

Wirkung einer Phosphordüngung im Dauergrünland mit sehr niedrigen Boden-P-Gehalten

S. von Tucher, S. Heringlehner, U. Schmidhalter

Lehrstuhl für Pflanzenernährung TUM, Freising

1 Einleitung

Nach der bisher gültigen Einteilung von Böden bezüglich ihrer P-Verfügbarkeit auf der Basis des Gehalts an CAL-löslichem P lagen im Zeitraum von 2010-2015 in Bayern 4 % der Ackerböden, jedoch 16 % der Grünlandböden in der Gehaltsklasse A (anonym, 2017). Sie können daher als nicht ausreichend versorgt gelten, wobei üblicherweise die gleichen Gehaltsklassengrenzen für Acker und Grünland verwendet werden (Wendland et al., 2012).

Hinsichtlich der Verwertung von Boden- und Dünger-P ergeben sich jedoch mögliche Unterschiede zwischen Acker- und Grünlandkulturen, wie etwa ein intensiverer P-Umsatz in der oberen Schicht des Bodens, eine meist fehlende Einarbeitung von Dünger-P und somit ein weniger intensiver Kontakt mit sorptionsfähigen Bodenpartikeln, und ein Pflanzenbestand, der in seiner Zusammensetzung unterschiedlich effiziente artspezifische Aneignungsmechanismen aufweisen kann.

Ebenso wie für Ackerland wird für Grünland daher immer wieder beobachtet, dass auch in niedrigen P-Gehaltsklassen keine oder nur geringe Mehrerträge durch P-Düngung erzielt werden, dass jedoch meist die P-Gehalte im Erntegut erhöht werden (Kuchenbuch und Buczko, 2011; Greiner et al., 2010; Diepolder und Raschbacher, 2013).

Die vorliegende Arbeit untersucht im Rahmen eines On-Farm-Feldexperiments in einem Praxisbetrieb, in welchem Umfang auf einer Dauergrünlandfläche mit einem Gehalt an CAL-löslichem P in Gehaltsklasse A Mehrerträge durch erhöhte P-Düngung erzielt werden. Zudem wird die Wirkung der P-Düngung auf die P-Gehalte und P-Aufnahme der Pflanzen sowie auf die P-Gehalte des Bodens geprüft.

2 Material und Methoden

Der Dauergrünlandstandort (landwirtschaftlicher Betrieb mit Mutterkuhhaltung, Landkreis Passau, 380 m üNN, 800 mm Jahresdurchschnittsniederschlag, 8,5 °C mittlere Jahrestemperatur, Bodenart sandiger Lehm) wird üblicherweise mit zwei Schnitten und zwei Beweidungen pro Jahr genutzt. Seit 2005 wird die Düngung in Form von Gülle (1,3 GV/ha) ausgebracht. Der Versuchsschlag ist charakterisiert durch einen Gehalt an CAL-löslichem P vom 1,2 mg P/100 g Boden und einen pH-Wert (CaCl₂) von 5,4 in 0-10 cm, in 10-20 cm durch 0,5 mg CAL-lösliches P/100g Boden und einen pH-Wert von 4,9.

Die P-Versuchsdüngung erfolgte in 2 Stufen: (1) ohne P und (2) je 44 kg P/ha zum 1. (20.03.2016) und 2. Schnitt (09.05.2016) sowie 22 kg P/ha zum 3. Schnitt (04.06.2016) jeweils als Triple-Super-Phosphat.

Als weitere Mineralstoffe wurden ausgebracht (kg/ha):

1. Schnitt 60 N, 92 K, 10 Mg, 26 S; 2. Schnitt 40 N, 50 K, 5 Mg, 16 S; 3. Schnitt 20 N, 33 K, 4 Mg, 9 S.

Die Ernten erfolgten am 08.05., 12.06. und 08.07.2016. Die Parzellen mit einer Größe von 4 m² waren mit 6 Wiederholungen als Schachbrett angelegt.

