
Standpunkt

„Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf“

zuständige Fachgruppen: I Bodenkunde, Pflanzenernährung und Düngung
II Bodenuntersuchung
X Bodenfruchtbarkeit und Agrarökologie

Bearbeiter: Dr. sc. M. Kerschberger
LD U. Hege
Prof. Dr. A. Jungk

Darmstadt, im September 1997

Impressum

VDLUF-Standardpunkt 16.09.1997

Herausgeber: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUF)
Bismarckstraße 41 A, 64293 Darmstadt,
Telefon: 06151-26 48 5, Fax: 06151-29 33 70

Präsident: **Prof. Dr. G. Breitschuh**

Redaktionelle Bearbeitung: **Dr. sc. M. Kerschberger, LD U. Hege, Prof. Dr. A. Jungk**

Stellungnahmen durch:

(Die Stellungnahmen treffen keine Aussage über Zustimmung oder Ablehnung des Standardpunktes)

Dr. G. Baumgärtel, LK Hannover, Dr. v. Braunschweig, Kali+Salz Kassel, Prof. Dr. G. Breitschuh, TLL Jena, Dr. R. Bischoff, LUFA Speyer, Dr. D. Deller, LUFA Augustenberg, Dr. Früchtenicht, LUFA Oldenburg, Dr. J. Heyn, HLVA Kassel, Oldenburg, Prof. Dr. O. Krause, TLL Jena, Prof. Dr. J. v. Lengerken, LUFA Halle, Prof. Dr. W. Merbach, ZALF Münchenberg, Dr. H. Munk, Heiligenhaus, Dr. L. Nätscher, HVA Weihenstephan, Dr. M. Rex, Thomasdünger Kamperhof, Dr. Roschke, LUFA Potsdam, Prof. Dr. Sauerbeck, Braunschweig, Prof. Dr. Scheffer, Bremen, Dr. Seibert, LUFA Speyer, Dr. Severin, LUFA Hameln, Dr. Spielhaus, LUFA Münster, Dr. G. Steffens, LUFA Oldenburg, Dr. L. Suntheim, LUFA Leipzig, Prof. Dr. H. Vetter, Prof. Dr. W. Werner, Bonn, Dr. v. Wulffen, LUFA Halle, Dr. Zerulla, BASF Limburgerhof

Gesamtherstellung: im Selbstverlag

Die Standardpunkte des VDLUF sind urheberrechtlich geschützt

Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf

Einführung

Der VDLUFA befaßt sich seit langem mit der Entwicklung von Methoden zur Abschätzung des Düngebedarfs der Kulturpflanzen und als Voraussetzung dafür mit der Ermittlung von Richtwerten für die wünschenswerten Nährstoffgehalte von Böden. Wirtschaftliche Erwägungen und das Bemühen um Ressourcen- und Umweltschonung haben eine kritische Diskussion um die bisherigen Richtwerte ausgelöst. Neuere Versuchsergebnisse sind der Anlaß, hierzu öffentlich Stellung zu nehmen und eine Korrektur der Richtwerte vorzuschlagen.

Durch Düngung soll nur diejenige Menge an Pflanzennährstoffen zugeführt werden, die für die Erreichung bestmöglicher Erträge und Qualitäten notwendig, im Boden jedoch nicht ausreichend vorhanden ist. Der Düngebedarf hängt demnach vom spezifischen Nährstoffbedarf der jeweiligen Kulturpflanze, ihrem standortbedingten Ertragsniveau und dem Gehalt des Bodens an pflanzenverfügbaren Nährstoffen ab.

Der Nährstoffbedarf der Pflanzen ist aus ihrem Mineralstoffgehalt und dem mittleren Ertragsniveau relativ einfach und hinreichend sicher zu ermitteln. Schwieriger ist die Bestimmung der Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden. Einschlägige Institutionen in verschiedenen Bundesländern haben sich intensiv mit dem Zusammenhang zwischen den Nährstoffgehalten der Böden und dem Düngebedarf der Pflanzen befaßt und Methoden zur Erfassung der pflanzenverfügbaren Nährstoffreserven der Böden entwickelt.

Als Maß für den pflanzenverfügbaren Phosphor wird heute allgemein der leichtlösliche P-Anteil der Böden zugrunde gelegt. Er wird von den LUFA und anderen Institutionen mit Hilfe der DL- und CAL-Methode an Bodenproben bestimmt. Auf diese Weise kann der Gehalt an löslichem P der Böden flächendeckend erfaßt und seine Veränderung im Laufe der Zeit verfolgt werden. Die Beziehung zwischen dem Ergebnis der Bodenuntersuchung und dem Düngebedarf wird durch Felddüngungsversuche ermittelt. Hieraus werden Richtwerte für die anzustrebenden P-Gehalte der Böden abgeleitet, die in Verbindung mit dem P-Bedarf der Pflanzen die konkrete Grundlage für Düngeempfehlungen bilden.

