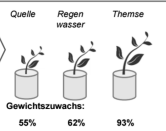


### J. Woodward

#### “Der Erdboden, und nicht das Wasser, liefert das Material aus dem das Gemüse besteht”



J. Woodward verglich das Wachstum von Pflanzen in Wasser aus verschiedenen Quellen.

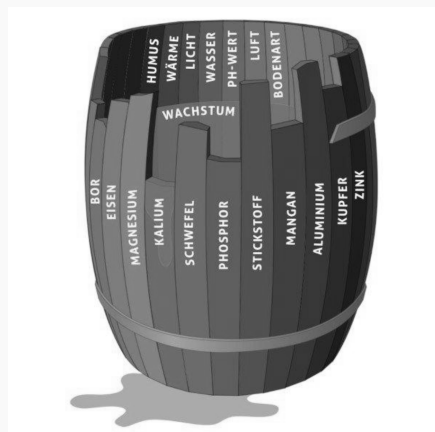


Woodward folgerte, dass der Mineralanteil im Wasser die Pflanzen ernährt. Durch seine Beobachtungen legte er den Grundstein für die Erforschung der Pflanzenernährung

### Mineralische Hauptnährstoffe

Aus Luft & Wasser	Kohlenstoff (C)
	Wasserstoff (H)
	Sauerstoff (O)
Primäre	1. Stickstoff (N)
Makronährstoffe	2. Phosphor (P)
	3. Kalium (K)
Sekundäre	4. Magnesium (Mg)
Makronährstoffe	5. Kalzium (Ca)
	6. Schwefel (S)
Mikronährstoffe	Eisen (Fe)
(Spurenelemente)	Mangan (Mn)
	Zink (Zn)
	Kupfer (Cu)
	Bor (B)
	Molybdän (Mo)
	Chlor (Cl)
	Nickel (Ni)
	Natrium (Na)
	Kobalt (Co)

### Minimumgesetz/-faktor



Überangebot eines Stoffes kann einen fehlenden Stoff nicht ausgleichen

**Minimumfaktor** = Nährstoff, der am geringsten vorliegt  
= bestimmt die Höhe des Ertrag

### Nicht alle brauchen gleich viel Mineralstoffe...

Starkzehrer	(Tomaten, Zucchini, ...)
Mittelzehrer	(Karotten, Salat, ...)
Schwachzehrer	(Erbsen, Radieschen, ...)

„Zehren“ = verbrauchen oder essen  
-Fruchtwechsel (Zeitlicher Abstand)  
-Mischkultur (Räumliche Nähe)

### Verfügbarkeit der Nährstoffe hängt ab:

#### Chemischen Verhältnissen der Nährstoffe

<b>Standortbedingungen</b>	•Bodenvolumen der Rhizosphäre
	•Bodenfeuchte
	•Temperatur
	•pH-Wert
	•usw.

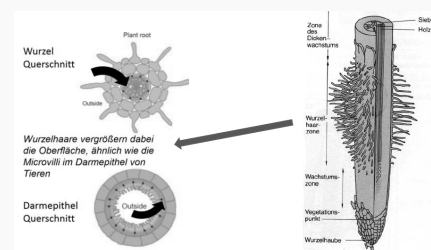
### PH-Wert hat großen Einfluss auf:

- Verfügbarkeit von Nährstoffen
- Aktivität der Bodenlebewesen

### Bodenstruktur

- hoher Sandgehalt wichtige Pflanzennährstoffe durch Regenwasser sehr schnell in tiefere, für Pflanzen unerreichbare Bodenschichten ausgewaschen = nährstoffarm
- hoher Tongehalt magnetischer Nährstoffspeicher (Kationenaustauscher) =binden positiv geladene Nährstoffe chemisch ->Schutz vor Auswaschung.
- humusreich und kalkhaltig riesiges Nährstoffdepot, durch MO langsam zersetzt, setzt kontinuierlich Nährstoffe frei, stabile Krümelstruktur sorgt dafür, dass wertvoller, nährstoffreicher Oberboden bei starkem Regen oder Wind nicht abgetragen wird

### Gefäßpflanze<-NährstoffeHauptsächlich<-<- Wurzel



Wurzelhaare vergrößern dabei die Oberfläche, ähnlich wie die Microvilli im Darmepithel von Tieren

Sponsored by **Readable.com**  
Measure your website readability!  
<https://readable.com>



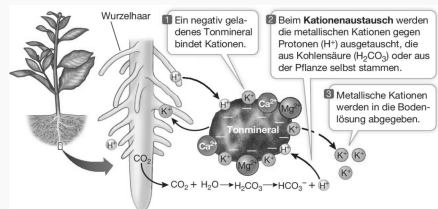
By Running3341

Not published yet.  
Last updated 25th May, 2026.  
Page 1 of 3.

## Pflanzen-<-Nährstoffe als Kationen/Anionen auf

Für die geladenen Ionen werden Transportproteine in den Zellmembranen benötigt.

## Kationenaustausch



## Wurzelmechanismen- Erhöhung Nährstoffaufnahme

### • Symbiotische Partnerpilze

- Mykorrhiza = Bodenpilze, die mit Pflanzenwurzeln in einer Symbiose leben

+Beide Partner profitieren voneinander

+Pflanze → Pilz mit Zucker

+Pilz → Pflanze Nährstoffe und Wasser

+Pilz schützt Pflanze vor Krankheitserregern

### • Prokaryotische symbiotische Partner

- Stickstoff-fixierende Bakterien

## „Fleischfressende“ Pflanzen

- an stickstoffarmen Standorten (z.B. Moore, ...)
- verdauen tierisches Eiweiß (Insekten, ...)
- spezielle Fangmethoden

## Schmarotzer

### Halbschmarotzer (*Mistel, Augentrost, ...*)

- betreiben Photosynthese
- beziehen vom Wirt Wasser, indem sie mit Saugwurzeln in deren Wasserleitgefäße eindringen

### Vollschmarotzer (*Schuppenwurz, ...*)

- beziehen Wasser und Zucker aus den Leitungsbahnen

## Flechten

= Symbiose zwischen Pilz und Alge oder Cyanobakterien

- Algen und Cyanobakterien erzeugen Zucker
- Pilz liefert CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O für Photosynthese
- Pilz schützt Alge vor zu viel Sonne
- Gemeinsam bilden sie Flechtenstoffe (antibiotische Wirkung)
- Extremstandorte
- Bioindikator – reagiert empfindlich auf den Luftschadstoff SO<sub>2</sub>

## Wurzelknöllchenbakterien

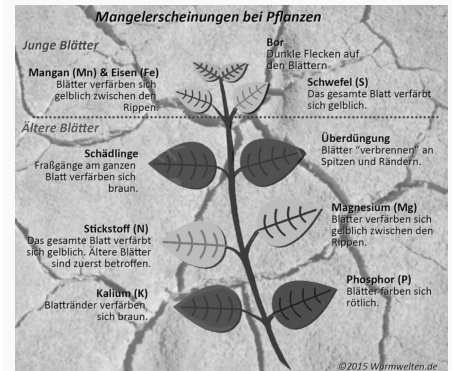
- beiden Hülsenfrüchtlern (Fabaceae)
- Bakterien dringen in Wurzel → Wucherungen
- Bakterien binden Stickstoff(N) und wandeln es für die Pflanze in Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) um
- Bakterien bekommen Zucker von der Pflanze

Futtererbsen sind ein hervorragender Gründünger für das Saisonende

## Nährstoffmangel - Symptome

- Gehemmttes Blatt- oder Sprosswachstum
- Nekrosen (lokaler Zelltod)
- Chlorosen (Vergilben der Blätter)

## Fehlt ein Element



= schlechtes Wachstum oder beschädigte Pflanze

## Dünger



Die meisten enthalten Stickstoff(N), Phosphat(P) und Kalium (K).

## Organischer Dünger

enthalten Schwermetalle (Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Arsen und Uran)

= führt zu Anreicherung im Boden

- Gelangt ins Grundwasser

- Gelangt über die Pflanzen in die Nahrungskette

## Wie Schwermetalle in den Klärschlamm?

- Korrosion von Wasserleitungen
- Medikamente
- Zusatzmittel in Futtermittel (Tiermehl, ...)

Bsp

Zink und Kupfer sind nicht nur für Menschen gefährlich, sondern auch toxisch für einige Bodenmikroorganismen. = langfristige beeinträchtigen der Bodenfruchtbarkeit

## Wie Schwermetalle in den Klärschlamm?

- Korrosion von Wasserleitungen
- Medikamente

Bsp

Zink und Kupfer sind nicht nur für Menschen gefährlich, sondern auch toxisch für einige Bodenmikroorganismen. = langfristige beeinträchtigen der Bodenfruchtbarkeit

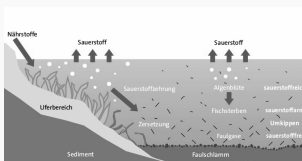
## Eutrophierung

eutroph = nährstoffreich

oligotroph = nährstoffarm

= Zunahme an Nährstoffen (besonders Phosphor- und Stickstoffverbindungen) in einem Gewässer und damit verbundenes übermäßiges Wachstum von Wasserpflanzen

## Problem



By Running3341



[cheatography.com/running3341/](https://cheatography.com/running3341/)

Not published yet.

Last updated 25th May, 2026.

Page 3 of 3.

Sponsored by [Readable.com](https://readable.com)

Measure your website readability!

<https://readable.com>