

Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen

von DR. MICHAEL DIEPOLDER, SVEN RASCHBACHER, DR. SABINE HEINZ und DR. GISBERT KUHN: **Auf 120 gezielt ausgewählten Schlägen wurden seit 2009 die Erträge und Mineralstoffgehalte aller Aufwüchse mit genau definierten Schnittproben gemessen und die jährlichen Trockenmasseerträge und Nährstoffabfuhr errechnet. Die Flächen wurden aus den rund 6 100 im Rahmen des „Grünlandmonitoring Bayern“ vegetationskundlich aufgenommenen Wirtschaftsgrünlandflächen ausgewählt. Die erste dreijährige Auswertung (2009 – 2011) zeigt, dass eine Klassifizierung von Erträgen und Nährstoffabfuhr in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität gerechtfertigt ist. Zudem ist die Übereinstimmung zwischen den in Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten und den aus Versuchen abgeleiteten Faustzahlen, welche in der bayerischen landwirtschaftlichen Beratung verwendet werden, relativ gut. Auch deutet sich schon jetzt an, dass es fachlich sinnvoll ist, Faustzahlen mittels einfacher Korrekturfaktoren auf einzelbetriebliche oder regionale Verhältnisse anzupassen.**

Während bei Marktfrüchten die in der Praxis erzielten Erträge relativ gut bekannt sind, trifft dies für Grünlandflächen bislang weitaus weniger zu. Daher basieren für pflanzenbauliche und ökonomische Kalkulationen wichtige Faustzahlen meist auf Schätzwerten oder Daten von Feldversuchen. Letztere können allerdings nur an vergleichsweise wenigen Standorten durchgeführt werden.

Ziel des Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf bayerischen Grünlandflächen ist es daher, Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Pflanzenbestandszusammensetzung und Boden-Klima-Räumen zu quantifizieren. Damit soll zukünftig eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung, Nährstoffbilanzierung nach Düngeverordnung) geschaffen werden. In diesem Beitrag werden erste, mittels manueller Schnittproben gewonnene dreijährige Ergebnisse von bayerischen Praxisflächen mit zwei bis fünf Schnittnutzungen vorgestellt und diskutiert.

Material und Methoden

Im Zeitraum 2002 – 2008 wurden im Rahmen des „Grünlandmonitoring Bayern“ (KUHN et al., 2011) erstmalig 6 108 Wirtschaftsgrünlandflächen vegetationskundlich aufgenommen. Daraus wurden 120 Grünlandschläge gezielt für eine Beerntung in den Jahren 2009 – 2012 ausgewählt. Hierbei werden in enger Zusammenarbeit mit dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung e. V. (LKP) mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5 –

6 cm, Schnittzeitpunkt vor der Beerntung des Schlages durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge (TM) aller Aufwüchse sowie deren Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) bestimmt; der Rohproteingehalt (RP) wird aus dem N-Gehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 abgeleitet. Aus den TM-Erträgen und Mineralstoffgehalten werden für jede Fläche der jährliche TM-Ertrag pro Hektar bzw. die entsprechenden Nährstoffabfuhr ermittelt, welche bei Phosphor, Kali und Magnesium düngungskonform in Oxidform umgerechnet werden. Die gewonnenen Daten incl. zusätzlich erhobener betriebs- und schlagspezifischer Parameter fließen in eine Biomasse- und Nährstoffdatenbank der LfL.

Die für diesen Beitrag analysierten Daten der Jahre 2009 bis 2011 wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen. Die in *Tabelle 1* aufgeführten RP- bzw. Mineralstoffgehalte sind als gewichtete Mittel, also unter Einbeziehung der Ertragsanteile einzelner Schnitte am Jahresertrag ausgewiesen. Um die Ergebnisse mit den offiziellen bayerischen Faustzahlen zur Düngebedarfsermittlung (WENDLAND et al., LfL, 2011) bzw. der Nährstoffbilanzierung nach Düngeverordnung (DüV) vergleichen zu können, wurden weiterhin die aus den Schnittproben ermittelten TM-Erträge auch auf Nettowerte umgerechnet und die Netto-Abfuhr an Nährstoffen bestimmt. In diese Umrechnung flossen neuere Erkenntnisse aus Arbeiten von KÖHLER et al. (2012) ein. Ebenfalls wurde berücksichtigt, dass bei den bayerischen Faustzahlen Standard-Netto-Werte bei vorwiegender Silagenutzung (Heuanteil max. 20 Prozent) unterstellt sind. Der Datensatz wurde statistisch verrechnet (SAS, PROC GLM, SNK-Test mit Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$).

