Ballen deutlich eingeschränkt, wobei es zwischen den beiden Dosierungs-

Tab. 3: Einfluss des Konservierungsmittelsatzes und des Presstyps auf chemische Parameter.

		Dosierung (Liter/Tonne)			Rundballenpresse (Presskammer)	
		0	5.4	6.7	konstant	variabel
Org. Substanz	g/kg TS	910 ^a	919 ^b	917 ^{ab}	915	916
Rohprotein	g/kg TS	130	123	126	127	125
ADF	g/kg TS	293 ^b	279 ^a	276 ^a	281	284
NDF	g/kg TS	509 ^c	482 ^b	467 ^a	486	486
Zucker	g/kg TS	094 ^a	141 ^c	133 ^b	121	124
NADF/Ges.-N ¹	%	4,2 ^b	2,2 ^a	1,9 ^a	2,9	2,6
vOS ²	%	64,8 ^a	66,2 ^{ab}	67,5 ^b	66,0	66,4

Werte einer Linie mit unterschiedlichen Exponenten sind signifikant verschieden (P < 0,05)

¹: Anteil unlöslicher Stickstoff am Gesamtstickstoff; ²: Verdaulichkeit der organischen Substanz

stufen kaum Unterschiede gab. Dies deckt sich mit den Erfahrungen von Sonnenberg und Küntzel (1982). Die Versuche zeigten des Weiteren, dass sich Futter, das in Ballen mit konstanter Pressdichte hergestellt wurde, weniger stark erwärmte als solches, das in variablen Presskammern verdichtet wurde. Rundballenpressen mit konstanter Pressdichte stellen Ballen mit vergleichsweise weichem Kern her (Abb. 9 und 10). Dadurch wird das Abführen der Restfeuchte erleichtert. Variable Presskammern erzeugen hingegen Ballen mit einer über den ganzen Durchmesser gleichmässigen Pressdichte. Die durchschnittlich erreichten Dichten betragen bei den Ballen von der Rundballenpresse mit konstanter Kammer 142 kg TS/m³ und mit der variablen Kammer 151 kg TS/m³. Die Entwicklung des Feuchtegehaltes im Dürrfutter hängt stark von den in den Ballen herrschenden Temperaturen ab (Abb. 11 und 12). Bei starkem mikrobiellen Wachstum «schwitzen» die Ballen, und das überschüssige Wasser (Restfeuchte) entweicht im Verlaufe der ersten Lagerungswochen. In behandelten Ballen, in denen kaum eine Erwärmung stattfand, veränderte sich der TS-Gehalt nur sehr langsam.

In den Versuchen konnten nach 136 Tagen Lagerdauer dosierungsabhängig signifikante Unterschiede in den Nährstoffen festgestellt werden (Tab. 3). Die Unterschiede im Gehalt an organischer Substanz, den neutral löslichen Fasern an den Zellwänden (NDF) und den schwer verdaulichen, säurelöslichen Fasern, der Lignozellulose (ADF) sind eine Folgeerscheinung des Zuckerabbaus. Dieser Nährstoff stellt für Mikroorganismen die am leichtesten verfügbare Energiequelle dar und widerspiegelt das Ausmass mikrobiologischer Tätigkeit recht gut. Die Behandlung mit Propionsäure hat die Verdaulichkeit der organischen

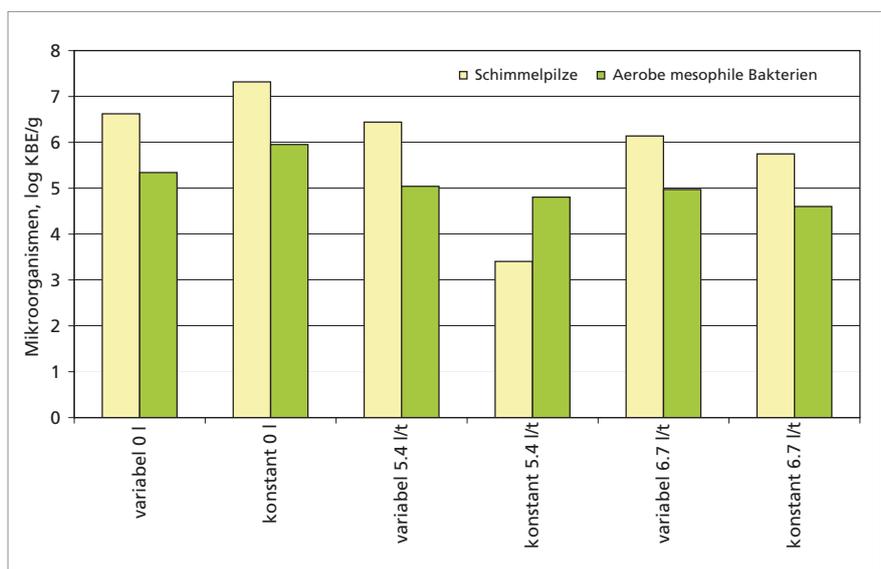


Abb. 13: Einfluss des Presstyps und des Konservierungsmittelsatzes auf den Befall an Schimmelpilzen und aeroben mesophilen Bakterien (KBE: koloniebildende Einheiten).

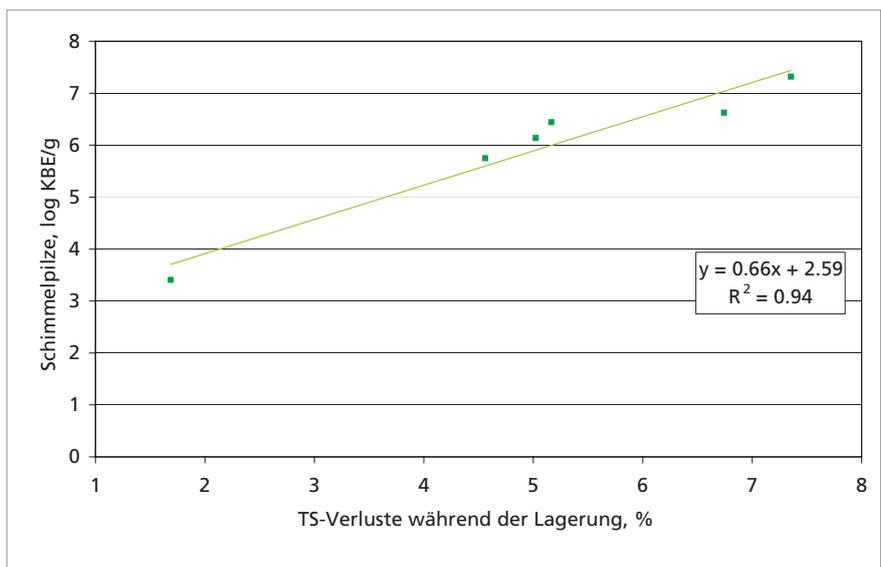


Abb. 14: Beziehung zwischen TS-Verlusten und Schimmelpilzbefall (KBE: koloniebildende Einheiten).

Substanz verbessert. Hinsichtlich des Energiewertes erreichten die Unterschiede im Vergleich zur unbehandelten Variante 0,2 bis 0,3 MJ NEL/kg TS.

In den unbehandelten Varianten war der Schimmelpilzbefall sehr hoch. In den behandelten Ballen wurde die mikrobiologische Qualität nicht einheitlich verbessert. In zwei von vier Verfahren hat das Konservierungsmittel das mikrobiologische Wachstum offensichtlich nur abgebremst (Abb. 13). Das Fehlen einer Erwärmung ist nicht zwingend ein Beweis für eine gute mikrobiologische Qualität.

Eine lineare Beziehung zwischen den TS-Verlusten während der Lagerung und dem Grad des Schimmelbefalles (Keimzahlen) konnte deutlich nachgewiesen werden (Abb. 14).

Die für aerobe, mesophile Bakterien bestimmten Keimzahlen erreichten sehr tiefe Werte. Im Allgemeinen reagieren Bakterien im Vergleich zu Schimmelpilzen und Hefen empfindlicher auf trockene Bedingungen und wachsen erst bei einem Wassergehalt von über 20%.

Literatur

Gregory P.H., Lacey M.E., Festenstein G.N. and Skinner F.A., 1963. Microbiological and biochemical changes during the moulding of hay. *J. Gen. Microbiol.* 33. 147–174.

Maeda Y., Okamoto M. and Yoshida N., 1988. Heat damage in hay-making of big round bale. *Japan Grassl. Sci.* 34. 193–201.

Meisser M. und Wyss U., 1999. Qualität von unterschiedlich konserviertem Dürrfutter. *Agrarforschung* 6 (11-12), 437–440.

Meisser M., 2001. Konservierung von Feuchtheu. *Agrarforschung* 8 (2), 87–92.

Meisser M., 2003. Mikrobiologische Qualität und Nährwert von Feuchtheu. *Agrarforschung* 10 (9), 348–353.

Sonnenberg H. und Küntzel U., 1982. Stabilisierung von feuchtem Heu. 1. Mitteilung: Versuche mit Ammoniumpropionat. *Landbauforschung Völkenrode* 32 (1), 21–26.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten.
Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden,
Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@art.admin.ch, Internet: <http://www.art.admin.ch>

ZH	Mayer Gerd, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 98 11 Blum Walter, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60	FR	Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve 1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
BE	Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland, 3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45 Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof, 3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10 Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütli und Waldhof, 3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54	SO	Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof, 4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
LU	Moser Anton, LBBZ Schüpfheim, 6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00 Widmer Norbert, LBBZ, Sennweidstrasse, 6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02	BL	Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain, 4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
UR	Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44, 6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66	SH	Landw. Beratungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
SZ	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22	AI	Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8, 9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
OW	Müller Erwin, BWZ Obwalden, 6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16 Landwirtschaftsamt, St.Antonistr. 4, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58	AR	Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR, 9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
NW	Scheuber Roland, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01	SG	Lehmann Ueli, Landwirtschaftliches Zentrum SG, 9465 Salez, Telefon 081 758 13 19 Steiner Gallus, Landwirtschaftliches Zentrum SG, 9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
GL	Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29, 8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00	GR	Merk Konrad, LBBZ Plantahof, 7302 Landquart Telefon 081 307 45 25
ZG	Gut Willy, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 50 Furrer Jules, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 50	AG	Müri Paul, LBBZ Liebegg, 5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
		TG	Baumgartner Christof, Fachstelle Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50, 8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 23
		TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53
		AGRIDEA	Abteilung Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00

Impressum

Herausgeber: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Die ART-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement
Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek,
CH-8356 Ettenhausen. Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90,
doku@art.admin.ch, <http://www.art.admin.ch>

Die ART-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports ART» erhältlich.
ISSN 1661-7568.

Die ART-Berichte sind im Volltext im Internet (www.art.admin.ch)