

# Phosphor im Grünland - Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen und von Düngungsversuchen

M. Diepolder, S. Raschbacher

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Kontakt: michael.diepolder@lfl.bayern.de

## Zusammenfassung

Vierjährige Erhebungen auf bayerischen Grünlandflächen von Praxisbetrieben zeigen mit der Nutzungsintensität ansteigende Trockenmasseerträge, P-Gehalte und P-Entzüge im Futter. Während von zweischürigen Wiesen bei durchschnittlich 50 dt TM/ha und mittleren P-Gehalten von 3,3 g/kg TM knapp 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha abgefahren werden, steigen die Werte bei Wiesen mit vier bis fünf Schnitten pro Jahr auf rund 105-115 kg TM/ha, 4,2-4,5 g P/kg TM und damit die mittleren P-Abfuhr auf etwa 105-120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha an. Damit werden die in den derzeit gültigen Faustzahlen zur P-Bedarfsermittlung aufgeführten mittleren P-Abfuhr weitgehend bestätigt. Darüberhinaus war bei allen Intensitätsstufen eine Zunahme der P-Gehalte im Jahresverlauf erkennbar. Die durchschnittlichen P-Gehalte von bayerischen Silageproben liegen derzeit durchschnittlich bei etwa 3,1-3,7 g P/kg TM. Insgesamt ergeben sich anhand der Pflanzenanalysen bislang keine konkreten Hinweise, dass im bayerischen Grünland ein P-Mangel vorliegt. Flächendeckende Bodenuntersuchungsergebnisse in Bayern wiederum zeigen, dass bei rund 47 % der Grünlandböden der P<sub>CAL</sub>-Gehalt unter 10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4,4 mg P) pro 100 g Boden und damit unter der in Bayern anzustrebenden Gehaltsklasse „C“ (10-20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden) liegt. Weiterer Forschungs- und Abstimmungsbedarf zur fachgerechten, standort- und nutzungsangepassten P-Düngung ist gegeben.

## 1. Einleitung

Im Grünland rückt die Frage einer optimalen P-Versorgung und damit fachgerechten P-Düngung wieder verstärkt in den Focus. Dies u.a. deshalb, da Phosphor essentieller Nährstoff für den pflanzlichen und tierischen Organismus ist, jedoch viele Grünlandflächen in Bayern und Österreich nach den derzeit gültigen Düngungsrichtlinien suboptimale pflanzenverfügbare P-Konzentrationen im Wurzelraum aufweisen (BUCHGRABER, 2007; PÖTSCH UND BAUMGARTEN, 2010, BOHNER, 2011, DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011) und somit eigentlich einer deutlich über der veranschlagten Nährstoffabfuhr liegenden P-Düngung („Aufdüngung“) bedürften. Das wiederum ist angesichts der weltweit nur sehr begrenzt vorhandenen qualitativ hochwertigen primären P-Lagerstätten sowie hoher Preise für P-Dünger und aufgrund neuerer Versuchsergebnisse (GREINER, 2006; GREINER ET AL., 2010) zunehmend kritisch zu hinterfragen. Auch deshalb, da unter Umständen ein unkontrolliertes „Aufdüngen“ gerade bei sensiblen Bereichen unnötig zu Gewässerbelastung beitragen kann.

Der praktische Landwirt hat vor allem aufgrund der in der Regel auf seinem Betrieb nicht vorhandenen Ertragsmessung und der auch häufig fehlenden Mineralstoffuntersuchung kaum Kenntnis von der tatsächlichen P-Abfuhr bzw. dem P-Bedarf seiner Flächen. Er ist auf regionale Faustzahlen angewiesen, die es gerade in Hinblick auf die o.g. Problematik künftig noch mehr als bisher zu validieren gilt. Daher werden in diesem Beitrag Untersuchungsergebnisse zu P-Abfuhr von Grünlandflächen, P-Gehalten in den Aufwüchsen

und im Boden sowie Düngungsempfehlungen und Ergebnisse von Düngungsversuchen vorgestellt und diskutiert.

## **2. Ergebnisse zu mittleren P-Gehalten und P-Abfuhren bayerischer Dauergrünlandflächen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität**

Ziel des „Ertrags- und Nährstoffmonitorings“ (DIEPOLDER ET AL., 2013) bayerischer Grünlandflächen ist es, Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Pflanzenbestandszusammensetzung und Boden-Klima-Räumen zu quantifizieren. Damit soll zukünftig eine auf Regionen bezogene Beratung zur Grünlandbewirtschaftung bzw. -düngung möglich sein und eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen zum Biomassepotenzial, zur Düngbedarfsermittlung oder zur Nährstoffbilanzierung nach Düngeverordnung(DüV) geschaffen werden.

Auf bayernweit 120 gezielt ausgewählten Flächen, die bereits im Zeitraum 2002-2008 erstmalig vegetationskundlich im Rahmen des „Grünlandmonitoring Bayern“ (KUHN ET AL., LfL, 2011) aufgenommen worden sind, wurden in den Jahren 2009-2012 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 sowie nasschemisch deren Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) bestimmt und die Nährstoffabfuhr ermittelt. Die gewonnenen Daten incl. zusätzlich erhobener betriebs- und schlagspezifischer Parameter werden in einer Biomasse- und Nährstoffdatenbank der LfL gespeichert. Für den Zeitraum 2012-2014 wird das Monitoring um weitere 30 Flächen erweitert. Die für diesen Beitrag analysierten Daten der Jahre 2009-2012 wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen. Die in *Tabelle 1* aufgeführten Mineralstoffgehalte sind als gewichtete Mittel, also unter Einbeziehung der Ertragsanteile einzelner Schnitte am Jahresertrag ausgewiesen. Um die Ergebnisse mit den offiziellen bayerischen Faustzahlen zur Düngbedarfsermittlung (WENDLAND ET AL., 2012) bzw. der Nährstoffbilanzierung nach Düngeverordnung (DüV) vergleichen zu können, wurden weiterhin die aus den Schnittproben ermittelten TM-Erträge 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-Nettowerte bei vorwiegender Silagenutzung (Heuanteil max. 20 %) unterstellt sind.

Aus der bislang vorliegenden vierjährigen Auswertung (2009-2012) geht hervor, dass der Ertrag, die Mineralstoffgehalte von Grünlandbeständen und damit auch die Nährstoffabfuhr, maßgeblich von der Nutzungsintensität beeinflusst werden. *Tabelle 1* zeigt für TM-Erträge, P-Gehalte und P-Abfuhren einen signifikanten Anstieg der Mittelwerte von niedriger (2 Schnitte pro Jahr) bis hin zu hoher bzw. sehr hoher (4-5 Schnitte pro Jahr) Nutzungsintensität. Meist trifft dies auch für die anderen Parameter zu. Folglich ist im Grünland prinzipiell eine Klassifizierung der mittleren jährlichen bayerischen Trockenmasse-Erträge und Nährstoffabfuhren in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität sinnvoll und gerechtfertigt.

Die teilweise hohen Streuungen um die Mittelwerte (*Tabellen 1 und 3*) sind darüber hinaus ein guter Beleg dafür, dass es fachlich sinnvoll ist, Faustzahlen mittels Korrekturfaktoren an einzelbetriebliche oder regionale Verhältnisse anpassen zu können.

*Tabelle 1:* Mittlere Netto-Jahreserträge, Rohprotein-(XP) bzw. Mineralstoffgehalte und Netto-Nährstoffabfuhren von bayerischen Grünlandflächen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Quelle: DIEPOLDER ET AL., LFL, 2013)

	Schnitte pro Jahr							
	2		3		4		5	
Anzahl (vollständige Ernten 2009-20012)	39		60		101		79	
<b>TM-Ertrag netto [dt/ha]</b>	<b>50</b>	<b>D (0,32)</b>	<b>84</b>	<b>C (0,23)</b>	<b>107</b>	<b>B (0,21)</b>	<b>116</b>	<b>A (0,24)</b>
XP-Gehalt [g/kg TM]	133	D (0,19)	141	C (0,14)	163	B (0,09)	174	A (0,11)
N-Gehalt [% TM]	2,13	D (0,19)	2,26	C (0,14)	2,61	B (0,09)	2,78	A (0,11)
<b>P-Gehalt [g/kg TM]</b>	<b>3,29</b>	<b>D (0,23)</b>	<b>3,75</b>	<b>C (0,21)</b>	<b>4,22</b>	<b>B (0,13)</b>	<b>4,49</b>	<b>A (0,13)</b>
K-Gehalt [g/kg TM]	24,1	D (0,26)	28,7	C (0,26)	31,5	B (0,19)	34,0	A (0,19)
Mg-Gehalt [g/kg TM]	2,91	A (0,25)	2,86	A (0,23)	3,12	A (0,25)	3,00	A (0,19)
S-Gehalt [g/kg TM]	2,33	B (0,25)	2,67	A (0,32)	2,86	A (0,18)	2,85	A (0,14)
N-Abfuhr [kg N/ha]	105	D (0,35)	189	C (0,26)	279	B (0,22)	320	A (0,23)
<b>P-Abfuhr [kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha]</b>	<b>38</b>	<b>D (0,39)</b>	<b>71</b>	<b>C (0,25)</b>	<b>103</b>	<b>B (0,23)</b>	<b>119</b>	<b>A (0,27)</b>
K-Abfuhr [kg K <sub>2</sub> O/ha]	145	D (0,39)	290	C (0,32)	407	B (0,30)	478	A (0,31)
Mg-Abfuhr [kg MgO/ha]	24	C (0,33)	39	B (0,31)	55	A (0,25)	58	A (0,31)
S-Abfuhr [kg S/ha]	11	C (0,36)	22	B (0,36)	30	A (0,27)	33	A (0,27)

XP- N- und Mineralstoffgehalte angegeben als nach Ertragsanteil gewichteter Durchschnitt aller Schnitte  
 Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede ( $\alpha=0,05$ ) zwischen Intensitäten; Zahlen in Klammern geben den Variationskoeffizient (Standardabweichung/Mittelwert) wieder

Ferner zeigte sich auf Basis des bisherigen Datensatzes eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den in den Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten und den aus Versuchen abgeleiteten, in der bayerischen landwirtschaftlichen Beratung verwendeten, ebenfalls nach Intensitätsstufen unterteilten Faustzahlen (WENDLAND ET AL., LFL, 2012) zu Netto-Erträgen und Netto-Nährstoffabfuhren im Grünland. Teilweise waren jedoch auch deutliche Abweichungen erkennbar. Dies trifft vor allem für Kalium zu, wobei die gemessenen K-Gehalte der Praxisschläge den für Pflanze und Tier notwendigen Bedarf deutlich übersteigen. Bei der P-Abfuhr ergab sich hingegen, mit Ausnahmen der Vierschnittwiesen, deren gemessene mittlere P-Abfuhr von 103 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha deutlich über der veranschlagten P-Abfuhr von 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha lag, eine weitgehende Übereinstimmung mit den Faustzahlen (*Tabelle 7*).

