

Haupt- und Spurenelemente Teil 2

Das Nährelement Phosphor

Phosphor im Boden

Phosphor (P) kommt im Boden in mineralischer (50–70%) und in organischer Form (ca. 30–50%) vor. Bei der mineralischen Fraktion spielen die Salze der Orthophosphorsäure (H_3PO_4), die so genannten Phosphate, eine dominierende Rolle. Phosphate sind nicht nur Pflanzendünger, sondern auch Bodendünger und fördern ähnlich wie Kalk das Krümelgefüge des Bodens. Die mineralische P-Fraktion gliedert sich in gelöstes (=pflanzenverfügbares Phosphat), labiles und stabiles Bodenphosphat. Die wasserlöslichen Phosphate bleiben nach Düngung und Einarbeitung nur ca. 72 Stunden in aufnehmbarem Zustand. Sie gehen anschließend sukzessive schwerer lösliche Verbindungen ein, speziell im sauren (< pH 5,5) und alkalischen Milieu (> pH 6,5). Diese so genannten labilen Phosphate stellen während der Vegetation die Hauptnachschubquelle für das pflanzenverfügbare Phosphat in der Bodenlösung dar. Mit der Zeit kristallisieren („altern“) die labilen Phosphatformen zu stabilen, schwer löslichen Phosphaten, die für die Ernährung weitgehend blockiert sind. Normalerweise herrscht zwischen den drei Phosphatformen ein gewisses Gleichgewicht. Sinkt die Phosphatkonzentration in der Bodenlösung, so wird der Vorrat aus der labilen Phosphatfraktion aufgefüllt. Stabile Phosphate können unter bestimmten Umständen wieder in Lösung gehen, z.B. bei ausreichend hoher Aktivität bodenbürtiger Mikroorganismen, günstigen Temperaturen und Feuchtigkeitsverhältnissen sowie bei entsprechendem pH-Wert. Allerdings nimmt die Löslichkeit mit der Zeit stetig ab. Vor allem bei Wasserknappheit verschiebt sich das Gleichgewicht immer mehr in Richtung der stabilen Phosphate. Bei nachfolgender Befeuchtung wird die ursprüngliche Löslichkeit nicht wieder voll erreicht. Ein häufiger Wechsel von

Trockenheit und Feuchtigkeit verursacht deshalb einen kontinuierlichen Rückgang an pflanzenverfügbarem Phosphat.

Ein beachtlicher Teil des Phosphates im Boden ist organisch gebunden. Die Mineralisierung von organischem Phosphat zu pflanzenverfügbarem erfolgt über das Enzym Phosphatase, welches von den Pflanzenwurzeln selbst wie auch von zahlreichen Mikroorganismen produziert wird. Sie findet vornehmlich im unmittelbaren Wurzelbereich statt, beginnt aber in nennenswertem Maß erst ab 12 °C und steigt mit zunehmender Bodentemperatur.

P-Eintrag in Gewässer

Auf normal versorgten Böden liegt die Auswaschung in der Regel nicht über 1 kg Phosphat pro Hektar und Jahr. Trotzdem spielen Phosphate bei der Eutrophierung von Gewässern, d.h. bei deren Anreicherung mit Nährstoffen, eine folgenschwere Rolle. Die Ausschwemmung von Dünger und phosphatbelasteten Abwässern führt zu unkontrollierten Blüten (= Massenvachstum) von Cyanobakterien, vor allem in stehenden Gewässern (Seen, Teichen, Talsperren) oft unter Bildung von Schaum (= ‚Seenblüte‘). Die früher als blaugüne Algen bezeichneten Cyanobakterien benötigen vor allem Phosphor und Stickstoff als Nährstoffe. Nach Absterben erfolgt ihr Abbau unter starkem Sauerstoffverbrauch und intensiver CO_2 -Bildung, was zum ökologischen Kollaps der Gewässer führen kann. Im Hinblick auf das Algenwachstum kommt dem Phosphor als Minimumfaktor eine ausschlaggebende Bedeutung zu, zumal die Cyanobakterien zumindest in Süßwasser den Stickstoff aus der Luft gewinnen können. Bereits leicht erhöhte P-Werte heizen somit deren Wachstum an. Ein Teil des P-Eintrages in Gewässer ist direkt (Gülleintrag, Bodenerosion) oder

indirekt (Sicker- und Dränwasser) auf die Landwirtschaft zurückzuführen. Die umfangreichsten Einträge stammen aus industriellen und kommunalen Abwässern.

Aufnahme & Transport von Phosphor

Die Aufnahme von P in die Pflanze erfolgt über Hydrogenphosphat (HPO_4^{2-}) und über Dihydrogenphosphat (H_2PO_4^-) im Austausch gegen andere Anionen. Der Phosphatbedarf der Obstgehölze ist in der ersten Vegetationshälfte am höchsten. In diesem Zeitraum sind deshalb günstige Aufnahmebedingungen sowie ein ausreichend hohes P-Angebot besonders wichtig. Wegen der geringen Mobilität der Phosphate im Boden trägt nur der durchwurzelte Teil des Bodens zur Phosphatnahrung bei. Phosphat im Boden, welches weiter als 3-5 mm von der Wurzel entfernt ist, kann i. d. R. nicht mehr aufgenommen werden. Deshalb ist die Pflanze, was die Phosphaterschließung anbetrifft, auf optimale Diffusionsvorgänge und optimales Wurzelwachstum bzw. auf die Besiedlung der Wurzeln mit Mykorrhiza-Pilzen angewiesen. Entscheidend für die Diffusionsvorgänge im Boden und die Wurzelentwicklung sind die Bodentemperatur, -struktur und -feuchtigkeit. Von einer sichergestellten Phosphataufnahme kann erst ab Bodentemperaturen von >14 °C ausgegangen werden. Ein Übermaß an Feuchtigkeit (O_2 -Mangel) bzw. ein verdichteter oder verschlammter Boden hemmen das Wachstum wie auch die Atmung der Wurzeln. Defizite bei der Phosphataufnahme treten deshalb vor allem auf kalten, trockenen, verschlammten, verdichteten, flachgründigen, sauren (<pH5,5) oder alkalischen (> pH6,5) Böden mit geringem Angebot an verfügbarem Phosphat (gelöst-labil-organisch) bzw. mit geringer mikrobiologischer Aktivität auf, aber auch im Nachbau oder bei Wühlmausschäden. In Mangelsituationen wird Phosphor von den älteren in die jüngeren Pflanzenteile verlagert, so dass sich Mangelsymptome zuerst an älteren Blättern einstellen. Magnesium

fördert die Verteilung von Phosphor innerhalb der Pflanze. Durch Magnesiumdefizite kann daher ein P-Mangel ausgelöst werden [3]+[4]. Ebenso kann ein zu hohes Nitratangebot die Phosphataufnahme hemmen und somit einen Mangel verursachen. Umgekehrt hemmt ein hohes Phosphatangebot die Nitrataufnahme und kann einen N-Mangel induzieren. Eine überhöhte Phosphatversorgung beeinträchtigt die Verteilung von Zink und Eisen in der Pflanze und fördert damit das Auftreten von Mangelerscheinungen. [Grafik. 1]

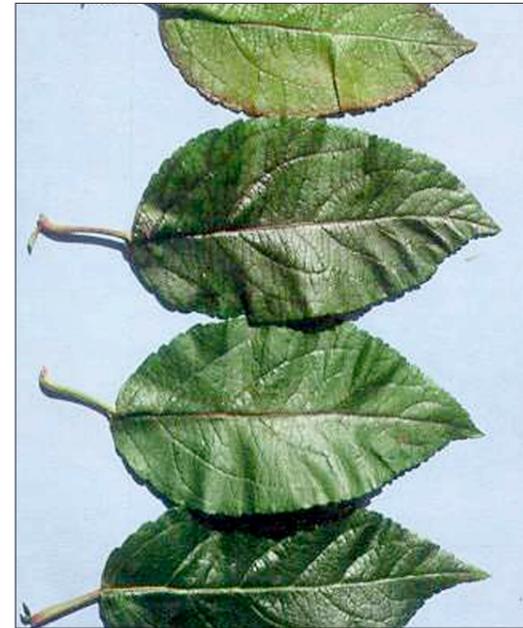
Mykorrhizapilze und P-Aufnahme

Seit mehr als 400 Mio. Jahren besteht eine obligate Symbiose zwischen bodenbürtigen Mykorrhizapilzen und höheren Pflanzen. Die Pflanzen liefern den mit ihnen vergesellschafteten Pilzen Kohlehydrate und Energie und erhalten dafür im Gegenzug eine beträchtlich erhöhte Effektivität zur Nährstoffaufnahme. Die für die Obstkulturen wichtigsten Formen stellt die so genannte vesiculäre arbuskuläre Mykorrhiza (abgekürzt VAM) dar. Die Pilze bilden 5-20 mm hinter den Wurzelspitzen in den Zellen der Wurzelrinde typische Hyphenanschwellungen (Vesikel) und bäumchenartige Hyphenverzweigungen (Arbuskeln), woraus sich letztendlich ihr Name ableitet. Die Arbuskeln und das sich außerhalb der Wurzeln entwickelnde lockere Hyphen-

geflecht vergrößern die innere und äußere Wurzeloberfläche, und erhöhen auf diese Weise deren Aufnahmekapazität vor allem für Eisen, Zink und Phosphate. Sie verbessern darüber hinaus u. a. die Stressresistenz, das Abwehrverhalten gegenüber bodenbürtigen Pilzen und drosseln die Aufnahme von Schwermetallen.

Aufnahmemengen und -dynamik

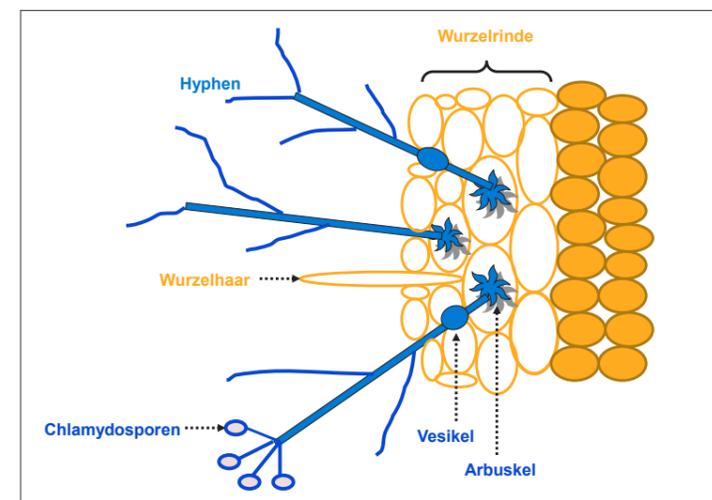
Bei Kern- und Steinobst summiert sich der Bruttoentzug je nach Ertrag und Alter der Anlage auf 30 und 40 kg P_2O_5 pro ha. Bei Beerenobst schwanken die Angaben relativ stark, wobei die Früchte offenbar etwas weniger entziehen, während der Holz- und Wurzelkörper einen etwas höheren Bedarf aufweisen, so dass insgesamt von einem gleichen bzw. leicht höheren Bedarf ausgegangen werden kann. Unter Berücksichtigung der Rückverlagerung und des Wiedereintrags eines Teils des Schnittholzes und der Blätter in den Kreislauf, muss in Abhängigkeit vom Ertrag und der Obststart mit einem jährlichen Nettoentzug in Höhe von 15-20 kg P_2O_5 pro ha gerechnet werden. Kritische Versorgungslagen treten vor allem in der ersten Vegetationshälfte auf, wenn niedrige Bodentemperaturen die Phosphat-Mineralisierung und das Wurzelwachstum hemmen. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Zusatzernährung über das Blatt bzw. per Fertigation sinnvoll. [Grafik. 2]



[1] P-Mangel an Blättern der Sorte ‚Delcorf‘- zunehmend von unten nach oben



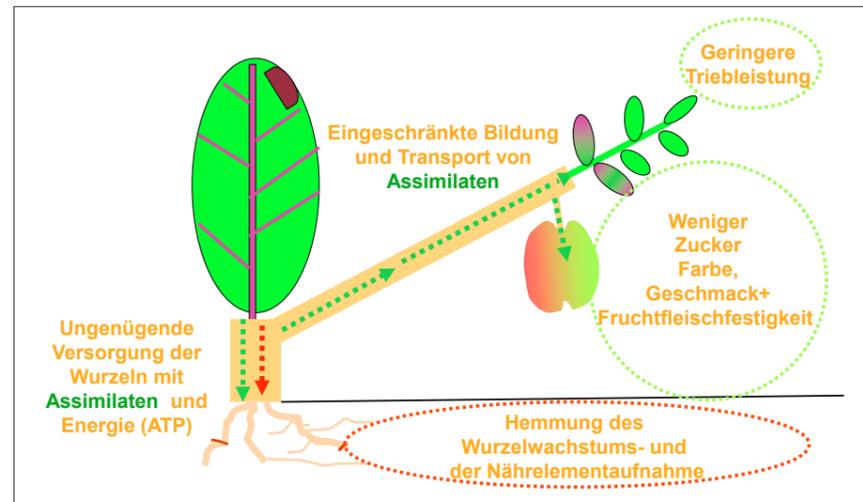
[2] P-Mangel an Rosettenblättern der Sorte ‚Elstar‘



Grafik 1: Schematische Darstellung einer mykorrhizierten Wurzelspitze



[3] Durch Mg-Mangel ausgelöster P-Mangel an älteren Blättern der ‚Fuji‘



Grafik 2: Hemmung der Kohlenhydratbildung und -exportes sowie des Energiehaushaltes bei P-Mangel

Funktionen von Phosphor in der Pflanze

- Phosphor ist Bestandteil der phospholipoiden Zellwandmembranen, die zur Aufrechterhaltung der Zellstruktur dienen.
- Phosphor ist Baustein von DNS und RNS, den Trägersubstanzen der Erbinformationen und somit an allen generativen Stoffwechselfvorgängen beteiligt.
- Phosphor ist Bestandteil von zahlreichen Enzymen und auf diese Weise beteiligt an der Photosynthese und Atmung, am Energiestoffwechsel (Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie ADP zu ATP = Photophosphorylierung), am Eiweiß- und Kohlenhydrataufbau, an der Zellteilung und am Transport von Assimilaten (Blatt zu Frucht).

Mangelsymptome

Äußerlich sichtbare, klar zuordnungs-fähige Mangelsymptome sind in der Praxis eher selten. Bereits bei latentem Mangel können sich Wachstumsstörungen an Wurzeln und Spross sowie ein geringerer Blüten- bzw. Fruchtansatz einstellen. Alle Organe, die auf Kohlenhydrate und Energie angewiesen sind, werden in ihrer Entwicklung in Mitleidenschaft gezogen, vor allem Blütenknospen, Früchte, junge Triebe, Holz und Wurzeln. Dafür reichern sich die Assimilate kontinuierlich im Blatt an, was (erst) gegen Ende der Vegetation zu deren charakteristischen Violettverfärbung beiträgt.

Das Nährelement nimmt auf diese Weise sowohl eine Schlüsselfunktion bei der Blüteninduktion, -initiation und -differenzierung, als auch bei vegetativen Wachstumsprozessen ein [Grafik 1]. Bei starkem Mangel treten auch äußerlich sichtbare Symptome auf, und zwar an älteren Blättern:

- im Verlauf der Vegetation: lichtetes Blattwerk mit kleinen, hellgrünen Blättern mit rötlichen Blattadern und halbmondförmigen Randnekrosen
- ab 2. Vegetationshälfte stumpfgrüne, bronzefarbene oder rotviolette Blätter (gestörter Zuckertransport) einhergehend mit 'Starretracht' (Blätter sind lederartig und brüchig) und teilweise vorzeitiger Blattfall.

Spezifische Phosphor-Mangelsymptome an Kernobst bestehen in vermindertem Fruchtansatz, kleineren Früchten, geringem Zuckergehalt (weniger Geschmack), unzureichender (matt-bläulichrote) Deckfarbe, verstärktem Vorerntefruchtfall, weicherem Fruchtfleisch, schnellerem Alterszerfall und einer erhöhten Anfälligkeit für Schalenbräune und Kältefleischbräune (LTB). Spezifische Phosphor-Mangelsymptome an Steinobst beschränken sich neben starker Wuchshemmung und reduziertem Fruchtansatz vornehmlich auf spezifische Blattsymptome in Form von starr aufgerichteten, spitzen, lanzettartig verformten

purpur-bronzefarbenen gefleckten, älteren Blättern, die zum vorzeitigen Fall neigen. Bei Beerenobst treten häufig blaugrün verfärbte Blätter mit roten Rändern und Stielen auf, deren Adern an der Blattunterseite violett verfärbt sind. Auch hier ist vorzeitiger Blattfall häufig zu beobachten.

Phosphorversorgungsstufen im Boden

Phosphormangel sollte, wegen seiner außerordentlich geringen Mobilität im Boden, vor der Neuanlage behoben werden, indem der verabreichte Dünger 20–30 cm tief eingearbeitet wird. Der anzustrebende Phosphatgehalt im Boden ist die Versorgungsstufe C. Wegen der schnellen Festlegung und der geringen Beweglichkeit im Boden ist der Ausnutzungsgrad der Phosphatdünger sehr niedrig. Deshalb sollte bei Versorgungsstufe C das 1,5–2-fache des jährlichen Nettoentzugs, also mindestens 20 kg P₂O₅/ha aufgedüngt werden. Aufgrund der raschen ‚Alterung‘ der wasserlöslichen und labilen Phosphate und der schlechten vertikalen Verlagerung ist die regelmäßige Zufuhr geringer Mengen frischen Phosphates strategisch günstiger als unregelmäßige Gaben mit hohen Mengen. Aus dem gleichen Grund ist die P-Düngung im Frühjahr effizienter als im vorangegangenen Herbst. Standort-spezifische Gegebenheiten, welche die Phosphatverfügbarkeit und Aufnahme erschweren, erfordern häufig Zuschläge zum C-Wert (pH-Wert, Bodentemperaturen, Niederschlagsverhältnisse, Humusanteil usw.) Die Angaben erfolgen auf der Bezugsbasis P₂O₅. Um 100 g Boden mit 1 mg P₂O₅ aufzudüngen, werden 30 kg P₂O₅/ha benötigt. [Tab. 1]

Versorgungssituation in der Pflanze

Im Verlauf der Vegetation kann mit Hilfe einer Blattanalyse die tatsächliche Versorgungssituation der Anlage überprüft werden, um ggf. die Düngestrategie bzw. Düngemenge daraufhin abzustellen. Nach aktuellen niederländischen Untersuchungen sind hohe Blatt-P-Gehalte (0,20-0,24% i.T.S) ein

gutes Indiz für den Erhalt der Fruchtfleisfestigkeit nach Langzeitlagerung sensibler Sorten (Conference, Elstar). Werden Früchte unmittelbar vor der Lagerung auf ihre Mineralstoffzusammensetzung überprüft, ist es sinnvoll, neben den Calcium- und Kaliumgehalten auch die Phosphorwerte im Fruchtfleisch überprüfen zu lassen. Das gilt vor allem für Sorten, die zu Kältefleischbräune (Low Temperature Breakdown) neigen, beispielsweise Cox Orange, Boskoop, La Flamboyante (MairacR) oder auch Gala (<11° Brix). Als anzustrebender Wert im Fruchtfleisch gilt 9-11 mg/100 g FS. [Tab. 2]

Herkunft, Handel und ‚Endlichkeit‘ der Phosphate

Ausgangsmaterial der meisten P-Dünger sind überwiegend marine Sedimente (weicherdige Rohphosphate), magmatische Lagerstätten, aber auch pflanzliche Rückstände bzw. Exkremate von Seevögeln. Die marinen und magmatischen Phosphatlagerstätten werden überwiegend zur Herstellung von Düngemitteln (80%), Waschmitteln (12%) und Tierfutter (5%) verbraucht. Die Nachhaltigkeit dieser Phosphatlagerstätten bei einem derzeitigen, jährlichen Verbrauch von 142·106 t beträgt nur noch 50-100 Jahre. Die langsame Neubildungsrate macht Phosphor zu einer begrenzten Ressource, d.h. diese Phosphatprovinzen werden voraussichtlich schneller erschöpft sein als die Erdölreserven. Deshalb wird weltweit fieberhaft nach Alternativen geforscht, beispielsweise nach Möglichkeiten Phosphor aus Abwässern zu recyceln oder die P-Reserven im Unterboden zugänglich zu machen, die aus jahrzehntelanger Überdüngung resultieren. Die Hauptproduzenten von Phosphat sind die USA und China. Sie produzieren überwiegend für ihren eigenen Bedarf. Westeuropa ist mittlerweile vollständig auf Importe angewiesen. Deutschland führt jährlich ca. 1,8 Mio. t Düngephosphat ein, davon 80% aus Israel, 12% aus Russland und 6% aus Marokko. In jüngster Zeit traten bei den Roh-

Stufe	Phosphatversorgung	mg P ₂ O ₅ /100g Boden (CAL-Verfahren)
A	niedrig	0 – 7
B	mittel	8 – 14
C	anzustreben	15 – 20
D	hoch	21 – 25
E	sehr hoch	> 25

Tabelle 1: P₂O₅-Gehalt im Boden: Versorgungsstufen

Obstart	Zeitraum	Entnahmeort	% P i. d. Trockensubstanz
Apfel	Juli/August	Mitte einj. Triebe	0,18 - 0,28
Birne	Juli/August	Mitte einj. Triebe	0,18 - 0,35
Kirschen	Juli/August	Mitte einj. Triebe	0,18 - 0,35
Pflaumen	Juli/August	Mitte einj. Triebe	0,16 - 0,35

Tabelle 2: Optimale P-Versorgungsbereiche in Blättern verschiedener Obstarten (Quelle: PFC -Gorse)

Dünger	Handelsübliche Gehalte in %			Löslichkeit	Bemerkungen
	P ₂ O ₅	MgO	CaO		
Physalg 25 (Timac)	25	-	42,5	75% Ameisensäurelöslich	Für schwach bis stark saure Böden gekörnt
Dolophos 26 (Beckmann & Brehm)	26	1-3	31	58% Ameisensäurelöslich	Für schwach bis stark saure Böden granuliert
Hasolit P18 (Biolchim)	18	9	70	Ameisensäurelöslich aus weicherdigen Rohphosphat u. sauren Meeresalgenkalk	Für schwach bis stark saure Böden granuliert
Bio Agenasol (Biofa)	3	-	-	Fermentiertes Getreide + Mais + Vinsasse	Enthält 6% N ! und 2% K ₂ O
Provita ^R - Phytokorn - Phytogran - Phytogries (Beckmann & Brehm)	3	-	-	Fermentiertes Getreide + Mais + Melasse	Enthält 6% N ! und 2% K ₂ O
Hühnertrockenkot Pellets (Beckmann & Brehm)	2,8	1,5	-	Aus niederländischem Bio-Anbau	Enthält 3,6% N ! und 2,2% K ₂ O
Manna BIO N (Manna)	7	-	-	Aus Fleischknochenmehl	Enthält 10% N ! und 1% K ₂ O

Tabelle 3: Übersicht P-haltiger organischer Handelsdüngemittel die laut EU-VO-834/2007 im ökologischen Obstbau zugelassen sind.

Dünger	Handelsübliche Gehalte in %				Bemerkungen
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Sonstige	
Provita ^R Phosphat (Beckmann/Brehm)		18% 229 g/l		N, P, K, Mg + Spurennährelemente	Suspension aus Knochenmehl u. Meeresalgen
OPF 6-5-6 (Plant Health Care)	62 g/l	50 g/l	62,1 g/l	+alle Spurennährelemente	Flüssiger Blatt- + Fertigungsdünger auf Basis von Melasse+ Vinsasse + Luzernenmehl + Steinmehl + Yuccah

Tabelle 4: Übersicht einiger P- haltiger Blattdünger die laut EU-VO-834/2007 im ökologischen Obstbau zugelassen sind.

phosphaten bereits besorgniserregende Versorgungslücken und enorme Preissprünge auf. Diese sind sowohl auf den weltweit erhöhten Bedarf der Schwellen- und Entwicklungsländer zurückzuführen, als auch auf den anhaltenden Konzentrationsprozess der Düngemittelindustrie und den temporären Ausfall verschiedener Lagerstätten, sowie auf mit Schwermetallen (Cadmium, Arsen, Uran) verunreinigte Phosphatherkünfte aus Afrika (Tunesien, Senegal, Togo, Kenia). Hinsichtlich der Schwermetallbelastung wurden daher in der deutschen Düngemittelverordnung Grenzwerte festgelegt. Gemäß dessen dürfen in Deutschland hergestellte Düngemittel ab 5 % P₂O₅ beispielsweise nicht mehr als 50 mg Cadmium/kg P₂O₅ enthalten. Aus Sicherheitsgründen die deutschen Düngemittelhersteller mittlerweile sogar ein Radioaktivitätszeugnis für ihre Ausgangsware vorlegen. Auf europäischer Ebene existieren laut EU-Düngemittelverordnung keine Schwermetallgrenzwerte. Vor dem Hintergrund der weltweiten Verknappung des Phosphatangebotes und der damit einhergehenden enormen Preissteigerungen besteht durchaus die Gefahr, dass in Zukunft belastete Phosphate unter Umgehung unserer nationalen Verordnung bei uns in den Handel geraten. [Grafik. 3]

Phosphatdünger

Der überwiegende Teil der heutigen Rohphosphatvorkommen besteht aus weicherdigen marinen Sedimenten, die sich überwiegend auf dem so genannten ‚Phosphatgürtel‘ zwischen dem Äquator und dem 40. nördlichen Breitengrad befinden und dort auf wenige Regionen konzentriert sind: Mexiko-Florida; Nordafrika-Israel; Nordindien; Südchina (Sechuan!). Die nordafrikanischen Herkünfte, vor allem die tunesischen (= Gasfa-Phosphat), gelten dabei als besonders weicherdig und feinkristallin und damit aufschlussfähig. Zur Herstellung zahlreicher im Ökoanbau zugelassener P-Dünger, werden diese besonders weicherdigen Rohphosphate

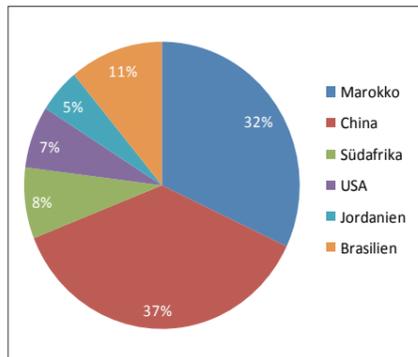
fein vermahlen. Wichtige Vertreter dieser Phosphatgruppe sind z.B. Physalg 25 sowie Dolophos 26 bzw. Hasolit. Sie sind allerdings nur für saure bis leicht saure Bodenverhältnisse (<pH6,5) mit ausreichend hoher biologischer Aktivität und Bodenfeuchte geeignet. Entscheidend für deren Wirkung ist der ‚Säureangriff‘, damit das im Rohphosphat vorhandene Phosphatkristallgitter geknackt und zu wasserlöslichem und damit pflanzenverfügbarem Phosphat aufgeschlossen wird. Dies geschieht unter natürlichen Bedingungen beispielsweise durch Kohlensäure (Niederschläge + Bodenatmung H₂O + CO₂ = H₂CO₃) und einem entsprechend niedrigen pH-Wert, durch Wurzelabscheidungen, durch Schwefelsäure oder schweflige Säure (Niederschläge) oder mit Hilfe der Salz- und Salpetersäure (Humifizierung). Gemäß diesen Voraussetzungen ist die Düngewirkung von Rohphosphaten einzustufen.

Ein weiteres wichtiges Ausgangsmaterial vieler P-Dünger sind vor allem Apatit-Erze (Ca-Phosphate). Sie stammen zum einen aus magmatischen Lagerstätten oder aus nicht verwitterten Gesteinsschmelzen und sind deswegen harterdig und grobkristallin. Der bekannteste Vertreter dieser Phosphate ist der von der russischen Halbinsel Kola stammende Kolaapatit. Die harterdigen Rohphosphate erfordern einen kostenintensiven chemischen Aufschluss, der i. d. R. durch (teure) Schwefel-, Phosphor- oder Salpetersäure erfolgt. Aus diesem Verfahren entstehen überwiegend wasserlösliche P-Formen, die derzeit zu den gebräuchlichsten Phosphatdüngern im integrierten Anbau zählen, allen voran das Superphosphat. [6]

Die organischen Phosphatdünger spielen derzeit eher eine untergeordnete Rolle. Früher stellte das aus den getrockneten Exkrementen von Seevögeln gewonnene Guano eine sehr wichtige Phosphatquelle dar. Heute ist das Produkt mehr oder weniger von marginaler Bedeutung. Gleiches



[4] Durch Mg-Mangel ausgelöster P-Mangel an älteren Blättern der Sorte ‚Rubens‘



Grafik 3: Weltweite Verteilung v. Phosphatlagerstätten



[5] Dolophos 26 -granulierter P-Dünger aus weicherdigem Rohphosphat



[6] Abbau von Rohphosphat (www.mineralienatlas.de)

gilt für Knochenmehle, über deren Anwendung und Zukunft innerhalb der Ökoverbände derzeit intensiv diskutiert wird. Zunehmende Bedeutung erlangen stattdessen Abfallprodukte („Schlempen“) aus der Bioethanolherstellung. Ausgangsprodukte sind stärkehaltige Rohstoffe, u. a. Getreide Mais, Melasse, Vinasse, die ihrerseits selbstverständlich aus Bioanbau stammen müssen. Sie werden enzymatisch aufbereitet und fermentiert. Nach Abtrennung des Ethanols wird die Schlempe getrocknet und anschließend auf passende Größe gesiebt. Handelsdünger auf dieser Basis sind z. B. Bio Agenasol oder ProvitaR Phytokorn.

Ein Öko-zertifizierter Hühnertrockenkot wird momentan von der Firma Beckmann und Brehm angeboten, der auf niederländische Ökohaltung zurückzuführen ist. Zu den phosphatreichen Wirtschaftsdüngern zählt neben dem Schweinemist vor allem der Hühnermist und insbesondere der Mist von Mastputen (bzw. der jeweilige Trockenkot). Ein interessanter Flüssigdünger ist das OPF 6-5-6 (bzw. 8-3-3), bestehend aus Melasse, Kali-Vinasse, Luzernenmehl, Steinmehl und Yuccah, das als Blatt- und Fertigungsdünger gebraucht werden kann. [Tab. 3]

Über die Bedeutung und Effizienz von Blattdüngern [Tab. 4] herrscht über alle Anbaurichtungen eine gespaltene Meinung. Die in der Übersicht aufgeführten Blattdünger können beim Auftreten von Mangelerscheinungen eine Unterstützung darstellen bzw. Bestandteil einer ganzheitlichen Ernährungsstrategie sein. Trotzdem gilt es gerade beim Phosphor den eigentlichen Ursachen auf den Grund zu gehen. [6]

Ganzheitliche Strategie zur Optimierung der Phosphatversorgung

Um nachhaltig die Verfügbarkeit von Phosphor sicherzustellen, reichen Düngegaben alleine nicht aus. Vorher müssen die Rahmenbedingungen für die Phosphataufnahme verbessert bzw. die Ursachen eines

möglichen Mangels präventiv beseitigt werden. Der folgende Maßnahmenkatalog hat sich dabei in der Praxis bewährt:

- pH-Wert des Bodens auf 6,0–6,5 je nach Bodenart einstellen
- Durchwurzelungsfähigkeit und Wasserführung verbessern durch Drainage und Tiefenlockerung kombiniert mit Phosphattiefendüngung und anschließender Gründüngung.
- Versorgungsstufe C im Boden einstellen durch entsprechende Aufdüngung inkl. Einarbeitung vor der Pflanzung
- Pflanzlochdüngung mit P-haltigen Düngemitteln

- Anschließend jährliche Bodendüngung inkl. Blattdüngung bzw. Fertigation falls erforderlich
- P-Verfügbarkeit fördern durch Beregnung oder Abdeckung



GERHARD BAAB, DLR RHEINPFALZ
Campus Klein-Altendorf 2
53359 Rheinbach

Wir sichern Ihren Ertrag nachhaltig.

Professionelle Hagelschutzsysteme

Agrar

BayWa



Unsere innovativen Schutzsysteme erreichen ein Höchstmaß an Sicherheit und Langlebigkeit.

BayWa AG
Agrar

OHZ Bodensee
Kalchenstraße 20
88069 Tettang

Telefon +49 7542 5396-57
E-Mail obstbau@baywa.de
Internet www.baywa.de/obstbau