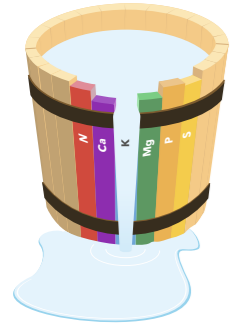


Nährstoff-Interaktion

Was ist zu beachten, damit die Nährstoffe gut zusammenwirken?

Nährstoffinteraktionen sind sehr komplex und daher stehen einige Zusammenhänge weiterhin im Mittelpunkt noch offener Forschungsfragen. Eine ganze Reihe an Synergismen (positiven Interaktionen) und Antagonismen (negativen Interaktionen) sind hingegen wissenschaftlich erwiesen. Werden sie in der Praxis berücksichtigt, können sie zu einer effizienten Nährstoffnutzung beitragen.



Das **Gesetz vom Minimum** nach Justus von Liebig und Carl Sprengel liefert auch in Bezug auf Nährstoffinteraktionen wichtige Hinweise: Nur wenn alle Nährstoffe in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, können sich die Pflanzen optimal entwickeln und ihr Ertragspotenzial erreichen. Liegt ein Nährstoff

im Minimum, kann der Ertrag - veranschaulicht anhand des Wasserstands an der niedrigsten Daube - nicht über das durch diesen Nährstoff bestimmte Niveau hinaus steigen. Die Ursache dafür können neben einem mangelnden Nährstoffangebot auch Nährstoffwechselwirkungen sein, die die Aufnahme eines Elements in die Pflanze hemmen.

Ausgewogenes Nährstoffverhältnis

Entscheidend ist, dass das Verhältnis der Nährstoffe zueinander ausgewogen ist. Denn ein Überangebot eines Nährstoffs bringt leicht die Verfügbarkeit, Aufnahme oder Pflanzenfunktion eines anderen Nährstoffs aus dem Gleichgewicht - vor allem, wenn dessen Angebot eher knapp ist.

Ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis wird erreicht, wenn die Düngung jeweils auf die Zielsetzung abgestimmt ist, die Bodengehaltsklasse C für die einzelnen Nährstoffe zu halten. Diese Konzentrationsbereiche stellen sicher, dass den Pflanzen ausreichende Nährstoffmengen in einem ausgewogenen Verhältnis zur Verfügung gestellt werden und beziehen so Boden und Pflanze mit ein. Dafür sind regelmäßige Untersuchungen von Bodenproben erforderlich.

Kurzfristiges Ungleichgewicht

Teilweise treten auch kurzfristige Effekte direkt nach der Düngung auf, wenn unmittelbar nach Auflösung des Düngerkorns lokal neue Nährstoffverhältnisse entstehen. Dies hat jedoch erst einmal nur geringe Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum, weil nicht das gesamte Wurzelsystem betroffen ist, sondern sich die Nährstoffverfügbarkeit zunächst nur lokal ändert. Im Boden stellt sich anschließend schnell wieder ein neues Gleichgewicht ein, und auch die Pflanzen können sich sehr kurzfristig auf veränderte Nährstoffverfügbarkeiten einstellen.

Langfristig jedoch kann eine einseitige oder gar unterlassene Zufuhr von Nährstoffen die Nährstoffverhältnisse derart verschieben, dass es zu starken Problemen beim Wachstum der Pflanzen kommt.

Um negative Auswirkungen von Antagonismen zu vermeiden, sollten die folgenden Nährstoffwechselwirkungen bei der Pflanzenernährung berücksichtigt werden.



K+S Minerals and Agriculture GmbH
Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel, Deutschland

+49 561 9301-0
kali-akademie@k-plus-s.com
www.kali-akademie.de

Ein Unternehmen der K+S



Nährstoff-Interaktion

Was sind Nährstoff-Interaktionen?

Im Boden liegen Pflanzennährstoffe in unterschiedlichen Mengen, Nährstoff- und Bindungsformen vor.

Einige Nährstoffe beeinflussen:

- die Aufnahme eines anderen Nährstoffs in die Pflanze,
- seine Verfügbarkeit im Boden oder
- dessen Funktionen im Stoffwechsel der Pflanze.

Man spricht hier von „Nährstoffinteraktionen“ oder „Nährstoffwechselwirkungen“.

Je nachdem, ob die Aufnahme positiv oder negativ beeinflusst wird, liegt ein **Synergismus** (positive Interaktion) oder ein **Antagonismus** (negative Interaktion) vor (siehe Infobox). Nährstoffwechselwirkungen treten in der Praxis vor allem dann auf, wenn das Angebot an Nährstoffen unausgewogen ist.

Die häufigste Form von Nährstoffwechselwirkungen ist die Aufnahme Konkurrenz. Pflanzen haben eine begrenzte Kapazität zur Aufnahme von Kationen (positiv geladenen Teilchen) und Anionen (negativ geladenen Teilchen). Deshalb hemmt ein Überangebot eines Nährstoffs in vielen Fällen die Aufnahme eines anderen Nährstoffs mit der gleichen Ladung.

Hemmt ein Nährstoff die Aufnahme eines anderen Nährstoffs, so kann es in der Pflanze zu Mangelerscheinungen kommen, obwohl im Boden genug Nährstoffe vorhanden sind.



SYNERGISMUS UND ANTAGONISMUS VON NÄHRSTOFFEN

Synergismus: Ein Nährstoff **steigert** die Verfügbarkeit eines anderen Nährstoffs im Boden, **fördert** seine Aufnahme in die Pflanze oder seine Funktion im Stoffwechsel der Pflanze. Es handelt sich also um eine **positive** Interaktion der Nährstoffe.

Antagonismus: Ein Nährstoff **reduziert** die Verfügbarkeit eines anderen Nährstoffs im Boden, **hemmt** die Aufnahme in die Pflanze oder seine Funktion im Stoffwechsel der Pflanze. Es handelt sich also um eine **negative** Interaktion der Nährstoffe.



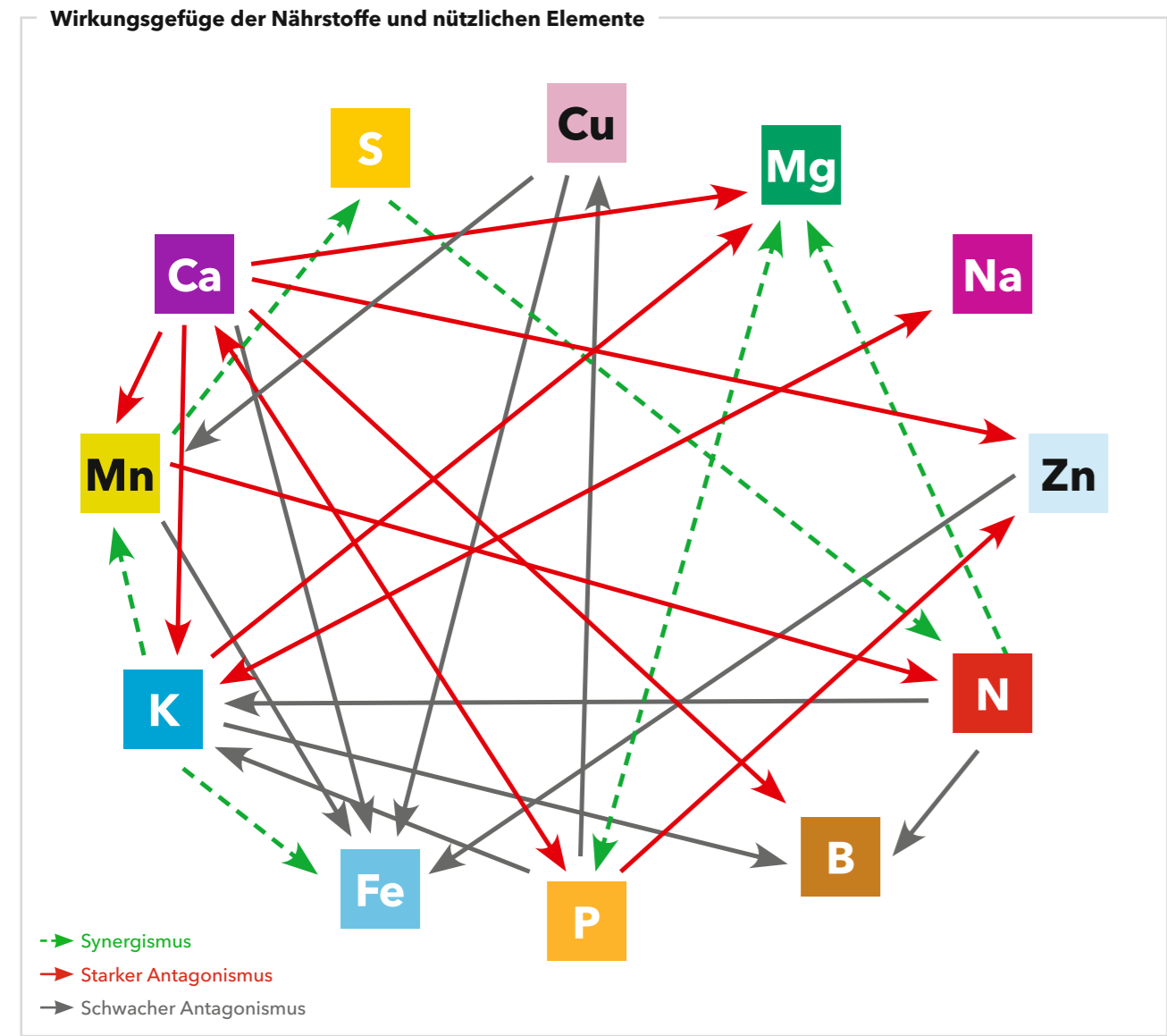
Nährstoff-Interaktion

Welche Nährstoffe sind von den Wechselwirkungen betroffen?

Kein Nährstoff sollte in der Pflanzenernährung isoliert nur für sich betrachtet werden, da alle mehr oder weniger stark, positiv oder negativ, miteinander in Aktion treten. Auch **nützliche Elemente**, allen voran Natrium, können von Interaktionen betroffen sein.

Eine Übersicht bekannter Synergismen und Antagonismen gibt die folgende Grafik.

A Zur Definition von nützlichen Elementen siehe Beitrag „Makronährstoffe, Mikronährstoffe und nützliche Elemente“ im Register „Nährstoffe“.



Wie die Abbildung zeigt, entsteht ein vielfältiges Wirkungsgefüge zwischen den Nährstoffen und nützlichen Elementen, sobald sie im Boden oder in der Pflanze miteinander in Kontakt treten. Die Pfeilspitze zeigt jeweils, in welcher Richtung der Synergismus bzw. Antagonismus wirkt. Teils gibt es beidseitige Antagonismen, zum Beispiel zwischen Kalium und Natrium. Teils wirken Antagonismen auch nur einseitig. So hemmt zum Beispiel Kalium die Aufnahme von Magnesium, umgekehrt ist das aber nicht der Fall.

Welche Formen von Synergismen gibt es?

Wie bereits beschrieben liegt ein Synergismus vor, wenn ein Nährstoff die Aufnahme eines anderen Nährstoffs in die Pflanze, seine Verfügbarkeit im Boden oder seine Funktion im Stoffwechsel der Pflanze **fördert**.

Dabei ist zwischen **spezifischen** und **unspezifischen** Synergismen zu unterscheiden.

SPEZIFISCHER SYNERGISMUS:

Die Funktion eines Nährstoffs ist direkt von einem anderen Nährstoff abhängig.

Beispiel: Stickstoff kann seine Funktion in der Proteinbiosynthese nur unter Mitwirken von Schwefel erfüllen. Auch Mangan steigert als wichtiger Co-Faktor im Blattapparat die Stickstoff-Effizienz, so z.B. bei der Nitritreduktase in der Pflanze, die zum Ammoniak und im weiteren Verlauf zu den Amiden und Proteinbausteinen führt.

UNSPECIFISCHER SYNERGISMUS:

Die Applikation von Nährstoffen, die in der aktuellen Situation das Pflanzenwachstum limitieren, verbessern das Wachstum und die Aufnahme der meisten anderen Nährstoffe (siehe Liebig-Tonne Seite 2). Auch wenn ein Nährstoff bei der Aufnahme in die Wurzel nach dem Prinzip des Ladungsausgleichs die Aufnahme eines anderen Nährstoffs hervorruft, liegt ein unspezifischer Synergismus vor - er besteht jeweils zwischen Anionen und Kationen.

Beispiel: Bei der Aufnahme von Nitrat (NO_3^-) wird unmittelbar ein einwertiges, positiv geladenes Kation wie z.B. Kalium (K^+) aufgenommen.



Die Proteinbildung im Getreide profitiert vom spezifischen Synergismus zwischen Stickstoff und Schwefel.

Welche Formen von Antagonismen gibt es?

Entsprechend der Definition auf Seite 1 **reduziert** beim Antagonismus ein Nährstoff die Verfügbarkeit eines anderen Nährstoffs im Boden, **hemmt** die Aufnahme in die Pflanze oder seine Funktion im Stoffwechsel der Pflanze.

Es sind **indirekte** und **direkte** Antagonismen bekannt.

INDIREKTER ANTAGONISMUS:

Der indirekte Antagonismus betrifft die Nährstoffdynamik im Boden. Ein Nährstoff reduziert die Verfügbarkeit eines anderen Nährstoffs durch Umwandlungsprozesse im Boden.

Beispiel: Calcium fällt mit Phosphor im Boden aus. Bei hohen pH-Werten > 7 bilden sich schwer lösliche Calcium-Phosphate (Apatite), die den Nährstoff Phosphor über einen längeren Zeitraum binden.

DIREKTER ANTAGONISMUS:

Der direkte Antagonismus tritt an der Wurzel bei der Aufnahme in die Pflanze auf. Pflanzen haben eine limitierte Kapazität zur Aufnahme von Kationen und Anionen. Ein Überangebot eines Nährstoffs hemmt die Aufnahme eines anderen Nährstoffs mit derselben Ladung, es kommt zur Aufnahmekonkurrenz.

Beispiele:

- Calcium-induzierter Magnesiummangel durch Ca-Mg-Aufnahmekonkurrenz,
- Calcium-induzierter Kaliummangel durch Ca-K-Aufnahmekonkurrenz,
- Kalium-induzierter Magnesiummangel durch K-Mg-Aufnahmekonkurrenz.



Bei der Nährstoffaufnahme in die Wurzel können Antagonismen zwischen Kationen oder Anionen auftreten.

FAZIT:

Antagonismen meiden, von Synergismen profitieren.

Durch die vielfältigen Interaktionen von Nährstoffen und nützlichen Elementen wird deutlich, dass eine isolierte Betrachtung eines einzelnen Elements nicht zielführend sein kann. Vielmehr sollte die Pflanzenernährung darauf ausgerichtet sein, den Bedarf aller Nährstoffe zu decken und diese in einem ausgewogenen Nährstoffverhältnis zur Verfügung zu stellen.

Generell leistet die ausgewogene Düngung einen wichtigen Beitrag zur Nährstoffeffizienz, da Synergismen genutzt und Antagonismen vermieden werden.