Schnitte pro Jahr						
	2	3	4	5		
n	32	39	77	55		
TM _{brutto}	53,2 d	87,0 c	111,2 b	123,3 a		
RP	133 d	147 c	161 b	176 a		
P	3,29 d	3,93 bc	4,13 b	4,49 a		
K	24,8 c	29,7 b	30,5 b	34,6 a		
Mg	2,96					
S	2,43 b	2,75 b	2,80 ab	2,87 a		
Ca	8,7					
Na	0,41 b	0,61 ab	0,89 a	0,59 ab		
Zn	36,8					
Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitätsstufen						

Tabelle 1: Jahreserträge von Schnittproben (in dt TM/ha) sowie deren Rohprotein- bzw. Mineralstoffgehalt (in g/kg TM, bei ZN in mg/kg TM, gewichtete Mitte) bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Mittel 2009 – 2011)

Unterschiedliche Buchstaben in *Tabelle 1* und *Tabelle 3* bedeuten bei den aufgeführten Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Schnitten pro Jahr.

Ergebnisse und Diskussion

Aus *Tabelle 1* geht hervor, dass sich insbesondere beim TM-Ertrag, jedoch auch bei den meisten Inhaltsstoffen sehr deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Nutzungsintensitäten abzeichnen. Dabei steigen die Werte von niedriger (zwei Schnitte pro Jahr) über mittlere (drei Schnitte pro Jahr) bis hin zu hoher bzw. sehr hoher (vier bzw. fünf Schnitte pro Jahr) Nutzungsintensität an. Weniger ausgeprägt war dies beim Schwefel- und insbesondere beim Natriumgehalt beobachtbar. Die mittleren Magnesium-, Kalzium- und Zinkgehalte zeigten in diesem Datensatz weder hinsichtlich der Nutzungsintensität, noch dem Einzeljahr oder deren Wechselwirkung signifikante Unterschiede. Sie sind daher in *Tabelle 1* als Gesamtmittel ausgewiesen.

Vergleicht man die mittleren Gehalte der jeweiligen Intensitätsstufen von *Tabelle 1* mit erforderlichen Konzentrationen bzw. Orientierungswerten in in der Milchviehfütterung (GRUBER FUTTERWERTTABELLE, LFL, 2011), so lassen sich anhand *Tabelle 2* folgende Sachverhalte feststellen: Bei 4 bis 5 Schnitten liegen die mittleren Rohproteingehalte von 161 bzw. 176 g/kg TM (*Tabelle 1*) auf dem Niveau gewünschter Rohproteingehalte in der Gesamtration von Milchkühen mit einer hohen Leistung von ca. 40 kg/Tag, während ein mittlerer Rohproteingehalt von 147 g/kg TM bei Grünlandbeständen mit dreimaliger Nutzung dem Orientierungswert für eine Ration bei halb so hohem Leistungsniveau (20 kg/Tag)

entspricht. Die Praxisergebnisse belegen damit, dass eine intensive (standortgerechte) Nutzung maßgeblich zur grundfutterbasierten Eiweißversorgung in der leistungsorientierten Milchviehfütterung beiträgt. Aus Sicht der Pflanzenernährung wird der „kritische N-Gehalt“ – also die N-Konzentration, unter der Mangelsymptome auftreten – bei etwa 1,5 Prozent N in der TM angegeben (AMBERGER, 1996), was etwa 94 g RP/kg TM entspricht.

In Bezug auf den Phosphor werden bei Milchleistungen von 20 bzw. 40 kg/Tag Gehalte in der Gesamtration von 3,3 bzw. 4,0 g P/kg TM empfohlen (*Tabelle 2*). Der höhere Wert wird im Durchschnitt fast schon bei Dreischnittwiesen erreicht, wie man aus *Tabelle 1* entnehmen kann. Aus pflanzenbaulicher Sicht würden Gehalte unter ca. 2,0 bis 2,5 g P/kg TM auf eine Unterversorgung hindeuten (AMBERGER, 1996; DIEPOLDER & HEGE, 2004). Andererseits scheinen nach Untersuchungen von GREINER et al. (2010) Gehalte von 3,0 g P/kg TM für eine Ausschöpfung des Ertragspotenzials ausreichend zu sein. Aus den Ergebnissen lässt sich somit kein Hinweis auf eine pflanzenbaulich unzureichende P-Versorgung bei einer bestimmten Intensitätsstufe ableiten.

