

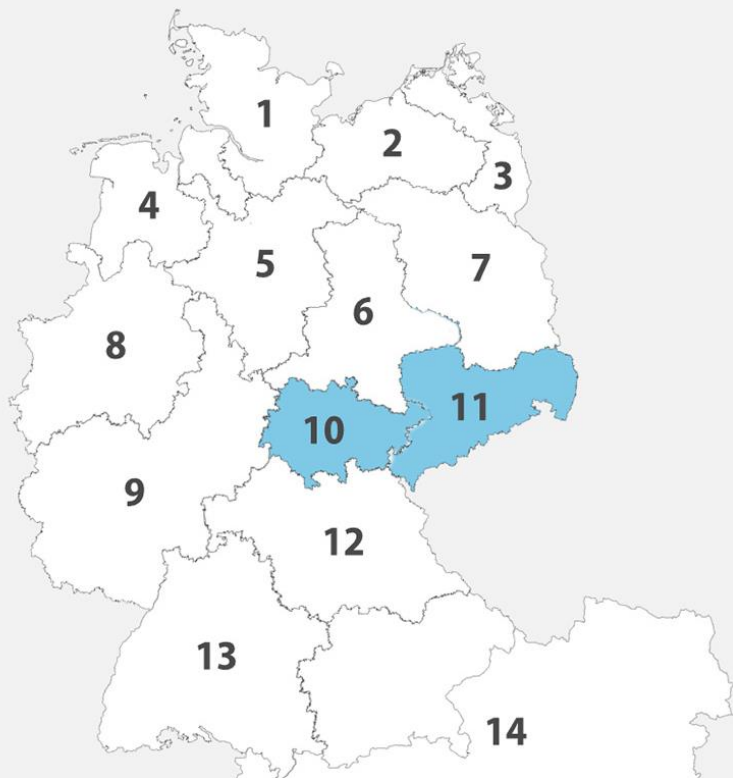


# Effizienzsteigerung der N-Düngung

Marcel Titze, Anwendungsberater Sachsen/Thüringen

**skw.**  
PIESTERITZ

*Die Zukunft der Düngung.*



**Marcel Titze**

**SACHSEN**

Mobil: [+49 15119568666](tel:+4915119568666)

E-Mail: [marcel.titze@skwp.de](mailto:marcel.titze@skwp.de)



**Die Effizienz der Stickstoffdüngung betrachtet das Verhältnis des eingesetzten Stickstoffs zum definierten Ziel (Ertrag, RP, etc).**

**Einflussfaktoren auf N-Effizienz:**

- Wetter/Klima
- Boden (pH-Wert, KAK, etc.)
- Nährstoffversorgung (Makro – und Mikronährstoffe)
- N-Düngerform, Verteilung, Menge
- Sorte
- Pflanzenschutz
- Fruchtfolge
- etc.

Pflanzen dagegen verzweigen. Daraus folgt, daß Si und Na entbehrlich sind, denn sie fehlen in dem ersten Glase. Es fehlt zwar auch C darin, trotzdem ist C sicher ein unentbehrlicher Pflanzennährstoff, denn stellt man die erste der neun Wasserfutturen unter eine Glasglocke mit kohlenstoffreicher Luft, so wachsen die beiden Pflanzen nicht weiter. C ist also ein unentbehrlicher Pflanzennährstoff, er wird aber nicht aus dem Boden auf-

B. Alle Pflanzen brauchen dieselben elementar-nährlichen Nährstoffe, aber in verschiedenen Mengen. Kartoffeln, Zuckerrüben, Klee

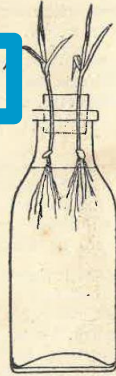
nennt sie deshalb Kalipflanzen. Die Hülsenfrüchte und der Tabak sind Kalzpflanzen und alle Getreidearten Kieselpflanzen. Der Kieselstoff gehört zwar zu den entbehrlichen Nährstoffen, aber für die Getreidepflanzen ist er dennoch von großem Werte; er macht nämlich die ausgewachsenen Blätter scharf und hart, so daß sie von den Aferschnecken verschmäht werden.

C. Das Wachstum einer Pflanze richtet sich (unter sonst günstigen Bedingungen) nach der Menge des Nährstoffes, woran die Pflanze zuerst Mangel leidet. (Gesetz vom Pflanzenwachstum.)

Wenn z. B. der Gehalt eines Kartoffelfeldes an K nur für eine geringe Ernte, der Gehalt an P für eine Mittelernte und der Gehalt an allen übrigen unentbehrlichen Elementen für eine gute Ernte ausreicht, so liefert das Feld nur eine geringe Kartoffelernte, denn die Pflanzen können, wenn die Kalisalze des Bodens verbraucht sind, nicht weiter wachsen. Eine Düngung, die dem Boden kein K zuführt, würde den Ertrag des Kartoffelfeldes nicht erhöhen; eine ausreichende Kalidüngung dagegen würde eine Mittelernte, eine gleichzeitige Phosphoräuredüngung eine gute Ernte zur Folge haben.

Das Gesetz vom Pflanzenwachstum gibt uns auch die Erklärung für die Tatsache, daß in sehr trocknen Jahren gut gedüngte Aecker keinen höheren Ertrag liefern als schlecht gedüngte. In sehr trocknen Jahren leiden nämlich die Pflanzen zuerst unter Wassermangel; es richtet sich also das Wachstum der Pflanzen nach der Menge des Wassers, das den Wurzeln zur Verfügung steht.

D. Mangelerscheinungen. An S, Cl, Mg und Fe leiden die Kulturpflanzen nur sehr selten Mangel, denn die geringen Mengen, die unsere Kulturpflanzen von diesen Stoffen brauchen, finden sich fast in allen Kulturböden in ausreichender Menge; dagegen Wasser, N, P, K und Ca sind oft in den Böden in zu geringer Menge vorhanden. Ein Mangel an N oder an P oder an K macht sich an den Kulturpflanzen äußerlich bemerklich:



50. Wasserkultur.

1. Bei Stickstoffmangel sind die Blätter hellgrün oder gelbgrün und werden beim Vertrocknen erst gelb und dann hellbraun. Einjährige Pflanzen, z. B. Getreidepflanzen, sterben sehr früh ab, zweijährige dagegen, z. B. Zuckerrüben, erst beim Eintritt von Frost.

2. Bei Phosphorsäuremangel sind die Blätter (falls genügend N vorhanden ist) dunkelgrün und werden beim Vertrocknen nicht erst gelb, sondern sofort dunkelbraun. Einjährige Pflanzen sterben spät, zweijährige erst nach Eintritt von Frost.

3. Kaliumangel macht sich gewöhnlich erst spät bemerklich, nämlich erst dann, wenn der Kalivorrat zu Ende geht. Die Blätter werden wellig und zwischen den Blattadern entstehen gelbliche Flecke, die bald in Braun oder Grauweiß übergehen. Die Blätter sterben nicht einzeln nacheinander ab, sondern zu mehreren gleichzeitig. Bei Rüben verwelken oft zehn bis zwanzig Blätter zugleich; sie liegen dann sternförmig um die Rüben herum auf dem Boden.

## 2. Die Aufnahme der Bodennährstoffe.

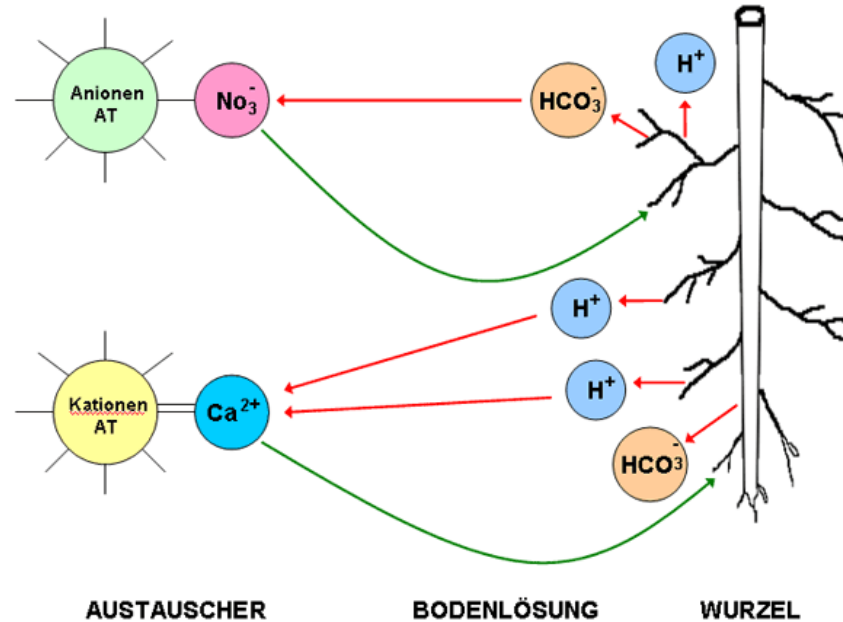
1. Die Bodennährstoffe werden von den Pflanzen in flüssiger Form, als Salzlösung, aufgenommen. Der Boden enthält nämlich die Pflanzennährstoffe nicht als Grundstoffe, sondern in Verbindungen, als Salze, und diese können von den Pflanzen nicht in fester Form aufgenommen werden, weil die Wurzeln nirgends Löcher haben.

2. Die im Wasser unlöslichen Salze, z. B. kohlenaurer Kalk, werden teils durch Kohlensäure, teils durch Wurzelsäuren aufgeschlossen, d. h. in lösliche Salze verwandelt. Die Kohlensäure rührt sowohl aus der freien Luft her, als auch aus den verwesenden, organischen Stoffen des Bodens. Die Wurzelsäuren werden, wie ihr Name sagt, von den Wurzeln ausgeschieden. Daß Wurzeln eine saure Flüssigkeit ausscheiden, zeigt der folgende Versuch: Legt man eine auf Filterpapier gezogene Keimpflanze auf blaues Lackmuspapier, so wird es da rot, wo es von den Wurzeln berührt wird.

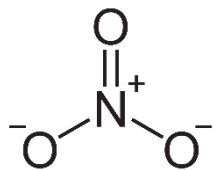
Der folgende Versuch: Man fülle einen großen Blumentopf zur Hälfte mit Erde, lege eine polierte Wärmertafel auf die Erde und bedecke sie etwa 4—5 cm hoch mit Erde; dann lasse man eine Bohne über der Wärmertafel keimen und wachsen. Nimmt man nach zwei bis drei Wochen die Tafel mit der darüber gewachsenen Pflanze aus dem Topfe, so haften die Wurzeln an der Tafel. Reißt man die Wurzeln los, so sieht man deutlich die rauhen Stellen, die von den Wurzelsäuren in die Tafel hineingekriecht sind.

