Maisdüngung

Mais – die Superpflanze

Informationen zur Maisdüngung

Die Kompetenz in Kalium und Magnesium

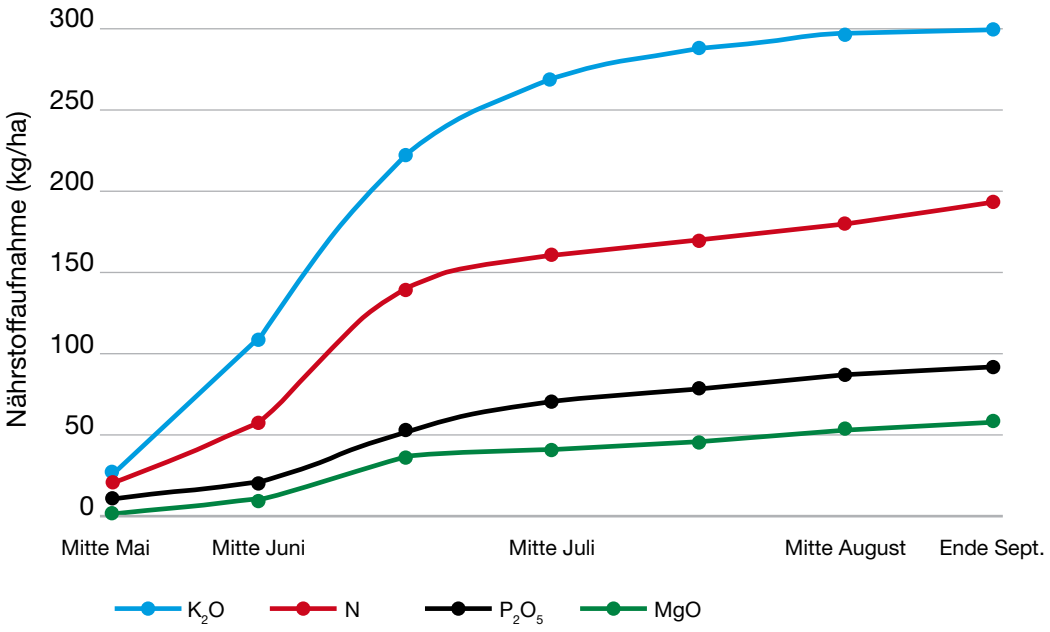
Mais –
die Hochleistungspflanze

Der Mais ist vielseitig in seiner Verwendung. Neben der traditionellen Nutzung als Silo- bzw. Körnermais wächst seine Bedeutung als nachwachsender Rohstoff. Neben dem Einsatz in der Biogasanlage kommt er ebenfalls als Ölbindemittel, als Verpackungs- oder Stoßschutzmaterial zum Einsatz.

In den gemäßigten Breiten ist Mais in der Lage, Lichtenergie am wirkungsvollsten in Biomasse umzuwandeln. So können über die Photosynthese effektiv Assimilate gebildet und in kurzer Zeit in Ertrag, Energie und Qualität umgesetzt werden.

Innerhalb von sechs Wochen – von Mitte Juni bis Ende Juli – produziert die Maispflanze drei Viertel ihrer Biomasse. Damit hat Mais den höchsten Tageszuwachs aller heimischen Kulturen. Für ein optimales Wachstum muss er bei allen Nährstoffen aus dem Vollen schöpfen. Daher darf die Düngung keineswegs dem Leistungspotenzial hinterherhinken!

Nährstoffaufnahme von Mais
4 Standorte, Mittelwerte von 3 Jahren



Je nach Verwertung und Gesamttrockenmasseertrag kann mit folgender Nährstoffaufnahme gerechnet werden:

	Ertragsniveau (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	S (kg/ha)
Silomais	17	240	100	280	40	20
Energiemais	22	310	130	370	50	25
Körnermais	9	200	100	225	35	20
Körnermais	12	265	130	300	50	25

Kalium –
Grundlage hoher und sicherer Erträge

Kalium hat in der Pflanze eine wichtige Schlüsselrolle bei wesentlichen Stoffwechselvorgängen:

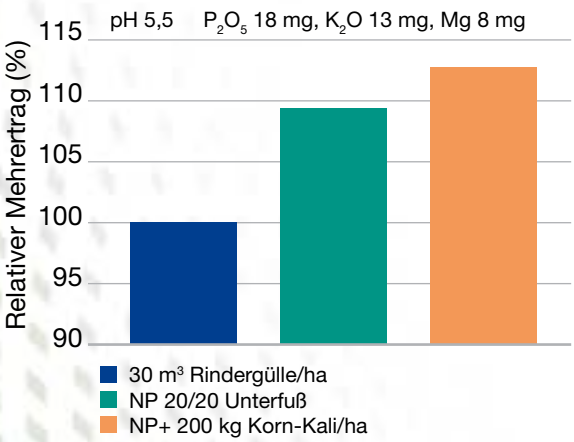
- Kalium fördert den Stofftransport in der Pflanze
- Kalium steuert den Wasserhaushalt und verbessert die Wasserausnutzung
- Kalium erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Frost
- Kalium festigt das Zellgewebe und stärkt die Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge
- Kalium unterstützt den Aufbau von Kohlenhydraten und Zuckern

Mit einer gezielten Kaliumgabe im Herbst auf die Stoppel der Vorfrucht oder als Ergänzungsdüngung zur jungen Maispflanze wird der Grundstein gelegt für die notwendige Kaliumkonzentration im Boden zur Hauptwachstumszeit.

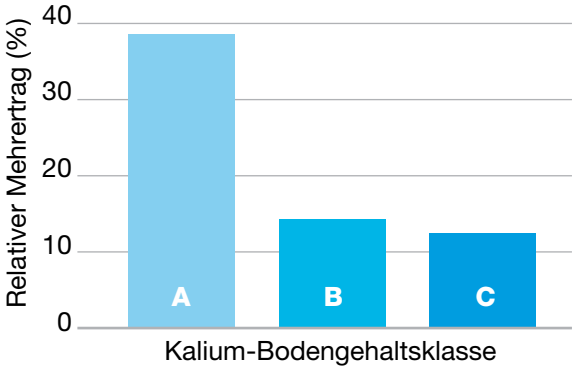
Für ein optimales Wachstum muss die Maispflanze innerhalb weniger Wochen – bis zum Fahnenschieben, Ende Juli – durchschnittlich 220-280 kg K_2O pro Hektar aufnehmen. Dabei sind folgende pflanzenbauliche Grundlagen zu beachten:

- Auf Bodenverdichtungen, hohe Tongehalte und Trockenheit reagiert der Mais als Flachwurzler sehr empfindlich.
- Kaliumfixierung (Festlegung von Kalium im Boden) vor allem nach Wiesenumbruch oder auf tonreichen Böden führt zu deutlichen Mindererträgen.
- Mangelnde Kaliumverfügbarkeit erhöht die Anfälligkeit für Stängelfäule.
- Unterversorgung mit Kalium vermindert die Standfestigkeit.
- Kalium aus der Gülle und Gärsubstraten reicht in vielen Fällen nicht aus und muss mit einer mineralischen Düngung ergänzt werden.
- Eine optimale Kaliumwirkung ist nur in Verbindung mit dem Nährstoff Magnesium gegeben, daher ist Korn-Kali mit 6 % MgO der am besten geeignete Kaliumdünger.
- Mais stellt höchste Ansprüche an die Bodenversorgung und an den Nährstoff Kalium. Eine Kalium-Bodengehaltsklasse C bei hohen Erträgen und eine Kalium-Bodengehaltsklasse D bei Energiemais sind optimal.

