

Ertrags- und Nährstoffmonitoring Grünland Bayern

Zusammengefasste Ergebnisse des Forschungsprojektes

von DR. MICHAEL DIEPOLDER, DR. SABINE HEINZ, DR. GISBERT KUHN und SVEN RASCH-BACHER: **Von 2009 bis 2014 wurden auf 150 Flächen in unterschiedlichen Regionen Bayerns Ertrag und Qualität der Aufwüchse von Grünlandflächen unterschiedlicher Schnittintensitätsstufen untersucht. Dazu wurden von allen Aufwüchsen in allen Untersuchungsjahren die Trockenmasseerträge und die Mineralstoffgehalte bestimmt und zusätzlich einmalig bodenchemische und vegetationskundliche Daten erhoben. Die Untersuchungen auf den Praxisflächen zeigen, dass die Nutzungsintensität maßgeblich die mittleren Artenzahlen bzw. Artenanteile sowie die mittleren Erträge und Nährstoffkonzentrationen von Grünlandflächen beeinflusst. Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind ein Beitrag zur Validierung von Faustzahlen und auch Datenbasis für eine gegebenenfalls länderübergreifende Abstimmung zu Fragen der Grünlanddüngung.**

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 Grünlandgebieten zu quantifizieren, um zukünftig eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (z. B. Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung) zu gewinnen. Nachdem bereits in Schule und Beratung anfangs 2013 erste Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt wurden (DIEPOLDER ET AL., 2013), umfasst dieser Beitrag nunmehr die Erkenntnisse aus dem gesamten sechsjährigen (2009 bis 2014) Untersuchungszeitraum.

Material und Methoden

Für das „Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen“ wurden gezielt Wiesen nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentypen aus den 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 bis 2014) kamen weitere 30 Flächen hinzu, so dass seit 2012 insgesamt 150 Flächen untersucht wurden (Abbildung 1).

Auf den ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben ($7 \times 1 \text{ m}^2$ pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5 bis 6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2 bis 3 Tage vor der Beernung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasseerträge aller Aufwüchse bestimmt. Pro Aufwuchs wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) nach Methoden des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VD-LUFA) 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^2 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 bis 10 cm Tiefe entnommen. Alle Proben wurden nach der gleichen Methode entnommen und auf Humusgehalt, Gesamt-N-Gehalt, pH-Wert (CaCl_2), sowie den Gehalten an $\text{CAL-P}_2\text{O}_5$, $\text{CAL-K}_2\text{O}$ und Mg (CaCl_2) analysiert. Für die Auswertung wurden nur vollständig erhobene Ernten berücksichtigt.

Artenzahl und Artenzusammensetzung

Auf allen untersuchten Flächen konnten insgesamt 168 Gefäßpflanzenarten gefunden werden, durchschnittlich

kamen 20,5 Arten je 25 m² vor. Im Mittel betrug der Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen 69,6 Prozent bzw. 20,4 Prozent und 10,0 Prozent des Ertrages. Die höchsten Ertragsanteile im Durchschnitt der untersuchten Flächen erreichten der Wiesen-Fuchschwanz (*Alopecurus pratensis*, 14,2 Prozent), das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis*, 13,9 Prozent), das Bastard-Weidelgras (*Lolium x hybridum*, 10,9 Prozent) und das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*, 9,2 Prozent) sowie der Weiß-Klee (*Trifolium repens*, 7,7 Prozent).

Die Nutzungsintensität hatte einen starken Einfluss auf die Artenzahl (Abbildung 2) und auf die Artenzusammensetzung der Bestände (Abbildung 3). Die mittlere Artenzahl sank von 32 bzw. 27,9 Arten je 25 m² bei einer 1- bis 2-Schnitt-Nutzung auf 17 bzw. 15,9 Arten je 25 m² 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 m² (KUHNS ET AL., 2011).

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 Prozent (ein Schnitt/Jahr) auf 77 Prozent (sechs Schnitte/Jahr) 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.

Ertragsanteil einzelner Grasarten

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 (Abbildung 3). Der Wiesenfuchschwanz ist über einen weiten Bereich der Nutzungsintensität mit Anteilen über 10 Prozent 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 Stickstoffzug der Ernte.

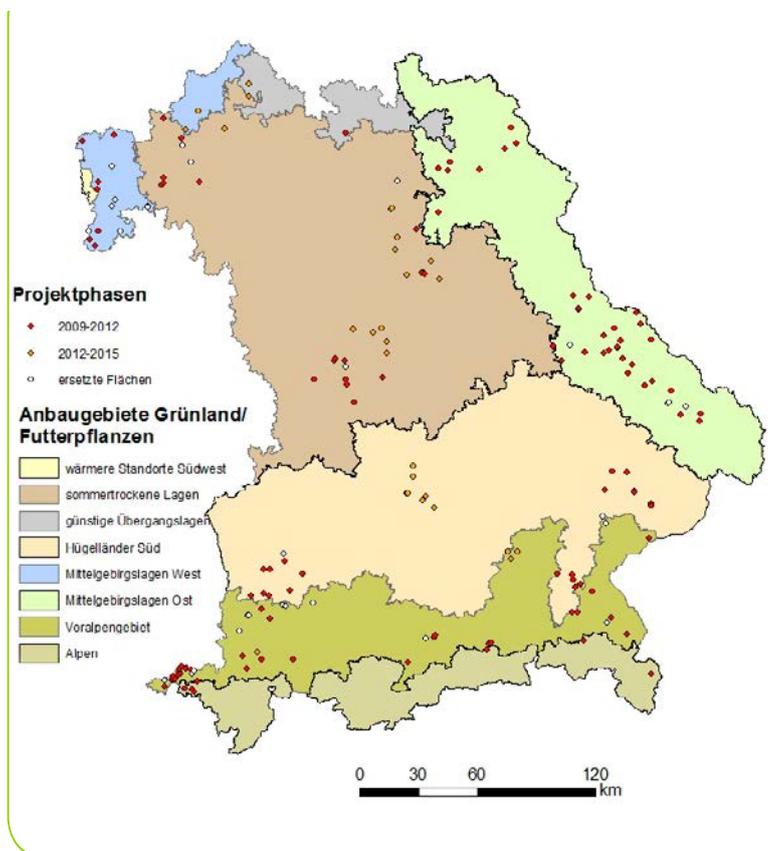


Abbildung 1: Lage der Projektflächen in Bayern

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

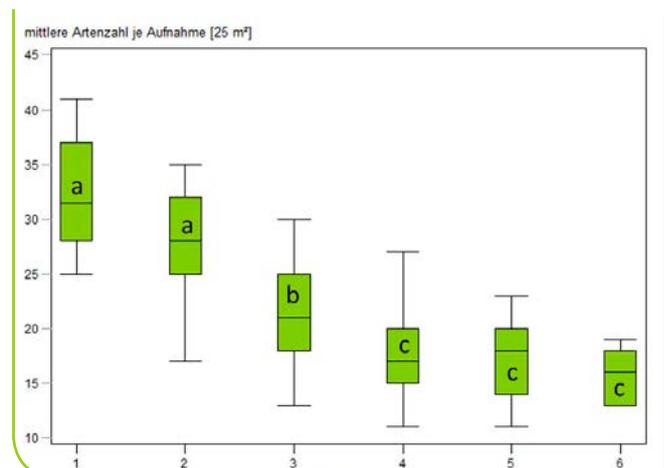


Abbildung 2: Mittlere Artenzahl bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands. Boxplot mit Median, 50 Prozent-Quantile, Minimum und Maximum. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

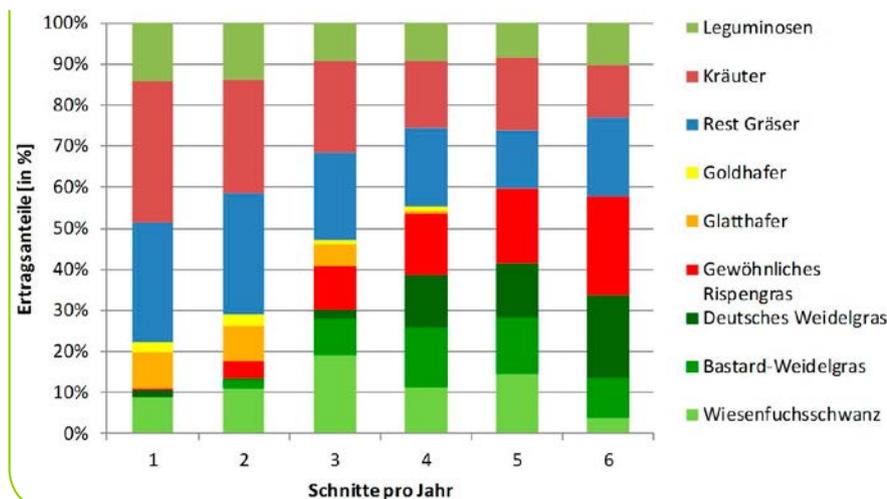


Abbildung 3: Geschätzte Ertragsanteile der ertragreichsten Grasarten, der restlichen Gräser, der Kräuter und Leguminosen bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten.

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.

Ergebnisse der Bodenproben

In den Bodenproben der Grünlandflächen des Projektes wurden in 0 bis 10 cm Tiefe ein mittlerer Humusgehalt von 7,4 Prozent und ein mittlerer Gesamtstickstoffgehalt von 0,40 Prozent gemessen. Ein durchschnittlicher $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ -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 liegen die Phosphatgehalte bei etwa der Hälfte der Flächen unterhalb der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg $\text{CAL-P}_2\text{O}_5/100$ 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 $\text{CAL-K}_2\text{O}/100$ g Boden) gemessen.

Erträge und Mineralstoffgehalte

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

Gute Übereinstimmung mit bayerischen Faustzahlen

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 (Tabelle 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 Entwurfs der neuen Düngeverordnung (BMEL, 2015).

Anzahl ²⁾ (n)	Schnitte pro Jahr											
	1 18		2 62		3 131		4 176		5 122		6 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

- 1) Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen
2) Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den sechs Jahren 2009-2014; so lagen z. B. bei den Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragsmessungen im Untersuchungszeitraum vor.

▢ 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 1))

Effekte von Jahr, Anbauggebiet und Wiesentyp

Weitere Analysen wurden zum Einfluss des Jahreseffekts sowie insbesondere zum Einfluss des Anbauggebietes und des Wiesentyps auf Erträge, Rohprotein- und Mineralstoffgehalte im Futter sowie auf die Höhe der vom Hektar abgeführten 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 gesamtbayerischer 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 Grünlandanbaugebieten. Gleiches gilt für eine Differenzierung nach Wiesentypen, wenngleich beide Einflussgrößen zumindest teilweise, aber nicht eindeutig klar gerichtete signifikante Effekte auf einige Untersuchungsparameter hatten.

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 Projekts.

Literatur beim Erstautor.

DR. MICHAEL DIEPOLDER

DR. SABINE HEINZ

DR. GISBERT KUHN

SVEN RASCHBACHER

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU, BODENKULTUR
UND RESSOURCENSCHUTZ

michael.diepolder@lfl.bayern.de

sabine.heinz@lfl.bayern.de

gisbert.kuhn@lfl.bayern.de

sven.raschbacher@lfl.bayern.de