



Phosphorversorgung im ökologischen Landbau

Grundlagen eines erfolgreichen Nährstoffmanagements

Der Nährstoff Phosphor (P) ist sehr wichtig für landwirtschaftliche Nutzpflanzen und essenziell für Pflanzenwachstum und Ertragsbildung. Leguminosen benötigen Phosphor zudem, um Stickstoff zu fixieren. Phosphor verlässt landwirtschaftliche Betriebe in großen Mengen über Marktfrüchte. Auf vielen Biobetrieben liegen P-Defizite vor. Gerade Schläge von viehlosen Betrieben weisen häufig negative P-Salden auf. Zudem gibt es weltweit nur noch sehr begrenzte Vorräte an Phosphor und ein Kreislaufdenken ist damit umso wichtiger. Stellschrauben, um eine ausreichende Phosphorversorgung am Betrieb sicherzustellen, sind vielfältig. Wichtig ist, Bodenverhältnisse, Fruchtfolge und Düngung zusammenzudenken.



Der Nährstoff im Boden

Phosphor liegt im Boden vor allem in gebundener Form vor, sei es organisch oder mineralisch. Nur zwei bis drei Prozent des Phosphors im Boden sind pflanzenverfügbar. Besonders unter sauren und alkalischen Verbindungen wird Phosphor deutlich stärker gebunden als bei neutralem pH-Wert. Ein an den Standort angepasster pH zwischen sechs und sieben ist daher ideal. Auch ein hoher Humusgehalt trägt dazu bei, dass P besser verfügbar ist. Mikrobiell gebundenes P gilt durch schnelle Umbauprozesse als besonders pflanzenverfügbar. Generell ist ein fruchtbarer Boden im Vorteil: Hohe Humusgehalte und eine daraus resultierende hohe Aggregatstabilität des Bodens lohnen sich sowohl im Hinblick auf die Bodenfruchtbarkeit als auch auf die P-Versorgung!

Den eigenen Boden kennen

Für eine Bestandsaufnahme empfiehlt sich in jedem Fall eine Bodenuntersuchung, die neben dem pflanzenverfügbaren P auch den Bodenvorrat an Phosphor sowie den pH-Wert bestimmt. Auch ein Blick auf den Humusgehalt des Bodens und das Bodengefüge gibt Aufschluss darüber, wo es noch Verbesserungspotenzial hinsichtlich des P-Managements gibt. Tipps zum Thema Bodenuntersuchungen finden Sie auch in unserem **Merkblatt „Die Nährstoffsituation auf dem Betrieb erfassen - Boden- und Pflanzenanalysen wählen und richtig durchführen“**.

Die Rolle der Fruchtfolge

Nährstoffbedarf der Pflanzen

Schon bei der Planung der Fruchtfolge ist ein Vergleich der unterschiedlichen Phosphor-Bedarfe der Kulturen sinnvoll. Dieser kann aus Durchschnittswerten der P-Gehalte verschiedener Nutzpflanzen ertragsangepasst berechnet werden.

Die Nährstoffgehalte verschiedener Haupt- und Zwischenkulturen lassen sich zum Beispiel dem von der Bayerischen Landesanstalt herausgegebenen **Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland (Gelbes Heft)** entnehmen.

Beispiel: P-Entzüge berechnen

Für einen Winterweizen ist ein P_2O_5 -Entzug von 8 kg je t Korn (Frischmasse) und 3 kg je t Stroh (Frischmasse) anzusetzen. Bei einem Kornertrag von 6 t je Hektar ergibt sich ein Entzug von 48 kg P_2O_5 je Hektar. Bei einem Strohertrag von 4,8 t je Hektar Stroh = Korn \times 0,8 ergibt sich ein Entzug von etwa 14,4 kg P_2O_5 durch das Nebenprodukt. Insgesamt werden also etwa 62 kg P_2O_5 entzogen. Das entspricht 27 kg P.

Die Umrechnung von P_2O_5 zu P erfolgt über den Faktor 0,44.

Ein weiterer wichtiger Anhaltspunkt für den P-Bedarf der Kultur ist das N/P-Verhältnis der Pflanzenmasse. Bei einem geringen Verhältnis benötigt die Kultur relativ zum Stickstoff auch viel Phosphor. Hier sind besonders Getreide, Hackfrüchte und Ölfrüchte zu nennen. Gemüsekulturen, Futter- und Körnerleguminosen haben ein weiteres N/P-Verhältnis und damit einen verhältnismäßig geringeren P-Bedarf. Zu beachten ist jedoch, dass die Leguminosen ihren Stickstoffbedarf vor allem über die N-Fixierung decken, das P hingegen aus dem Boden nachgeliefert werden muss.

Tabelle 1: Stickstoff-Phosphor-Verhältnis verschiedener Kulturgruppen

Kulturgruppe	N/P-Verhältnis
Körnerleguminosen	10
Futterleguminosen	7
Gemüsekulturen	7
Ölfrüchte	5
Hackfrüchte	5
Getreide	3

Tabelle nach Elmadfa et al. (2020), Köhler & Anderson (2016), Ebersdobler et al. (2017), Kolbe et al. (2019), Möller & Schulttheiß (2014), Hesecker & Hesecker (2013) und Beckmann et al. (2001).

