

Effiziente Futterwirtschaft auf Betriebsebene

B. Köhler, M. Diepolder, S. Thurner, H. Spiekers

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Zusammenfassung

Zunehmende Flächenknappheit und steigende Futterkosten machen eine Optimierung der Futterwirtschaft immer mehr zum wirtschaftlichen Faktor für Milchviehbetriebe. In der Praxis ist nach wie vor ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Effizienz in der Futterwirtschaft vorhanden. Hierbei kommt insbesondere der Grünlandwirtschaft eine wichtige Rolle zu. Mit einer konsequenten Mengenerfassung und einem systematischen Controlling „vom Feld bis zum Trog“ wird eine gezielte Steuerung in der Futterwirtschaft ermöglicht, die in der Umsetzung zu einer Minderung an Verlusten im System führt.

Anhand einer Gesamtanalyse an fünf milchviehhaltenden Lehr-, Versuchs- und Fachzentren (LVFZ) wurden die Mengen- und Nährstoffflüsse nach einem definierten Ertrags- und Mengenerfassungssystem über einen vierjährigen Zeitraum (2009-2012) auf Betriebsebene erhoben. Die TM-Erträge des Grünlands zeigen deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Standorten, Jahren und Schlägen. Im Mittel wurden gute Grobfutter- und Gärqualitäten bei den Silagen erzielt, mit Schwankungen in den Einzeljahren. Nach der „*allin:allout*“-Methode wurden im Mittel 9 % TM-Verluste bei Grassilagen festgestellt. Aus diesen Ergebnissen konnte für die Beratung und Praxis eine „*benchmark*“ für TM-Verluste im Silo von 8 % gesetzt werden. Die Auswertungen zu den Futtermitteln verdeutlichen, dass das Leistungspotenzial des Grobfutters nicht optimal genutzt wird. Verbesserungsmaßnahmen können aus dem „*Futtercontrolling*“ der Gesamterfassung abgeleitet werden. In der Erfassung der Erträge auf Schlagebene wird ein wichtiger Schlüssel in der Umsetzung einer effizienten und nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung gesehen, worauf aufbauend Düngung sowie Futterplanung optimiert werden können.

Summary

Increasing shortage of agricultural land and rising feeding costs are the reasons for dairy farms, for an optimization of feed management, which is going to be evolved into economic factors increasingly. There is a considerable potential to improve the efficiency in practice, especially for feed from grassland. With guidance in feed management from “*field to trough*”, implemented with a quantification and controlling system, the reduction of losses can be realized in feed production. On farm scale an analysis of the mass and nutrient flows of five dairy farms was examined by using a defined system over a period of 2009 to 2012. The DM yields of grassland showed differences between the locations, years and plots. On average good feeding values of the ensiled material were attained from grassland with annual variations as well as good preservation qualities of the silages. Using the “*allin:allout*“-method, 9 % DM losses were determined on average from grass silages. According to the results a guideline for DM losses of 8 % can be suggested for advisory service and practice. The evaluation of the feed intake revealed, that the utilization of basic feed was not appropriate. Improving measures could be derived from the feed control ascertained by the weighing systems in the feed management. Furthermore the yields on farm land are the key of an efficient and sustainable grassland management, which should be used to optimize the fertilization and the fodder plan.

1 Einleitung und Zielsetzung

Mit steigender Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln sowie nach Substraten für die Energiegewinnung, kommt bei begrenzten Ressourcen (z.B. zunehmende Flächenknappheit, steigende Futterkosten) einer effizienten Futterwirtschaft wieder mehr an Bedeutung für die Milchviehbetriebe zu. Dies macht eine Optimierung der Futterwirtschaft mehr denn je notwendig. Zahlreiche Untersuchungen zu Futtermitteln weisen darauf hin, dass in der Praxis nach wie vor ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Effizienz in der Futterwirtschaft vorhanden ist [1, 2, 3]. Für einen Milchviehbetrieb ist es entscheidend, wie viel qualitativ hochwertiges Grobfutter „frei Trog“ zur Fütterung angeboten wird [4]. Hierbei ist insbesondere das Grünland im Blickfeld zu behalten. Das Ziel, eine effizient gestaltete Futterwirtschaft in der Praxis umzusetzen, kann nur über eine gezielte Steuerung der Futterproduktion erfolgen. Um Maßnahmen zur Umsetzung abzuleiten, müssen in erster Linie die Mengen- und Nährstoffflüsse in der Futterproduktion quantitativ erfasst werden. Begleitend von einer konsequenten Verfahrensplanung und einem systematischen Controlling wird es als möglich erachtet, eine Minderung an Masse- und Nährstoffverlusten um 10 %-Punkte zu erreichen. Dieser Ansatz muss auf Betriebsebene „vom Feld bis zum Trog“ erfolgen und in der Praxis konsequent umgesetzt werden. Über die Quantifizierung und das Controlling kann eine verbesserte Nutzung der heimischen Eiweißpotenziale aus dem Grobfutter erzielt werden. Dabei leistet ein ganzheitlicher, d.h. fachübergreifender Forschungsansatz einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit des Nährstoffkreislaufs in Futterbaubetrieben.