3. Die gelösten Bodennährstoffe werden durch Osmose von den Wurzelhaaren aufgenommen. Die älteren Teile der Wurzeln können kein Bodenwasser aufnehmen, denn sie haben einen braunen Kernmantel, der keine Flüssigkeit durchläßt, die jungen, zornwandigen Zellen dagegen, dicht hinter der wachsenden Wurzelspitze, sind zum Aufsaugen des Bodenwassers sehr gut geeignet. Betrachten wir eine Keimpflanze,

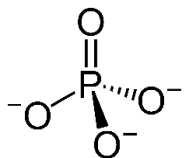
# Wege der Nährstoffaufnahme



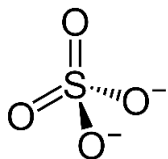
Quelle: Scheffer, F./ Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde - 15. Auflage



Nitrat-Ionen –  $\text{NO}_3^-$

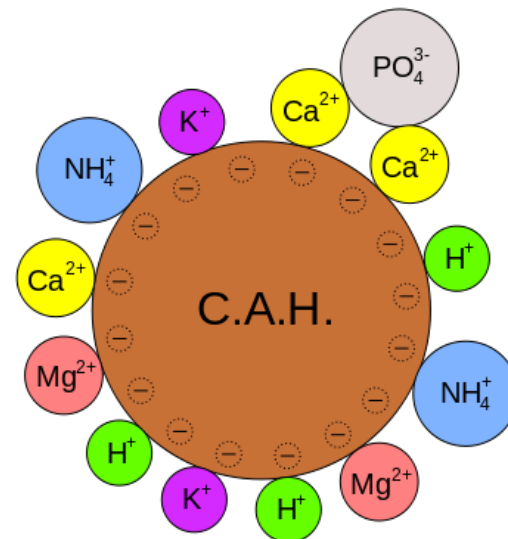
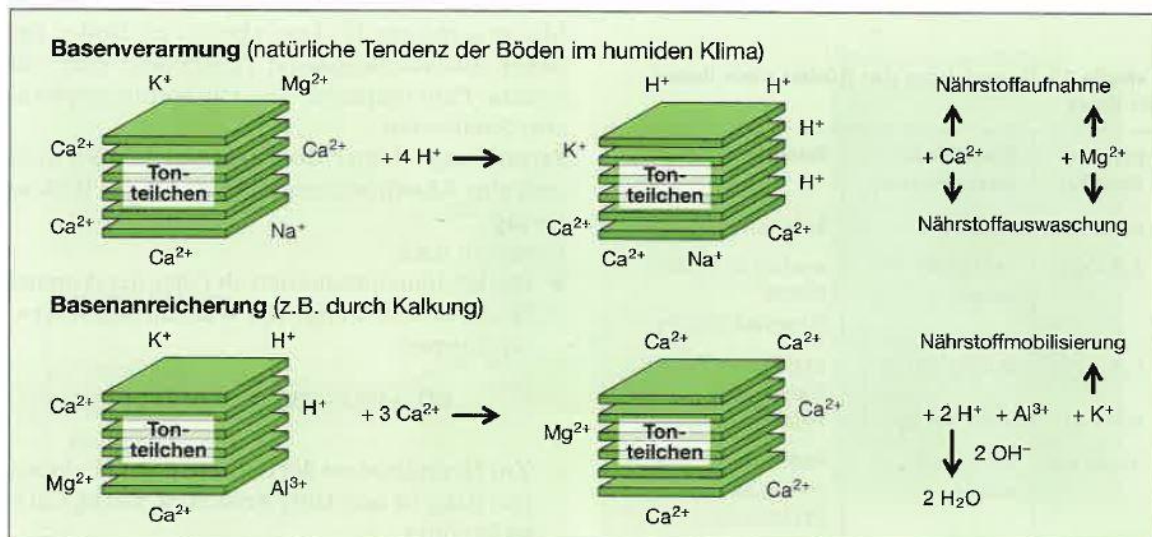


Phosphat-Ionen –  $\text{PO}_4^{3-}$



Sulfat-Ionen –  $\text{SO}_4^{2-}$

- Bindung an Boden meist „nur“ elektrostatisch
- Leicht lösbar  
→ Aufnahme über Massefluss in Pflanze
- Hohe Auswaschungsgefahr durch leichte Lösbarkeit



Quelle: Grundlagen Pflanzenbau, 13. Auflage

## $KAK_{pot}$

Die  $KAK_{pot}$  wird bei einem definierten, schwach alkalischen pH-Wert von 8,2 gemessen.

Das Ergebnis liefert die **mögliche** Anzahl der Bindungsplätze für Kationen an Tonmineralen und Huminstoffen.

## $KAK_{eff}$

Die  $KAK_{eff}$  wird bei dem pH-Wert gemessen, der im untersuchten Boden vorliegt.

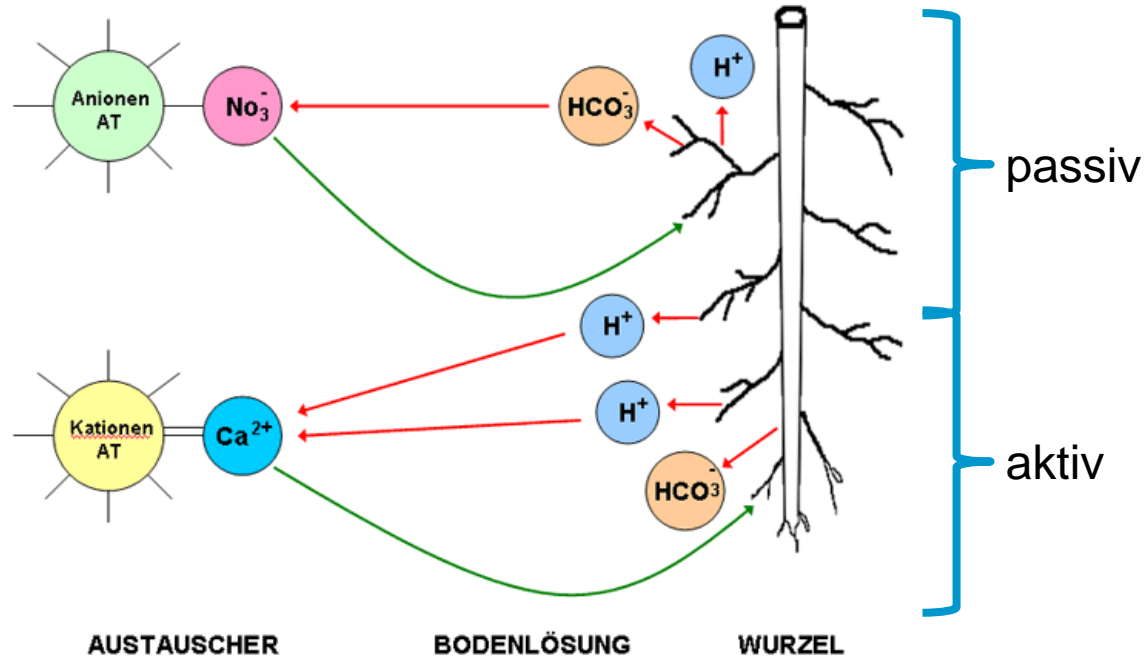
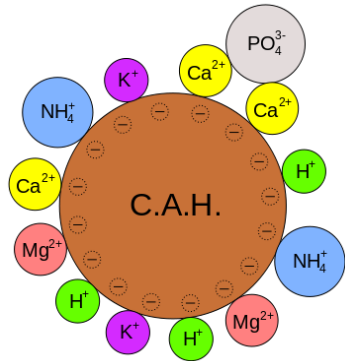
Das Ergebnis liefert die **tatsächliche** Anzahl der Bindungsplätze für Kationen an Tonmineralen und Huminstoffen.