Problematik

Feldversuche haben gezeigt, daß keine scharfe, für alle Standorte gleichermaßen zutreffende Grenze zwischen ausreichendem und nicht ausreichendem P-Gehalt im Boden besteht. Dies ist verständlich, denn die Bodenuntersuchung gibt nur die Löslichkeit, d. h. den mit der jeweiligen Methode extrahierbaren P-Gehalt an. Die P-Aufnahme der Pflanze wird jedoch daneben auch von der Wechselwirkung zwischen Pflanzenwurzel und Boden sowie den spezifischen Standorteigenschaften und der Witterung beeinflusst. Die agrikulturchemische Bodenuntersuchung liefert daher nur einen Schätzwert für den pflanzenverfügbaren Phosphor. Genauere Informationen sind für den einzelnen Standort nur durch Feldversuche an Ort und Stelle zu erlangen. Sie sind aber nicht flächendeckend durchführbar. Als Routineverfahren ist die chemische Bodenuntersuchung daher weltweit die am meisten angewandte Methode.

P-Gehaltsklassen

Zahlreiche Felddüngungsversuche haben gezeigt, daß die durch Bodenuntersuchung ermittelten P-Gehalte im Mittel der untersuchten Standorte mit dem P-Düngebedarf der Pflanzen in Beziehung stehen: Je höher der Gehalt an leicht löslichem P ist, um so geringer ist der P-Düngebedarf. Bei hohen P-Gehalten im Boden hat die P-Düngung keine direkte Wirkung mehr auf den Ertrag. Das P-Gehaltsniveau auf dem dieser Zusammenhang am stärksten zum Ausdruck kommt, ist jedoch auf den verschiedenen Böden bzw. Standorten nicht identisch. Diesem Umstand wird Rechnung getragen durch die Einstufung der Meßergebnisse in fünf P-Gehaltsklassen, die jeweils einen gewissen Bereich umfassen. Hieraus ergibt sich gleichzeitig eine Bewertung hinsichtlich des P-Düngebedarfs. Außerdem sind die rein numerischen Analysenwerte für den Landwirt als solche wenig aussagefähig, so daß ohnehin eine Interpretation erforderlich ist.

Die P-Gehaltsklassen, auf die sich die LUFA der Bundesrepublik Deutschland geeinigt haben, sind in Tabelle 1 erläutert. Daraus geht hervor, daß als wünschenswert die P-Gehaltsklasse C anzustreben ist. Eine P-Düngung in Höhe der P-Abfuhr mit den Ernteprodukten ist allgemein ausreichend, um dieses P-Gehaltsniveau zu erhalten. Die P-Gehaltsklassen A und B zeigen zu geringe Gehalte an. Für intensiven Ackerbau sollte daher eine Aufdüngung bis zur Klasse C erfolgen. In den P-Gehaltsklassen D und E enthält der Boden unnötig viel Phosphat. Dort sollten die Gehalte durch Verminderung oder Unterlassung der P-Düngung auf die Gehaltsklasse C zurückgeführt werden. Das Prinzip wird durch die Abbildung veranschaulicht.

Für die Bewertung der P-Gehalte im Boden hinsichtlich des Düngebedarfs sind entsprechende Richtwerte erforderlich. Sie basieren auf Feldversuchsergebnissen und werden am Pflanzenertrag geeicht.

Tabelle 1: Definition der P-Gehaltsklassen für den leichtlöslichen (pflanzenverfügbaren) Phosphor im Boden und P-Düngeempfehlungen.*

Gehalts- klasse (GK)	Kurzdefinition
A	<u>Sehr niedriger Gehalt</u> Düngeempfehlung: stark erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: hoher Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt deutlich an
B	<u>Niedriger Gehalt</u> Düngeempfehlung: erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: mittlerer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt an
C	<u>Anzustrebender Gehalt</u> Düngeempfehlung: Erhaltungsdüngung in der Regel nach P-Abfuhr Düngewirkung auf Ertrag: geringer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden bleibt erhalten
D	<u>Hoher Gehalt</u> Düngeempfehlung: verminderte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: Mehrertrag meist nur bei Blattfrüchten auf Boden: Gehalt im Boden nimmt langsam ab
E	<u>Sehr hoher Gehalt</u> Düngeempfehlung: keine Düngung Düngewirkung auf Ertrag: keine auf Boden: Gehalt im Boden nimmt ab

* Rahmenschema des VDLUFA, das von den Fachgruppen I, II und X im März 1997 in Karlsruhe beschlossen wurde.

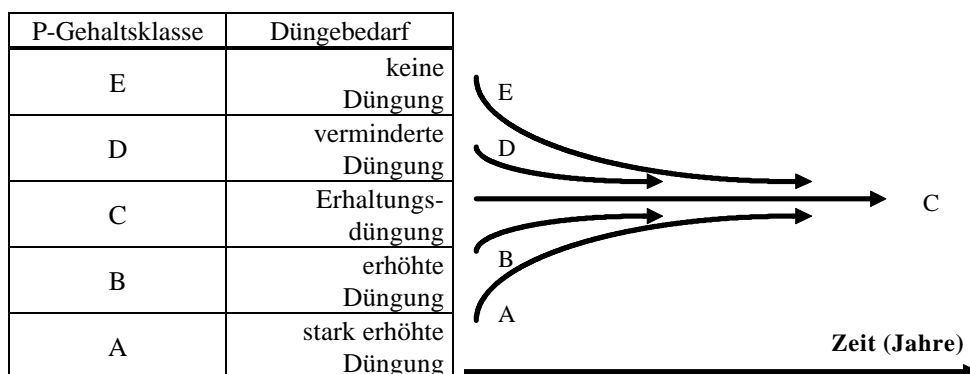
Richtwerte

In der Vergangenheit sind die Richtwerte zur Einstufung der Ergebnisse von Bodenuntersuchungen durch die einzelnen LUFA jeweils eigenständig für ihre Region festgelegt worden. Diese Werte unterscheiden sich z. T. erheblich. Trotz ähnlicher P-Gehalte im Boden gibt es daher von Fall zu Fall deutliche Unterschiede der P-Düngeempfehlungen, selbst unter sonst vergleichbaren Standortbedingungen.

Nach Jahrzehnten intensiver P-Düngung, die die P-Gehalte der Böden beträchtlich erhöht hat, ist es fraglich, ob solche regionalen Unterschiede heute noch gerechtfertigt sind. Um eine Klärung herbeizuführen, ist die Versuchstätigkeit intensiviert worden. In allen Regionen der Bundesrepublik wurden Feldversuche durchgeführt, um die Relation zwischen den P-Gehalten der Böden und dem P-Düngebedarf besser zu charakterisieren. Diese z. T. jahrzehntelangen Versuche sind kürzlich von dem Arbeitskreis "Düngeberatung und Nährstoffhaushalt" beim Verband der Landwirtschaftskammern unter einheitlichen Gesichtspunkten

ausgewertet und diskutiert worden. Die Ergebnisse des umfangreichen Versuchsmaterials sind zusammengefaßt in Band 42 der VDLUFA-SCHRIFTENREIHE, 1996, erschienen. Außerdem wurde die einschlägige Fachliteratur auch unter Berücksichtigung früherer Arbeiten neu ausgewertet.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der beabsichtigten Entwicklung der P-Gehalte im Boden in Abhängigkeit von der P-Düngung



Neue Richtwerte für die Gehaltsklasse C

Die Ergebnisse dieser zusammenfassenden Versuchsauswertung bestätigen, daß es eine einheitliche, für alle Standorte gleichermaßen gültige Grenze zwischen anzustrebendem und nicht ausreichendem P-Gehalt des Bodens nur eingeschränkt gibt. Das trifft auch auf die in der Vergangenheit, allerdings unter anderen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, gefundenen Ergebnisse zu.

Unterschiede gibt es besonders im Bereich niedriger P-Gehalte, denn trotz sehr niedriger P-Gehalte des Bodens bleiben auf manchen Standorten Mehrerträge durch P-Düngung aus. Werte $\geq 4,5$ mg P bzw. 10 mg P_2O_5 /100 g Boden genügen dagegen fast immer, um bei Erhaltungsdüngung den optimalen Ertrag zu erzielen. Damit ist die untere Grenze der Gehaltsklasse C definiert.

Andererseits wurden bei Gehalten über 9,0 mg P bzw. 20 mg P_2O_5 /100 g Boden nur in wenigen Fällen noch ökonomisch lohnende Mehrerträge durch P-Düngung erzielt. Damit ergibt sich auch für die Festlegung einer Obergrenze der Gehaltsklasse C ein rationaler Zahlenwert.

Für eine weitergehende Differenzierung der Richtwerte, z. B. nach Böden bzw. Standortfaktoren oder Regionen, bieten die vorhandenen Versuchsergebnisse keine zuverlässige Grundlage. In der Vergangenheit ist wiederholt versucht worden, bei der Abgrenzung der P-Gehaltsklassen Standortfaktoren zu berücksichtigen, wie z. B. chemische, physikalische und biologische Eigenschaften des Bodens oder das Klima. Es ist jedoch auch durch die neue Auswertung des Versuchsmaterials nicht ausreichend gelungen, den Einfluß dieser

Faktoren auf die P-Versorgung von Pflanzen zahlenmäßig zu belegen. Standortfaktoren können daher in der Regel nur auf der Basis von am Ort durchgeführten Feldversuchen zur genaueren Festlegung von P-Gehaltsklassen berücksichtigt werden. Daher wird für alle LU-FA vorgeschlagen, im gesamten Bundesgebiet einen einheitlichen Richtwertbereich für die Gehaltsklasse C von 4,5 bis 9,0 mg P bzw. von 10 bis 20 mg $P_2O_5/100$ g Boden zugrunde zu legen, wenn die Laktat-Methoden DL bzw. CAL angewandt werden.

Die neuen Versuchsergebnisse belegen, daß in vielen Fällen schon etwa 5 mg P bzw. 12 mg $P_2O_5/100$ g Boden ausreichen, um sogar ohne P-Düngung ein optimales Ertragsniveau zu erreichen. Zumindest genügte bei solchen P-Gehalten die Erhaltungsdüngung (etwa in Höhe der P-Abfuhr), um Ertragseinbußen zu vermeiden. Es gibt allerdings Versuchsergebnisse, nach denen diese Situation vereinzelt erst bei höheren P-Gehalten des Bodens eintritt. Daher läßt sich die P-Gehaltsklasse C nicht weiter einengen. Der vorgeschlagene Bereich stellt einen Rahmen dar, in den sich die für die Region ggf. spezifisch ermittelten Richtwerte der Gehaltsklasse C einordnen lassen. Damit kann auch standortbedingten Einflüssen weitgehend Rechnung getragen werden.

Differenzierung der P-Düngung in der Fruchtfolge nach Pflanzenarten

Aus den vom Arbeitskreis „Düngeberatung und Nährstoffhaushalt“ ausgewerteten Feldversuchen und der Literatur geht hervor, daß die Getreidearten allgemein geringere P-Gehalte im Boden benötigen als Hackfrüchte. Da sich der P-Gehalt des Bodens aber nicht jährlich an den Bedarf der Pflanze anpassen läßt, verbleibt nur die Möglichkeit, mit der P-Düngung auf die Ansprüche der Pflanzen zu reagieren. Bei Böden der P-Gehaltsklasse C wird daher empfohlen, die für die Fruchtfolge nötige P-Düngung auf die Hackfrüchte/Blattfrüchte zu konzentrieren und das Getreide weitgehend ohne P-Düngung zu belassen. Diese fruchtfolgebetonte Düngung ermöglicht dem Landwirt, selbst bei P-Gehalten des Bodens an der Untergrenze der Gehaltsklasse C, Ertragseinbußen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vermeiden. Ein solches Vorgehen macht die Aufdüngung auf höhere als der Gehaltsklasse C entsprechende P-Gehalte entbehrlich. Es trägt sowohl dem wirtschaftlichen Interesse des Landwirts als auch den Aspekten der Umwelt- und Ressourcenschonung Rechnung.

Fazit

Aus der zusammenfassenden Auswertung von Feldversuchsergebnissen zur Ermittlung des anzustrebenden P-Gehaltes im Boden ist der Bereich von 4,5 bis 9,0 mg P bzw. von 10 bis 20 mg $P_2O_5/100$ g Boden (DL- bzw. CAL-Methode) für die P-Gehaltsklasse C für die meisten Ackerböden der Bundesrepublik Deutschland abgeleitet worden (Tab. 2). Der gleiche Gehaltsbereich wird trotz geringerer Versuchsanzahl auch für Grünland empfohlen. Damit

liegt ein Rahmen vor, in den alle LUFA ihre regionalspezifische Gehaltsklasse C einordnen sollten.

Als Grenze zwischen den P-Gehaltsklassen A und B wird 2 mg P bzw. 5 mg P₂O₅/100 g Boden und als Grenze zwischen den Gehaltsklassen D und E wird 15 mg P bzw. 35 mg P₂O₅/100 g Boden vorgeschlagen.

Von diesen Richtwerten sollte nur dann abgewichen werden, wenn es Ergebnisse von Feldversuchen an Ort und Stelle rechtfertigen.

Tabelle 2: Vorschlag von Richtwerten für die P-Gehaltsklassen A bis E nach DL- bzw. CAL-Methode

P-Gehaltsklasse	mg P /100 g Boden	mg P ₂ O ₅ /100 g Boden
A	≤ 2,0	≤ 5
B	2,1 bis 4,4	6 bis 9
C	4,5 bis 9,0	10 bis 20
D	9,1 bis 15,0	21 bis 34
E	≥ 15,1	≥ 35