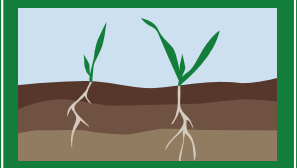
top agrar-Serie
FACHWISSEN PFLANZENBAU



• Der Boden
▶ **Nährstoffversorgung**

Voller Boden, leere Pflanze?

Trotz ausreichender Nährstoffmengen im Boden kann es zu Mangelsymptomen an den Pflanzen kommen. Wichtig ist die Verfügbarkeit.

Foto: Mund

UNSER AUTOR
Hansgeorg Schönberger,
N.U. Agrar GmbH,
Schackenthal

Als offenes System steht der Boden ständig mit seinen benachbarten Systemen Wasser und Luft im Austausch – zwangsläufig kommt es zu gasförmigen und flüssigen Stoffeinträgen in und -austräge aus dem Boden. Einträge sind z. B. der massive Schwefeleintrag (vor der Zeit der Entschwefelungsanlagen) oder die Deposition von Stickstoff aus der Luft. Stoffausträge erfolgen z. B. durch Ammoniakverluste oder Nitratauswaschung.

Ob es sich um einen guten oder schlechten Boden handelt, bestimmen die Prozesse, die an der Grenzfläche zwischen festen Bodenbestandteilen (mineralische und organische) und dem Bodenwasser stattfinden. Für den Ackerbau ist dies vor allem die Nährstoffdynamik im Boden. Sie bestimmt (nicht allein) die Ertragsfähigkeit des Bodens.

@ *friederike.mund@topagrar.com*

SCHNELL GELESEN

Im Boden oxidieren und reduzieren Nährstoffe – dadurch sind sie nicht immer pflanzenverfügbar.

Stickstoff liegt in vielen Bindungsformen im Boden und in der Luft vor. Der Nährstoff ist dadurch stark emissionsgefährdet.

Phosphor ist nur wenig beweglich. Wichtig ist eine wurzelnahe Düngung und eine durchwurzelbare Bodenstruktur.

Ohne Schwefel können die Pflanzen Stickstoff nicht umsetzen.

BODEN ALS REAKTOR

Sind Nährstoffe frei?

Für Pflanzen sind nur wenige Minerale im Boden lebensnotwendig. Für die Proteinbildung sind z.B. die Hauptnährelemente Stickstoff (N), Phosphor (P) und Schwefel (S) erforderlich. Phosphor braucht die Pflanze zudem für den Energiehaushalt. Notwendig sind auch Kalium (K), Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg) – und zwar für die Gewebebildung und Stabilität sowie für die Aufrechterhaltung des Turgordrucks und für die Lichtaufnahme (Mg als Bestandteil des Chlorophylls). Essentielle Spurenelemente sind Bor (B), Molybdän (Mo), Chlor (Cl), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu).

Doch viele Elemente wie Kalzium, Natrium oder Kalium sind überwiegend in Kristallen im Boden eingebaut oder liegen als unlösliche Verbindungen vor, die nicht von den Pflanzen aufgenommen werden können. Der Gesamtgehalt an Nährstoffen im Boden ist um ein Vielfaches höher als der Gehalt an verfügbaren Nährstoffen (siehe Übersicht 1). Dieser Anteil setzt sich zusammen aus den im Bodenwasser gelösten und den durch Wurzelausscheidungen bzw. durch Nährstoffaustausch leicht mobilisierbaren Nährstoffen. Pflanzen nehmen Nährelemente – auch Mineralstoffe oder Nährsalze genannt – meist über die Wurzel aus der Bodenlösung in Form von Ionen als Anionen oder Kationen auf. Wie das beispielhaft bei Kalium funktioniert, entnehmen Sie der Übersicht 2 auf Seite 68 (siehe dazu auch top agrar 9/2020 ab Seite 80).

DIESE BINDUNGSFORMEN GIBT ES

Im Boden liegen die Nährelemente in verschiedenen Bindungsformen vor:

Mineralisch: Die Nährelemente sind im Kristallgitter von Mineralen oder in Molekülen amorpher Verbindungen (z.B. Eisenoxid) gebunden und werden bei Verwitterungsprozessen freigesetzt. Diese Form von Bindung versorgt die Pflanzen nur wenig.