Es wurden folgende Parameter bestimmt:

Trockenmasseertrag (TM), P-Gehalte im Pflanzenmaterial (nach Mikrowellen-Druckaufschluss mit HNO₃/H₂O₂ und P-Bestimmung mit ICP), P-Aufnahme, im Boden CAL-lösliches P nach Schüller (1969) mit einer P-Bestimmung nach Murphy und Riley (1962) und die Bestimmung von anorganischem sowie organischem P nach Extraktion mit 1 M Na₂SO₄/1M NaOH (7,5 g Boden und 150 ml Lösung, Schütteldauer 2 h) durch Differenzbildung:

$P_{\text{org}} = P_{\text{total}} \text{ (ICP-Messung)} - P_{\text{anorg}} \text{ (Murphy \& Riley, 1962)}$.

Die Prüfung auf statistische Signifikanz zwischen ungedüngter und P-gedüngter Behandlung erfolgte für jeden Erntezeitpunkt mittels t-Test.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die P-Düngung erhöhte den Gesamt-TM-Ertrag in der Summe der 3 Schnitte signifikant um etwa 9 %, bei einem insgesamt für den Standort durchschnitt-

lichen Ertragsniveau (Abb. 1). Für die einzelnen Schnitte stieg der TM-Ertrag signifikant nur zum 2. Schnitt um etwa 14 %. Zum 1. und 3. Schnitt konnte keine Ertragszunahme durch P-Düngung festgestellt werden.

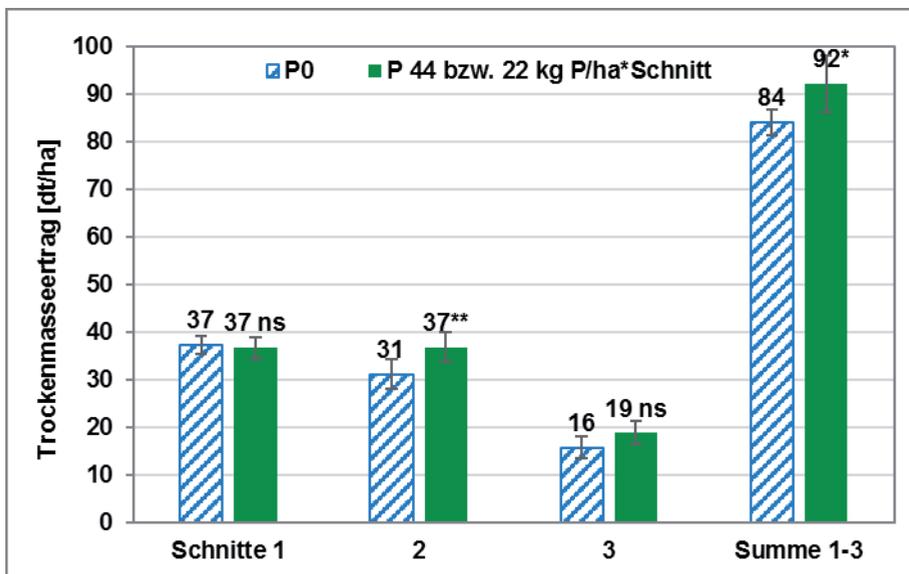


Abb. 1: TM-Erträge von Grünland ohne und nach der Düngung mit 44 kg P/ha zum 1. und 2. Schnitt bzw. 22 kg P/ha zum 3. Schnitt. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung, Markierungen mit * signifikante Unterschiede zwischen gedüngter und ungedüngter Variante für den jeweiligen Schnitt bzw. der Summe der Schnitte; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Die P-Gehalte im Erntegut zeigten für alle Schnitte eine deutliche Erhöhung als Reaktion auf die P-Düngung (Abb. 2). Der P-Gehalt der ungedüngten Parzellen dürfte sich zum 2. Schnitt an der Grenze zur Unterversorgung befunden haben, die der gedüngten Schnitte 2 und 3 dagegen bereits im Bereich des Luxuskonsums (Greiner et al. 2010).

Die Dauergrünlandfläche war damit zur Ausschöpfung des Ertragspotenzials P-düngebedürftig, jedoch war die Wirkung der Düngung auf den Ertrag deutlich geringer als auf den P-Gehalt im Erntegut. Dies steht im Einklang mit Ergebnissen von Greiner et al. (2010) und Diepolder und Raschbacher (2013). Die Ursachen für eine geringe Ertragsreaktion können in der P-Mobilisierungsleistung verschiedener vergesellschafteter Pflanzenarten liegen, die zu einer höheren

Verfügbarkeit von vorhandenem P führen; hierzu zählen die Ausscheidung von organischen Säuren, hohe Wurzellängendichten von Gräsern, Mykorrhizierung, verstärkte Nutzung von organischem P durch mikrobielle oder pflanzliche Phosphatasen (Raghothama, 1999).

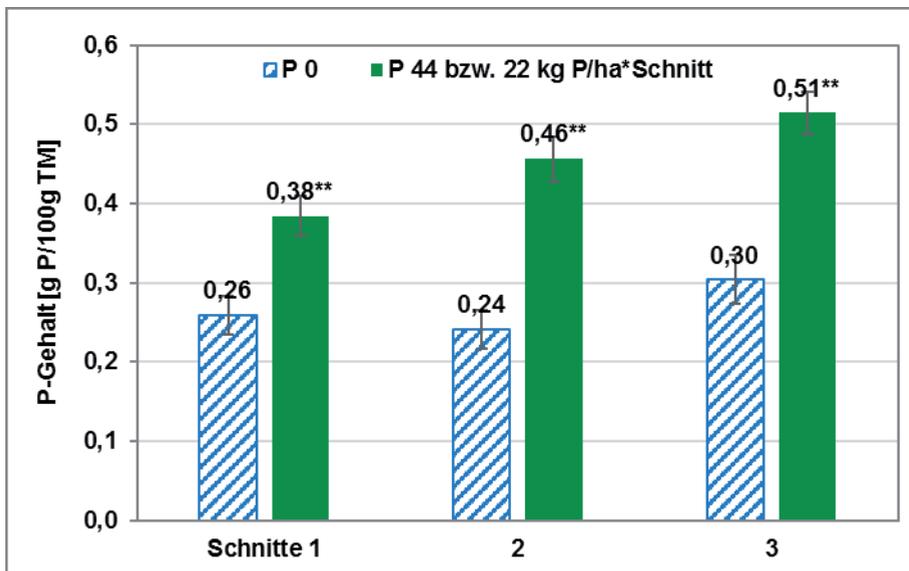


Abb. 2: P-Gehalte im Erntegut ohne und nach Düngung mit 44 bzw. 22 kg/ha zum jeweiligen Schnitt. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung, Markierungen mit * signifikante Unterschiede zwischen gedüngter und ungedüngter Variante für den jeweiligen Schnitt; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Tab. 1: P-Aufnahme von Grünland ohne und nach der Düngung mit 44 bzw. 22 kg P/ha zum jeweiligen Schnitt. Markierung mit * zeigt signifikante Unterschiede zwischen gedüngter und ungedüngter Variante für den jeweiligen Schnitt bzw. der Summe der Schnitte; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

P-Düngung in kg P/ha und Schnitt	Schnitte			
	1	2	3	1-3
ohne	9,7	7,5	4,8	22,0
44 bzw. 22	14,0**	16,8**	9,6**	40,4**

Auf Grund der deutlichen Erhöhung der P-Gehalte stiegen die P-Aufnahmen durch die P-Düngung erheblich (Tab. 1). Ungedüngt blieb die P-Aufnahme deutlich hinter den Erwartungen für eine 3-Schnittnutzung zurück (Wendland et al., 2012).

Nach den 3 Schnitten und der Düngung von insgesamt 110 kg P/ha war im Boden zu Versuchsende ein deutlicher Anstieg des CAL-löslichen Phosphats von 1,0 auf 2,2 mg P/100 g Boden festzustellen (Abb. 3). Im Versuchsboden konnte ein hoher Anteil an $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}$ -extrahierbarem organischem P bestimmt werden (Abb. 3). Er lag zwischen 60 und 70 % des mit $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}$ extrahierbaren Gesamt-P. Eine ähnliche Größenordnung wurde für die Behandlungen ohne P-Düngung im Rengen Dauergrünlandexperiment für die labilen bzw. moderat labilen organischen P-Formen nach NaHCO_3 bzw. NaOH -Extraktion gefunden (Pätzold et al., 2013). Zudem wurde das $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}$ -extrahierbare organische P, anders als das anorganische P, durch die mineralische P-Düngung nicht erhöht. Dies steht im Einklang mit Ergebnissen von Pätzold et al. (2013) sowie Keller et al. (2012).

