

Eiweißbereitstellung vom Grünland auf Betriebsebene

B. Köhler¹⁾, M. Diepolder²⁾, S. Thurner³⁾, H. Spiekers¹⁾

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

¹⁾Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing-Grub

²⁾Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, D-85354 Freising

³⁾Institut für Landtechnik und Tierhaltung, D-85354 Freising

brigitte.koehler@LfL.bayern.de

1 Einleitung und Problemstellung

Das betriebseigene Grobfutter liefert den größten Anteil des in Milchviehbetrieben benötigten Rohproteins. Insbesondere in Regionen mit intensiver Milcherzeugung basiert die Fütterung der Kühe überwiegend auf Grasprodukten [14]. Für einen Milchviehbetrieb ist es entscheidend, wie viel qualitativ hochwertiges Grobfutter „frei Trog“ zur Fütterung angeboten wird [15]. Mit dem heutigen Leistungsniveau der Milchkühe steigen zudem die Anforderungen an den Proteinbedarf in Menge und Qualität an [13]. Die Bewertung der Grasprodukte erfolgt nach dem nutzbaren Rohprotein (nXP) und der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) [6]. Voraussetzungen zur verstärkten Versorgung der Milchkuh mit nXP und die Gewährleistung der RNB vom Grünland sind entsprechende Gehalte und Erträge an Rohprotein (XP) sowie ausreichende Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) und hohe Anteile an unabbaubarem Rohprotein (UDP).

Für die Gewinnung hoher Rohproteinerträge vom Grünland sind neben einer optimalen Bestandeszusammensetzung, die Balance zwischen richtigem Schnitzeitpunkt und hohen TM-Erträgen entscheidend. Auf die nXP-Werte hat die Konservierung über den ME-Gehalt und den UDP-Anteil maßgeblichen Einfluß [5]. So sind bei der Silierung Anwelkgeschwindigkeit und TM-Gehalt entscheidende Faktoren.

Mit den Zielen der „Bayerischen Eiweißstrategie“, zugekaufte Eiweißfuttermittel einzusparen und das Eiweißpotenzial des Grünlandes optimal zu nutzen, gewinnen die Ansätze einer verbesserten Grünlandbewirtschaftung unter dem Aspekt eines verstärkten Einsatzes des Grobfuttereisweißes in der Milchviehfütterung erheblich an Bedeutung. Dies erfordert eine gezielte Steuerung der Futterproduktion. Ansatzpunkte hierfür sind die Quantifizierung der Futterströme und eine Umsetzung der gesetzten Ziele über ein praxisnahes Controlling vom „Feld bis zum Trog“ [9]. In dem vorliegenden Beitrag werden die Rohproteinflüsse an fünf Futterbaubetrieben in Bayern auf Betriebsebene aufgezeigt und damit die Eiweißpotenziale vom Grünland zum Erntezeitpunkt beleuchtet. Es werden je nach Standort und Nutzungsintensität die TM-Erträge und Eiweißkonzentrationen entsprechend der Siliertermine beurteilt, um auf diese Weise praxisbezogene Rückschlüsse auf optimale Rohproteinerträge und nXP-Bereitstellung ziehen zu können.

2 Material und Methoden

Projekt- und Betriebscharakteristik

Im Projekt „Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben“ wurde eine Gesamtanalyse der Grobfutterwirtschaft auf Betriebsebene an fünf Lehr-, Versuchs- und Fachzentren (LVFZ) der LfL in Bayern durchgeführt (Abb. 1). Dabei wurde im dem vierjährigen Projekt gezielt die Bereitstellung von Eiweiß aus Grobfutter auf Betriebsebene untersucht.

Je nach Standort und Betriebsstruktur nimmt das Grünland einen Anteil von 37 % bis zu 100 % an der Grobfutterfläche der LVFZ ein (Tab. 1). Die Milchviehbetriebe liegen auf einem Leistungsniveau von 8.000 bis 10.000 kg Milch/Kuh und Jahr.