Organisch: Nährelemente können in organischen Verbindungen vorliegen und werden bei der Zersetzung der organischen Substanz mineralisiert, z.B. N und P aus Nucleinsäuren, N und S aus Proteinen, N und Mg aus Chlorophyll. Phosphor kommt auf enzymatischem Weg (Phytase) aus Phytaten. Ein Großteil davon findet sich in Gülle und in der organischen Fraktion des Bodens.

Sorptiv: Nährelemente wie Kalium, Ammonium, Kalzium sowie Magnesium sind häufig als austauschbare Kationen an Austauscher (mineralische oder organische Bodenpartikel) gebunden und weniger als Anionen.

Nicht gebunden: Diese Nährelemente liegen als ungebundene Ionen in der Bodenlösung vor und können von den Pflanzen direkt aufgenommen werden, wie z.B. Nitrat und Kalium.

Über 98 % der Nährelemente im Boden sind mineralisch oder organisch gebunden. Nur etwa 2 % liegen an den Austauschern sorbiert bzw. ungebunden in der Bodenlösung vor. Mit Ausnahme von N, S und P sind die übrigen Nährelemente mineralisch gebunden.

Fest in mineralischen oder organischen Bodenbestandteilen eingebundene Nährstoffe gehören zur Reservefraktion. Sie werden erst durch intensive Verwitterungs- sowie Zersetzungsprozesse mobilisiert und spielen somit im Normalfall für die Pflanzenernährung keine Rolle. Nachlieferbar oder verfügbar sind Nährelemente, die weniger fest gebunden sind. So setzen z.B. die Ausscheidungen von Pflanzenwurzeln die Nährstoffe im Laufe einer Vegetationsperiode frei.

Nährstoffe, die durch Bodenpartikel adsorbiert sind und gegen Ionen aus der Bodenlösung bzw. durch Pflanzenwurzeln ausgeschiedene H^+-, OH^-- und HCO_3^--Ionen ausgetauscht werden können, gehören zur leicht austauschbaren Fraktion. Am besten pflanzenverfügbar sind die bereits im Bodenwasser gelösten Nährstoffe – die Wurzeln können sie als freie Ionen aufnehmen.

REAKTION MIT POTENZIAL

Wie die Nährstoffe im Boden vorliegen, bestimmen chemische Prozesse. In einer Vielzahl reagieren die Elemente im Boden miteinander, z.B. beim Ionenaustausch (Desorption und Adsorption). Zudem bilden sich chemische Verbindungen neu, werden abgebaut oder verlagert. Diese Prozesse stehen in enger

ÜBERSICHT 1: GEHALTE AN NÄHRSTOFFEN IM BODEN (ANGABEN FÜR DIE ELEMENTFORM)

Element	Kürzel	Gesamtmenge (Krume bis 30 cm)		Verfügbar[1)]	Verfügbare Menge[2)]	Verfügbarer Anteil[3)]	Nährstoffaufnahme		Vorrat[6)]
		%	t/ha	mg/1 000 g	kg/ha	%	kg/ha[4)]	%[5)]	Jahre
Eisen	Fe	5,1	230	100	450	0,2	1,6	0,4	281
Kalzium	Ca	3,7	167	450	2025	1,2	50	2,5	41
Natrium	Na	2,8	126	50	225	0,2	8	3,6	28
Kalium	K	2,6	117	250	1 125	1,0	180	16	6
Magnesium	Mg	2,1	95	70	315	0,3	40	13	8
Mangan	Mn	0,12	5	50	225	4,2	0,9	0,4	250
Phosphor	P	0,08	4	50	225	6,3	40	17	6
Stickstoff	N	0,13	6	50	225	3,9	220	97	1
Schwefel	S	0,04	2	6	27	1,5	30	111	1

Umrechnung: P x 2,29 = P_2O_5 x 0,44 = P, K x 1,2 = K_2O x 0,83 = K; 1) Verfügbar sind die im Bodenwasser gelösten und leicht mobilisierbaren (austauschbaren) Nährstoffe. Untersuchungsmethode: P, K (CAL); Mg ($CaCl_2$); Ca, Na (Mehlich); Fe, Mn (CAT); N: N_{min} (bis 90 cm) + errechnetes N_{mob} (nach N.U. Agrar), S: S_{min} + errechnetes S_{mob}; 2) Umrechnung der verfügbaren Nährstoffe für sandigen Lehm, Krume mit 30 cm Boden, 4500 t/ha; 3) Anteil des verfügbaren Elementes am Gesamtgehalt; 4) Nährstoffaufnahme von 8 t/ha Weizen, Gesamtaufnahme (Korn + Ernterückstände); 5) Nährstoffaufnahme in % der verfügbaren Mengen an Nährstoffen; 6) Ohne Nährstoffergänzung durch Düngung

top agrar; Quelle: Schönberger

▷ Von den im Boden enthaltenen Nährstoffen ist nur ein kleiner Teil pflanzenverfügbar.

Wechselwirkung mit dem pH-Wert und den Redoxverhältnissen im Boden.

Das Redoxpotenzial beschreibt, wie stark die im Boden enthaltenen Stoffe oxidieren oder reduzieren. Die Messung erfolgt mit Hilfe von Elektroden, die die elektrische Spannung im Boden messen. Bei hoher positiv-geladener Spannung (> 550 mV) ist die Sauerstoffkonzentration im Boden sehr hoch – es herrschen oxidative Bedingungen.

In nassen, dichtlagernden Böden mit eingeschränktem Gasaustausch verstärken sich dagegen reduzierende Verhältnisse. Im Extremfall entstehen anaerobe Bedingungen. Die Folge: Lachgasverluste und ein eingeschränktes Wurzelwachstum. Stark reduktiv wirkende Bodenbereiche sind grauschwarz und riechen nach Schwefel (nach faulen Eiern).

Gut durchlüftete, sauerstoffreiche Böden haben hohe Redoxpotenziale – dann überwiegen die Oxidationsprozesse und Schwermetalle wie Eisen liegen eher als unlösliche Oxide vor. Anderseits wird leicht umsetzbare organische Substanz schneller abgebaut und es bilden sich Nitrate und Sulfate. Anders in Böden mit geringem Redoxpotenzial und Sauerstoffmangel: Hier sind Aluminium, Eisen und Kupfer besser löslich, organische Substanz reichert sich an und Stickstoff kann verstärkt festgelegt werden.

STICKSTOFF

Dynamisch in Boden und Luft

Stickstoff (N) liegt im Boden organisch gebunden oder in mineralischer Form vor, z. B. als Harnstoff (CH_4N_2O), Ammonium (NH_4) oder Nitrat (NO_3). Diese Formen entstehen im Stickstoffkreislauf. Hauptsächlich wird N mit organischen oder mineralischen Düngern dem Boden zugeführt.

VON DER LUFT IN DEN BODEN

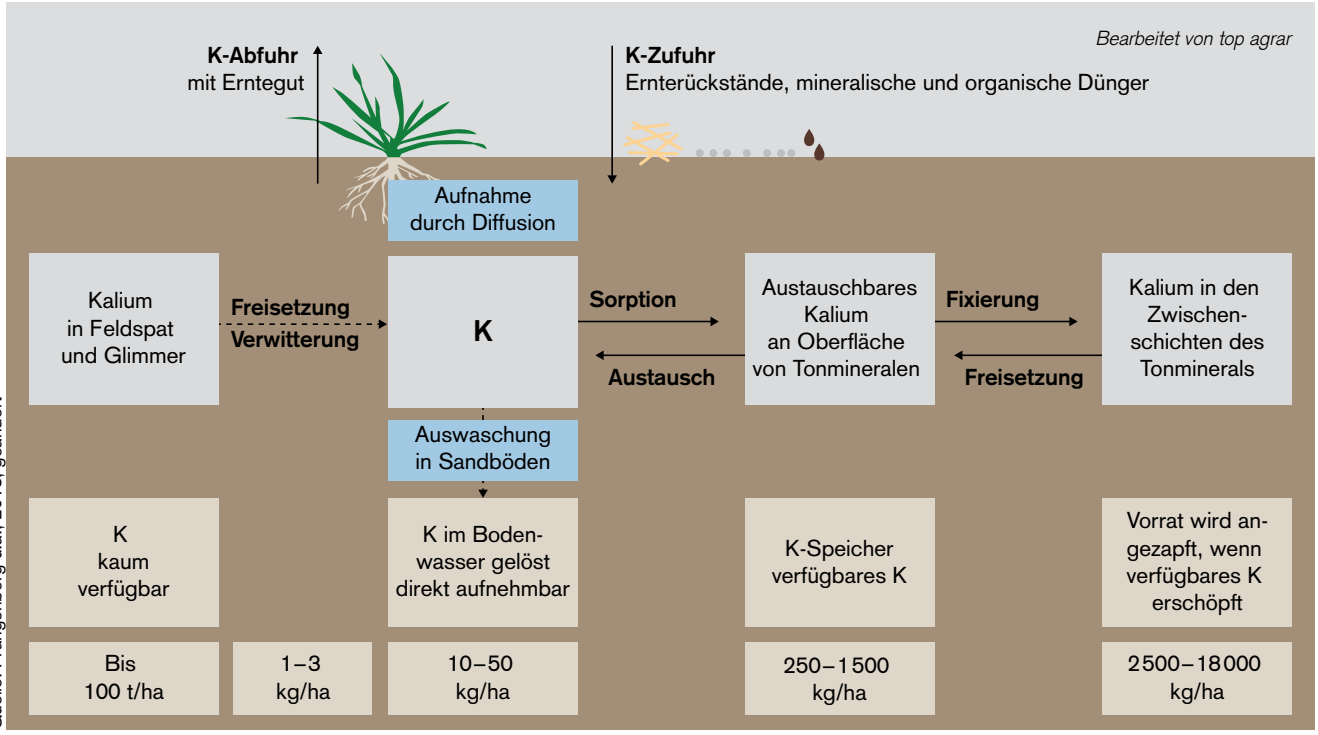
Den molekularen Stickstoff (N_2) aus der Luft können Pflanzen nicht direkt nutzen. Mikroorganismen wie z. B. Rhizobien (Knöllchenbakterien) hingegen schon: Sie leben symbiontisch an den Wurzeln von Leguminosen wie Ackerbohnen, Erbsen, Klee oder Luzerne und auch an anderen Arten wie Erlen. Dort binden sie mit Hilfe des Enzyms Nitrogenase N_2 und wandeln diesen in Ammonium um, das die Leguminosen nutzen können. Im Gegenzug versorgt die Wirtspflanze die Rhizobien mit Kohlenhydraten. So können Pflanzen und Rhizobien bis zu 200 kg N/ha und mehr binden. Höhere Nitratkonzentrationen im Boden hemmen die N_2-Bindung durch die Rhizobien. Neben der biologischen Stickstofffixierung kann N_2 auch durch Blitzschlag oder in Folge von Vulkanausbrüchen und durch photochemische Reaktionen in Stickoxide umgewandelt werden. Mit dem Regenwasser gelöst, gelangen diese in den Boden. Diese Art der Deposition kann zwischen ein paar hundert Gramm bis zu 20 kg N/ha schwanken. Diese N-Fixierung ist im Öko-Landbau wichtiger, macht aber insgesamt nur einen geringen Anteil aus.

WIE VIEL N WIRD GEBUNDEN?

Organisch gebundenen Stickstoff im Boden wandeln Mikroorganismen in mineralischen um. Durch Ammonifizierung entsteht dabei Ammoniak (NH_3), das mit Wasser zu Ammonium (NH_4) reagiert. Das kann schon bei Temperaturen von über 0 °C erfolgen, dann aber sehr langsam. Ammonium können die Pflanzen aufnehmen und für die Proteinbildung nutzen. Bei Temperaturen über 5 °C und verstärkt bei über 10 °C oxidieren andere Mikroorganismen (Nitrosomonas, Nitrobacter) das Ammonium über Nitrit (NO_2) zu Nitrat (NO_3).

Mineralischer Stickstoff (NO_3, NH_4) geht in die organische Substanz des Bodens ein und wird immobil – Mikroorganismen bauen daraus eigenes Körperei-

ÜBERSICHT 2: DIE KALIUM-DYNAMIK IM BODEN (SCHEMA)



Quelle: Frangenberg u.a., 2013, geändert

△ Kalium wird häufiger in Sandböden ausgewaschen.

weiß auf. Verbauen sie mehr N als aus der organischen Substanz freigesetzt wird, „verschwindet“ Mineralstickstoff (Nitrat): Die N_{min}-Werte im Boden nehmen ab, ohne dass ein Entzug oder eine Auswaschung erfolgt.

Wie viel N aus der organischen Substanz freigesetzt wird, hängt auch vom C/N-Verhältnis ab: Je höher, desto intensiver die Freisetzung (siehe auch top agrar 8/2020, ab Seite 82). Im Frühjahr steigt die Freisetzung mit steigenden Temperaturen bei ausreichender Bodenfeuchte an, bis die leicht zersetzbare organische Substanz verbraucht ist. Wassermangel lässt die Ammonifikation abklingen und zum Stillstand bringen. Danach folgende Niederschläge führen zum „Wiederbefeuchtungseffekt“. Da ein Wassermangel auch Mikroorganismen absterben lässt, ist deren N für die wieder einsetzende Mineralisation zusätzlich verfügbar. Zudem geht auch Ammonium-N, der im trockenen Boden durch die Austauscher festgelegt wurde, wieder in Lösung. Im Herbst überwiegt meist die Immobilisierung durch den Bedarf an N für die Humusneubildung aus den abgestorbenen Ernterückständen.

Die Netto-N-Freisetzung aus der organischen Substanz erschwert die exakte Bemessung der Frühjahrs-N-Düngung. Zwischen 1 und 3 % des im Humus gebundenen Stickstoffs kann die Netto-N-Freisetzung betragen – das sind zwischen 30 und 150 kg N/ha. Wie viel tatsächlich mineralisiert wird (und wann), hängt vom Temperaturverlauf, vom Wassergehalt im Boden, von der Bodendurchlüftung, aber auch vom pH-Wert ab. Optimal sind pH-Werte zwischen 6,5 und 7,0. Unterhalb von pH 5,5 ist die Nitrifikation stark eingeschränkt.

SO ERFOLGT DIE UMWANDLUNG VON HARNSTOFF

Die Pflanzen können NH_4^+ als Kation und NO_3^- als Anion aufnehmen und in Amide, Aminosäuren und Eiweiß einbauen. In neueren Untersuchungen ließ sich auch die Wurzelaufnahme von Harnstoff nachweisen. Allerdings wird Harnstoff durch Urease innerhalb kurzer Zeit in Ammonium umgesetzt. Diese Umwandlung wird durch die Zumischung eines Urease-Hemmers um 14 Tage hinausgezögert, dann unterliegt auch der Urease-stabilisierte Harnstoff der Ammonifikation.

Im trockenen Boden können Austauscher das positiv geladene Ammonium-Ion festlegen. Auf diese Weise kann NH_4 in sorptionsstarken Böden in größerer Menge aus dem Verkehr gezogen werden – es ist dann nicht pflanzenverfügbar. Das ist vor allem bei trockenkalter Witterung der Fall. Bei Temperaturen über 10 °C wird NH_4 dann innerhalb weniger Tage in Nitrat umgewandelt, das im Boden nicht festgelegt wird. Der Zusatz von Nitrifikationshemmern, die die Aktivität der Nitrifikanten (Nitrosomonas) blockieren, verzögert die Umwandlung von NH_4 in NO_3 um zwei bis vier Wochen.

WIE VIEL N WIRD AUSGEWASCHEN?

Nitrat bildet als Anion leicht lösliche Salze, die im Boden sehr mobil sind. Besonders während der Vegetationsruhe im Winterhalbjahr, aber auch durch Starkregen in den Sommermonaten, besteht daher das Risiko, dass NO_3 in tiefere Bodenschichten gelangt bzw. aus der Wurzelzone auswäscht. Fallen in den Trockengebieten über Winter weniger als 200 mm Regen und können die Böden viel Wasser speichern, ist diese Auswaschung zu vernachlässigen.

In winternassen Gebieten können aus sandigen Böden dagegen mehr als 50 kg N/ha trotz Einhaltung der Vorgaben durch die Düngeverordnung ausgewaschen werden. Eine Pflanzendecke über Winter reduziert die Auswaschung.

GASFÖRMIGE VERLUSTE

Denitrifikation, die Abspaltung von Sauerstoff aus Nitratverbindungen, erfolgt vor allem in leicht sauren und sauerstoffarmen Böden, z.B durch eine (zeitweise) Übernässung oder durch Staunässe. Denitrifikanten reduzieren Nitrat und setzen Sauerstoff frei. Daraus entstehen Stickoxide (NO_x) oder molekularer Stickstoff (N_2). Diese können in die Atmosphäre entweichen. Stark reaktionsfähige N-Verbindungen wie das Lachgas (N_2O) entstehen nicht nur bei der Denitrifikation, sondern auch bei der Nitrifikation. Lachgas wirkt, obwohl es nur in Spuren auftritt, als Treibhausgas 300-mal stärker als Kohlendioxid (CO_2). Denitrifikationsverluste können bis zu 10 % der Stickstoffverluste betragen.

Wird Stickstoff als Amid (Harnstoff) oder direkt als Ammonium (Gülle, Gärreste) ausgebracht, wird das Ammonium bei hohen pH-Werten im Boden in Ammoniak umgewandelt. Dieses entweicht in die Luft. Die Verluste sind in Böden mit geringer Sorptionsfähigkeit besonders hoch. Hohe Temperaturen verstärken den Prozess.

Foto: Kropf

△ Mangelsymptome treten häufig durch schlechte Nährstoffverfügbarkeit auf.

PHOSPHOR

Kaum verlagerbar

Das Phosphat im Boden stammt aus der Gesteinsverwitterung, der mineralischen Phosphatdüngung und der Zufuhr organischer Dünger (siehe Übersicht 3 auf Seite 70). Drei P-Bindungsformen sind zu unterscheiden.

Gelöstes Phosphat: Als H_2PO_4 HPO_4^{2-} ist P im Bodenwasser gelöst und direkt pflanzenverfügbar – jedoch nur in geringen Mengen von 0,5 bis 1,0 kg P/ha. Es muss kontinuierlich aus dem labilen Phosphat ergänzt werden.

Labiles Phosphat: Diese P-Form ist als negativ geladenes Anion locker an bestimmte Bodenteilchen gebunden, z.B. an Tonminerale, Eisen- und Aluminium-Oxide/-Hydroxide oder an organische Substanz. Zudem liegt P auch leicht löslich als Ca-, Mg-, Na- und Ammonium-Phosphat vor. Der Boden enthält 100 bis 500 kg P/ha (CAL-P) als labiles Phosphat. Davon werden pro Tag 0,5 bis 1,0 kg P/ha freigesetzt. Mikroorganismen enthalten nach älteren Untersuchungen 30 bis 60 kg P/ha (leicht mineralisierbar). Aus diesem Pool können im Frühjahr pro Tag 0,5 und 2‰ mobilisiert werden, das entspricht 15 bis 120 g P/ha. Bei intensiver, regelmäßiger Gülledüngung dürfte die P-Freisetzung aus organischer Substanz höher liegen.

Stabiles Phosphat: Dieses ist schwer bzw. unlöslich, also nicht pflanzenverfügbar. Dazu zählen Ca- und Fe- oder Al-Phosphate sowie einige der als organisches Phosphat vorliegende Phytate.

Diese können Raps oder Leguminosen teilweise lösen: Sie scheiden über die Wurzeln organische Säuren aus. Auch einige Mikroorganismen sind dazu in der Lage. Allerdings reicht die Lösegeschwindigkeit nicht aus, um den Bedarf intensiv wachsender Kulturen auch nur

annähernd zu decken. Für die Ertragsbildung ist entscheidend, wie viel Phosphat kurzfristig freigesetzt werden kann und zur Pflanzenwurzel diffundiert. In der Bodenlösung bewegen sich Phosphate nur wenige Millimeter weit. Je besser die Bodenstruktur ist und je wurzelnäher Phosphordünger platziert sind, desto besser ist P verfügbar.

Auf die Verfügbarkeit wirkt vor allem der pH-Wert: Ein schwach saurer bis neutraler Boden zwischen pH 6,3 und pH 7,0 ist optimal. Bei niedrigeren pH-Werten fällt Phosphor als Fe- oder Al-Phosphat aus, bei hohen pH-Werten als Ca-Phosphat.

WENIG P IM UNTERBODEN

Aufgrund der starken Bindung von Phosphaten und unlöslichen Verbindungen spielt die P-Auswaschung keine Rolle. Somit verarmt der untere Krumenbereich ohne wendende Bodenbearbeitung (Pflug) zusehends. Der Unterboden ist in aller Regel schwach mit Phosphor versorgt. Durch Mikroerosionen – Trockenrisse oder Bearbeitungshohlräume – wird P innerhalb des Bodenprofils nach unten verlagert. Auch Austräge über Bodenerosion sind möglich: Bodenpartikel mit daran gebundenem P werden abgetragen und gelangen in Oberflächengewässer. Betroffen sind vor allem Ackerflächen in Hanglagen oder in Überschwemmungsgebieten.

SCHWEFEL

Vom Schadstoff zur Mangelware

Von durchschnittlich 65 kg/ha auf weniger als 5 kg/ha sind die durchschnittlichen Schwefeleinträge aus der Luft in den letzten 40 Jahren gesunken. Nun ist der Nährstoff ein Mangelfaktor in der Pflanzenernährung. Zudem beeinflusst die Abnahme des Schwefeleintrages das Bodenmilieu: Auf den tiefgründigen Böden in den Trockengebieten Mitteldeutschlands stieg der pH-Wert auch ohne eine Kalkung infolge des kapillaren Aufstieg von Kalzium aus dem Unterboden.

DIE WEGE DES SCHWEFELS

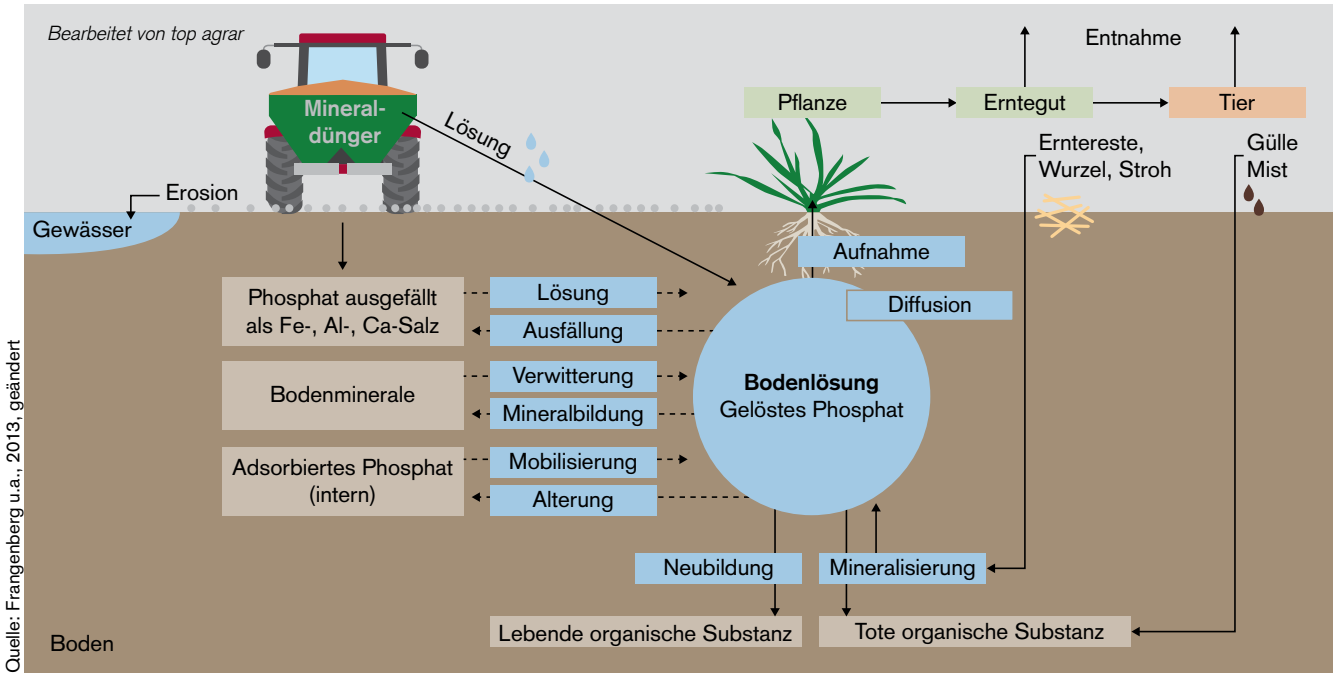
Der Schwefelgehalt im Boden liegt zwischen 0,02 bis 2,0 %. In Marschböden lassen sich auch 3,5 % Gesamtschwefel messen. Schwefel ist vor allem in der organischen Substanz gebunden, kommt aber auch in größeren Mengen als Gips ($CaSO_4$) im Boden vor. Mineralischer Schwefel kann als elementarer Schwefel – ähnlich wie Stickstoff – je nach Durchlüftung des Bodens in den verschiedenen Oxidationsstufen auftreten (Sulfide, Sulfate, Thiosulfate u.a.).

Organisch gebundener Schwefel mineralisiert wie Stickstoff über Sulfide zu Sulfaten. Umgekehrt wird Schwefel z.B. durch den Einbau in die Biomasse von Mikroben oder durch den Einbau in Fulvosäuren und Huminstoffen wieder festgelegt. Unter anaeroben Bodenverhältnissen wird das Sulfat-Ion durch Bakterien zu Schwefelwasserstoff (H_2S) reduziert und damit als Nährstoff den Pflanzen entzogen.

Elementaren Schwefel bauen Bodenbakterien (z.B. Thio-Bakterien) zu Sulfat um. Diese Freisetzung ist bei der erstmaligen Anwendung von elementarem Schwefel gering, die Thio-Bakterien müssen erst durch die Zufuhr geringerer Mengen an elementarem Schwefel herangefüttert werden. Der Umbau in Sulfat setzt Wasserstoff (H^+) frei, der versauernd auf den Boden wirkt. In kalkhaltigen Böden mit pH-Werten über 7,5 wird die dadurch entstehende Schwefelsäure durch den Kalk in Form von Gips festgelegt.

Das Sulfat unterliegt als negatives Ion, wie das Nitrat-Ion, nicht der Adsorption im Boden und ist deshalb auswaschungsgefährdet, wenn es nicht als Gips oder organisch gebunden wird. Schwefelmangel ist deshalb vor allem auf Böden mit geringer Sorptionsfähigkeit zu befürchten. Die Sulfat-Düngung sollte deshalb parallel zu Stickstoffdüngung im Frühjahr erfolgen – denn ohne Schwefel können die Pflanzen kein Stickstoff umsetzen.

ÜBERSICHT 3: SO SCHLIESST SICH DER PHOSPHOR-KREISLAUF



Quelle: Frangenberg u.a., 2013, geändert

△ Phosphor ist nur schwer im Boden beweglich.

Unsere Top-Sorten für **KOLBENGARANTIE**. Sichere Erträge durch hohe **TROCKENTOLERANZ**.

HULK | Reifezahl S/K ~250/260

Viel Masse mit Klasse.

Auch als Öko-Saatgut verfügbar.

*Platz 6; Quelle: Kieffmann-Studie 2020

Zählt zu den meist angebauten Sorten Deutschlands*.

LANDLORD

Reifezahl S/K ~220

Spitzenreiter in Ertrag und Qualität.

Auch als Öko-Saatgut verfügbar.

Amtlich empfohlen.[1]

FEUERSTEIN

Reifezahl S 250/ K ~250

Mehr Milch, mehr Gas.

Amtlich empfohlen.[2]

Beste Biogassorte 2017 & 19.

MOJAGGER

Reifezahl S ~250/ K ~240

Cooler Typ für starke Leistungen.

Amtlich empfohlen.[3]

PRIVAT

Reifezahl S ~220/ K ~240

Psst, ... wenn es mehr sein darf.

TIBERIUS

Typ: PRIVAT

Reifezahl S ~230/ K ~240

Einfach prächtig: Viel Masse und viel Korn.

CAMARO

Typ: FEUERSTEIN

Reifezahl S/K ~230/240

In jeder Hinsicht hohe Erträge.

1) LfL Bayern 2020
2) Landwirtschaftskammer Niedersachsen & NRW, LELF Brandenburg
3) Landwirtschaftskammer Niedersachsen & NRW

Preis-gerechter Einkauf durch hohe Früh-bezüge

10 + 1 AKTION 10 EH kaufen, 1 Einheit gratis!

15 + 1 + 1 AKTION 15 EH kaufen, 1 Einheit gratis + 5-Liter-Partyfass gratis!

Weitere Konditionen und Informationen finden Sie auf unserer Homepage.

Beratung:
+49 (0) 2845 - 3819027

www.agasaat-mais.de
Sie finden uns auch bei:

aga® SAAT