



## Düngung im Mais – welche Einsparungen sind möglich? Stickstoff: Viel hilft nicht viel

Vielerorts wird Mais auf Betrieben angebaut, die über organischen Wirtschaftsdünger verfügen. Hier weisen die Böden oft ein gutes Stickstoffnachlieferungsvermögen auf, das der Mais aufgrund der guten Mineralisationsbedingungen hervorragend ausschöpfen kann. Dies liegt daran, dass Mais im Vergleich zu vielen anderen Kulturen erst recht spät Stickstoff benötigt und den Dünger aufgrund der langen Vegetationszeit sehr lange nutzen kann. Nach der Düngeverordnung (DüV) muss vor der ersten Düngemaßnahme eine Düngebedarfsermittlung erstellt werden. Hierzu gibt es eine Vielzahl von Dienstleistern, die entsprechende Berechnungsprogramme anbieten. In Rheinland-Pfalz wird aus unserem Hause der „Düngerplaner RLP 2.1.2022“ kostenlos zur Verfügung gestellt. Dieser ist als Excel-Anwendung auf unserer Internetseite zu finden. Der Stickstoffbedarf liegt bei Mais mit einem Durchschnittsertrag von 450 Dezitonnen (dt) Silomais und 90 dt/ha Körnermais bei etwa 200 kg Stickstoff (N)/ha. Durch Eingabe betriebsindividueller Gegebenheiten (Durchschnittsertrag der letzten drei Jahre, Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres, Vorfrucht, Zwischenfruchtanbau, Humusgehalt und N-min) erhalten Sie den maximalen Stickstoffbedarf pro Hektar, der gleichzeitig die N-Obergrenze darstellt. In Tabelle 1 wurde dies anhand eines Praxisbeispiels mit dem oben genannten Düngerplaner errechnet. Hier nach konnte der Bedarfswert beim Silomais von 200kg/ha auf 115kg/ha reduziert werden.

Düngebedarfsermittlung: Berechnung der "standortbezogenen N-Obergrenzen" für Mais auf Basis von N <sub>min</sub> . Die Phosphatabfuhr beinhaltet nur die Haupternteprodukte																			
Bewirtschaftungs-Einheit oder Kultur	ha Fläche	Ackerbau Kultur auswählen	Basiswert DüV		Ziel		Vorfrucht	Abzug	Zwischenfrucht	Abzug	max. Nmin-Tiefe in cm	kg Nmin	Humusgehalt	Abzug	10 % ges. N der organ. Dgg. zu Vorkulturen im Vorjahr in kg/ha	N-Obergrenze		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Abfuhr	
			dt/ha	Bedarf kg N/ha	Ertrag dt/ha	ertragsabh. Bedarf kg N/ha										kg/ha	kg ges. Fläche	kg/ha	kg ges. Fläche
Silomais	1,000	Silomais, 28 30 % TM	450	200	450,0	200	Getreide, Mais	0	Frühjahreingearb. Nichtlegumin	20	90	56,0	bis 4 %	0	9,0	115	115	72	72
Körnermais	1,000	Körnermais, 86 % TM	90	200	90,0	200	Getreide, Mais	0	abgeflorene Leguminose	10	90	56,0	ab 4 %	20	9,0	105	105	72	72
orn-Cob-Mi	1,000	Corn-Cob-Mix (60 % TM)	120	200	120,0	200	Getreide, Mais	0	Herbsteingearb. Leguminose	10	90	56,0	bis 4 %	0	9,0	125	125	60	60

### Betriebe mit organischer Düngung

Aufgrund der bereits erwähnten guten Mineralisationsbedingungen beim Maisanbau können die Bedarfswerte auch deutlich unterschritten werden. So kann z. B. die langjährige organische Nachlieferung von 10 % auf 25 % und der anrechenbare verfügbare Stickstoff bei Rindergülle von 60 % auf 70 % erhöht werden. Gerade bei größeren Bewirtschaftungseinheiten kann es zudem sinnvoll sein, kurz vor der ersten Düngung den N-min-Gehalt im Boden zu ermitteln. Im Gegensatz zu Getreide führt ein Stickstoffüberschuss bei Mais zwar nicht zwangsläufig zu Lagerbildung, aber eben auch nicht zu Mehrerträgen. Aus umweltrechtlichen und – besonders in diesem Jahr – aus monetären Gesichtspunkten sollte eine Überdüngung daher strikt vermieden werden.

