Alles rund um

WIE BLATTDÜNGER WIRKEN

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

Wie Blattdünger wirken

Warum ist die Blattdüngung so wichtig?

Über die Bodendüngung wird der wesentliche Bedarf an Makronährstoffen wie Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Schwefel gesichert. Eine Blattdüngung mit Makronährstoffen ist ergänzend in den folgenden Fällen sinnvoll:

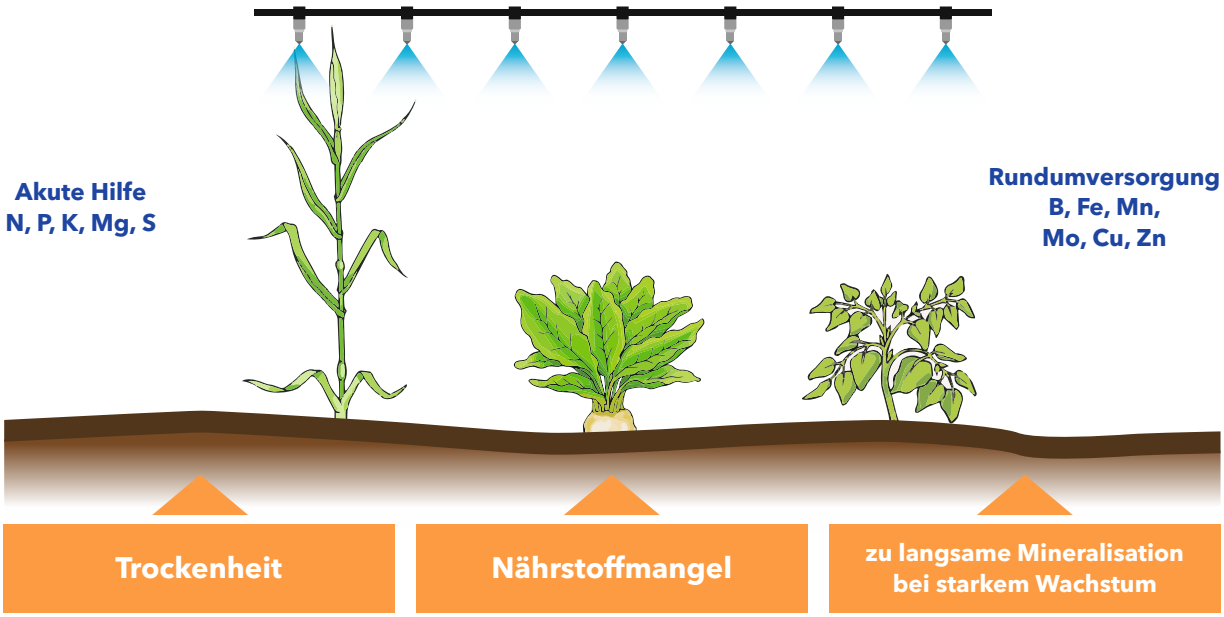
- Bodenbedingungen wie beispielsweise der pH-Wert oder Trockenheit limitieren die Nährstoffaufnahme über die Wurzeln.
- Niedrige Temperaturen schränken die Wurzelaktivität und damit die Nährstoffaufnahme ein.
- In der Hauptwachstumsphase ist der Nährstoffbedarf besonders hoch und diese Bedarfsspitzen können durch eine ergänzende Blattdüngung gedeckt werden.
- Im Falle von Nährstoffmangelsymptomen.

Bei der Blattdüngung mit Makronährstoffen ist zu beachten, dass aufgrund der limitierten Nährstoffmenge, die über die Blätter aufgenommen werden kann, nicht der volle Nährstoffbedarf abgedeckt wird. Das ist anders bei Mikronährstoffen. Diese kommen in der Pflanze in geringerer Konzentration vor und ihr Bedarf liegt im Bereich von ca. 20 bis 2.000 Gramm pro Hektar. Bei Mikronährstoffen kann daher der gesamte Bedarf über eine Blattdüngung gedeckt werden. Im Idealfall werden Blattdünger vorbeugend zu Bedarfsspitzen oder bei Trockenheit eingesetzt. Sind bereits Mangelsymptome aufgetreten, kann eine Blattdüngung mit Mikronährstoffen je nach Intensität den Mangel mildern oder beheben.

Da Blattdünger mit Pflanzenschutzmitteln kombiniert werden können, ist eine boden- und ressourcenschonende Arbeitsweise möglich.

A Mehr zur Definition von essenziellen Pflanzennährstoffen finden Sie im KALI Akademie WISSENS SPEICHER Beitrag "Makronährstoffe, Mikronährstoffe, nützliche Elemente"

Einsatzbereiche der Blattdüngung



Wie Blattdünger wirken

Über welche Wege werden Blattdünger aufgenommen?

Blattdünger werden über alle grünen Pflanzenteile wie Blätter und Stängel, aber beispielsweise auch über die Früchte aufgenommen. Über die Kutikula, die Stomata und andere Blattstrukturen gelangen die Nährstoffe in die Pflanzenzellen.

1. Aufnahme von Nährstoffen über die Kutikula

Um über die Kutikula ins Blatt zu gelangen, müssen Nährstoffe entlang eines Konzentrationsgradienten diffundieren. Innerhalb der Kutikula bilden sich bei ausreichender relativer Luftfeuchte sogenannte Wassercluster. Die Wassercluster werden aus Wassermolekülen aus dem Inneren der Blattzellen zusammengesetzt und können als „Wasserpfade" die gelösten Nährstoffe in das Innere des Blattes weiter transportieren. Je größer der Konzentrationsunterschied zwischen Düngelösung (außen) und Pflanzenzelle (innen) ist, desto mehr Nährstoffe diffundieren in die Pflanze hinein.

Nach dem Passieren der Kutikula gibt es zwei Aufnahmewege für die gelösten Nährstoffe:

a) Aufnahme der Nährstoffe über den apoplastischen Weg
Der apoplastische Weg stellt die Transportform außerhalb der Zellvakuole dar. Die Nährstoffe werden passiv von Zellwand zu Zellwand weitertransportiert und müssen nicht aktiv in die Zellvakuole aufgenommen werden.

b) Aufnahme der Nährstoffe über den symplastischen Weg
Beim symplastischen Transport werden die Nährstoffe aktiv unter Einsatz von Energie von Zelle zu Zelle transportiert.

2. Aufnahme von Nährstoffen über die Stomata (Spaltöffnungen)

Ein weiterer Aufnahmeweg für Nährstoffe aus der Blattdüngung ist der Weg über die Stomata ins Innere des Blattes. Diese regulieren den Gasaustausch und damit den Flüssigkeitshaushalt der Pflanze, sind aber auch durchlässig für Nährstoffe.

Da die Blattunterseite die höchste Dichte an Stomata aufweist, ist bei der Blattdüngung eine ausreichende Benetzung der Blattunterseiten ein effektiver Weg, um eine erhöhte Nährstoffaufnahme zu erreichen.

KUTIKULA

Die Kutikula stellt eine pflanzliche Barriere an der Blattoberfläche dar. Sie besteht aus einer Lipidmatrix (Kutin), in die lösliche Lipide (Wachsplättchen) eingelagert sind. Oftmals ist die Kutikula von einer Wachsschicht überzogen, die je nach Pflanzenart unterschiedlich dick ist. Diese wird auch als epikutikuläre Wachsschicht bezeichnet.

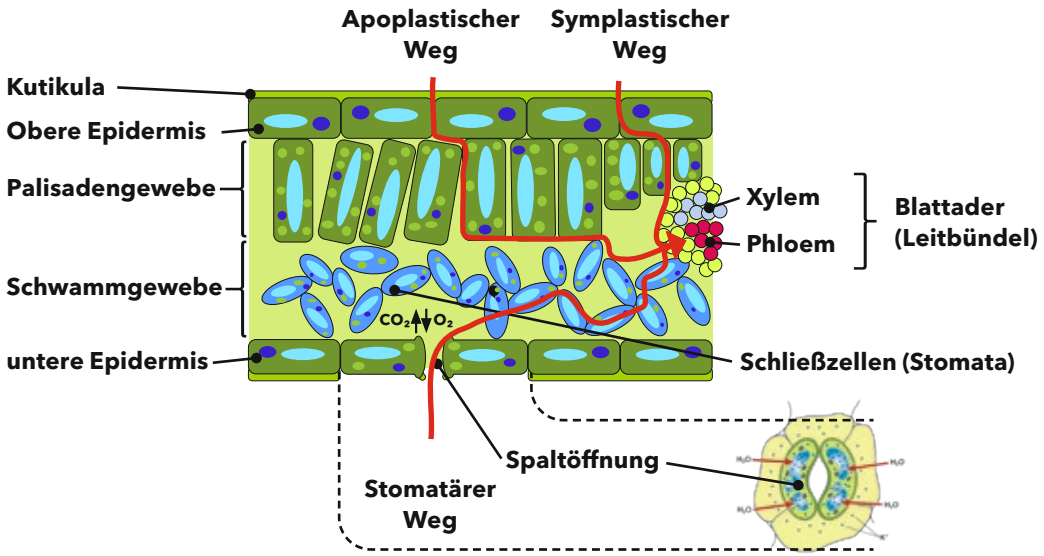
STOMATA

Stomata sind Spaltöffnungen an der Blattober- und -unterseite. Sie dienen dem Gasaustausch wie z.B. der CO_2-Aufnahme und der Transpiration.

Was beeinflusst die Aufnahme der Blattdünger?

Die Effektivität der Blattdüngung wird durch die Umwelt, die Pflanze selbst, die Applikationstechnik und die Nährstoffform der eingesetzten Blattdünger beeinflusst.

Aufnahmewege für Nährstoffe aus der Blattdüngung



Einflussfaktoren der Blattdüngung

Umweltfaktoren
- Luftfeuchtigkeit
- Einstrahlung
- Temperatur

Pflanzenfaktoren
- Blattmorphologie (Kutikula, Wachsschicht etc.)
- Nährstoffverlagerung
- physiologischer Zustand (Wasserstatus, Alter etc.)

Blattdünger
- Nährstoffart
- Formulierung/Additive
- Kompatibilität
- pH-Wert

Applikationstechnik
- Düsen und Tropfengröße
- Unterblattspritzung (Droplegs)
- Abdriftminderung

Wie Blattdünger wirken

Wie beeinflusst die Luftfeuchtigkeit die Nähstoffaufnahme?

Damit die Pflanze die applizierten Nährstoffe über die Kutikula aufnehmen kann, müssen diese in Wasser gelöst sein. In diesem Zustand, auch flüssige Phase genannt, können die Düngesalze über die Wassercluster ins Blattinnere diffundieren. Jedoch verdampfen die Wassermoleküle im Laufe der Zeit auf der Blattoberfläche, sodass sich die Salze immer weiter aufkonzentrieren. Sobald diese auskristallisiert sind und in einer festen Phase vorliegen, ist eine Nährstoffaufnahme vorerst nicht mehr möglich. Der Prozess des Eintrocknens wird als „Effloreszenz" bezeichnet.

Eine hohe Luftfeuchtigkeit während der Blattdüngung begünstigt die Nährstoffaufnahme, da die Nährstoffe länger in gelöster Form auf der Blattoberfläche aufnahmebereit vorliegen. Sind die Nährstoffe eingetrocknet, reicht aber schon die Bildung von Tau während der Nacht aus, um sie erneut zu lösen, sodass die Pflanze die Aufnahme fortsetzen kann.

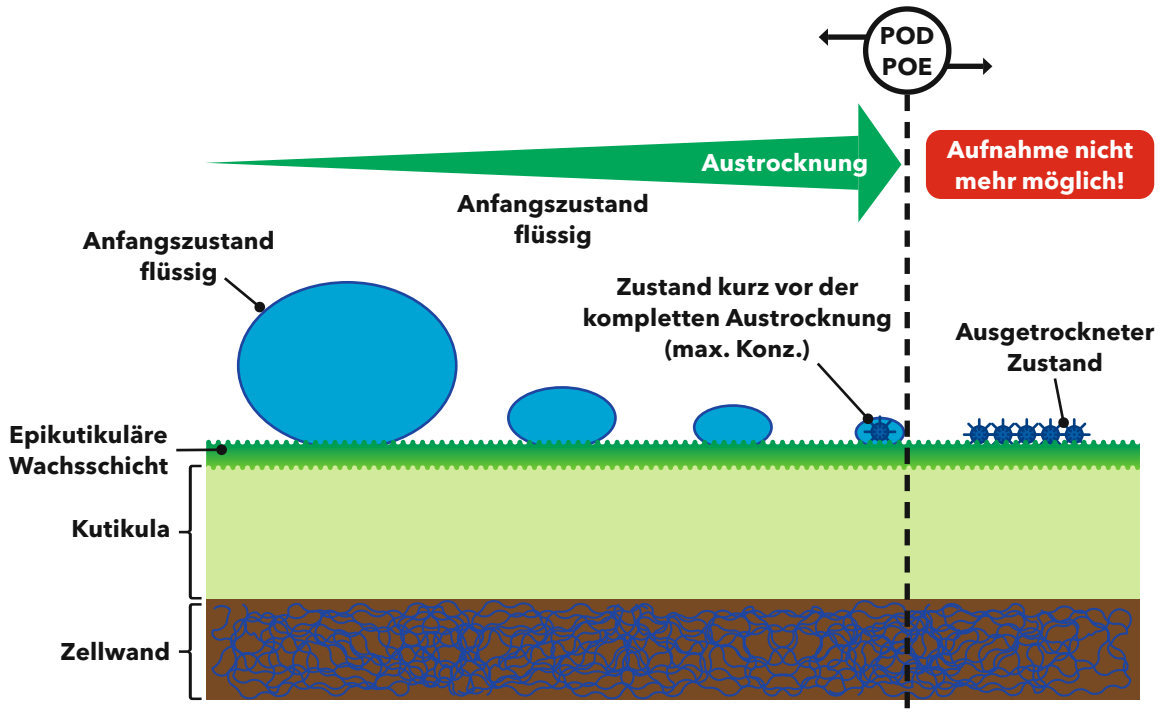
EFFLORESZENZ

Die Effloreszenz bezeichnet das Auskristallisieren von Düngesalzen auf dem Blatt durch Verdunstung des Wassers aus der Spritzlösung. Die weitere Aufnahme in das Blatt ist damit vorübergehend gestoppt.

DELIQUESZENZ

Ein Stoff zieht so viel Luftfeuchtigkeit an, dass er in Lösung geht. Blattdünger, die bereits auskristallisiert waren (Effloreszenz), verflüssigen sich durch die Deliqueszenz erneut und die Nährstoffaufnahme in das Blatt kann fortgesetzt werden.

Luftfeuchtigkeit und flüssige Phase



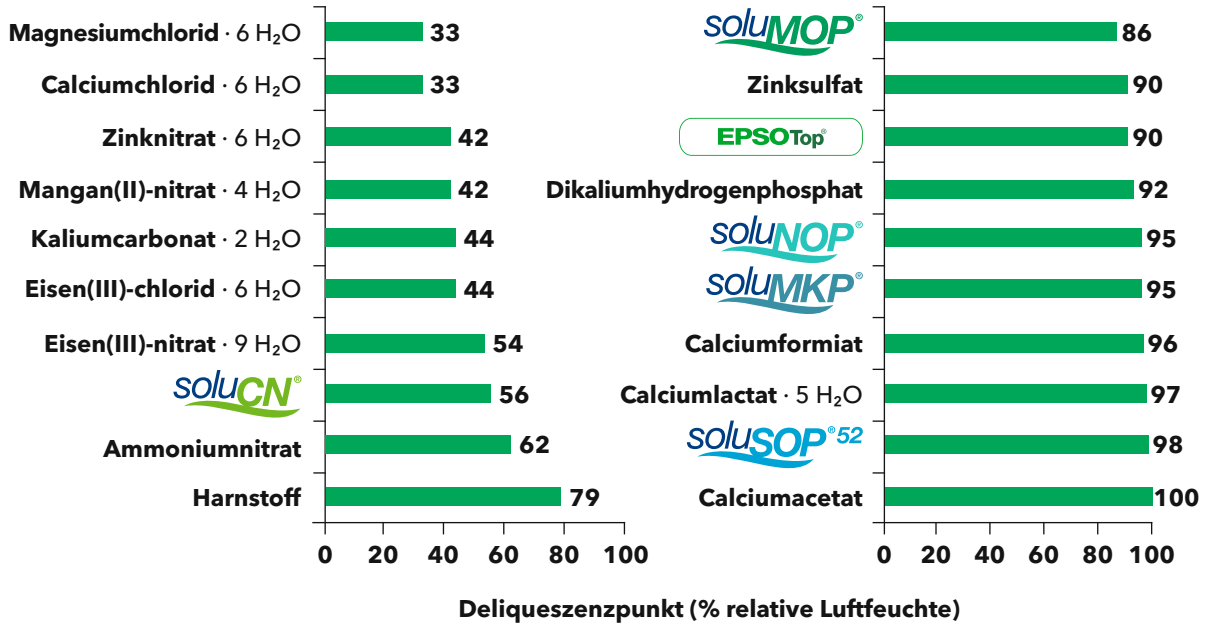
Quelle: verändert nach Eichert 2018

Exkurs Deliqueszenz

Unter Deliqueszenz wird der Vorgang verstanden, bei dem ein Luftfeuchtigkeit anziehender Stoff Umgebungsfeuchte aufnimmt und in Lösung geht. Dies geschieht, wenn die Luftfeuchte über einem für den Stoff typischen Grenzwert liegt (Deliqueszenzpunkt). Die Substanz geht vollständig in Lösung, sofern ausreichend Feuchte aus der Umgebungsluft aufgenommen wird. Ein Dünger mit einem niedrigen Deliqueszenzpunkt bleibt auch bei niedriger Luftfeuchtigkeit noch in Lösung und kann weiter in die Pflanze eingebaut oder von der Pflanze aufgenommen werden, während ein Dünger mit einem hohen Deliqueszenzpunkt vorübergehend nicht verfügbar ist und erst mit dem nächsten Tau weiter aufgenommen wird.

Der Nachteil bei Düngemitteln mit einem niedrigen Deliqueszenzpunkt ist, dass Blattverbrennungen auftreten können, da die Düngelösung länger in flüssiger Phase bleibt und die Pflanze zuweilen auch zu viele Nährstoffe auf einmal aufnehmen kann. Wenn eine kritische Salzkonzentration im Pflanzengewebe überschritten wird, kann sich das toxisch auf die Pflanzenzelle auswirken und Chlorosen sowie später Nekrosen hervorrufen.

Für die Blattdüngung empfiehlt sich daher die Anwendung von Düngern in Sulfatform wie Magnesiumsulfat, auch bekannt als Bittersalz oder EPSO Top, EPSO Microtop, EPSO Profitop oder EPSO Bortop. Diese weisen typischerweise einen hohen Deliqueszenzpunkt auf und werden somit zwar von der Pflanze etwas langsamer aufgenommen, sind jedoch insgesamt pflanzenverträglicher und können auch in höheren Dosen appliziert werden.



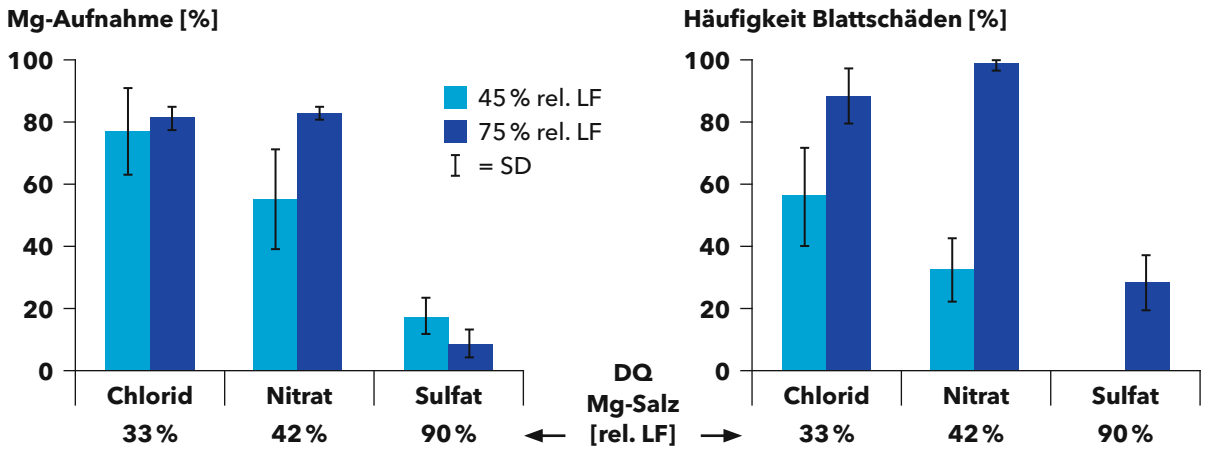
Quelle: verändert nach Fernández et al. 2013

Wie Blattdünger wirken

Warum wirken sulfatische Blattdünger als Depotdünger?

Nach dem Austrocknen verbleiben Sulfate auf der Blattoberfläche und können in Phasen mit hoher relativer Luftfeuchte wieder aufgenommen werden (z. B. in den frühen Morgenstunden). Aufgrund dessen sind sie pflanzenverträgliche Düngesalze mit Langzeitwirkung. Die Verflüssigung durch eine hohe relative Luftfeuchte geschieht tagsüber durch Transpirationswirkung und nachts durch feuchte Umgebungsluft. Dadurch werden die Salze auf der Blattoberfläche mobilisiert und stehen dem Blatt für die Aufnahme zur Verfügung.

Mg-Sulfat wird langsamer aufgenommen, ist aber besser pflanzenverträglich!



Welchen Einfluss haben Temperatur und Sonneneinstrahlung?

Auch die zum Applikationszeitpunkt vorherrschende Temperatur hat einen Einfluss auf die Wirksamkeit einer Blattdüngung. Je höher die Lufttemperatur, desto schneller trocknet der Spritzfilm auf der Blattoberfläche aus. Somit können die Nährstoffe, zumindest zeitweise, nicht aufgenommen werden.

Des Weiteren wird im Allgemeinen die Nährstoffaufnahme durch Licht gefördert, dennoch wird in Phasen hoher Einstrahlung häufig eine geringere Wirksamkeit von Blattdüngungen beobachtet. Ursache hierfür ist, dass bei hoher Einstrahlung häufig auch die Luftfeuchtigkeit reduziert ist und deswegen die Pflanzenblätter schneller abtrocknen.

Was passiert mit Nährstoffen, die nicht über das Blatt aufgenommen werden?

Sollte es kurz nach der Blattdüngung regnen, werden die Nährstoffe in der Regel abgespült und gelangen in den Boden. Hier können sie über die Wurzeln aufgenommen werden – allerdings gelangen die Nährstoffe dann nicht so schnell in die Pflanze wie bei der direkten Aufnahme über das Blatt.

Sollten Blattdünger am besten morgens oder abends appliziert werden?

- Aufgrund des geringeren Aufkommens von starkem Wind sowie von hoher Sonneneinstrahlung und Hitze bietet sich in der Praxis oft eine Applikation in den Morgen- oder Abendstunden an. Beides hat Vor- und Nachteile.
- Bei der Applikation in den frühen Morgenstunden entsteht durch Tau möglicherweise ein Verdünnungseffekt der Spritzlösung. Jedoch gehen die Kulturen dann trockener in die Nacht, wodurch der Pilzdruck geringgehalten wird.
- Bei einer Applikation in den Abendstunden ist üblicherweise weniger Tau vorhanden und somit ist auch ein geringerer Verdünnungseffekt zu erwarten.

Wie Blattdünger wirken

Wie schnell werden die Nährstoffe aufgenommen?

Wie schnell die Nährstoffe aufgenommen werden können, ist je nach Nährstoff unterschiedlich. Stickstoff (N) wird üblicherweise schneller von der Pflanze aufgenommen als Phosphor (P) oder Kalium (K). Die Nährstoffaufnahme variiert dabei in der Regel zwischen wenigen Stunden und mehreren Tagen.

Sobald die Nährstoffe von der Pflanze aufgenommen wurden, spielt die Verlagerbarkeit der Nährstoffe innerhalb der Pflanze eine wichtige Rolle. Auch diese ist abhängig vom jeweiligen Nährstoff. Makronährstoffe sind relativ schnell verlagerbar, wohingegen Mikronährstoffe in der Regel langsamer verlagert werden. Bei schwer verlagerbaren Nährstoffen (z. B. Ca, Mn, B) sind mehrere Blattapplikationen erforderlich, um auch die neu gebildete Sprossmasse ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen. Im Falle von Bor ist insbesondere zu beachten, dass der Nährstoff aus der Blattdüngung nicht zu den Wurzeln verlagert werden kann. Um die fördernde Wirkung von Bor auf das Wurzelwachstum zu nutzen und zudem die Blätter, Blüten und Früchte ideal zu versorgen, empfiehlt sich daher die Kombination aus einer frühen Bor-Bodendüngung mit Korn-Kali + B und einer späteren Blattdüngung mit EPSO Bortop oder EPSO Microtop.

Auch die Pflanzenart (unterschiedliche Blattmorphologie, z. B. Dicke der Kutikula etc.) kann Einfluss auf die Nährstoffaufnahme und -verlagerbarkeit nehmen. Die Aufnahmegeschwindigkeit wird unter anderem durch die Größe der aufzunehmenden Moleküle und deren Hydrathülle, die Konzentration der Düngelösung und den sich somit bildenden Konzentrationsgradienten beeinflusst.

Diese Faktoren entscheiden darüber, wie schnell zum Beispiel ein Nährstoffmangel durch eine Blattdüngung behoben werden kann. In der Regel wird eine Besserung des Nährstoffstatus nach wenigen Tagen an den Pflanzen sichtbar.

Mobilität verschiedener Nährstoffe innerhalb der Pflanze:

Mobilität		
hoch	**mittel**	**gering**
K	Fe	Ca
Mg	Zn	Mn
P	Cu	
S	B*	
N (amino-N)	Mo	
Cl		
(Na)		

** Bor kann in der Pflanze gut von unten nach oben verlagert werden, aber nicht von älteren in jüngere Blätter oder zu den Wurzeln.*

Quelle: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 2012, verändert

Bei Trockenheit haben Pflanzen Stress. Führt dann eine Blattdüngung zu weiterem Stress?

Ob eine Blattdüngung zu Stress führt, kann nicht pauschal beantwortet werden. Es sollte immer vom aktuellen Pflanzenzustand abhängig gemacht werden, ob die Pflanzen gespritzt werden sollen oder nicht.

Wenn Pflanzen durch Stress, beispielsweise durch eine langanhaltende Dürreperiode, schwer geschwächt sind, empfiehlt es sich, keine allzu hohen Gesamtkonzentrationen zu applizieren. Die Nährstoffaufnahme wäre hierbei nur beschränkt möglich. Andererseits benötigen Pflanzen gerade bei Trockenheit dringend Nährstoffe, da die Aufnahme aus dem Boden ins Stocken gerät. In vielen Fällen empfiehlt sich eine Blattapplikation mit Mikronährstoffen in verminderter Konzentration.

A Mehr zu den Besonderheiten beim Transport von Bor innerhalb der Pflanze lesen Sie im WISSENS SPEICHER Infoblatt „Mikronährstoff Bor“

Wie kann die Wirkung von Blattdüngern optimiert werden?

Um die Wirkung der Blattdünger zu verbessern, können Additive zur Tankmischung hinzugegeben werden. Additive können in vier Kategorien unterteilt werden:

- **Netzmittel:** Diese verbessern die Verteilung des Spritztropfens auf der Blattoberfläche und somit auch die Pflanzenverträglichkeit.
- **Dispergiermittel:** Sie halten die Nährstoffe gleichmäßig in Suspension, d. h. es kommt nicht zum Absetzen oder Ausflocken.
- **Haftmittel:** Diese verhindern nach Austrocknen des Flüssigkeitsfilms das Abwaschen durch Regen oder Tauwirkung.
- **Adsorptionsmittel:** Sie fördern die Aufnahme des Nährstoffes über das Blatt.

Die Aufnahme der Blattdünger wird verbessert, wenn die Applikationstechnik eine gute Bedeckung des Pflanzenblattes sicherstellt.

Ist eine maximale Benetzung immer am besten?

Nicht immer! Eine gute Benetzbarkeit kombiniert mit einer hohen Retention (Haftung) ist sinnvoll, da dann das insgesamt aufgebrachte Volumen der Spritzlösung und somit die verfügbare Nährstoffmenge höher ist. Bei einer maximalen Benetzbarkeit und einer geringen Retention besteht jedoch die Gefahr, dass die Spritzlösung vom Blatt abläuft. Dann können die Nährstoffe nur verzögert über den Boden aufgenommen werden.

Wie Blattdünger wirken

Was ist bei der Mischbarkeit und Wasserqualität zu beachten?

Nicht alle Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Additive sind miteinander mischbar und kompatibel. Durch die Kombination verschiedener Produkte/Zusätze können sich additive Effekte ergeben (z. B. höhere Konzentration, bessere Permeabilität der Blattoberfläche etc.), die sich entweder positiv oder negativ auf die Pflanzenoberfläche auswirken können.

Bei einer Tankmischung ist auf die richtige Reihenfolge der Einmischung der Komponenten in Wasser zu achten: Zunächst werden EPSO-Produkte (Bittersalz) sowie weitere feste Stoffe (Granulate), dann feste Partikel im flüssigen Produkt (Suspensionen) und zuletzt gelöste Wirkstoffe hinzugegeben. Auch die Wassertemperatur ist zu berücksichtigen: Im Allgemeinen gilt, je höher die Wassertemperatur, desto besser wird sich ein Produkt der EPSO-Familie auflösen. Bei niedrigen Wassertemperaturen sollte auf eine gute Durchmischung geachtet werden.

Um mögliche Ätzschäden auf das Pflanzenblatt oder Inkompatibilitätsschäden wie zum Beispiel Ausflockungen, Schaumbildung, Verfärbungen etc. zu verhindern, empfiehlt es sich, vor der Applikation einen Kompatibilitätstest durchzuführen. Eine kosten- und aufwandsschonende Methode, um die Mischbarkeit verschiedener Produkte zu testen, ist der sogenannte "Eimer-Test" (siehe Grafik rechts). Hierbei werden die jeweiligen Produkte in ein möglichst abschließbares, durchsichtiges Gefäß mit Wasser gegeben und kräftig geschüttelt.

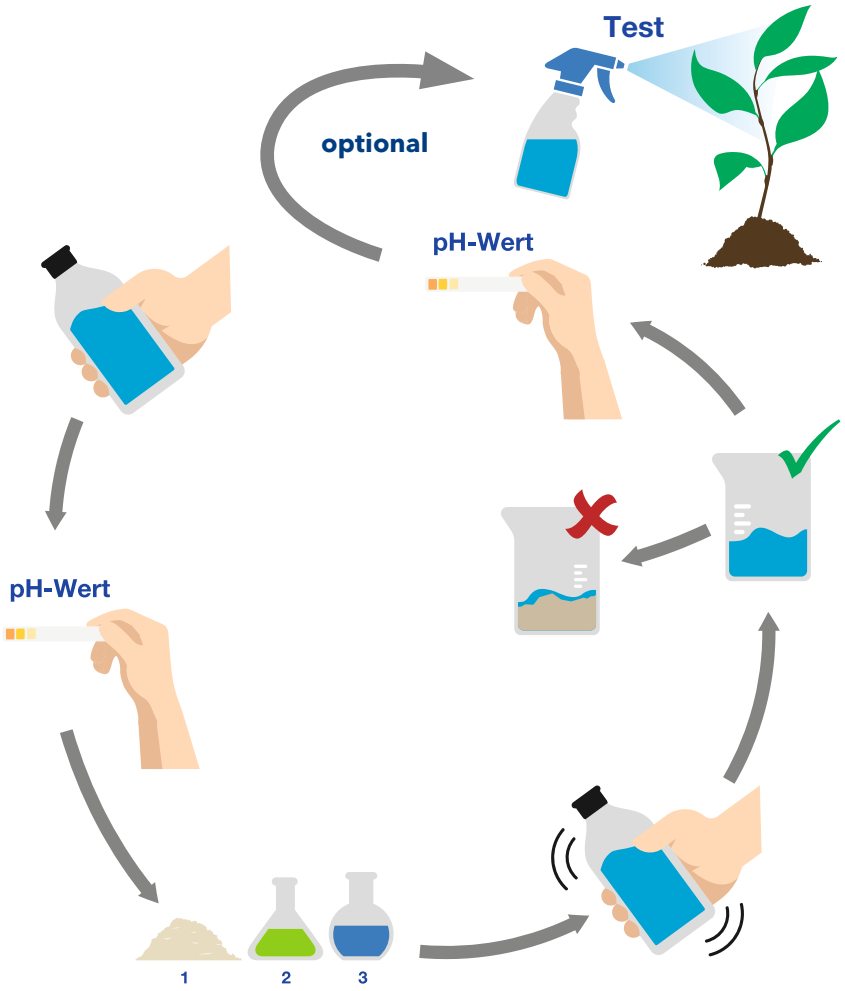
Bei einer guten Verträglichkeit der Mischpartner dürfen keinerlei Ausflockungen oder Ausfällungen sowie starke Verfärbungen, ein vermehrtes Aufschäumen oder gar Reaktionen in der Mischung sichtbar werden.

Auch sollte der pH-Wert des verwendeten Wassers und der Spritzbrühe kontrolliert werden. Unter alkalischen Bedingungen (pH-Wert > 7) kommt es zu einem irreversiblen Abbau des aktiven Wirkstoffes (alkalische Hydrolyse). Um dies zu verhindern kann, der pH-Wert durch entsprechende Additive abgesenkt werden. Auch die Verwendung von Bittersalzprodukten wie EPSO Microtop, EPSO Combitop, EPSO Bortop oder EPSO Profitop führt zur erwünschten Absenkung des pH-Wertes in der Spritzlösung.

Wichtige Hinweise zur Tankmischung

- Etikett lesen
- Kompatibilitätstest durchführen
- Einhalten der richtigen Mischreihenfolge
- Optimales Verhältnis von Wasser und Düngemittel beachten
- Wassertemperatur und pH-Wert beachten
- Richtige Mischgeschwindigkeit einhalten

Kompatibilitätstest für die Tankmischung



Mit dem "Eimer-Test" lässt sich prüfen, ob Blattdünger und Pflanzenschutzmittel kompatibel sind. Es sollten sich keine Ausflockungen, Schaum oder Verfärbungen bilden.

FAZIT:

Die Blattdüngung ist eine effiziente Maßnahme für eine schnelle Nährstoffversorgung – etwa um Bedarfsspitzen zu decken, bei Trockenheit oder im Falle eines Nährstoffmangels zur schnellen Behebung.

Die Nährstoffaufnahme wird unter anderem durch die Wahl des Düngemittels beeinflusst. Um Blattschäden zu vermeiden, sollten sulfatische Produkte wie Magnesiumsulfat (Bittersalz, EPSO-Produkte) eingesetzt werden. Bei Bedarf können Additive zugemischt werden, die die Effektivität der Blattdüngung verbessern. Die Kombination mit Pflanzenschutzmitteln ermöglicht eine ressourceneffiziente Ausbringung. Jedoch ist darauf zu achten, dass bei „neuen" Tankmischungen ein Kompatibilitätstest durchzuführen ist.

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

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

www.kali-akademie.de

Ein Unternehmen der K+S

® = Registriertes Markenzeichen der K+S Minerals and Agriculture GmbH Stand der Information: Oktober 2022

7951/II/10.22/de/bpis