



Mg-Mangel Mais



S-Mangel Mais



Kali-Mangel Mais

(Fotos: Autor)

# Grundnährstoffe gezielt düngen

## Nachhaltige Versorgung als Basis für hohe und sichere Maisernten

Reinhard Elfrich, Everswinkel

*Mais gilt als robuste, massenwüchsige Pflanze. Mit Blick auf die Pflanzennährstoffe ist diese Frucht jedoch eher als Mimose zu sehen. Wie kaum eine andere Kulturpflanze reagiert Mais in verschiedener Ausprägung und Ausfärbung auf Mangel an Haupt- und Spurennährstoffen. Im folgenden Beitrag sind zunächst Möglichkeiten der Nährstoffzufuhr über den Boden dargestellt.*

Bei den im Ackerbau relevanten Nährstoffen nimmt Mais hinsichtlich des Bedarfes eine Spitzenposition ein. Aufgrund seiner langen Vegetationszeit kann er den besonders in Veredlungsregionen aus der Mineralisierung verfügbaren Stickstoff gut nutzen. Der N-Düngebedarf errechnet sich auf Basis der Ende März/Anfang April sowie Ende Mai/Anfang Juni gezogenen Nmin-Proben. Sollwert und Düngebedarf werden je nach Nachlieferungsvermögen des Standortes eingestellt. Mais besitzt zu Wachstumsbeginn ein grobes, wenig tief reichendes Wurzelnetz. Folglich werden bodenbürtige Nährstoffe wie P, K und Mg nur ungenügend erschlossen. P-Mangel mit

der typisch rot-violetten Ausfärbung älterer Blätter ist deutlich im Vier- bis Sechsstadium zu diagnostizieren. Phosphor

### Kali-Düngung zu Mais besonders überprüfen

- auf leichten Böden
- nach hoher Niederschlagsintensität
- bei Verbleib der Ernterückstände
- bei (suboptimaler) Gülleausbringung
- bei häufig auftretender Vorsommertrockenheit
- auf Ton- und Fixierungsstandorten
- bei hohem Ertragsniveau
- bei geringer Wurzelentwicklung
- nach unbefriedigender N-Ausnutzung

wird daher je nach Bodenversorgung in Mengen von 20 bis 70 kg/ha in Form einer NP-Unterfußdüngung ausgebracht. Zur breitflächigen Phosphor-Düngung bietet sich Thomaskali an, das zusätzlich Kalk, Kieselsäure und Spurenelemente wie Bor, Mangan und Zink enthält.

### Hoher Entzug beim Kalium

Kalium, Magnesium und Schwefel katalysieren Stoffwechsel-Prozesse in der Pflanze und sorgen so für eine gesteigerte Stickstoff-Ausnutzung. Durch den verbesserten Einbau löslicher N-Verbindungen in organische Substanz wird die Maispflanze weniger angreifbar für Pathogene. Ein Beispiel dafür ist die gesteigerte Resistenz gegen Stängelfäule nach Kali-Düngung. Aber nicht nur Stickstoff, sondern auch das auf leichten und kiesigen Böden den Ertrag limitierende Betriebsmittel Wasser wird durch Kalium besser genutzt. Direkt sichtbar wird Kaliummangel in Form von chlorotischen/nekrotischen Symptomen an älteren

Blättern, die oft von Trockenstress begleitet werden. Für Fütterung und Biogas-Produktion interessant ist der durch Kali-Zufuhr zunehmende Gehalt an Kohlenhydraten in der Pflanze. Vor dem Hintergrund des vermehrten Einsatzes von Silomais in Biogas-Anlagen werden jetzt Zielerträge von 800 dt/ha Frischmasse, d. h. bei anzustrebenden 30 Prozent TS-Gehalt 240 dt/ha Trockenmasse genannt. Eine Ertragssteigerung von 500 auf 800 dt/ha FM bedeutet höhere Entzüge von 135 kg/ha K<sub>2</sub>O und 30 kg/ha MgO.

In der Summe werden weit über 300 kg/ha K<sub>2</sub>O entzogen. Die Grafik zeigt eindrucksvoll den recht hohen Bedarf an Kalium und Magnesium auf. Bis zum Eintrocknen der Narbenfäden werden 96 Prozent des Bedarfes an Kalium aufgenommen. Um die hohen täglichen Aufnahme-raten in dieser Zeit zu bedienen, ist die Kali-Düngung betont zur Frucht Mais auf Lehm Böden im Herbst/Winter, auf leichten Standorten im März/April durchzuführen. Der Einsatz von Gülle oder Gärresten stößt wegen seines Stickstoff- und Phosphorgehaltes schnell an Grenzen, sodass ein mineralischer Ergänzungsbedarf für Kalium bleibt.

### Magnesium und Schwefel für Blattgrün

Durch stay-green-Sorten ist die Flexibilität des Anbauers hinsichtlich Nutzung und Erntezeitpunkt wesentlich erhöht. Diesen genetischen Vorteil gilt es durch ein entsprechendes Nährstoff-Management zu nutzen. Magnesium und Schwefel, aber auch die Spurennährstoffe Mangan und Zink sorgen für grüne, assimilationsfähige Blätter und Lieschen.

Erst dadurch werden hohe Trockenmasseerträge möglich. Mais nimmt Magnesium mit dem Transpirationsstrom auf, folglich werden die streifigen Mangelsymptome an älteren Blättern vermehrt bei niedrigen Verdunstungsraten oder auf trockenen Standorten sichtbar. Im Hinblick auf das zunächst wenig verzweigte Wurzelnetz gilt es beim Mais, ausschließlich wasserlösliche Nährstoffe einzusetzen.

ESTA Kieserit enthält 25 Prozent Magnesium und 20 Prozent Schwefel in wasserlöslicher Form und wird als Partner zur NP-

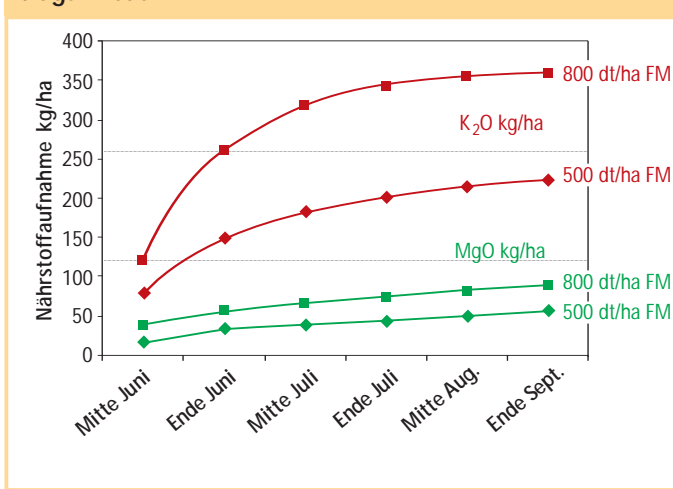
Unterfußdüngung angewandt. Schwefel aus Gülle z. B. liegt in organischer Form vor und kann daher nur langfristig den Boden anreichern, nicht aber direkt von der Pflanze aufgenommen werden. Magnesium konkurriert um die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln mit anderen positiv geladenen Ionen wie z. B. Ammonium aus stickstoffhaltigen Mineral- oder Wirtschaftsdüngern.

Eine Ertragsreaktion auf die Magnesiumdüngung ist daher beim überwiegend in Form von NH<sub>4</sub> ernährten Mais trotz hoher Bodenversorgung möglich. Mineralische Kali-Dünger sollten aus eben diesem Grund immer auch Bestandteile an Magnesium aufweisen.

### Düngung nach Standort ausrichten

Die Verfügbarkeit von Nährstoffen im Boden wird von einer Vielzahl an fördernden und hemmenden Faktoren beeinflusst. Bei Stickstoff und Schwefel ist neben dem Humusgehalt in erster Linie die Fähigkeit des Bodens zur Mineralisierung zu nennen. Kalium und Magnesium hingegen werden in Abhängigkeit vom Tongehalt des Bodens festgelegt oder verlagert. So führt z. B. auf Lehm- und Tonböden die in vielen Jahren eintretende Vorsommertrockenheit gerade in einer Zeit hohen Pflanzenbedarfs zu einer Fixierung von Kalium. Ertragsverluste sind besonders bei schwacher Bodenversorgung die Folge. Auf leichten Böden sind Auswaschungsverluste durch die Winterniederschläge bei Kalium und Magnesium zu erwarten.

Nährstoffaufnahme Silomais in Abhängigkeit vom Ertragsniveau



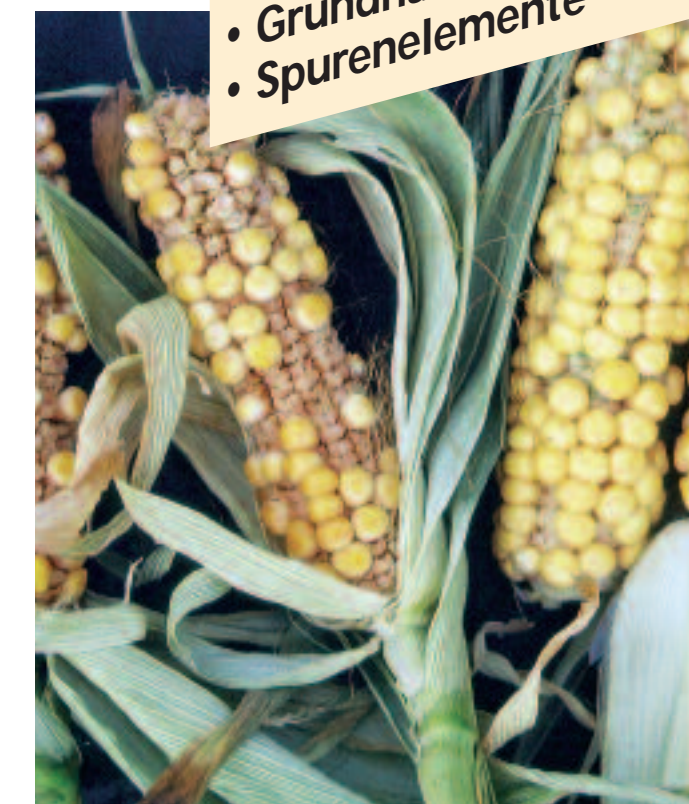
# mais

DIE FACHZEITSCHRIFT FÜR DEN MAISANBAUER

2+3/2006



Mais gezielt düngen  
• Grundnährstoffe  
• Spurenelemente



# mais

Die Fachzeitschrift für den Maisanbauer

Herausgeber:  
Deutsches Maiskomitee e. V. (DMK), Clemens-August-Straße 54, 53115 Bonn, Telefon 02 28/92 65 80, Telefax 02 28/9 26 58 20.

Schriftleitung:  
Dr. Helmut Meßner (verantwortlich), Dipl.-Ing.-agr. Jürgen Rath, Dr. Susanne Kraume, Clemens-August-Str. 54, 53115 Bonn, Telefon 02 28/92 65 80, Telefax 02 28/9 26 58 20.

Verlag:  
Verlag Th. Mann GmbH & Co. KG  
Nordring 10, 45894 Gelsenkirchen, Postfach 20 02 54, 45837 Gelsenkirchen, Tel. 02 09 / 93 04-0, Fax 02 09 / 93 04-185, E-Mail: mann@th-mann.de, Internet: www.th-mann.de

August 2006

Ernterückstände stellen daher unter diesen Standortbedingungen nur ca. 50 Prozent der ursprünglichen Gehalte der Folgefrucht zur Verfügung.

Die Düngeverordnung sieht für Kalium künftig keine Nährstoffvergleiche mehr vor, bilanziert wird nur noch Stickstoff und Phosphor im Rahmen einer Feld-Stall- oder Einzelschlagbilanz. Dabei trägt man den Fakten Rechnung, dass Kalium als Nährstoff aufgrund differenzierter Verlustgrößen schwierig zu bilanzieren ist und eine geringe Umweltrelevanz aufweist.

Besondere Aufmerksamkeit ist geboten, wenn die in der Checkliste Parameter auf dem zu beurteilenden Schlag vorliegen. Eine ständige Überprüfung mit Hilfe der in dem Bodenuntersuchungsatset ausgewiesenen mg-Zahlen ist in jedem Fall angezeigt.

### Fazit

In Maisfruchtfolgen ist der Bedarf an Grundnährstoffen gezielt zur anspruchsvollen Kultur Mais zu applizieren. Geschieht die Nutzung als Körnermais oder CCM, so kann die Folgefrucht besonders vom hohen Kali-Gehalt des Maisstrohes zehren.

Reinhard Elfrich, K+S KALI GmbH, Bonhoefferstr. 18, 48351 Everswinkel, Telefon: 02582-9363, Telefax: 02582-9364, E-Mail: reinhard.elfrich@kali-gmbh.com, www.kali-gmbh.com



Leichter Zinkmangel in der Hauptwachstumsphase, der sich nach der Blüte verwächst



Mittlerer Zinkmangel während des Hauptwachstums mit weiter Verbreitung auf rein karbonatischen Böden



Ältere Maispflanzen mit schwerem Zinkmangel

# Spurenelemente zu Mais gezielt ergänzen

## Entzüge steigen mit den Erträgen

Gudwin Rühlicke, Oberaichbach

Mais hat ganz spezielle Anforderungen an die Versorgung mit Spurenelementen. Dabei ist nicht jeder Mikronährstoff gleich wichtig. Durch Auswahl geeigneter Blattdünger gelingt eine eventuell notwendige Ergänzung recht sicher, für die Bodendüngung ist die Dauer der Verfügbarkeit entscheidend.

Mit dem Anbau von Hochertragsorten steigen parallel zu den Erträgen auch die Entzüge von Haupt- und Spurennährstoffen. Schwachpunkte im Feld werden deutlicher sichtbar oder die Bestände gelangen in eine zunächst optisch kaum erkennbare Nährstoffunterversorgung. Unbefriedigende Erträge, trotz optimaler Versorgung mit Spurenelementmangel sein, falls bodenphysikalische Ursachen wie Bodenverdichtungen auszuschließen sind.

sicherer Borernährung ist ein optimaler Borgehalt, der sich laut Bodenuntersuchung mindestens im mittleren und bei hohen pH-Werten im oberen Bereich der Versorgungsstufe C befindet. Sichtbarer Bormangel tritt unter üblichen Praxisbedingungen bei Mais nur sehr selten auf. Güllebetriebe, die ansonsten weniger von Spurenelementproblemen betroffen sind, überschätzen leicht den Borgehalt ihrer

Tabelle: Entzug von Spurenelementen durch Mais in g/ha				
Mais	Bor	Mangan	Zink	Kupfer
Ganzpflanze (140 dt TM/ha)	130	2400	310	100
	250	3600	380	200

### Borversorgung überprüfen

Mais gehört mit einem Borentzug von 130 bis 250 g pro Hektar zu den Borbedürftigen Kulturpflanzen. Grundlage

Böden, da in Rinder- und Schweinegülle nur etwa zwei Gramm Bor je Kubikmeter enthalten sind. Dazu kommt, dass Bor durch seine geringe Bindung in leichten und sauren Böden, im Gegensatz zu anderen Spurenelementen, einer relativ hohen Auswaschung von 10 bis 200 Gramm pro Hektar und Jahr unterliegt. Dagegen wird es etwa ab pH-Werten über sechs, und hier vor allem in bindigen Böden, verstärkt festgelegt.

Auch in seiner Wirkungsweise in der Pflanze unterscheidet sich Bor grundlegend von anderen Mikronährstoffen, was für die Energiepflanze Mais von besonderer Bedeutung ist. So ermöglicht Bor erst den reibungslosen Transport der in der Pflanze gebildeten Zucker und deren weitere Verarbeitung zu Stärke. Diese Stärke wird wiederum ausschließlich im Kolben eingelagert, die Restpflanze ist praktisch stärkefrei. Da Bor in einer weiteren Hauptfunktion ganz speziell die Anlage und Ausbildung der Fortpflanzungsorgane fördert, liegt hierin die Erklärung, warum sich in Bordüngungsversuchen der Maisertrag der



Sehr starker Zinkmangel mit streifenförmigen, großflächigen Aufhellungen

gedüngten Varianten stets zu Gunsten des Korn- bzw. Kolbenanteils verschiebt. Eine Borunterversorgung ist in Praxis schlägen nicht im wachsenden, grünen Bestand erkennbar, sondern an der Art der Kolbenausbildung. So sind die Kolben vergleichsweise kleiner, die einzelnen Körner schlechter ausgefüllt und die Kornreihen sehr unregelmäßig angeordnet.

Anders als im Keimstadium ist Mais im Vier- bis Sechsstadium nur noch sehr wenig empfindlich auf höhere Borkonzentrationen. Versuchserfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass bei niedrigen und mittleren Borgehalten im Boden durch eine Bordüngung von 150 bis 250 Gramm Bor pro Hektar über das Blatt etwa fünf Prozent Ertragszuwachs über den Kolben erzielt werden.

### Zinkmangel wird häufig nicht erkannt

Das mit Abstand wichtigste Spurenelement im Maisanbau ist Zink. Obwohl Zinkmangelsymptome bei Mais in der Hauptwachstumsphase verhältnismäßig häufig vorkommen, werden sie kaum erkannt oder beachtet. Absoluter Zinkmangel tritt in unseren Böden selten auf. In der Regel ist die Zinkverfügbarkeit bei gleichzeitig niedrigen Gehalten stark eingeschränkt. Zinkmangel wird besonders in Jahren mit längerer Trockenheit im Frühsommer auf vielen Standorten sichtbar. Typisch hierfür

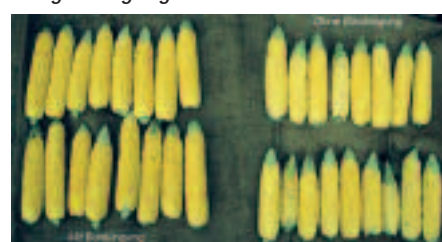


Maiskolben von Zinkmangelpflanzen zeigen keine besonderen Mangelsymptome, sind aber aufgehellelt wegen verzögerter Trockensubstanzbildung und insgesamt etwas schwächer ausgebildet

sind ehemalige Wiesenbruchflächen, aber auch Felder, die von Natur aus hohe pH-Werte besitzen oder für den Standort zu schnell und zu stark aufgekalkt wurden. Unabhängig davon kann Mais als guter Indikator für die Zinkversorgung einer Ackerfläche herangezogen werden. Zu beachten ist, dass Zinkmangel von den Symptomen her sehr leicht mit Magnesiummangel verwechselt werden kann. Laufen helle Streifen parallel zu den Blattadern einheitlich bis zur Blattspitze durch, so liegt Magnesiummangel vor. Bei Zinkmangel dagegen zeigen sich streifenförmige Aufhellungen nur links und rechts der Mittelrippe und nur in der unteren Hälfte des Blattes, die Blattspitzen bleiben immer einheitlich grün. Dieses Symptom ist eindeutig und tritt ausschließlich bei Zinkmangel auf. Ein weiteres Merkmal des Zinkmangels ist der gestauchte Wuchs der Pflanzen mit geringen Abständen zwischen den Blatttagen. In der für Mais typischen, sehr kurzen Hauptwachstumsphase muss ausreichend Zink für die Bildung von

Wuchsstoffen zur Zellteilung verfügbar sein. Ab der Blüte, wenn der Mais das Wachstum einstellt, aber nach wie vor über den Verdunstungsstrom etwas Zink aus der Bodenlösung aufnimmt, verwachsen sich die Streifen wieder. Die Pflanzen bleiben jedoch im Wuchs gehemmt und können ihr Potenzial der Ertrags- und Trockensubstanzbildung nicht ausschöpfen. An den Kolben gibt es keine eindeutigen Zinkmangelsymptome, sie sind aber schwächer und wegen der Reifeverzögerung heller als die von ausreichend mit Zink versorgten Pflanzen.

Da nur extremer Zinkmangel die Pflanzenzellen irreversibel schädigt, genügt es im Normalfall, selbst bei schon deutlich sichtbaren Symptomen, Mais durch eine Blattapplikation schnell und effektiv mit Zink zu versorgen. Voraussetzung hierfür ist die Verwendung von Blattdüngern, die Zink in rein wasserlöslicher Form enthalten. Nicht wasserlösliche Spurenelementverbindungen sind generell daran zu erkennen, dass ihnen der Zusatz „wasserlöslich“ in der Düngemitteldeklaration fehlt. Da zur Blattdüngung ausreichend Blattmasse vorhanden sein muss, ist bei vorbeugender Behandlung das Vier-, besser Sechstadium abzuwarten. Eine Unterfußdüngung mit Zusatz von leicht löslichem Zink ist jederzeit möglich und sichert zuverlässig die Zinkversorgung. Nur in gravierenden Ausnahmefällen ist eine Aufdüngung des Bodens mit 12 bis 15 Kilogramm pro Hektar reinem Zink nötig. Zink ist aber im Boden



Unregelmäßige Kornfüllung als Folge späten Mangankangels durch Trockenheit auf Niedermoor

kaum beweglich, so dass die Wirkung von einer guten Verteilung abhängt.

### Mangan für die Jugendentwicklung

Auf vielen typischen Maisstandorten mit humosen, leichten, zu stark aufgekalkten oder trockenheitsempfindlichen Böden ist Mangan häufig nicht ausreichend verfügbar. Pflanzen können Mangan nur in wasserlöslicher, zweiwertiger Form aufnehmen. Diese entsteht in Böden in Bereichen geringer Durchlüftung oder bei Sauerstoffmangel. Allerdings wird es bei höheren pH-Werten sehr schnell im Boden festgelegt und bei Trockenheit zum nicht pflanzen-

Maispflanzen sind bei Kupfermangel kleinwüchsig, haben ein schwaches Gewebe mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Pflanzenschutzmaßnahmen und rollen die Blattspitzen



Die Maiskolben sind bei Kupfermangel auffallend klein und zeigen Lücken in den Kornreihen durch Pollensterilität (Fotos: Autor)



Vom Rand her leicht eingerollte, steife Blatthalung und längsförmige Gewebseinbrüche entlang der Blattadern kennzeichnen starken Mangankangel bei Mais

verfügbaren Manganoxid aufoxidiert. Mais jedoch kann in gewissem Umfang das Manganoxid durch Wurzelabscheidungen wieder reduzieren und für sich nutzen. Mit dieser Besonderheit ist erklärbar, warum bei älteren Maispflanzen, selbst auf Kalkböden oder anmoorigen Flächen, normalerweise nur noch äußerst selten Manganmangel mit den typischen längsförmigen Gewebseinbrüchen in den Blättern auftritt.

Mais hat aber in der Jugendentwicklung, etwa ab Vierblattstadium, eine kritische Phase, bei der er von der Ernährung aus dem Saatkorn auf den Boden umstellen muss. Wegen seines bis dahin im Verhältnis zur Gesamtpflanze unterentwickelten Wurzelwerks treten dann häufig Blattaufhellungen durch Manganmangel auf den

hierfür typischen Standorten auf. Ein schnelleres Wiedereergrünen kann erreicht werden, wenn Mangan nicht alleine, sondern zusammen mit Magnesium in wasserlöslicher Form ausgebracht wird. Beide Nährstoffe sind Metalle, die in der Pflanze um einige Bindungsstellen konkurrieren und sich gegenseitig beeinflussen.

### Reiner Kupfermangel ist selten

Probleme mit Kupfermangel bei Mais sind sehr selten und nur von stark aufgekalkten organischen Böden oder Sandböden bekannt. Bei solchen Bodenbedingungen wächst Mais generell nicht besonders gut und zeigt meist Mischsymptome aus mehreren, dann auftretenden Nährstoffmängeln. Mais mit Kupfermangel rollt und verdreht die Blattspitzen etwas ein, hat ein recht schwaches Zellgewebe und lückenhaft besetzte Kolben als Folge von partieller Pollensterilität. Dabei treten aber keine Verfärbungen wie bei anderen Nährstoffmängeln auf. Da Kupfer eine starke Konkurrenz um Bindungsplätze in der Pflanze gegenüber anderen Spurenelementen ausübt, ist die gleichzeitige Kombination mit Mangan und Zink effektiver als eine reine Kupferdüngung. Anders als bei der Verwendung von Kupfer als Fungizid ist für die Blattdüngung die Auswahl von Präparaten mit rein wasserlöslichen Nährstoffen für eine unmittelbare und vollständige Wirkung Voraussetzung. Eine Aufdüngung des Bodens ist mit allen Kupferverbindungen möglich.

Dr. Gudwin Rühlicke, K+S Kali GmbH, 84100 Oberaichbach, Tel.: 08707-8428, Fax:08707-8427, gudwin.ruehlicke@kali-gmbh.com, www.kali-gmbh.com