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

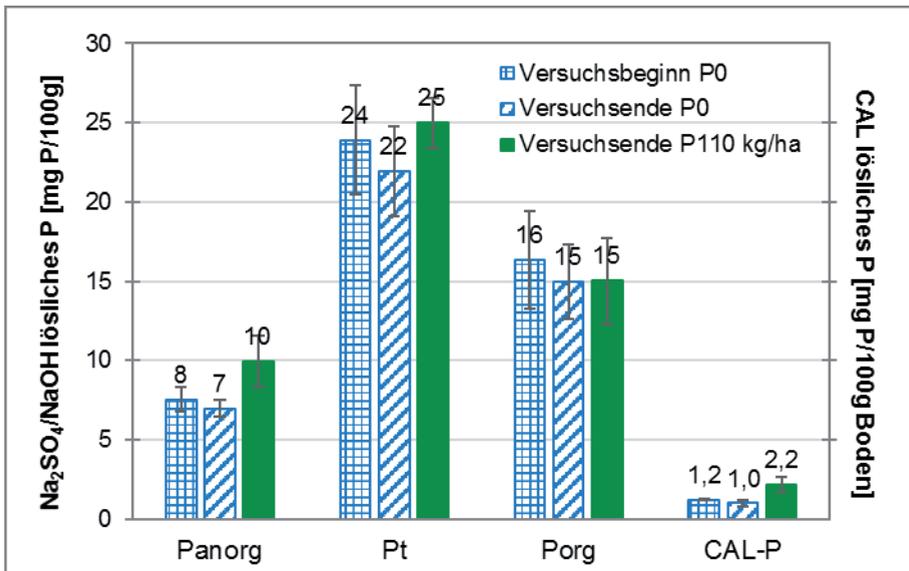


Abb. 3: Gehalt an $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}$ extrahierbarem sowie CAL-löslichem P zu Versuchsbeginn und am Versuchsende ohne und nach P-Düngung. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.

Der Ertrag von Dauergrünland mit dem sehr niedrigen Gehalt von 1,1 mg CAL-P/100 g Boden, konnte durch die P-Düngung von insgesamt 110 kg P/ha zu drei Schnitten um 9 % erhöht werden, wohingegen die P-Gehalte im Aufwuchs von 0,2-0,3 auf 0,4-0,5 % der TM und damit deutlich anstiegen. Aufgrund der oft geringen Ertragswirkung einer P-Düngung sollten daher auch für Grünland die für die Düngeplanung verwendeten Boden-P-Gehaltsklassen überprüft werden.

5 Literaturangaben

- Anonym, 2017: Bodenuntersuchungen bayerischer Böden 2010-2015. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032397/index.php>. Zuletzt abgerufen 19.10.2017.
- Diepolder, M., Raschbacher, S., 2013: Phosphor im Grünland - Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen und von Düngungsversuchen. 18. Alpenländ. Expertenforum, 17-24.
- Greiner, B., Schuppenies, R., Hertwig, F., Hochberg, H., Riehl, G., 2010: Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA Schriftenreihe 66, 157-168.
- Keller, M., Oberson, A., Annaheim K., Tamburini, F., Mäder, P., Mayer, J., Frossard, E., Bünemann, E., 2012: Phosphorus forms and enzymatic hydrolyzability of organic phosphorus in soils after 30 years of organic and conventional farming. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 175, 385-393.
- Kuchenbuch, R., Buczko, U., 2011: Re-visiting potassium- and phosphate-fertilizer responses in field experiments and soil-test interpretations by means of data mining. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174, 171-185.
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27, 31-36.
- Pätzold, S., Hejzman, M., Barej, J., Schellberg, J., 2013: Soil phosphorus fractions after seven decades of fertilizer application in the Rengen Grassland Experiment. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 176, 910-920.
- Raghothama, K., 1999: Phosphate Acquisition. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50, 665-693.
- Schüller, H., 1969: Die CAL- Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. *Z. Pflanzenern. Bodenkde.* 123, 48-63.
- Wendland, M., Diepolder, M., Capriel, P., 2012: Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.). 10. Auflage. <http://www.lfl.bayern.de>.