2 Material und Methoden

Der Forschungsansatz wurde über eine Gesamtanalyse der Masse- und Nährstoffströme in Futterbaubetrieben umgesetzt. Die Gesamtsystembetrachtung erfolgte an den milchviehhaltenden LVFZ der LfL Achselschwang, Almesbach, Kringell (Ökobetrieb) und Spitalhof sowie dem Versuchsbetrieb Grub im Zeitraum von 2008 bis 2012 (Abb. 1). Die Betriebs- und Standortstrukturen der Futterbaubetriebe sind in Tab. 1 dargestellt.

Aufgrund der sehr komplexen Stoffströme in den Futterbaubetrieben wurde für die quantitative und qualitative Erfassung auf einzelbetrieblichem Niveau ein Ertrags- und Mengenerfassungssystem aufgebaut, das die wichtigsten Messstationen definiert und gleichzeitig in die Praxis Eingang finden soll (Abb. 2). An den Messstationen (Fuhrwerkswaage und Futtermischwagen) erfolgten die Referenzmessungen zur Mengenerfassung. Zum Praxistransfer einer Mengenerfassung wurden weitere Methoden zur Prozess-Steuerung getestet (z. B. Mengenermittlung an Erntemaschinen). Die TM-Erträge vom Grünland wurden je Betrieb (Standort) und je Jahr auf Schlagebene als Nettoertrag (ab Fuhrwerkswaage) über den vierjährigen Zeitraum erhoben. Zur Charakterisierung der Pflanzenbestände wurden anhand von Ertragsanteilschätzung nach Klapp & Stählin [5] auf repräsentativen Flächen der fünf Standorte die Wiesentypen kategorisiert [6]. Bei dem insgesamt intensiv geführten Wirtschaftsgrünland (Tab. 1) handelt es sich vorwiegend um Wiesenfuchsschwanzwiesen („*Alopecurus pratensis*“-Typ). Das Grünland wurde an allen Standorten überwiegend zur Silierung genutzt. Je nach Standort und Betriebskonzept erfolgte ein weiterer Feldfutterbau mit Silomais, Klee gras und Luzerne.



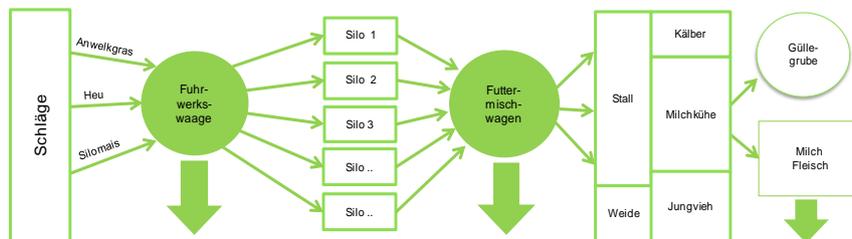
Abb. 1: Standorte der beteiligten Betriebe der LfL in Bayern

Tab. 1: Betriebs- und Standortdaten sowie Grünlandbewirtschaftung, Schnitthäufigkeit und N-Düngung (vierjähriges Mittel) an den Betriebsstandorten der Jahre 2009-2012

Betriebe	Tierbestände		Milchleistung kg ECM ³	Nieder-schläge mm ⁴	Grünland ⁵		Schnitte n	Düngungsniveau (kg Gesamt-N/ha)		
	MV ¹	JV ²			%	ha		ges.	org.	min.
Achselschwang	190		9.296	950-1.200	64	60	4-5	263	218	45
Hübschenried		170				90	4-5	90	56	29
Almesbach	126	120	9.691	680	37	32	3-4	281	150	131
Grub	120	125	9.770	860	45	42	4-5	287	123	164
Kringell	70	65	8.739	900-1.000	46	37	4-5	120	120	0
Spitalhof	90	98	9.546	1.300	100	76	4-5	200	152	48

¹MV=Milchvieh, ²JV=Jungvieh, ³kg ECM pro Kuh und Jahr, ⁴langjähriges Jahresmittel, ⁵Grünland= %-Grünlandflächenanteil an der Grobfutterfläche.

In Koordination mit den Messstationen (Abb. 2) in den Futterbaubetrieben reichten die Bezugsgrößen in den Massenströmen von den Grobfuttererträgen „vom Schlag“, über die Erntemenge „im Silo“ bis zu den Futtermengen „am Trog“ auf der Bewertungsebene Milchvieh mit Nachzucht über den gesamten Tierbestand. Die Ertrags erfassung erfolgte an der Fuhrwerkswaage mit umfangreicher Probenahme zur Bestimmung der TM und der weiteren Futterqualität sowie der Gäreignung. Zur Auswertung möglicher Veränderungen oder Verluste entlang der Futterproduktionskette wurden begleitend zur Mengenerfassung Futter- und Gärqualitätsanalysen nach Versuchs anordnung durchgeführt. Jede Entnahme aus den Silos wurde mit der Waage am Futtermischwagen erfasst. Die Futtermengen aller Einzelkomponenten wurden mittels Wiegetechnik am Futtermischwagen erfasst, anhand deren Auswertungen zu Futtermischungen, Siloverlusten und Rationskontrollen vorgenommen wurden. Anhand der täglichen Futterdaten sind Aussagen zu Grobfutterleistungen, Rohprotein (XP)-Versorgung und Futtere ffizienz auf Betriebsebene möglich. Bei den Silagen wurden nach dem Prinzip der „allin:allout“-Methode (Differenzberechnung der einsilierten zu den



entnommenen Mengen auf Siloebene) während der Entnahmezeit auf Basis der TM (wöchentliche Bestimmung am Anschnitt) die Siloverluste ermittelt.

Abb. 2: Messstellen in der Futter- oder Substratwirtschaft

3 Ergebnisse und Diskussion

TM-Erträge vom Grünland

In Abb. 3 sind die TM-Erträge „Netto“ vom Grünland der Betriebe nach der Schnittintensität dargestellt. Im vierjährigen Mittel lagen bei den vier bis fünf Schnittwiesen die TM-Erträge in einer weiten Spanne von 60 - 100 dt TM/ha je nach Betriebsstandort. Danach erwirtschafteten bei einem N-Düngungsniveau von ca. 200-290 kg Gesamt-N/ha der Spitalhof 98 dt TM/ha, Grub 89 dt TM/ha und Achselschwang 80 dt TM/ha. Bei gleicher Schnittintensität wurden in Hübschenried mit einem geringeren N-Einsatz (90 kg N-Gesamt/ha) 60 dt TM/ha und am ökologisch wirtschaftenden Betrieb Kringell mit rund 120 kg Gesamt-N/ha rein organischer Düngung 61 dt TM/ha geerntet. Dagegen erbrachte die drei bis vier Schnittintensität am Standort Almesbach 81 dt TM/ha (vierjähriges Mittel) bei einer Düngung von 281 kg Gesamt-N/ha.