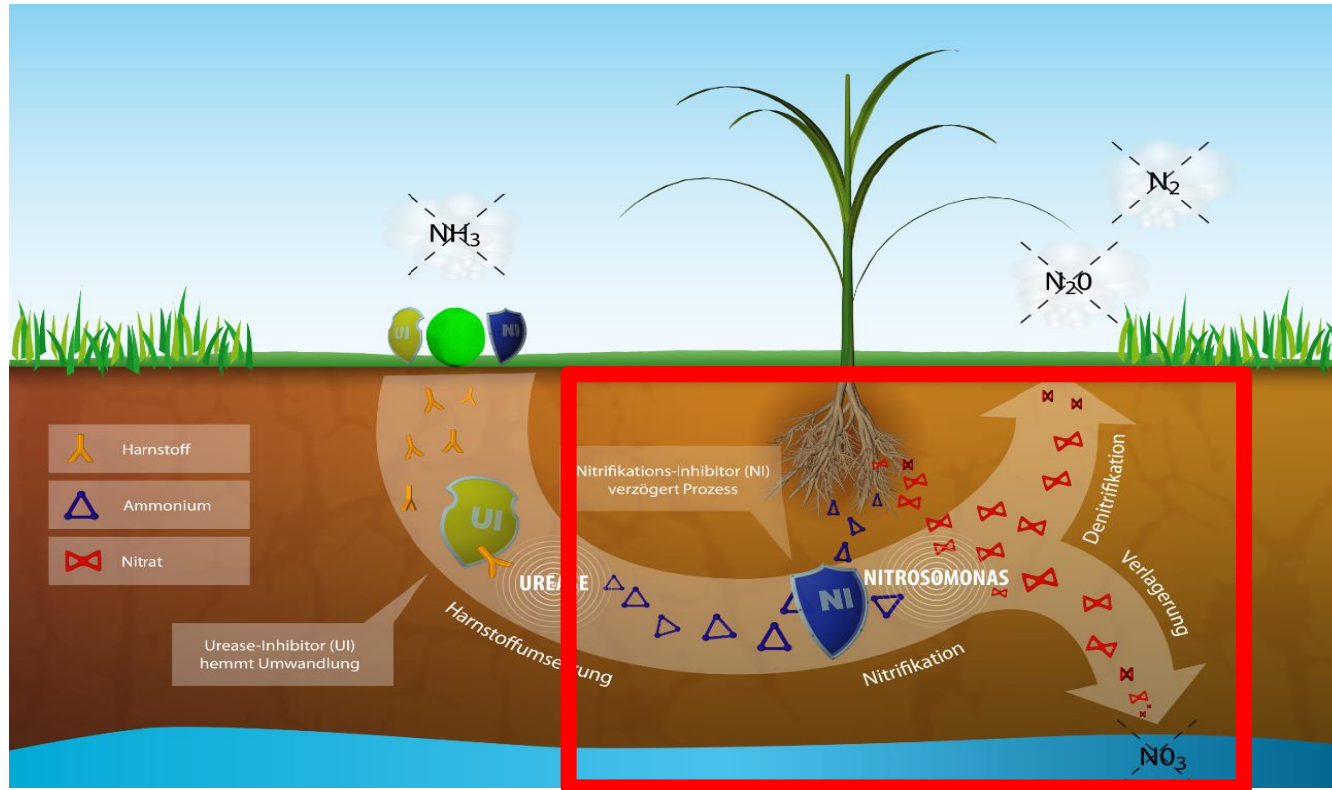
Der pH-Wert des Bodens ist **ein Maß für den Säuregehalt des Bodens**. Chemisch drückt er die **Konzentration von  $H^+$  in der Bodenlösung** aus.

- Ein **niedriger pH-Wert** bedeutet eine **hohe  $H^+$  Konzentration (sauer)**
- Ein **hoher pH-Wert** bedeutet eine **geringe  $H^+$  Konzentration (alkalisch)**
- Bei pH-Wert gleich 7 ist die Lösung pH-neutral
  
- $H^+$  -Ionen verdrängen Nährstoffkationen (K, Mg, Ca, Na,  $NH_4$ ) aus dem Boden

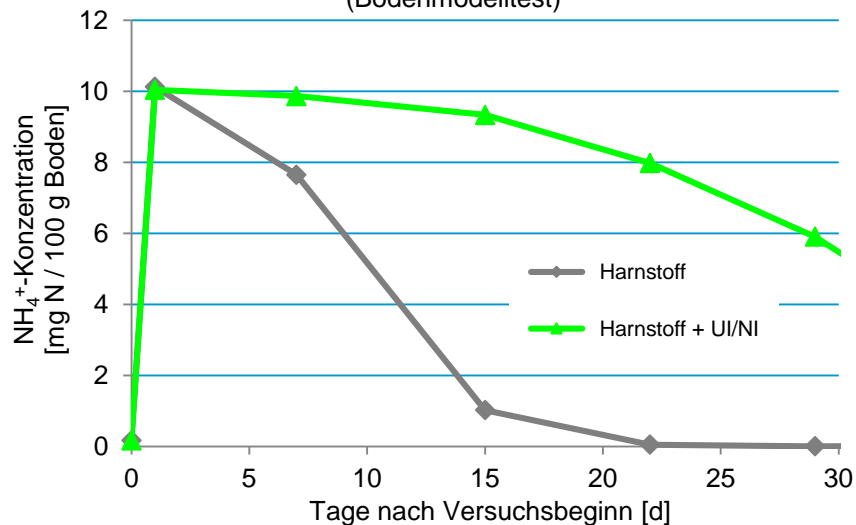
# Wege der Nährstoffaufnahme



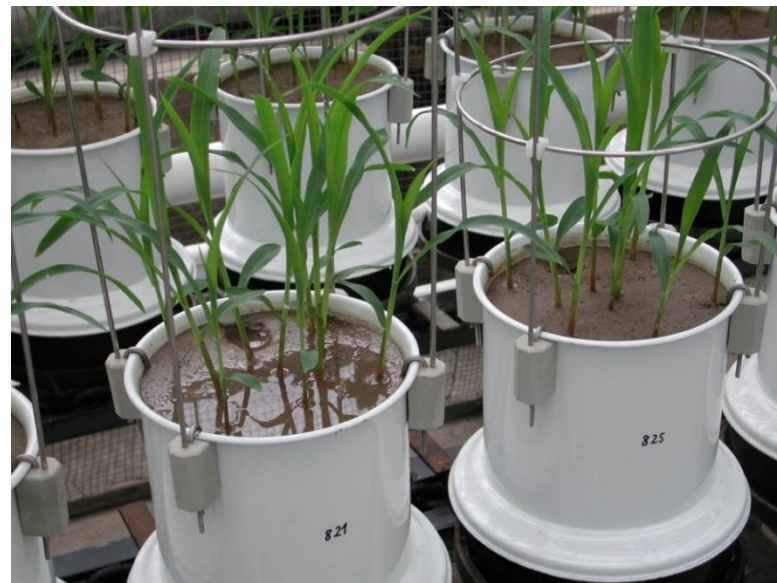
# Wirkungsweise Nitrifikationsinhibitor

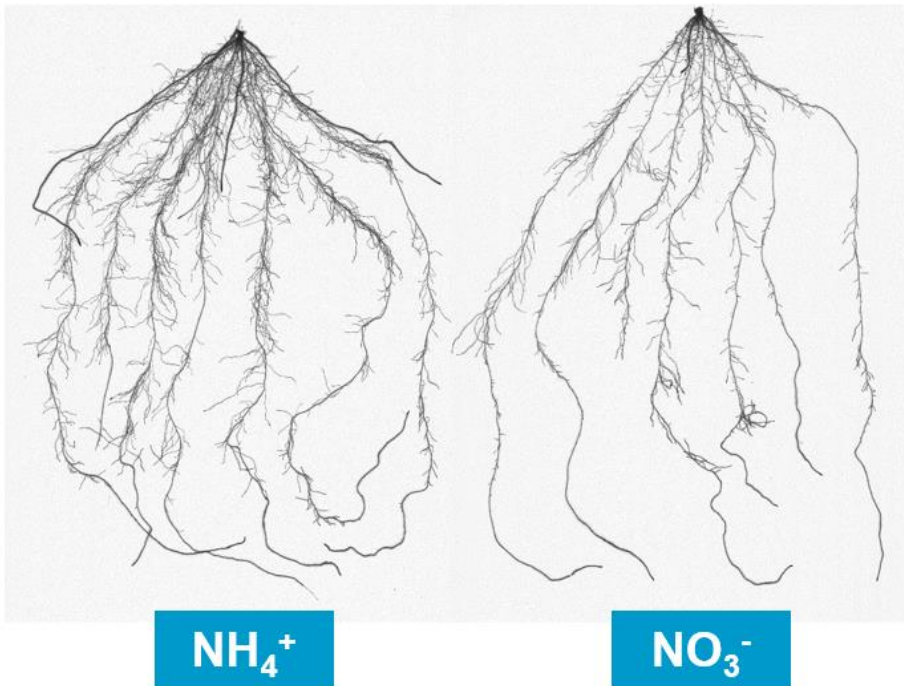


**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Abbau; Boden Cunnersdorf**  
(Bodenmodelltest)



Der **Nitrifikationsinhibitor (NI)** verlangsamt die Nitratbildung um das Drei- bis Vierfache.





## Effekte bei $\text{NH}_4^+$ -betonter Ernährung (im Vergleich zu $\text{NO}_3^-$ ):

- signifikant stärkeres Wurzelwachstum (Wurzel-TM, -Länge, -Verzweigung)
- verbesserte Nährstoff- und Wasseraneignung

Quelle: MLU Halle-Wittenberg, LAF Cunnersdorf

# N-Formen-Versuch in Silomais (Gottelhof)

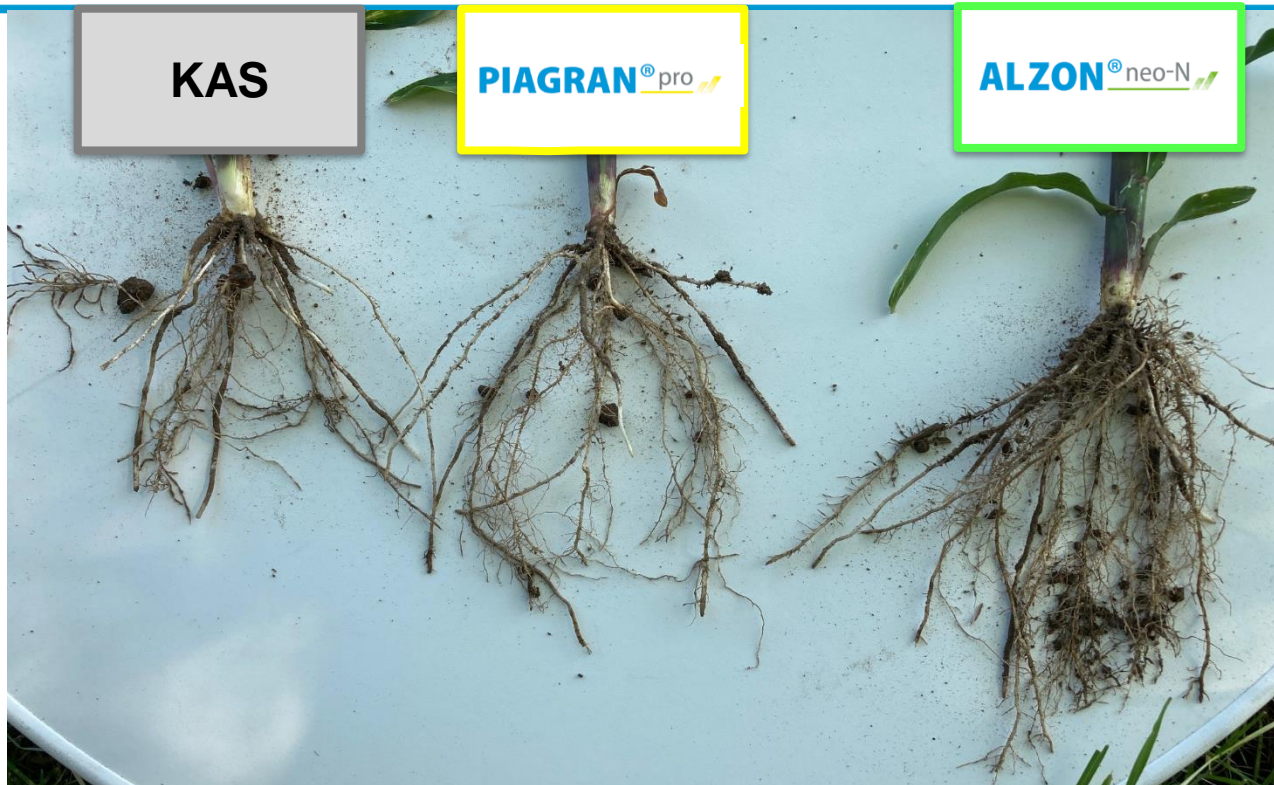
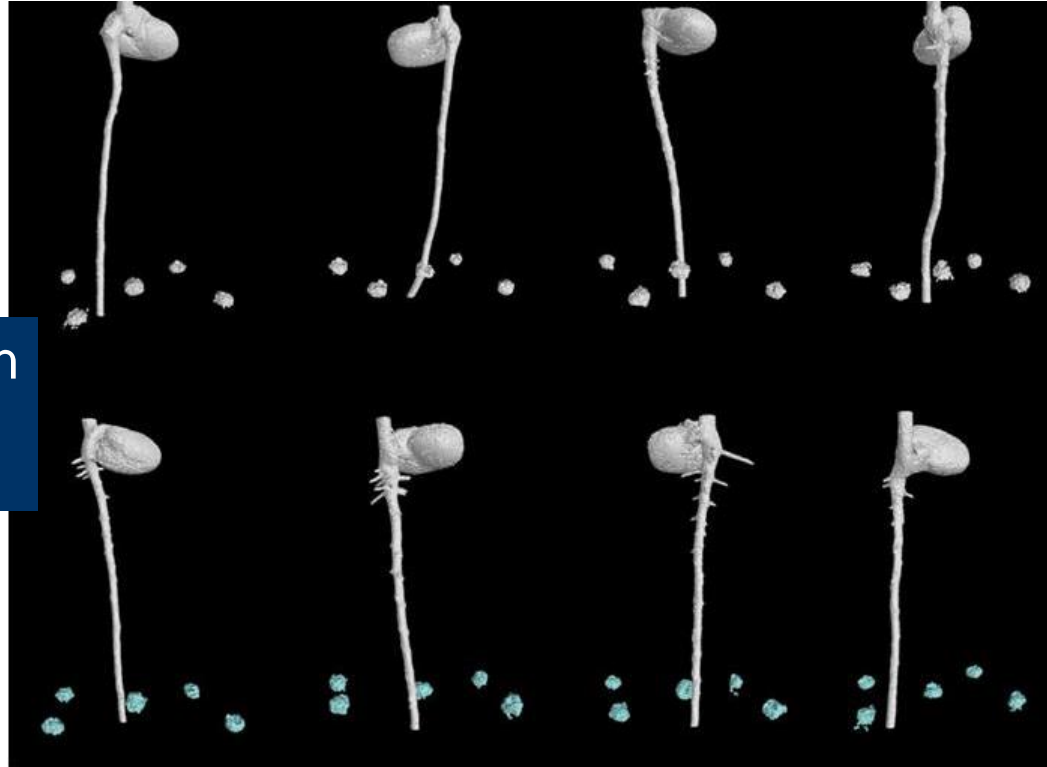


Bild:  
Matthias Neuner  
17.06.2021

*Harnstoff:*

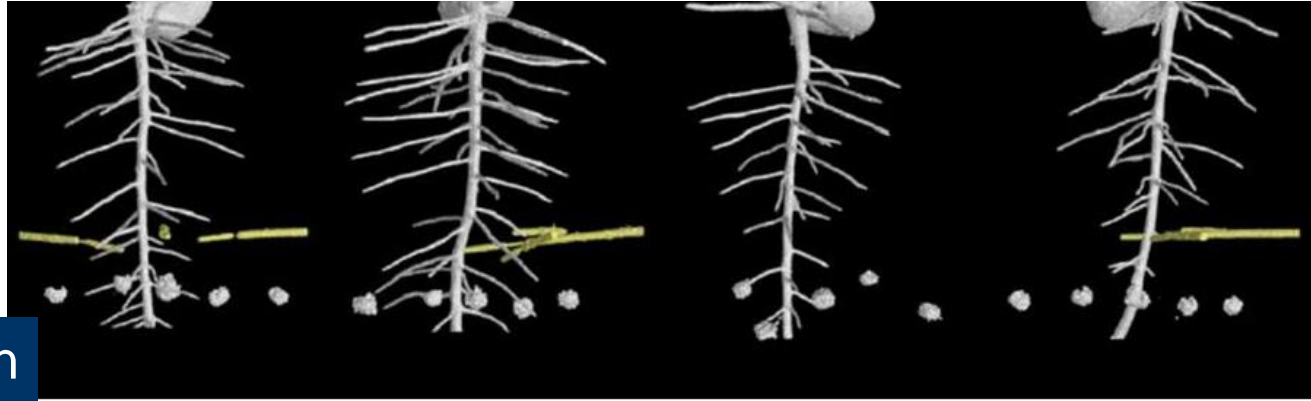


Wurzeluntersuchungen

am Umweltforschungszentrum  
Leipzig-Halle (UFZ)

*Harnstoff + Ni:*

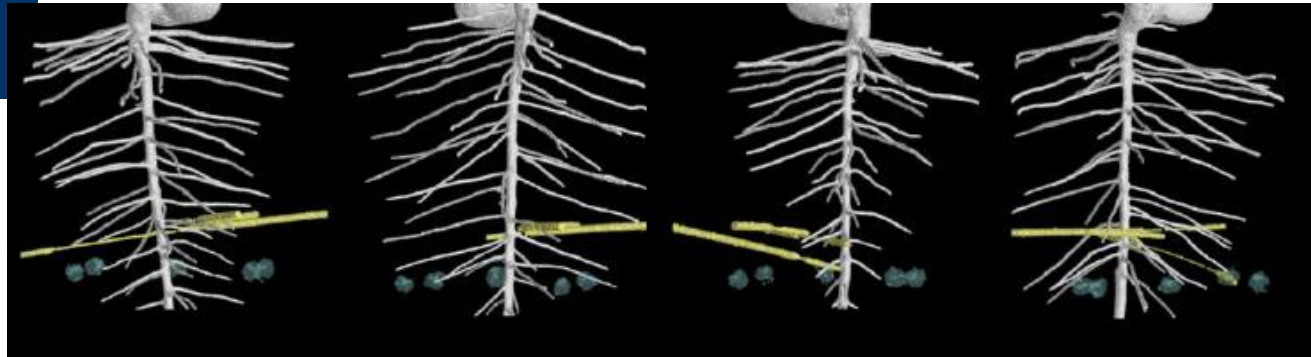
*Harnstoff:*



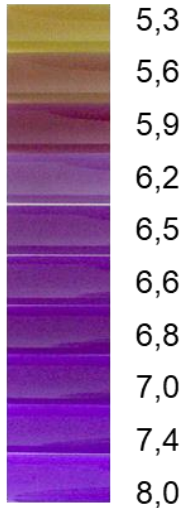
## Wurzeluntersuchungen

am Umweltforschungszentrum  
Leipzig-Halle (UFZ)

*Harnstoff + NI:*







pH-Wert

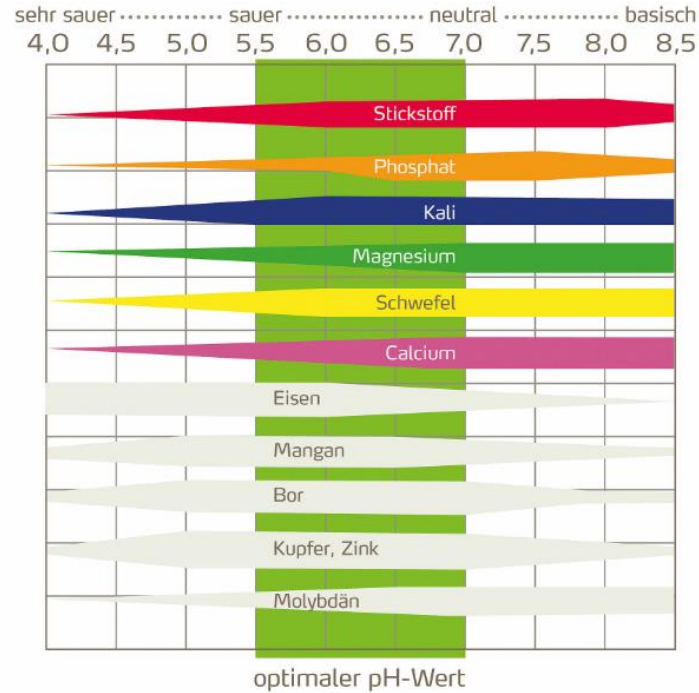


Ammonium-Ernährung



Nitrat-Ernährung

# Nährstoffaufnahme nach pH-Wert



Quelle: dlG e.V.

N-Form	pH-Wert		Nährstoffaufnahme [µg/m Wurzellänge]					
	Wurzel	Rhizosphäre	P	Fe	Mn	Zn	Cu	K
Nitrate	6,6	6,6	123	55	8	7	1,4	903
Ammonium	5,7	5,6	342	71	20	13	2	1127
Ammonium + NI	6,6	4,5	586	166	35	19	4,6	1080

Quelle: Thomson et al., 1993

# Effizienz steigern durch stabilisierte Düngung

**skw.**  
PIESTERITZ

- $\text{NH}_4^+$ -betonte Ernährung
- Einmal-Gaben-Strategie vor Vegetationsbeginn
- Stickstoff-Gaben zusammenfassen



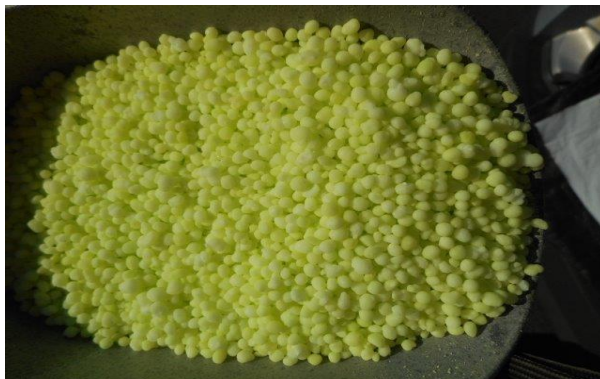
**ALZON**<sup>®</sup> flüssig-S 22/4 //

**ALZON**<sup>®</sup> flüssig-S 25/6 //

**ALZON**<sup>®</sup> flüssig-G 20/8 //

**ALZON**<sup>®</sup> neo-N //

**ALZON**<sup>®</sup> neo-Mplus //





# Aktuelle Situation der SKW

**skw.**  
PIESTERITZ



- größter Ammoniakproduzent Deutschlands
- größter Harnstoffproduzent Deutschlands
- einer der größten industriellen Erdgasverbraucher Deutschlands
- einer der innovativsten Mineraldüngerproduzenten Europas

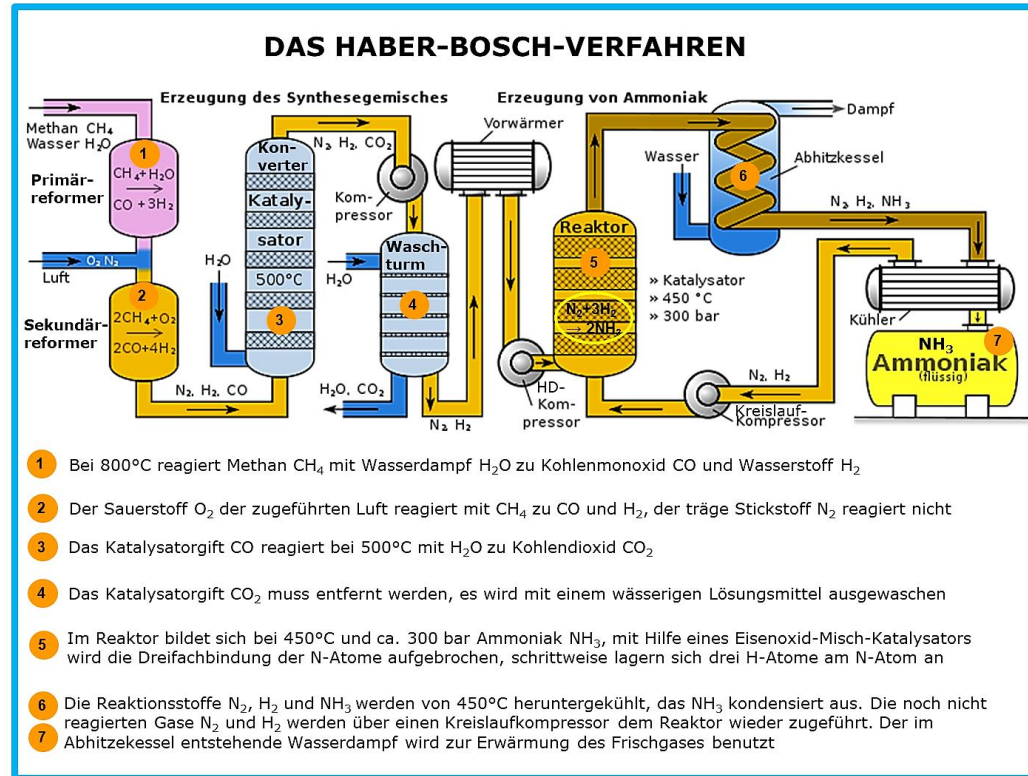


- » traditionelle Stickstoffdüngemittel
- » stabilisierte Stickstoffdüngemittel
- » Stickstoffdüngemittel mit Schwefel
- » Futterharnstoff
- » Stickstoffstabilisator für organische Düngemittel



- » Ammoniak, Harnstoff
- » Spezialruße
- » Reduktionsmittel für Fahrzeugabgase (AdBlue)
- » Entstickungsmittel für Verbrennungsabgase
- » Hochreiner Harnstoff für die Kosmetikindustrie und Haushalt
- » Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure





- Haber-Bosch Verfahren ist eines der Energieintensivsten Verfahren in der Chemie
  - Weltweit werden ca. 2% der Energie für dieses Verfahren benötigt
  - Absicherung der Welternährung

## Faktoren:

- Gaspreis
- Strompreis
- CO2 Zertifikate
- Logistikkosten/Verfügbarkeit

## Landwirtschaftliche Anwendungsforschung der SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH



**Über 4000 Versuchspartzellen am Standort**



**Einladung zum Feldtag  
Versuchsstation Cunnersdorf  
07.06.2023**





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**skw.**  
PIESTERITZ