Ergänzungsdüngung mit Korn-Kali® zu Silomais
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Mildstedt
Versuchsdauer 5 Jahre



Ertragswirkung der Kaliumdüngung bei Mais in Abhängigkeit von der Bodenversorgung



Quelle: Kerschberger und Franke, Thüringer Landesanstalt 1997, Vortrag Sindelfingen 2002

Kaliummangel bei Mais zeigt sich durch kurze Internodien und dünne Stängel mit relativ langen Blättern. Akuter Kaliummangel (z.B. bei kaliumfixierenden Böden) äußert sich durch ein stark eingeschränktes Wachstum. Kaliummangelsymptome am Blatt sind an streifigen und dann an zusammenhängenden Vergilbungen mit nachfolgenden Spitzen- und Blattrandnekrosen zu erkennen.

Kaliummangel bei Mais

Die Stängelfäule im Mais wird durch Fusarium-Pilze verursacht. Die Infektion erfolgt hauptsächlich etwa nach der Befruchtung. Die befallenen Pflanzen können bei Wind und Regen nur wenig Widerstand leisten und knicken um: Ertragsminderungen sind die Folge. Eine Bekämpfung bzw. eine Verringerung des Schadens ist durch Auswahl weniger anfälliger Sorten möglich. Neben dem züchterischen Fortschritt kann Fusariumbefall zudem durch eine ausgewogene Düngung vermieden werden: Durch eine gezielte Kaliumdüngung kann in gefährdeten Lagen die Stängelfäule stark eingeschränkt werden.

Stängelfäule bei Mais, rechts (links gesund)

Einfluss der Kaliumdüngung auf Kornertrag und Fusariumbefall von Körnermais
K+S KALI GmbH Feldversuche, 29 Versuche, Versuchsdauer 4 Jahre

	Kaliumdüngung (minimal)	Kaliumdüngung (optimal)
Kornertrag (%)	**100,0**	**106,0**
Stängelfusarium (%)	**18,6**	**8,5**

Phosphor –
sichere Erträge…

Phosphor ist sowohl für Pflanzen als auch für das Bodenleben ein unverzichtbarer Hauptnährstoff. In der Pflanze steuert es wesentliche Stoffwechselvorgänge:

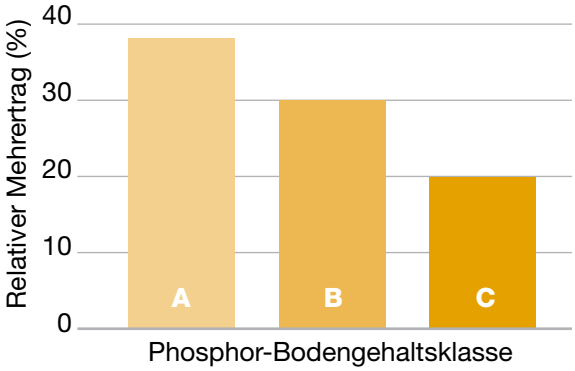
- Bauelement für Zellmembrane und Gewebefestigkeit
- Baustein der DNS und RNS als Träger der Erbsubstanz
- Unentbehrlich für den Energiehaushalt
- Fördert Blüte, Fruchtansatz und Kornausbildung
- Verbessert das Wurzelwachstum

Zusätzlich aktiviert Phosphor das Bodenleben und trägt dadurch zu einer gesteigerten Lebendverbauung durch Mikroorganismen bei. Die Krümelstruktur des Bodens wird nachhaltig stabilisiert.

Nur gut mit Phosphor versorgte Böden bringen volle Ertragsleistung und sichern beste Qualitäten. Böden in der anzustrebenden Phosphor-Gehaltsklasse C zeigen bei gleicher Phosphordüngung stets ein höheres Ertragsniveau als in den niedrigeren Phosphorgehaltsklassen A und B. Somit trägt eine gute Phosphorversorgung wesentlich zur Ertragssicherheit bei.

Phosphormangel bei Mais

Ertragswirkung der Phosphordüngung bei Mais in Abhängigkeit von der Bodenversorgung



Quelle: Kerschberger und Franke, Thüringer Landesanstalt 1997, Vortrag Sindelfingen 2002

…durch hohe Verfügbarkeit

Der größte Teil des Bodenphosphors ist schwer mobilisierbar. Nur ein geringer Teil befindet sich in der Bodenlösung und ist für die Pflanze direkt aufnehmbar. Voll aufgeschlossene Phosphorformen sind in der Lage, schnell und bedarfsgerecht gedüngtes Phosphor in die Bodenlösung nachzuliefern. In allen Thomaskali-Sorten ist das Phosphor voll aufgeschlossen und liegt somit in schnell pflanzenverfügbarer Form vor.

Durch das einzigartige Herstellungsverfahren von Thomaskali enthält dieses zusätzlich lösliche Kieselsäure und basisch wirksamen Kalk. Kieselsäure verringert die Festlegung des Phosphors und setzt bereits an Bodenteilchen gebundenes Phosphor teilweise wieder frei. Deswegen wirkt das Phosphor im Thomaskali unabhängig vom pH-Wert des Bodens.