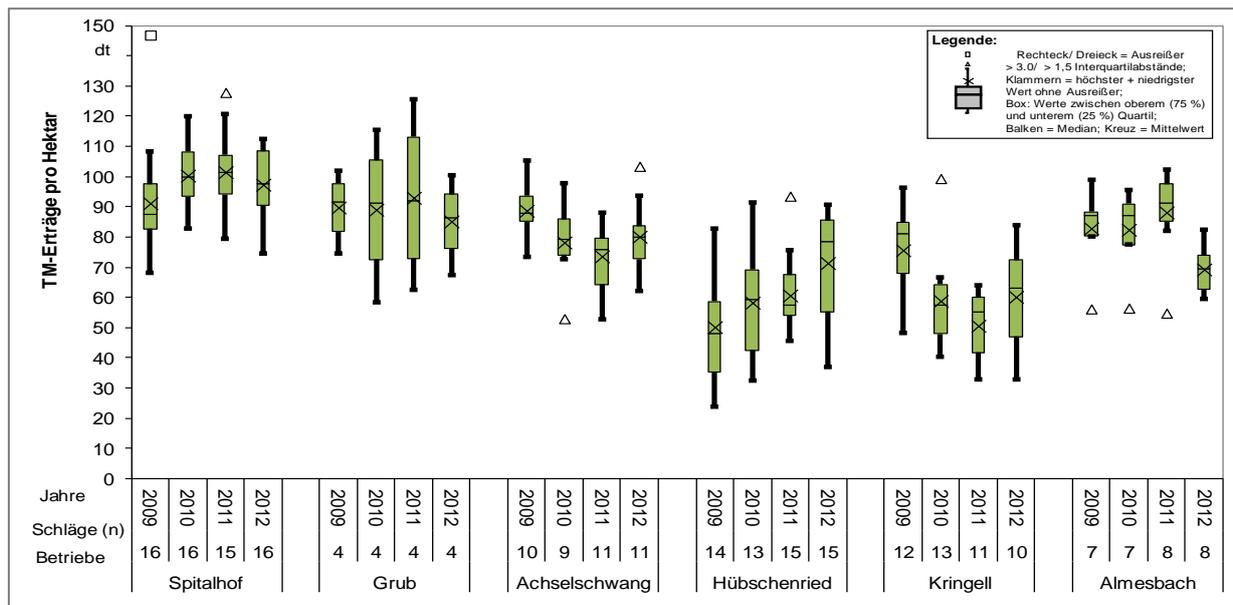


Abb. 3: TM-Erträge „Netto“ der Erntejahre 2009 bis 2012 vom Grünland der Betriebe auf Schlagenebene bei 4-5 Schnitten, in Almesbach bei 3-4 Schnitten

Die auftretenden Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen eines Betriebs sind anhand der „boxplots“ deutlich zu erkennen. Die schlagbezogene Betrachtung spiegelt die unterschiedlichen Ertragspotenziale für den jeweiligen Betrieb wieder. In dieser Ertragscharakteristik gehen sowohl die teilweise unterschiedlichem Düngungsniveaus zwischen den Schlägen (z.B. in Hübschenried) ein als auch die Ertragsunterschiede, die bei weitgehend gleichem Düngungsniveau auftreten. Solche Differenzen zwischen den Schlägen eines Betriebes können bis zu 40 dt TM/ha im Jahresertrag ausmachen (Grub 2011) sowie eindeutig ertragsschwächere Schläge aufdecken (z.B. ein Schlag in Almesbach, von 2009-2011). Das Auftreten solcher Ertragsdifferenzen weist prinzipiell darauf hin, dass eine Optimierung der Grobfutterwirtschaft eine konsequente Ertrags Erfassung voraussetzt. Nur auf Basis von schlagbezogenen Ertragsdaten können entzugsbasierte Düngungsmaßnahmen umgesetzt werden. Ein teilweise stark unterschiedliches Ertragsniveau trotz gleicher Schnittintensität zeigt, dass die bayerischen Faustzahlen fürs Grünland zwar im Durchschnitt eine relativ gute Ertragsschätzung ermöglichen [6], jedoch zur besseren Abbildung die entsprechenden betriebsindividuellen Gegebenheiten (z.B. Hübschenried, Kringell) durch weitere ertragsbeeinflussende Korrekturfaktoren berücksichtigen sollten. Daran wird im Rahmen des „Ertrags- und Nährstoffmonitorings bayerischer Grünlandflächen“ bereits gearbeitet [7].

Zur kontinuierlichen Umsetzung einer Ertrags Erfassung in der Praxis wurden parallel zur Referenzmessung automatisierte Messtechniken an Erntemaschinen getestet. Die Ergebnisse zur Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler zeigen, dass im Grünland auf TM-Basis eine weitgehend zuverlässige Ertragsermittlung mit automatisierten Messtechniken bereits möglich ist [8, 9, 13].

Grobfutterqualitäten

Die Grobfutterqualitäten vom Grünland der Betriebe wurden zum Erntezeitpunkt vom Anwelkgut als mittlere XP-, nutzbares Rohprotein(nXP)- sowie Energie-Gehalte (gewichtet nach dem TM-Ertrag je Schnitt) ausgewertet (Abb. 4). Bei den vier bis fünf Schnittvarianten zeigten sich XP-Gehalte über die Einzeljahre in einem Bereich von 144 bis 190 g XP/kg TM, bei drei bis vier schnittigem Grünland von 155 bis 181 g XP/kg TM.

