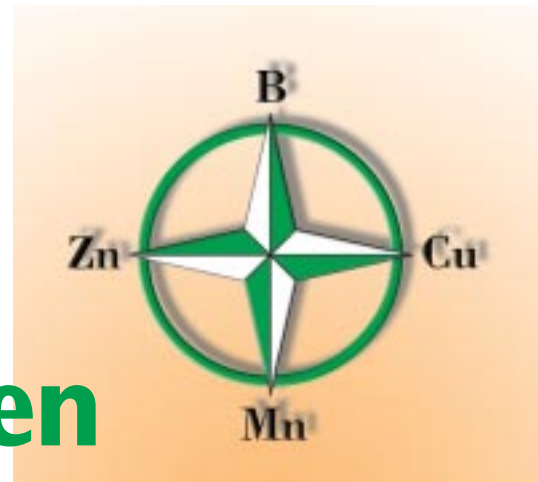


# Neue 10<sup>1</sup> 2006 Landwirtschaft

NL Düngung

## Ohne Kompass auf den Weltmeeren



### Mikronährstoffversorgung und Pflanzengesundheit

*Von einem niederländischen Düngeexperten stammt das Zitat, dass ein Landwirt ohne Kenntnis des pH-Wertes und der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte des Bodens einem Schiffer gleicht, der ohne Kompass auf den Weltmeeren segelt. Wie DR. MANFRED KERSCHBERGER, Weimar, und DR. GERHARD MARKS, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena-Zwätzen, darlegen, ist eine solche Unkenntnis gleich in mehrfacher Hinsicht fatal.*

In der modernen Pflanzenproduktion ist die ökonomische Leistung entscheidend – ohne dass jedoch ökologische Gesichtspunkte vernachlässigt werden. Marktwirtschaftliche Aspekte bestimmen die Anbauanteile der Fruchtarten und die Produktionsrichtung. Die Folge: Grundsätze der Fruchtfolgegestaltung werden weniger beachtet, die Produktion konzentriert sich auf wenige Kul-

turen. Das bietet kulturartenspezifischen Pflanzenkrankheiten und Schädlingen optimale Lebensbedingungen. Eine Massenvermehrung von Schaderregern ist oft die Folge<sup>1</sup>. Gefördert wird dieser Schaderregendruck vor allem durch Frühsaaten, Selbstfolgen, zu flaches Pflügen, Minimalbodenbearbeitung und überzogene oder auch einseitige N-Düngung ohne Beachtung eines harmonischen Nährstoffangebotes<sup>2</sup>. Angesichts des Umstandes, dass Pflanzenschutzmittel gegen fast alle Krankheiten und Schädlinge Bekämpfungsmöglichkeiten bieten, lassen sich die Ziele der Pflanzenproduktion zwar absichern, jedoch mit hohem Kostenaufwand. Gratisfaktoren zur Vorbeugung gegenüber Schaderregerbefall, die bei der Einhaltung acker- und pflanzenbaulicher Grundsätze wirken, treten mehr und mehr in den Hintergrund.

#### Mittelaufwendungen auf ein Mindestmaß reduzieren

Sollen die Aufwendungen für den chemischen Pflanzenschutz auf das notwendige Mindestmaß reduziert werden, dann spielt

die Pflanzenernährung eine wichtige Rolle. Das betrifft sowohl die Versorgung mit den lebensnotwendigen Makro- und Mikronährstoffen als auch mit den für die Pflanzenarten – z. T. sogar sortenabhängigen – spezifischen Nährstoffmengen und -verhältnissen. Diese Zusammenhänge werden in der Düngungspraxis oft unterbewertet. Davon zeugen die in den letzten Jahren zunehmenden Flächenanteile mit unzureichenden Nährstoffgehalten der Pflanzen (auch an Mikronährstoffen) und in der Folge mit Wachstumsinderungen auf Teilflächen oder auch ganzen Feldern. Die Tabelle gibt einen Überblick zu den Ursachen ernährungsbedingter Wachstumsinderungen in Thüringen. Auch der Anteil der durch Mikronährstoffmangel verursachten Schadfälle ist zu entnehmen. Wenn auch die Anteile der Mikronährstoffe gering erscheinen, so kommt doch ihrer Gesamtheit mit rund 13 % eine erhebliche Bedeutung zu.

Die Ursachen sind bekannt: Bodenuntersuchungen finden nicht statt bzw. die Ergebnisse werden nicht beachtet, auch die Möglichkeit der Ergänzungsdüngung anhand von Pflanzenanalyseergebnissen

wird nicht genutzt. Schließlich spielt auch der im letzten Jahrzehnt restriktiv gehandhabte Einsatz von Mineraldüngern – außer Stickstoff – eine wesentliche Rolle. Mit dem ausgewogenen und bedarfsgerechten Einsatz essenzieller Pflanzennährstoffe kann sowohl ernährungsbedingten Pflanzenkrankheiten (z.B. Herz- und Trockenfäule der Rüben infolge B-Mangels oder Pollensterilität bei Weizen infolge Cu-Mangels) vorgebeugt als auch den Pflanzen die physiologisch günstigste Kondition für eine weitgehende Abwehr von Schaderregern gegeben werden. Untersuchungen belegen den Zusammenhang zwischen Nährstoffversorgungszustand der Kulturpflanzen und ihrem Abwehrverhalten bzw. der Anfälligkeit gegenüber Pflanzenkrankheiten und Schädlingen. Nicht ausreichend und unharmonisch ernährte Pflanzen sind anfälliger gegenüber Schadeinwirkungen. Nur ein bedarfsgerechtes Nährstoffangebot kann genetisch vorhandene Abwehrmechanismen gegenüber Stressfaktoren aktivieren. Ziel muss sein<sup>3</sup>, den Boden so ausgewogen mit Nährstoffen zu versorgen, dass weder Mangel noch Überschuss vorliegt. Neben der üblichen N, P, K-Zufuhr<sup>4</sup> sind vor allem ein bodenspezifischer pH-Wert und ausreichende Gehalte an pflanzenverfügbarem B, Cu, Mn, Mo und Zn anzustreben.

Wie aktuell diese Thematik ist, belegt die 2005 im Institut für Pflanzenernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) abgehaltene Tagung zu Fragen einer verbesserten Schwefelversorgung der Pflanzen zum Schutz vor Krankheiten. Für den Aspekt, Pflanzen durch optimale Schwefelversorgung gesund zu erhalten und Pflanzenschutzmittel einzuschränken, entstand der Begriff „Schwefelinduzierte Resistenz“ (SIR). Bisher konnte SIR in sieben Wirt-Patho-

gen-Beziehungen nachgewiesen werden. Die Befallsminderung unter Feldbedingungen wurde auf 17 bis 35 % geschätzt<sup>5</sup>.

### Wie beeinflussen Mikronährstoffe die Resistenz?

In der Literatur mehren sich Arbeiten über den Einfluss von Mikronährstoffen auf die Resistenz der Pflanzen. Danach beruht er nicht auf der Elementwirkung der Mikronährstoffe, sondern auf ihrem Eingreifen in pflanzliche Stoffwechselprozesse. Ausgewogen versorgte Pflanzen können über die verstärkte Bildung von „Phytoalexinen“ (Stoffe mit fungistatischer Wirkung) pilzliche Erkrankungen abschwächen oder verhindern. Durch das rasche Auftreten abgestorbener Zellgruppen um eine Infektionsstelle („Hypersensitivität“) kann die Ausbreitung einer Erkrankung verhindert werden. Nach schwachen primären Infektionen kann es zu einer Resistenz gegenüber sekundären Infekten kommen („Präimmunität“), ähnlich den prophylaktischen Schutzimpfungen in der Humanmedizin. Und schließlich kann Korkbildung als Wundreaktion zur Abgrenzung der Infektionsstelle („Demarkation“) führen und eine Ausbreitung verhindern. Mikronährstoffe spielen im Mechanismus der Abwehrfermentreaktionen der Pflanzen in zweierlei Hinsicht eine wichtige Rolle<sup>6</sup>:

- erstens beeinflussen oder verändern sie als Katalysatoren im intermediären Stoffwechsel die Zusammensetzung des Eiweißes der lebenden Zellen, d.h. der einen Hälfte der Abwehrfermente und
- zweitens sind die Mikronährstoffe bei der Synthese der prosthetischen Gruppe der Abwehrfermente beteiligt oder sogar selbst integrierender Bestandteil einer prosthetischen Gruppe, zumindest wirken sie in irgendeiner Weise als Katalysatoren, Aktivatoren oder auch Inhibitoren des Stoffwechsels.

Eine ausgewogene Mikronährstoffversorgung der Pflanzen spielt vor allem bei der Rohproteinbildung sowie im Kohlenhydratstoffwechsel eine Rolle. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass ein Befall nur möglich ist, wenn die Wirtspflanzen dem Erreger oder den Schadinsekten zusagende Lebensbedingungen bieten. Diese können über den Stoffwechsel der Pflanzen reguliert werden. So kann die Anhäufung bestimmter niedermolekularer Stoffwechselprodukte, z.B. von Aminosäuren oder niedermolekularen Kohlenhydraten, zu einem verstärkten Befall führen. Umso wichtiger ist es also, die Be-

dingungen zu erforschen bzw. zu fördern, die den Pflanzen einen Stoffwechsel für maximale Proteinbildung (Reinprotein) und höhermolekulare Kohlenhydrate ermöglichen.

Allerdings sind die Beziehungen zwischen Mikronährstoffversorgung und Resistenzverhalten nicht immer eindeutig. Wechselwirkungen mit anderen Einflussfaktoren verstärken oder vermindern die Resistenzwirkung durchaus erheblich.

### Beispiele: Bor-Versorgung

Rapspflanzen mit B-Mangel zeigten erhöhten Kohlherniebefall. Gleichfalls verstärkt war der Befall mit Wurzelhals- und Stängelfäule. Rüben zeigten stärker ausgeprägte Symptome der Vergilbungskrankheit.

Rost bei Weizen, Mehltau an Sonnenblumen und Gerste, Getreidebranderkrankungen, Phoma bei Rüben und verschiedene bakterielle Infektionen bei Lein sollen mit niedrigen B-Gehalten in Verbindung stehen.

Dagegen konnte mit steigender B-Versorgung das Auftreten von Rapskrebs reduziert werden. Verringert wurde auch der Befall mit Kohlhernie bei Kohlrüben, mit Mutterkorn bei Gerste, die Schorfbildung sowie die Nass- und Trockenfäule und die Braunfleckigkeit bei Kartoffeln. B-Spritzungen im Herbst verhinderten den Schneeschimmelbefall an Luzerne.

Die Ursache für die resistenzfördernde Wirkung des Bors in der Pflanze wird auf die verstärkte Bildung von Leukoanthozyanen zurückgeführt.

### Kupfer-Versorgung

Pflanzen mit Cu-Unterversorgung sind anfälliger für den Befall mit Echem Mehltau sowie Mutterkorn. Sonnenblumen mit Cu-Mangel wurden stets stärker als ausreichend ernährte Pflanzen durch Pilze befallen. Bei Weizen wurde eine verminderte Resistenz gegenüber Helminthosporium, Stink- und Flugbrand, bei Roggen gegen Stängelbrand beobachtet. Das Schwarzwerden des Weizens (Melanismus) konnte durch Cu-Düngung reduziert werden. Weitere Untersuchungen belegen eine resistenzfördernde Wirkung des Kupfers bei Kartoffeln gegenüber Kraut- und Knollenfäule, Schwarzbeinigkeit, Schorf und bakteriell hervorgerufene Lagerfäulen.

Als Ursache für die verbesserte Resistenz der Pflanzen bei ausreichender Cu-Versorgung wird weniger dessen fungizide Wirkung, sondern sein physiologischer Einfluss auf die geförderte Bildung von hochpolymeren Stoffwechsel-, insbeson-

Mangel an	Anteil in Prozent
K	24
P	21
Kalk	17
S	14
N	10
Mg	2
Mn	5
Mo	3
B	4
Cu, Zn zusammen	<1

Tabelle: Ursachen ernährungsbedingter Wachstumsminderungen der Kulturpflanzen im Ackerbau einschließlich Feldgemüse in Thüringen. ca. 300 eindeutig aufgeklärte Fälle, 1995 bis 2005, Quelle: ZORN, 2006

dere Eiweißprodukten angesehen, hier etwa vergleichbar mit der Funktion von Bor. Aber auch die Lignifizierung der Zellwände hängt entscheidend von einer ausreichenden Cu-Versorgung ab, womit gleichzeitig das Eindringen von Schadpilzen in das Pflanzengewebe reduziert wird.

## Mangan-Versorgung

Die positiven Wirkungen von Mn werden sowohl auf den Mn-Gehalt des Bodens als auch den der Pflanze zurückgeführt. Der Erreger des Kartoffelschorfes soll durch unmittelbaren Kontakt mit Mangan im Boden geschädigt werden. Die Resistenz der Kartoffeln gegenüber Kraut- und Knollenfäule wird erhöht. In Zuckerrüben schwächte eine ausreichende Mn-Versorgung die Ausprägung der Milden Rübenvergilbung (BMYV) deutlich ab.

In Getreide reduzierten sich Echter Mehltau, Rost und Brand sowie Schwarzbeinigkeit. Der Befall mit Gerstenhartbrand wurde in einem Fall um den Faktor 33 vermindert. Trotz hoher N-Gaben konnte Mehltau an Raps durch Mn-Bodendüngung erheblich gesenkt werden. Ausreichende Mn-Versorgung von Hafer erhöhte dessen Resistenz gegen bakterielle Infektionen, insbesondere der Wurzeln. Mit steigender Mn-Verfügbarkeit im Boden und somit ausreichenden Gehalten in der Pflanze verringerte sich der Befall mit Schwarzbeinigkeit bei Getreide erheblich. Die Resistenzförderung des Mangans beruht sowohl auf der toxischen Wirkung als auch auf den Funktionen im Stoffwechselprozess der Pflanze, bei der Lignifizierung der Zellwände, verbesserter Photosyntheseleistung und hierdurch bedingt verstärkter Abscheidung von Wurzelexudaten in die Rhizosphäre. Diese wiederum bewirken ebenfalls Abwehrreaktionen gegenüber bodenbürtigen Schaderregern. Besonders auf leichten Böden und bei hohen pH-Werten ist auf eine stets ausreichende Verfügbarkeit des Mangans im Boden und somit Mn-Versorgung der Pflanzen zu achten.

## Molybdän-Versorgung

Über die von Molybdän ausgelösten Resistenzen liegen vergleichsweise wenige Untersuchungsergebnisse bei landwirtschaftlichen Kulturen vor. Durch Mo-Gaben wurde ganz allgemein die Infektionsrate der Luzerne mit Krankheiten gesenkt – infolge der verbesserten symbiotischen N-Bindung der Knöllchenbakterien. Beulenbrand bei Mais konnte bei Saatgutbehandlung mit Ammoniummolybdat reduziert werden. Ebenso wurde der Befall des Tabaks durch Echten Mehltau sowie die

Welkekrankheit der Baumwolle durch eine Blattapplikation mit Mo-Zn-Lösungen vermindert.

## Zink-Versorgung

Der Maisbohrwurm soll bevorzugt Zn-arme Pflanzen befallen. Nach der Behandlung mit Zn-Sulfat beobachtete man auch eine verbesserte Resistenz gegenüber dem Maisbeulenbrand sowie Schimmelpilzen. Bei Kohlpflanzen erhöhte sich die Resistenz gegenüber Kohlhernie und Echem Mehltau. Die Widerstandskraft von Kartoffeln gegenüber Kraut- und Knollenfäule stieg. Steigende Zn-Gaben unterdrückten die Symptome des Blütenvergrünungsvirus bei Weißklee. Infektionsstärke und -häufigkeit des Roggens mit Stängelbrand wurden herabgesetzt.

Als Ursache der resistenzfördernden Wirkung von Zink bei Pflanzen werden eine erhöhte Katalaseaktivität, Eiweißgehalt und oxidative Atmung angenommen – wodurch Infektionen abgeschwächt werden.

## Fazit

Die Ausführungen lassen erkennen, dass es bei der Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen nicht nur um die Erhöhung der Erträge und der Qualität der Ernteprodukte gehen darf. Kulturpflanzen werden insbesondere dann befallen, wenn die Wirtspflanze dem Schaderreger infolge unzureichender Mikronährstoffversorgung zusagende Ernährungs- und Vermehrungsbedingungen bietet. Dabei werden die Pflanzen so weit geschädigt, wie ihr physiologischer Zustand unfähig ist, ein Abwehrsystem zu bewirken.

Die Abwehrkräfte der Pflanzen können nur dann optimal angelegt werden, wenn keine Stoffwechselstörungen – insbesondere durch Nährstoffmangel, -überschuss oder gestörte Nährstoffverhältnisse – eintreten.

Eine ausgewogene Nährstoffzufuhr kann nur optimal erfolgen, wenn Nährstoffanalysen von Böden und Pflanzen als Grundlage für die Berechnung des Düngungsaufwandes herangezogen werden.

Im Rahmen von Ökonomie und Umweltschutz wird eine harmonische Nährstoffversorgung der Pflanzen dazu beitragen, die Aufwendungen für den chemischen Pflanzenschutz zu reduzieren. (ha) **NL**

*Die Übersicht über die Literaturquellen ist in der Redaktion erhältlich. (1-6)*