Selbst bei gleicher Nutzungsintensität und Düngung können sich mittlere P-Gehalte und P-Entzüge in Abhängigkeit vom Standort, bzw. der Ausprägung des Pflanzenbestandes beträchtlich unterscheiden. Darauf weisen bereits Untersuchungen von RIEDER (1983) in den 1970er Jahren hin (siehe *Tabelle 2*). Nach diesen weisen Wiesenfuchsschwanzwiesen (frische Glatthaferwiesen) bei ähnlichem Ertragspotenzial deutlich niedrigere P-Gehalte und damit P-Entzüge als weidelgrasreiche Bestände auf. Sehr kräuterreiche Grünlandbestände wiederum können trotz geringerem Ertragspotenzial, jedoch hohen P-Gehalten in den Aufwüchsen (*Tabelle 2*) ähnliche P-Entzüge wie Weidelgraswiesen haben. Daher dürfte es eine sinnvolle

Ergänzung sein, bei Faustzahlen neben der Nutzungsintensität auch den Wiesentyp zu berücksichtigen. So geht seit ca. 30 Jahren vor allem aufgrund der Arbeiten von RIEDER auch der Wiesentyp in die Düngebedarfsermittlung nach bayerischen Faustzahlen ein. Künftige Auswertungen des noch bis 2014 durchgeführten „Ertrags- und Nährstoffmonitorings“ sollen zeigen, ob und inwieweit dies unter den Bedingungen der heutigen Grünlandwirtschaft noch notwendig bzw. sinnvoll ist.

*Tabelle 2:* Mittlere TM-Erträge P-Entzüge und P-Gehalte bei drei Grünlandtypen und vier Schnitten pro Jahr (nach RIEDER, 1983)

	Ertrag <sub>brutto</sub> [dt TM/ha]	P-Entzug [kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha]	P-Gehalt in Aufwuchs			
			1	2	3	4
Voralpine weidelgrasreiche Wiese	123	123	4,7	4,1	4,6	4,6
Voralpine kräuterreiche Wiese	92	117	5,1	5,0	5,3	5,8
Wiesenfuchsschwanzwiese	115	86	3,4	3,5	3,6	3,3

Düngung mineralisch: je 4x50 kg N/ha, 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 300 kg K<sub>2</sub>O/ha; Versuchszeitraum ca. 1974-1979

#### P-Gehalte im Futter

Festzuhalten bleibt, dass je nach Nutzungsintensität und Standort die P-Gehalte im Futter in weiten Grenzen schwanken können. Für eine leistungsorientierte und bedarfsgerechte Milchviehfütterung auf Basis TMR sind daher regelmäßige Mineralstoffuntersuchungen des Grobfutters eine sinnvolle Maßnahme.

Aus *Tabelle 3* geht hervor, dass bei allen Intensitätsstufen die mittleren P-Gehalte im Jahresverlauf ansteigen. Nicht ganz so deutlich ist dies bei Untersuchungen bayerischer Grassilagen (*Tabelle 4*) erkennbar. Ebenfalls fällt auf, dass hier die Werte deutlich niedriger liegen als bei den weidelgrasreichen Wiesen (siehe *Tabelle 2*) oder bei 4-5maliger Nutzungsintensität (siehe *Tabellen 1 und 3*). Mögliche Erklärungen für die beschriebenen Unterschiede sowie Gesichtspunkte dafür, dass die Werte der Futterqualitäten (*Tabelle 4*) mit den Werten aus den *Tabellen 1-3* nur bedingt vergleichbar sind, werden im Folgenden aufgeführt: Eine Rolle spielt sicher die unterschiedliche Datenbasis, wobei die Stichprobenzahl der Silageuntersuchungen höher als bei den Monitoringflächen ist. Ebenfalls enthalten die in den *Tabelle 2 und 3* zugrunde gelegten Datensätze ausschließlich vollständige Jahresernten einer Fläche, erlauben also einen direkten Vergleich im Jahresverlauf. Dies ist bei den Silageuntersuchungen (*Tabelle 4*) insofern nicht der Fall, da die Proben des Ersten Schnittes und der zu einem Mittel aggregierten Folgeschnitte nicht auf identische Flächen bezogen werden können. Weiterhin wird die Futterqualität in der Praxis anhand von Siloproben bestimmt, während bei Grünlandversuchen und dem GL-Monitoring die Untersuchungen an getrocknetem Grünut von Schnittproben (Schere, Balkenmäher, Futterpflanzenvollernter) vorgenommen werden und somit Bröckelverluste auf dem Feld weitgehend ausgeschlossen sind. Betrachtet man die botanische Zusammensetzung der Grünlandbestände selbst, so fällt auf, dass sich die mittleren P-Gehalte der bayerischen Grassilagen (*Tabelle 4*) auffallend nahe am Niveau von Wiesenfuchsschwanzbeständen (siehe *Tabelle 2*) bewegen. KUHN ET AL. (2011) konnten anhand von rund 6.100 botanischen Aufnahmen von bayerischen Wirtschaftsgrünlandflächen nachweisen, dass in Bayern der Wiesenfuchsschwanz insgesamt die am weitesten verbreitete Grünlandpflanze ist und den höchsten Ertragsanteil hat. Dies trifft im Mittel auch für die 150 untersuchten Flächen des „Ertrags- und Nährstoffmonitorings“ zu. Allerdings war hier der Wiesenfuchsschwanz zwar bei den Flächen mit drei bis vier Schnitten

pro Jahr der Hauptbestandbildner, während bei den Beständen mit vier und insbesondere fünfmaliger Nutzung die Weidelgräser überwogen.

*Tabelle 3:* Mittlere P-Gehalte [in g P/kg TM] und Streuung (Variationskoeffizient) von bayerischen Grünlandaufwüchsen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Datenbasis wie bei Tabelle 1: Ertrags- und Nährstoffmonitoring GL Bayern)

Aufwuchs	Schnitte pro Jahr							
	2		3		4		5	
1	3,01	(0,26)	3,35	(0,30)	3,93	(0,20)	4,17	(0,25)
2	3,81	(0,32)	3,86	(0,22)	4,03	(0,18)	4,29	(0,18)
3			4,50	(0,28)	4,47	(0,19)	4,38	(0,18)
4					4,73	(0,20)	4,92	(0,16)
5							5,18	(0,22)

*Tabelle 4:* Futterqualitäten bayerischer Grassilagen in den Jahren 2012/2011/2010 (Quelle: SCHUSTER ET AL., LfL sowie LKV-Futtermittellabor Grub)

Angaben pro kg TM	Erster Schnitt			Mittel Folgeschnitte		
	Ø Bayern	Ø + 25%	Ø - 25%	Ø Bayern	Ø + 25%	Ø - 25%
<b>2012</b>						
Rohfaser (g)	236	217	257	225	215	236
Rohprotein (g)	168	177	159	164	169	155
Energie (MJ NEL)	6,4	6,8	5,8	6,2	6,6	5,7
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,5</b>	3,7	3,2	<b>3,4</b>	3,8	3,2
<b>2011</b>						
Rohfaser (g)	214	196	239	234	221	248
Rohprotein (g)	156	157	153	147	154	135
Energie (MJ NEL)	6,83	7,32	6,20	6,21	6,69	5,69
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,1</b>	3,2	3,1	<b>3,3</b>	3,6	3,1
<b>2010</b>						
Rohfaser (g)	254	231	277	235	222	250
Rohprotein (g)	157	170	142	170	184	155
Energie (MJ NEL)	5,88	6,37	5,35	5,80	6,22	5,34
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,6</b>	4,0	3,4	<b>3,7</b>	3,9	3,5

Grau unterlegte Werte: Vergleich oberes/unteres Viertel der Proben – Schichtung nach MJ NEL je kg TM

Als Orientierungswerte werden bei Milchleistungen von 20 bzw. 40 kg/Tag P-Gehalte in der Gesamtration von 3,3 bzw. 4,0 g P/kg TM empfohlen (Gruber Futterwerttabelle, LfL, 2011). Der obere Wert wird im Durchschnitt bei Dreischnittwiesen noch nicht erreicht, wie man aus *Tabelle 1* entnehmen kann.

**Zwischenfazit:** Aus pflanzenbaulicher Sicht würden Gehalte unter ca. 2,0-2,5 g P/kg TM auf eine P-Unterversorgung hindeuten (AMBERGER, 1996; DIEPOLDER UND 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. Auch ergibt sich anhand der Futtermittelanalysen kein Beleg für eine flächendeckende P-Problematik.

### 3. Gehaltsklassen und veranschlagter Düngebedarf für Phosphat

Wie in Österreich, so wird auch in Deutschland/Bayern eine Unterteilung der sog. pflanzenverfügbaren Phosphatvorräte im Oberboden (0-10 cm bei Grünland) in fünf Gehaltsklassen vorgenommen. Darauf aufbauend werden Zu- oder Abschläge an der Abfuhr orientierten Düngermenge vorgenommen (*Tabelle 5*).

*Tabelle 5:* P-Gehaltsklassen und P-Düngeempfehlung bei Grünland  
(Quelle: WENDLAND ET AL, LfL, 2012)

Klasse	Bezeichnung	Bereich [mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL) pro 100 g Boden]	Düngeempfehlung
A	Sehr niedrig	< 5	Abfuhr + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
B	Niedrig	5-9	Abfuhr + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
<b>C</b>	<b>Anzustreben</b>	<b>10-20</b>	<b>Abfuhr</b>
D	Hoch	21-30	½ Abfuhr
E	Sehr hoch	> 30	Keine P-Düngung

Im Detail gibt es jedoch bezüglich der Gehaltsklassengrenzen und der Bemessung der Zu- bzw. Abschläge gewisse Unterschiede. Beispielsweise reicht der Bereich der Gehaltsklasse „C“ in Deutschland/Bayern von 10-20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden (ca. 44-87 mg P/kg B.), in Österreich dagegen von 11-15 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden (ca. 47-68 mg P/kg B.). Auch endet in Bayern die Klasse „A“ bei P-Gehalten unter 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden (Tab. 5), damit bereits 1 mg unter der österreichischen Obergrenze (< 6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden) für diese Klasse. Ferner erfolgen in Deutschland/Bayern die Zuschläge als absolute Größe und dabei für die Gehaltsklassen „A“ und „B“ in gleicher Höhe, während nach den österreichischen Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (BMLFUW, 2006; zit. bei PÖTSCH UND BAUMGARTEN, 2010) die Zuschläge nicht absolut sondern prozentual zur veranschlagten P-Abfuhr erfolgen und zudem bei Gehaltsklasse „A“ doppelt so hoch (40 %) als bei Gehaltsklasse „B“ (20 %) sind.

*Tabelle 6:* Phosphatversorgung bayerischer Acker- und Grünlandböden  
(Quelle: LfL, <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032397/index.php>)

Gehaltsklasse	Acker		Grünland	
	Ø Bayern	Spannweite Regionen <sup>1)</sup>	Ø Bayern	Spannweite Regionen
A	< 3 %	2-6 %	16 %	9-34 %
B	14 %	11-20 %	32 %	28-38 %
C	45 %	43-47 %	36 %	25-43 %
D	23 %	19-25 %	10 %	6-14 %
E	15 %	12-19 %	6 %	4-9 %

Mittlerer Anteil einzelner Gehaltsklassen und Spannweite zwischen den 7 bayer. Regierungsbezirken  
Probenahme von 2006-2011; Acker 959.671, Grünland 466.242 Proben; P gemessen als CAL-P  
1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden = 4,37 mg P/1000 g Boden

Nach gültiger Düngeverordnung müssen in Deutschland alle Acker- und Grünlandschläge ab einem Hektar die Böden mindestens alle sechs Jahre in einem zugelassenen Labor auf ihren

Phosphatgehalt untersucht werden. Somit sind flächendeckende Aussagen zum P-Status der Acker- und Grünlandflächen möglich, wobei *Tabelle 6* bayerische Zahlen wiedergibt.

Ersichtlich ist, dass die P-Versorgung der bayerischen Ackerflächen wesentlich besser als die des Grünlandes ist. So weisen durchschnittliche über 80 % der Ackerflächen eine optimale bis sehr hohe P-Versorgung der Böden auf, nur knapp 20 % liegen unterhalb der anzustrebenden Versorgungsstufe „C“. Dagegen liegt der P-Status von knapp der Hälfte der beprobten Grünlandflächen unter dem Optimum (10-20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> CAL/100 g Boden).

Trotz Berücksichtigung der Tatsache, dass natürlich immer ein gewisser Prozentsatz unter dem Optimalbereich liegen muss, da nicht das gesamte Grünland intensiv bewirtschaftet wird und naturräumliche Standortunterschiede (Ausgangsgestein, Viehbesatz) auftreten, bieten die Werte Anlass zur weiteren Diskussion. Die mittleren CAL-P-Gehalte der bayerischen Ackerflächen sind in den letzten 20 Jahren konstant geblieben. Bei Grünland sind sie dagegen von Ende der 1980er Jahre bis zum Jahr 2000 um rund 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha abgesunken und haben sich seitdem auf einem Niveau von rund 13-14 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g eingependelt (DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011).

Zu genereller Sorge besteht jedoch aus bayerischer Sicht momentan noch kein zwingender Grund, zumal auch die Ergebnisse bayerischer Futteranalysen (*Tabellen 1, 3, 4*) keineswegs auf eine problematische P-Versorgung des bayerischen Grünlands schließen lassen. Dennoch ist zu vermuten, dass in der Praxis, oft das seit Langem bekannte Konzept der Officialberatung zur fachgerechten Düngung nicht ausreichend umgesetzt wurde. Dies auch in vergangenen Zeiten, als P-Dünger noch vergleichsweise billig war.

In *Tabelle 7* sind Beispiele zur P-Abfuhr bei unterschiedlicher Nutzungsintensität und Nutzungsart aufgeführt, woraus eine große Spannweite bei der zu veranschlagenden P-Düngung nach den derzeitigen bayerischen Empfehlungen ersichtlich wird, gerade wenn man gedanklich noch die Zu- und Abschläge berücksichtigt.

*Tabelle 7:* Beispiele zum Netto-Ertrag und zur Netto-P-Abfuhr von Grünlandflächen unterschiedlicher Nutzungsintensität und Nutzungsart nach bayerischen Faustzahlen (Quelle: WENDLAND ET AL., LFL, 2012)

Nutzungsart und -intensität	Ertrag <sub>netto</sub> (dt TM/ha)	P-Abfuhr <sub>netto</sub> (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)
Wiese, 2-schurig, vorwiegend Heu	45-50	35-40
Wiese, 3-schurig, vorwiegend Silage	75	70
Wiese, 4-schurig, vorwiegend Silage	90	90
Wiese, 5-schurig vorwiegend Silage	110	110
Mähweide intensiv	90	60
Mähweide extensiv	60	35
Weide intensiv	80	40
Weide extensiv	50	20

Ein Betrieb, der unter Ausschöpfung der „170er-Regelung“ nach deutscher Düngeverordnung wirtschaftet und dabei sein Grünland insgesamt sehr intensiv nutzt, kann Gefahr laufen, dass die optimale P-Versorgung seiner Flächen langfristig abnimmt (*Tabelle 8*). Berücksichtigt man, dass die meisten Betriebe in Bayern und in Österreich weit unter der „170er-Grenze“ liegen, welche grob umgerechnet je nach Zusammensetzung des Viehbestands einem Viehbesatz von 1,8-2,0 GV/ha entspricht, wird klar, dass sich die Situation gerade für den

Nährstoff Phosphor im Bereich bei hohen gewünschten Erträgen und intensiver Schnittnutzung noch zu verschärfen droht. Dies zeigt, dass es wichtig ist, sich auch über eine abgestufte Nutzungsintensität des Grünlands Gedanken zu machen, sofern aus betrieblichen Erwägungen nicht an den Einsatz mineralischer Düngemittel gedacht wird oder nur beschränkt möglich ist.

*Tabelle 8:* Phosphat- und Kaliabfuhr von Grünland mit Schnittnutzung im Vergleich zu PK-zufuhr bei Gülledüngung in Höhe von 170 kg Gesamt-N

Schnitte/Jahr	Ertrag (dt/ha)	Abfuhr	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> O (kg/ha) <sup>1)</sup>
3	75	50 - 70	180 - 220
4	90	60 - 90	215 - 270
5	110	75 - 110	265 - 330
Gülle 170 N/ha (ca. 70 m <sup>3</sup> /ha bei 5 % TS)		<b>65 - 70</b>	Nährstoffzufuhr 245 - 265

1) Erklärung der Spannweiten bei der Nährstoffabfuhr von Phosphat und Kali: Bei der Bemessung der Untergrenze wurden in Anlehnung an neuere Forschungsergebnisse (GREINER u.a., 2006) für das Pflanzenwachstum ausreichende Gehalte von 3,0 g P/kg TM bzw. 20 g K/kg TM unterstellt, die Obergrenzen stellt die Nährstoffabfuhr nach bayer. Faustzahlen (WENDLAND ET AL., 2012) dar.

Unter heutigen ökonomischen und ökologischen Bedingungen stellt sich dabei die Frage, ob und inwieweit Bodenuntersuchungsergebnisse als maßgebliches Kriterium für die Bemessung einer fachgerechten P-Düngung dienen können bzw. ob die derzeit noch empfohlenen Zuschläge bei niedrigem P-Status des Bodens sinnvoll sind.

#### 4. Ergebnisse von P-Düngungsversuchen

Zweifelsohne führt der völlige Verzicht auf P-Düngung in der Regel zu einem Absinken der Erträge, zu abnehmenden P-Gehalten im Boden und zu einer Verschlechterung des Pflanzenbestandes und dessen Futterqualität. Dies geht aus langjährigen statischen Düngungsversuchen hervor, wie z. B. der „*Weiherwiese*“ in *Steinach*, dem ältesten Grünlandversuch Bayerns (DIEPOLDER ET AL., 2005) mit einem Ertragsrückgang von ca. 25 % (siehe *Tabelle 9*) bei fehlender P-Düngung gegenüber NPK-Volldüngung oder dem ca. 50jährigen *Rotthalmünsterer* Grünlanddauerversuch (*Schnellhammer und Sirch, 2013*) mit einem Ertragsrückgang von rund 15 % bei ausgesetzter P-Düngung.

Auch erste Ergebnisse eines mehrjährigen P-Düngungsversuchs (DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011) auf einem Standort im Allgäuer Alpenvorland (siehe *Tabelle 10*) zeigen erwartungsgemäß eine positive Wirkung regelmäßiger P-Zufuhr auf den Ertrag und den durchschnittlichen P-Gehalt im Futter. Interessant ist jedoch der Vergleich der einzelnen Varianten mit P-Düngung, bei denen sich bisher trotz der relativ niedrigen Phosphatgehalte im Oberboden, unabhängig von der Höhe der P-Düngung, keine gesicherten Mehrerträge und nur sehr geringfügige Effekt hinsichtlich der P-Gehalte im Futter abzeichneten. In Bezug auf die Düngerform deuteten sich leicht erhöhte P-Gehalte im Futter bei Verwendung von leicht löslichem Superphosphat an.



*Tabelle 9:* Wirkung von unterschiedlicher mineralischer Düngung auf Ertrag, Nährstoffversorgung des Bodens und Pflanzenbestand einer frischen dreischürigen Glatthaferwiese (Wiesenfuchsschwanzwiese) <sup>1)</sup>

	Düngungsvariante				
	NPK <sup>2)</sup>	NPK <sup>2)</sup>	N K	PK <sup>2)</sup>	NP <sup>2)</sup>
N/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /K <sub>2</sub> O-Düngung (kg/ha)	120/100/210	120/50/210	120/-/210	-/100/210	120/100/-
Ertrag (dt TM/ha)	108	105	79	93	68
pH <sub>CaCl2</sub>	5,8	5,3	4,6	5,4	6,2
CAL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g Boden)	22	10	3	24	25
CAL-K <sub>2</sub> O (mg/100 g Boden)	10	10	22	13	5
Gräser (% im 1. Aufwuchs)	80	81	62	56	79
Kräuter	12	13	35	14	19
Klee	8	6	3	30	2
Ø Futterwertzahl (max. 8.0)	6,4	6,4	5,1	6,4	5,5

1) Standort Steinach, hier Mittel 1985-2001; Parzellen jedoch mindestens seit 1971 wie beschrieben gedüngt

2) P-Düngung mit Thomasphosphat (enthält auch basisch wirksamen Kalk)

*Tabelle 10:* Wirkung von unterschiedlicher P-Düngung bei einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäu mit vier Schnitten pro Jahr <sup>1)</sup>

Parameter	Ohne P	Düngungsvariante				
		Leichtlösliches P (Superphosphat)	Weicherdiges Rohphosphat	Gülle (4*25 m <sup>3</sup> /ha)		
N-Düngung [kg/ha]	200	200	200	200	200	205
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Düngung [kg/ha]	-	50	100	50	100	115
K <sub>2</sub> O-Düngung [kg/ha]	300	300	300	300	300	270
Ertrag [dt TM/ha]	102	110	113	110	112	110
P-Entzug [kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha]	69	97	108	86	91	93
Ø P-Gehalt [g P/kg TM] <sup>1)</sup>	3,0	3,8	4,2	3,4	3,6	3,7
CAL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100 g Boden]						
0-10 cm Tiefe	6	9	11	7	9	9
10-20 cm Tiefe	4	4	5	3	4	4
über 20 Tiefe	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

1) Spitalhof/Kempton, Mittel 2003-2008; Quelle: DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011)

Mehrjährige Grünland-Düngungsversuche in Mitteldeutschland (GREINER, 2006) ergaben, dass zwar bei eingeschränkter oder völligem fehlender P-Düngung bei Standorten, wo nicht bereits zu Versuchsbeginn ein starker P-Mangel vorlag, die P-Gehalte im Boden sanken und damit ein enger Zusammenhang zu negativen P-Bilanzsummen bestand. Sie zeigten aber auch, dass hohe P-Düngungszuschläge (50 % über Standardentzug) und damit in acht Versuchsjahren stark positive P-Bilanzsummen die P-Gehalte nach Standardbodenuntersuchung nur auf einem Niedermoorstandort, nicht jedoch auf mineralischen Standorten anheben konnten. Auch wurden auf solchen Standorten, die bereits zu Beginn in den Gehaltsklassen „A“ und „B“ lagen, durch P-Düngezuschläge keine Mehrerträge erzielt. GREINER ET AL. (2006, 2010) stellten insbesondere fest, dass eine Düngung, die sich am Standardentzug von 3 g P/kg TM (bzw. 20 g K/kg TM) orientiert, für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ausreichend war. GREINER (2006) verweist allerdings auch darauf, dass extensiv bewirtschaftete

Grünland ohne N-Düngung ausreichend mit P und K versorgt sein muss – dies ist auch aus *Tabelle 9* ersichtlich – und dass leguminosenreiche Pflanzenbestände höhere Ansprüche an die P- und K-Versorgung als grasbetonte Pflanzenbestände stellen.

## 5. Fazit und Ausblick

Der P-Bedarf von Grünland schwankt in weiten Grenzen. Leider hat der Landwirt in der Regel keine Kenntnis über die reale Nährstoffabfuhr seiner Flächen. So sind ausreichend differenzierte Faustzahlen auch künftig ein notwendiges Instrument zur Bemessung der Düngung. Es scheint daher sinnvoll, Faustzahlen zu Erträgen und Nährstoffabfuhr noch weiter zu validieren. Mittels der chemischen Bodenanalyse kann lediglich der potenziell verfügbare Nährstoffgehalt, nicht jedoch seine tatsächliche Verfügbarkeit festgestellt werden. Damit kann vom P-Status der Böden eines Betriebes oder einer Region alleine nicht automatisch auf Ertrag und Qualität des Wirtschaftsgrünlandes bzw. dessen Düngbedarf geschlossen werden, da dieser ohne Berücksichtigung von weiteren Standort- und Bodeneigenschaften nur sehr grob abgeschätzt werden kann (BOHNER, 2010). Es ist daher in Übereinstimmung mit GREINER (2006) speziell bei Grünland zu überlegen, neben den sicher notwendigen Bodenanalysen sowie betrieblichen Schlagbilanzen, die Mineralstoffgehalte der Pflanzen über Futteranalysen stärker als bisher für eine sachgerechte, d. h. effiziente und ressourcenschonende Düngung zu berücksichtigen. Daher ist weiterer Forschungs- und länderübergreifender Abstimmungsbedarf gegeben.

## Literatur

- AMBERGER, A. (1996): Pflanzenernährung, 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL), 2011: Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 34. Auflage, LfL Information.
- BOHNER, A., 2010: Phosphorgehalte und Phosphorverfügbarkeit in Grünlandböden unter besonderer Berücksichtigung des Biolandbaues. Vortrag bei den Hefterhofer Umweltgesprächen „Phosphorbilanz im Biolandbau“ am 25.02.2010 an der Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg.
- BUCHGRABER, K., 2007: Phosphorversorgung beim Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 5/2007, S. 14-15.
- DIEPOLDER, M., HEGE, U., 2004: Mineralstoffgehalte im Grünland. Schule und Beratung, Heft 07/04, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, S. III-20-23.
- DIEPOLDER, M., B. SCHNEIDER und B. JAKOB, 2005: Ergebnisse von der Weiherwiese, dem ältesten Grünlandversuch Bayerns. Schule und Beratung, Heft 2/05, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, S. III-11-17.
- DIEPOLDER, M., S. RASCHBACHER, 2011: Bei Phosphor dranbleiben. dlz-Agrarmagazin, Heft 4, April 2011. S. 64-69.
- DIEPOLDER, M., S. RASCHBACHER, S. Heinz, G. Kuhn, 2013: Erträge, Nährstoffgehalte und Pflanzenbestände bayerischer Grünlandflächen. Tagungsband der Wissenschaftstagung der LfL „Agrarforschung hat Zukunft“ am 04. Juli in München; LfL-Schriftenreihe 4/3013, ISSN 1611-4159. S. 185-194.
- GREINER, B., R. SCHUPPENIES, F. HERTWIG, H. HOCHBERG und G. RIEHL, 2010: Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Kongressband; Kiel 2010, S. 157-168.

- GREINER, B., 2006: Bei Phosphor und Kali sparen – aber nicht zu viel. top agrar, Heft 3/2006, S. 102-104.
- KÖHLER, B., THURNER, ST., DIEPOLDER, M., SPIEKERS, H. (2012): Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe. In: VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 68, Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, S. 375-379.
- KUHN, G., S. HEINZ und F. MAYER, 2011: Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hsg.) 3/2011, 161 S., ISSN 1611-4159.
- PÖTSCH, E., M BAUMGARTEN, 2010: Phosphorproblematik im Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 18/2010, S. 30-31.
- RIEDER, J.B., 1983: Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft, München.
- SHELLHAMMER, R., J. SIRCH, 2013: Statischer Dauerdüngungsversuch. In: 45. Versuchsbericht der Höheren Landbauschule Rothalmünster 2012, S. 226-229.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2010: Durchwachsen wie das Wetter – Grassilage-Qualität 2010: Erster Schnitt mit niedrigen Energiegehalten. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 45, S. 34.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2011: 2011 - ein außergewöhnliches Jahr – Grassilagequalität 2011: viel Energie aber wenig Eiweiß und Struktur. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 44, S. 22-23.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2012: 2012 - mit guter Grassilage Kraftfutter sparen. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 44, S. 31-33.
- 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.

# Phosphor im Grünland – Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen und von Düngungsversuchen

M. Diepolder & S. Raschbacher  
Institut für Ökologischen Landbau,  
Bodenkultur und Ressourcenschutz



- 1. Einleitung**
- 2. Ergebnisse zu mittleren P-Gehalten und P-Abfuhren bayerischer Dauergrünlandflächen**
- 3. Empfehlungen zur P-Düngung auf Grünland; P-Versorgung der Böden in Bayern**
- 4. Ergebnisse von P-Düngungsversuchen**
- 5. Fazit und Ausblick**

# Einleitung

---

- Phosphor ist im Focus, weil ....
  - ...essentieller Nährstoff für pflanzlichen und tierischen Organismus
  - ...häufig suboptimale P-Versorgung von Grünlandböden in Bayern und Österreich (hier Düngungsziel: P-Düngung > P-Abfuhr)
- Inwieweit ist „Aufdüngung“ heute gerechtfertigt?
- P-Lagerstätten weltweit begrenzt, hohe Preise; Gewässerschutz
- Tatsächliche P-Abfuhr von Einzelflächen eines Betriebes unbekannt, daher: Faustzahlen zur Bemessung der P-Düngung

# „Wieviel Phosphor soll's denn wo sein?“

## ➤ Boden

Bayern: Optimal **10-20 mg Phosphat** (CAL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) pro 100 g Boden;  
entspricht ca. 44-87 mg P pro 1000 g Boden

## ➤ Pflanze (wachsend)

Optimal: **3 g P/kg TM** (Greiner et al., 2006, 2010)

Mangel bei < 2,0-2,5 g P/kg TM (div. Literatur)

## ➤ Orientierungswerte Milchviehration

Bei Milchleistung 20 kg/Tag: **3,3 g P/kg TM** (LfL Grub)

Bei Milchleistung 40 kg/Tag: **4,0 g P/kg TM** (LfL Grub)

1. Einleitung
2. **Ergebnisse zu mittleren P-Gehalten und P-Abfuhrn bayerischer Dauergrünlandflächen**
3. Empfehlungen zur P-Düngung auf Grünland; P-Versorgung der Böden in Bayern
4. Ergebnisse von P-Düngungsversuchen
5. Fazit und Ausblick

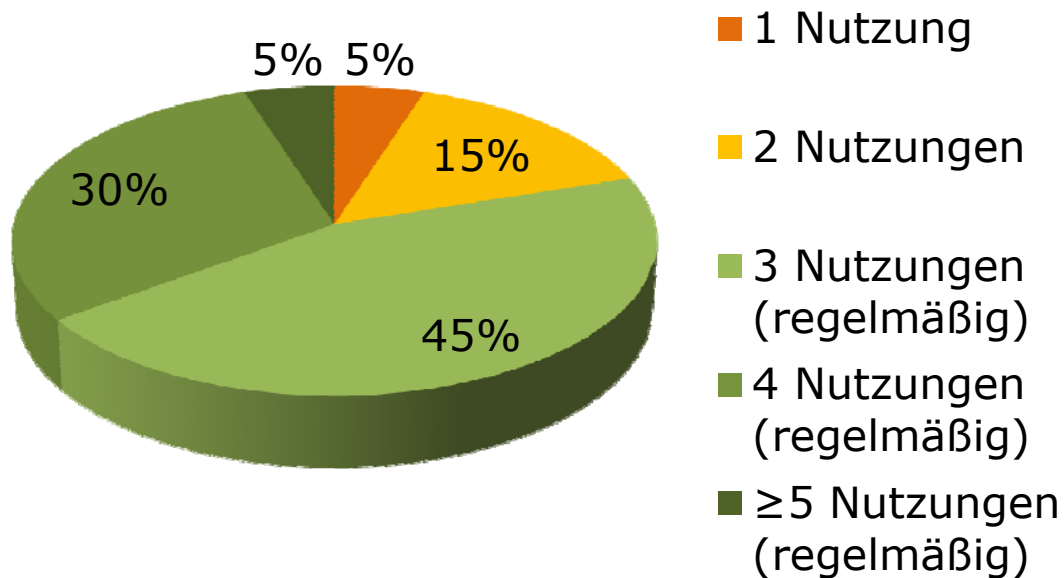


# Vielfältiges Grünland – Praxiserträge und Nährstoffabfuhren (meist) unbekannt



# Abschätzung der Nutzungshäufigkeit des Grünlands in Bayern

## Bayern (1,07 Mio. Ha)



## Oberbayern/Schwaben (54 % der GL-Fläche By)



## Franken (23 % der GL-Fläche By)



Quellen: Invekos 2002, Schätzungen ÄELF 2003, Bayer. Agrarbericht 2012  
Diepolder, 2006; Hartmann, Diepolder, Lichti, 2011; leicht geändert

# „Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen“

Quantifizierung der Erträge und Nährstoffkonzentrationen von bayerischen Praxisflächen in Abhängigkeit von:

- **Nutzungsintensität** (extensiv, mittel, intensiv),
- **Wiesentyp** (Gold-, Glatthaferwiesen, Wiesenfuchsschwanzwiesen, kräuterreiche Wiesen, weidelgrasreiche Wiesen)
- und Boden-Klima-Raum; sonstiges.....

Mit Hilfe der gewonnen Daten soll die Datenbasis für die Validierung von **Faustzahlen** (Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung, Nährstoffbilanzierung nach DüV) verbessert werden.

# Material und Methoden

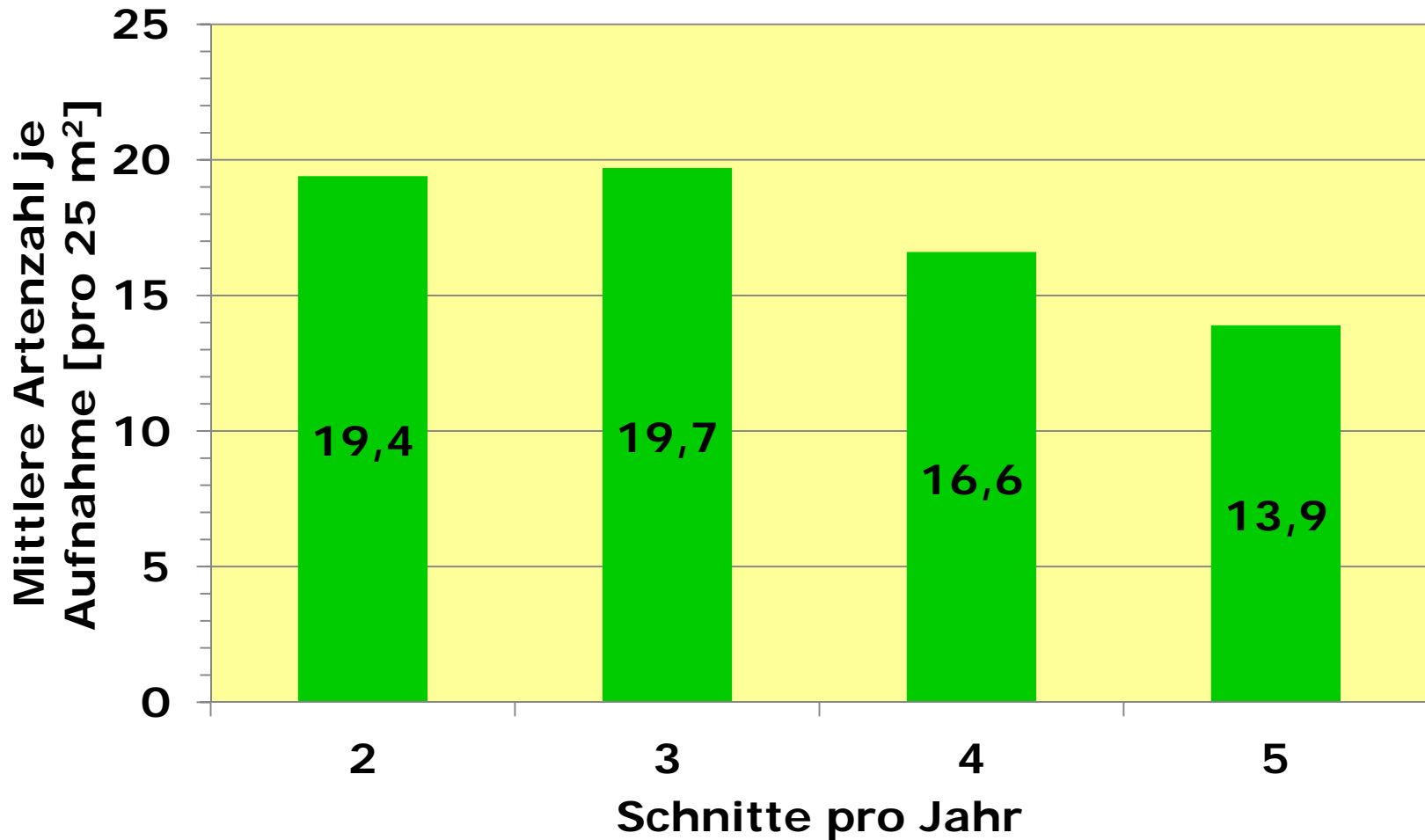
---

Auf bayernweit bis 120 (150 ab 2012) gezielt ausgewählten Flächen, die im Zeitraum 2002-2008 erstmalig vegetationskundlich im Rahmen des „**Grünlandmonitoring Bayern**“ (KUHN ET AL., LFL, 2011) aufgenommen worden sind, wurden in den Jahren 2009-2012 in Zusammenarbeit mit dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung e.V. (LKP) mittels

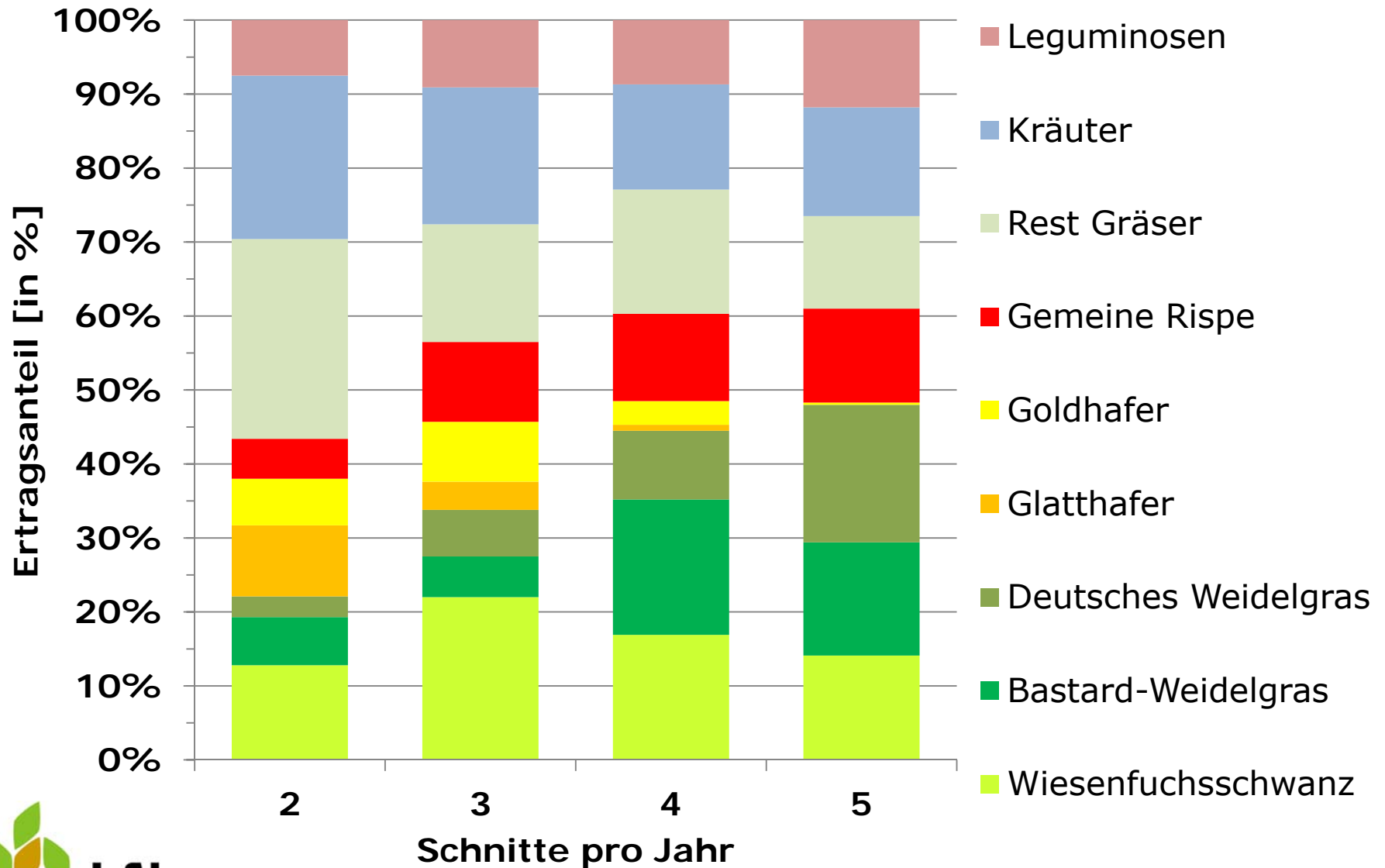
- genau definierter **Schnittproben** (7 x 1 m<sup>2</sup> pro Fläche, Schnitthöhe 5-6 cm) die Frisch- und Trockenmasse-**Erträge aller Aufwüchse** max. 2-3 Tage vor der Ernte des Landwirts,
- sowie nasschemisch deren **Nährstoffgehalte** (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) bestimmt.

Umrechnung von Bruttowerten der Schnittproben (Erträge, Abfahren) auf Nettowerte, wie sie in Faustzahlen verwendet werden.

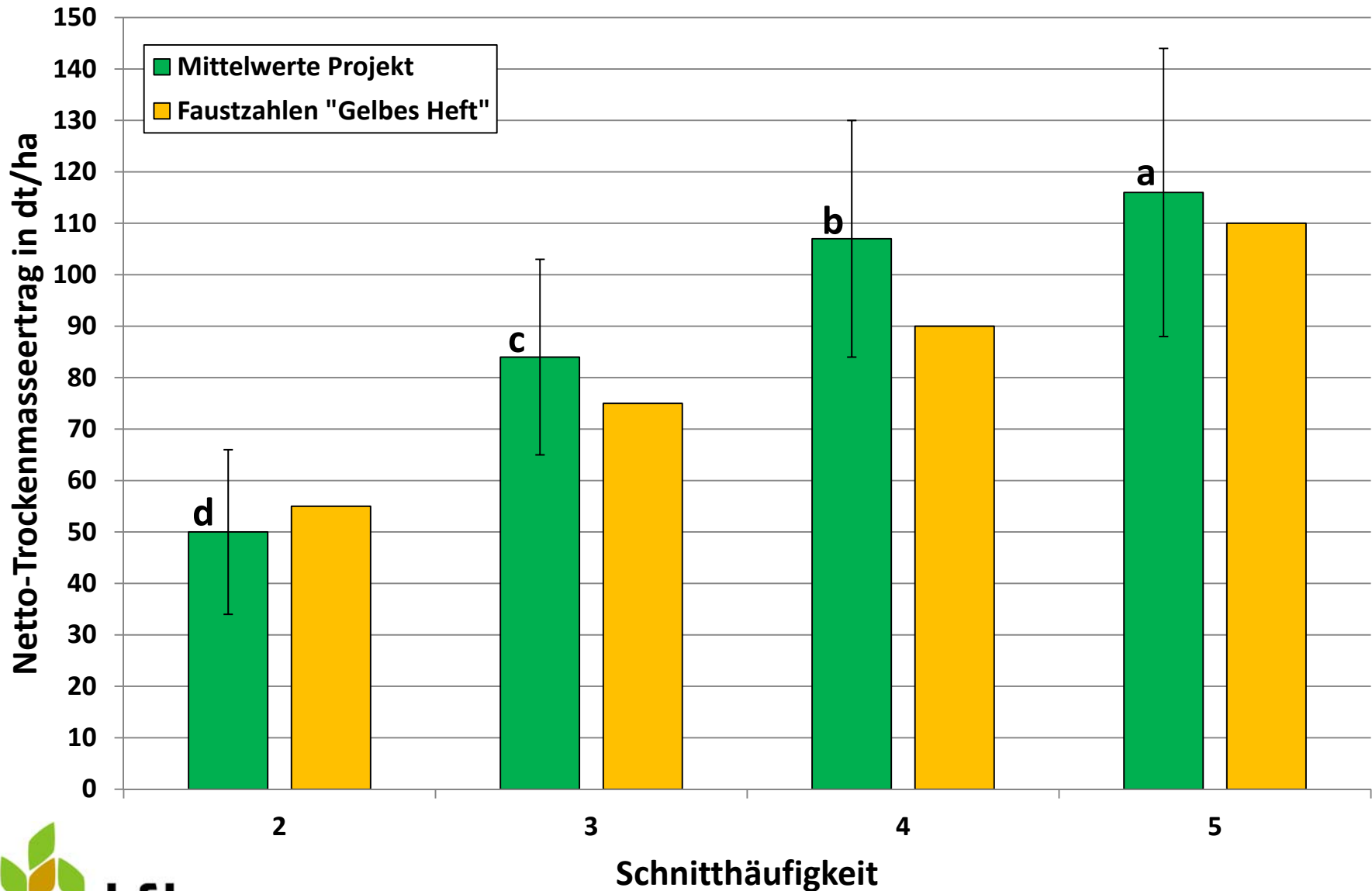
# Mittlere Artenzahl von Grünlandbeständen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität



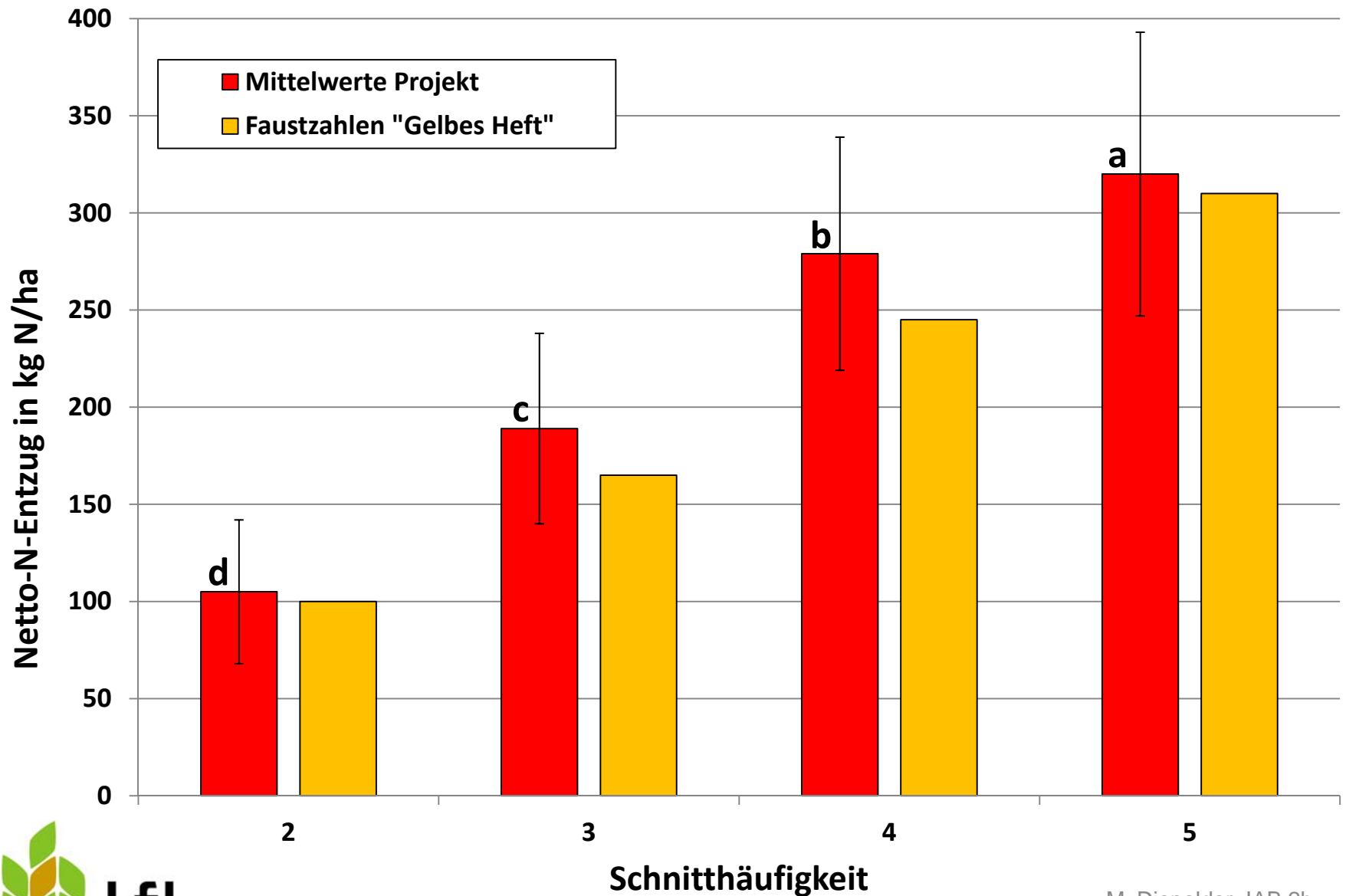
# Geschätzte mittlere Ertragsanteile von Grünlandpflanzen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität



# Trockenmasse - Vergleich Ergebnisse 2009-2012 mit Faustzahlen

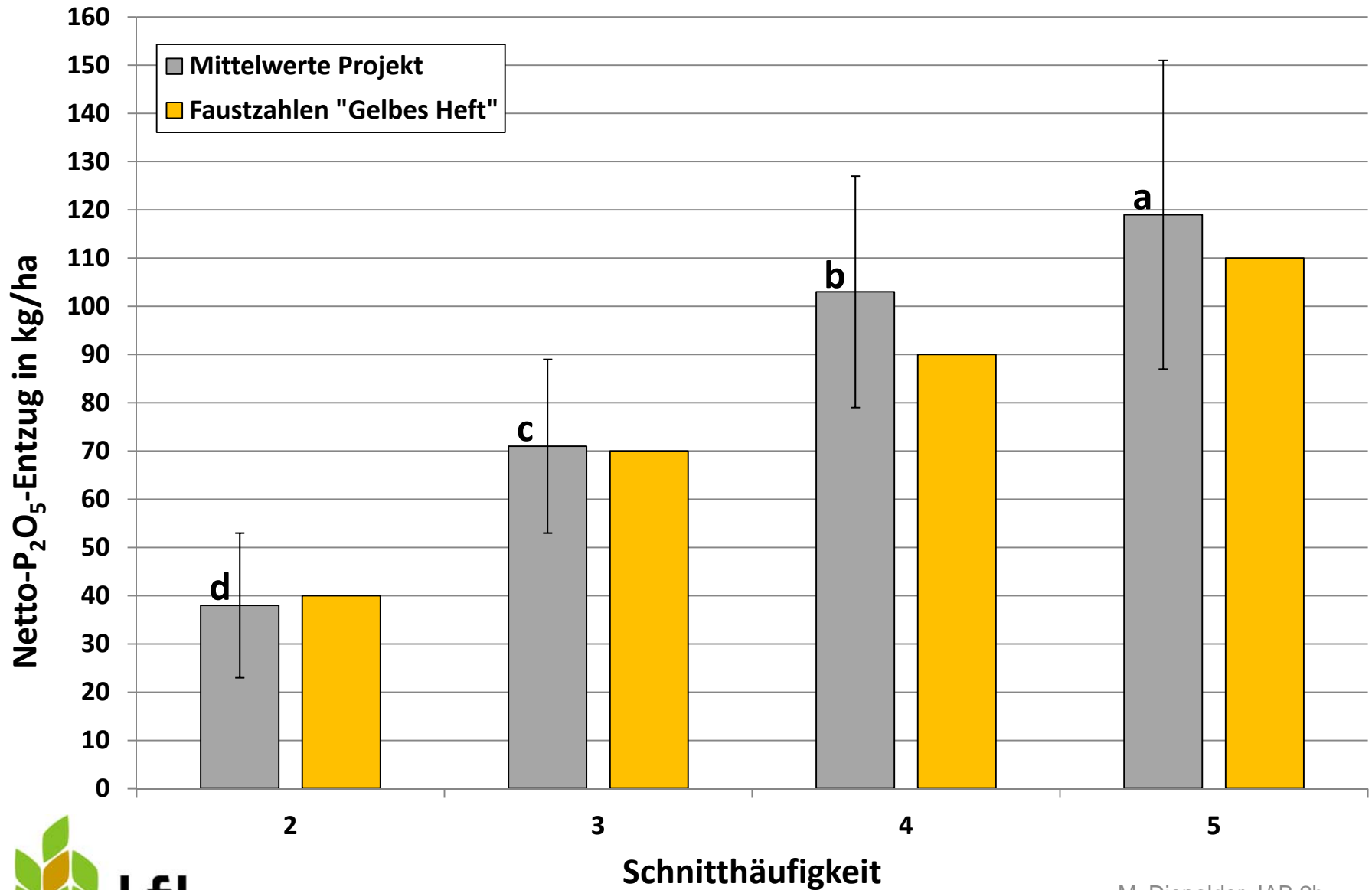


# N-Abfuhr - Vergleich Ergebnisse 2009-2012 mit Faustzahlen





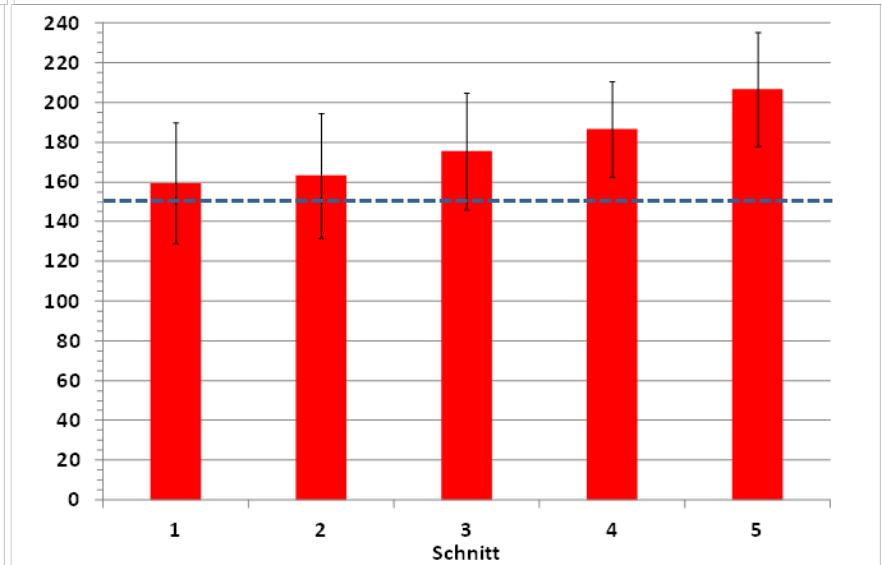
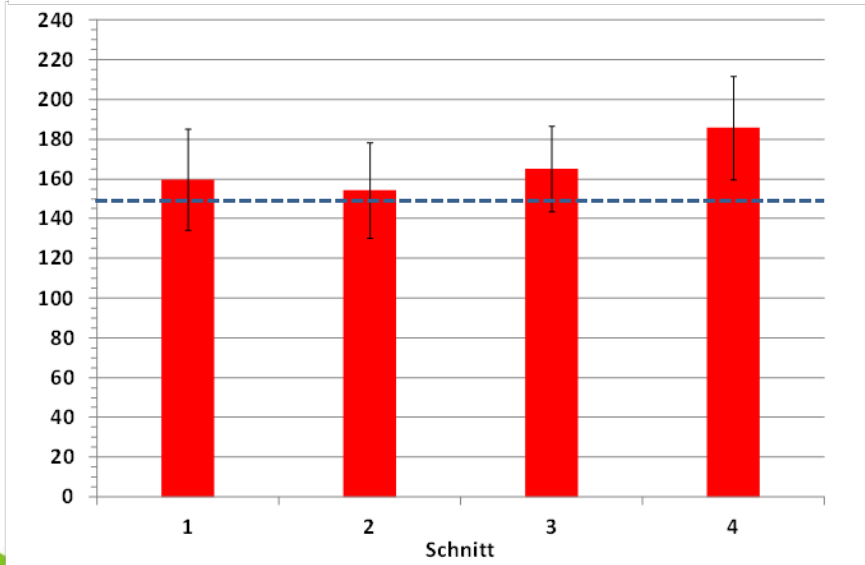
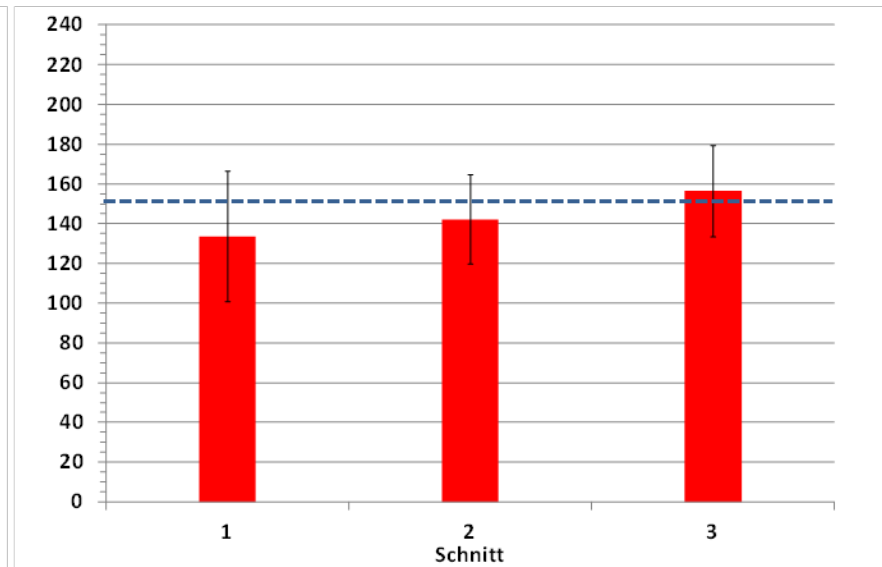
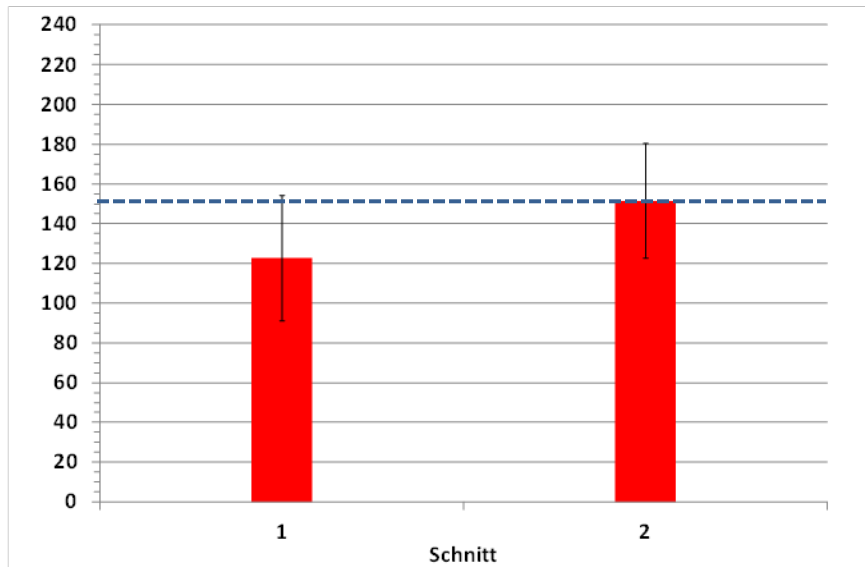
# P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Abfuhr - Vergleich Ergebnisse 2009-2012 mit Faustzahlen



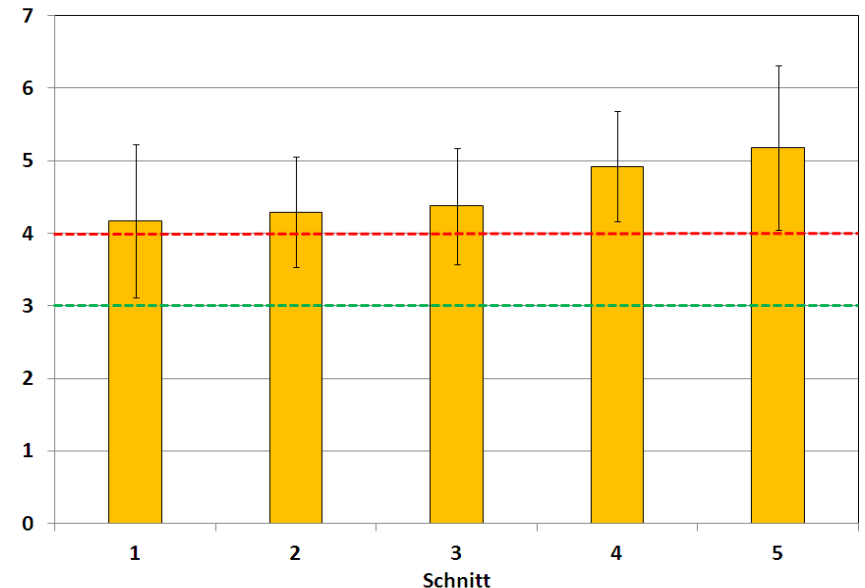
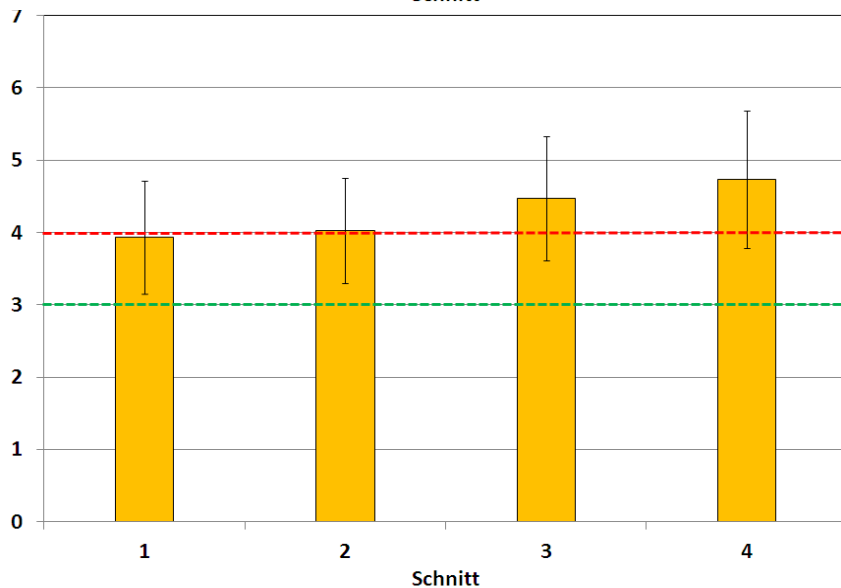
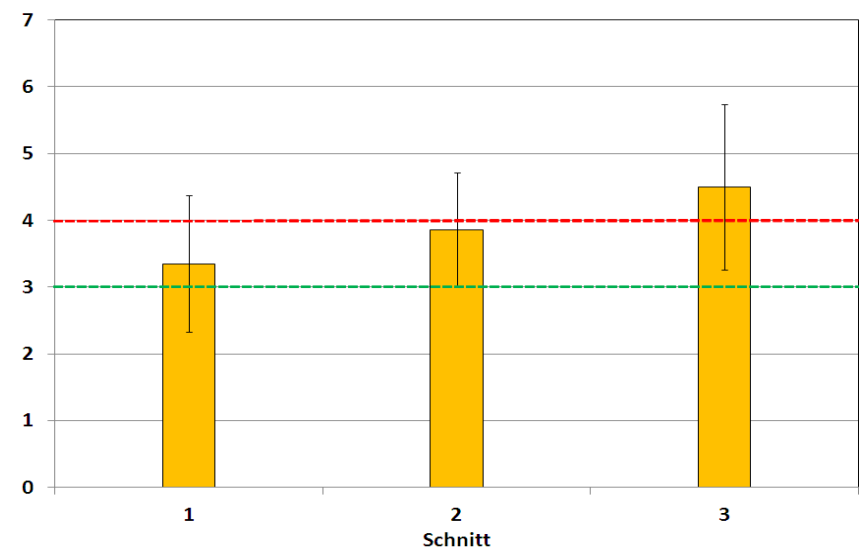
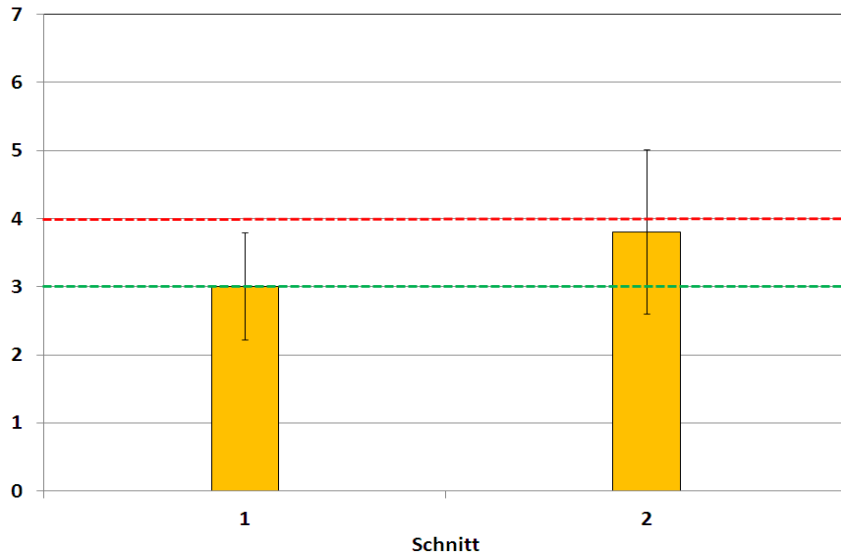
# Erträge (Schnittproben) und Inhaltsstoffe im Mittel 2009-2012

Parameter	Schnitthäufigkeit				Zielwerte Futtermittel Milchkuh 20 – 40 kg Milch/d
	2	3	4	5	
n	39	60	101	79	-
TM <sub>Schnitt</sub> Ø [dt/ha]	53,7 D	89,8 C	114,1 B	124,8 A	-
<b>N</b> Ø [% TM]	<b>2,13 D</b>	<b>2,26 C</b>	<b>2,61 B</b>	<b>2,78 A</b>	
XP Ø [g/kgTM]	133 D	141 C	163 B	174 A	145 - 165
<b>P</b> Ø [g/kgTM]	<b>3,29 D</b>	<b>3,75 C</b>	<b>4,22 B</b>	<b>4,49 A</b>	3,3 - 4,0
K Ø [g/kgTM]	24,1 D	28,7 C	31,5 B	34,0 A	10
Mg Ø [g/kgTM]	2,91 A	2,86 A	3,12 A	3,00 A	1,6
S Ø [g/kgTM]	2,33 B	2,67 A	2,86 A	2,86 A	2,0
Ca Ø [g/kgTM]	9,26 A	8,41 A	8,13 A	8,96 A	5,5 – 6,4
Na Ø [g/kgTM]	0,41 A	0,53 B	0,94 A	0,73 Ab	1,4 – 1,5

# Rohproteingehalte [in g XP/kg TM] der einzelnen Aufwüchse bei unterschiedlichen Schnittintensitäten



# P-Gehalte [in g P/kg TM] der einzelnen Aufwüchse bei unterschiedlichen Schnittintensitäten



# Mittlere TM-Erträge P-Entzüge und P-Gehalte bei drei Grünlandtypen und vier Schnitten pro Jahr (nach RIEDER, 1983)

	Ertrag <sub>brutto</sub> [dt TM/ha]	P-Entzug [kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha]	P-Gehalt in Aufwuchs			
			1	2	3	4
			[g/kg TM]			
Voralpine weidelgrasreiche Wiese	123	123	4,7	4,1	4,6	4,6
Voralpine kräuterreiche Wiese	92	117	5,1	5,0	5,3	5,8
Wiesenfuchsschwanzwiese	115	86	3,4	3,5	3,6	3,3

Düngung mineralisch: je 4x50 kg N/ha, 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 300 kg K<sub>2</sub>O/ha;  
 Versuchszeitraum ca. 1974-1979

# Futterqualitäten bayerischer Grassilagen in den Jahren 2012/2011/2010 (Quelle: SCHUSTER ET AL., LfL sowie LKV-Futtermittellabor Grub)

.....

Angaben pro kg TM	Erster Schnitt			Mittel Folgeschnitte		
	Ø Bayern	Ø + 25%	Ø - 25%	Ø Bayern	Ø + 25%	Ø - 25%
<b>2012</b>						
Rohfaser (g)	236	217	257	225	215	236
Rohprotein (g)	168	177	159	164	169	155
Energie (MJ NEL)	6,4	6,8	5,8	6,2	6,6	5,7
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>
<b>2011</b>						
Rohfaser (g)	214	196	239	234	221	248
Rohprotein (g)	156	157	153	147	154	135
Energie (MJ NEL)	6,83	7,32	6,20	6,21	6,69	5,69
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,1</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,3</b>	<b>3,6</b>	<b>3,1</b>
<b>2010</b>						
Rohfaser (g)	254	231	277	235	222	250
Rohprotein (g)	157	170	142	170	184	155
Energie (MJ NEL)	5,88	6,37	5,35	5,80	6,22	5,34
<b>Phosphor (g)</b>	<b>3,6</b>	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>3,9</b>	<b>3,5</b>

# Gliederung

---

1. Einleitung
2. Ergebnisse zu mittleren P-Gehalten und P-Abfuhrn bayerischer Dauergrünlandflächen
- 3. Empfehlungen zur P-Düngung auf Grünland; P-Versorgung der Böden in Bayern**
4. Ergebnisse von P-Düngungsversuchen
5. Fazit und Ausblick

# P-Gehaltsklassen und P-Düngeempfehlung bei Grünland (Quelle: WENDLAND ET AL., LFL, 2012)

Grünland: P-Vorrat in 0-10 cm

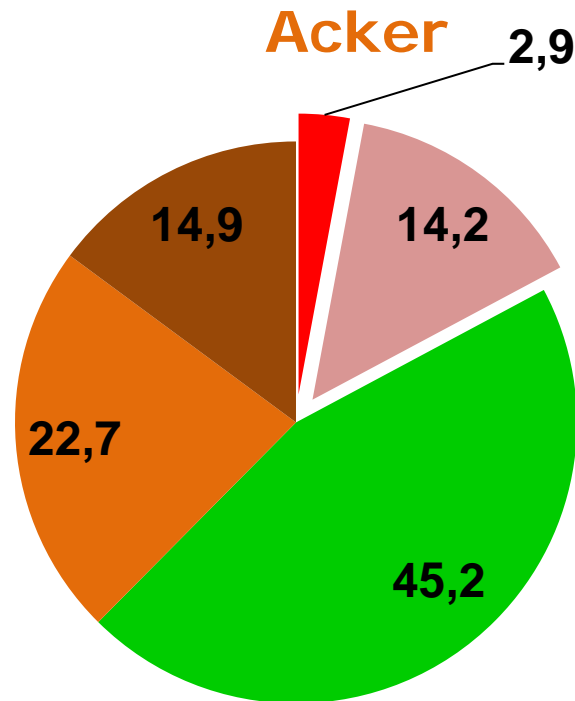
Klasse	Bezeichnung	Bereich	
		[mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL) pro 100 g Boden]	Düngeempfehlung
A	Sehr niedrig	< 5	Abfuhr + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
B	Niedrig	5-9	Abfuhr + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
<b>C</b>	<b>Anzustreben</b>	<b>10-20</b>	<b>Abfuhr</b>
D	Hoch	21-30	½ Abfuhr
E	Sehr hoch	> 30	Keine P-Düngung

$P \times 2,29 = P_2O_5$ ;

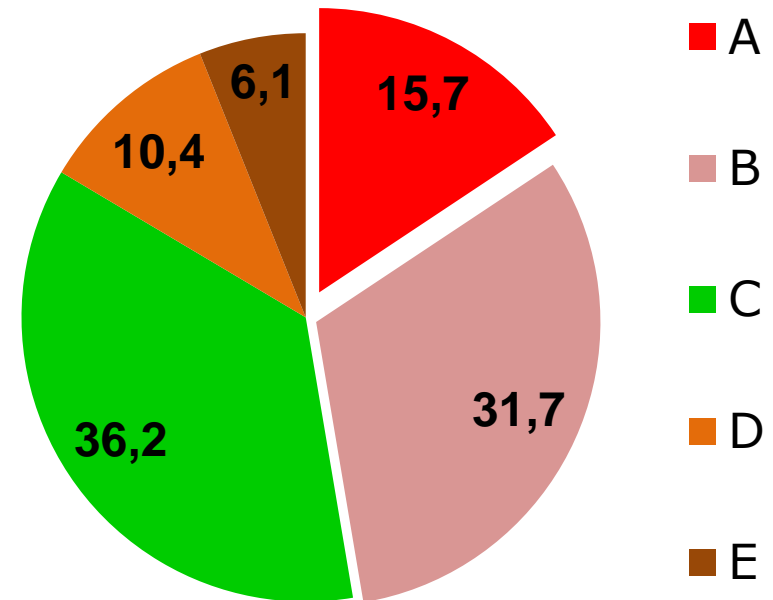
10-20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / 100 g entspricht ungefähr **44-87 mg P / 1000 g Boden**



# P-Versorgung (Gehaltsklassen) von Acker- und Grünlandböden






## Grünland



Quelle: LfL-Internet/IAB; Bodenuntersuchungen 2006- 2011

# Prinzip der Düngebedarfsermittlung im Grünland nach dem „Gelben Heft“ für die Nährstoffe N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O und MgO

Vorgehensweise	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO
Berücksichtigung der Nährstoffabfuhr in Abhängigkeit von <b>Nutzungsintensität</b> und Wiesentyp	1	
Berücksichtigung von <b>ungünstigen Standortbedingungen</b> , die den Ertrag und damit die Nährstoffabfuhr vermindern	2	
Berücksichtigung von Nutzungsarten	3	
Berücksichtigung der standortabhängigen N-Lieferung	4	
Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenuntersuchung		5
Berücksichtigung der mit <b>Wirtschaftsdüngern</b> ausgebrachten anrechenbaren Nährstoffmengen	6	
<b>=&gt; Höhe der mineralischen Ergänzungsdüngung</b>		

# Beispiele zum Düngbedarf \* von Grünlandbeständen mit unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung und Nutzung

(nach „Gelben Heft, 2007“; Zahlen auf 5 gerundet)

	Wiesen	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
1.	Weidelgrasreiche Wiese, 5 Nutzungen, vorwiegend als Silage, optimaler Bestand	290	110	375	50
2.	Kräuterreiche Wiese, 4 Nutzungen, vorwiegend als Silage, optimaler Bestand	205	90	270	65
3.	Fuchsschwanzwiese, 4 (3-4) Nutzungen, vorwiegend als Silage, optimaler Bestand	155	65	205	30
4.	Obergrasreiche Wiese, 2-3 Nutzungen, vorwiegend als Heu, optimaler Bestand	90	45	150	25
<b>Mähweiden und Weiden</b>					
5.	Kräuterreiche Mähweide, 4 Nutzungen, je 50% Schnitt und Weide, optimaler Bestand	145	55	160	40
6.	Weidelgrasreiche intensive Standweide Standort entsprechend 4 Schnittnutzungen	130	40	125	20
7.	Extensive Jungvieh- oder Pferdeweide	30	15	55	10

\* Bei Humusgehalten bis 8 % und Kleeanteil unter 10 %  
sowie bei Gehaltsklasse „C“ für P, K, Mg

# Anrechenbare Nährstoffgehalte von Gülle (Milchvieh)

## Beispiel:

N-Ausscheidung („kuhfallend“) im Betriebsdurchschnitt = 200 kg N/ha  
(Entspricht ca. 70 m<sup>3</sup>/ha Gülle bei 5 % TS)

	Kuhfallend	<b>Lagerfallend</b>	<b>Feldfallend</b>	
			<b>DüV</b>	<b>Pflanzenbau</b>
		→ N: Stall- und Lagerverluste *	→ N: Ausbringungsverluste **	
<b>N</b> [kg/ha]	200	<b>170</b>	<b>140</b>	<b>77-136</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [kg/ha]	<b>65-70</b>			
<b>K<sub>2</sub>O</b> [kg/ha]	<b>245-265</b>			

\*/\*\*: nach DüV: max. 15 % Stall-/Lagerverluste; max. 30 % Stall-/Lager-/Ausbringungsverluste

# Gliederung

---

1. Einleitung
2. Ergebnisse zu mittleren P-Gehalten und P-Abfuhren bayerischer Dauergrünlandflächen
3. Empfehlungen zur P-Düngung auf Grünland; P-Versorgung der Böden in Bayern
- 4. Ergebnisse von P-Düngungsversuchen**
5. Fazit und Ausblick

# Ertrag, Bodenversorgung und Artenanteile einer Fuchsschwanzwiese

- Drei Schnitte bei langjährig differenzierter Düngung (Mittel 1985 bis 2001) -

Art und Menge der Düngung*)				Ertrag	Standard-bodenuntersuchung			Anteile im ersten Aufwuchs		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O	TM (dt/ha)		pH (CaCl <sub>2</sub> )	(CAL) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g Boden)	(CAL) K <sub>2</sub> O	Gräser	Kräuter	Leguminosen (% in der Frischmasse)
NPK	120	100	210	108	5,8	22	10	80	12	8
NPK	120	50	210	105	5,3	10	10	81	13	6
PK	-	50	105	80	5,0	11	11	55	16	29
PK	-	100	210	93	5,4	24	13	56	14	30
NP	120	100	-	68	6,2	25	5	79	19	2
<u>NK</u>	120	-	210	79	4,6	3	22	62	35	3
N	120	-	-	66	4,9	3	7	78	20	2

# Wirkung von unterschiedlicher P-Düngung bei einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäu mit vier Schnitten pro Jahr (Mittel 2003-2008)

Parameter	Düngungsvariante					
	Ohne P	Leichtlösliches P (Superphosphat)	Weicherdiges Rohphosphat	Gülle (4*25 m <sup>3</sup> /ha)		
N-Düngung [kg/ha]	200	200	200	200	200	205
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Düngung [kg/ha]	-	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>115</b>
K <sub>2</sub> O-Düngung [kg/ha]	300	300	300	300	300	270
<b>Ertrag [dt TM/ha]</b>	<b>102</b>	<b>110</b>	<b>113</b>	<b>110</b>	<b>112</b>	<b>110</b>
<b>P-Entzug [kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha]</b>	<b>69</b>	<b>97</b>	<b>108</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>93</b>
<b>Ø P-Gehalt [g P/kg TM]<sup>1</sup></b>	<b>3,0</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>
<b>CAL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [mg/100 g Boden]</b>						
<b>0-10 cm Tiefe</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>10-20 cm Tiefe</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>über 20 Tiefe</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>

# Ergebnisse von mehrjährigen Grünland-Düngungsversuchen in Mitteldeutschland (GREINER ET AL., 2006, 2010)

---

- Bei völligem Verzicht auf P-Düngung Absinken der Boden-P-Gehalte, sofern nicht bereits zu Versuchsbeginn starker P-Mangel vorlag.
- Enger Zusammenhang zwischen abnehmenden P-Bodengehalten und negativen P-Bilanzsummen, aber (!)....
- Hohe P-Düngungszuschläge (50% über Standardentzug) und demnach stark positive P-Bilanzsummen konnten die P-Gehalte nach Standardbodenuntersuchung auf Niedermoor, aber nicht auf Mineralböden anheben.
- Auch bei Standorten, die zu Versuchsbeginn in den Gehaltsklassen „A“ und „B“ lagen, keine Mehrerträge durch P-Düngezuschläge.
- Eine Düngung, welche sich am **Standardentzug von 3,0 g P/kg TM** (bzw. 20 g K/kg TM) orientiert, ist für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ausreichend.
- **Mineralstoffanalysen stärker als bisher zur Bemessung der sachgerechten Düngung berücksichtigen.**
- Leguminosen stellen höhere Ansprüche an P/K-Versorgung als Gräser



# Fazit und Ausblick

---

- Mit zunehmender Nutzungsintensität im Mittel steigende P-Gehalte im Futter, steigende P-Abfuhr; jedoch hohe Streuungen in der Praxis.
- Faustzahlen zur P-Abfuhr werden weitgehend bestätigt, jedoch weitere Validierung der Faustzahlen zur Nährstoffabfuhr und Düngung sinnvoll.
- Hoher Anteil an mit („pflanzenverfügbaren“) Phosphat unterversorgten Grünlandböden; allerdings erlaubt der P-Status des Bodens nur grobe Aussagen zur notwendigen P-Düngung.
- Konzept der Officialberatung ausreichend in Praxis bekannt/umgesetzt?
- Ist im Grünland eine Modifizierung der Gehaltsklassen und Düngempfehlungen notwendig? Unterversorgte GL-Böden noch aufdüngen?
- Der Landwirt hat in der Regel keine Kenntnis über die reale Nährstoffabfuhr seiner Flächen - dies sollte nicht so bleiben.
- Weiterer Forschungs- und länderübergreifender Abstimmungsbedarf ist gegeben!

# Phosphor im Grünland – Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen und von Düngungsversuchen

M. Diepolder & S. Raschbacher

**Danke für die Aufmerksamkeit!**

