



Nur bei hohen Anteilen von wasser- und ammoncitratlöslichem Phosphat ist gewährleistet, dass ein großer Teil des Düngerphosphats tatsächlich kurz- und mittelfristig pflanzenverfügbar ist. agrarfoto

Auf die Pflanzenverfügbarkeit kommt es an

Die Vorzüglichkeit unterschiedlicher Phosphor-Düngemittel

Phosphat ist neben Stickstoff und Kalium mengenmäßig der wichtigste Pflanzennährstoff, dessen Entzug mit den Ernteprodukten regelmäßig durch Düngung ausgeglichen werden muss. Bei den verschiedenen Phosphat(P)-Düngern gibt es erhebliche Unterschiede, was die Gehalte und die Löslichkeit beziehungsweise die Pflanzenverfügbarkeit betrifft. Professor Dr. Franz Wiesler und Dr. Martin Armbruster von der Lufa Speyer geben einen Überblick.

Die P-Zufuhr in die deutsche Landwirtschaft betrug um die Jahrtausendwende jährlich etwa 300 000 Tonnen P. Davon entfiel etwa die Hälfte auf Mineraldünger-P (rund 155 000 Tonnen P) und ein Fünftel auf mineralische Futtermittel (62 000 Tonnen P). Der Rest ist zusätzlichen Quellen wie „Sekundärrohstoffdüngern“ zuzuordnen. Von den verschiedenen P-Quellen ist insbesondere der Einsatz von Mineraldünger-P zwischenzeitlich deutlich zurückgegangen. Er betrug im Wirt-

schaftsjahr 2011/2012 noch etwa 108 000 Tonnen P, was insbesondere in Ackerbauregionen zu Warnungen bezüglich möglicher P-Aushagerung der Böden geführt hat.

Dem Trend der negativen P-Bilanzen begegnen

Dem Trend zu negativen P-Bilanzen vor allem in Ackerbauregionen wird in Zukunft sicherlich stärker entgegen gewirkt werden müssen. Aufgrund der

Begrenztheit der Ressource Phosphat werden aber auch Maßnahmen ergriffen werden müssen, um den Phosphat-Haushalt in der Landwirtschaft zu verbessern. Dazu gehören die Verwendung von Mineraldüngern mit möglichst guter Löslichkeit beziehungsweise Pflanzenverfügbarkeit, das Recycling von Phosphat im Rahmen einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft unter Einbeziehung von organischen Düngemitteln und Reststoffen wie wirtschaftseigenen Düngern, Gärresten, Klärschlamm, Kompost und so weiter, die Entwicklung und Anwendung von neuen Verfahren zur Verbesserung der P-Löslichkeit und Abreicherung von Schadstoffen (anorganische wie Schwermetalle, organische) in P-Recyclingprodukten.

Der größte Teil der heute eingesetzten mineralischen P-Dünger stammt aus Rohphosphatlagerstätten sedimentären Ursprungs (zum Beispiel biogene Sedimente), ein kleinerer Teil aus Lagerstätten magmatischen Ursprungs sowie aus phosphathaltigen Erzen. Je nach Ursprung weisen die Rohphosphate eine unterschiedliche Löslichkeit und unterschiedliche Verunreinigungen insbesondere mit Cadmium aber auch mit Uran auf. In der Regel sind Rohphosphate magmatischen Ursprungs schwermetallärmer, sie stellen aber den wesentlich kleineren Teil unserer Ressourcen dar.

Kurz- und langfristige Verfügbarkeit

Zur Abschätzung der P-Verfügbarkeit von Rohphosphaten und ihrer Weiterverarbeitungsprodukten werden die Düngemittel im Labor mit unterschiedlichen Lösungsmitteln untersucht und entsprechend gekennzeichnet. Die wichtigsten eingesetzten Lösungsmittel sind Wasser, Ammoncitrat, Zitronensäure, Ameisensäure und Mineralsäuren. Nur bei hohen Anteilen von wasser- und ammoncitratlöslichem Phosphat ist gewährleistet, dass ein großer Teil des Düngerphosphats tatsächlich kurz- und mittelfristig pflanzenverfügbar ist.

Mit stärkeren Lösungsmitteln wie Zitronen- oder Ameisensäure, werden auch P-Anteile gelöst, die allenfalls langfristig oder nur unter bestimmten Standortbedingungen wie tiefen pH-Werten pflanzenverfügbar sind. Nach heute übereinstimmender wissenschaftlicher Meinung sollte aus Gründen des Ressourcenschutzes die Verwendung von P-Düngemitteln bevorzugt werden, deren Gehalt an wasser- und ammoncitratlöslichem Phosphat dem Gesamtgehalt weitge-

Tabelle 1: Klassische mineralische P-Dünger*

P-Düngemittel	P-Gehalt (%)	Löslichkeit (Anteile)			
		1	2	3	4
• Feinvermahlendes weicherdiges Rohphosphat, z.B. „Hyperphos“, „Dolophos“	13			80	20
• Mit Schwefelsäure teilaufgeschlossenes Rohphosphat, z.B. „Novaphos“	10	40	30		30
• Mit Schwefelsäure voll aufgeschlossenes Rohphosphat, „Superphosphat“	8	> 93			
• Mit Phosphorsäure voll aufgeschlossenes Rohphosphat, „Triple Superphosphat“	20	> 93			
• Diammonphosphat	20	> 93			
• Verhüttung P-haltiger Erze, „Thomasphosphat“	7		100		

* Herstellungsprinzip, Gesamt-P-Gehalte und Größenordnungen ihrer Löslichkeit in (1) Wasser und Ammoncitrat, (2) Zitronensäure, (3) Ameisensäure sowie (4) Mineralsäure

hend entspricht. Die Anwendung von Düngemitteln mit geringerer Löslichkeit sollte auf geeignete Standorte (zum Beispiel Rohphosphate auf saure Böden) oder bestimmte Bewirtschaftungsbedingungen (Ökolandbau) beschränkt werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über einige klassische mineralische P-Dünger, deren Herstellungsprinzip sowie deren Gesamt-P-Gehalte und Größenordnungen ihrer Löslichkeit. Dabei wird deutlich, dass die genannten Forderung an die Löslichkeit vor allem von den voll aufgeschlossenen P-Düngern Superphosphat, Triple Superphosphat und auch Diammonphosphat erfüllt wird. Feinvermahlene weicherde Rophosphate, die früher auch als „Moordünger“ bezeichnet wurden, kommen nur bei niedrigen pH-Werten im Boden zur Wirkung. Dies gilt in abgeschwächter Form auch für die teilaufgeschlossenen Phosphate.

In der Vergangenheit spielten auch rohposphathaltige Erze eine größere Rolle bei der Herstellung von P-Düngern. Bei der für die Eisenherstellung erforderlichen Entfernung des Phosphats entsteht im Thomaskonverter Thomasschlacke, welche nach feiner Vermahlung als Dünger eingesetzt werden kann („Thomasmehl“). Das zitronensäurelösliche Phosphat dieses Düngemittels hat eine langsamere Anfangswirkung, ist insgesamt aber gut pflanzenverfügbar. Außerdem trugen diese Dünger zur Mikronährstoffernährung der Pflanzen bei. Da heute überwiegend P-arme Eisenerze verhütet werden, steht Thomasphosphat in dieser Form nicht mehr zur Verfügung. Konverterkalk mit P-Anteilen wird heute durch den Zusatz von aufgeschlossenem Phosphat hergestellt.

Phosphate aus organischen Düngern

Organische Dünger sind wichtige P-Quellen, die aus Gründen des Ressour-

censchutzes und im Sinne der Kreislaufwirtschaft möglichst bedarfsgerecht eingesetzt werden sollten. Bei allen organischen Düngern ist zu beachten, dass sie Mehrnährstoffdünger sind, deren langjährige Anwendung in hohen Mengen nicht nur zu einer P-Überversorgung, sondern auch zu einem überhöhten Eintrag einiger Mikronährstoffe wie Kupfer und Zink führen kann. Desgleichen können sie wichtige Quellen für Schadstoffe wie Schwermetalle sein.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht verschiedener organischer Dünger, die anfallenden P-Mengen bei üblichen Ausbringungsmengen sowie eine Einschätzung der P-Wirksamkeit. Beim

Tier wird Phosphat vor allem über den Kot ausgeschieden und liegt in Gülle bis zu 80 Prozent (Hühnergülle rund 60 Prozent) als wasserlösliches anorganisches Phosphat vor. Der Rest ist als Phytin-Phosphat organisch gebunden und wird nur langsam mineralisiert. Gülle hat gegenüber Stallmist und Hühnertrockenkot wegen höherer Anteile leichtlöslicher anorganischer Phosphate die bessere kurzfristige Wirkung. Langfristig haben Wirtschaftsdünger dieselbe P-Ausnutzung wie Mineraldünger. Gärreste dürften nach bisherigen Untersuchungen hinsicht-



AUF EINEN BLICK

Zu einem schonenden Umgang mit der begrenzten Ressource Phosphat tragen die Verwendung von mineralischen P-Düngern mit guter Pflanzenverfügbarkeit (das heißt von Düngern mit einem möglichst hohem Anteil von wasser- bzw. ammonicitratlöslichem P wie Superphosphat, Triple Superphosphat oder Diammonphosphat) und das Recycling von Phosphat im Rahmen einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft bei. Dazu können organische Düngemittel wie Gülle oder Gärrückstände direkt ausgebracht werden, wobei die Verteilung zwischen Regionen mit hohem (tierintensive Regionen) und geringem (Ackerbauregionen) Anfall dieser Produkte eine besondere Herausforderung darstellt. Insbesondere bei organischen P-Düngern mit unbefriedigender P-Verfügbarkeit (zum Beispiel Fleischknochenmehle) oder der Gefahr von Schadstoffanreicherungen im Boden bei langjähriger Anwendung erscheint die Weiterentwicklung von technischen P-Rückgewinnungsverfahren als sehr attraktiv. Ihre wirtschaftliche Umsetzung im großtechnischen Maßstab und die Prüfung der agronomischen Vorzüglichkeit verschiedener Produkte unter Feldversuchsbedingungen erscheinen hier als die größten Herausforderungen.

lich ihrer P-Wirkung ähnlich wie Wirtschaftsdünger zu bewerten sein.

Komposte haben nach Versuchen an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft kurzfristig eine wesentlich geringere P-Düngerwirkung als zum Beispiel Stallmist. Allerdings wirken regelmäßige Kompostanwendungen der P-Aushagerung des Bodens entgegen. In Langzeitversuchen des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg konnten bei einer Kompostausbringung von jährlich 10 Tonnen Trockenmasse (was der maximal zulässigen Ausbringung entspricht) die pflanzenverfügbaren P-Gehalte des Bodens auf dem Ausgangsniveau gehalten werden.

Fleischknochenmehl weist zwar sehr hohe Phosphat-Gehalte auf, da dieses jedoch an Calcium gebunden ist, ent-

Tabelle 2: Orientierungswerte für ausgebrachte Nährstoffmengen (kg/ha P₂O₅)* sowie Bewertung der P-Wirkung.**

Organischer Dünger	Ausbringungsmenge	P ₂ O ₅ [kg / ha]	P-Wirkung	
			Kurzfristig	Langfristig
Gülle	25 m ³	40 - 70	+++	+++
Stallmist	30 t FM	60 - 180	++	+++
Hühnertrockenkot	5 t FM	80 - 120	++	+++
Kompost	20 t TM	120 - 160	+	++
Fleischknochenmehl	2 t FM	280 - 330	+	++
Klärschlamm mit Fe-, Al-Zusatz	1,67 t TM	80 - 120	+	+
Klärschlamm ohne Fe-, Al-Zusatz	1,67 t TM	80 - 120	+++	+++

+++ gut; ++ mittel/langsam; + ungenügend
 *Bei typischen Aufwandmengen organischer Düngemittel
 ** Vergleich mit der Wirkung von wasser- und ammonicitratlöslichen Mineraldüngern

spricht seine Verfügbarkeit der von schwer löslichen Rohphosphaten (Apatit). Diese weisen nur eine sehr langsame Düngewirkung auf, die auf neutralen oder kalkhaltigen Böden zu vernachlässigen ist. Deshalb sollten Fleischknochenmehle bevorzugt bei niedrigen pH-Werten zum Einsatz kommen, wo sie zum langfristigen Erhalt der P-Versorgung des Bodens beitragen können.

Die Pflanzenverfügbarkeit und damit die Wirkung von Klärschlamm-Phosphat hängt sehr stark von dem durchgeführten Verfahren der P-Eliminierung im Klärwerk ab. Insbesondere bei hoher Dosierung von Eisensalzen zur P-Fällung sinkt die P-Verfügbarkeit deutlich ab. Dagegen haben Klärschlämme aus Anlagen, die mit rein biologischer P-Elimination und mit „Kalkfällung“ arbeiten, eine besonders günstige P-Wirkung.

P-Düngemittel aus aufbereiteten Recyclingprodukten

Im Zuge des P-Recyclings aus Abwasser, Klärschlämmen sowie Tier- und Knochenmehlen wurden in den letzten Jahren zahlreiche Verfahren entwickelt, die darauf abzielen, aus diesen Recyclingprodukten schadstoffarme P-Dünger für die Landwirtschaft herzustellen. Dabei wird die Schadstoffarmut durch thermische oder chemische Zerstörung beziehungsweise Abscheidung der Schadstoffe erreicht. Die meisten Verfahren wurden bisher nur im Labor oder im kleintechnischen Maßstab betrieben.

Die P-Wirksamkeit verschiedener Produkte wurde vor allem in Gefäßversuchen untersucht, wobei in der Regel die P-Aufnahme von Versuchspflanzen im Vergleich zur Düngung mit einem wasserlöslichen mineralischen Phosphatdünger als Beurteilungsgrundlage gewählt wurde. Insgesamt ist im Vergleich zu einer direkten Verwertung zum Beispiel von Klärschlamm auch mit wesentlich höheren Kosten zu rechnen. Kostengünstige Rückgewinnungsverfahren führen aber nicht notwendigerweise auch zu Produkten mit der besten P-Düngerwirksamkeit. Dessen ungeachtet sollte die Entwicklung und großtechnische Umsetzung geeigneter Verfahren aufgrund der Perspektive wirksame und schadstoffarme P-Dünger herzustellen, vorangetrieben werden.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über einige Rückgewinnungsverfahren sowie eine Einschätzung der aus zahlreichen Versuchen abgeleiteten P-Wirksamkeit der verschiedenen P-Recyclingprodukte. Bei der Abschätzung der P-Wirk-

samkeit ist zu beachten, dass diese ähnlich wie bei Mineraldüngern je nach Bodenbedingungen erheblich variieren kann. Insgesamt zeigt Tabelle 3, dass von allen Recyclingprodukten Magnesium-Ammonium-Phosphate (MAP) insgesamt die beste P-Wirksamkeit aufweisen. Sie ist mit Superphosphat vergleichbar und macht dieses Produkt damit zu einem interessanten P-Dünger für die Landwirtschaft. Im Gegensatz dazu ist die P-Wirksamkeit von Recyclingprodukten aus Klärschlammaschen, P-Fällungsprodukten nach Fe-Zugabe und häufig auch Produkten aus Klärschlamm- oder Tiermehlbriketts kritisch zu beurteilen. Eine Mittelstellung, die stark von den Bodenbedin-

gungen abhängt, nehmen Produkte wie Sinterphosphate oder P-Fällungsprodukten nach Ca- oder Mg-Zugabe ein. ■

BSA legt Beschreibende Sortenliste 2013 vor

Das Bundessortenamt (BSA) hat die Beschreibende Sortenliste (BSL) 2013 für Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben und Zwischenfrüchte vorgelegt, die bis auf Kartoffeln alle wichtigen ackerbaulichen Arten zusammenfasst.

Wie das BSA in einem Hinweis auf die Publikation mitteilte, sind darin die Beschreibung aller vom ihm nach dem Stand vom 20. Juni 2013 in Deutschland zugelassenen Sorten und eine Auswahl von Sorten enthalten, die im europäischen Sortenkatalog aufgeführt sind und in Deutschland vertrieben werden (EU-Sorten).

Alle Informationen zu den Sorten einer Pflanzenart sind jeweils in einem Kapitel zusammengefasst, die jeweils mit einer tabellarischen Sortenübersicht beginnen, in der die Sorten in ihren wertbestimmenden Eigenschaften beschrieben werden. Das BSA wies darauf hin, dass die BSL eine objektive Beschreibung der zugelassenen und im Handel befindlichen Sorten in ihren Anbau-, Resistenz-, Qualitäts- und Ertragseigenschaften bietet.

(ISSN 21 90-61 30; Bundessortenamt, Osterfelddamm 80, 30627 Hannover). Die Beschreibende Sortenliste zum Preis von 5 Euro kann auch im Internet unter www.bundessortenamt.de bestellt werden. *age*

Tabelle 3: Verfahren zur P-Rückgewinnung sowie geschätzte P-Wirksamkeit der Recyclingprodukte im Vergleich zu Superphosphat

	P-Gehalt (%)	P-Wirksamkeit
Thermische Verfahren		
P-Rückgewinnung aus Klärschlammaschen (KSA) Aus der Monoverbrennung gewonnene KSA werden zusammen mit Chloriden (z.B. CaCl ₂ , MgCl ₂) auf 1000 °C erhitzt. Die Schwermetalle gehen als Chloride in die Gasphase	6 - 11	gering
P-Rückgewinnung aus Klärschlamm- oder Tiermehlbriketts (Mephrec-Prozess) Erhitzung der Briketts auf 2000 °C in Kupolöfen. Schmelzen der Metalle. Bildung P-haltiger Schlacken durch Kalkzugabe	3	gering - mittel
P-Rückgewinnung aus Tiermehlen (Sinterphosphat) Erhitzung der Tiermehle mit Soda/Quarzsand in Drehrohröfen auf 1000 °C. Bildung von CaNa-Phosphaten	11	mittel
Chemische Verfahren		
P-Rückgewinnung aus Klärschlämmen Lösung des Phosphats und der Schwermetalle im Klärschlamm mit konzentrierter Säure, anschließende Ausfällung der Schwermetalle in Form von Sulfiden und des Phosphats durch pH-Wertanhebung und Fe-Zugabe		gering
P-Rückgewinnung aus Klärschlämmen Lösung des Phosphats und der Schwermetalle im Klärschlamm mit konzentrierter Säure, anschließende Ausfällung der Schwermetalle in Form von Sulfiden und des Phosphats durch pH-Wertanhebung und Mg oder Ca-Zugabe		mittel
P-Rückgewinnung aus Abwasser Zugabe von Ammoniak bzw. Ammoniumsalzen und Magnesium zu Abwasser bis zur Ausfällung von Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP, „Struvit“)	11	hoch