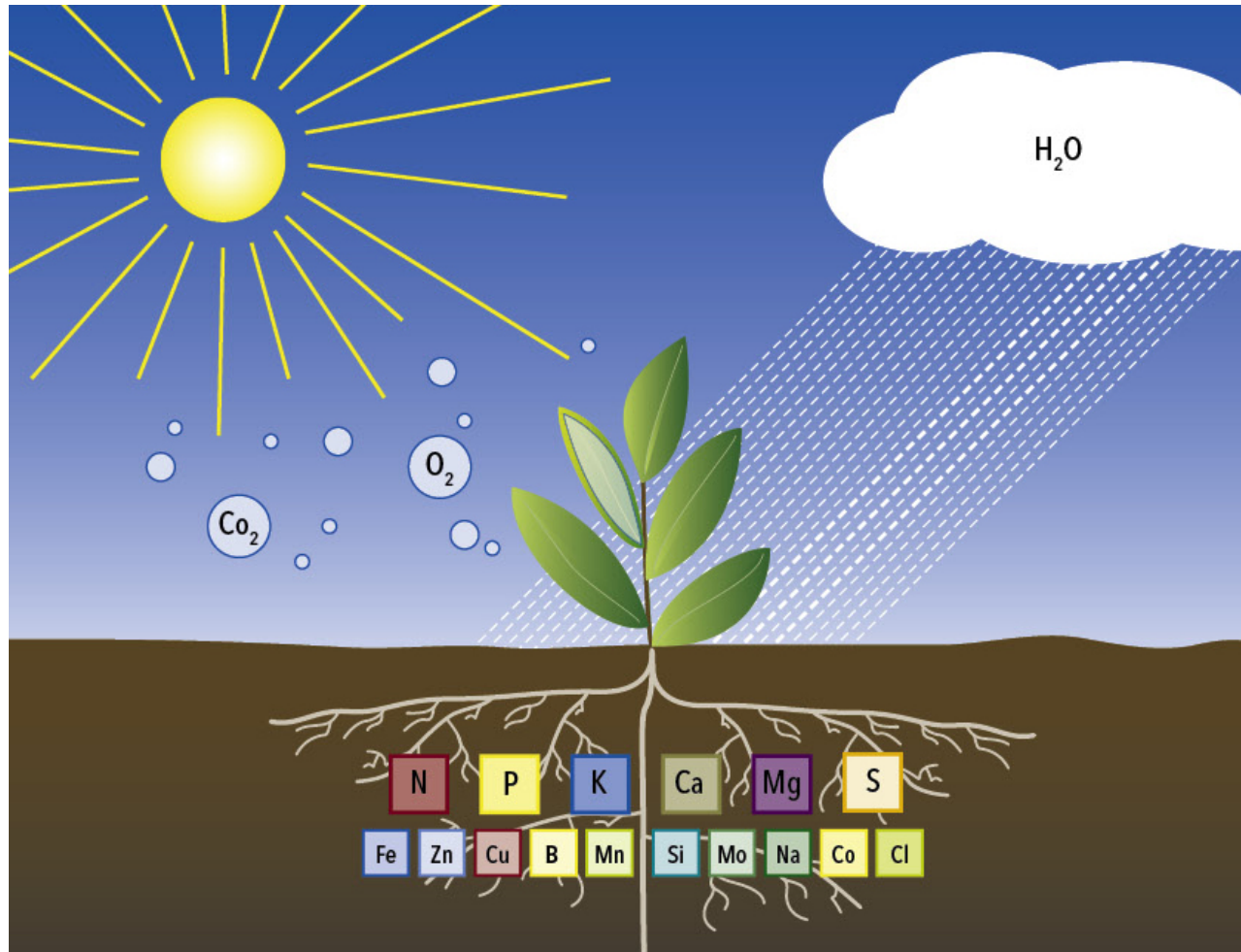
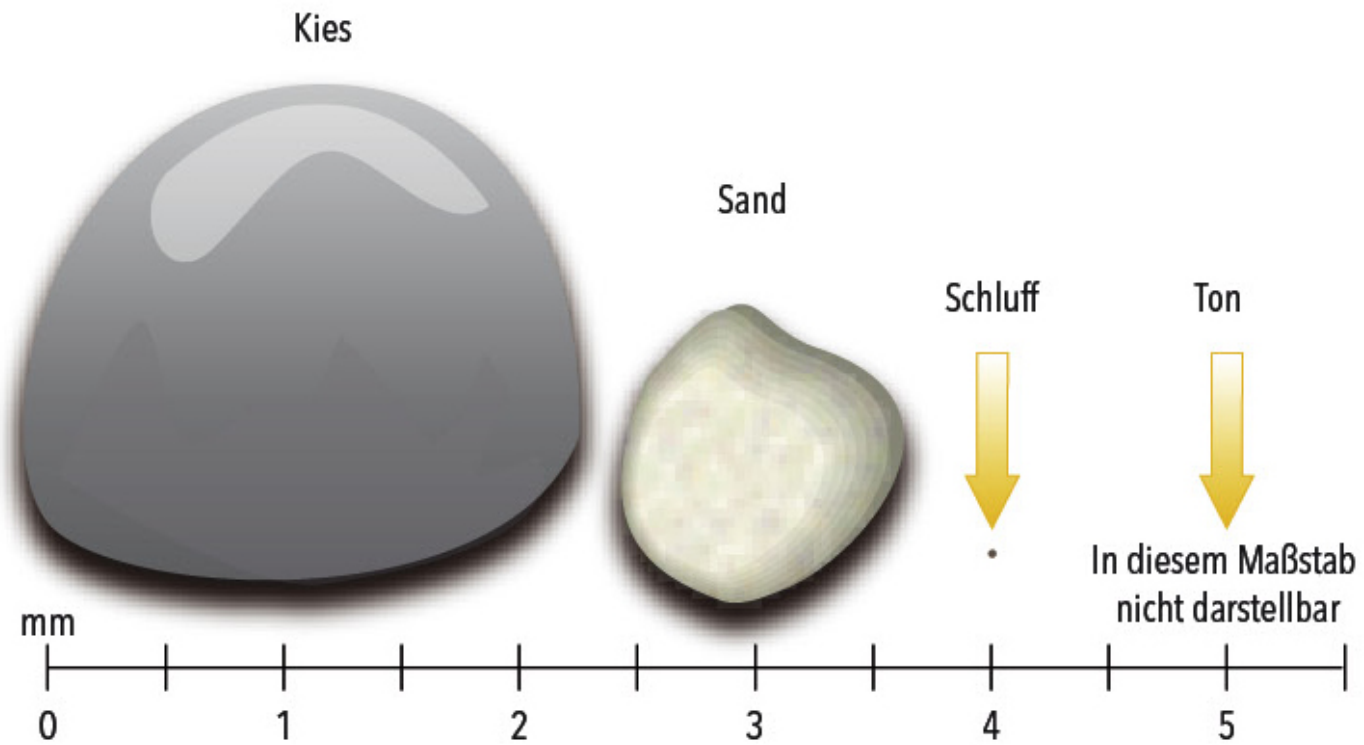


# Wachstumsfaktoren

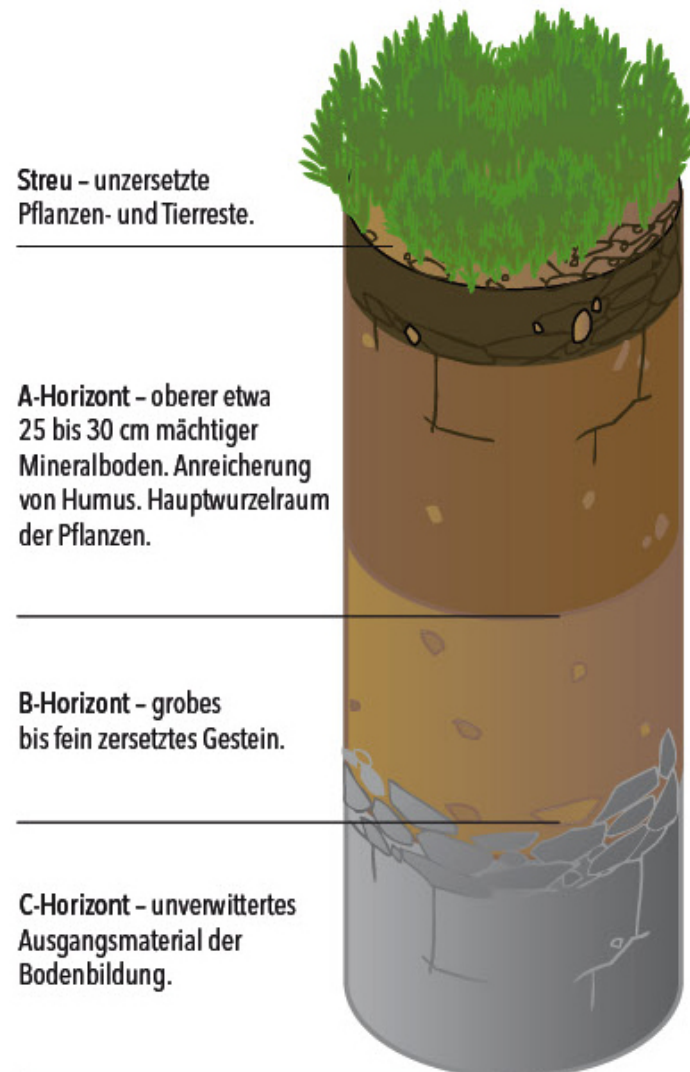


# Korngrößen

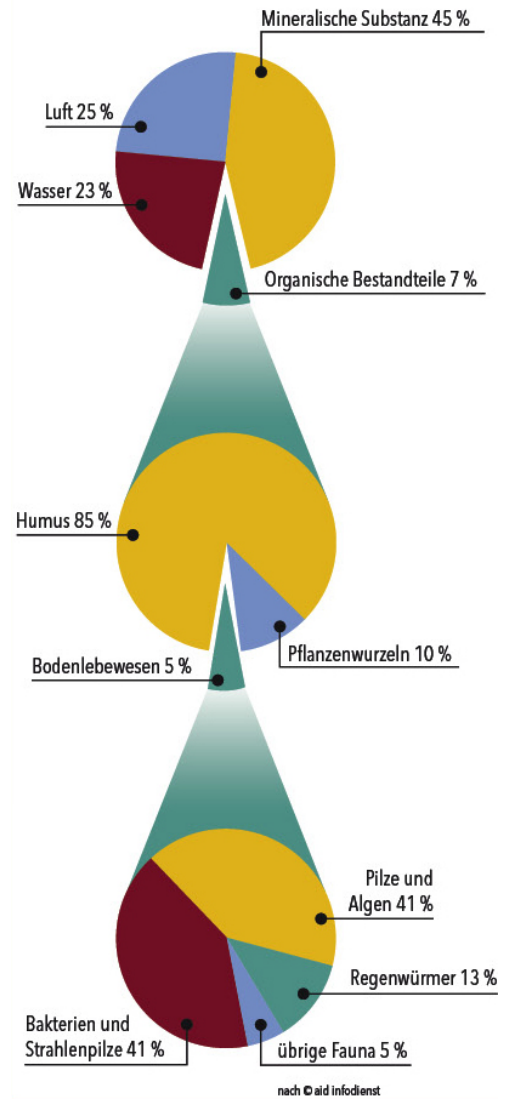




# Bodenhorizonte



# Bodenbestandteile

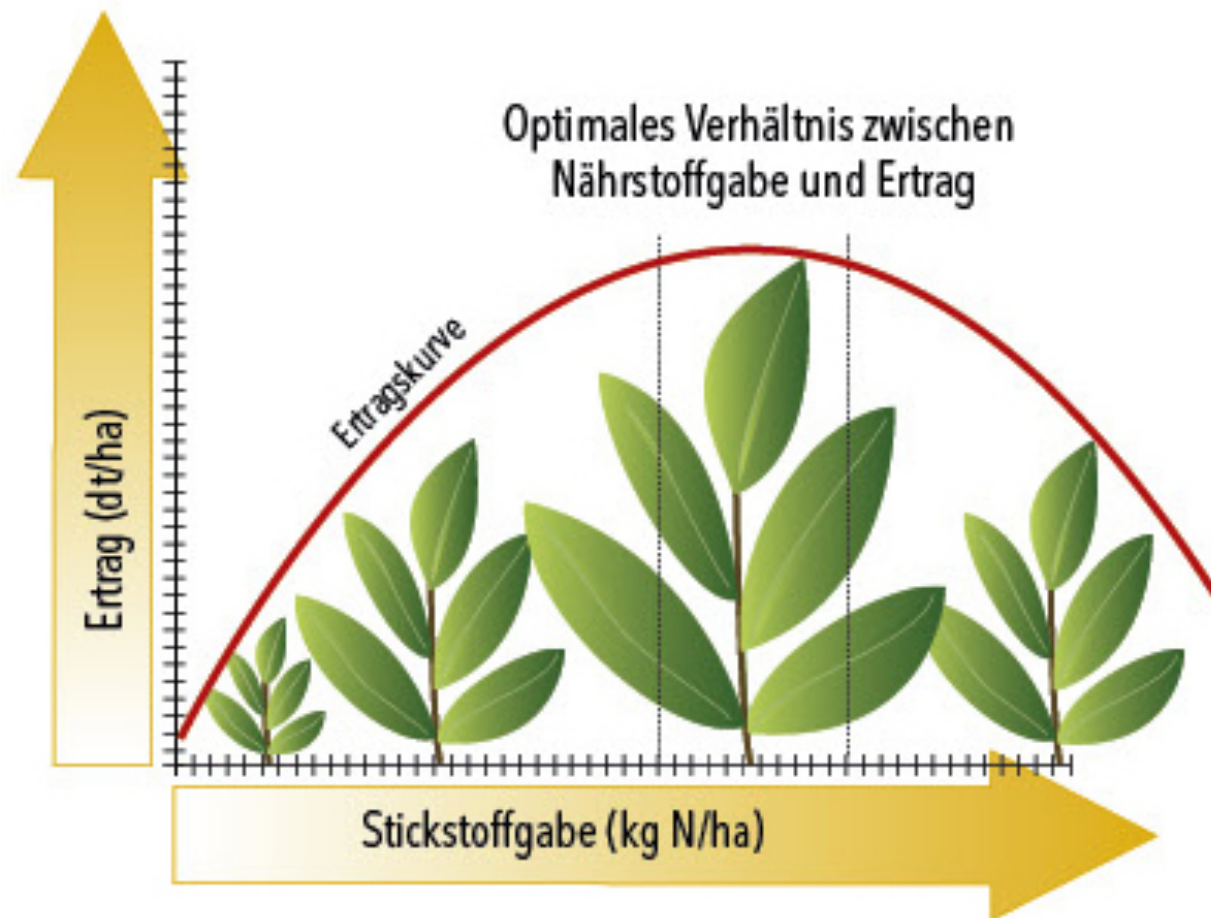


## Gesetz vom Minimum von Justus von Liebig



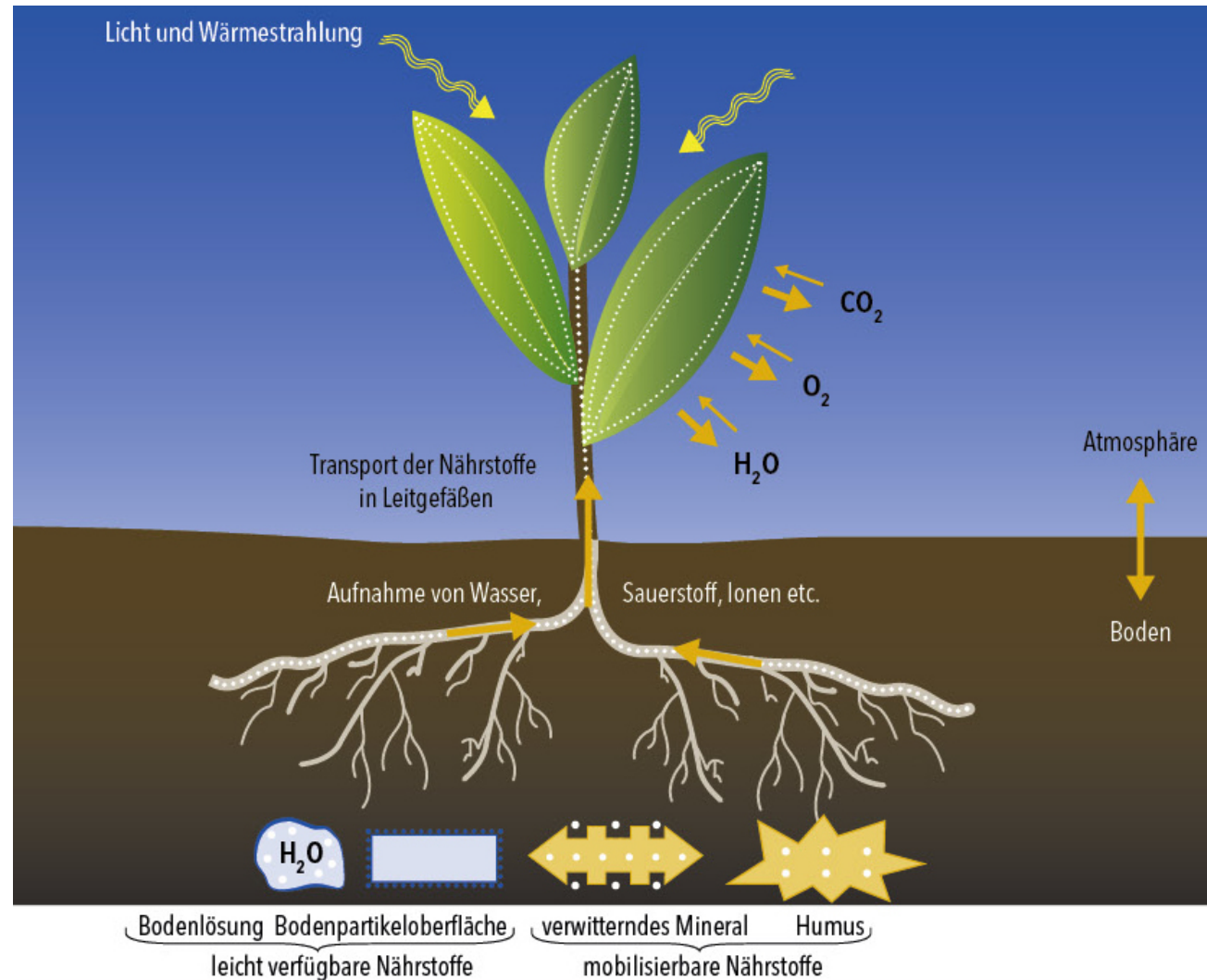
So wie die niedrigste Daube das Fassungsvermögen der Tonne begrenzt, so bestimmt der am geringsten verfügbare Nährstoff den Ertrag der Pflanzen.

## Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs





## Nährstoffaufnahme durch die Pflanze

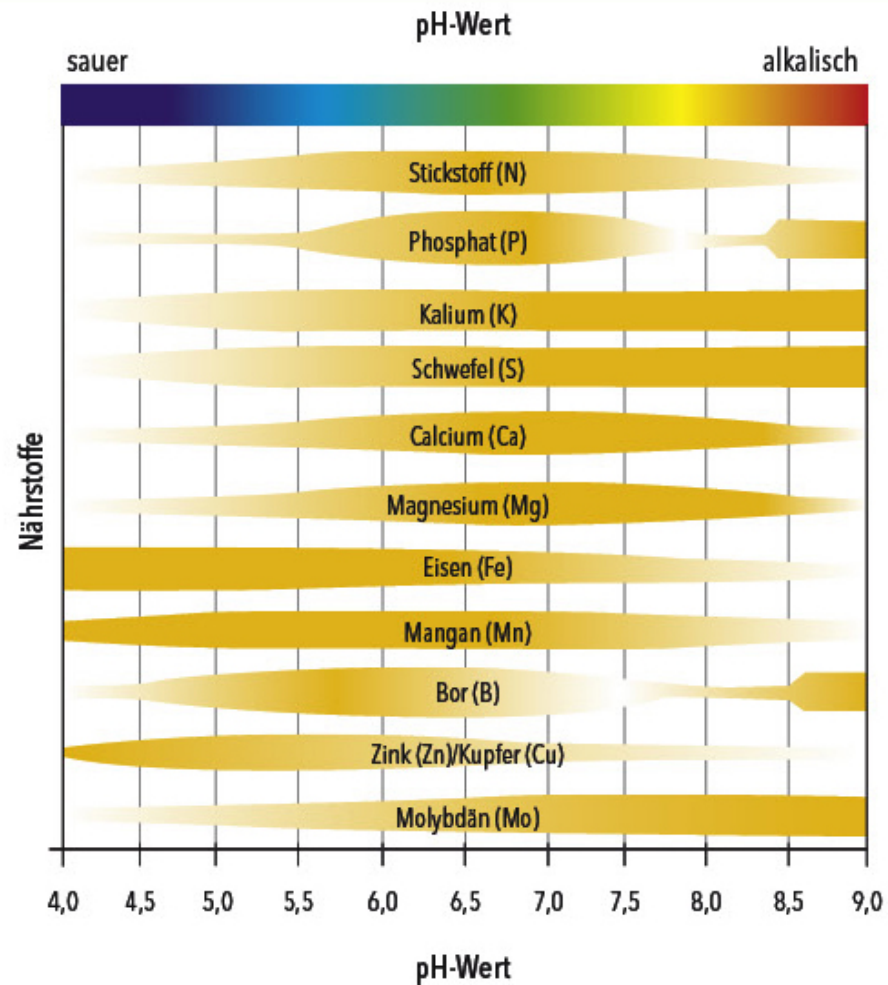




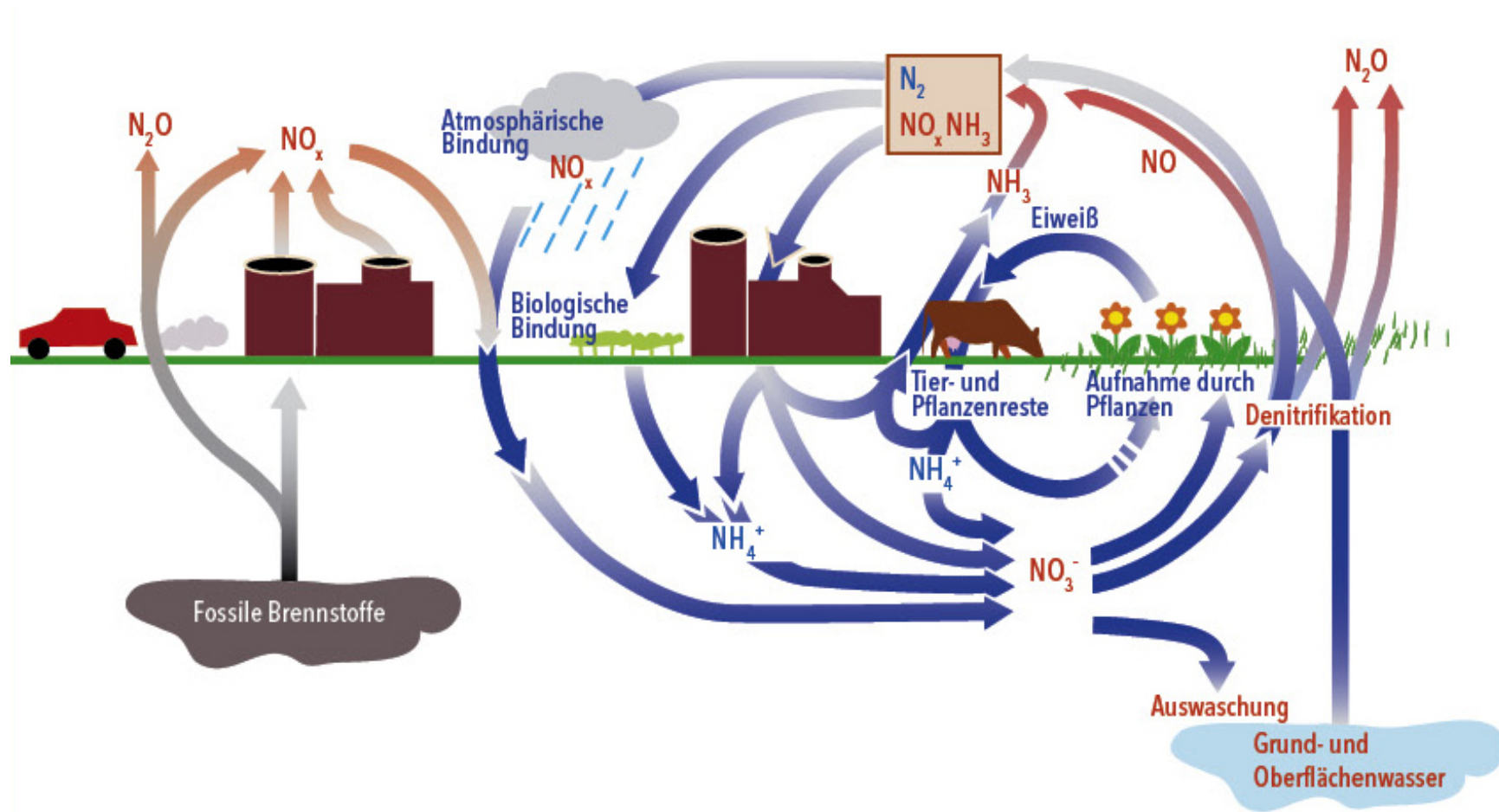
Tonminerale sind wichtige Bestandteile vieler Böden. Sie haben einen meist plättchenförmigen, schichtartigen Aufbau.



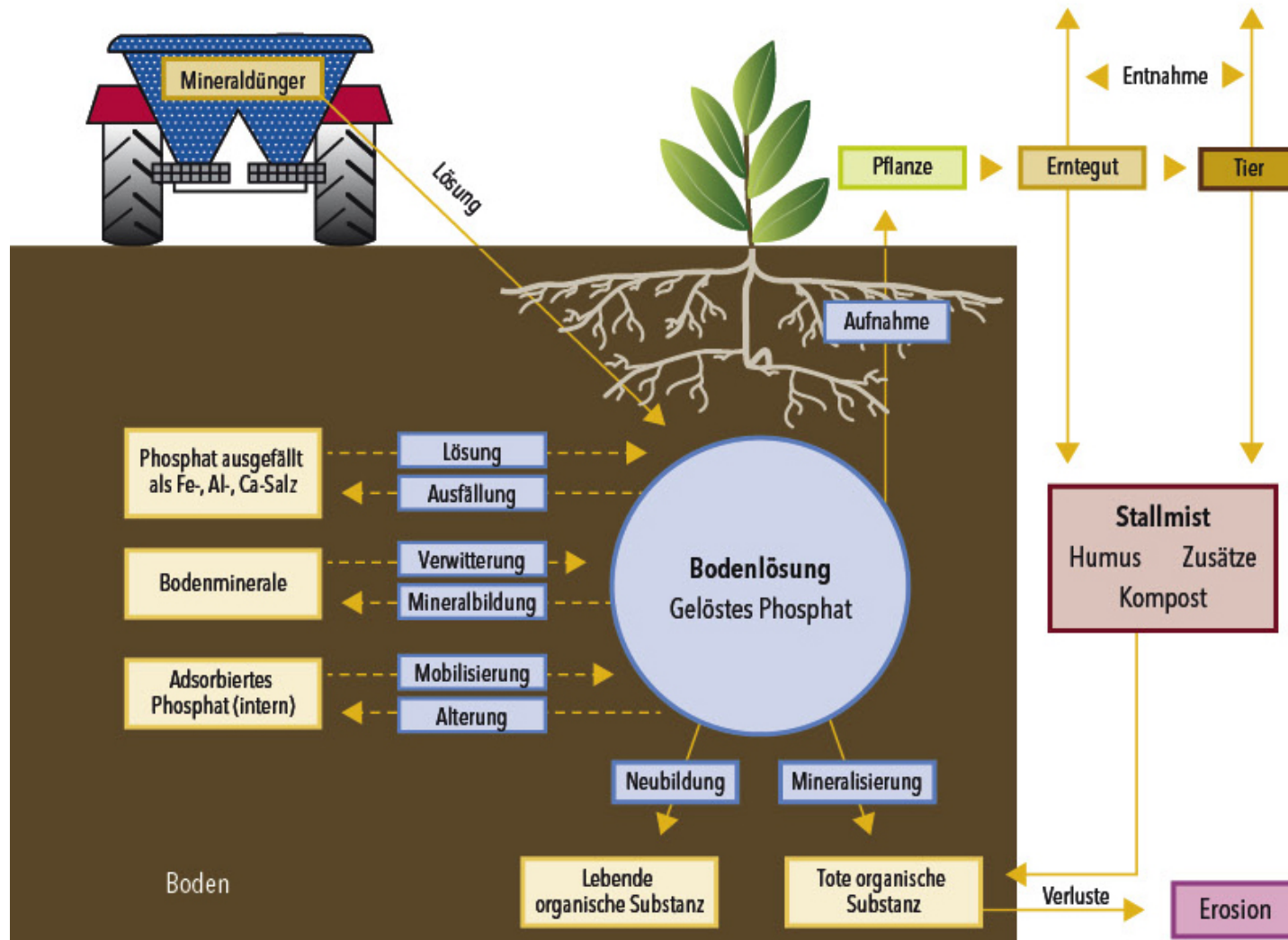
## Schematische Beziehung zwischen dem pH-Wert des Bodens und der Verfügbarkeit von Nährstoffen



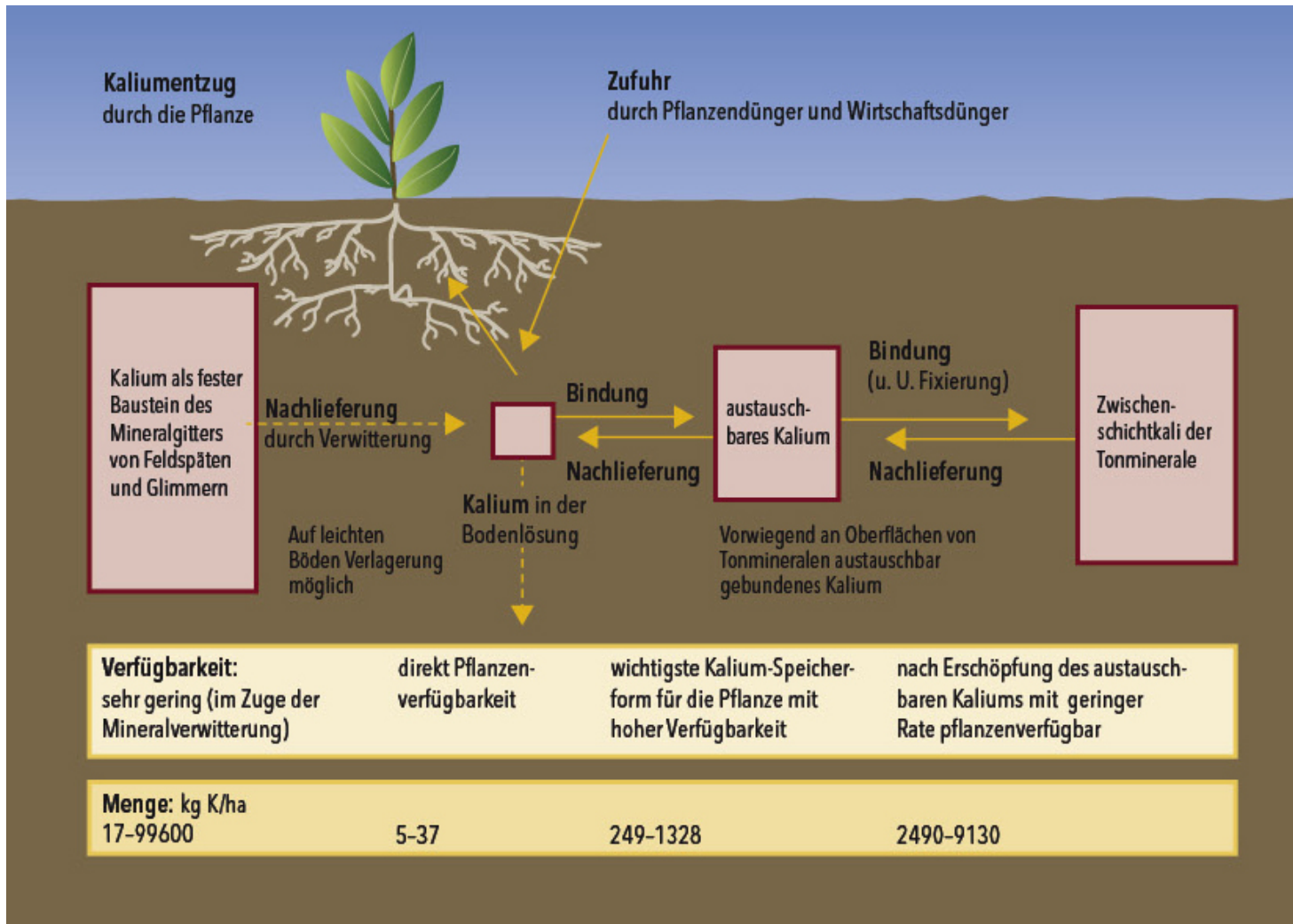
# Der Stickstoffkreislauf



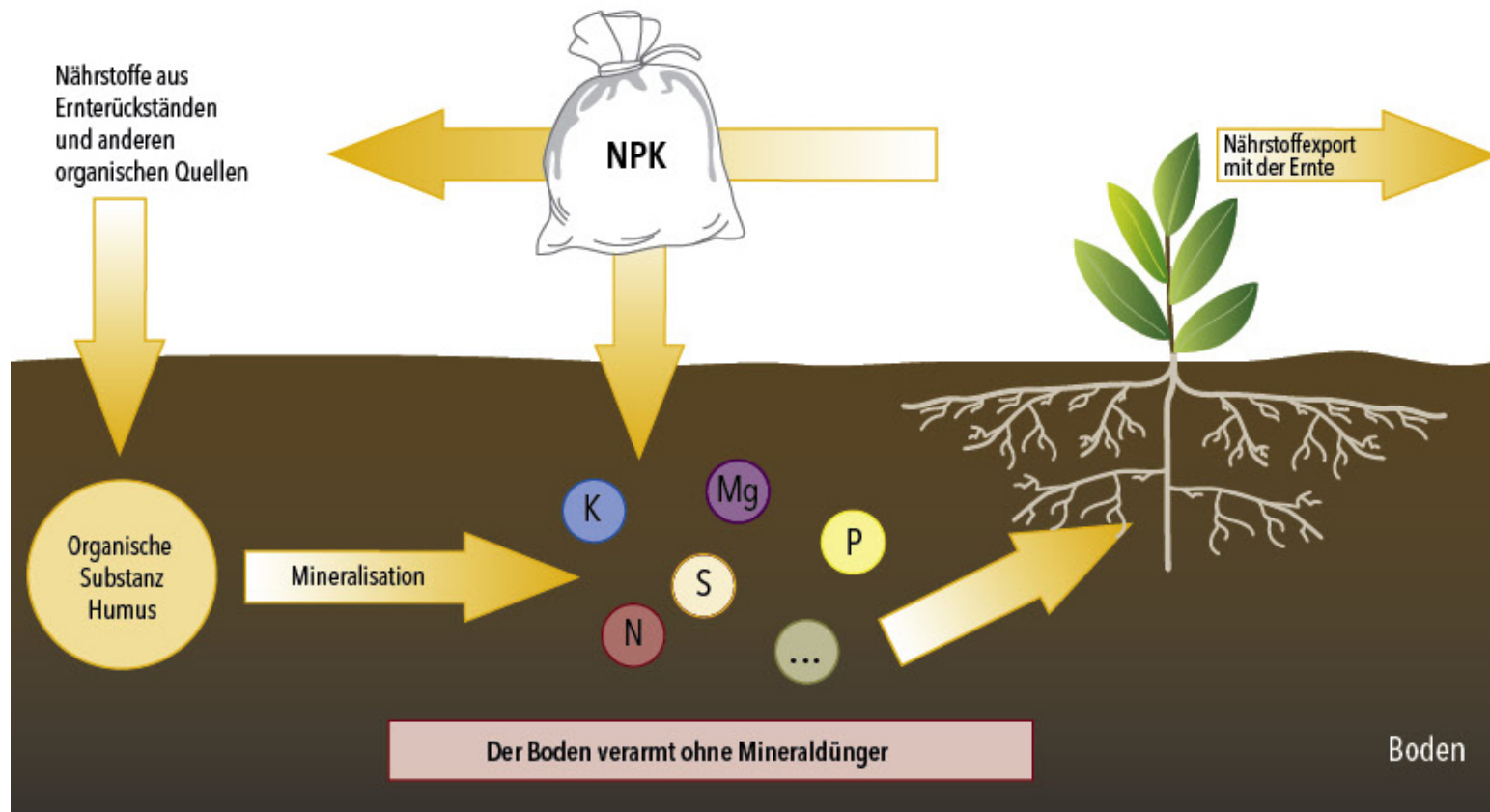
# Phosphordynamik im Boden



# Kaliumdynamik

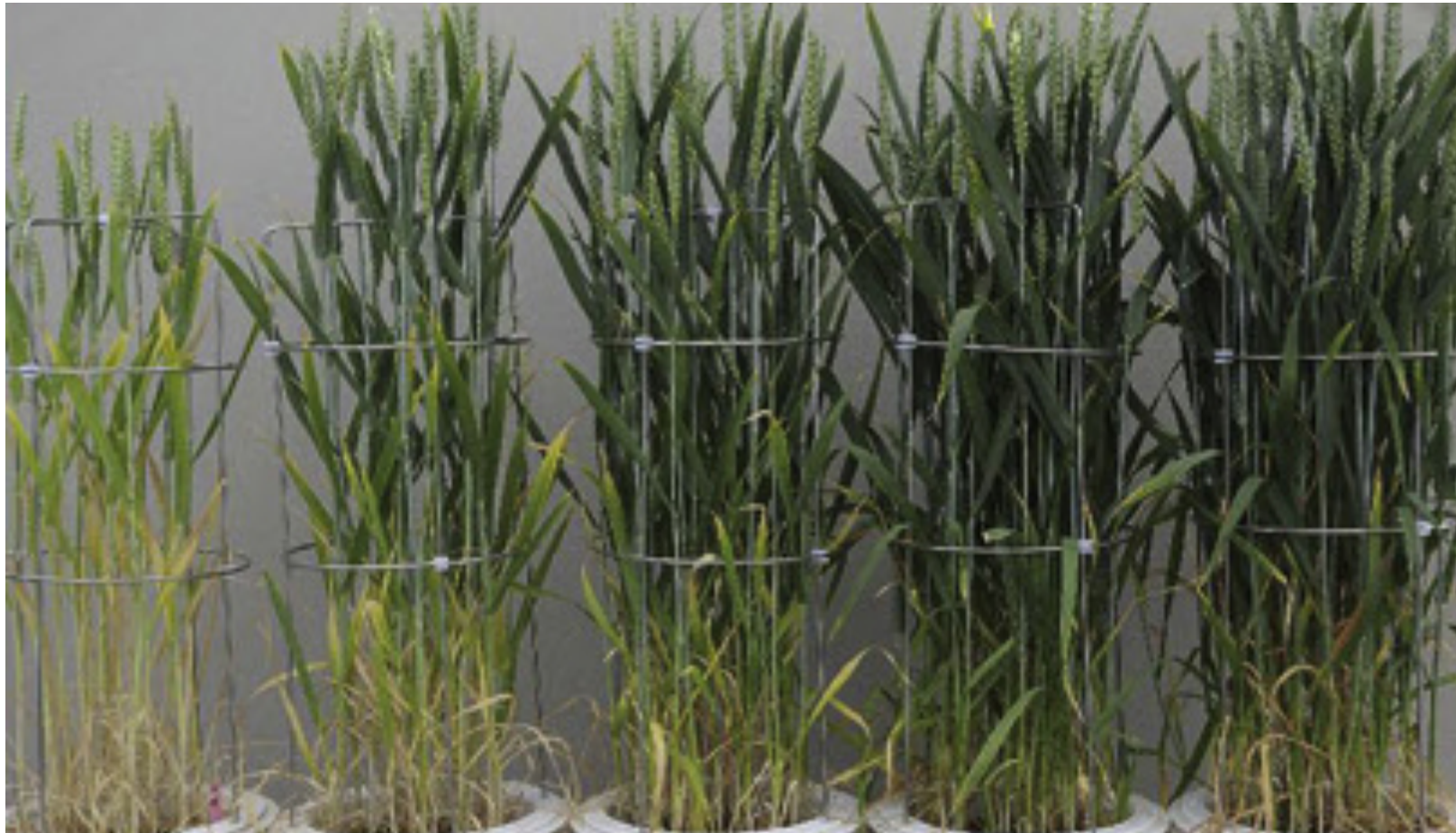