### **Grundnährstoffe: Aus Vorräten zehren!**

Neben einer regelmäßig empfohlenen Ermittlung der Grundnährstoffe besteht bei einer Phosphatdüngung (über 30 kg und Schläge ab 1 ha) eine sechsjährige Untersuchungspflicht für den Phosphatgehalt im Boden. Von Seiten der Bodenlabore werden bei dieser Pflichtuntersuchung meist auch die Grundnährstoffe Kalk, Kalium und Magnesium ausgewiesen.

- **Versorgungsstufe C:** Es sollte lediglich der Entzug gedüngt werden.
- **Versorgungsstufe A und B:** Hier besteht Nachholbedarf (doppelter Entzug düngen, sehr theoretisch, langjährig und mit hohen Kosten verbunden).
- **Versorgungsstufe D und E:** Die Düngung ist zu reduzieren (D: halber Entzug; E: keine Düngung).

Meist geben die Labore neben der Analyse auch eine Düngeempfehlung ab. Aufgrund von Schwankungen bei Versorgungsklasse und Bodenart können die entsprechenden Empfehlungen dort exakt abgelesen werden. Im Gegensatz zu Stickstoff finden bei einer sachgerechten Grunddüngung kaum Auswaschung oder Fixierung statt. Der Gesetzgeber ermöglicht daher eine Vorratsdüngung (z. B. Phosphat für 3 Jahre). Unter Berücksichtigung der Versorgungsstufe ist es somit nicht zwingend erforderlich, jährlich Grundnährstoffe auszubringen. In Jahren mit hohen Düngerkosten können hier gezielt Einsparungen vorgenommen werden.

### **Betriebe ohne organische Düngung**

In den letzten Jahren ist der Körnermaisbau in reinen Ackerbaubetrieben ohne organische Düngung gestiegen. Hier sollte annähernd nach Bedarf gedüngt werden, um den gewünschten Kornertrag zu erzielen. Im Gegensatz zu einer langjährigen organischen Düngung (Nachlieferung) können hier Defizite schneller in Erscheinung treten.

Da Mais in der Jugendphase Phosphat nur schlecht aufnehmen kann, hat sich die Unterfußdüngung mit wasserlöslichem Phosphat etabliert, um eine zügige Entwicklung zu sichern.

Als Standardmaßnahme kommt man bei ausgewogenen Bodengehalten mit 40–50 kg/ha aus. In der Praxis hat sich die Zugabe von einer dt Diamonphosphat/ha (DAP: 18 % N, 46 %) bewährt. Der Bedarf an wasserlöslichem Schwefel liegt bei ca. 20 kg/ha und sollte ebenfalls bei den Düngemaßnahmen eingeplant werden. Kalium sollte wie Phosphat, über die gesamte Fruchtfolge betrachtet werden. Bei Silomais spricht man schnell von einem Entzug von 200 kg K<sub>2</sub>O/ha, beim Körnermais hingegen von nur rund 50 kg K<sub>2</sub>O/ha, da das Maisstroh nach der Ernte auf der Fläche verbleibt.

Gez.i.A. J.Mohr, DLR Westerwald-Osteifel, Montabaur

## Mikronährstoffe im Getreide

Mikronährstoffe können Getreidebestände stabilisieren und vitalisieren, wodurch sie Erträge sichern und die Lageranfälligkeit senken. Viele Mikronährstoffe sind in Pflanzenzellen enthalten, welche fast alle Vorgänge im Stoffwechsel der Pflanze katalysieren. Sie spielen weiterhin eine wichtige Rolle im Stoffwechsel indem sie als Aktivatoren oder Inhibitoren für enzymatische Prozesse fungieren. Zudem sind sie auch an dem Aufbau der Pflanzenzellwände beteiligt und beeinflussen die Gewebebildung sowie die Bildung von Hormonen und Abwehrstoffe gegen Krankheitserreger. Sind also nicht genügend Mikronährstoffe für die Pflanze verfügbar, können diese nicht das volle Potential ihres Energiehaushalts ausschöpfen. Eine ausgewogene Mikronährstoffversorgung sichert daher nicht nur Erträge, sondern verbessert wesentlich die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit, Frost und Krankheiten.

Mikronährstoffe gewinnen zunehmend an Bedeutung, da die immer steigenden Pflanzenerträge zu erhöhtem Mikronährstoffentzug führen. Gleichzeitig überwiegt die Gabe von einseitigem Dünger und Kalk, die oftmals arm an Mikronährstoffen sind. Und die zunehmende Forschung zu Mikronährstoffen in der Ernährung von Tier und Mensch führt dazu, dass deren Funktionen besser erforscht sind und immer bedeutender werden. Zu den Mikronährstoffen im Getreide gehören Bor, Molybdän, Mangan, Kupfer und Zink.

Haben Getreidekulturen Bormangel, zeigt sich dies oft erst nach der Blüte, da Ährchen nicht befruchtet werden. Bor ist erheblich für die Zelldifferenzierung, bedeutet, das Bor maßgeblich an der Fruchtbildung des Getreides beteiligt ist. Außerdem ist Bor wichtig für die Stabilisierung von Zellwänden, damit diese keine Krankheitserreger eindringen lassen können. Ein Bormangel äußert sich daher auch oft durch das verstärkte Auftreten von Halmbasiserkrankungen.

Molybdänmangel wirkt augenscheinlich wie ein Stickstoffmangel, obwohl die Nitrat-Gehalte im Boden hoch sind. Molybdän ist Bestandteil der Nitratreduktase, ein Enzym das Nitrat abbaut und dadurch der Zelle Ammoniak zur Verfügung stellt. Dadurch kann die Pflanze trotz hoher Nitrat-Gehalte und angereichertem Stickstoff nicht genug Eiweiß bilden, da Ammoniak wichtig für die Bildung von Aminosäuren ist, welche wiederum für die Bildung von Proteinen benötigt werden. Ein Mangel an Molybdän kommt sehr selten vor und äußert sich als erstes an den älteren Blättern, die dank der Nitratanreicherung schnell absterben. Um die Molybdänversorgung in der Regel zu sichern, ist es ausreichend den Boden zu kalken.

Ein Kupfermangel im Getreide führt schon frühzeitig zur Spitzenwelke, zum Einrollen junger Blätter und zur Weißverfärbung. Im Laufe der Vegetation kommt es zu gehemmten Ährenschieben und zu ungenügend ausgebildeten bzw. tauben Ähren (Weißährigkeit). Das liegt daran, da Kupfer maßgeblich an der Pollenfertilität beteiligt ist und die Ausbildung von Früchten und Samen fördert. Außerdem kann bei fehlendem Kupfer im Getreide eine Verholzung nicht genügend voranschreiten und die Pflanzen wirken lasch.

Bei einem Manganmangel im Getreide wirken die Pflanzen von Weitem auffallend dunkel in Verdichtungsspuren und grau-grün in lockeren Böden. Das liegt daran, da verdichteter Boden Mangan pflanzenverfügbarer macht. Mangan ist an der Chlorophyllsynthese beteiligt, sodass die Pflanzen dunkler in verdichtetem Boden wirken. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass Pflanzen mit Manganmangel flächenhaft heller sind. Außerdem bestocken Pflanzen die nicht ausreichend Mangan zur Verfügung haben schlechter und setzen weniger Spindelstufen an. Im Laufe der Vegetation entstehen nekrotische hellbraune Streifen und Flecken über der Blattwölbung und die Pflanzen sind anfälliger für Pilzkrankheiten. So ist z.B. Getreide anfälliger gegenüber der Halmbrechkrankheit und der Schwarzbeinigkeit. Eine ausreichende Mangan-Versorgung verbessert nicht nur die Krankheitsresistenz, sondern auch die Kälteresistenz bei Weizen und Hafer.

Im Getreide ist Zink wichtig für die Eiweißsynthese. Ein Mangel führt zu geringeren Eiweißgehalten und zur Anreicherung von Nitrat, wie oben beschreiben bei Molybdän. Außerdem ist Zink bei der Produktion von Auxinen (Pflanzenhormonen) beteiligt. Hormone können bei einem Mangel nicht ausreichend gebildet werden und es kommt zur Hemmung bzw. Stillstand der Zellteilung in Wurzel- und Sprossspitzen. Ein typisches Symptom für den Zinkmangel ist der Zwergenwuchs des Getreides und die deutlich aufgehellten Blattstreifen zwischen den Blattadern. Ein Mangel kann oftmals durch zu hohe Phosphatgehalte im Boden resultieren, da dadurch das Zink in den Wurzeln festliegt. Gefährdet sind vor allem auch Böden mit hohem pH-Wert sowie Kalkböden.

Weizen (Sommer und Winter), Gerste (Sommer und Winter) und Roggen haben einen mittleren bis hohen Bedarf an Kupfer und Mangan, aber einen niedrigen Bedarf an Bor, Molybdän und Zink. Hafer hat neben Kupfer und Mangan noch einen mittleren Bedarf an Molybdän. Generell wird der Mikronährstoffdüngbedarf beeinflusst durch die Wasserversorgung, die Humusversorgung, der pH-Wert sowie Witterungs- und Standortbedingungen. Mit steigendem pH-Wert sind Bor, Kupfer, Mangan und Zink verfügbarer für Pflanzen, wohingegen Molybdän mit sinkendem pH-Wert verfügbarer für Pflanzen ist. Ob eine Zugabe von Mikronährstoffen notwendig ist, kann durch Bodenuntersuchungen

und Pflanzenanalysen ermittelt werden. Die Bodenanalyse stellt den potentiell verfügbaren Nährstoffvorrat dar. Die Pflanzenanalyse zeigt den Ernährungszustand des Bestandes auf, unter Berücksichtigung der Nährstoffaufnahme, die durch Boden-, Witterungs- und Umweltfaktoren beeinflusst werden. Um die Pflanzenanalyse durchzuführen sollte vom Getreide die gesamte oberirdische Pflanze innerhalb des BBCH Stadiums 28/29 bis 45 gezogen werden. Diese sollten diagonal über die gesamte Fläche an mindestens 20 Stellen entnommen werden. 500 g bis 1000 g sauberes Getreide sollten als Mischprobe in ein geeignetes Labor zur Untersuchung gesendet werden.

Bevor eine Blattdüngung angewendet wird, sollte Gewissheit sein, dass tatsächlich ein Mangel an Mikronährstoffen vorliegt. Zudem ist eine zielgerichtete Handlung sinnvoll, insbesondere da pH-Wert, Trockenheit, überlockerte Böden oder hohe Strohmenngen die Verfügbarkeit einschränken. Außerdem sollte man auf externe Risikofaktoren wie Frost oder hohe Sonneneinstrahlung achten. Die Blattdüngung mit Mikronährstoffen orientiert sich nach Entwicklungsstadium des Getreides und ist abhängig von äußeren Stressfaktoren. Welche Funktion eine Blattdüngung zu welchem BBCH Stadium hat, ist in Tabelle 1 beschrieben.

Tabelle 1: Termine und Aufwandmengen für die Spurenelement-Blattdüngung zur Getreide

Stadium	Spurenelement	Funktion	
EC 25	Mangan Kupfer Bor Molybdän	Kohlenhydratbildung Bestandesdichte Krankheitstoleranz (Mehltau) Nitratreduzierung /-abbau	Befruchtung Gewebefestigkeit Winterfestigkeit/ Frosttoleranz
EC 31/32	Mangan Kupfer Bor Zink Molybdän	Kohlenhydratbildung Trieberhalt Krankheitstoleranz /-abwehr (Mehltau) Nitratreduzierung /-abbau Gewebefestigkeit /-bildung	Auxinhaushalt Strahlungsschutz Fertilität
EC 39/49	Kupfer Bor Zink	Proteinbildung Gewebefestigkeit /-bildung Fertilität	Krankheitsabwehr Strahlung
EC 69/71	Zink	Proteinbildung	

Liegt ein regelmäßiger Mangel auf einer Fläche vor, sollte eine Blattdüngung im Herbst vorgenommen werden, sobald die Bestände ausreichend Blattmasse gebildet haben und die Aufnahme der Mikronährstoffe gewährleisten. Dadurch kommt die Kultur nach dem Winter besser in Gang. Eine Blattdüngung im Frühjahr sollte vor einer Trockenphase erfolgen, wenn die Taubildung noch gewährleistet ist, die die Mikronährstoffe in Lösung hält, damit die Pflanzen sie aufnehmen können. Auch auf die Mischbarkeit mit anderen Wirkstoffen sollte geachtet werden. Mangan kann in höheren Mengen nicht mit Wuchsstoffen appliziert werden, da diese sonst zu schnell abgebaut werden. Kupfer und Zink sollten in höherer Dosis nicht zusammen appliziert werden, da diese Nährstoffe sich gegenseitig hemmen. Bei der Verwendung von Kupfer sollte das Rührwerk nicht ausgeschaltet werden, da es sonst zu Ablagerungen kommt. Wenn Bor mit Pyrethroiden appliziert werden soll, muss Zitronensäure der Spritzbrühe vorgelegt werden. Das liegt daran, dass Bor den pH-Wert ansteigen lässt und die Wirkung des Insektizids dadurch ausgesetzt wird. Chelate bringen generell keine Probleme in Tankmischungen, sind allerdings auch kostenintensiver als Salzdünger. Nach der Applikation sind eine gründliche Reinigung der Spritze sowie das Säubern des Filters zwingend erforderlich. Bei Fragen und Unklarheiten halten Sie bitte Kontakt zu Ihren Officialberatern vor Ort.

Gez .i.A. J. Nick, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach