

Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf Futteraufnahme und Milchproduktion im Vergleich zu Grassilage

Effect of different hay drying methods on dry matter intake and milk performance compared to grass silage

Christian Fasching^{1*}, Leonhard Gruber¹, Benjamin Mietschnig², Anton Schauer¹,
Johann Häusler¹ und Andrea Adelwöhrer¹

Zusammenfassung

Auf Grund von Qualitäts- und Förderprogrammen besteht das Grundfutter von mittlerweile mehr als 8.000 österreichischen Milchviehbetrieben ausschließlich aus Heu. Nachdem es wenig bis keine Literaturstellen zum Vergleich der Konservierungsverfahren von Heu bzw. von Heu mit Silage gibt, wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein dreijähriger Fütterungsversuch (2011 - 2013) angestellt, bei dem die Konservierungsverfahren Bodentrocknung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung und Silierung miteinander verglichen wurden. Die Futtergrundlage für den Versuch wurde von einer 11 ha großen Dauerwiese gewonnen. Das Versuchsdesign folgte einem Lateinischen Quadrat mit 4 Gruppen und 4 Perioden in vierfacher Wiederholung (n = 16 Tiere). Das Grundfutter wurde *ad libitum* vorgelegt und bestand ausschließlich aus dem Versuchsfutter. Die Kraftfütterzuteilung erfolgte leistungsbezogen und lag im Mittel bei 20 % der TM-Aufnahme.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass der Nährstoffgehalt vom Konservierungsverfahren beeinflusst wird. Der Rohproteingehalt von Silage liegt im Mittel um 2 % über dem vom Heu. Die höchste Energiekonzentration wird von der Kaltbelüftung, gefolgt von der Entfeuchtertrocknung, erreicht. Der Verlust an leicht löslichen Kohlenhydraten führt dazu, dass die Energiekonzentration von bodengetrocknetem Heu am niedrigsten ist. Auch die Grundfutteraufnahme wird vom Konservierungsverfahren signifikant beeinflusst. Die TM-Aufnahme aus dem Grundfutter ist bei der Kaltbelüftung und der Entfeuchtertrocknung am höchsten. Im Vergleich zur Kaltbelüftung kommt es bei der Silagevariante zu einer um 1,16 kg niedrigeren TM-Aufnahme pro Tag. Auf Grund der deutlichen Unterschiede in der Nährstoffkonzentration und der TM-Aufnahme ist auch die Milchleistung der Gruppen mit Kaltbelüftung und Entfeuchtertrocknung signifikant höher als die der Bodentrocknung und Silierung.

Im Vergleich zur Silierung und Bodentrocknung kann mit der Unterdachttrocknung von Wiesenfutter eine höhere Nährstoffkonzentration, eine höhere Grundfutteraufnahme

Summary

Due to quality and support programs, the forage of now more than 8,000 Austrian dairy farms consists of hay, entirely. Since there exist nearly no references to compare the conservation methods in terms of hay or hay silage, a three-year feeding trial (2011 - 2013) was carried out at the HBLFA Raumberg-Gumpenstein. In this project the conservation methods field drying, cold-air ventilation, dehumidification, and silage have been compared.

The forage for the trial was harvested on 11 ha permanent grassland. The design of the experiment corresponded to a Latin square design with 4 groups and 4 periods in quadruplicate (n = 16 animals). The forage was provided *ad libitum* and consisted of experimental feed, entirely. The rationing of concentrate was carried out basing on performance and was 20% of DM intake on average.

The results clearly show that the nutrient content is influenced by the method of conservation. On average the crude protein content of silage is 2% higher than the one of hay. The highest energy concentration is obtained by cold-air ventilation, followed by dehumidification. The loss of disposable carbohydrates leads to the lowest values of energy concentration of field dried hay. The forage intake is significantly influenced by the method of conservation. The DM intake regarding the forage is highest in the variant cold-air ventilation and dehumidification drying. Compared to cold-air ventilation, silage variant results in a lower by 1.16 kg DM intake per day. Based on the considerable differences in nutrient concentration and DM intake, also the milk yield of the groups with cold-air ventilation and dehumidification drying is significantly higher than that of the field drying and silage making.

In comparison to the silage making and field drying, barn-drying can lead to higher nutrient concentration, higher forage intake and higher milk yield. How far the additional expenditure of these methods is justifiable, depends on the individual situation of the farm and must ultimately be assessed in a very precise way.

Keywords: hay, hay drying, dairy, milk performance

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christian Fasching, email: christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at



me und höhere Milchleistung erwartet werden. Inwieweit der Mehraufwand dieser Verfahren gerechtfertigt ist, hängt von der einzelbetrieblichen Situation ab und muss nach betriebswirtschaftlichen Kriterien genau beurteilt werden.

Schlagwörter: Heu, Heutrocknung, Milch, Milchproduktionswert, Heumilch

Einleitung und Literatur

Da auf Grund der klimatischen Verhältnisse in Österreich Futterkonserven für 180 - 200 Futtertage – das entspricht ca. 5 Mio. Tonnen TM – angelegt werden müssen, hat die Futterkonservierung große Bedeutung (GINDL 2002). Vor 45 Jahren wurde das Futter vorwiegend als Heu konserviert. Da die Qualität von Bodenheu den Anforderungen von Hochleistungskühen kaum bzw. nicht entspricht, nahm die Silagegewinnung auf Kosten der Heubereitung zu. Während im Jahr 1970 noch 80 % des Grundfutters als Dürrfutter konserviert wurden, lag der Anteil im Jahr 2005 nur noch bei 23 % (RESCH 2007, PÖLLINGER 2014).

Durch gezielte Marketingprogramme wie „Heumilch“ und „Heumilchkäse“ sowie durch ein geändertes Konsumentenverhalten hat die Bedeutung von Heu im letzten Jahrzehnt wieder zugenommen (PÖLLINGER 2014). Derzeit zählt die „ARGE Heumilch“ über 8.000 Bauern und 60 Molkereien, Käseereien und Sennereien zu ihren Mitgliedern (ARGE HEUMILCH 2014). Die Heumilchanlieferung lag 2013 bei 323.354 t. Das entspricht 11,03 % der gesamten Milchlieferung Österreichs (AMA 2014, BMLFUW 2014). Weiters wird die Heumilcherzeugung durch öffentliche Gelder im Rahmen der ÖPUL-Maßnahme „Silageverzicht“ gefördert. Diese Maßnahme hat eine regional möglichst flächendeckende silagefreie Wirtschaftsweise sowie den Erhalt der pflanzlichen und tierischen Biodiversität zum Ziel (ÖPUL 2007). Im Jahr 2014 nahmen 9.606 Betriebe an der Maßnahme „Silageverzicht“ teil (BMLFUW 2014).

Für Heubetriebe haben sich die Anforderungen an die Grundfutterqualität deutlich verschärft. So wird auch für das Dürrfutter ein Energiegehalt von 6,0 MJ NEL und ein Eiweißgehalt von 14 % erwartet bzw. gefordert (PÖLLINGER 2014). Da in der Rinderhaltung die Konservierung von Grundfutter einen wesentlichen Teil der Produktionskosten ausmacht, besteht auch aus wirtschaftlicher Sicht Optimierungsbedarf (GINDL 2002). Laut Berechnungen liegen 24 % der Gewinnreserven der Milchproduktion im Grundfutter und dessen Qualität (STOCKINGER 2009).

Der überwiegende Teil des konservierten Grundfutters stammt in Österreich von Dauergrünlandflächen in einer Seehöhe von 400 - 2.000 m. Die traditionelle Bodentrocknung nutzt die Sonnenenergie zur Futtertrocknung. Dieses Verfahren erfordert jedoch die längste Feldphase und ist somit dem höchsten Wetterrisiko ausgesetzt. Bei einem Trockenmassegehalt von 80 % zur Ernte erhöht sich die Wahrscheinlichkeit von Qualitätseinbußen durch Bröckelverluste (RESCH et al. 2009) sowie durch Entwicklung der epiphytischen Mikroflora (ADLER 2002). HILFIKER (1989) kam bei den Bröckelverlusten von Heu mit über 70 % Trockenmasse zum Erntezeitpunkt zu ähnlichen Ergebnissen. Bei zu feuchtem Erntegut sind auch massive Qualitätseinbußen durch Bakterien- und Schimmelpilzbe-

fall zu erwarten. Die Energiekonzentration kann auf Grund dessen um bis zu 2 MJ NEL/kg TM abnehmen (MEISSER und WYSS 1999, GINDL 2002).

Bei Unterdachtrocknung vermindert sich das Wetterrisiko durch kürzere Feldphasen. Auch die Bröckelverluste fallen geringer aus. Zusätzlich entspannt sich bei Verwendung einer Heubelüftung die Arbeitssituation während der Erntezeit, wodurch die Landwirte weniger belastet werden (HILFIKER 1989, RESCH 2014).

Auf Grund der starken Verbreitung der Silowirtschaft ist die Bedeutung des Heus – sowohl in der Fütterung als auch in der Forschung – ins Hintertreffen geraten. Es gibt wenig Studien, bei denen Heu im Vordergrund steht. Jene von KNAUS et al. (2012), HALMEMIES-BEAUCHET-FILLEAU et al. (2013), COULON et al. (1997), BEAUCHEMIN et al. (1997), NELSON und SATTER (1990), NELSON und SATTER (1992), MÜNGER (2011) und JANS (1991) sind in *Tabelle 1* zusammengefasst. Nachdem keine dieser Arbeiten die unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren von Wiesenfutter behandelt (URDL et al. 2010), wurde diese Fragestellung an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes bearbeitet (PÖLLINGER 2014, RESCH 2014, GRUBER et al. 2015, PÖLLINGER 2015, RESCH und GRUBER 2015, VELIK et al. 2015). Im folgenden Beitrag wird der Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf Futteraufnahme und Milchproduktion im Vergleich zu Grassilage dargestellt.

Material und Methoden

Das Grundfutter wurde von der 11 ha großen „Stainacher Wiese“, einem Dauerwiesen-Mischbestand mit einem Artengruppenverhältnis von 57 % Gräsern, 21 % Leguminosen und 22 % Kräutern (1. Aufwuchs) bzw. 51 % Gräser, 24 % Leguminosen und 25 % Kräuter (Folgeaufwuchs) gewonnen (RESCH und GRUBER 2015). Die Konservierung erfolgte durch Bodentrocknung ohne Belüftung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung und Silierung, System Rundballen. Geerntet wurden jährlich vier Aufwüchse, wobei der Schnitzeitpunkt für alle Konservierungsformen derselbe war. Um die Witterungseinflüsse auszuschalten, kam es zur Wiederholung des Versuches über 3 Jahre (2010 - 2012). Eine Ausnahme stellt das Jahr 2012 dar. Auf Grund einer Überschwemmung und der damit verbundenen Futtermittelverschmutzung musste der dritte Aufwuchs aus dem Versuch genommen werden.

Der Fütterungsversuch fand bei jeder Wiederholung im Winterhalbjahr des darauffolgenden Jahres (2011 - 2013) statt. Das Versuchsdesign folgte einem sogenannten Lateinischen Quadrat mit 4 Gruppen und 4 Perioden (4 × 4) in vierfacher Wiederholung (n = 16 Tiere). Jede Periode dauerte vier Wochen, sodass ein Durchgang 16 Wochen in Anspruch nahm. Während der Vorperiode wurden die Futteraufnahmekapazität und das Milchleistungspotenzial der Versuchstiere erfasst. Im Anschluss daran begann der Versuch, wobei die Konservierungsform mit jeder Periode wechselte. Um sogenannte „carry over-Effekte“ zu vermeiden, wurde die erste Woche einer Periode nicht in die Auswertung einbezogen. Die Ergebnisse resultieren somit aus den Erhebungen der letzten drei Wochen einer Periode. Die Versuchstiere setzten sich aus den Rassen Fleckvieh, Brown Swiss und Holstein sowie aus Kreuzungen dieser

Tabelle 1: Literaturübersicht zum Vergleich der Futteraufnahme und Milchleistung bei Fütterung von Heu oder Silage

Autor	Konservierung des GF	LM kg	Futteraufnahme (kg TM/Tag)	KF	GF	GES	KF-Anteil %	Milchleistung (kg/Tag) bzw. Milchhaltsstoffe (%)	Eiweiß	ECM ¹	Anmerkung
KNAUS et al. (2012)	Heu	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	19,3 ²	3,35	19,2 ¹	Auswertung des LKV Daten aus Tirol
	Heu, GS, MS	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	20,6 ²	3,34	20,7 ¹	
HALMEMIES-BEAUCHET-FILLEAU et al. (2013)	Heu	617	13,5	9,0	13,5	22,5	40	29,3	3,12	28,5	GS b mit Silierzusatz ⁴
	GS a	617	13,5	9,0	13,5	22,5	40	31,2	2,97	29,8	
	GS b	617	13,5	9,0	13,5	22,5	40	32,7	3,13	32,4	
COULON et al. (1997)	Heu ⁵	k.A.	12,5	5,6	12,5	18,1	31 ³	19,5	3,22	18,5 ¹	GS mit Silierzusatz ⁴
	GS	k.A.	11,5	5,7	11,5	17,2	33 ³	20,2	3,12	18,8 ¹	
BEAUCHEMIN et al. (1997)	Heu	683	10,4	13,5	10,4	23,9	55	31,2	3,19	26,5 ¹	Luzerneheu bzw. GS
	GS	666	8,6	12,5	8,6	21,1	55	30,3	3,14	27,3 ¹	
NELSON und SATTER (1990)	Heu a	k.A.	11,1	9,0	11,1	20,1	45	26,6	3,25	24,9 ¹	Luzerneheu bzw. GS
	Heu b	k.A.	10,3	8,4	10,3	18,7	45	25,5	3,20	24,4 ¹	a früher
	Heu c	k.A.	10,5	8,6	10,5	19,1	45	25,5	3,12	24,1 ¹	b mittlerer
	GS a	k.A.	12,1	9,9	12,1	22,0	45	27,2	3,31	26,7 ¹	c später
	GS b	k.A.	12,3	10,0	12,3	22,3	45	27,0	3,82	26,0 ¹	Nutzungszeitpunkt
	GS c	k.A.	12,4	10,1	12,4	22,5	45	27,7	3,96	27,2	
NELSON und SATTER (1992)	Heu a	651	14,3	9,5	14,3	23,8	40	30,0	3,09	27,8 ¹	Luzerneheu bzw. GS
	Heu b	660	14,0	9,3	14,0	23,3	40	30,5	3,83	29,1 ¹	a früher
	GS a	650	12,4	8,3	12,4	20,7	40	30,1	3,90	28,9 ¹	b später
	GS b	640	13,1	8,8	13,1	21,9	40	27,5	3,78	26,4 ¹	Nutzungszeitpunkt
	Heu ⁵ a	635	17,6	3,3	17,6	20,9	16	32,2	3,90	31,4 ¹	a höherer Anteil löslicher KH
MÜNGER (2011)	Heu ⁵ b	635	17,6	3,3	17,6	20,9	16	30,3	4,10	30,1 ¹	
JANS (1991) Versuch 1	Heu ⁵	725	15,2	3,7	15,2	18,9	20 ³	24,4	4,01	25,8 ¹	
	Heu ⁵ , GS	710	14,2	3,9	14,2	18,1	22 ³	23,1	4,36	23,6 ¹	
JANS (1991) Versuch 2	Heu ⁵	695	14,0	4,6	14,0	18,6	25 ³	23,8	3,97	23,2 ¹	GS TM: 25,5% GS XA: 13,3%
	Heu ⁵ , GS	695	12,1	5,5	12,1	17,6	31 ³	25,0	4,22	25,0 ¹	
JANS (1991) Versuch 3	Heu ⁵	718	13,6	6,2	13,6	19,8	31 ³	23,5	4,48	24,9 ¹	GS TM: 44,3% bzw. 44%
	Heu ⁵ , GS	717	13,3	6,1	13,3	19,4	31 ³	24,4	4,54	26,0 ¹	
JANS (1991) Versuch 4	Heu ⁵	697	12,7	6,7	12,7	19,4	35 ³	25,8	4,24	26,1 ¹	Rüben im KF enthalten
	Heu ⁵ , GS	701	12,9	6,1	12,9	19,0	32 ³	25,2	4,50	26,3 ¹	
JANS (1991) Versuch 5	Heu ⁵	700	14,6	4,0	14,6	18,6	22 ³	23,7	4,46	24,6 ¹	GS TM: 42,9% GS XA: 16,7%
	Heu ⁵ , GS	690	14,2	3,7	14,2	17,9	21 ³	21,7	4,37	22,2 ¹	

¹ ECM berechnet nach der Formel von GIE (2001) aus der Milchleistung und den Milchhaltsstoffen: ECM = Milch kg × (Fett % × 0,38 + Eiweiß % × 0,21 + 0,95) / 3,2² Tagesmilchleistung berechnet aus 305 Tage-Laktationsleistung / 305³ KF-Anteil berechnet aus der KF-Aufnahme / GES-Aufnahme × 100⁴ Silierzusätze z.B. Ameisensäure, Formalin⁵ Heu wurde mittels Heubelüftung getrocknet

Abkürzungen: GF = Grundfutter, KF = Kraftfutter, GES = Gesamtfutter, LM = Lebendmasse, GS = Grassilage

Rassen zusammen. Die Gruppeneinteilung erfolgte in Abhängigkeit der Rasse, des Laktationstages und des genetischen Leistungspotenzials.

Bei allen drei Wiederholungen wurden die Aufwüchse jeder Konservierungsform gemischt und zweimal täglich als alleiniges Grundfutter vorgelegt. Vier verschiedene Kraftfutterniveaus (35, 30, 25, 20 % der TM-Aufnahme) bildeten die Grundlage der Kraftfutterzuteilung. In Abhängigkeit von der Milchleistung wurde jedes Niveau einem der vier Tiere einer Gruppe zugeteilt. Um den Rückgang der Milchleistung im Laktationsverlauf zu berücksichtigen, wurde der Kraftfutteranteil in jeder Periode bei allen Tieren um 5 % vermindert. Das ergibt für jede Gruppe einen durchschnittlich gleich hohen Kraftfutteranteil von 20 %.

Datenerhebung und Laboranalyse

Zweimal täglich erfolgte die tierindividuelle Ein- und Rückwaage des Grundfutters. Gleichzeitig wurden die Proben zur Trockenmassebestimmung genommen. Diese erfolgte durch Trocknung der Einzelproben bei 104 °C für 24 h. Die Berücksichtigung der Verluste in Form von flüchtigen Substanzen bei Silagen erfolgte nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995).

Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe wurde für jede Versuchsperiode eine Sammelprobe des Heus bzw. der Silage sowie des Kraftfutters angelegt. Die Weender Analyse (TM, XP, XL, XF, XX, XA) erfolgte im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein nach den Methoden des VDLUFA (1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997). Die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) wurden nach Van SOEST et al. (1991) wie bei der Weender Analyse mit Tecator-Geräten analysiert.

Die Bestimmung der Verdaulichkeit der Grundfuttermittel erfolgte *in vivo* mit Hammeln an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991). Der Nährstoffgehalt, die Verdaulichkeit und die Energiekonzentration der vier Konservierungsvarianten sind in der Arbeit von GRUBER et al. (2015) angeführt. Diese Ergebnisse wurden für die Berechnung der Nährstoffaufnahme im vorliegenden Fütterungsversuch herangezogen. Bei den Kraftfuttermitteln wurde die Verdaulichkeit von der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer übernommen (DLG 1997).

Zur Energiebewertung kam die Gleichung der GfE (2001) zur Anwendung. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde ebenfalls entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in der DLG-Futterwerttabelle (DLG 1997) angegebenen UDP-Gehalts der eingesetzten Futtermittel – kalkuliert.

Die Erfassung der Milchmenge sowie die Probenahme zur Analyse der Milchinhaltstoffe, erfolgten automatisch. Die gepoolte Milchprobe des Morgen- und Abendmelks, wurde anschließend im Qualitätslabor St. Michael auf den Gehalt an Fett, Eiweiß und Laktose sowie Zellzahl und Harnstoff untersucht.

Statistische Auswertung

Die Erfassung und Verarbeitung der Daten erfolgte mit Hilfe einer MS-Access Datenbank, die Kontrolle und Plausibilitätsprüfung mit Statgraphics Centurion XV (15.2.14). Zur

statistischen Auswertung kam das Statistikprogramm SAS (Version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), unter Verwendung der Prozedur MIXED, zur Anwendung. Dazu wurde folgendes Modell aufgestellt:

$$Y_{ijklm} = \mu + K_i + J_j + P_k + W_l + T_m + (K \times J)_{ij} + (J \times P)_{jk} + (J \times W)_{jl} + (P \times W)_{kl} + \varepsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = Beobachtungswert der abhängigen Parameter

μ = Intercept

K_i = fixer Effekt der Konservierungsform i ($i = 1, 2, 3, 4$)

J_j = fixer Effekt des Jahres ($j = 1, 2, 3$)

P_k = fixer Effekt der Periode ($k = 1, 2, 3, 4$)

W_l = fixer Effekt der Versuchswoche ($l = 1, 2, 3$)

T_m = zufälliger Effekt des Tieres m

$(K \times J)_{ij}$ = Wechselwirkung zwischen Konservierungsform i und Jahr j

$(J \times P)_{jk}$ = Wechselwirkung zwischen Jahr j und Periode k

$(J \times W)_{jl}$ = Wechselwirkung zwischen Jahr j und Versuchswoche l

$(P \times W)_{kl}$ = Wechselwirkung zwischen Periode k und Versuchswoche l

ε_{ijklm} = Restkomponente

Der paarweise Mittelwertvergleich wurde mit dem Verfahren nach Tukey-Kramer durchgeführt. Als Signifikanzschwelle diente eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p < 0,05$).

Ergebnisse und Diskussion

Die durchschnittlichen Nährstoffgehalte im Grund- und Gesamtfutter sind in *Tabelle 2* dargestellt. Der Gehalt an Rohprotein wurde vom Konservierungsverfahren signifikant beeinflusst ($P < 0,001$). Die Heutrocknungsvarianten waren der Silierung um etwa 2 % unterlegen. Zu einem ähnlichen Unterschied kommt es in der Studie von JANS (1991). Mit 15,0 % liegt der Rohproteingehalt der Silage um 1,5 % über dem Gehalt vom Heu (13,5 %). COULON et al. (1997) beobachtete das Gegenteil. Die Silage (14,1 %) hatte im Vergleich zum Heu (14,6 %) einen leicht niedrigeren Rohproteingehalt.

Die Konservierungsverfahren unterscheiden sich hinsichtlich des Rohaschegehaltes nur geringfügig. Mit 9,4 % war jener der Silage signifikant höher als der Rohaschegehalt der Heuvarianten.

Auch bei der Energiekonzentration kommt es zu einem signifikanten Einfluss des Konservierungsverfahrens ($P < 0,001$). Die höchste Konzentration wird mit der Kaltbelüftung erreicht. Auch die Entfeuchtertrocknung wirkt sich gegenüber der Silierung leicht vorteilhaft aus. Ein deutlich unterdurchschnittlicher Energiegehalt (5,51 MJ NEL) wurde mit der Bodentrocknung erzielt. Van SOEST (1982) beschreibt, dass es in Folge der Silierung zu Fermentationsverlusten kommt. Diese sind unter anderem eine Erklärung für den niedrigeren Energiegehalt der Silage im Vergleich zum Heu aus Kaltluft- und Entfeuchtertrocknung.

JANS (1991) kommt zum Ergebnis, dass trotz Belüftung der Energiegehalt von Heu im Mittel um 0,29 MJ NEL

Tabelle 2: Nährstoffkonzentration im Grund- und Gesamtfutter (in der TM)

Parameter	Einheit	Konservierungsform					P-Werte		
		Boden- trocknung	Kalt- belüftung	Entfeuchter- trocknung	Silierung	Residual- standardabw.	Konservierung	Jahr	Konservierung × Jahr
Nährstoffkonzentration im Grundfutter (in der TM)									
Rohprotein	g	136 ^a	136 ^a	138 ^b	156 ^c	2	<0,001	<0,001	<0,001
Rohfaser	g	251 ^a	247 ^b	243 ^c	241 ^d	5	<0,001	<0,001	<0,001
Rohasche	g	87,5 ^a	86,0 ^b	85,4 ^b	93,8 ^c	2,8	<0,001	<0,001	<0,001
Kohlenhydrate	g	753 ^{ab}	753 ^a	752 ^b	715 ^c	4	<0,001	<0,001	<0,001
N-freie Extraktstoffe	g	276 ^a	283 ^b	283 ^b	279 ^c	5	<0,001	<0,001	<0,001
NDF	g	477 ^a	470 ^b	469 ^b	436 ^c	5	<0,001	<0,001	<0,001
ADF	g	281 ^a	278 ^b	279 ^b	285 ^c	5	<0,001	<0,001	<0,001
ADL	g	31,5 ^a	29,7 ^b	30,7 ^c	33,7 ^d	1,3	<0,001	<0,001	<0,001
ruminale N-Bilanz	g	1,48 ^a	0,95 ^b	1,35 ^c	4,29 ^d	0,31	<0,001	<0,001	<0,001
NEL	MJ	5,51 ^a	5,75 ^b	5,72 ^c	5,69 ^d	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
Nährstoffkonzentration im Gesamtfutter (in der TM)									
Rohprotein	g	140 ^a	141 ^a	143 ^b	157 ^c	2	<0,001	<0,001	<0,001
Rohfaser	g	211 ^a	209 ^a	205 ^b	203 ^c	6	<0,001	<0,001	<0,001
Rohasche	g	75,2 ^a	74,4 ^{ab}	73,5 ^b	80,4 ^c	2,8	<0,001	<0,001	<0,001
Kohlenhydrate	g	759 ^a	760 ^a	759 ^a	729 ^b	4	<0,001	<0,001	<0,001
N-freie Extraktstoffe	g	345 ^a	349 ^b	351 ^b	348 ^b	10	0,002	<0,001	<0,001
NDF	g	414 ^a	410 ^b	408 ^b	380 ^c	9	<0,001	<0,001	<0,001
ADF	g	238 ^a	237 ^{ab}	236 ^b	241 ^c	7	<0,001	<0,001	<0,001
ADL	g	27,8 ^a	26,4 ^b	27,1 ^c	29,6 ^d	1,2	<0,001	<0,001	0,001
ruminale N-Bilanz	g	0,52 ^a	0,13 ^b	0,40 ^a	2,81 ^c	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
NEL	MJ	6,07 ^a	6,24 ^b	6,24 ^b	6,21 ^c	0,07	<0,001	<0,001	<0,001

unter dem von Silage liegt. Auch RESCH (2007) kommt zu ähnlichen Resultaten. Er unterscheidet die Konservierungsverfahren von Heu nicht, beschreibt aber höhere Energiekonzentrationen bei Silage, unabhängig vom Aufwuchs. Es soll betont werden, dass das Wiesenfutter in der vorliegenden Untersuchung für alle Konservierungsvarianten zum selben Erntezeitpunkt geerntet worden ist.

Die Ergebnisse zur Futter-, Nährstoff-, und Energieaufnahme werden in der *Tabelle 3* dargestellt. Das Konservierungsverfahren beeinflusst die Grundfutteraufnahme signifikant ($P > 0,001$). Die TM-Aufnahme aus dem Grundfutter ist bei der Kaltbelüftung (15,79 kg TM/Tag) und der Entfeuchtertrocknung (15,77 kg/Tag) am höchsten. Diese zwei Gruppen unterscheiden sich bedeutend von der Bodentrocknung (15,42 kg TM/Tag), welche sich von der Silierung (14,63 kg TM/Tag) durch eine signifikant höhere Grundfutteraufnahme abhebt. Im Vergleich zur Kaltbelüftung kommt es bei der Silagevariante zu einer um 1,16 kg niedrigeren TM-Aufnahme pro Tag.

Von RESCH et al. (2010) werden die Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen von österreichischen Grassilagen und Silomais beschrieben. Demnach repräsentiert die im Versuch verwendete Silage eine durchschnittliche Gärqualität. Aus diesem Grund ist es auszuschließen, dass der Unterschied in der TM-Aufnahme von Heu und Silage aus einer unterdurchschnittlichen Qualität bzw. schlechteren Futterakzeptanz resultiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen auch mit denen von JARRIGE et al. (1974) überein. Von ihnen werden die Unterschiede in der Futteraufnahme zwischen Heu und Silage auf Veränderungen während des Silierprozesses zurückgeführt. Sie stellen die durchschnittliche TM-Aufnahme der verschiedenen Futtermittel in Beziehung zu der von Grünfutter und geben für Heu eine um 18,5 % und für Silage eine um 30 % niedrigere Aufnahme an. In ihrer Arbeit wird auch zwischen den Konservierungsformen von Heu unterschieden. Nach JARRIGE et al. (1974) ist die TM-Aufnahme von Bodenheu bzw. von

Heu einer Unterdachtrocknung um 21,3 % bzw. 13,8 % niedriger als die von Grünfutter. Die Unterschiede zwischen Bodentrocknung und Unterdachtrocknung erklären sie insofern, als dass bei Niederschlag der Anteil an leicht löslichen Inhaltsstoffen sinkt und die Zellwand-Bestandteile zunehmen. Zu einer Abnahme der löslichen Inhaltsstoffe kommt es auch bei der Silierung. Mikroorganismen verstoffwechseln lösliche Kohlenhydrate und erhöhen damit den Gehalt an Gerüstsubstanzen. Der negativ korrelierte Zusammenhang von TM-Aufnahme und Lignin-Gehalt wird auch von Van SOEST (1994) erwähnt. Im selben Zusammenhang beschreiben GRUBER et al. (2004) den Einfluss der Grundfutterqualität (MJ NEL) auf die Futteraufnahme. Sie geben an, dass diese pro MJ NEL des Grobfutters um 0,89 kg bis 0,98 kg steigt. Dies erklärt unter anderem die höhere Futteraufnahme der Varianten Kaltbelüftung und Entfeuchtertrocknung.

Von INRA (1989) wird beschrieben, dass die TM-Aufnahme von Heu höher ist als die von Silage. Der VDMI (Voluntary Dry Mass Intake) von unterdachtrocknetem bzw. unter guten Bedingungen bodengetrocknetem Heu ist mit dem von frischen Grünfutter zu vergleichen, während der VDMI der durch Silierung gewonnenen Futterkonserven im Durchschnitt um 3,5 % hinter dem von Grünfutter zurückbleibt. Auch SPIEKERS et al. (2009) kommt zu denselben Ergebnissen. Sie geben bei vergleichbaren Energiegehalten der Futtermittel an, dass bei Heu höhere Futteraufnahmen zu erwarten sind.

Die Ergebnisse im vorliegenden Versuch stimmen auch mit denen von BEAUCHEMIN et al. (1997), NELSON und SATTER (1992), COULON et al. (1997) und JANS (1991) überein. Sie alle stellten bei Heufütterung eine höhere Gesamtfutteraufnahme fest. Anders stellte sich die Situation im Versuch von NELSON und SATTER (1990) dar. Sie verglichen Silage mit Luzerneheu und stellten fest, dass – unabhängig vom Vegetationsstadium – die tägliche TM-Aufnahme von Silage höher ist.

Tabelle 3: Futter-, Nährstoff- und Energieaufnahme

Parameter	Einheit	Konservierungsform				P-Werte			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchtertrocknung	Silierung	Residualstandardabw.	Konservierung	Jahr	Konservierung × Jahr
Lebendmasse	kg	621 ^a	624 ^{ab}	625 ^b	621 ^a	12	0,003	0,675	0,018
Futteraufnahme (TM pro Tag)									
Grundfutter	kg	15,42 ^a	15,79 ^b	15,77 ^b	14,63 ^c	1,01	<0,001	0,846	<0,001
Krafftutter	kg	3,91 ^{ab}	3,89 ^{ab}	3,97 ^b	3,77 ^a	0,57	<0,001	<0,001	0,075
Gesamtfutter	kg	19,32 ^a	19,68 ^a	19,73 ^a	18,40 ^b	1,25	<0,001	0,002	<0,001
Gesamtfutter	g/kg LM	31,35 ^a	31,83 ^a	31,87 ^a	29,90 ^b	2,03	<0,001	0,068	<0,001
Gesamtfutter	g/kg LM ^s	156,1 ^a	158,6 ^a	158,9 ^a	148,8 ^b	10,0	<0,001	0,031	<0,001
NDF	g/kg LM	13,23 ^a	13,59 ^a	13,55 ^a	11,16 ^b	1,49	<0,001	0,838	<0,001
Krafftutteranteil	% der TM	19,64	19,09	19,75	19,69	2,46	0,180	<0,001	0,011
Energie- und Nährstoffaufnahme aus Grundfutter (pro Tag)									
XP	g	2.148 ^a	2.253 ^b	2.278 ^b	2.252 ^b	295	0,041	0,022	<0,001
nXP	g	1.960 ^a	2.070 ^b	2.066 ^b	1.889 ^c	150	<0,001	0,366	<0,001
NEL	MJ	84,8 ^a	90,4 ^b	89,9 ^b	83,4 ^a	5,3	<0,001	0,827	<0,001
Energie- und Nährstoffaufnahme aus Gesamtfutter (pro Tag)									
XP	g	2.770 ^a	2.873 ^{ab}	2.909 ^b	2.853 ^{ab}	321	0,068	0,008	<0,001
nXP	g	2.665 ^a	2.773 ^b	2.782 ^b	2.570 ^c	195	<0,001	<0,001	<0,001
NEL	MJ	117,4 ^a	122,9 ^b	123,0 ^b	114,8 ^c	7,8	<0,001	<0,001	<0,001
RNB	g	16,83 ^a	15,88 ^a	20,27 ^a	45,25 ^b	24	<0,001	<0,001	<0,001

Auf Grund der konservierungsbedingten Unterschiede in der Energiedichte und der Grundfutteraufnahme kommt es auch bei der Energieaufnahme aus dem Grundfutter zu einem signifikanten Einfluss ($P < 0,001$). Mit einer Energieversorgung von 90,4 MJ NEL/Tag bzw. 89,9 MJ NEL/Tag aus dem Grundfutter ist die Kaltbelüftung bzw. Entfeuchtertrocknung der Bodentrocknungs- (84,8 MJ NEL/Tag) und Silagevariante (83,4 MJ NEL/Tag) deutlich überlegen.