Vorfruchteffekte

Auch der Vorfruchteffekt von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen unterscheidet sich und trägt zur Phosphorversorgung der nachfolgenden Kultur bei. Gerade in Ernteresten verbleibt organisch gebundener Phosphor in der Fruchtfolge und ist schnell wieder verfügbar. Je nach Ertragsniveau und Nutzungsart ergeben sich unterschiedliche Reserven in Form von Ernteresten und damit unterschiedliche Vorfruchteffekte. Diese können mit Durchschnittswerten der Nährstoffgehalte der Nebenprodukte abgeschätzt werden.

Beispiel: Vorfruchteffekte bestimmen

Wird das Stroh aus dem vorherigen Beispiel nicht abgefahren, verbleiben im Nebenprodukt 14,4 kg P_2O_5 auf der Fläche (4,8 t FM \times 3 kg P_2O_5) und stehen der Nachfrucht zur Verfügung.

Nährstoffmobilisierung durch die Nutzpflanzen

Einen Teil ihres Phosphorbedarfs können sich Nutzpflanzen auch aus dem Bodenvorrat mobilisieren, welcher jedoch endlich ist. Raps, Weiße Lupine oder Zuckerrübe geben bei P-Mangel organische Säuren in den Wurzelraum ab, um Phosphor aus dem Bodenvorrat verfügbar zu machen.

Eine Symbiose mit Mykorrhiza-Pilzen wirkt sich zudem sehr positiv auf die P-Aufnahme aus und hilft manchen Kulturen wesentlich, um sich besser mit P und weiteren Nährstoffen zu versorgen. Die Pflanzen geben etwa Proteine und Zucker an die Pilze ab, die wiederum Nährstoffe wie Phosphor zur Verfügung stellen. Über das weit verzweigte Hyphennetzwerk der Pilze steht ein circa fünffach größerer Einzugsbereich im Boden für die Phosphoraufnahme zur Verfügung. Kulturen wie Mais, alle Getreidearten, die meisten Leguminosenarten wie Luzerne und Klee sowie Kartoffeln bilden Symbiosen mit Mykorrhiza. Keine Symbiose mit Mykorrhiza eingehen können hingegen diverse Kreuzblütler wie Raps, Kohl und Senf, Zuckerrüben, Amaranth, Buchweizen sowie Lupinen.

Mehrfähriger Anbau von Futterleguminosen sowie der Anbau von Zwischenfrüchten stärkt die Ausbildung von Mykorrhiza. Auch eine reduzierte Bodenbearbeitung beziehungsweise Bodenruhe ist vorteilhaft.



Grundlagen der P-Düngung

Phosphor kann dem Betrieb mit unterschiedlichen Düngemitteln zugeführt werden. Im Gemischtbetrieb nehmen Wirtschaftsdünger eine zentrale Rolle ein, um Phosphor auf den Flächen auszubringen. Auch alle anderen organischen Düngemittel verfügen über einen gewissen Gehalt an Phosphor. Lässt sich der Düngebedarf von Phosphor nicht aus den verfügbaren organischen Düngemitteln decken, wird mit für den ökologischen Landbau zugelassenen mineralischen Düngemitteln ergänzt.

Nach der Düngeverordnung sollen die ausgebrachten P-Düngemengen den voraussichtlichen Entzügen durch die Fruchtfolge entsprechen. Die Berechnungszeiträume gehen somit über mehrere Jahre und sind länderspezifisch geregelt. Zudem soll die Düngung die Versorgungsstufen des Bodens mit einbeziehen (Gehaltsklassen A bis E).

Wahl der Düngemittel

Um geeignete Düngemittel zu wählen, ist es wichtig, deren P-Gehalte zu berücksichtigen. Außerdem ist es wichtig, die Phosphor- und Stickstoff-Düngung aufeinander abzustimmen. Da das N/P-Verhältnis eines Düngemittels häufig nicht zum N/P-Bedarf bzw. -Entzug der Pflanzen passt, empfiehlt es sich für Landwirtinnen und Landwirte über die Fruchtfolge gesehen mit mehreren Düngemitteln zu arbeiten.

Organische Düngemittel

Nachfolgende Tabelle gibt Werte zur Orientierung für die Nährstoffgehalte von organischen Düngemitteln. Es ist sinnvoll, eingesetzte Dünger auf ihre

Nährstoffgehalte zu untersuchen, da diese sehr stark schwanken können. Handelsdünger unterliegen teilweise verbandsrechtlichen Bestimmungen, die den Einsatz einschränken oder verbieten.

Tabelle 2: P- und N-Gehalte ausgewählter Wirtschafts- und Handelsdünger sowie deren N/P-Verhältnisse

Düngemittel	Einheit	P-Gehalt (P ₂ O ₅)	N-Gehalt	N/P-Verhältnis
Rindermist	kg/t	2,5	3,7	1,5
Schweinemist	kg/t	2,9	5,2	1,8
Hühnermist	kg/t	16,0	20,3	1,3
Rindergülle	kg/m ³	1,4	3,3	2,4
Schweinegülle	kg/m ³	2,6	5,5	2,1
Biogasgärrest flüssig	kg/m ³	3,0	6,0	2,0
Grüngutkompost	% TM	0,22	1,15	5,2
Kartoffelfruchtwasserkonzentrat	% TM	0,99	4,85	1,8
Hühnertrockenkot	% TM	1,62	5,44	3,4
Klee gras	% TM	0,74	3,0	4
Haarmehlpellets	% TM	0,39	14,1	36
Vinasse	% TM	0,21	5,23	25
Horndünger	% TM	0,31	14,9	48
Struvit	% TM	12,0	5,0	0,4
Biogutkompost	% TM	1,63	12,1	7,4
Champost	% TM	0,89	2,12	3,3

Tabelle nach Möller & Schultheiß (2014), Clemens & Teloo (2020) und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2022).

Mineralische Düngemittel

Vor der Verwendung mineralischer P-Dünger ist es wichtig, verbandsspezifische Einschränkungen zu beachten. Gemäß EU-Öko-Verordnung zugelassene mineralische Düngemittel verfügen über wesentlich höhere Gehalte an Phosphor als organische Düngemittel. Weicherdige Rohphosphate enthalten „unvermischt“ etwa 11 % Reinphosphor (mind. 23 % P₂O₅). Auch Thomasphosphate sind nach jetzigem Stand für die Phosphordüngung zugelassen und enthalten ca. 7 % Reinphosphor (ca. 16 % P₂O₅). Problematisch sind mineralische Phosphordünger, da sie häufig ungünstige Verunreinigungen, z. B. Schwermetalle,

enthalten. Gerade Thomasphosphate und weicherdige Rohphosphate haben den Nachteil, dass sie nur schwer löslich sind. Hier gilt es den eigenen Standort gut zu kennen. Während beispielsweise die Düngewirkung auf leichten eher sauren Standorten gut ist, weisen diese auf schwereren und alkalischen Standorten eher eine geringe Düngewirkung auf. Seit dem Frühjahr 2023 ist auch Struvit nach der EU-Öko-Verordnung für den ökologischen Landbau als weiterer mineralischer P-Dünger zugelassen. Es handelt sich dabei um einen Recyclingdünger aus Klärschlämmen. Die Schwermetallbelastung ist als sehr gering beschrieben.

Impressum

Autor*innen: August Bruckner (HNE Eberswalde), Julia Meier (FiBL Projekte GmbH), Hannes Schulz (Beratung für Naturland), Alexander Watzka (Bioland Beratung GmbH)

Redaktion: Elisa Mutz (FiBL Projekte GmbH), Hella Hansen (FiBL Projekte GmbH)

Gestaltung: N-Komm – Agentur für Nachhaltigkeits-Kommunikation

Bildnachweise: Tilo Wondollek: S.1; Nina Weiler (BLE): S.3

Stand: 11.12.2023

Referenzen: Tabelle 1 nach Elmadfa, I., Meyer, A. L., Muskat, E., Fritzsche, D. „Die Große GU Nährwert Kalorien Tabelle“, 2020; Köhler, H. und Anderson, G. „Alte Weizenarten neu entdeckt. Renaissance von Einkorn und Emmer“, 2016; Ebersdobler, H. F., Barth C. A., Jahreis, G. „Körnerleguminosen in der Humanernährung. Nährstoffgehalt und Proteinqualität von Hülsenfrüchten“, 2017; Kolbe, H., Schliephake, W., Müller, P. „Parameterdatensätze von organischen Materialien“, 2019; Möller, K. & Schultheiß, U. „Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau“, 2014; Hesecker, B. und Hesecker, H. „Nährstoffe in Lebensmitteln. Die große Energie- und Nährwerttabelle“, 2013; Beckmann, U., Grünbeck, A., Hänsel, M., Karalus, W., Kolbe, H., Schuster, M., Arp, B., Beese, G., Krelling, B., Pölit, B., Auerbach, D. „Getreide im Ökologischen Landbau. Informationen für Beratung und Praxis“, 2001.

Tabelle 2 nach Möller, K. und Schultheiß, U. „Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau“, 2014; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft „Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland (Gelbes Heft)“, 2022; Clemens, J. und Teloo, M. „Anforderungen an Phosphorzyklate aus der Aufbereitung von Klärschlamm aus Sicht eines Düngemittelherstellers“, 2020.

Dieses Dokument ist entstanden im Rahmen des Projekts „Kompetenz- und Praxisforschungsnetzwerk zur Weiterentwicklung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau“. Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau. Laufzeit: 2019–2027.

Projektpartner*innen



Gefördert durch



www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages