Phosphor-Lagerstätten sind irgendwann aufgebraucht

P-Dünger aus Klärschlamm-Recycling

Phosphor ist für alle Organismen ein nicht zu ersetzender Nährstoff. Phosphat-Gestein wird im Bergbau gewonnen und zu 90 Prozent als Phosphordünger in der Landwirtschaft eingesetzt. Die Lagerstätten sind allerdings endlich.

Das politische Ziel lautet, aus verschiedenen Stoffen wie Abwässern, Klärschlamm, Klärschlammasche, aber auch aus Tier- und Fleischknochenmehl, Phosphor zu recyceln und damit die P-Gesteinsvorkommen zu entlasten. ***Foto: landpixel***

Auf Basis einer widersprüchlichen Informationslage werden die Reserven an Phosphatgestein als stark eingeschränkt bewertet. Verschiedene Angaben gehen von bis zu 100 Jahren verfügbarer Phosphorbestände beziehungsweise von mehreren hundert Jahren aus. Durch die Konzentration der Phosphatvorkommen in nur wenigen Staaten (u.a. Marokko, China, USA, Russland) steigt insgesamt das Risiko, dass Knappheit und geringe Anzahl von Lagerstätten als Instrumente der Geopolitik genutzt werden.

Deswegen schätzt die Europäische Union Phosphat (P) als kritisches Rohmaterial ein. Bisher konnte Finnland als einziger Staat der EU nennenswerte und auch wirtschaftlich nutzbare P-Reserven vorweisen. Allerdings sind vor kurzem bisher nicht bekannte P-Vorkommen in Norwegen veröffentlicht worden. Erste Angaben sprechen von etwa 70 Milliarden Tonnen Phosphatgestein in Norwegen, was das bisher mit Abstand größte bekannte Vorkommen in Marokko beziehungsweise Westsahara mit etwa 50 Millarden Tonnen übersteigt. Man geht von einem Beginn der bergmännischen Aktivitäten erst in 10 bis 15 Jahren aus, weil der Genehmigungsprozess für den Abbau nach bisherigen Erfahrungen langwierig verläuft, so dass kurzfristig von keiner grundsätzlichen Lageänderung auszugehen ist. Weiterhin können kritisch bewertete Schwermetallgehalte einiger P-Lagerstätten zusätzlich zu Einschränkungen bei dieser Ressource führen.

Ersatz von P-Düngern aus Phosphatgestein durch Recycling

Aus den genannten Gründen wurde das politische Ziel erklärt, aus verschiedenen Stoffen wie Abwässern, Klärschlamm, Klärschlammasche sowie Tier- und Fleischknochenmehl Phosphor zu recyceln und damit die P-Gesteinsvorkommen zu entlasten. Als mengenmäßig wichtigste Rohstoffquelle wird Schlamm aus Kläranlagen genannt. Jeder Mensch scheidet täglich etwa 1,8 Gramm Phosphor aus, der zusammen mit Phosphor aus Putzmitteln über das Abwasser in die Kläranlagen gelangt. Das entspricht etwa 53 000 Tonnen Phosphor, die jährlich von den Kläranlagen aus rund 1,85 Mio. Tonnen trockenem Klärschlamm zu gewinnen wären.

Die Klärschlämme enthalten Schwermetalle und andere menschliche Ausscheidungen wie potenziell schädliche Medikamentenrückstände sowie Polymere beziehungsweise „Mikroplastik“, die die Anlagen in der biologischen Klärstufe zur besseren mechanischen Entwässerung fester Bestandteile beziehungsweise der Bakterien einsetzen. Die Düngemittelproduktverordnung erlaubt nur geringe Mengen an Polymeren in Schlämmen. Daher werden Klärschlämme zur Zerstörung von Schadstoffen verbrannt und nicht mehr ohne thermische Behandlung als Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen entsorgt.

Auch erfordert die jüngste Änderung der Klärschlammverordnung von 2017, wenn Klärschlamm über 20 g P pro kg Trockenmasse aufweist, dass Anlagen mit über 100 000 Einwohnerwerten P aus Klärschlamm ab 2029 und Anlagen mit mehr als 50 000 Einwohnerwerten ab 2032 zurückgewinnen. Nach der Verbrennung ist der hochkonzentrierte Phosphor in der Klärschlammasche abzutrennen. Mindestens 80 Prozent des enthaltenen Phosphors müssen recycelt werden. Man untersucht aktuell unterschiedliche Verfahren, um dem genannten Anspruch technologisch gerecht zu werden.

Der derzeitige P-Anfall aus Klärschlamm mit 16 000 Tonnen entspricht zur Zeit nur 3 Prozent des P-Bedarfs der deutschen Pflanzenproduzenten (s. Tabelle). Jedoch könnte bei voller Nutzung des genannten Potenzials (1,85 Millionen Tonnen TM, 53 000 Tonnen P) 10 Prozent des P-Bedarfs von 533 000 Tonnen in Deutschland gedeckt werden beziehungsweise wären 40 Prozent der aktuellen P-Mineraldüngermenge von 131 000 Tonnen ersetzbar. ➡

Tabelle 1: P-Bedarf und -Anfall der deutschen Pflanzenproduktion

Phosphor-Anfall	P in 1000 t pro Jahr
Wirtschaftsdünger	202
Gärreste/Gülle	73
Kompost	6
Klärschlämme	16
tierische Nebenprodukte	9
Erntereste	74
Summe P-Anfall	380
Phosphor-Bedarf	533
Anfall minus Bedarf	-153
Ergänzung durch P-Mineraldünger	131
Endsaldo	-22

Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft BMEL 2020

P-Düngewirkung von Recyclingprodukten

Eine wesentliche Voraussetzung zum Einsatz von Recyclingprodukten als P-Dünger ist deren Bioverfügbarkeit, damit Kulturpflanzen die P-Verbindungen über die Wurzel aufnehmen können. Um die Düngewirkung von zum Beispiel Klärschlammasche als P-Düngers zu bewerten, hat das Umweltministerium in Baden-Württemberg im Rahmen einer Studie ein Standardverfahren erarbeiten lassen. Dieses Verfahren wurde von der Universität Hohenheim und dem Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg zur „Bewertung des Phosphordüngewerts von Recyclingdüngemitteln“ entwickelt.

Dort sind unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus unter anderem Gefäßversuche zum Vergleich der Düngewirkung von drei P-Varianten auf Mais beziehungsweise Welsches Weidelgras mit fest gelegten Nährstoffmengen vorgesehen: Null- oder Negativkontrolle ohne P-Düngung, eine Standardvariante beziehungsweise Positivkontrolle zum Beispiel mit TSP und das P-Recyclingprodukt. Grundvoraussetzungen sind zwei Böden mit eher geringem und hohem pH-Wert sowie mit P-DL- oder P-CAL-Gehalten in Gehaltsklasse A, die eine sehr hohe P-Düngewirkung erwarten lassen.

Eigene Untersuchungen sprechen für eine sehr gute Eignung dieser Methode zum Nachweis verschiedener P-Düngerwirkungen. Freilandversuche zur P-Düngung weisen oft erst als Dauerversuche (mehr als 10 Jahre Laufzeit) sicherbare P-Effekte auf, weil diese sich bei konsequentem P-Entzug selbst auf gering versorgten Böden (Gehaltsklasse B unter 3,1 mg P/100 g) langsam einstellen und zudem häufig durch Jahreseinflüsse der Witterung überlagert werden. Dabei zeigt sich auch, wie mehr oder weniger gut verschiedene Pflanzenarten Phosphor erschließen können.

Auch geht wohl mit dem hohen Zuchtfortschritt vieler Arten (Zuckerrübe) ein zunehmendes P-Erschließungsvermögen einher, weil nach langer Diskussion im Rahmen der VDLUFA (2018) die Richtwerte für Gehaltsklassen von pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden gesenkt wurden. Beispielsweise lagen frühere Richtwerte für die Gehaltsklasse C (CAL-Methode, einfache P-Erhaltungsdüngung nach Abfuhr, Niederschläge >550 mm) zwischen 4,5 und 9,0 mg P/100 g Boden und wurden auf 3,1 bis 6,0 mg P/100 g Boden reduziert.

Fazit: P-Recycling kann bis zu 40 Prozent Gesteins-P ersetzen

Phosphor kann als Pflanzennährstoff nicht ersetzt werden. Die zeitliche Endlichkeit der P-Ressourcen und eine stärkere geopolitische Bedeutung durch Konzentration in wenigen Staaten sorgen derzeit für eine zunehmende Orientierung auf P-Dünger, die aus Recyclingprozessen stammen. Damit könnten P-Dünger aus Klärschlammaschen etwa 40 Prozent des Phosphors aus Gesteinsvorkommen ersetzen. P-Dünger aus Recycling müssen aber erst ihre Düngewirkung unter Beweis stellen, wozu Versuche im Gewächshaus zweckmäßiger sind, weil äußere Bedingungen und Zeithorizont einfacher zu beherrschen sind als im Freiland.

Heinrich Thöle, ICL Ludwigshafen, LAD Südwest