

# Ertrags- und Nährstoffmonitoring Grünland Bayern (2009-2014)

M. DIEPOLDER, S. HEINZ, G. KUHN, S. RASCHBACHER,

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Michael.Diepolder@lfl.bayern.de

## Einleitung

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 werden allerdings nur an vergleichsweise wenigen Standorten in Bayern durchgeführt. Ziel des „Erweiterten Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf bayerischen Grünlandflächen“ war es daher, Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen mit Schnittnutzung in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Bestandszusammensetzung und Grünlandanbaugesellschaften zu quantifizieren um zukünftig eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (z.B. Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung) zu gewinnen. Nachdem bereits bei früheren AGGF-Tagungen erste Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt wurden (DIEPOLDER *et al.*, 2014), umfasst dieser Beitrag nunmehr sechsjährige (2009-2014) Ergebnisse.

## Material und Methoden

Für das „Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen“ wurden gezielt Wiesen nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentypen aus den über 6.108 Flächen des „Grünlandmonitoring Bayern“ (KUHN *et al.* 2011) ausgewählt. Auf 120 Grünlandschlägen mit praxisüblicher Bewirtschaftung wurden seit 2009 alle Aufwüchse beprobt. In einer zweiten Projektphase (2012-2014) kamen weitere 30 Flächen hinzu, so dass seit 2012 insgesamt 150 Flächen untersucht wurden.

Auf den ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m<sup>2</sup> pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5-6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2-3 Tage vor der Beerntung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse bestimmt. Pro Aufwuchs wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) nach Methoden der VDLUFA nasschemisch bestimmt; der Rohproteingehalt (XP) wurde standardgemäß aus dem N-Gehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 abgeleitet.

Im Jahr 2013 erfolgte zudem in den Monaten April bis Oktober auf jeder Fläche eine Vegetationsaufnahme. Dabei wurde auf einer Kreisfläche von 25 m<sup>2</sup> eine Liste aller vorkommenden Gefäßpflanzenarten erstellt, das prozentuale Verhältnis der Artengruppen (Gräser, Kräuter und Leguminosen) bestimmt und nach der Methode von KLAPP UND STÄHLIN (1936) der Ertragsanteil jeder Art in Prozent geschätzt. Auf jeder Fläche wurde einmal im Projektzeitraum im Frühjahr vor der ersten Düngung eine Bodenprobe in 0-10 cm Tiefe entnommen. Alle Proben wurden nach der gleichen Methode entnommen und auf Humusgehalt, Gesamt-N-Gehalt, pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>), sowie den Gehalten an CAL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CAL-K<sub>2</sub>O und Mg (CaCl<sub>2</sub>) analysiert. Für die Auswertung wurden nur vollständig erhobene Ernten berücksichtigt.

## Ergebnisse und Diskussion

Auf allen untersuchten Flächen konnten insgesamt 168 Gefäßpflanzenarten gefunden werden, durchschnittlich kamen 20,5 Arten je 25 m<sup>2</sup> vor. Im Mittel betrug der Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen 69,6 % bzw. 20,4 % und 10,0 % des Ertrages. Die höchsten Ertragsanteile im Durchschnitt der untersuchten Flächen erreichten der Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*, 14,2 %), das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis*, 13,9 %), das Bastard-Weidelgras (*Lolium x hybridum*, 10,9 %) und das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*, 9,2 %) sowie der Weiß-Klee (*Trifolium repens*, 7,7 %).

Die Nutzungsintensität hatte einen starken Einfluss auf die Artenzahl (Abb. 1) und auf die Artenzusammensetzung der Bestände. Die mittlere Artenzahl sank von 32 bzw. 27,9 Arten je 25 m<sup>2</sup> bei einer 1- bis 2-Schnitt-Nutzung auf 17 bzw. 15,9 Arten je 25 m<sup>2</sup> bei fünf bzw. sechs Schnitten pro Jahr. Ab einer 4-Schnitt-Nutzung liegt die mittlere Artenzahl unter dem bayerischen Durchschnitt von 20 Arten je 25 m<sup>2</sup> (KUHN *et al.*, 2011).

