

WISSENS SPEICHER *Digital*



Alles rund um

NÄHRSTOFF- EFFIZIENZ



Mehr Infos zum WISSENS SPEICHER und rund um die
Pflanzenernährung unter www.kali-akademie.de

Nährstoff-Effizienz

Warum ist die Nährstoff-Effizienz heute wichtiger denn je?

Wie können landwirtschaftliche Kulturen zukünftig noch optimal ernährt werden? Wie sollen beste Qualitäten und hohe Erträge weiterhin garantiert werden? Diese Fragen stellen sich Landwirte, wenn sie die neuen Fakten der Düngeverordnung lesen.

Denn seit dem 26. Mai 2017 gilt das überarbeitete Düngegesetz, welches die gesetzliche Grundlage für die neue Düngeverordnung (2. Juni 2017) legt. Dieses stellt Landwirte vor große Herausforderungen, denn die Regelungen sind verschärft worden und erfordern eine präzise Umsetzung. Dabei sind vor allem Einschränkungen und Regulierungen bei der Stickstoff- und Phosphoranwendung eingeführt worden.

Ziel dieser Änderungen und Regelverschärfungen ist, dass Stickstoff und Phosphor so eingesetzt werden, dass keiner der beiden Nährstoffe sich durch die gängige Düngungspraxis im Ökosystem anreichert. Durch Regulierung der Aufwandmenge und des Applikationszeitpunktes sollen Umwelt und Ressourcen geschont werden. Nur durch ein optimales Düngemanagement sind alle Nährstoffe zu dem Zeitpunkt verfügbar, zu dem sie auch gebraucht werden.

BEISPIEL:

Die Düngeverordnung (2017) verlangt, dass die Gesamtstickstoffmenge aus tierischen, allen organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, d.h. auch Komposte, Biogasgärreste, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel usw. auf insgesamt 170 kg N/ha begrenzt wird.

Um allen diesen und weiteren von den Bundesländern im Detail spezifizierten und zum Teil zusätzlichen Regelungen gerecht werden zu können und dabei trotzdem hohe ökonomische Erträge zu erwirtschaften, hilft nur eine ausgewogene und effiziente Düngung, um so die optimale Wirkung aller eingesetzten Nährstoffe zu erreichen.



Die wichtigsten Änderungen geregelt durch die Düngeverordnung (2017) sind:

- Die Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung mit kulturarten-, ertrags- und standortspezifischen Obergrenzen für den Stickstoffbedarf.
- Die Verlängerung der Zeiträume, in denen keine Düngemittel aufgebracht werden dürfen.
- Die Einführung einer Sperrzeit für die Ausbringung von Festmist von Huf- oder Klautentieren sowie Kompost.
- Die Beschränkung der Stickstoffdüngung im Herbst bei bestimmten Ackerkulturen.
- Vorgaben zur Lagerungskapazitäten von flüssigen und festen Wirtschaftsdüngern.
- Eine Verringerung der Kontrollwerte (vormals betrieblicher Nährstoffüberschuss) beim Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphor.
- In Gebieten mit nitratbelasteten Grundwasserkörpern oder durch Phosphor aus landwirtschaftlichen Oberflächengewässern gilt: Die Länder müssen mindestens drei zusätzliche Maßnahmen erlassen (aus einem in der Verordnung vorgegebenen Anforderungskatalog), um Nitrat- und Phosphoreinträge in die Grund- und Oberflächengewässer zu vermindern.

Quelle: „Die neue Düngeverordnung“, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 2017

Nährstoff-Effizienz

Ausgewogene Düngung schon lange bekannt und immer noch gültig!

Die Grundlage einer effizienten Nährstoffaufnahme und Umwandlung in Biomasse liegt seit Langem auf der Hand:

Die Nährstoffzufuhr in einem für die Pflanze und den Boden optimalen System muss immer ausgewogen, also in Balance sein.

Dies beschrieb schon Justus von Liebig (1828). Er veröffentlichte das „Gesetz vom Minimum“ in Form eines Fasses, welches zuvor von Carl Sprengel erstmals beschrieben wurde. Es erklärt, dass das Wachstum und der Ertrag von Kulturen von demjenigen Nährstoff abhängt, der bemessen am Bedarf der Kultur am wenigsten zur Verfügung steht. Denn Pflanzen nehmen Nährstoffe aus dem Boden auf, die dann durch die anschließende Ernte wieder abgefahren werden. Diese Verluste müssen festgestellt und regelmäßig wieder ausgeglichen werden, damit langfristig keine Nährstofflücken entstehen. Man muss also immer an der „richtigen Schraube“ drehen oder im Bild des Fasses gesprochen, die richtige Daube (= Nährstoff) erhöhen, damit es nicht auslaufen kann.

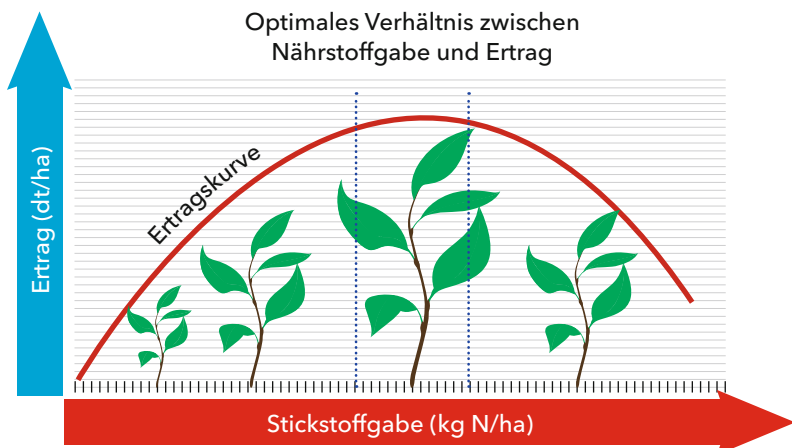
Dieses Wissen wurde durch die Entdeckung des „Gesetzes des abnehmenden Ertragszuwachses“ erweitert und wurde von Alfred Mitscherlich (1909) vorgestellt.

Doch was besagt dieses Gesetz?

In Abhängigkeit des Anbaustandortes kann der dort mögliche Höchstertag nur durch eine optimale Versorgung mit allen Nährstoffen erreicht werden.

Was bedeutet das?

Ist ein Nährstoff gering verfügbar, kann durch eine Verbesserung seines Angebots der Ertrag zunächst deutlich gesteigert werden (siehe Abbildung unten). Je stärker sich das Angebot dem optimalen Ernährungszustand nähert, umso geringer ist der Mehrertrag. Ist das Ertragsmaximum erreicht, ist jede weitere Nährstoffgabe nicht mehr sinnvoll, es sei denn, neben dem Ertrag spielen noch andere Aspekte, wie z. B. eine mögliche Erhöhung der Qualität, eine Rolle.



Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses nach Alfred Mitscherlich.



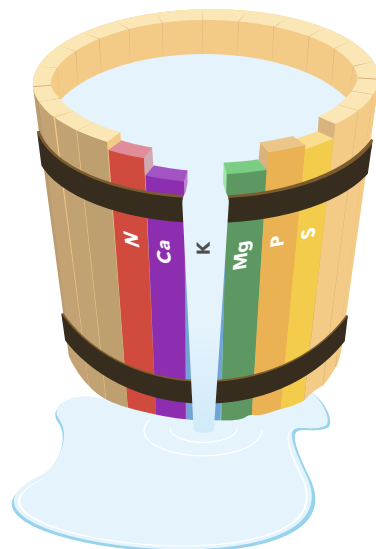
Es müssen immer alle Nährstoffe in bedarfsgerechter Menge zur Verfügung stehen:

Makronährstoffe

N Stickstoff	S Schwefel
P Phosphor	Mg Magnesium
K Kalium	Ca Calcium

Mikronährstoffe

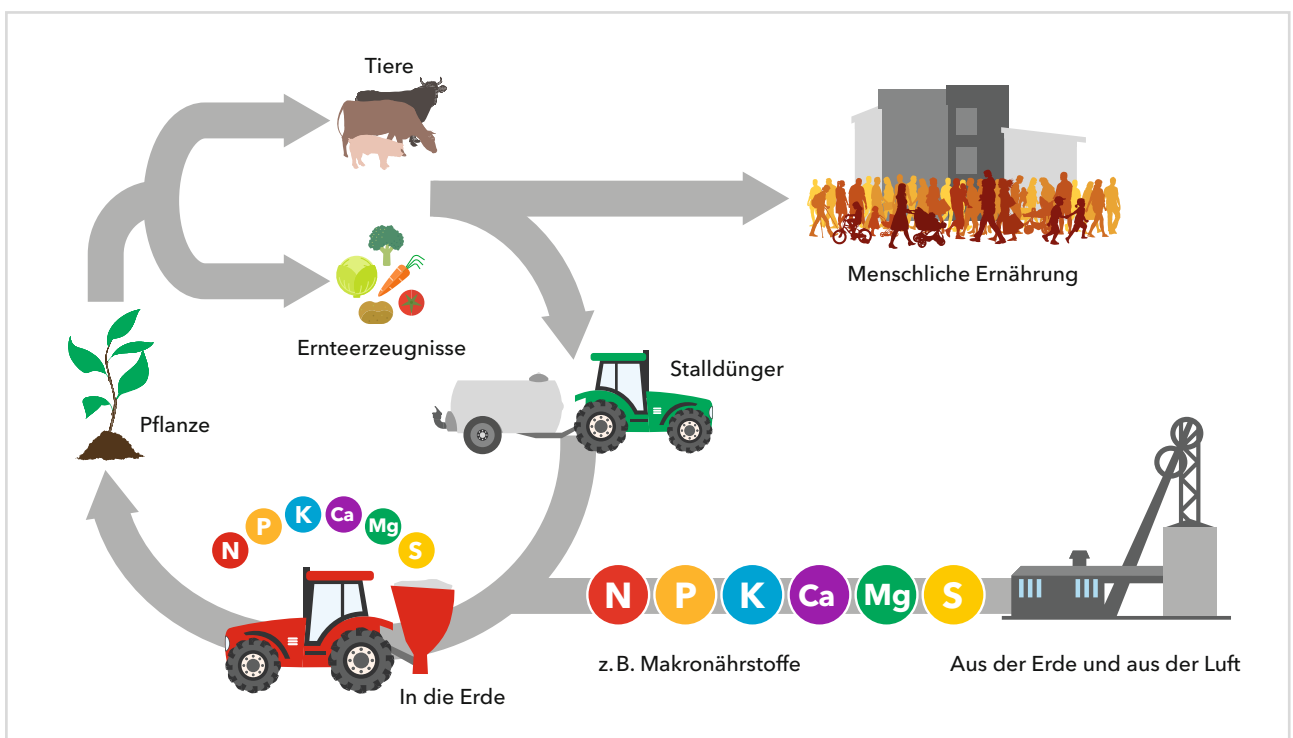
Fe Eisen	B Bor
Mn Mangan	Zn Zink
Mo Molybdän	Ni Nickel
Cu Kupfer	Cl Chlor



Gesetz vom Minimum von Carl Sprengel und Justus von Liebig.

Der Kreislauf der Nährstoffe

Die landwirtschaftliche Produktion unterliegt einem Kreislauf. Über Mineral- oder Wirtschaftsdünger zugeführte Nährstoffe werden mittels Ernte, Auswaschung, Emissionen oder Festlegung abgeführt oder unverfügbar und stehen daher dem System Boden/Pflanze nicht mehr zur Verfügung. Diese „Austräge“ müssen in ihrer Gesamtheit erfasst werden, um eine ausgeglichene Nährstoffversorgung langfristig zu gewährleisten.



Erst durch den Mineraldünger konnten die Landwirte den offenen Kreislauf der Nährstoffe wieder weitgehend schließen.

Nährstoff-Lücken schließen

Nur über ein Düngemanagement, welches auf den Bedarf der Pflanzen abgestimmt ist, wird es möglich sein, standort- und sortenbedingte Ertragspotentiale zu erreichen. Besondere Beachtung gilt dabei dem Einsatz von organischen Düngemitteln wie Gülle, Mist, Biogasgärreste, Komposte usw. die nach der Novellierung der Düngeverordnung nun alle bei der Nährstoffberechnung/Düngebedarfsermittlung mit aufgenommen werden müssen. Denn die Nährstoffgehalte organischer Dünger schwanken und erschweren eine genaue Planung der auszubringenden Menge. Des Weiteren stehen die darin enthaltenen Nährstoffe den Kulturen in der Regel nicht sofort bzw. rechtzeitig oder in der richtigen Menge in bedarfsgerechter Form zur Verfügung, da die Nährstoffe langsam freigesetzt werden. Im Vergleich dazu haben wasserlösliche Nährstoffe aus mineralischen Düngemitteln Vorteile, da sie über die Bodenlösung oder austauschbar an Bodenkolloide gebunden den Pflanzen sofort zur Verfügung stehen.

Nährstoff-Effizienz

Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern können zwar in Tabellen nachgeschlagen werden, entsprechen aber meist nicht der Realität, da die Zusammensetzung von der Fütterung und weiteren Faktoren abhängt. Es empfiehlt sich daher, neben Tabellen von Zeit zu Zeit Stichproben des Wirtschaftsdüngers zu analysieren, um eventuelle Nährstofflücken zu erkennen und zu schließen. In Abhängigkeit des organischen Düngers sind es häufig Schwefel und Magnesium, die in zu geringer Menge vorliegen, sodass eine Ergänzungsdüngung mit mineralischen Nährstoffen erforderlich ist. Auf jeden Fall sollte regelmäßig der Ernährungszustand von Boden und Pflanze geprüft werden, damit Nährstoffungleichgewichte vermieden werden können.

Wie können Nährstoffe effizient in die Pflanze aufgenommen und umgewandelt werden?

Der Begriff Nährstoff-Effizienz wird in der Regel im Zusammenhang mit Stickstoff und Phosphor verwendet. Dabei bezieht sich der Begriff auf alle Nährstoffe und beschreibt, wie viel Ertrag pro kg eingesetztem Nährstoff erzielt werden kann. Das Ziel ist eine optimale Nährstoffausnutzung, damit eine Düngung den Ertrag optimal steigert. Somit ist es wichtig, Nährstoffentzüge auszugleichen und damit den Bedarf immer sicherzustellen.

Eine optimale Ausnutzung von appliziertem Stickstoff kann nur im Zusammenspiel mit anderen Nährstoffen funktionieren, wobei Kalium, Magnesium und Schwefel eine besondere Rolle zukommt.

WICHTIG:

Der Boden ist nicht erneuerbar und muss deshalb entsprechend gepflegt werden. Die Nährstoffversorgung leistet einen wichtigen Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit.



Für eine Effizienzbetrachtung sind immer zwei Fragen zu prüfen:

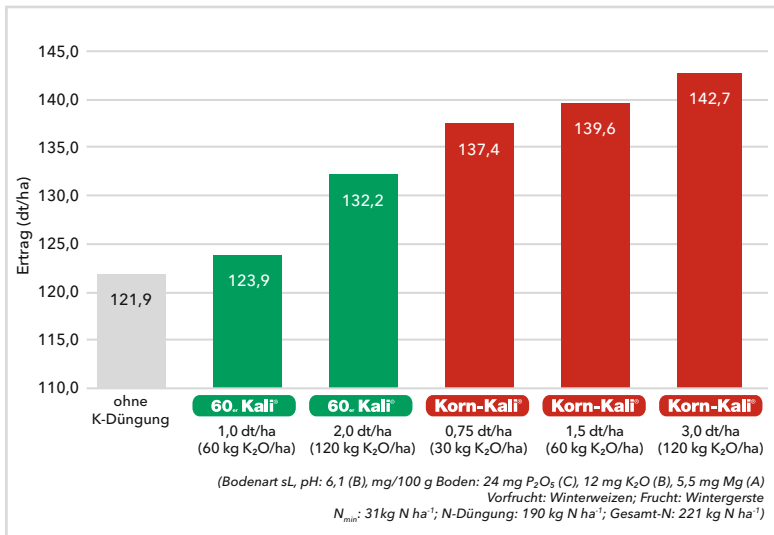
Im Boden:

Kann die Wurzel die Nährstoffe optimal aus dem Boden aufnehmen? Dabei spielen Bodenfeuchte, Wurzelwachstum, Nährstofffestlegung usw. eine wichtige Rolle.

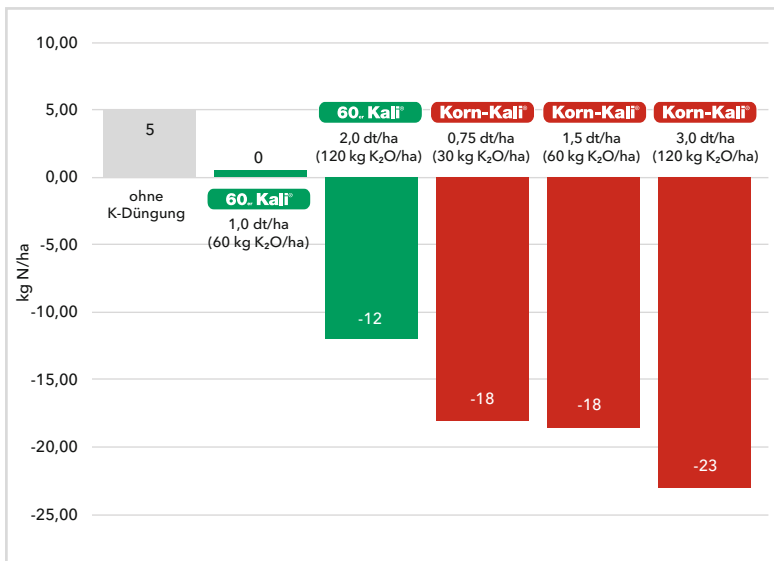
In der Pflanze:

Werden die aufgenommenen Nährstoffe optimal genutzt? Dazu gehört unter anderem die Bildung von Qualitätsmerkmalen wie Zucker oder Proteine.





Erträge von Wintergerste im K-Düngeversuch Ostenfeld 2015.



N-Bilanz des K-Düngeversuchs Ostenfeld 2015.



Im Beispiel mit Wintergerste erfolgt über eine gesteigerte Kaligabe ein deutlicher Ertragszuwachs. Höchste Erträge werden allerdings nur erzielt, wenn zusätzlich zu Kalium auch Magnesium und Schwefel appliziert wurden. Die anschließend berechnete N-Bilanz zeigt, dass damit eine optimale Nährstoffaufnahme und -nutzung in der Pflanze erreicht wird (siehe untere Grafik). Die verbesserte N-Aufnahme durch die Pflanze führt darüber hinaus zu einer vermehrten Bildung von Proteinen, die als wichtiger Qualitätsparameter in Getreide durch eine ausgewogene Nährstoffversorgung realisiert werden können. Dies insbesondere auch deshalb, da Magnesium und Schwefel wichtige Komponenten bei der Aminosäure- und Proteinsäuresynthese sind. Es sollte eine regelmäßige Düngung mit K, Mg und S in der Fruchtfolge durchgeführt werden, um den spezifischen Nährstoffbedarf von landwirtschaftlichen Kulturen gezielt abzudecken und damit eine gute Nährstoffverteilung in der Krume zu sichern.

Nährstoff-Effizienz

Nährstoff-Interaktionen

Nährstoffe stehen in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander. Diese sogenannten Interaktionen finden im Boden, bei der Aufnahme durch die Pflanze und im Stoffwechsel der Pflanzen statt. Dabei unterscheidet man Nährstoff-Interaktionen in zwei Gruppen:

- a) **Nährstoffe stehen in einer positiven Wechselbeziehung zueinander** ▶ Synergismus
- b) **Nährstoffe stehen in einer negativen Wechselwirkung zueinander** ▶ Antagonismus

Die Kenntnis darüber ermöglicht es dem Anwender über eine gezielte Düngungsstrategie das Nährstoffangebot so zu gestalten, dass Synergien geschöpft, aber Antagonismen vermieden bzw. ausgeglichen werden.

BEISPIEL 1: NÄHRSTOFF-ANTAGONISMUS: KALIUM UND MAGNESIUM

Die Aufnahme von Magnesium kann durch außergewöhnlich hohe Mengen an Kalium verringert oder gar verhindert werden. Denn extreme Mengenunterschiede dieser beiden Nährstoffe im Boden, d.h. wenn Kalium um ein Vielfaches höher vorliegt als Magnesium, führen dazu, dass Pflanzen kein Magnesium aufnehmen können. Das kommt auch vor, wenn die Bodenanalyse eine gute Versorgung mit Magnesium bescheinigt. Hier muss entsprechend die Kaliumversorgung mit im Auge behalten werden. Nur ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Kalium und Magnesium von 3:1 bis 4:1 stellt die Magnesiumverfügbarkeit für die Pflanzen sicher.

WICHTIG:

Höhere Magnesiumgehalte haben keinen Einfluss auf die Kaliumaufnahme. Der Antagonismus ist einseitig.

BEISPIEL 2: AUS DER PRAXIS: KALIUM-AMMONIUM-MAGNESIUM

Mais wird in der Regel mit höheren Mengen Wirtschaftsdünger - vor allem durch Biogasgärreste und Rindergülle - zusätzlich zur Unterfußdüngung versorgt. Hier ergeben sich häufig Probleme unzureichender Magnesium-Ernährung durch aufnahmehemmende Nährstoffantagonismen. Dabei spielen vor allem Ammonium-Magnesium- aber auch Kalium-Magnesium-Antagonismen eine Rolle.

BEISPIEL 3: NÄHRSTOFF-SYNERGISMUS: STICKSTOFF UND SCHWEFEL

Damit Pflanzen Stickstoff optimal nutzen können, benötigen sie vor allem Schwefel. Denn liegt Schwefelmangel vor, kommt es zur Anreicherung von Stickstoffverbindungen wie Nitrat, welche so nicht verwertet werden können. Auch wird Schwefel bei der Stickstoffumwandlung benötigt, denn er ist Bestandteil der Umwandlungsenzyme Nitrat- und Nitritreduktase. Findet die Nitratumwandlung nicht statt, kommt es zum sogenannten Nitratstau und die Aufnahme weiteren Stickstoffs wird blockiert. Deshalb ist auch hier das optimale Verhältnis zu beachten und bei Bedarf per Pflanzenanalyse zu prüfen. Dieses liegt optimal meist zwischen 10:1 und 15:1.



Beispiele für positive und negative Nährstoff-Wechselbeziehungen:

Synergismen:

P Phosphor	Mg Magnesium
NO₃ Nitrat	Mg Magnesium
K Kalium	Mn Mangan
N Stickstoff	S Schwefel

Antagonismen:

K Kalium	Mg Magnesium
K Kalium	NH₄⁺ Ammonium
Mg Magnesium	Ca Calcium

Mehr zu den Wechselbeziehungen erfahren Sie im Beitrag "Nährstoff-Interaktion".

Welche Möglichkeiten gibt es also, um die Nährstoff-Effizienz zu erhöhen?

Zusammenfassend bleibt zur Nährstoff-Effizienz zu sagen, dass diese nur verbessert wird, wenn eine Anwendung von Nährstoffen im richtigen Moment unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse ausgeführt wird, um ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis zu erreichen. Deshalb ist es wichtig, den Boden und dessen Versorgung sowie die Kulturen und Fruchtfolgen genau zu kennen.

Die Novellierung der Düngeverordnung hat viele neue Regelungen mit sich gebracht und fordert besonders bei Stickstoff, dass Verluste minimiert werden und Nährstoffe den Pflanzen für optimales Wachstum zur Verfügung stehen. Es ist wichtig, ausbalanciert nach den schon lange publizierten Gesetzen vom Minimum und des abnehmenden Ertragszuwachses zu handeln und dabei flächenbezogen und bedarfsgerecht die höchste Effizienz zu erreichen. Damit werden Erträge, beste Qualitäten, die Bodenfruchtbarkeit und eine nachhaltige Landwirtschaft erfolgreich gesichert.

Die in diesem Infoblatt beschriebenen Fakten fassen allgemein die Eckpunkte zum Thema Nährstoff-Effizienz zusammen. Jeder hier vorgestellte Themenblock, z. B.

Nährstoff-Interaktion

Nährstoff-Kreisläufe

Boden

Nährstoffe

bedürfen einer eigenen Beschreibung. Diese und viele weitere Themen und Fakten werden als Sammlung für den **WISSENS SPEICHER** bereitgestellt.



Was ist ausgewogene Düngung?

Informationen zur ausgewogenen Düngung gibt es auch nochmal anschaulich im Video erklärt unter video.kali-akademie.de





K+S Minerals and Agriculture GmbH
Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel, Deutschland

+49 561 9301-0
kali-akademie@k-plus-s.com
www.kali-akademie.de

Ein Unternehmen der K+S