In der Tabelle 4 sind die Ergebnisse zu Milchleistung und Milchinhaltsstoffen angeführt. Die tägliche Milchleistung der Silagevariante (23,1 kg ECM) ist signifikant niedriger als die der Heuvarianten ($P < 0,001$). Wie es auch von JARRIGE et al. (1974) beschrieben wird, kann dies durch eine bedeutend niedrigere Gesamtfutteraufnahme erklärt werden. Die Gruppe der Entfeuchtertrocknung erreicht die höchste Milchleistung (24,4 kg ECM). Mit einer Differenz von 0,8 kg ECM besteht ein deutlicher Unterschied zur Bodentrocknung (23,6 kg ECM). Eine Erklärung hierfür ist eine geringere Nährstoffaufnahme durch den bei Bodenheu niedrigeren Gehalt an leicht löslichen Kohlenhydraten und dem damit verbundene Anstieg an Zellwand-Bestandteilen (JARRIGE et al. 1974). Auch GRUBER et al. (2004) brin-

gen eine niedrigere Energiekonzentration im Grundfutter mit einer niedrigeren Futteraufnahme in Zusammenhang. Die Kaltbelüftung weicht nur geringfügig von beiden Varianten ab und liegt mit 24,0 kg ECM genau in der Mitte.

COULON et al. (1997) kommt zu gegensätzlichen Ergebnissen. In seiner Studie erbringt die Heugruppe trotz höherer Futteraufnahme eine geringere Milchleistung, wobei der Gehalt an Milchfett und Milchprotein bei der Silagegruppe niedriger und der Verlust an Körpermasse höher war.

In Hinblick auf die Fragestellung des Projektes ist die tägliche Milchleistung aus dem Grundfutter (nach NEL) entscheidend. Sie ist bei den Varianten Kaltbelüftung (17,0 kg) und Entfeuchtertrocknung (16,8 kg) signifikant höher ($P > 0,001$) als bei der Bodentrocknungsvariante (15,2 kg) und Silierung (14,7 kg). Die Ergebnisse resultieren aus den Unterschieden sowohl im Energiegehalt als auch in der Futteraufnahme der Konservierungsvarianten.

Die Situation beim Gehalt an Milchfett und Milcheiweiß ist dieselbe. Innerhalb der Heuvarianten bestehen keine nennenswerten Abweichungen. Die Unterschiede zwischen der Silage- und den Heuvarianten sind hingegen signifikant, wobei der Milchfettgehalt bei der Silagegruppe höher und

Tabelle 4: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Parameter	Einheit	Konservierungsform				P-Werte			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Entfeuchtertrocknung	Silierung	Residualstandardabw.	Konservierung	Jahr	Konservierung × Jahr
Milchleistung und Milchinhaltsstoffe									
Milch	kg	23,8 ^a	24,2 ^{ab}	24,6 ^b	23,2 ^c	1,5	<0,001	<0,001	0,058
ECM	kg	23,6 ^a	24,0 ^{ab}	24,4 ^b	23,1 ^c	1,5	<0,001	<0,001	0,044
Fettgehalt	%	4,13 ^a	4,09 ^a	4,09 ^a	4,19 ^b	0,22	0,001	0,178	0,923
Eiweißgehalt	%	3,19 ^a	3,22 ^a	3,21 ^a	3,10 ^b	0,11	<0,001	0,012	0,144
Laktosegehalt	%	4,58	4,59	4,59	4,59	0,11	0,989	0,224	0,918
Fettmenge	g	979	981	990	970	88	0,587	<0,001	0,178
Eiweißmenge	g	754 ^a	770 ^a	772 ^a	715 ^b	64	<0,001	<0,001	0,022
Laktosemenge	g	1.092 ^{ab}	1.108 ^a	1.115 ^a	1.066 ^b	86	0,014	<0,001	0,056
Harnstoff	mg/kg	183 ^a	173 ^b	169 ^b	180 ^a	23	<0,001	<0,001	<0,001
Zellzahl	1.000/ml	168	181	158	162	147	0,784	0,192	0,576
Milch aus GF	kg	15,2 ^a	17,0 ^b	16,8 ^b	14,7 ^a	1,7	<0,001	0,696	<0,001
Milch aus GES	kg	25,4 ^a	27,2 ^b	27,3 ^b	24,5 ^c	2,6	<0,001	<0,001	<0,001

der Milcheiweißgehalt niedriger ist. Die Ergebnisse decken sich mit denen von KNAUS et al. (2012), BEAUCHEMIN et al. (1997) und JANS (1991). Sie beobachten bei Heurationen einen höheren Gehalt an Milcheiweiß und einen niedrigeren Gehalt an Milchfett. Van SOEST (1982) führt den niedrigeren Milcheiweißgehalt insofern auf das Konservierungsverfahren zurück, als dass im Pansen auf Grund der Silierung weniger leicht lösliche Kohlenhydrate zur Verfügung stehen. Im Vergleich zu Heu limitiert dieser Umstand das ruminale Mikrobewachstum. Der niedrigere Milcheiweißgehalt der Silagegruppe resultiert somit aus einer geringeren Anflutung von Mikrobenprotein am Dünndarm.

Den höheren Milchfettgehalt bei Silage führt Van SOEST (1982) ebenfalls auf den Silierprozess zurück. Er begründet es mit dem Abbau an leicht löslichen Kohlenhydraten und den dadurch, im Vergleich zu Heu, höheren Gehalt an Gerüstsubstanzen.

Schlussfolgerung

In Hinblick auf die wesentlichsten Parameter der vorliegenden Studie ist die Kaltbelüftung unter günstigen Voraussetzungen kaum zu überbieten. Die signifikanten Wechselwirkungen von Konservierung \times Jahr bringen aber zum Ausdruck, dass der Einfluss des Konservierungsverfahrens vom Jahr bzw. von den Witterungsverhältnissen während der Feld- und Belüftungsphasen abhängig ist. Auch wenn mit der Kaltbelüftung qualitativ hochwertiges Heu produziert werden kann und dadurch die Futteraufnahme und Milchleistung gegenüber Bodentrocknung und Silierung höher sind, muss dies auf Grund ungünstiger Voraussetzungen nicht immer der Fall sein. Die Vorteile der Konservierungsverfahren Silierung und Entfeuchtertrocknung kommen insbesondere dann zur Geltung, wenn die Voraussetzungen für einen erstklassigen Konservierungsprozess nicht gegeben sind.

Es bleibt unbestritten, dass Verfahren wie Silierung und Warmlufttrocknung wetterunabhängiger sind. In wie weit ein Mehraufwand dieser Systeme gerechtfertigt ist, kann mit der vorliegenden Studie nicht geklärt werden. Dazu ist es notwendig, die einzelbetriebliche Situation nach betriebswirtschaftlichen Kriterien genau zu beurteilen.

Literatur

- ADLER, A., 2002: Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-10. April 2002, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irnding, 17-25.
- AMA, 2014: Marktbericht-Milch und Milchprodukte. Agrar Markt Austria. 12. Ausgabe 2013, 24 S.
- ARGE HEUMILCH, 2014: ARGE Heumilch. <http://www.heumilch.at/heumilch/die-arge-heumilch/>, besucht am 16.12.2014.
- BEAUCHEMIN, K.A., L.M. RODE und M.V. ELIASON, 1997: Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. *J. Dairy Sci.* 80, 324-333.
- BMLFUW, 2014: Grüner Bericht 2014. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 1010 Wien, 329 S.
- COULON, J.B., P. PRADEL und I. VERDIER, 1997: Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. *Annales de Zootechnie* 46, 21-26.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage. DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, NR. 8: Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 135 S.
- GINDL, G., 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-10. April 2002, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irnding, 67-72.
- GRUBER, L., R. RESCH, A. SCHAUER, B. STEINER und C. FASCHING, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 57-66.
- GRUBER, L., F. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG und A. OBERMAIER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, Rostock, 484-504 S.
- HALMEMIES-BEAUCHET-FILLEAU, A., P. KAIRENIUS, S. AHVENJÄRVI, V. TOIVONEN, P. HUHTANEN, A. VANHATALO, D.I. GIVENS und K.J. SHINGFIELD, 2013: Effect of forage conservation method on plasma lipids, mammary lipogenesis, and milk fatty acid composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *J. Dairy Sci.* 96, 5267-5289.
- HILFIKER, J., 1989: Betriebswirtschaftlicher Vergleich zwischen Bodentrocknung und Heubelüftung. *FAT Berichte* 371, CH-8356 Tänikon TG, 1-7.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. INRA and John Libbey Eurotext, Paris-London-Rom, 389 S.
- JANS, F., 1991: Grassilage oder Dürrfutter für Hochleistungskühe? *Landwirtschaft Schweiz* 4, 333-336.
- JARRIGE, R., C. DEMARQUILLY und J.P. DULPHY, 1974: The voluntary intake of forages. In: *Proceedings 5th General Meeting European Grassland Federation 1973*, 98-106.
- KNAUS, W., F. SCHIPFLINGER, K. MODER und R. BAUMUNG, 2012: Effekte einer silagefreien Fütterung auf die Leistung von Milchkühen in Tirol. *Züchtungskunde* 84, 191-198.
- MEISSER, M. und U. WYSS, 1999: Qualität von unterschiedlich konserviertem Dürrfutter. *Agrarforschung* 6, 437-440.
- MÜNGER, A., 2011: Einfluss von Dürrfutter mit hohem Gehalt an löslichen Kohlenhydraten auf die Pansenfermentation von laktierenden Kühen. *Forum angewandte Forschung*, 6.4-7.4. 2011, 61-64.
- NELSON, W.F. und L.D. SATTER, 1990: Effect of stage of maturity and method of preservation of alfalfa on production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73, 1800-1811.
- NELSON, W.F. und L.D. SATTER, 1992: Impact of stage of maturity and method of preservation of alfalfa on digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 1571-1580.

- ÖPUL, 2007: Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft: GZ BMLFUW-LE.1.1.8/0073-II/8/2007.
- PÖLLINGER, A., 2014: Heutrocknungsverfahren im Vergleich. 19. Alpenländisches Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg Gumpenstein, A-8952 Irnding, 35-44.
- PÖLLINGER, A., 2015: Technische Kennzahlen zu verschiedenen Heutrocknungsmethoden. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 41-48.
- RESCH, R., 2007: Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung 19.-20. April 2007, HBLFA Raumberg Gumpenstein, A-8952 Irnding, 61-75.
- RESCH, R., 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. 19. Alpenländisches Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg Gumpenstein, A-8952 Irnding, 45-54.
- RESCH, R. und L. GRUBER, 2015: Proteinfractionen von Dauerwiesenfutter in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 49-55.
- RESCH, R., L. GRUBER, J. GASTEINER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, E.M. PÖTSCH und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2009, 8 S.
- RESCH, R., G. WIEDNER, F. TIEFENTHALLER, K. WURM, W. STROMBERGER, P. FRANK und C. MEUSBURGER, 2010: Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben. Abschlussbericht, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 87 S.
- SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung, 5. erweiterte und aktualisierte Auflage. DLG-Verlag, D-60489 Frankfurt am Main, 576 S.
- STOCKINGER, C., 2009: Milchproduktion in Zukunft – Gewinnen wir den Wettbewerb? 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. April 2009, Bericht LFZ Raumberg Gumpenstein, 11-18.
- URDL, M., A. PÖLLINGER, R. RESCH und A. ADLER, 2010: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität – Projektvorstellung. 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 19.-20. April 2010, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 83-93.
- Van SOEST, P.J., 1982: Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca and London, 373 S.
- Van SOEST, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca and London, 476 S.
- Van SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3853-3597.
- VDLUFA, 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Darmstadt.
- VELIK, M., J. KAUFMANN und L. GRUBER, 2015: Einfluss von Gras-Konservierungsverfahren auf das Milch-Fettsäurenmuster. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 75-80.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierernähr. 23, 189-214.