## Mineraldünger ersetzen die Nährstoffe, die mit der Ernte abgefahren werden

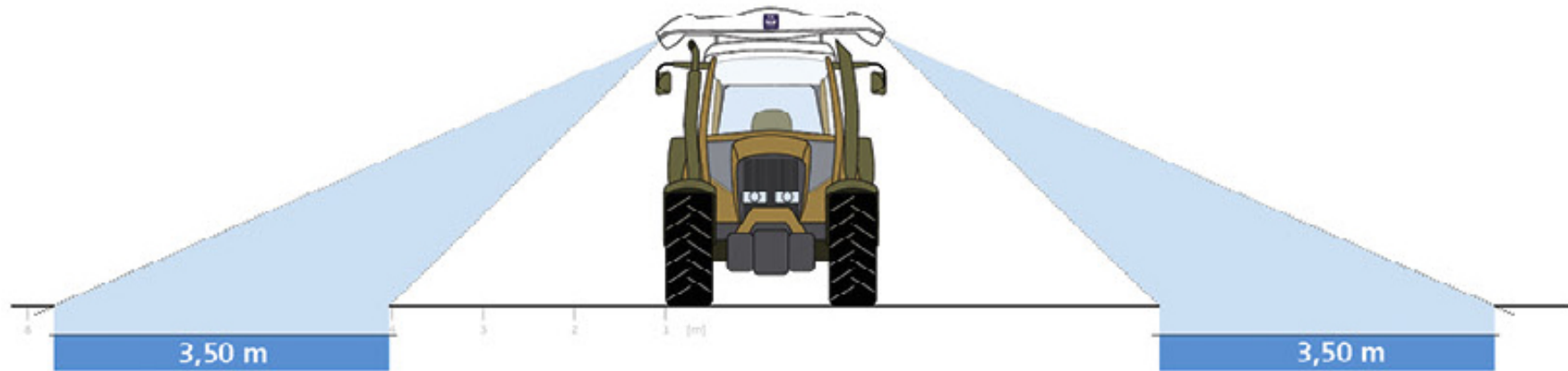




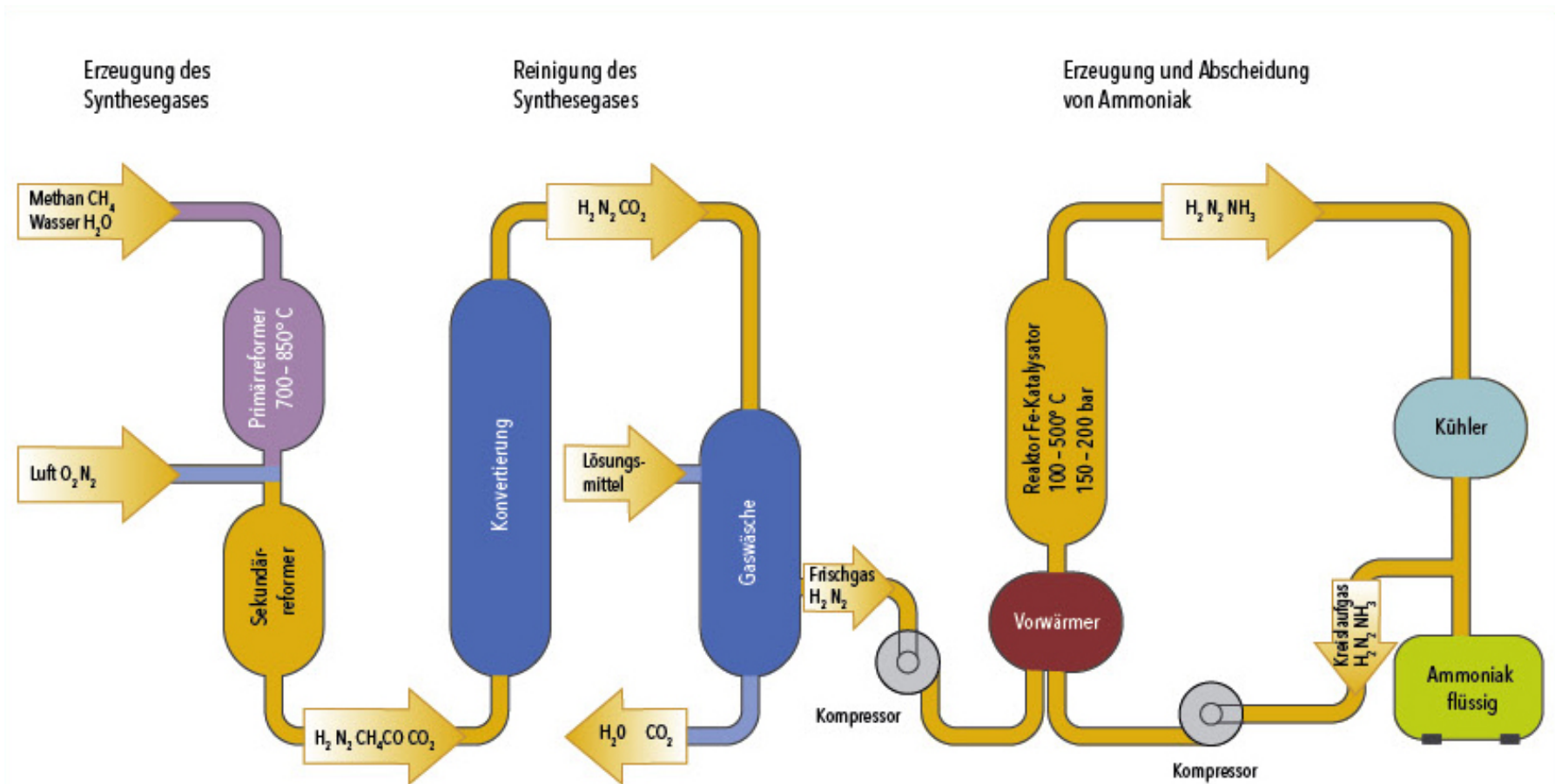
## Optimale und suboptimale Stickstoffversorgung von Winterweizen