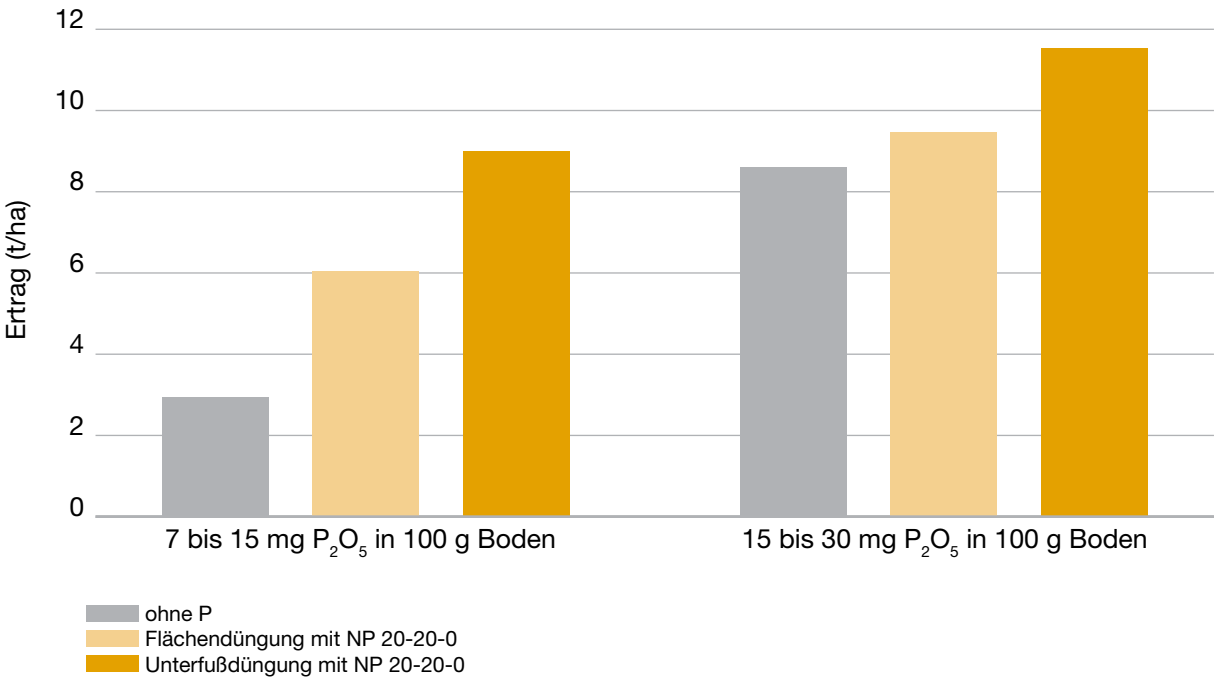
Das Düngesystem PK-Dünger plus N-Einzeldünger mit Thomaskali enthält alle Nährstoffe, welche die Pflanze braucht und ist sehr flexibel.

Thomaskali ist zudem unabhängig von der Jahreszeit und somit auch im Herbst oder Winter einsetzbar (die Vorgaben der DüV sind zu beachten).

Neben dem Thomaskali-Düngesystem bietet sich ergänzend oder als alleinige Variante NP-Dünger plus Korn-Kali an. Die starke Düngewirkung von voll aufgeschlossenem Phosphor wird in nachfolgenden Versuchen beispielhaft aufgezeigt.

Der Einfluss der Phosphorbodenversorgung auf den Ertrag ist größer als die des Düngeverfahrens. Diese Versuche belegen die Notwendigkeit einer optimalen Nährstoffversorgung im Boden und einer guten NP-Verfügbarkeit speziell in der Jugendentwicklung.

Wechselwirkung zwischen Phosphorversorgung und Phosphordüngeverfahren bei Mais,
Feldversuche BASF



Magnesium – nur grüne Pflanzen bringen hohe Assimilationsleistung

Mais hat wegen seines mächtigen Blattapparates einen besonders hohen Magnesiumbedarf bis zu 70 kg pro Hektar MgO. Mit Beginn des Massenwachstums bis zum Fahnenschieben hat Körnermais die höchste tägliche Aufnahmerate von etwa 1 bis 1,5 kg MgO/ha. Bei Energiemais können bis zu 2,5 kg MgO/ha aufgenommen werden. Eine gute Magnesiumversorgung sichert einen hohen Chlorophyllgehalt in den Blättern, wodurch die Leistungsfähigkeit der Maispflanze gewährleistet wird. Zudem hat Magnesium weitere wichtige Funktionen in der Pflanze wie z.B. die Aktivierung verschiedener Enzyme, die wiederum wichtige Stoffwechselvorgänge wie z.B. den Aufbau von Eiweiß, Stärke, Zucker, Ölen und Fetten ermöglichen. Bei der Wahl der Düngemittel ist daher die Löslichkeit des Magnesiums besonders zu beachten!

Pflanzenbauliche Grundlagen im Maisanbau:

- Magnesium wird von der Pflanze nur passiv aufgenommen, das heißt, nur das vom Bodenwasser an die Wurzeln herangeführte Magnesium ist auch aufnehmbar.
- Besonders Trockenheit verringert die Magnesiumaufnahme erheblich.
- Leichte Böden enthalten von Natur aus meist wenig Magnesium, das zudem noch auswaschungsgefährdet ist.
- Schwere und verdichtete Böden liefern wegen des langsameren Wasserstromes zur Wurzel weniger Magnesium nach.
- Das Kalium-/Magnesiumverhältnis im Boden sollte nicht weiter als 2:1 sein.
- Das Kalium-/Magnesiumverhältnis in Schweine-, Geflügel- und Rindergülle ist mit 3–6:1 zu weit, um eine ausreichende Magnesiumversorgung sicher zu stellen.
- Bei Gülledüngung sowie bei ammoniumbetonten Stickstoffdüngern ist wegen des Ammonium-/Magnesiumantagonismus die Magnesiumaufnahme eingeschränkt.
- Nur durch eine gute Magnesiumversorgung ist eine volle Kornausbildung garantiert.

Volle Kornausbildung durch eine Düngung mit 200 kg ESTA® Kieserit gran.

Magnesiumsulfat –
in der Form liegt die Wirkung

ESTA® Kieserit gran. und kieserithaltige Mineraldünger wie Korn-Kali und Patentkali gewährleisten aufgrund der voll wasserlöslichen Magnesiumverbindungen die bedarfsgerechte Magnesiumversorgung sofort und nachhaltig auf allen Böden unabhängig vom pH-Wert. Tritt Magnesiummangel auf, ist dieser an perlschnurartigen Aufhellungen des Maisblattes bei sonst noch grünen Blattspreiten zu erkennen. Bei anhaltendem Magnesiummangel verlieren die Blätter immer mehr ihre grüne Farbe und es kommt zu Vergilbungen an den Blatträndern.

Bei ungünstigen Aufnahmebedingungen kann leichter Magnesiummangel durch eine Anwendung mit EPSO Top, EPSO Microtop oder EPSO Combitop behoben werden. In Verbindung mit Pflanzenschutzmaßnahmen sollte die empfohlene Konzentration von 5 kg EPSO Top, EPSO Microtop bzw. EPSO Combitop pro 100 l Wasser nicht überschritten werden.

Akuter Magnesiummangel kann durch eine Düngung mit ESTA® Kieserit gran. behoben werden. Die Düngung mit ESTA® Kieserit gran. deckt darüber hinaus auch den Schwefelbedarf von Mais. Schwefel verbessert die Stickstoffverwertung der Maispflanze und regt somit die Proteinbildung an.

Magnesiummangel bei Mais (von links nach rechts: leichter bis schwerer Mangel)

In der Praxis haben sich mehrere Verfahren zur Kieseritdüngung bewährt:

- Unterfußdüngung mit 100 bis 200 kg ESTA® Kieserit gran./ha
- Unterfußdüngung mit 100 bis 200 kg ESTA® Kieserit gran./ha in Kombination mit N- oder NP-Düngern
- Reihendüngung mit 200 kg ESTA® Kieserit gran./ha bei oder nach der Saat auch in Verbindung mit der Hacke
- Flächendüngung mit 200 kg ESTA® Kieserit gran./ha, bei niedrigen Magnesiumgehalten im Boden bis 500 kg ESTA® Kieserit gran./ha.

Unterfuß- und Reihendüngungsversuche mit ESTA® Kieserit gran. zeigen eine positive Ertragswirkung im Maisanbau.

K+S KALI GmbH, Feldversuche aus 4 Jahren auf 14 Standorten

Düngung betriebsüblich	plus 200 – 400 kg ESTA® Kieserit gran./ha
100%*	108%

*Ertragsniveau
ca. 9 t/ha bei Körnermais und 16 t/ha TM bei Silomais

Mikronährstoffe –
kleine Mengen – große Wirkung

Entzug von Mikronährstoffen durch Mais

Ertrag	Bor (g/ha)	Mangan (g/ha)	Zink (g/ha)	Kupfer (g/ha)
Ganzpflanze (14 t TM/ha)	130 – 250	2400 – 3600	310 – 380	100 – 200

Mit dem Anbau von Hochertragssorten steigen parallel zu den Erträgen auch die Entzüge von Nährstoffen. Als besonders blattreiche und massenwüchsige Pflanze hat Mais einen hohen Bedarf an Mikronährstoffen, welche rechtzeitig zur Verfügung stehen müssen.

Bor

- hat wesentliche Bedeutung für die Zellwandausbildung, den Wasserhaushalt sowie die Bildung von energiereichen Inhaltsstoffen wie Zucker und Stärke.
- fördert die Anlage und Ausbildung der generativen Organe und hat daher wesentlichen Einfluss auf die Ertragsbildung.
- hat bei der Düngung einen engen Wirkungsbereich zwischen Mangelbehebung, optimaler Versorgung und Toxizität. Eine dosierte, auf den Borbedarf abgestimmte Düngung ist erforderlich.

Mangan

- aktiviert eine Vielzahl von Enzymen und hat im Stoffwechsel der Pflanze vielfältige Bedeutung.
- wird sowohl bei der Chlorophyll- und Photosynthese als auch bei der Nitratreduktion und Aminosäurebildung benötigt.
- fördert die Krankheitsresistenz der Pflanze.

Zink

- ist ein unentbehrlicher Nährstoff für die Proteinbildung, die bei Zinkmangel nur gehemmt abläuft.
- ist für die Stabilität der Ribosome notwendig.
- ist wichtig für das Längenwachstum der Pflanzen.

Kupfer

- stabilisiert die Funktion der Chloroplasten.
- ist wichtig für die Lignifizierung der Pflanzen und damit für die Halmstabilität.

Durch eine Blattdüngung bei Silo- oder Energiemais wird neben dem Ertrag der Gesamtpflanze auch die Kolbentrockenmasse verbessert
Standort Nenzingen Kreis Konstanz, Exaktversuch, K+S KALI GmbH Feldversuchswesen

Ø 2006-2008	Gesamtmasse (t TM/ha)	Kolben (t TM/ha)
ohne Blattdüngung	25,67	13,53
EPSO Microtop (20 kg im 6-Blatt-Stadium)	26,97 + 5,10 %	14,10 + 4,20 %
EPSO Combitop (20 kg im 6-Blatt-Stadium)	27,20 + 6,00 %	14,30 + 5,70 %

Versuchsdurchführung: Martin Feldversuchswesen

Bor –
für volle Kolben

Mais gehört mit einem Borentzug von 130 bis 250 g/ha zu den besonders borbedürftigen Kulturpflanzen. Sichtbarer Bormangel tritt unter üblichen Praxisbedingungen bei Mais nur sehr selten auf. Bormangel äußert sich durch ein verkürztes Internodienwachstum sowie an den jüngeren Blättern anhand von schmalen, weißen und durchsichtigen nekrotischen Flecken.

Güllebetriebe, die weniger von Mikroelementproblemen betroffen sind, überschätzen leicht den Borgehalt ihrer Böden, da in Rinder- und Schweinegülle nur etwa 2 g Bor je Kubikmeter Gülle enthalten sind.

Bormangel bei Mais

Starker Bormangel bei Mais

Extremer Bormangel bei Mais

In seiner Wirkungsweise in der Pflanze unterscheidet sich Bor grundlegend von anderen Mikronährstoffen, was für die Energiepflanze Mais von besonderer Bedeutung ist. Bor ermöglicht erst den reibungslosen Transport der in der Pflanze gebildeten Zucker und deren weitere Verarbeitung zu Stärke. Diese Stärke wird ausschließlich im Kolben eingelagert, die Restpflanze ist praktisch stärkefrei. Da Bor die Anlage und Ausbildung der Fortpflanzungsorgane fördert, liegt hierin die Erklärung, warum sich der Maisertrag bei Bordüngung stets zu Gunsten des Korn- bzw. Kolbenanteils verschiebt. Eine Borunterversorgung ist an der Art der Kolbenausbildung erkennbar. So sind die Kolben vergleichsweise kleiner, die einzelnen Körner schlechter ausgefüllt und die Kornreihen sehr unregelmäßig angeordnet.

Anders als im Keimstadium reagiert Mais im Vier- bis Sechsblattstadium nur noch sehr wenig empfindlich auf höhere Borkonzentrationen. Bei niedrigen und mittleren Borgehalten im Boden werden zur Deckung des Spitzenbedarfs bzw. latenten Mangels 25 kg EPSO Microtop/ha in einer 5 %igen Konzentration (5 kg EPSO Microtop pro 100 l Wasser) empfohlen. Durch die Blattdüngung von 150 bis 250 g Bor/ha über EPSO Microtop kann ein Ertragszuwachs von bis zu 5 % über den Kolben erzielt werden.

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 pflanzenverfügbaren Manganoxid aufoxidiert.

Starker Manganmangel bei Mais

Älterer Mais jedoch kann in gewissem Umfang das Manganoxid durch Wurzelausscheidungen 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 Wiederergrünen kann erreicht werden, wenn Mangan nicht allein, sondern zusammen mit Magnesium in wasserlöslicher Form ausgebracht wird. Auf ein optimales Verhältnis zwischen Mangan und Magnesium ist zu achten, da beide Nährstoffe in der Pflanze um die Bindungsstellen konkurrieren und sich gegenseitig antagonistisch beeinflussen.

Deshalb ist die Nährstoffkombination in EPSO Microtop mit 1 % Bor, 1 % Mangan, 15 % Magnesium und 12 % Schwefel optimal zur Blattdüngung von Mais im Vier- bis Achtblattstadium.

Zink –
für Wachstum und Ausreife

Das wichtigste Spurenelement im Maisanbau ist Zink. Obwohl Zinkmangelsymptome bei Mais in der Hauptwachstumsphase verhältnismäßig häufig vorkommen, werden sie kaum erkannt oder beachtet. Zinkmangel wird besonders in Jahren mit längerer Trockenheit im Frühsommer auf vielen Standorten sichtbar.

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 Blattetagen.

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 aber im Wuchs gehemmt und bleiben beim Ertrag und der Trockensubstanzbildung zurück. An den Kolben gibt es keine eindeutigen Zinkmangelsymptome, sie sind aber schmächtiger und wegen der Reifeverzögerung heller als die von ausreichend mit Zink versorgten Pflanzen.

Bei ausreichender Borversorgung sollte deshalb EPSO Combitop® mit 1 % Zink, 4 % Mangan, 13 % Magnesium und 13 % Schwefel zur Blattdüngung angewendet werden.

Starker Zinkmangel mit verzögerter Kolbenausreife

Kupfer – für Gewebestabilität und Befruchtung

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 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.

Kupfermangel auf humosem Boden

Befruchtungsstörung durch Kupfermangel

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. In diesem Fall sollte EPSO Combitop mit einem wasserlöslichen Kupferdünger (Kupferchelat) ergänzt werden.

Durch eine Blattdüngung zu Mais mit Magnesium, Schwefel und Spurenelementen wird der Kornertrag (t/ha) signifikant erhöht.

Jahr	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Sorte	**Brissac**	**Konfians**	**DKc 3745**	**PR38 B85**
ohne Blattdüngung	11,75	10,76	8,02	11,03
20 kg EPSO Microtop im 4-6-Blattstadium	12,55	11,53	8,11	nicht geprüft
20 kg EPSO Microtop im 6-8-Blattstadium	12,99	11,43	8,35	11,86
20 kg EPSO Combitop im 6-8-Blattstadium	nicht geprüft	11,63	8,23	nicht geprüft

Quelle: Dr. H. Sprich, 2007

Energiemais – hohe Anforderung an das Düngemanagement

Die Produktion von Energiemais zur Erzeugung von Biogas erfordert im Vergleich zum Silomais- bzw. Körnermaisanbau einen höheren Nährstoffeinsatz. Dies ist durch das höhere Ertragsniveau mit wesentlich höheren Naturalerträgen und intensiveren Fruchtfolgen begründet. Ferner sind die Nährstoffkreisläufe keineswegs geschlossen, wie oftmals behauptet wird, denn Nährstoffe werden dem Kreislauf durch Auswaschung, Festlegung und Fixierung temporär oder dauerhaft entzogen. Um dem Rechnung zu tragen, sind zum einen ein erweitertes Nährstoffmanagement und zum anderen eine speziell abgestimmte Ergänzungsdüngung in mineralischer Form unabdingbar.

Welche Gesichtspunkte sind zu beachten?

Anpassung an das höhere Ertragspotential

- Ein höheres Nährstoffniveau im Boden anstreben
- Eine maximale Nährstoffverfügbarkeit im Boden während der gesamten Vegetationsperiode gewährleisten
- Den Pflanzen leicht aufnehmbare Nährstoffformen durch Auswahl geeigneter Düngemittel zur Verfügung stellen

Offene Nährstoffkreisläufe durch gezielte mineralische Ergänzungsdüngung schließen

- Ausgleich von Auswaschungsverlusten bei Kalium, Magnesium und Schwefel
- Ausgleich von Festlegung/Fixierung bei Phosphat und Kalium sowie Spurennährstoffen
- Ausgleich fehlender Nährstoffzugänge aus Futterzukäufen

Beachtung besonderer Nährstofffunktionen

- Phosphat sorgt für eine rasche und optimale Jugendentwicklung
- Kalium hilft der Pflanze Wasser sparen und erhöht die Pflanzengesundheit
- Magnesium steht für hohe Leistung über das Blattgrün
- Schwefel garantiert eine gute Stickstoffausnutzung
- Spurenelemente fördern die Ausreizung des Ertragspotentials

Der Anbau von Energiemais mit dafür speziell gezüchteten Hochertragssorten wird stets von dem Gedanken begleitet sein, den Biomasseertrag weiter zu maximieren und das vorgegebene Ertragspotential so weit wie möglich auszuschöpfen. Dies hat höhere Nährstoffentzüge zur Folge, die nur gedeckt werden können, wenn die Nährstoffgehalte des Bodens im oberen Bereich der Versorgungsstufe C oder im Bereich der Versorgungsstufe D liegen.

Gesamttrockenmasseertrag und Nährstoffentzug von Energiemais

	Ertragsniveau (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	MgO (kg/ha)	S (kg/ha)
Energiemais	15	210	90	250	35	20
Energiemais	20	280	120	335	45	25
Energiemais	25	350	150	420	60	30

Kieserit – weißes Gold für grüne Energie

Der Zeitraum, der dem angebauten Energiemais für die Aufnahme der hohen Nährstoffmengen zur Verfügung steht, ist allerdings nicht länger, sondern eher kürzer als bei vergleichbaren Kulturen im herkömmlichen Anbau. Energiemais muss somit bei der Nährstoffaufnahme aus dem Vollen schöpfen können. Das heißt, dass die Nährstoffverfügbarkeit eine ganz entscheidende Rolle spielt.

Energiemais benötigt voll wasserlösliche Nährstoffformen, die schon unmittelbar nach der Ausbringung in der Bödenlösung vorliegen und aufgenommen werden können. Die Auswahl der Düngemittel hat sich daher nach der schnellen Nährstoffverfügbarkeit zu richten. In den Düngemitteln der K+S KALI GmbH sind grundsätzlich alle enthaltenen Nährstoffe voll wasserlöslich und sofort pflanzenverfügbar. Neben effizienten Düngemitteln müssen die Nährstoffe sowohl bedarfs- als auch zeitgerecht ausgebracht werden, um eine optimale Ertragswirkung zu erreichen.

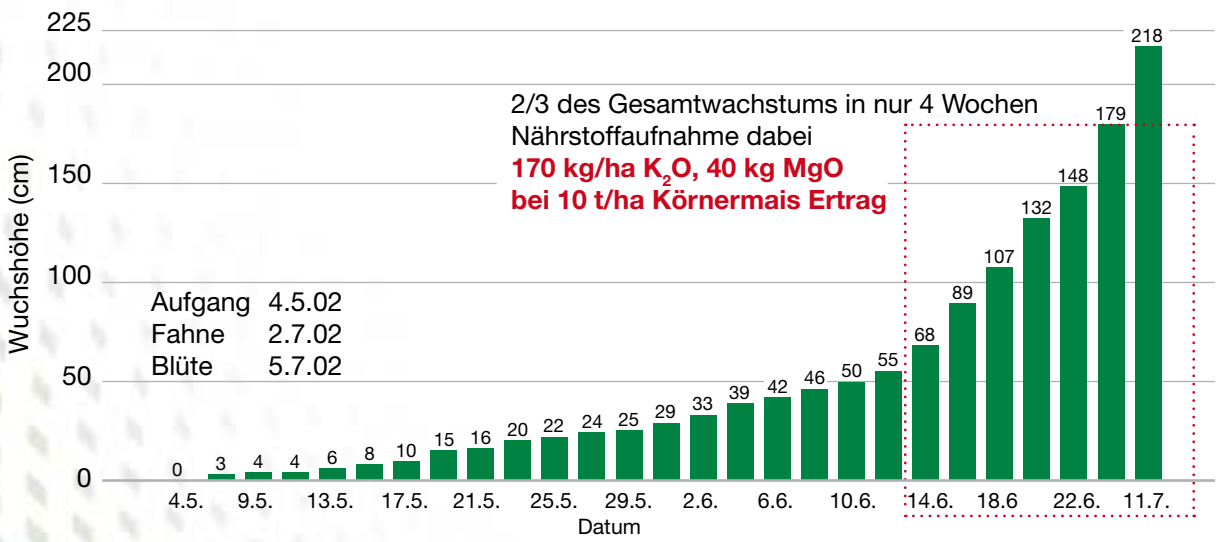
Magnesium ist zur Hauptwachstumsphase besonders wichtig. Der Magnesiumgehalt im Boden reicht zwar für den konventionellen Ackerbau häufig aus, nicht aber im Energiemaisanbau. Magnesium ist in der intensiven Grünmasseproduktion, wie dies im Energiemaisanbau der Fall ist, das absolute „Power-Element“. Magnesium ist das Zentralatom im Chlorophyllmolekühl (Blattgrün), wo Sonnenlicht in Biomasse umgewandelt wird. Magnesium ist somit direkt an der späteren Energiegewinnung beteiligt:

Sonnenlicht + Magnesium = Bioenergie (z.B. Methan)

Magnesium muss aus diesem Grund sehr gezielt, womöglich separat, in jedem Fall aber in voll wasserlöslicher Form und vor allem „frisch“ gedüngt werden. All diesen Anforderungen entsprechen nur ESTA® Kieserit gran. oder kieserithaltige Düngemittel (wie z.B. Korn-Kali und Patentkali).

Von den Maispflanzen werden zwei Drittel des Magnesiums innerhalb von nur vier Wochen während der Hauptwachstumsphase (Mitte Juni bis Ende Juli) aufgenommen. Das bedeutet bei einem Ertrag von 25 t Trockenmasse je Hektar die Verfügbarkeit von 2 – 2,5 kg Magnesium pro Hektar und Tag

Wachstum von Mais



Düngungsempfehlungen für Mais

Zur Düngung im Mais empfehlen wir folgende Düngemittel

Korn-Kali®

400–600 kg/ha zu Körner- und Silomais bzw. 500–700 kg/ha zu Energiemais zur Abdeckung des Kaliumbedarfs und gleichzeitiger Absicherung des Magnesium- und Schwefelbedarfs.

Thomaskali®

Je nach Sorte 500–600 kg/ha bei P-betonten und 600–1000 kg/ha bei weniger P-betonten Thomaskali-Düngern zu Körner- und Silomais sowie ein Zuschlag von ca. 200–400 kg/ha bei Energiemais.

ESTA® Kieserit gran.

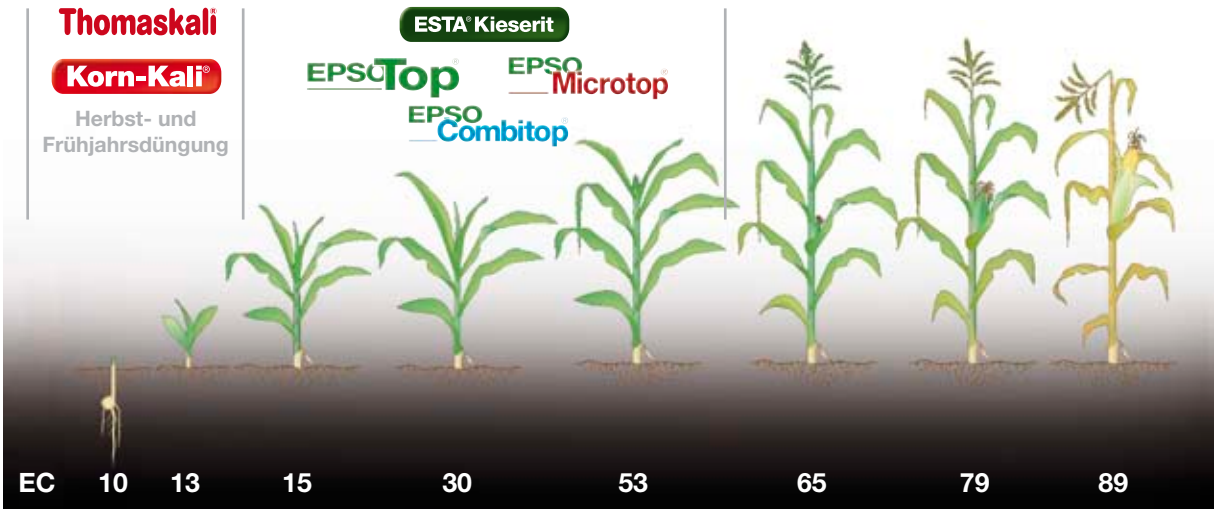
200–300 kg/ha zu Körner- und Silomais und 300–400 kg/ha zu Energiemais zur Abdeckung bzw. Aufdüngung des Magnesiumbedarfs.

EPSO Microtop®

20–25 kg/ha (5 kg pro 100 l Wasser), evtl. in mehreren Teilgaben ab Vier- bis Achtblattstadium decken den Bor- und Manganbedarf von Mais bei gleichzeitiger Versorgung mit Magnesium und Schwefel.

EPSO Combitop®

20–25 kg/ha (5 kg pro 100 l Wasser), evtl. in mehreren Teilgaben ab Vier- bis Sechsblattstadium decken den Zink- und Manganbedarf von Mais bei gleichzeitiger Versorgung mit Magnesium und Schwefel.



Alles aus einer Hand

Korn-Kali®

EG-Düngemittel

Kaliumchlorid mit Magnesium 40 (+6+3+4)

40 %	**K_2O**	wasserlösliches Kaliumoxid
6 %	**MgO**	wasserlösliches Magnesiumoxid
3 %	**Na**	wasserlösliches Natrium
4 %	**S**	wasserlöslicher Schwefel

Korn-Kali ist das ideale Düngemittel für den Maisanbau, ist auf allen Böden einsetzbar und ist voll wasserlöslich. Alle Nährstoffe liegen in sofort pflanzenverfügbarer Form vor.

ESTA® Kieserit gran.

EG-Düngemittel

Kieserit 25+20

25 %	**MgO**	wasserlösliches Magnesiumoxid
20 %	**S**	wasserlöslicher Schwefel

ESTA® Kieserit ist ein hochprozentiger Magnesium-Schwefel-Dünger auf Sulfatbasis. Magnesium und Schwefel sind direkt pflanzenverfügbar, wirken schnell und nachhaltig – unabhängig vom pH-Wert und Bodentyp.

EPSO Top®

EG-Düngemittel

Magnesiumsulfat 16+13

16 %	**MgO**	wasserlösliches Magnesiumoxid
13 %	**S**	wasserlöslicher Schwefel

EPSO Microtop®

EG-Düngemittel

Magnesiumsulfat mit Spurennährstoffen 15+12

15 %	**MgO**	wasserlösliches Magnesiumoxid
12 %	**S**	wasserlöslicher Schwefel
1 %	**B**	wasserlösliches Bor
1 %	**Mn**	wasserlösliches Mangan

EPSO Combitop®

Magnesiumsulfat mit Mangan und Zink 13+13

13 %	**MgO**	wasserlösliches Magnesiumoxid
13 %	**S**	wasserlöslicher Schwefel
4 %	**Mn**	wasserlösliches Mangan
1 %	**Zn**	wasserlösliches Zink

Allle EPSO Produkte sind sofort wirksame Blattdünger mit den Nährstoffen Magnesium und Schwefel. Zusätzliche Mikronährstoffe ergänzen die Wirksamkeit und erhöhen die Ertragssicherheit.

Thomaskali®

PK-Dünger mit Konverterkalk mit Phosphat mit Hüttenkalk mit Dicalciumphosphat

P_2O_5 in 2 %iger Zitronensäure und in alkalischem Ammoncitrat (Petermann) lösliches Phosphat
K_2O wasserlösliches Kaliumoxid
CaO basisch wirksame Bestandteile bewertet als CaO (Neutralisationswert)
MgO Magnesiumoxid
Na Natrium
S Schwefel

Enthält basisch wirksame Bestandteile und zusätzlich wertvolle Spurennährstoffe, lösliche Kieselsäure sowie wasserlösliches Natrium.

Thomaskali®	garantierte Bestandteile %						wertvolle Bestandteile*						
							ca. %		ca. ppm				
	P_2O_5 voll auf-geschlossen	K_2O hoch-wirksam	CaO basisch wirksame Bestandteile	MgO sofort verfügbar	Na voll wasserlöslich	S bedarfs-gerecht	SiO_2 Kieselsäure	Mn Mangan	Cu Kupfer	Zn Zink	B Bor	Co Kobalt	Mo Molybdän
7+21+5MgO+4S	7	21	13	5	2,5	4							
10+15+5MgO+4S	10	15	15	5	2,5	4	*gilt für alle 6 Thomaskali-Sorten						
11+11+6MgO+5S	11	11	16	6	2,5	5	3	0,2	6	110	50		6
8+15+6MgO+5S	8	15	15	6	2,5	5	bis	bis	bis	bis	bis	< 2	bis
10+20+4MgO+4S	10	20	14	4	2,5	4	4	0,3	10	200	80		9
12+18+4MgO+4S	12	18	15	4	2,5	4							

Verantwortungsbewusste Düngerberatung

Der optimale Einsatz der Mineraldüngung spielt für den wirtschaftlichen Erfolg landwirtschaftlicher Produkte nach wie vor eine entscheidende Rolle. Immer mehr sind Spezialinformationen gefragt, die eine gezielte, standortgerechte Bewertung von Düngerhöhe, Nährstoffform und Düngungszeitpunkt erlauben sowie Auskünfte über bestimmte Düngemittelsorten und -systeme geben. Diese liefern wir Ihnen für die Nährstoffe Kalium, Magnesium, Schwefel und Natrium. Sie können Informationsmaterial gerne bei uns anfordern, oder besuchen Sie uns im Internet.

Mit dem Softwarepaket „K+S Düngermanager“ werden Hilfestellungen zur Düngung gegeben. In einem Planungsteil lässt sich auf Basis von betriebsspezifischen Gegebenheiten (Standort, zur Verfügung stehende Dünger) sowie schlagbezogenen Angaben (Bodenuntersuchungsergebnisse, Bodenart, Fruchtfolge, Ertragsniveau, vorgesehene Anbaumaßnahmen, Wirtschaftsdüngereinsatz) die optimale Mineraldüngung für jeden Schlag eines Betriebes errechnen. Je nach vorhandenen mineralischen Betriebsdüngern werden für ein Jahr oder für die vorgesehene Fruchtfolge bis zu 5 verschiedene Düngesysteme gleichzeitig durchgerechnet. Eine manuelle Veränderung aller Planungsdaten ist jederzeit möglich. Für die gerechneten Düngesysteme wird ein Kostenvergleich (Dünger incl. Ausbringung) für ein oder mehrere Jahre auf Basis tatsächlicher, vom Landwirt einzugebender Düngerpreise ausgewiesen, der eine schnelle ökonomische Bewertung der verschiedenen Düngesysteme mit betriebsspezifischen Daten ermöglicht.

In einem zweiten Teil kann mit dem K+S Düngermanager darüber hinaus der nach der Düngeverordnung vorgeschriebene Nährstoffvergleich für jeden angelegten Betrieb einfach und übersichtlich durchgeführt werden. Dies erfolgt unabhängig von der Düngerplanung auf Basis von tatsächlich angefallenen Maßnahmen.

Der K+S Düngermanager wird unentgeltlich über die Homepage **www.kali-gmbh.com** zur Verfügung gestellt.

www.kali-gmbh.com

Auf unserer Internetseite finden Sie unsere komplette **Produktpalette** mit ausführlichen Erläuterungen zur Anwendung.

Auch ein schneller Zugriff auf detaillierte **Fachinformationen,** wie beispielsweise aktuelle **Versuchsergebnisse,** Wissenswertes über die Nährstoffe sowie ausführliche Düngeinformationen zu wichtigen **Kulturen** und **regionale Berichte,** ist über **www.kali-gmbh.com** möglich. Nutzen Sie gerne auch unseren Service zur online-Bestellung von Informationsmaterialien.

Weiterhin bieten wir Ihnen ein umfangreiches Bildarchiv mit Nährstoffmangelsymptomen bei Pflanzen.

Wir freuen uns auf Ihren Klick.

Ihre Anwendungsberatung
der K+S KALI GmbH

Ihr Kontakt zu uns

Ausführliche Informationen und **detaillierte Angaben zu allen Bereichen** der K+S KALI GmbH erhalten Sie unter

www.kali-gmbh.com

Ihre Ansprechpartner

K+S KALI GmbH
Anwendungsberatung
Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel
Telefon 0561 9301-2316
Fax 0561 9301-1416
duengemittel@kali-gmbh.com

Informationen von kompetenten Partnern
Ihre K+S KALI-Regionalberater

Gerhard Feger
Tel. 04344 415433
Fax 04344 410677
Mobil 0176 12348345
gerhard.feger@kali-gmbh.com

Dr. Steffen Leidel
Tel. 038853 33843
Fax 038853 33854
Mobil 0176 12348357
steffen.leidel@kali-gmbh.com

Dr. Dietrich Lampe
Tel. 05044 4897
Fax 05044 4897
Mobil 0176 12348346
dietrich.lampe@kali-gmbh.com

Bernd Frey
Tel. 03925 320783
Fax 03925 320784
Mobil 0176 12348353
bernd.frey@kali-gmbh.com

Reinhard Elfrich
Tel. 02582 9363
Fax 02582 9364
Mobil 0176 12348347
reinhard.elfrich@kali-gmbh.com

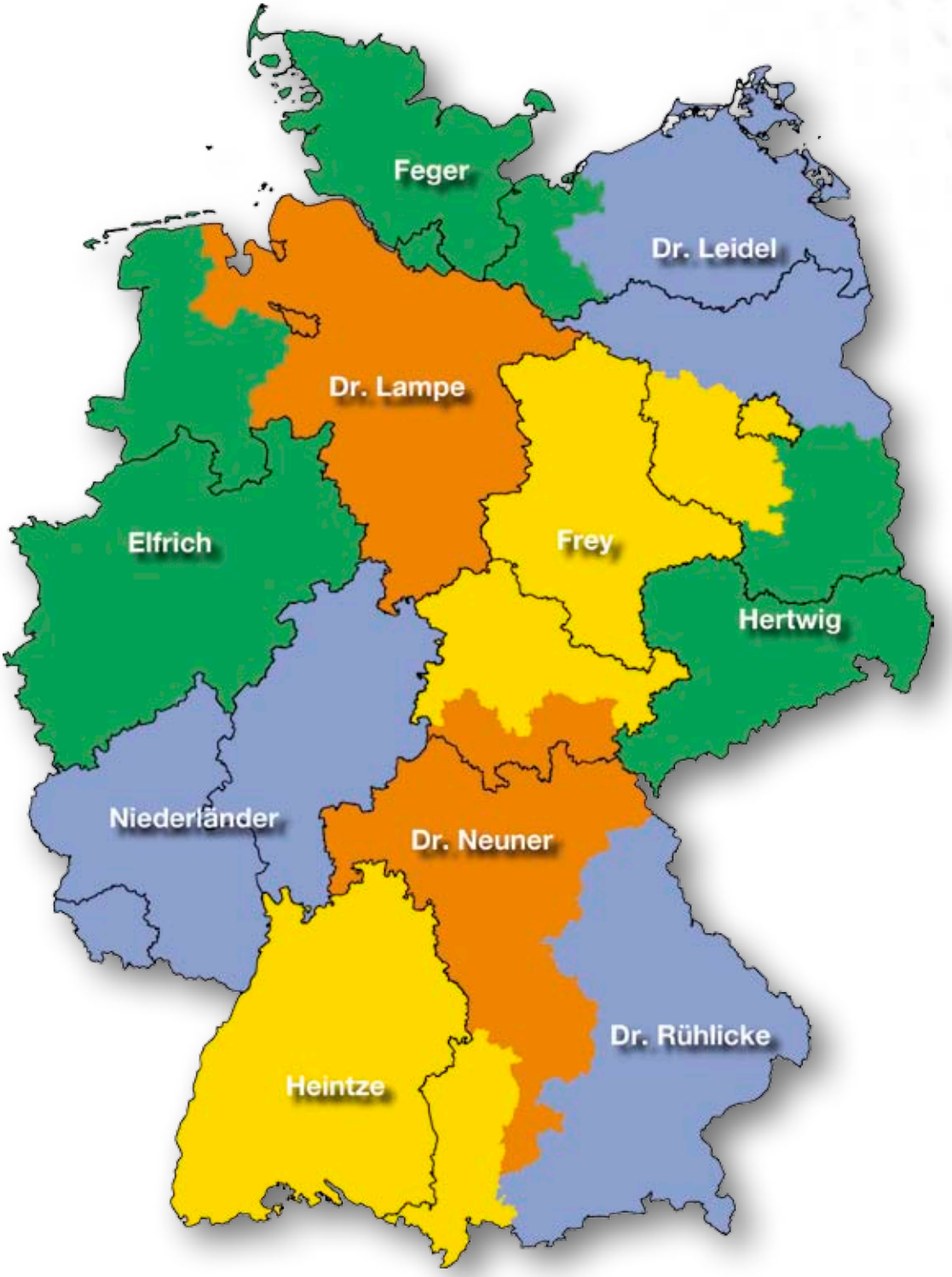
Frank Hertwig
Tel. 030 40056643
Fax 030 40056779
Mobil 0176 12349332
frank.hertwig@kali-gmbh.com

Erwin Niederländer
Tel. 06893 6388
Fax 06893 6396
Mobil 0176 12348350
erwin.niederlaender@kali-gmbh.com

Dr. Karl-Heinz Neuner
Tel. 09177 9578
Fax 09177 9579
Mobil 0176 12348356
karl-heinz.neuner@kali-gmbh.com

Peter Heintze
Tel. 07774 6146
Fax 07774 7587
Mobil 0176 12348348
peter.heintze@kali-gmbh.com

Dr. Gudwin Rühlicke
Tel. 08707 8428
Fax 08707 8427
Mobil 0176 12348355
gudwin.ruehlicke@kali-gmbh.com



Herausgeber:
K+S KALI GmbH, 34131 Kassel

Bearbeitung und Redaktion:
Anwendungsberatung und Vertrieb K+S KALI GmbH

Alle Angaben und Aussagen in dieser Broschüre sind unverbindlich. Änderungen behalten wir uns vor.

® = Registriertes Warenzeichen der K+S KALI GmbH

K+S KALI GmbH
Bertha-von-Suttner-Str. 7, 34131 Kassel, Deutschland
Telefon +49 (0)561 9301 2316 · Fax +49 (0)561 9301 1416
duengemittel@kali-gmbh.com · www.kali-gmbh.com
Ein Unternehmen der K+S Gruppe

6736/0509/W/deutsch