

Die Art der Düngung kann P festlegen oder mobilisieren

Phosphor optimal einsetzen, Teil 2

Von allen ackerbaulichen Möglichkeiten haben die Beeinflussung der Bodenchemie, die richtige Wahl des Düngers und die optimierte Ausbringung den stärksten Effekt auf eine verbesserte Nutzung von Phosphor. Nachdem Jochen Brust in der letzten Ausgabe vor allem den Einfluss der Bodenbearbeitung auf die P-Versorgung in den Mittelpunkt gestellt hatte, beleuchtet er im zweiten Teil seines Artikels die Einflüsse der Nährstoffversorgung.



Der pH-Wert hat nicht nur maßgeblichen Einfluss auf die Bodenstruktur, sondern ebenfalls auf die P-Verfügbarkeit. Diese ist im Bereich zwischen pH 6,5 und 7,0 am höchsten.

Wie bei kaum einem anderen Makronährstoff sind das Verhalten und die Verfügbarkeit von Phosphor an den pH-Wert des Bodens gebunden. Auf sauren Standorten mit niedrigen pH-Werten wird Phosphor an Eisen- und Aluminiumhydroxide gebunden, während in alkalischen Böden eine Reaktion mit Calcium zu verschiedenen Apatiten erfolgt.

Den pH-Wert durch Kalkung auf P-Verfügbarkeit einstellen

Aufgrund dieser Tatsache ist die Löslichkeit von Phosphor im neutralen beziehungsweise leicht sauren Bereich mit pH-Werten zwischen 6,5 und 7,0 am höchsten. Die Bedeutung dieser Festlegungsprozesse für die P-Verfügbarkeit ist so hoch, dass es bei einer Absenkung des pH-Wertes von 7,0 auf 6,0 zu einer Reduzierung des Ausnutzungsgrades von etwa 50 Prozent kommt.

Je nach Standort und vorhandenem pH-Wert kann mit einer gezielten Kalkung oder Ansäuerung die P-Verfügbarkeit gesteigert werden. Besitzt der Standort einen höheren Tongehalt

oder muss der pH-Wert schnell gesteigert werden, so empfiehlt sich der Einsatz von Branntkalk, während auf schluffigen oder sandigen Standorten und bei langsamerer Anhebung des pH-Wertes kohlenaurer Kalk verwendet werden sollte.

Auch der Vermahlungsgrad des Kalles spielt bei der Wirkgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle. So sollte die Korngröße eines kohlen-sauren Kalles nicht größer als etwa 0,2 mm sein, um eine zügige pH-Wert Erhöhung zu gewährleisten. Auf alkalischen Standorten (pH-Werte über 7), welche vor allem in trockeneren Regionen vorkommen, kann die gezielte Ansäuerung des Oberbodens eine Freisetzung von Phosphor bewirken. Bei hohen pH-Werten (> 8,0) kann dieser mit einer Schwefeldüngung verringert werden, während bei nur leicht erhöhten pH-Werten (7,5 bis 8,0) die Anwendung von ammonium- und harnstoffhaltigen

Stickstoffdüngern oder eine organische Düngung ausreichen sollte.

Organische Düngung kann die P-Verfügbarkeit erhöhen

Eine organische Düngung führt dem Boden jedoch nicht nur Säuren wie beispielsweise Fulvate und Citrate zu, welche den pH-Wert absenken und hierdurch Phosphor aus Calciumphosphaten freisetzen. Zusätzlich wird die P-Verfügbarkeit erhöht indem negativ geladene organische Moleküle Phosphor von dessen Sorptionsplätzen verdrängen sowie Eisen und Aluminium an der Oberfläche verschiedener Oxide binden. Indirekt steigert die Zufuhr an organischer Substanz die P-Verfügbarkeit durch Förderung des Bodenlebens.

In diesem Zuge sollte auch auf den Erhalt beziehungsweise die Steigerung des Humusgehaltes geachtet werden, da dieser neben vielen anderen Vorteilen (beispielsweise erhöhte Wasserhaltekapazität) auch den P-Haushalt beeinflusst. Aufgrund ähnlicher Vorgänge wie bei der organischen Düngung verringert sich bei einer guten Humusversorgung die Düngermenge, welche für eine Erhöhung der P-Konzentration nötig ist; und zwar teils deutlich, da durch Konkurrenz mit organischen Anionen eine P-Festlegung an Sorptionsplätzen verhindert wird sowie Huminstoffe eine Reaktion von Phosphor mit Eisen und Aluminium unterbinden.

Bemessung der Phosphor-Düngung

Generell hat vor jeder Nährstoffausbringung die Ermittlung des Düngedarfs zu stehen. Die Basis hierfür ist die ordnungsgemäße, gleichmäßige und regelmäßige Beprobung der bewirtschafteten Flächen. Für die anschließende Laboruntersuchung hat sich in Deutschland der Calcium-Acetat-Lactat-Auszug (CAL-Methode) durchgesetzt, welcher den pflanzenverfügbaren Bodenvorrat ermittelt. Die gemessenen Bodengehalte werden in die Gehaltsklassen

A bis E eingeteilt, wobei in der anzustrebenden Gehaltsklasse C eine Erhaltungsdüngung in Höhe der zu erwartenden Nährstoffabfuhr durchgeführt wird.

Höhere Bodengehalte, wie sie in Gehaltsklasse D und E vorkommen, führen weder zu Ertrags- noch Qualitätsvorteilen und sind daher für die Pflan-

„Die Fülle der hier genannten Einflussfaktoren bietet jedem Landwirt die Möglichkeit, die Ausnutzung von Phosphor in seinem Ackerbausystem zu steigern und somit in Zukunft weiterhin eine wirtschaftliche sowie umweltverträgliche Pflanzenproduktion durchzuführen.“

Dr. Jochen Brust

zenproduktion ökonomisch unrentabel. Bei geringeren Bodengehalten, insbesondere in der Gehaltsklasse A, sollte langfristig eine Erhöhung des Phosphor-Gehaltes angestrebt werden, um die Ertragsicherheit zu verbessern. Zusätzlicher Vorteil einer Aufdüngung von Gehaltsklasse A nach C ist die Abnahme der verbleibenden Sorptionskapazität des Bodens (Austauscherplätze), was die Verfügbarkeit von frisch gedüngtem Phosphor erhöht.

Eigenschaften verschiedener P-Dünger

Um die verschiedenen P-Dünger optimal verwenden zu können, müssen deren Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich ihrer Löslichkeit, dem Landwirt bekannt sein. Wasserlösliche Düngemittel wie Super-, Triple-, Monoammonium- oder Diammonium-Phosphat sowie viele NP-, PK- und NPK-Dünger entstehen beim vollständigen Aufschluss von P-haltigen Mineralien (Apatiten) mit verschiedenen Säuren (zumeist Schwefel- oder Phosphorsäure) sowie einer anschließenden Aufbereitung. Diese sind unmittelbar nach der Ausbringung wirksam, unterliegen im Boden jedoch einer zügigen Festlegung, bei der frisch gedüngtes Phosphat über verschiedene Fällungs- und Sorptionsprodukte zu schwer löslichen Verbindungen umgewandelt wird.

Im Zuge dieses Vorgangs diffundieren P-Moleküle ins Innere größerer

Hydoxidpartikel, wodurch die P-Verfügbarkeit binnen weniger Wochen und Monate stark herabgesetzt wird. Obwohl diese wieder in die Bodenlösung zurückdiffundieren können, wenn die Pflanze dort den P-Gehalt absenkt, geschieht dies zu langsam, um den P-Bedarf der Kulturpflanzen im Frühjahr, insbesondere unter kalten oder trockenen Bedingungen, ausreichend zu decken.

Rohphosphate zur langfristigen Stabilisierung einsetzen

Können aus Kostengründen oder aufgrund institutioneller Vorgaben nur sogenannte Rohphosphate, also chemisch nicht aufgeschlossene Phosphorminerale ausgebracht werden, so sollte auf eine gleichmäßige und feine Vermahlung sowie Herkünfte mit einer erhöhten Löslichkeit (weicherdige Rohphosphate) geachtet werden. Bei großer Oberfläche werden weicherdige Rohphosphate im Boden von Mikroorganismen und Pflanzen aufgeschlossen und sind somit unter bestimmten Standortbedingungen, wie niedrigen pH-Werten (unter 5,5), guter Durchfeuchtung sowie höherer Bodentemperatur als Düngemittel einsetzbar.

Die Wirkung weicherdiger Rohphosphate kann weiter erhöht werden, wenn diese zusammen mit einer organischen Düngung ausgebracht werden. Allerdings sollte beachtet werden, dass die Wirkung unter normalen Bedin-

gungen um einiges langsamer eintritt als bei wasserlöslichen Düngern und teils erst nach Jahren verzeichnet werden kann. Diese Dünger sollten deshalb zur Stabilisierung der Bodenvorräte statt zur gezielten P-Versorgung der Pflanzen genutzt werden.

Teilaufgeschlossene Phosphate und Wirtschaftsdünger

Aufgrund gezielt verringerter Säuremengen im Zuge des Aufschlusses enthalten teilaufgeschlossene Phosphate einerseits schnell wirksamen wasserlöslichen Phosphor, aber auch nur teilweise sowie völlig unverändertes Rohphosphat. Diese Zusammensetzung kombiniert eine schnelle Anfangsversorgung mit einer langanhaltenden, aber langsam fließenden P-Quelle.

In Wirtschaftsdüngern, wie Gülle oder Stallmist, ist Phosphor zu etwa 80 Prozent in wasserlöslicher Form enthalten. Der restliche Teil liegt organisch gebunden, vor allem als Phytin, vor und wird von den Bodenmikroorganismen mineralisiert, wodurch die P-Ausnutzung von Wirtschaftsdünger langfristig dieselbe wie bei Mineraldüngern ist.

Die Einflüsse anderer Nährstoffe

Die Effektivität des gedüngten sowie im Boden vorhandenen Phosphors kann durch die Kombination mit anderen Nährstoffen noch verbessert werden. Insbesondere die gemeinsame Ausbringung mit Stickstoff, wie im Mono- oder Diammoniumphosphat, steigert die P-Aufnahme der Pflanze. Gründe hierfür sind eine durch Stickstoff herbeigeführte gesteigerte Bildung von Wurzelhaaren sowie physiologische Veränderungen der Aufnahme- und Transportvorgänge von Phosphor in der Pflanze.

Die Wahl von ammonium- oder nitrathaltigen Stickstoffdüngern kann den pH-Wert der Wurzelumgebung beeinflussen und hierdurch die P-Aufnahme steigern sowie die P-Festlegung zumindest verzögern. Hierzu sollte auf alkalischen Böden eine ammoniumbetonte Düngung und auf eher sauren Standorten vorwiegend nitrathaltiger Dünger zum Einsatz kommen.

Die Düngung von Kalzium fördert, neben ihrem für die Aufnahme positiven oder negativen Einfluss auf den pH-Wert, auch direkt die P-Aufnahme durch Stimulation spezieller Transport-Proteine der Wurzel. Auch die ausreichende Versorgung mit Magnesium steigert die P-Aneignung der



Durch das Strip-Till-Verfahren lässt sich eine Bodenlockerung sowie tiefere Einbringung von Dünger kombinieren. Fotos: Dr. Brust

Pflanze, da dieses ein wichtiger Aktivator für den Transfer von Phosphor innerhalb der Pflanze ist.

Einfluss des Applikationszeitpunktes

Der optimale Zeitpunkt der P-Düngung ist abhängig von der Löslichkeit des verwendeten Produktes. Wasserlösliche Dünger sollten möglichst zur Aussaat oder Pflanzung gedüngt werden, da es bei einer Ausbringung im Herbst oder einer Vorratsdüngung im Rahmen der Fruchtfolge zur Festlegung und somit Reduzierung des Wirkungsgrades kommen kann.

Im Gegensatz hierzu sollten schwer lösliche P-Dünger wie weicherdige Rohphosphate schon längere Zeit vor dem Bedarf ausgebracht werden. Dadurch kann ein ausreichender Aufschluss mittels chemischer und biologischer Vorgänge stattfinden.

P-bedürftige Kulturpflanzen danken dem Einsatz wasserlöslicher Dünger direkt im Vorfeld der Saat, während die Versorgung P-effizienter Hauptfrüchte über eine Vorratsdüngung im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen kann. Bei breitflächig gedüngten Gaben mittels Ein- oder Zweischeiben-Düngerstreuer ist auf die Verwendung qualitativ hochwertiger Dünger zu achten, um eine exakte Dosierung und gleichmäßige Verteilung zu erhalten.

Breitwürfige Platzierung ist wenig effektiv

Aufgrund der zügig voranschreitenden Festlegung sowie der auf wenige Zentimeter begrenzten Beweglichkeit spricht vieles für eine gezielte Platzierung von Phosphor als Düngeband anstelle einer breitwürfigen Ausbringung auf die Bodenoberfläche. Als Band verringert sich die Kontaktfläche des Düngers zum Boden, wodurch Festlegungsprozesse verzögert werden.

Weitere Vorteile ergeben sich durch die Platzierung des Düngebandes nah an der Hauptwurzelzone der Kulturpflanze, was insbesondere bei Reihenkulturen mit größeren Abständen die Ausnutzung verbessert. Die Ausnutzung des Düngebandes wird durch Zugabe von Stickstoff nochmals gesteigert, da hierdurch eine schnellere Erschließung durch die Pflanze erfolgt.

Eine elegante Umsetzung hiervon stellt das absätzig Strip-Till-System dar, bei dem im Zuge einer Bodenlockerung ein Düngeband in tieferen Bodenschichten abgelegt wird und später auf diesen Streifen die Aussaat erfolgt. Das so angelegte Band kann von der Pflanze zügig erschlossen wer-

den und sichert selbst bei Trockenheit oder kühlen Temperaturen im Oberboden noch eine ausreichende Versorgung mit Phosphor, was insbesondere von Mais honoriert wird.

Mikrogranulate zur Saatbanddüngung

Ist eine Unterfußdüngung beziehungsweise Ablage des Düngebandes in den tieferen Krümmenbereich nicht möglich, so kann eine Saatbanddüngung, bei der Dünger zusammen mit dem Saatgut in die Saattrille platziert wird, eine Alternative darstellen. Da gerade junge Pflanzen einen hohen P-Bedarf aufweisen, jedoch nur ein schwaches Wurzelsystem besitzen, kann dies eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verbesserung der Jugendentwicklung, bei gleichzeitig deutlich reduzierter Düngermenge, gerade in schwierigen Jahren, sein.

Bei den hierzu verwendeten Mikrogranulat-Düngern handelt es sich um hochkonzentrierte Granulate mit einem Anteil an wasserlöslichem Phosphat von über 95 Prozent sowie einer kleinen Körnung im Bereich von etwa 0,5 bis 1,5 mm. Durch die größere Oberfläche wird eine schnellere Aufnahme der Nährstoffe durch die junge Pflanze ermöglicht. Damit jedoch keine Ättschäden auftreten, müssen Mikrogranulat-Dünger eine sehr gute Pflanzenverträglichkeit aufweisen.



Mikrogranulat (links) hat im Vergleich zu normalem NP-Dünger (rechts) eine deutlich größere Oberfläche und ist wesentlich besser zur Saatbanddüngung geeignet.

Die Einbringung des Düngers in die Saatfurche erfolgt über das Säeschar, das zumeist über separate Förderschläuche mit speziellen Mikrogranulat-Streuern (bei Einzelkornsämaschinen) oder einem separaten beziehungsweise geteilten Düngetank (bei Drillmaschinen) verbunden ist. ■