

# Leistungsspritze mit Spurennährstoffen

Ertragsstarke Kartoffelsorten mit hohem Nährstoffbedarf haben auch besondere Ansprüche an die Verfügbarkeit von Spurennährstoffen. Direkt sichtbaren Mangelsymptomen geht eine absolute Unterversorgung oder eine Festlegung von Spurennährstoffen im Boden voraus. Latenter oder auch beginnender Mangel kann sich schon qualitätsmindernd auswirken. Deshalb ist es oft erforderlich, Versorgungsengpässe mit geeigneten Blattdüngern auszugleichen.

Dr. Gudwin Rühlicke, K+S KALI GmbH

Wenn unterschiedliche Kartoffelsorten auf einem Boden mit Phosphor- oder Magnesiummangel angebaut werden, dann fällt sofort auf, dass einige mit entsprechenden Mangelsymptomen stärker darauf reagieren, andere dagegen kaum. Dieses unterschiedliche Nährstoffaneignungsvermögen gilt auch für Spurennährstoffe. Im Gegensatz zu den Mengenelementen kann deren Versorgung aber wachstumsbegleitend und allein über die Blattdüngung erfolgen.

## Manganfestlegung bei Trockenheit

Mit Reihenschluss und Beginn der Sommertrockenheit stellt sich fast immer ein Defizit bei Mangan ein. Kartoffeln benötigen Mangan für viele Stoffwechselvorgänge, unter anderem auch zur Entgiftung von zellzerstörend wirkenden, freien Sauerstoffradikalen, die bei hoher Sonneneinstrahlung entstehen und zu Sonnenbrand beitragen. Eine beginnende Unterversorgung wird bei einsetzender Trockenheit durch ein geringfügiges Aufhellen der Bestände an den leichteren Stellen des Feldes sichtbar.



Kartoffeln mit Bormangel zu Beginn der Blüte

Je besser ein Boden durchlüftet ist, umso mehr verwandelt sich das im Bodenwasser gelöste Mangan in die nicht mehr durch Pflanzen aufnehmbare Mineralform Manganoxid um. Das ist bei Trockenheit oder leichteren Böden der Fall und tritt unabhängig vom pH-Wert auf.

Bei Luftmangel kehrt sich der Vorgang um und das Mangan wird wieder besser verfügbar. Diesen Wechsel kann die Bodenuntersuchung nicht abbilden, sodass sie hier nur bedingt hilfreich ist. In den allermeisten Fällen tritt Manganmangel nicht wegen zu geringer Gehalte, sondern wegen dessen Festlegung im Boden auf. Gedüngtes Mangan unterliegt im Boden denselben Vorgängen. Somit ist eine Vorsorgedüngung oder Mangelbehebung nur über eine effiziente Blattdüngung sinnvoll. Eine sehr schnelle, unmittelbare und vollständige Aufnahme ist hierbei nur bei wasserlöslichen Manganverbindungen garantiert. Aufschluss hierüber gibt die Deklaration des Düngemittels auf der Verpackung. Fehlt der Begriff „wasserlöslich“ bei der Gehaltsangabe, dann sind schwerer lösliche Verbindungen wie Manganoxid oder Mangancar-

bonat enthalten. Generell sind wasserlösliche Nährstoffe in Blattdüngern immer hocheffizient und auch als „wasserlöslich“ deklariert.

Sowohl Mangan als auch Magnesium haben eine zentrale Funktion bei der Chlorophyll- und Fotosynthese, wobei Mangan und Magnesium als metallische Enzymaktivatoren um einige Bindungsstellen konkurrieren. Deshalb ist es sinnvoll bei der Blattdüngung Mangan mit Magnesium zu kombinieren, zumal bei Trockenheit im Boden auch die Magnesiumverfügbarkeit gravierend abnimmt.

### Qualitätsfaktor Bor

Auf alkalischen Böden findet man spätestens zur Blüte häufig eine nesterweise auftretende, verringerte Blütenbildung mit Einrollen der obersten Blätter. Das ist ein typisches Zeichen für eine Unterversorgung mit Bor. Dieser Nährstoff wurde lange Zeit im Kartoffelbau zu wenig beachtet, obwohl die Borentzüge mit bis zu 160 Gramm je Hektar mehr als das Dreifache von Getreide betragen.

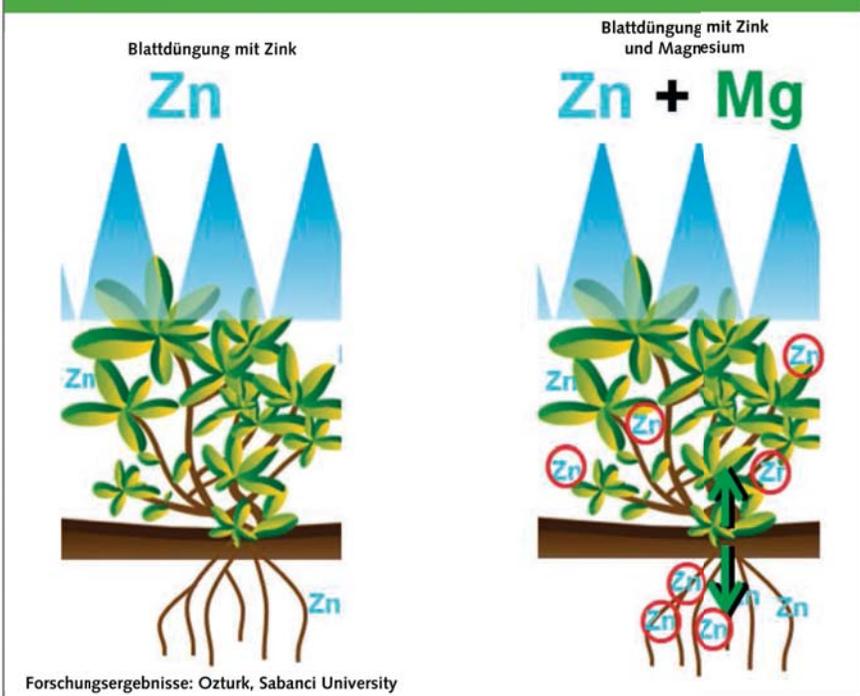
Kartoffelfelder sollten grundsätzlich eine Bodenversorgung mit Bor aufweisen, die sich in alkalischen Böden im oberen Bereich der Versorgungsstufe C = ausreichend orientiert. Im Gegensatz zum Mangan liegen in der Praxis erhobene Bodenwerte beim Bor überwiegend im Bereich der Gehaltsklassen A–C. Eine gute Borversorgung fördert den Knollenansatz. Qualitätsmängel, die erst während der Lagerung auftreten, wie Verfärbungen und Gewebseinbrüche, können unter anderem durch zu wenig Bor verursacht sein. Die für den Transport zuständigen Siebzellen in den Leitbahnen arbeiten dann weniger effektiv, sodass auch die strukturbildenden Elemente

Tab. 1: Spurennährstoffentzüge der Kartoffel in g/ha

Kultur	Bor	Mangan	Zink	Kupfer
Kartoffeln 400 dt/ha Knolle	60–160	50–60	80–160	60

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, 10. überarbeitete Auflage 2012

Abb. 1: Interaktion zwischen Mg und Zn-Zwei Nährstoffe, die in Balance stehen sollten



Calcium und Kupfer durch die zu geringe Anlieferung in den Mangel geraten.

Die Besonderheit ist aber, dass Bor innerhalb der Pflanze nicht nach unten in die Wurzeln transportiert werden kann, sondern nur nach oben. Eine Ernährung der Kartoffelknolle über die Blattdüngung ist dennoch möglich, weil die an den Stielen ablaufende und von den

Blättern abtropfende Borlösung über den Damm die oberen Feinwurzeln im Boden erreicht.

Bor ist ein Anion wie Nitrat oder Sulfat und wird in gelöster Form recht gut über die Blätter aufgenommen. Die am Markt angebotenen verschiedenen Bindungsformen für Bor als Blattdünger haben keinen Einfluss auf die Wirksamkeit.



Beginnende Verfärbung im Lager durch Bor- und Kupfermangel



Gewebseinbrüche und Verfärbungen im Lager durch Bor- und Kupfermangel  
Fotos: Verfasser

Da die Blattdüngung mit Magnesium ohnehin zum Standard geworden ist, bietet sich zum Reihenschluss eine gleichzeitige Kombination mit Mangan und Bor an, wie sie zum Beispiel im EPSO Microtop vorliegt.

### Wachstum durch Zink

Wenn Kartoffelstauden nach Aufkalkungen oder bei hohen pH-Werten an einigen Stellen im Feld nicht richtig wachsen wollen, dann kann Zinkmangel die Ursache sein. Pflanzen benötigen Zink hauptsächlich für die Zellteilung und somit für das Wachstum. Da Kartoffeln kein schnellwüchsiges Massenwachstum haben, ist ein direkter Zinkmangel nur sehr selten zu finden. Zinkmangelpflanzen sind kleiner als normal, wirken gestaucht oder verzweigen durch ein geringeres Wachstum in den Streckungszonen. Die Zinkversorgung unserer Felder ist oft kleinräumig unterschiedlich und hängt von der Geologie sowie der Vorgeschiebe ab. Viel Gülle mit Zink aus der Fütterung oder verzinkten Stalleinrichtungen trägt zur Anreicherung bei und dient der Pflanzenernährung. Ist dieses nicht der Fall, dann kann der Boden durch die Pflanzenentzüge langsam an Zink verarmen. Die Bodenuntersuchung

auf Zink gibt nur einen groben Anhaltspunkt, da es an Versuchsgrundlagen für exakte, pH-abhängige Richtwerte fehlt. Zink wird im Boden nicht ausgewaschen, sodass es auch der nachfolgenden Kultur zur Verfügung steht.

Bei fehlender Zinkverfügbarkeit sterben die in den Blattspreiten aufgehellten Bereiche nur bei extremem Mangel und dann auch nur langsam ab. Damit ist es möglich, einen bereits sichtbaren Zinkmangel mit einer Blattdüngung komplett zu beheben. Bei Trockenheit nimmt die Nachlieferung von Zink aus dem Boden genau wie die von Magnesium schnell ab. Unter diesen Bedingungen ist eine Kombination beider Nährstoffe in der Blattdüngung recht erfolgreich, zumal dann die Wiederergrünung schneller erfolgen kann. Forschungsergebnisse zeigen, dass eine geringe Magnesium-Versorgung den Phloemexport von Zink beeinträchtigt. Wird bei einer Blattdüngung zusätzlich zum Zink Magnesium gegeben, wird mehr Zink in Wurzeln und Spross eingelagert als bei einer reinen Zink-Blattdüngung (Abb. 1). So gibt es über EPSO-Anwendungen in Kombination zur Krautfäulebehandlung zusätzlich eine Möglichkeit, die vorhandenen Ressourcen an Zink im Boden zu nutzen und in Erträge oder auch in eine ernährungsphysiologisch gewünschte Richtung zu lenken.

### Ernährungsfaktor Zink

Als Element zählt Zink zu den Schwermetallen, aber als Nährstoff ist es eines der wichtigsten Spurenelemente überhaupt. Zinkmangel ist in Böden und damit auch in Nahrungspflanzen in vielen Regionen der Welt ein großes Problem für die Bevölkerung, an dem jährlich Tausende Menschen sterben. Die Böden in Nordeuropa sind hiervon weniger betroffen, dennoch tritt auch hier immer wieder Zinkmangel auf, der meist nicht erkannt wird. Der menschliche Körper benötigt es besonders für die Proteinverarbeitung und somit beispielsweise auch für die Ausbildung von Haut, Haaren, und Nägeln. Da Zink nur über die Nahrung aufgenommen werden kann, ist es ein wertgebender Inhaltsstoff für die Ernährung. Kartoffeln mit hohen Zinkgehalten sind daher aus ernährungsphysiologischer Sicht für den Menschen sehr wertvoll.

### Kupfer für die Gewebestabilität

Mit der Urbarmachung humoser Böden wurde auch die Bedeutung von Kupfer für die Pflanzenernährung ersichtlich. Kupfer wird durch Huminstoffe sehr fest komplex gebunden und festgelegt, vor allem wenn der pH-Wert zugleich im Neutralbereich liegt. Böden mit hohem Humusgehalt auf Kalkschotter sind typische Kupfermangelböden – nicht nur bei Kartoffeln. Mangel auf Mineralböden tritt nur bei sehr niedrigen Kupfergehalten auf, wie das meist in geologisch alten, sandigen Formationen der Fall ist. Wegen der guten Siebfähigkeit werden Kartoffeln aber oft auf humosen und sandigen Böden angebaut, sodass Kupferdefizite gar nicht so selten



**Kartoffelstaude mit Kupfermangel**

sind. In den Pflanzen hat Kupfer eine absolute Schlüsselstellung zur Herstellung von festem Stützgewebe. Eine Unterversorgung führt in den Knollen zu labilen Zellwänden, die bei der Lagerung zusammenbrechen können und dann Verfärbungen verursachen.

Im Bestand äußert sich Kupfermangel durch verminderte Wuchsfreudigkeit ohne Farbveränderung, nachdem der

Vorrat in den Mutterknollen erschöpft ist. Die Blattränder wölben sich von den Rändern her auf und die Blattspitzen sind in die Länge gezogen. Außerdem erschlaffen die Stauden bei starker Sonneneinstrahlung sehr schnell. Eine Kupferspritzung sollte immer mit Mangan gekoppelt sein, da Kupfer innerhalb der Pflanze sehr verdrängend auf Mangan wirkt, also an Enzymen dessen Plätze besetzt.

## Fazit

Zum erfolgreichen Kartoffelanbau sollte nicht nur die Spurenelementversorgung sichergestellt sein, sondern auch die Sortenauswahl auf die Bodenverhältnisse abgestimmt werden. In weniger nährstoffreichen, leichteren Böden, die noch dazu schneller austrocknen, sind Sorten, die zur Ausreife noch ein enormes Massenwachstum haben, weniger geeignet. Denn Knollen, die sehr nah an die Außenseite des Dammes heranwachsen, bekommen bei Trockenheit immer zuerst Probleme mit der Nährstoffnachlieferung. Um mit weniger Wasser auskommen zu können, muss die Kaliumversorgung stimmen und zugleich den beschriebenen Spurennährstoffen eine erhöhte Beachtung geschenkt werden. <<

## ■ KONTAKT ■■■

**Dr. Gudwin Rühlicke**

K+S KALI GmbH

Telefon: 08707 8428

Telefax: 08707 8427

[gudwin.ruehlicke@kali-gmbh.com](mailto:gudwin.ruehlicke@kali-gmbh.com)