Beim Kalium deutet sich dagegen eine große Diskrepanz zwischen den gewünschten pflanzenbaulichen bzw. tierischen Bedarfswerten und den in den Proben gemessenen Kaliumwerten an. So sehen GREINER et al. (2010) zur Bemessung der Düngung einen Standardentzug von 20 g K/kg TM für die Ausschöpfung des Ertragsniveaus als ausreichend an. Nach AMBERGER (1996) weisen K-Gehalte unter 15 g/kg TM auf einen K-Mangel hin. Unabhängig vom tierischen Leistungsniveau werden in der Milchviehration 10 g K/kg TM als Orientierungswert angesetzt (*Tabelle 2*), wobei sich im Grünlandaufwuchs die K-Gehalte idealerweise in einem Bereich von ca. 24 – 26 g/kg TM bewegen sollten (SCHUSTER/MOOSMEYER, LFL, mündliche Mitteilung). Wie aus *Tabelle 1* zu ersehen ist, weichen davon die mittleren Werte der Schnittproben deutlich nach oben ab, wobei die Gehalte von niedriger zu hoher Intensität ansteigen.

Die mittleren Schwefelgehalte im Futter von ca. 2,5 – 2,9 g/kg TM (*Tabelle 1*) lassen bei keiner Nutzungsintensität auf eine generell unzureichende Versorgungslage schließen; die Gehalte sind deutlich höher als der Orientierungswert von

Leistung	RP	P	Mg	Ca	K	S	Na
20 kg/Tag	145	3,3		5,3			1,4
40 kg/Tag	165	4,0	1,6	6,4	10	2,0	1,5

Tabelle 2: Orientierungswerte zur erforderlichen Konzentration von Rohprotein und Mengenelementen (in g/kg TM) in der Gesamtration von Milchkühen mit unterschiedlicher Milchleistung (nach GRUBER FUTTERWERTTABELLE, LFL, 2011)

2,0 g S/kg TM für eine Milchviehration (LFL, 2011), welcher in etwa der Untergrenze für den pflanzlichen Bedarf entspricht (DIEPOLDER, 2003). Dagegen liegen die mittleren Natriumwerte im Grünlandfutter deutlich unter den Orientierungswerten der Milchviehfütterung von 1,4 bis 1,5 g Na/kg TM und bestätigen den für dieses Element bekannten Ergänzungsbedarf über Mineralfutter (LFL, 2011). AMBERGER (1996) verweist darauf, dass Natrium für C₃-Pflanzen kein essentielles Nährelement ist.

In *Tabelle 3* sind die durchschnittlichen Netto-Erträge sowie Netto-Nährstoffabfuhr für die jeweiligen Nutzungsintensitäten und die dazugehörigen Standardabweichungen (s) dargestellt. Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streubreite der Werte eines Merkmals rund um dessen Mittelwert (etwa zwei Drittel aller Werte liegen in dem Intervall von Mittelwert – s bis Mittelwert + s). Darüber sind zum Vergleich die bayerischen Faustzahlen (WENDLAND et al., LFL, 2011) dargestellt.

Sowohl beim Ertrag als auch bei den Nährstoffabfuhr steigen die Mittelwerte mit zunehmender Nutzungsintensität an, und es unterscheiden sich die vier Intensitätsstufen fast ausnahmslos signifikant voneinander. Insgesamt besteht eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den in Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten und den Faustzahlen. Auch konnten für bayerische Praxisflächen erstmals intensitätsabhängige Schwefelabfuhr ermittelt werden, was im Grünlandbereich die derzeit gültigen bayerischen Faustzahlen zur Düngung ergänzt.

Die wie erwartet bei allen Parametern und Intensitätsstufen festgestellten großen Streuungen um die Mittelwerte zeigen jedoch auch, dass Durchschnittswerte und damit Faustzahlen zur Ableitung von Düngungsempfehlungen bzw. zur Erstellung von Flächenbilanzen nur unvollkommen die tatsächlichen Verhältnisse eines Einzelbetriebes wieder spiegeln können. Daher ist es sinnvoll und berechtigt, Faustzahlen mittels einfacher Korrekturfaktoren den schlagspezifischen Gegebenheiten anpassen zu können. Dies ist z. B. im Leitfaden zur Düngung (LFL, WENDLAND et al., 2011) schon jetzt vorgesehen, wobei es Gegenstand künftiger Untersuchungen sein wird, die bisherigen Korrekturfaktoren zu validieren und ggf. noch zu erweitern.