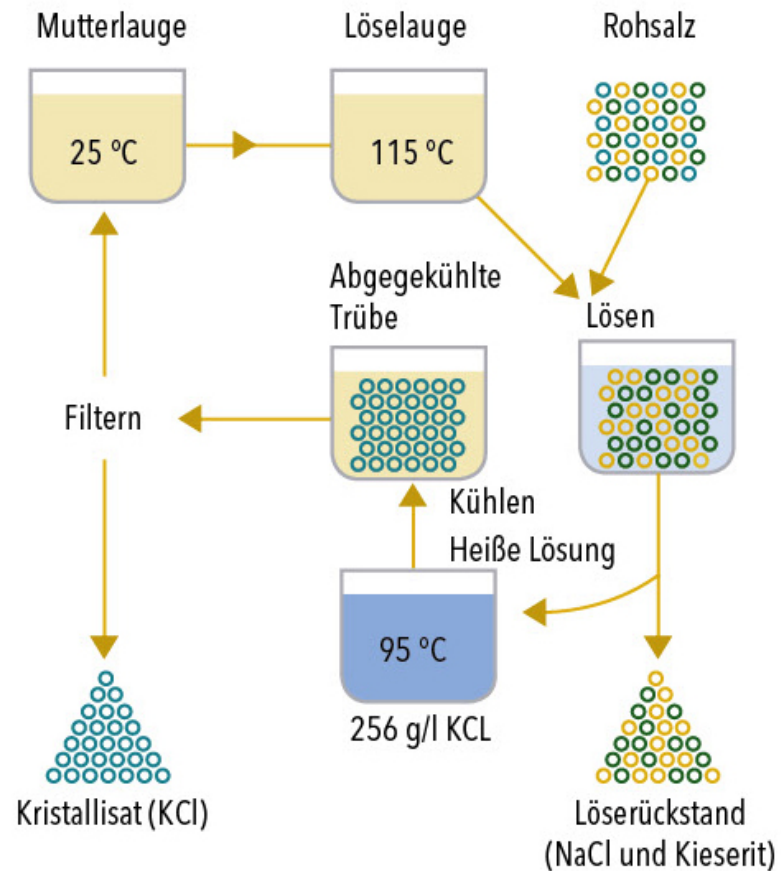
## N-Sensor auf dem Traktordach



# Ammoniaksynthese im Haber-Bosch-Verfahren



## Heißverlösung



### Heißverlösung

Trennung von Kaliumchlorid (KCl) aus dem Kali-Rohsalz ( $\text{KCl} + \text{NaCl} + \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) in nassem Zustand bei steigender Temperatur.

## Kennzeichnung Düngemittel

**NPK 20 + 7 + 10 (+ 2 + 4)**  
mit Magnesium und Schwefel

EG-DÜNGEMITTEL

**NPK (Mg, S) Dünger 20 + 7 + 10 (+ 2 + 4)**

20 % N Gesamtstickstoff  
7,7 % N Nitratstickstoff  
12,3 % N Ammoniumstickstoff

7 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> neutral-ammoncitratlösliches  
und wasserlösliches Phosphat  
5,2 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> wasserlösliches  
Phosphat

10 % K<sub>2</sub>O wasserlösliches Kaliumoxid

2 % MgO Gesamt-Magnesiumoxid

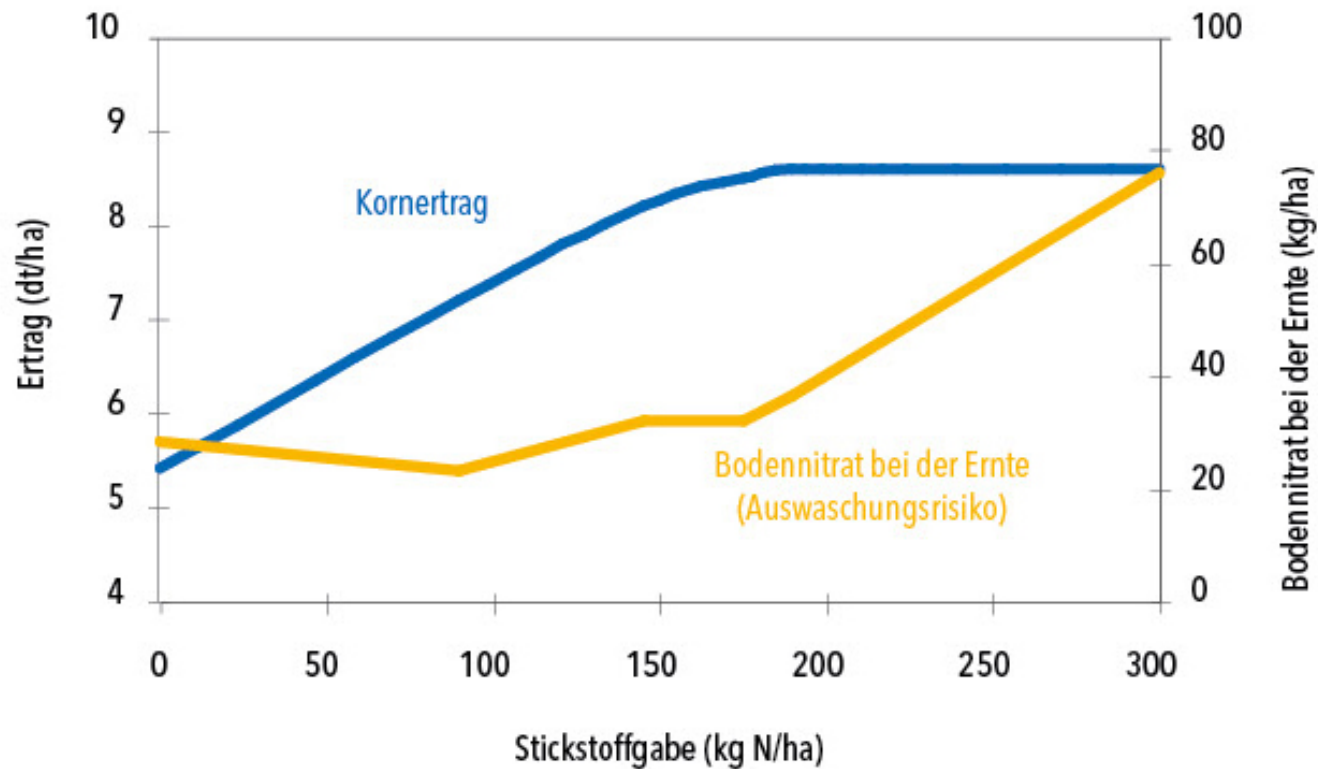
4 % S wasserlöslicher Schwefel

Gewicht: \_\_\_\_\_ kg netto

Hersteller:  
Muster GmbH & Co. KG • Musterstraße 12 • 34567 Musterhausen



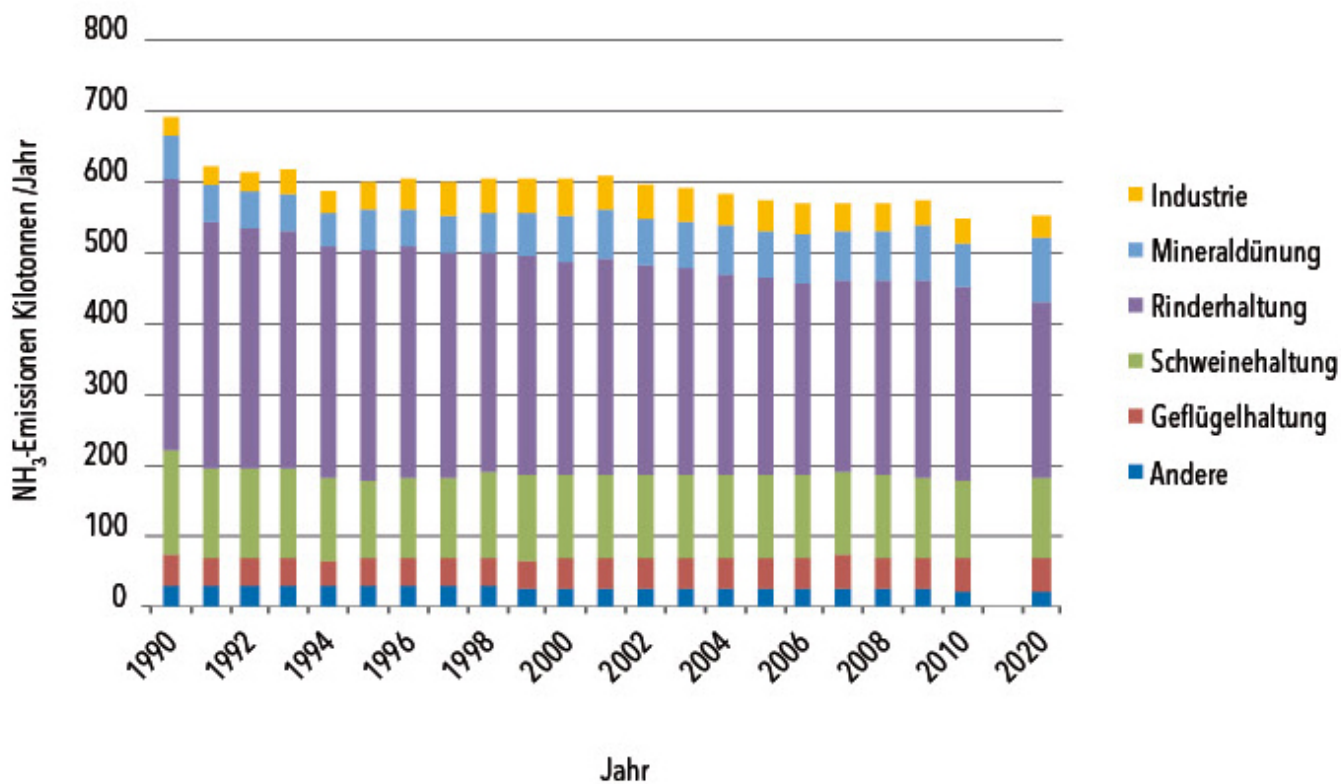
## Beziehung zwischen Stickstoffdüngung, Ernteertrag und potentieller Stickstoffauswaschung



(nach Baumgärtel et. al. 1998)

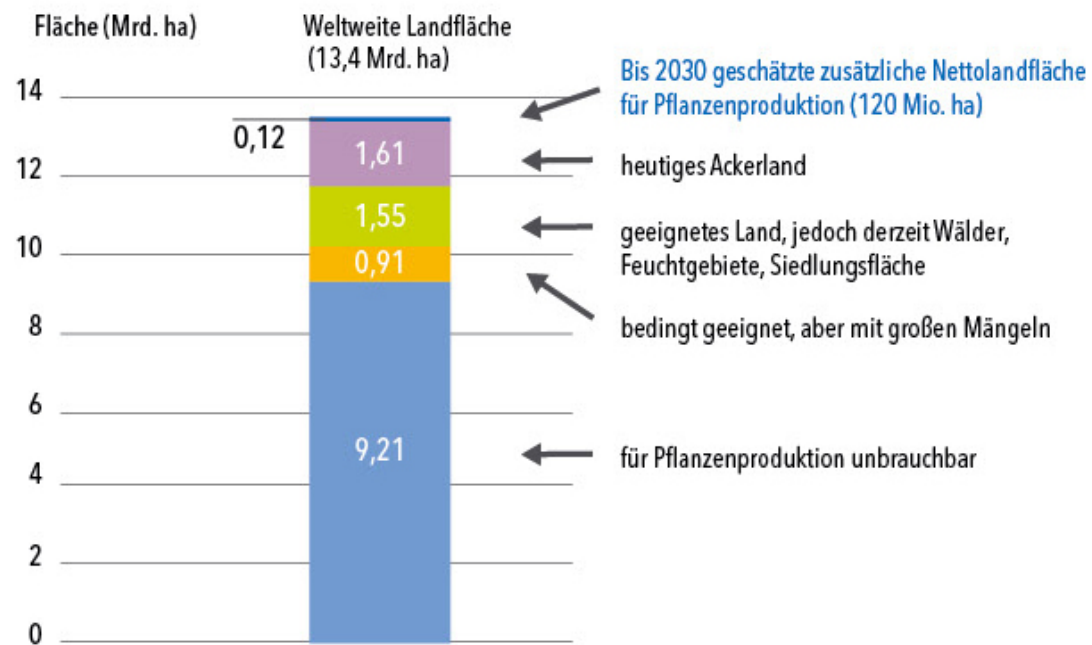


## Trend der Ammoniakemissionen in Deutschland



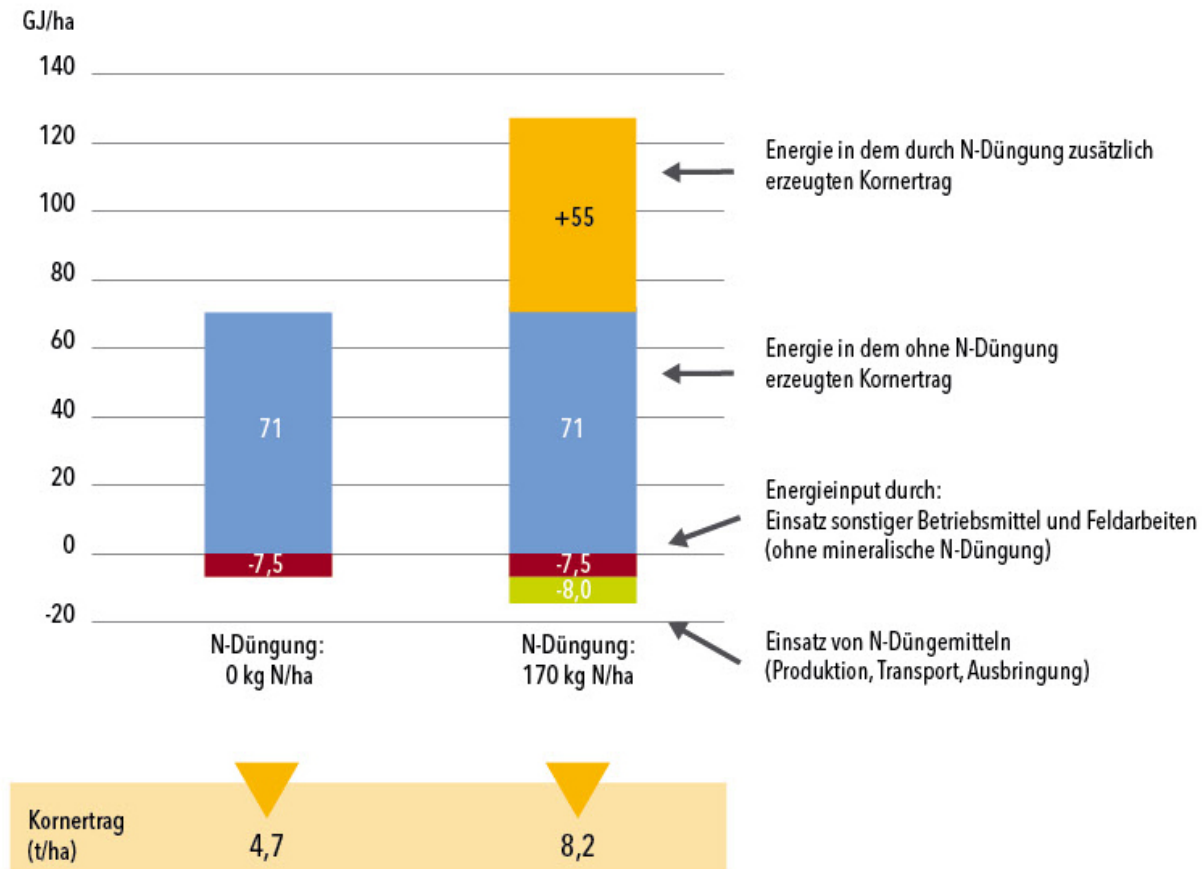
(nach H. Döhler KTBL)

## