

# Aspekte der Phosphordüngung im Gemüsebau

## Merkblatt

Autoren: Reto Neuweiler (Agroscope) und Martin Keller (INFORAMA Seeland, Ins)

**Viele landwirtschaftlich genutzte Böden weisen gemäss Bodenanalysen nach wie vor mittlere bis hohe Phosphorgehalte auf. Dennoch werden in der Praxis bei einigen Gemüsearten im Frühjahr Entwicklungshemmungen beobachtet, die auf eine ungenügende Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor hindeuten. Verschiedene Feldversuche haben ergeben, dass im Falle der Phosphordüngung der Zeitpunkt der Anwendung eine entscheidende Rolle spielt.**

### Funktion von Phosphor in der Pflanze

Phosphor (P) ist ein wichtiger Baustein von Zellmembranen und der Erbsubstanz. Zudem erfüllen Phosphorverbindungen als Energieträger im Stoffwechsel eine zentrale Funktion. Der P-Gehalt liegt in jungem, sich im Wachstum befindenden Pflanzengewebe am höchsten.

P ist in der Pflanze mobil und kann somit vom älteren Pflanzengewebe zu den Wachstumszentren verlagert werden. Die für Phosphormangel typischen blau-grünen bis rötlich-violetten Verfärbungen werden daher zuerst an den älteren Blättern sichtbar. Neu gebildete Blätter zeigen vorerst ein gesundes Aussehen, weisen jedoch häufig eine verminderte Grösse auf.



Phosphormangel bei Kopfsalat (Foto: J. Krauss, Agroscope).

### Phosphor und Umwelt

Phosphate sind im Boden nur sehr begrenzt löslich und werden daher kaum mit dem Sickerwasser ins Grundwasser verlagert. Dagegen ist der Phosphoreintrag in Oberflächengewässer (Eutrophierung) nach wie vor ein ernst zu nehmendes Problem. Ein unsachgemässer Düngereinsatz sowie eine nicht standortgerechte Bodennutzung erhöhen das Risiko von

Phosphorverlusten dieser Art drastisch. Erhebliche P-Ab-schwemmungen können durch Erosion von Feinerde entstehen, an die Phosphate gebunden sind.

Auf verdichtete und vernässte Flächen ausgebrachte phosphorhaltige Hof- und Mineraldünger unterliegen je nach Hangneigung einem raschen oberflächlichen Abfluss, so dass sie auf direktem Wege in die Gewässer gelangen können.

### Phosphor ist im Boden langfristig wirksam

Phosphor wird von den Pflanzen in Form von Phosphaten aufgenommen. Diese sind im Boden schlecht löslich, so dass der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor in der Bodenlösung sehr gering ist. Im Boden liegt Phosphor in verschiedenen Formen gebunden vor:

a.) In kalkhaltigen Böden machen schwer lösliche Calcium-Phosphat-Verbindungen den höchsten Anteil der Phosphorreserven aus. Auch gedüngte Phosphate werden bei pH-Werten im neutralen bis basischen Bereich zum Teil in dieser Form gebunden. Dieser Vorgang wird unter dem Begriff „Phosphat-Alterung“ zusammengefasst. Die Wiederfreisetzung erfolgt über Jahre in sehr geringen Umsatzraten.

b.) In Böden mit einem pH-Wert im leicht sauren bis sauren Bereich nimmt der Anteil derjenigen Phosphate zu, die eher locker an Eisen- und Aluminiumoxide angelagert sind. In dieser Bindungsform sind sie mehr oder weniger leicht austauschbar und somit deutlich besser pflanzenverfügbar als Calcium-Phosphat-Verbindungen. In sehr sauren Böden, wie sie in der Schweiz kaum vorkommen, bilden sich äusserst schwer lösliche Eisen- und Aluminiumphosphate.

c.) Phosphor liegt im Boden auch in organischer Form vor. Ein Teil des im Humus gebundenen Phosphors wird bei der Mineralisierung langsam pflanzenverfügbar.

### Grundsätzliche Aspekte der P-Düngung

Phosphor ist im Boden nur sehr beschränkt löslich und wenig mobil. Phosphordünger werden daher für Kulturen mit mittlerer bis tiefer Durchwurzelung vor der Grundbodenbearbeitung, für flach wurzelnde Arten vor der Herrichtung des Saat- oder Pflanzbettes ausgebracht.

Bei der Planung der Phosphordüngung sind insbesondere auf Flächen mit mässiger bis schwacher P-Verfügbarkeit die Ergebnisse der Bodenanalyse zu berücksichtigen. Im Schweizer Gemüsebau kommt die Ammoniumacetatmethode (AAE10) zur Bestimmung der Reservenährstoffe zur Anwendung. Als Alternative oder Ergänzung steht die Wasserextrak-



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

tionsmethode (H<sub>2</sub>O<sub>10</sub>) zur Verfügung, bei der die wasserlöslichen Nährstoffe erfasst werden. Bei der Wahl der Bodenuntersuchungsmethode sind die Bodeneigenschaften zu beachten. Auf kalkhaltigen Böden mit einem pH-Wert über 6.8 können die Analyseergebnisse der Ammoniumacetatmethode im Hinblick auf die Düngungsplanung nur schwer beurteilt werden. Deshalb muss in solchen Fällen auf die Wasserextraktionsmethode zurückgegriffen werden.

### Kulturspezifisches P-Aneignungsvermögen

Aufgrund der sehr geringen Mobilität von Phosphor im Boden müssen die Pflanzenwurzeln buchstäblich zu ihm hinwachsen, um ihn aufzunehmen. Durch die Ausscheidung von CO<sub>2</sub> und organischen Verbindungen können die Feinwurzeln die Löslichkeit der Phosphate aktiv erhöhen.

Das Aneignungsvermögen der einzelnen Gemüsearten für Phosphor hängt massgeblich von der Durchwurzelungstiefe und der Dichte des Wurzelwerkes ab. Tiefwurzelnde Kulturen mit einer hohen Dichte an Feinwurzeln können die im Boden vorhandenen Phosphormengen besser ausnützen als solche mit oberflächlichem, wenig verzweigtem Wurzelwerk.

Im weiteren spielt auch der Wachstumsverlauf der Gemüsepflanzen eine entscheidende Rolle. Bei Kulturen, die in kurzer Zeit viel Biomasse bilden, kommt es rascher zu Engpässen in der P-Versorgung als bei Gemüsearten mit einer mittleren bis langen Entwicklungsdauer.

### Frühkulturen mit erhöhten Ansprüchen an die P-Düngung

Das Wurzelwachstum und die Bildung von Wurzelausscheidungen werden durch tiefe Bodentemperaturen gehemmt. Dementsprechend ist die Freisetzung und Aufnahme von Phosphor im kalten Boden erheblich eingeschränkt. Zudem ist bei tiefen Temperaturen die Mineralisierung von organisch gebundenem Phosphor stark verlangsamt. Es liegt daher auf der Hand, dass Mangelsituationen in der P-Versorgung hauptsächlich bei Frühkulturen auftreten.

### Literatur

Bergmann W., 1993: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart, 835 S.

Flich R., Sinaj. S., Charles R., Richner W., 2009: GRUDAF 2009 - Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. AGRARForschung 16 (2), 100 S.

Schachtschabel P., Blume H.-P., Hartge K.-H. und Schwertmann U., 1984: Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 442 S.

In der Region Seeland führten das Inforama Ins und Agroscope Versuche zur P-Düngung bei verschiedenen Salatarten auf kalkhaltigen Böden durch. Diese ergaben, dass die Höhe der P-Düngung bei Fröhsätzen von Endivien je nach Bodeneigenschaften, einen deutlichen Einfluss auf die Fröhzeitigkeit und die Ertragsleistung haben kann. Ähnliche Erfahrungen wurden in früheren Versuchen bei Spinat und Nüsslisalat gemacht. Auf Böden mit einer mässigen bis schwachen P-Verfügbarkeit muss die P-Düngung zu Fröhsätzen erhöht werden. Dabei ist der aus der Bodenanalyse abgeleitete Korrekturfaktor zu berücksichtigen.

### Sparpotenzial bei nachgebauten Sommerkulturen

Im Sommeranbau konnte in verschiedenen Versuchen bei Kulturen mit einem mittleren bis guten Nährstoffaneignungsvermögen kein eindeutiger Einfluss der P-Düngung auf die Qualitäts- und Ertragsbildung nachgewiesen werden. Ein Teil des Phosphordüngers, der gemäss Nährstoffbilanzierung Folgekulturen im gleichen Jahr zusteht, kann somit bereits zum ersten Gemüsesatz im Fröhjahr verabreicht werden. Dadurch verbessert sich die P-Verfügbarkeit in den Fröhkulturen wesentlich.

Die im Sommer nachgebauten Kulturen nützen die bei den hohen Bodentemperaturen besser verfügbaren Phosphoreserven im Boden recht gut aus. Sie sind daher weniger auf frisch gedüngten Phosphor angewiesen als Fröhkulturen.

### Zusammenfassung

- **Phosphordünger bei mittel bis tief wurzelnden Kulturen vor der Grundbodenbearbeitung verabreichen, bei flach wurzelnde Kulturen vor der Herrichtung des Saat- oder Pflanzbettes.**
- **Phosphordüngung zu Fröhsätzen auf Böden mit mässiger bis schwacher P-Verfügbarkeit erhöhen unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors aus der Bodenanalyse.**
- **Je höher der Zuwachs an Biomasse, desto grösser die Gefahr von Phosphormangel.**

Herausgeber

Extension Gemüsebau, Agroscope, Wädenswil  
www.gemuesebau.agroscope.ch

Copyright

Agroscope, Wädenswil  
Nachdruck mit Quellenangabe erwünscht.  
Version April 2013