Abb. 1: Standorte der Betriebe der LfL (LVFZ) in Bayern

Bei den Grünlandflächen handelt es sich weitgehend um intensiv genutztes Wirtschaftsgrünland mit Nutzungsintensitäten von drei bis fünf Schnitten. Auf ausgewählten repräsentativen Grünlandschlägen der Betriebe wurden die Wiesen unter Anwendung der Ertragsanteil(EA)-Schätzung nach [8] in den Jahren 2009 und 2011, jeweils vor dem ersten Schnitt erfasst und dabei nach Wiesentypen [16] kategorisiert.

Tab. 1: Standortkennzahlen und Grünlandbewirtschaftung der untersuchten Betriebe in Bayern

Betriebe	Agrargebiete	Höhe m über NN	Nieder- schläge ¹⁾ mm	Grün- land- flächen ²⁾ %	Schnitte n	N-Düngung ³⁾ (kg gesamt-N/ha)		
						ges.	org.	min.
Spitalhof	Alpenvorland	730	1.180	100	4-5	200	152	48
Grub	Tertiäres Hügelland	525	992	45	4-5	287	123	164
Achselschwang	Voralpines Hügelland	586	1.010	64	4-5	263	218	45
Hübschenried		653				85	56	29
Almesbach	Ostbayr. Mittelgebirge	417	750	37	3-4	281	150	131

¹⁾Niederschläge im vierjährigen Mittel (2009-2012), ²⁾Grünlandfläche in Prozent der Grobfutterfläche je Betrieb, ³⁾N-Düngung im vierjährigen Mittel als Gesamt-N (keine Abzüge von Ausbringungsverlusten)

Datenerhebung

Zur Erfassung der Rohproteinflüsse wurden über die gesamten Grünlandflächen der Betriebe zu allen praxisüblichen Silageernten die TM-Erträge mittels Wiegen sowie die Futterqualitäten über eine begleitende Probenahme über den vierjährigen Zeitraum von 2009-2012 erhoben. Die Wiegen erfolgten an der Fuhrwerkswaage über die gesamten Erntemengen und zu jedem Schnitt. Die einzelnen Probenahmen erfolgten dabei von jedem Fuhrwerk. Aus dem Probenpool wurde Material zur TM-Bestimmung und zur Qualitätsanalyse vom Anwelkgut (XP, nXP, RNB und Energie (MJ NEL)) entnommen. Die Häufigkeit der TM-Bestimmung wurde auf Schlagebene i.d.R. mit vier Proben je ha und die Qualitätsanalysen auf Siloebene (3 Proben je Silo) festgelegt. Die Rohproteinanalysen wurden mittels NIRS (Nahinfrarot-Spektroskopie)-Technik durchgeführt, die Bewertung von nXP und RNB wurde beim Ausgangsmaterial (Grasanwelkgut) entsprechend den Gleichungen der [6] vorgenommen. Die Eiweiß- und Energiegehalte auf Jahresebene wurden nach den TM-Erträgen je Schnitt gewichtet. Die Bewertung der Eiweißbereitstellung auf Betriebsebene erfolgte vom Ausgangsmaterial zur Ableitung möglicher Maßnahmen aus Sicht der Grünlandbewirtschaftung.

tung. Die weitere Betrachtung von Proteinveränderungen durch die Konservierung wird in diesem Beitrag nicht thematisiert. In Bezug auf TM-Verluste bei Silagen sei auf [10] verwiesen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Grünlandbestände

Bei den Pflanzenbeständen der jeweiligen Standorte handelt es sich um intensiv genutztes Wirtschaftsgrünland, mit hohen Gräser-EA von 80-90 % (Abb. 2). Dabei bildeten im Wesentlichen die Gräser „*Alopecurus pratensis*“ (Wiesenfuchsschwanz), „*Lolium perenne*“ (Dt. Weidelgras) und „*Poa trivialis*“ (Gemeine Risppe) die Hauptbestandbildner (HBB). An den Standorten mit hoher Nutzungsintensität (vier bis fünf Schnitte) nahm überwiegend der Wiesenfuchsschwanz den Platz als Hauptbestandbildner ein. Dagegen war am Standort Almesbach mit drei bis vier Schnitten das Dt. Weidelgras als HBB vertreten. Eine zunehmende Etablierung des Wiesenfuchsschwanzes im EA der Wiesenbestände wurde ebenfalls im bayernweiten Grünlandmonitoring festgestellt [11]. Bei allen Betrieben nahm die Gemeine Risppe bereits den zweit- bis dritthöchsten EA bei den Gräsern ein. Diese ist in Bezug auf einen ertragsmindernden Effekt [7] bei der Beurteilung der Ertragspotenziale zu beachten. Das Wirtschaftsgrünland der Standorte Spitalhof, Grub und Achselchwang (mit dem Nebenstandort Hübschenried) kann überwiegend in den Wiesentyp „Wiesenfuchsschwanzwiese“ (> 25 % EA „*Alopecurus pratensis*“) und der Standort Almesbach in „gräserreiche Wiese“ (keine Einzelgrasart > 25 %) eingestuft werden.

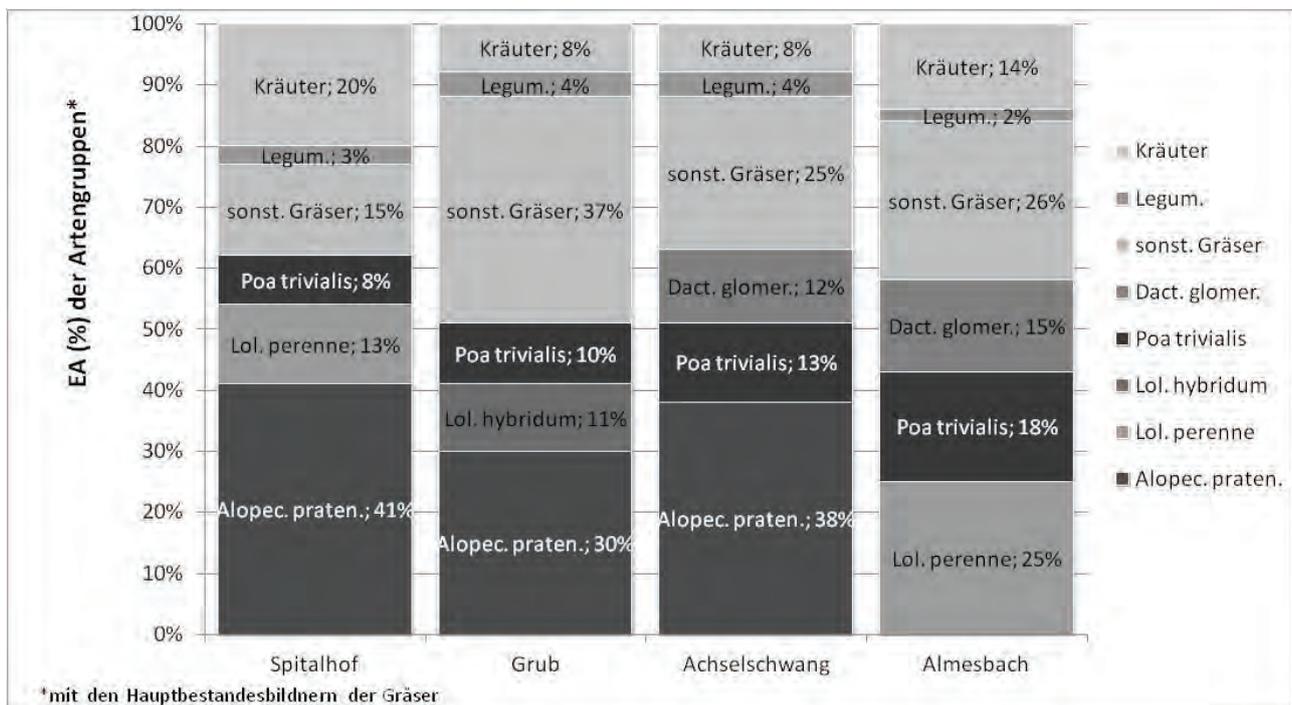


Abb. 2: Betriebspezifische Charakterisierung des Wirtschaftsgrünlandes aus einer repräsentativen Bestandaufnahme ausgewählter Schläge mittels der EA-Schätzung (Artengruppen und Gräser mit den höchsten EA) je Standort.

Futterqualitäten auf Betriebsebene

Zur Beurteilung der Grobfutterqualitäten auf Betriebsebene wurden die Analysen der Eiweiß- und Energiegehalte vom Ausgangsmaterial herangezogen. Im vierjährigen Mittel lagen die Rohproteingehalte je nach Betriebsstandort im Bereich von 160 bis 171 g XP/kg TM (Tab. 2). Somit entsprechen die erzielten Rohproteingehalte im Mittel den Ansprüchen an eine grobfutterbasierte und leistungsorientierte Milchviehfütterung [4]. Bei Betrachtung der Rohproteingehalte je Jahr über den vierjährigen Zeitraum, sind für die Betriebe mehr Jahreseffekte festzustellen als durch die Einflussfaktoren wie Standort oder Bewirtschaftung zu erwarten wäre (siehe Abb. 3). Im Jahr 2011 ergaben sich über die Standorte hinweg durch Witterungsbedingungen deutlich geringere mittlere Rohproteingehalte. Die Gründe dafür lagen vermutlich in einer geringeren Stickstoffmobilisierung aufgrund von Trockenheit vor dem ersten Schnitt sowie geringeren Rohproteingehalten in den Folgeaufwüchsen aufgrund hoher Masseerträge („Verdünnungseffekt“).

Tab. 2: Futterqualitätskennzahlen (XP, nXP und RNB sowie Energie-Gehalte) vom Grünland auf Betriebsebene je Betrieb im vierjährigen Mittel von 2009-2012 (gewichtet nach TM-Ertrag je Schnitt), Analysen beim Anwelkgut.

	XP-Gehalt	nXP-Gehalt g/kg TM	RNB	Energie MJ NEL/kg TM
Spitalhof	166	139	4,4	6,2
Grub	171	136	5,7	6,0
Achselschwang	164	136	4,5	6,1
Hübschenried	160	135	3,9	6,1
Almesbach	167	135	5,2	6,0

Der Vergleich der Rohproteingehalte aus den vierjährigen Daten der fünf Betriebsstandorte mit den Ergebnissen aus dem bayernweiten Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen zeigt, dass sich bei den Nutzungsintensitäten mit vier bis fünf Schnitten eine sehr gute Übereinstimmung im mittleren Rohproteingehalt ergab [2].

Die ermittelten nXP-Gehalte im Ausgangsmaterial lagen im Bereich von 135 bis 139 g/kg TM. Der starke Einfluss der Konservierung ist hierbei noch zu beachten, um die Empfehlung für gute Silagen mit Werten > 135 g nXP/kg TM [4] einzuhalten. Bei den Energiegehalten zeigten sich im vierjährigen Mittel zwischen den Betrieben durchaus unterschiedliche Niveaus, deren mittlere Werte im Bereich von 6,0 bis 6,2 MJ NEL/kg TM lagen. Um die Zielsetzung hoher Grobfutterleistung in der Milchviehfütterung zu erreichen, sind höhere Qualitätsanforderungen mit über 6,1 MJ NEL/kg TM in der Silage zu stellen. Mögliche Ansätze hierfür sind neben der Einhaltung des richtigen Schnittzeitpunkts, die Grünlandbewirtschaftung immer mit Blick auf eine optimale Bestandeszusammensetzung zu führen. Dafür können bestimmte Pflegemaßnahmen (z.B. Nachsaaten) durchgeführt werden.

Rohproteinträge auf Betriebsebene

Die Rohproteinträge des Grünlandes zeigten bei der insgesamt hohen Nutzungsintensität zwischen den Jahren am Einzelstandort und zwischen den Standorten deutliche Unterschiede in ihrer Höhe (Abb. 3). Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass auf den Eiweißtrag einer Fläche zahlreiche Faktoren wie Schnittzeitpunkt, Massenwachstumsbedingungen und dabei insbesondere die aktuelle Witterung und die Nährstoffversorgung einen Einfluss haben.

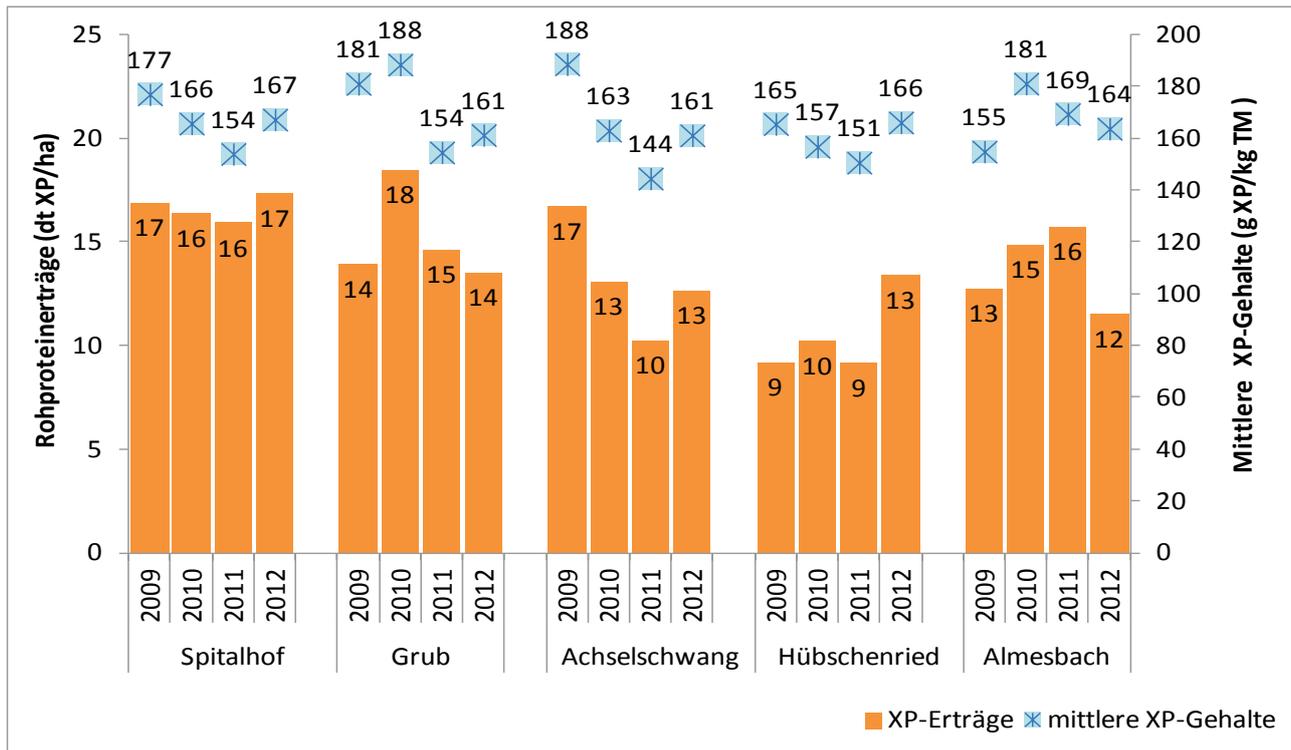


Abb. 3: Rohproteinерträge (dt XP/ha und Jahr; Säulen) und mittlere nach TM-Ertrag gewichtete XP-Gehalte (g XP/kg TM, Punkte) je Jahr vom Grünland auf Betriebsebene bei vier bis fünf Schnitten (Spitalhof, Grub, Achselschwang und Hübschenried) sowie bei drei bis vier Schnitten (Almesbach)

Am Standort Spitalhof wurden über die Jahre die konstantesten und höchsten Rohproteinерträge mit 17 dt XP/ha erzielt. Am Versuchsbetrieb Grub lagen die durchschnittlichen Rohproteinерträge bei 15 dt XP/ha. Die deutlich höheren Erträge von 18 dt XP/ha im Jahr 2010 kamen durch das Zusammenwirken hoher Massenerträge mit relativ hohen Rohproteingehalten bei den Folgeschnitten v. a. beim dritten und vierten Schnitt zustande. Im Jahr 2012 ist der Rückgang der Erträge auf 14 dt XP/ha wiederum in Verbindung mit einer verringerten Schnittintensität auf vier Schnitte und den damit verbundenen späten letzten Schnitt mit stark reduziertem Rohproteinengehalt zu sehen. Am Standort Achselschwang traten im Rohproteinерtrag deutliche Schwankungen zwischen den Jahren von 10-17 dt XP/ha auf. Die witterungsbedingt niedrigeren Rohproteinengehalte im Jahr 2011 machten sich am Standort Achselschwang durch den gleichzeitig geringen Massenertrag mit 10 dt XP/ha deutlich bemerkbar. Das Eiweißpotenzial des extensiv bewirtschafteten Grünlandstandortes Hübschenried, der gleichbleibend bei hoher Schnittintensität (fünf Schnitte) genutzt wurde, lag im Durchschnitt der Jahre bei 10 dt XP/ha. Der erhöhte Ertrag im Jahr 2012 ist wiederum im Zusammenhang mit einer erhöhten N-Düngung ausgewählter Schläge zu sehen. Am Standort Almesbach wurden bei der Drei- bis Vierschnittnutzung im Durchschnitt 14 dt XP/ha erzielt. Bei den hohen Nutzungsintensitäten von vier bis fünf Schnitten nahmen beim Rohproteinерtrag die Folgeaufwüchse durchaus hohe Anteile ein (Tab. 3).

Tab. 3: Mittlere Rohproteinträge im vierjährigen Mittel (2009-2012) sowie prozentualer Anteil des jeweiligen Schnittes am Rohproteintrag

Betrieb	XP-Ertrag dt XP/ha	Schnitte (%)				
		1	2	3	4	5
Spitalhof	17	30	19	19	20	12
Grub	15	26	27	21	22	4
Achselschwang	13	27	19	18	18	17
Hübschenried	10	30	20	17	18	15
Almesbach	14	38	28	22	11	-

Mit dem Blick auf eine grünlandbasierte optimale Grobfutter- sowie Eiweißversorgung für die Milchviehfütterung sind im Mittel auf Betriebsebene den Leistungsanforderungen entsprechende Eiweißgehalte erzielt worden. Die großen Schwankungen traten vor allem durch Jahreseffekte auf, die stärker witterungsbedingt waren oder zum Teil direkt einen Einfluss auf den Erntetermin und somit auf den richtigen Schnittzeitpunkt hatten. Weitere Versuchsergebnisse ([3], [2]) zeigen auf, dass der Einfluss der N-Düngung auf die Rohproteinergehalte bei einer entzugsorientierten Düngung relativ gering ist. Ein deutlicher Einfluss auf den Rohproteintrag, bei Betrachtung auf Betriebsebene über alle Schnitte, ist im TM-Ertrag zu sehen, während der mittlere XP-Gehalt keine Beziehung zum mittleren XP-Ertrag aufwies (s. Abb. 4-5).

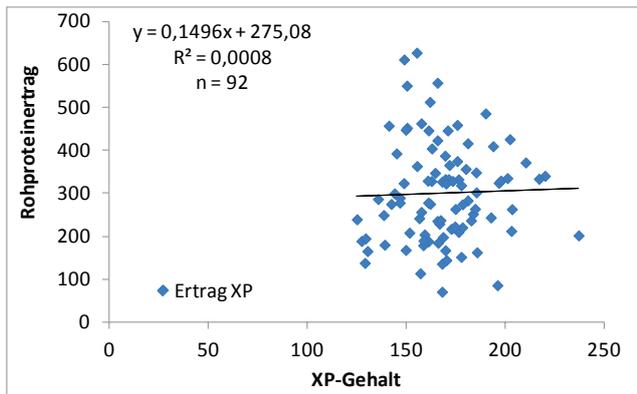


Abb. 4: Regression XP-Ertrag zu XP-Gehalt über alle Standorte, Jahre und Schnitte

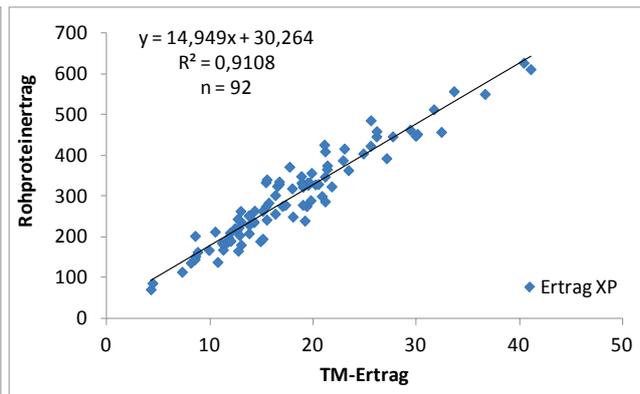


Abb. 5: Regression XP-Ertrag zu TM-Ertrag über alle Standorte, Jahre und Schnitte

Jedoch ist die Ausrichtung der Grünlandbewirtschaftung auf optimale TM-Erträge nur unter der Einhaltung des optimalen Schnittzeitpunktes zu sehen, da dies nach wie vor die größte Stellschraube in Bezug auf hohe Grobfutterqualitäten ist. Im Regelfall wurde dies an allen Standorten durch frühe Mahdtermine zum ersten Schnitt sowie für die Folgeschnitte mit Mahdabständen zwischen vier und sechs Wochen eingehalten. Eine Ableitung pflanzenbaulicher Maßnahmen für eine effiziente und nachhaltige Grünlandbewirtschaftung ist in erster Linie im Erhalt einer optimalen Bestandeszusammensetzung sowie in der Durchführung entsprechender Pflegemaßnahmen, z.B. Nachsaaten zu sehen. Die vorwiegend festgestellten HBB wie Wiesenfuchsschwanz und Gemeine Risppe und die geringen Anteile des Dt. Weidelgrases zeigen auf, dass eine dem Standort entsprechende, zum Teil auch schlagdifferenzierte Grünlandbewirtschaftung wieder mehr Aufmerksamkeit zu widmen ist. Bei EA der Gemeinen Risppe von > 15 % sollten bereits Pflegemaßnahmen zur Bekämpfung der Gemeinen Risppe verstärkt im Blickfeld des Landwirts sein [12]. Mit der Umsetzung

einer ertrags- wie qualitätsorientierten Erfassung des Grünlandes ist die Basis für eine effiziente und nachhaltige Nutzung gegeben.

Wie bereits eingangs erläutert sind die Aspekte einer bedarfs- und leistungsorientierten Grobfutterversorgung für das Milchvieh unter der Bewertung der nXP-Bereitstellung zu sehen. Hierbei sind aber zusätzlich zu den diskutierten pflanzenbaulichen Maßnahmen für optimale Rohproteinерträge, weitere Kriterien wie der Einfluss der Konservierung beim Gras und somit die Wirkung auf den ME-Gehalt und die UDP-Anteile zur Optimierung der nXP-Versorgung zu berücksichtigen. Die Auswertungen zu den TM-Verlusten im Silo [10] und die Möglichkeiten zur Optimierung der Proteinqualität [5] zeigen, dass hier ein weiterer wesentlicher Ansatzpunkt liegt.

4 Schlussfolgerungen

Für den Futterbaubetrieb sind möglichst hohe Rohproteinерträge eine wichtige Zielgröße, um eine optimale Eiweißversorgung aus dem Grobfutter für Milch- und Jungvieh bereitzustellen, Anzustreben sind hohe und stabile TM-Erträge frei Trog, die hinsichtlich der Futterwerte den Orientierungswerten der Fütterung [4] entsprechen. Die Auswertungen auf Basis der Ertrags- und Qualitätserfassungen auf Betriebsebene zeigen auf, dass hohe Rohproteinерträge von mehreren Faktoren der Grünlandwirtschaft abhängen. Entscheidende Größen sind neben einer optimalen Bestandeszusammensetzung, die Balance zwischen richtigen Schnittzeitpunkt und hohen TM-Erträgen. Auf Basis dieser Ertragsinformation mit einem begleitenden Qualitätscontrolling „bis zum Trog“ kann eine effiziente und nachhaltige Nutzung des Grünlandes unter den Aspekten einer qualitätsorientierten Futtergewinnung erfolgen.

5 Literatur

- [1] DIEPOLDER, M. und RASCHBACHER, S., (2011): Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität – Güllegaben und Nutzungshäufigkeit – bei einem Standort im Sllgäuer Alpenvorland. Gülle 11 – Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland, Tagungsband der internationalen Tagung im Kloster Reute, Hsg. Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Elie, Pötsch, Nußbaum, Messner, LAZBW Baden-Württemberg, 81-85.
- [2] DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., HEINZ, S. und KUHN, G (2013): Erträge, Nährstoffgehalte und Pflanzenbestände bayerischer Grünlandflächen. In: Tagungsband Agrarforschung hat Zukunft – Wissenschaftstagung der LfL, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL-Schriftenreihe 04/2013, Freising, S. 185-194, ISSN 1611-4159.
- [3] DIEPOLDER, M. und SCHRÖPEL, R. (2002): Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuches auf einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenvorland. Schule und Beratung, 4/2002, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- [4] DLG (2011): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. Frankfurt/Main: DLG-Verlag, 416 Seiten.
- [5] EDMUNDS, B., SPIEKERS, H., SÜDEKUM, K., NUSSBAUM, H., SCHWARZ, F.J. and BENNETT, R. (2013): Effect of extent and rate of wilting on nitrogen components of grass silages. Grass and Forage Science, im Druck (doi: 10.1111/gfs.12013).
- [6] GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder - Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag Frankfurt a.M. ISBN 3-7690-0591-0.
- [7] HARTMANN, S., HOCHBERG, H., RIEHL, G. and WURTH, W. (2011): Measuring the loss of dry matter yield effected by Rough stalked meadow grass (*Poa trivialis*). In: Grassland

- farming and land management systems in mountainous regions, European Grassland Federation Raumberg-Gumpenstein 2011. Grassland Science in Europe, Vol. 16, p. 241-243.
- [8] KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 122 Seiten.
- [9] KÖHLER, B., DIEPOLDER, M., THURNER, S. und SPIEKERS, H. (2013a): Effiziente Futterwirtschaft auf Betriebsebene. In: Tagungsband Agrarforschung hat Zukunft - Wissenschaftstagung der LfL, Schriftenreihe 04/2013, S. 203-212, ISSN 1611-4159.
- [10] KÖHLER, B.; DIEPOLDER, M.; OSTERTAG, J.; THURNER, S. and SPIEKERS, H. (2013b): 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, p. 145-150, ISSN 1795-1895.
- [11] KUHN, G., HEINZ, S. und MAYER, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern. Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, LfL-Schriftenreihe 03/2011, ISSN 1611-4159.
- [12] SAUTER, J., LATSCH, R. und PÖLLINGER, A. (2013): Eindämmung der Gemeinen Risppe. Lücken führen zum Erfolg. Hrg: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Art Bericht 763 März 2013. ISSN 1661-7568
- [13] SCHUBA, J. und SÜDEKUM, K. (2012): Pansengeschützte Aminosäuren in der Milchkuhfütterung unter besonderer Berücksichtigung von Methionin und Lysin. In: Übersichten Tierernährung 40 Heft 2, DLG Verlag e.V., Frankfurt a.M., 113-149.
- [14] SPIEKERS, H., ETTLE, T., MOOSMEYER, M. und STEINBERGER, S. (2011): Effiziente Nutzung von Weide und Grünfütterkonservaten mit Milchkühen. In Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 12, 55. Jahrestagung der AGGF in Oldenburg 2011, ISBN: 978-3-00-035393-2, 53-62.
- [15] SPIEKERS, H. und KÖHLER, B. (2010): Mehr Netto vom Brutto – Effizienz der Futterwirtschaft verbessern. In: Milchviehhaltung - Erfolgsfaktoren für Spitzenbetriebe. DLG Trendreport Spitzenbetriebe 2010, DLG e. V., Frankfurt am Main, 91-98.
- [16] WENDLAND, M., DIEPOLDER, M. und 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.