Bei allen dargestellten Intensitätsstufen überschritten die Mittelwerte der Praxis schläge im Durchschnitt die in den Faustzahlen genannten Werte beim TM-Ertrag um ca. 6 Prozent, bei der N-Abfuhr um ca. 7 Prozent und bei der Mg-Abfuhr um rund 8 Prozent. Die geringste Abweichung war mit ca. 5 Prozent bei der P-Abfuhr feststellbar.

Bei den Netto-Abfuhr von Kali war die große Diskrepanz zwischen den Mittelwerten der Praxisflächen und den Faustzahlen besonders auffallend (*Tabelle 3*), was weniger auf abweichende TM-Erträge als auf die hohen K-Gehalte

(*Tabelle 2*) der Praxisflächen zurückzuführen war. Mit Ausnahme der Zweischnittwiesen lag die mittlere Kaliabfuhr der Praxis schläge bei den übrigen Intensitätsstufen um durchschnittlich rund 41 Prozent (32 bis 46 Prozent) über den veranschlagten Zahlen.

Es ist jedoch kritisch zu hinterfragen, ob aufgrund dieser Ergebnisse künftig die Düngungsempfehlungen für Kalium angehoben werden müssen. Die bereits diskutierten Empfehlungen in der Tierernährung (LFL, 2011) sowie insbesondere auch die Resultate von GREINER et al. (2010), wonach eine Kalidüngung nach Standardentzug (2,0 kg K bzw. 2,4 kg K₂O pro Dezitonne TM) ausreichend für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzial ist, lassen dies aus fachlicher Sicht nicht sinnvoll erscheinen.

Fazit und Ausblick

Insgesamt besteht auf der Basis des bisherigen Datensatzes (2009 – 2011) eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den in Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten und den in der bayerischen landwirtschaftlichen Beratung verwendeten, nach Intensitätsstufen unterteilten Faustzahlen.

		Schnitte pro Jahr							
		2		3		4		5	
TM	Faustzahl	55		75		90		110	
	Ø _{Praxis}	50	d	81	c	104	b	115	a
	s	18		17		21		28	
N	Faustzahl	100		165		245		310	
	Ø _{Praxis}	104	d	190	c	267	b	320	a
	s	41		41		58		72	
P ₂ O ₅	Faustzahl	40		70		90		110	
	Ø _{Praxis}	37	d	72	c	99	b	118	a
	s	16		16		24		33	
K ₂ O	Faustzahl	140		220		270		330	
	Ø _{Praxis}	145	d	290	c	386	b	481	a
	s	57		97		127		154	
MgO	Faustzahl	20		40		45		55	
	Ø _{Praxis}	23	c	40	b	53	a	57	a
	s	9		10		13		19	
S	Faustzahl	-		-		-		-	
	Ø _{Praxis}	12	d	22	c	29	b	33	a
	s	4		9		7		10	

Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

Tabelle 3: Netto-Erträge (in dt TM/ha) und Netto-Nährstoffabfuhr (in kg/ha) – Vergleich zwischen bayerischen Faustzahlen (WENDLAND et al., 2011) und Daten von Praxisflächen (Mittel 2009-2011, s: Standardabweichung)

Eine Ausnahme sind die auf den Praxisschlägen bei allen Nutzungsintensitäten festgestellten weit über den veranschlagten Werten liegenden Kalientzüge, wobei die gemessenen K-Gehalte den für Pflanze und Tier notwendigen Bedarf deutlich übersteigen. Zudem weisen die bei allen Parametern und Nutzungsintensitäten aufgetretenen hohen Streuungen um die Mittelwerte darauf hin, dass es sinnvoll und berechtigt ist, Faustzahlen mittels (einfacher) Korrekturfaktoren anpassen zu können.

Für den Zeitraum 2012 bis 2014 wird das Monitoring um weitere 30 Flächen erweitert. Dabei ist geplant bei künftigen Auswertungen mit einem größeren Datensatz auch zu untersuchen, ob und inwieweit sich Unterschiede zwischen unterschiedlichen Wiesentypen und Regionen ableiten lassen.

Literaturangaben bei den Autoren.

DR. MICHAEL DIEPOLDER
SVEN RASCHBACHER
DR. SABINE HEINZ
DR. GISBERT KUHN

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT
 INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU, AGRARÖKOLOGIE UND BODENKULTUR
 michael.diepolder@lfl.bayern.de
 sven.raschbacher@lfl.bayern.de
 sabine.heinz@lfl.bayern.de
 gisbert.kuhn@lfl.bayern.de

Grüner Sieger – Förderpreis Ökologischer Landbau 2013

Drei besonders innovative, biologisch wirtschaftende Betriebe sind im Rahmen der Internationalen Grünen Woche 2013 in Berlin von Bundeslandwirtschaftsministerin Ilse Aigner mit dem Förderpreis Ökologischer Landbau 2013 ausgezeichnet worden. „Ich freue mich, dass der ökologische Landbau ständig neue Lösungen und innovative Konzepte entwickelt, von denen die gesamte Branche profitiert. Die Konzepte der drei Preisträger aus Baden-Württemberg und Hessen zeigen, wie hervorragend man Ökologie und Ökonomie verbinden kann“, erklärte Aigner bei der Preisverleihung. Insgesamt hatten sich 51 Betriebe um den Förderpreis Ökologischer Landbau 2013 beworben, der mit 21 000 Euro dotiert ist.

Den ersten Platz des Förderpreises Ökologischer Landbau 2013 belegte das Weingut Wilhelm Zähringer aus Heitersheim in Baden-Württemberg für seine Pionierleistungen im ökologischen Weinbau. Dazu zählen u. a. Begrünungs- und Düngesysteme sowie nachhaltige Konzepte, mit denen der Kupfereinsatz minimiert werden kann. Darüber hinaus hat der Betrieb Zähringer als erstes deutsches Weingut eine umfassende CO₂-Bilanzierung vorgenommen und daraus direkte Konsequenzen für die Praxis gezogen, etwa durch Investitionen in beson-

ders klimaschonende Verpackungen.

Der Pappelhof Wollinsky und Preuß GbR in Reichelsheim in Hessen wurde für sein großes wirtschaftliches Engagement in der Region und sein ausgeklügeltes Energiekonzept mit dem zweiten Preis ausgezeichnet. Der landwirtschaftliche Betrieb bewirtschaftet mit neun Mitarbeitern 42 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche. Darüber hinaus sind am Wirtschaftsstandort Pappelhof in verschiedenen Betrieben 67 Arbeitsplätze in Voll- und Teilzeit entstanden. Zentrales Ziel der Betriebsleiter ist es, die regionalen Strukturen des Ökologischer Landbaus zu stärken, was dem Pappelhof in Kooperation mit dem Vermarkter Querbeet sehr gut gelungen ist. Diese Gemeinschaft ist inzwischen der führende Anbieter regional erzeugter Biolebensmittel im Rhein-Main-Gebiet.

Darüber hinaus wurde ein wegweisendes Energiekonzept entwickelt, das den Betrieb nahezu unabhängig von externen Versorgern macht. Den Strom aus einem hofeigenen Blockheizkraftwerk, mehreren Solaranlagen und Beteiligungen an drei Windkraftanlagen nutzt der Betrieb größtenteils für den eigenen Bedarf.

Den dritten Preis erhielt die Lehr- und Versuchsimkerei Fischermühle in Rosen-

feld in Baden-Württemberg. Seit 1985 hat der Betrieb zahlreiche Innovationen rund um die ökologische Bienenhaltung und die Bekämpfung der Varroa-Milbe erarbeitet, die für die gesamte Bienenwirtschaft von großer Bedeutung sind. So entwickelte der Imkermeister Thomas Radetzki eine wirksame, umweltfreundliche Methode zur Varroa-Behandlung mit Oxalsäure. Diese Behandlung ist inzwischen bei ökologisch orientierten Imkern ein fester Bestandteil der Varroa-Bekämpfung. Auch eine speziell klimatisierte Box, die die Bienen allein durch Wärme von den Varroa-Milben befreit, ist den Experimenten der Versuchsimkerei Fischermühle zu verdanken. Beim imkerlichen Betriebswesen ging die Fischermühle ebenfalls völlig neue Wege und machte so unter anderem den Naturwabenbau mittels spezieller Rähmchen in modernen Großraum-Behausungen für Bienenvölker praktikabel. Das Know-how, das die Fischermühle im Rahmen vieler Forschungsprojekte gesammelt hat, gibt sie in zahlreichen Aus- und Weiterbildungen laufend an praktische Imker weiter.

Weitere Informationen
www.foerderpreisoeologischerlandbau.de

Jürgen Beckhoff, www.aid.de