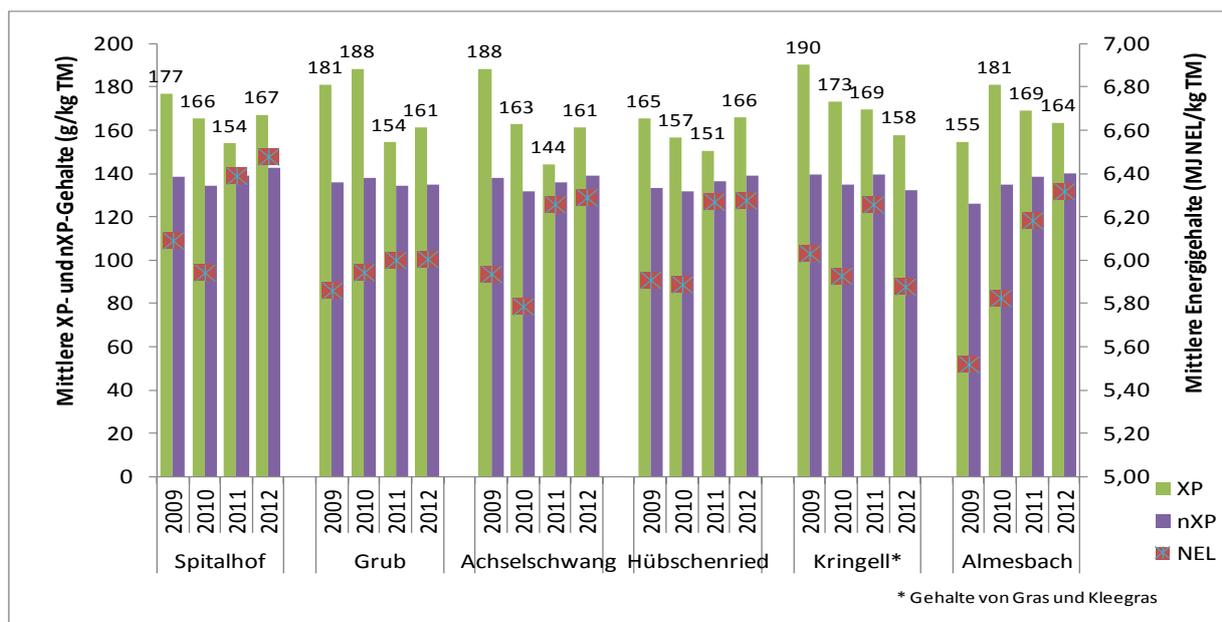


Abb. 4: Mittlere XP-, nXP- sowie Energiegehalte (gewichtet nach TM-Ertrag je Schnitt) vom Grünland der Betriebe (Kringell Analysen mit Kleegras) der Jahre 2009 bis 2012

Die großen Streuungen in den XP-Gehalten traten zwischen den Jahren deutlicher hervor als zwischen den Standorten. Für die Erzielung hoher Grobfutterqualitäten ist nach wie vor die Einhaltung des richtigen Schnittzeitpunkts entscheidend. Im vierjährigen Mittel wurde an den Betrieben 160 bis 173 g XP/kg TM erzielt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen aus dem „Ertrags- und Nährstoffmonitoring“ zeigt im Mittel eine gute Übereinstimmung mit den XP-Gehalten von 163 g bis 174 g XP/kg TM bei den vier bis fünf Schnittintensitäten [7].

Für eine in der Rinderfütterung bedarfsgerechte Eiweißversorgung ist das nXP entscheidend [10]. Die erzielten mittleren nXP-Gehalte schwankten zwischen den Einzeljahren und Standorten zwischen 132 und 143 g/kg TM. Die erzielten Energiegehalte vom Grünland lagen im Mittel über alle Schnitte bei 5,5 bis 6,5 MJ NEL/kg TM. Zu erkennen waren erhöhte standortunabhängige Energiegehalte in den Jahren 2011 und 2012. Hierzu zeigen Auswertungen, dass die Betriebe mit den verbesserten Grobfutterqualitäten Kraftfutter in der Milchviehfütterung einsparen konnten [9].

Gärqualitäten

Entscheidend für eine auf Betriebsebene optimierte Futterwirtschaft sind ein durchgängig an die Betriebsbedingungen angepasster Verfahrensablauf und ein systematisches Controlling zur Sicherung hoher Grobfutterqualitäten bis zum Trog. Mit dem Verfahren „Controlling am Silo“ [11] wurde mittels Dichtebestimmung, Temperaturmessung und Gärqualitätsanalysen eine Beurteilung der Grassilagen an den Betrieben vorgenommen.

Tab. 2: Kenngrößen zur Gärqualität der Grassilagen, Mittelwert und Standardabweichung

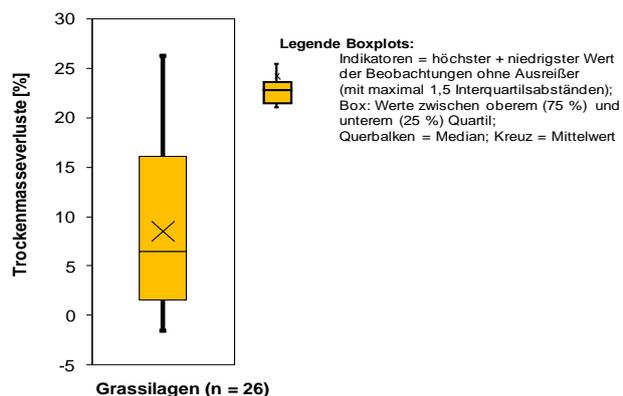
TM	pH-Wert	Milchsäure	Essigsäure	Propionsäure	Buttersäure	NH ₃ -N
%			g/kg TM			% des N
		n=78		n=10 ¹	n=22 ¹	n=72
33,1 ± 6,9	4,3 ± 0,3	60 ± 31	18 ± 11	3 ± 2	6 ± 6	5,4 ± 2,5

¹weitere Proben unterhalb der Nachweisgrenze

Die Gärqualitäten der Grassilagen zeigten bei vorhandener Streuung keine weiteren Auffälligkeiten und erreichten nach dem DLG-Schlüssel im Mittel überwiegend gute bis sehr gute Gärqualitäten (Tab. 2). Diese Ergebnisse können auf eine Einhaltung einer guten fachlichen Praxis beim Silieren zurückgeführt werden. Trotzdem ist in Bezug auf eine Vermeidung von Verlusten in der Praxis verstärkt auf die Zusammenhänge von Verdichtung, Vorschub und Nacherwärmungsgeschehen zu achten (siehe Silageverluste).

Silageverluste

Insgesamt wurden 48 Silos mit Mais-, Gras- und Luzernesilagen nach der „*allin:allout*“-Methode (siehe Material und Methoden) auf TM-Verluste untersucht. Die Auswertung zu den Grassilagen (n=26) zeigte im Mittel 9 % TM-Verluste bei einer großen Streuung von min. -1,5 bis max. 26,3 % in der TM (Abb. 5).



Tab. 3: Korrelationskoeffizienten zu den TM-Verlusten bei den Grassilagen im Vergleich zur Dichte und zum Vorschub

TM-Verluste Parameter	Grassilagen (n=26) n	Korrelation
Dichten, kg m ⁻³ TM	18	-0,039
Vorschub, m Woche ⁻¹	19	-0,570*

*Signifikanz: 0,05 > p > 0,01

Abb. 5: TM-Verluste der Grassilagen auf Siloebene nach der „*allin:allout*“-Methode [12]

Eine negative Korrelation zeigte sich bei den Verlusten der Grassilagen in Bezug auf den Vorschub (Tab. 3). Anhand der Ergebnisse zu allen Silagen wurde für die Beratung eine „*benchmark*“ von max. 8 % TM-Verlusten abgeleitet. Diese Methode unter Anwendung der Wiegetechnik am Futtermischwagen ist als Hilfsmittel zur Kontrolle der Futtermengen sehr gut einsetzbar und sollte verstärkt in der Praxis Anwendung finden. Eine weitere Methode zur Erfassung des Futtermittels (bei Grassilagen) und zur Futterplanung kann über eine Silovermessung erfolgen [14]. Diese Methode (Volumenmessung mit Dichtetermittlung) liefert trotz gewisser Abweichungen dem Landwirt wertvolle Informationen über seinen Futtermittelvorrat.

Futtermittelverbräuche

Die Milchviehherde auf Hochleistungsniveau, beispielhaft an einem Betrieb dargestellt, lieferte in den Jahren 2010 bzw. 2011 9.072 bzw. 9.187 kg ECM (nach betrieblicher Milcherfassung). Von der TM-Aufnahme mit rund 19 kg TM/Kuh und Jahr wurden rund 11 kg TM über das Grobfutter des Betriebes abgedeckt (Tab. 4). Dies entspricht einem Grobfutteranteil von 58 % der TM. Die XP-Aufnahmen lagen mit 1.086 bzw. 1.091 kg XP pro Kuh und Jahr in der Größenordnung mit den DLG-Werten zur XP-Versorgung je nach Futterbasis [15]. Die XP-Versorgung wurde in den Milchviehrationen der Herde zu rund 35 %, die nXP-Versorgung zu rund 47 % aus dem Grobfutter abgedeckt. Dies ist dem hohen Maisanteil in der Grobfutterration zuzuschreiben. Die Futtereffizienz lag in den Jahren (mit Trockenstehtzeit) bei konstant 1,3 kg ECM/kg TM. Aus der Gesamtanalyse, berechnet nach Energielieferung aus dem Grobfutter minus Erhaltungsbedarf (Tab. 4), erzielte der Betrieb eine Grobfutterleistung von rund 2.700 bzw. 3.000 kg ECM pro Kuh und Jahr. Dagegen zeigten sich nach der Berechnung als kraftfutterbereinigte Grobfutterleistung rund 1.800 kg ECM pro Kuh und Jahr

aus dem Grobfutter. Die Basis zur Berechnung der Grobfutterleistung sollte weiter diskutiert werden. Insgesamt liegt mit 30 dt TM pro Kuh und Jahr ein relativ hoher Kraftfuttereinsatz vor.

Die Futtermittellieferung beim Jungvieh wurde zu 86 % der TM und die XP-Versorgung zu 78 % beim XP aus dem Grobfutter abgedeckt [9]. Das Grünland leistet einen wichtigen Beitrag in der grobfutterbasierten Rinderfütterung. Mit dem hohen Grünlandanteil des Betriebes und den erzielten Futterqualitäten (s. Abb. 4) könnte mit einer gezielten Steuerung eine verbesserte Nutzung der Eiweißpotenziale aus dem Grobfutter und somit eine höhere Grobfutterleistung

Leistungskennzahlen	Einheit	2010	2011
Milchleistung	kg ECM Kuh ⁻¹ und Jahr	9.187	9.072
TM-Aufnahme	kg TM Kuh ⁻¹ und Tag	19,3	19,1
GF ¹ -Aufnahme	kg TM Kuh ⁻¹ und Tag	11,2	10,9
XP-Aufnahme	kg XP Kuh ⁻¹ und Jahr	1.086	1.091
XP i. d. Ration	g XP kg ⁻¹ TM	154	157
nXP i. d. Ration	g nXP kg ⁻¹ TM	154	154
Futtermittelfizienz	kg ECM kg ⁻¹ TM	1,3	1,3
Kraftfuttereinsatz	dt TM Kuh ⁻¹ und Jahr	30	30
Grobfutterleistung ²	kg ECM Kuh ⁻¹ und Jahr	2.960	2.690

ECM (energiekorrigierte Milch) = $\text{kg Milch} \cdot (0,38 \cdot \text{Fett}(\%) + 0,21 \cdot \text{Eiweiß}(\%) + 1,05) / 3,28$;

¹GF-Aufnahme = Grobfutter-Aufnahme, ² = Grobfutterleistung, berechnet aus der Energie des Grobfutters minus Erhaltungsbedarf

und ein geringerer Zukauf von Futtermitteln erzielt werden.

Tab. 4: Leistungskennzahlen aus dem Futterverbrauch 2010 und 2011 der Milchviehherde eines Betriebes

Der effiziente Grobfuttereinsatz beginnt bei der nutzbaren Futtermenge, d. h. dem Ertragsniveau, über reduzierte Konservierungsverluste bis zum Trog bis zur Vermeidung von Luxuskonsum via Rationskontrollen.

Mittels einer konsequenten Mengenerfassung ist dies für das Grünland gut umsetzbar und gibt Aufschlüsse über die Flächeneffizienz je nach Betriebskonzept.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit der Gesamtanalyse der Futterwirtschaft konnten unter Praxisbedingungen wichtige Ansätze zur Erzielung einer Effizienzsteigerung geprüft und weiter umgesetzt werden. Für eine Optimierung der Futterwirtschaft wird als Grundvoraussetzung die Etablierung eines praxistauglichen Ertrags- und Futtermengenerfassungssystems gesehen, dass von einem systematisch aufgebauten „Controlling“ zur Erzielung hoher Grobfutterqualitäten begleitend durchzuführen ist. Die hohen Ertragsunterschiede beim Grünland verdeutlichen, dass ohne eine konsequente Ertragsermittlung eine gezielte Steuerung der Futterwirtschaft nicht möglich ist. Auf Basis von schlagbezogenen Ertragsdaten verfügt der Landwirt über die Datengrundlage, die zu einer entzugsbasierten Düngung sowie zu einer exakten Futterplanung führt. Die Reduzierung von Masse- und Nährstoffverlusten innerhalb des Systems „Feld-Silo-Trog“ sollte über eine kontrollierte Mengenerfassung erfolgen. Unter Anwendung der vorhandenen Messeinrichtungen am Futtermischwagen wurde eine Methode zur Ermittlung von Siloverlust entwickelt, anhand deren Ergebnisse eine „benchmark“ für den Einsatz in Beratung und Praxis gesetzt wurde. Mit der Erfassbarkeit der Mengenströme beim Grobfutter ist eine ständige Kontrolle im gesamten System der Futterwirtschaft und der Fütterung möglich. Die angestrebte Minderung der Verluste um 10 %-Punkte hat sich als realistisch erwiesen. Mit der Etablierung des praxistauglichen Erfassungssystems in der Futterwirtschaft wird ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit der Nährstoffkreisläufe in den Futterbaubetrieben geleistet. Die weitere Umsetzung im Rahmen der Verbundberatung ist anzustreben.

Danksagung

Für die aktive Unterstützung aller Projektbeteiligten und die Förderung durch das Bayerische StMELF bedanken wir uns recht herzlich.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Sauter, J., Latsch, R. (2008): Bröckelverluste beim Raufutter. In: Informationstag Landtechnik, 13./14.10.2008. Forschungsanstalt ART Tänikon, 2-27.
- [2] Zimmer, E. (1980): Efficient silage systems. Proceedings of the British Grassland Society Occasional Symposium No 11 Brighton, UK, 186-197.
- [3] Spiekers, H. (2008): Rentable Milchproduktion bei steigenden Futterkosten. In Milchproduktion in Bayern. Ein Betriebszweig steht vor Herausforderungen. BayStMELF München, Tagungsband 30, 29-36.
- [4] Spiekers, H., Köhler, B. (2010): Mehr Netto vom Brutto - Effizienz der Futterwirtschaft verbessern! In: Milchviehhaltung Erfolgsfaktoren für Spitzenbetriebe. Trendreport Spitzenbetriebe 2010 DLG e.V., Frankfurt a.M., 91-98.
- [5] Klapp, E., Stählin, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 122 Seiten.
- [6] Wendland, M., Diepolder, M., Capriel, P. (2011): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland - Gelbes Heft 09. Unveränderte Auflage 2011, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- [7] Diepolder, M., Raschbacher, S., Heinz, S., Kuhn, G. (2013): Erträge, Nährstoffgehalte und Pflanzenbestände bayerischer Grünlandflächen. In: Wissenschaftstagung der LfL, 4. Juli 2013, LfL-Schriftenreihe 04/2013, ISSN 1611-4159.
- [8] Thurner, S., Fröhner, A., Köhler, B., Demmel, M. (2011): Online measurement of yield and dry matter content of wilted grass with two forage harvesters - comparison with and verification of reference measurements. In: Precision Agriculture 2011, Ed. J.V. Stafford, 8th European conference on Precision Agriculture 2011, Prague, Czech Republic, 628-637.
- [9] Köhler, B., Diepolder, M., Thurner, S., Spiekers, H. (2013): Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben. LfL Projektendbericht, bisher unveröffentlicht, 04/2013.
- [10] DLG (2011): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. Frankfurt a.M., DLG-Verlag, 416 Seiten.
- [11] Richter, W., Zimmermann, N., Abriel, M., Schuster, M., Kölln-Höllrigl, K., Ostertag, J., Meyer, K., Bauer, J., Spiekers, H. (2009): Hygiene bayerischer Silagen: Validierung einer Checkliste zum Controlling am Silo. LfL-Schriftenreihe 9, 130 Seiten.
- [12] Köhler, B., Diepolder, M., Ostertag, J., Thurner, S., Spiekers, H. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science, special issue of the XVI International Silage Conference in Hämeenlinna, Finland, Vol. 22 No.1, 2013, 145-150.
- [13] Köhler, B., Spiekers, H., Diepolder, M., Thurner, S. (2011): Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 12, 92-97.
- [14] Gaigl, J., Köhler, B., Spiekers, H. (2012): Silovermessung - eine Alternative zum Wiegen? In: Schule und Beratung Heft 11-12/2012, 43-45.
- [15] DLG (2005): Bilanzierung der Nährstoffausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG Band 199, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.