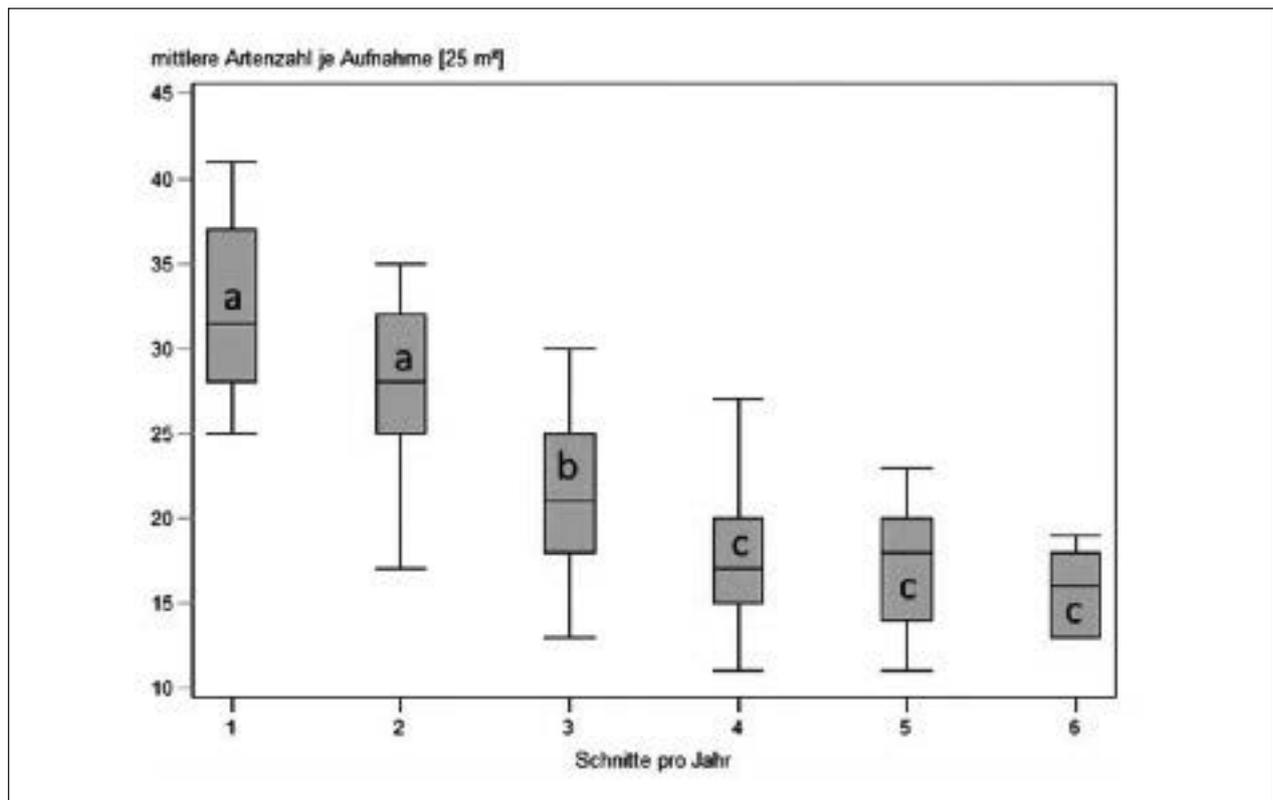


Abbildung 1: Mittlere Artenzahl bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands. Boxplot mit Median, 50 %-Quantile, Minimum und Maximum. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

Bei der Artenzusammensetzung findet mit zunehmender Nutzungsintensität eine Verschiebung der Anteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen statt: Während der Anteil der Gräser zunimmt, sinkt der Anteil von Kräutern und Leguminosen. Die Zunahme des Ertragsanteils der Gräser von 51 % (1 Schnitt) auf 77 % (6 Schnitte) bei steigender Nutzungsintensität wird von einem Rückgang der Anzahl der Grasarten von 21 Arten auf 13 Arten begleitet. Insgesamt kommt es bei steigender Nutzungsintensität zu einer Einschränkung des Artenpools. Bei sechs Schnitten pro Jahr ist Weiß-Klee die einzige verbliebene Leguminosen-Art. Der Ertragsanteil der einzelnen Grasarten verschiebt sich mit steigender Nutzungsintensität: Während bei niedrigen Nutzungsintensitäten häufig hohe Anteile an Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und Goldhafer (*Trisetum flavescens*) zu finden sind, weisen Wiesen mit hoher Nutzungsintensität häufig hohe Anteile an Deutschem bzw. Bastard-Weidelgras und Gewöhnlichem Rispengras auf. Der Wiesenfuchsschwanz ist über einen weiten Bereich der Nutzungsintensität mit Anteilen über 10 % am Bestand beteiligt. Am artenärmsten sind die weidelgrasreichen Wiesen.

Vegetationskundliche Parameter wie Artenzahl, Gräseranteil und Stickstoffzeigerwert (ELLENBERG *et al.*, 2003) zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit dem Ertrag, dem Rohproteingehalt und dem Stickstoffentzug der Ernte. Betrachtet man die Streuung der Ergebnisse der einzelnen Flächen und Aufwüchse in der Beziehung von Artenzahl zu Ertrag bzw. Rohproteingehalt, so zeigt sich, dass hohe Erträge und auch hohe Rohproteingehalte sowohl auf Flächen mit sehr niedrigen als auch mit mittleren bis hohen Artenzahlen zu erzielen sind. Neben der Nutzungsintensität (Schnitthäufigkeit) haben offensichtlich auch individuelle Bedingungen des Standortes und der Nutzung einen Einfluss auf die Artenzahl.

In den Bodenproben der Grünlandflächen des Projektes wurden in 0-10 cm Tiefe ein mittlerer Humusgehalt von 7,4 % und ein mittlerer Gesamtstickstoffgehalt von 0,40 % gemessen. Ein durchschnittlicher  $pH_{CaCl}$ -Wert von 5,9 weist auf eine insgesamt gute Kalkversorgung hin, nur bei rund einem Viertel der Proben lag der pH-Wert unter 5,6. Dagegen lagen die Phosphatgehalte bei etwa der Hälfte der Flächen unterhalb der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg CAL- $P_2O_5$ /100 g Boden). Bei Kalium ist die Versorgungslage deutlich besser, bei rund drei Viertel der Flächen wurden Gehalte in bzw. über der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg CAL- $K_2O$ /100 g Boden) gemessen.

Tabelle 1: Jahreserträge von Schnittproben [in dt TM/ha] sowie deren Rohprotein- bzw. Mineralstoffgehalte [in g/kg TM, bei Zn in mg/kg TM; gewichtete Mittel] bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Mittel 2009-2014; ± Standardabweichung <sup>1)</sup>)

	Schnitte pro Jahr											
	1		2		3		4		5		6	
Anzahl <sup>2)</sup> (n)	18	62	131	176	122	28						
TM brutto	37	± 15 f	57	± 18 e	89	± 21 d	113	± 21 c	130	± 27 b	150	± 27 a
XP	102	± 16 e	123	± 23 d	136	± 21 c	157	± 19 b	172	± 19 a	179	± 23 a
N	16,3	± 2,6 e	19,7	± 3,7 d	21,8	± 3,4 c	25,1	± 3,0 b	27,5	± 3,0 a	28,6	± 3,6 a
P	2,28	± 0,85 e	2,88	± 0,90 d	3,47	± 0,76 c	3,87	± 0,67 b	4,20	± 0,65 a	4,32	± 0,57 a
K	18,3	± 5,0 f	21,1	± 6,7 e	26,0	± 6,8 d	29,0	± 6,4 c	32,3	± 6,1 b	34,9	± 6,7 a
Mg	2,79	± 1,45 a	2,78	± 0,79 a	2,61	± 0,61 a	2,83	± 0,68 a	2,80	± 0,56 a	2,82	± 0,45 a
S	1,46	± 0,32 d	2,00	± 0,58 c	2,36	± 0,72 b	2,62	± 0,55 a	2,72	± 0,52 a	2,75	± 0,53 a
Ca	8,54	± 3,17 a	8,80	± 3,37 a	7,72	± 2,66 a	7,60	± 2,15 a	8,51	± 2,15 a	8,44	± 1,96 a
Na	0,32	± 0,13 b	0,42	± 0,34 ab	0,69	± 0,65 ab	0,96	± 0,93 a	0,85	± 1,09 a	0,91	± 0,82 a
Zn	34,1	± 10,7 a	34,4	± 12,1 a	34,9	± 7,2 a	33,8	± 7,3 a	34,2	± 5,4 a	32,8	± 4,5 a

<sup>1)</sup> Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

<sup>2)</sup> Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den sechs Jahren 2009-2014; so lagen z.B. bei den Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragserfassungen im Untersuchungszeitraum vor.

Generell wurden mit zunehmender Nutzungsintensität signifikant ansteigende mittlere Trockenmasse- und Rohproteinträge (letztere in Tabelle 1 nicht aufgeführt) sowie ansteigende mittlere N- bzw. XP-, P-, K- und S-Konzentrationen im Aufwuchs gemessen (Tab. 1).

Analysen des Ertrags und des Mineralstoffmusters aller Aufwüchse im Futterjahr belegen, dass sich das Mineralstoffmuster im Jahresverlauf teilweise stark ändert (hier nicht dargestellt). Dabei werden in der Regel in der zweiten Vegetationshälfte höhere mittlere Rohprotein-, Phosphor-, Kalium-, Magnesium-, Schwefel-, Kalzium-, Natrium- und Zinkgehalte gemessen, während der Hauptanteil des Jahresertrags in der ersten Vegetationshälfte eingefahren wird.

Eine vorgenommene Klassifizierung der Rohprotein- und Mineralstoffgehalte unter dem Aspekt von Pflanzen- und Tierernährung zeigt u.a., dass durchschnittliche Rohproteingehalte von über 150 g XP/kg TM im Futter i.d.R. erst ab einer Nutzungsintensität von vier Schnitten pro Jahr erreicht werden. Grünlandbestände, die dreimal pro Jahr geschnitten werden, erreichen meist erst beim letzten und ertragsschwächsten Aufwuchs diesen Wert im Durchschnitt. Bei Phosphor und Schwefel weisen die Biomasseanalysen auf eine gute Versorgung des bayerischen Grünlandes hin. Dies ist in Bezug auf Phosphor gerade deshalb bemerkenswert, da dies in einem gewissen Widerspruch mit den P-Gehaltswerten des Bodens steht. Aus den gewonnenen Daten lässt sich schließen, dass es aus fachlicher Sicht sinnvoll ist, über eine Anpassung der P-Gehaltsklassen von Böden zu diskutieren, wie dies aktuell auch in Fachgremien (VDLUFA, 2015) der Fall ist. Auffallend waren die zumeist hohen Kaliumgehalte des Futters, die sowohl pflanzenbaulich auf eine hohe Kaliumversorgung des bayerischen Grünlandes hinweisen als auch aus Sicht der Tierernährung

meist weit über dem Optimum liegen. Die Daten sind damit ein Ansatzpunkt für eine weitere Optimierung der Bedarfswerte für die Bemessung der organisch/mineralischen K-Düngung im Grünland. Hinsichtlich der für eine fachgerechte Düngung wichtigen Nährstoffabfuhr an Stickstoff, Phosphat, Kalium und Magnesium ergab sich insgesamt eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den derzeit gültigen, nach Schnittintensitätsstufen unterteilten bayerischen Faustzahlen (WENDLAND *et al.*, 2012) und den auf den Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten. Festgestellt wurde aber auch eine große Streuung der Erträge und Nährstoffgehalte bei gleicher Nutzungsintensität (Tab. 1). Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass Faustzahlen einzelbetriebliche Gegebenheiten und Jahreseffekte nur näherungsweise widerspiegeln können und demnach regelmäßige Ertrags- und Futteranalysen der Betriebe nicht ersetzen können. Hierbei ist gerade eine realistische Einschätzung der geernteten und vom Tier verwerteten Erträge eine große Herausforderung für die Zukunft – dies auch im Zusammenhang mit den Vorgaben des Entwurfes der neuen Düngeverordnung (BMEL, 2015).

Weitere Analysen wurden zum Einfluss des Jahreseffekts sowie insbesondere zum Einfluss des Anbaugesbietes und des Wiesentyps auf Erträge, Rohprotein- und Mineralstoffgehalte im Futter sowie auf die Höhe der vom Hektar abgefahrenen Stickstoff-, Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Schwefelmengen durchgeführt. Diese bestätigten, dass neben der Nutzungsintensität natürlich auch das jeweilige Jahr einen wesentlichen Einfluss auf Schwankungen um Mittelwerte hatte. Dabei ergab jedoch eine Zuordnung gesamt-bayerischer Jahresklimadaten keinen hinreichenden Hinweis zur Interpretation der teilweise erheblichen Unterschiede des mittleren TM-Ertrags bzw. Rohproteingehalts zwischen den sechs Untersuchungsjahren. Des Weiteren zeigte sich auf Grundlage des Datenmaterials keine Notwendigkeit zur weiteren Differenzierung von bayerischen Faustzahlen über die Schnittintensität hinaus nach (wenigen) grob unterteilten Grünlandanbaugesbietes. Gleiches gilt für eine Differenzierung nach Wiesentypen, wenngleich beide Einflussgrößen zumindest teilweise, aber nicht eindeutig klar gerichtete signifikante Effekte auf einige Untersuchungsparameter hatten.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind ein Beitrag zur Validierung von Faustzahlen und auch Datenbasis für eine ggf. länderübergreifende Abstimmung zu Fragen der Grünlanddüngung.

## Danksagung:

Die Autoren danken den beteiligten Betrieben, dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. (LKP) für die technische Durchführung sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Projektes.

## Literatur

BMEL (2015): Verordnungsentwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Stand 16.12.2015.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER S., HEINZ S. (2014): Erträge und Mineralstoffgehalte von Schnittproben bayerischer Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität. In: Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen, Tagungsband der 58. Jahrestagung der AGGF, 104-106.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. (2003): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica XVIII. - Datenbank - ; Göttingen (Goltze): 1 CD ROM.

KLAPP, E., STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 122 Seiten.

KUHN, G., HEINZ, S., MAYER, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. – LfL-Schriftenreihe 3/2011: 159 S.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (2015): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung – Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig. Positionspapier des VDLUFA, 1-9.

WENDLAND, M., DIEPOLDER, M., CAPRIEL, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland - Gelbes Heft. 10. unveränderte Auflage 2012, LfL-Information, Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.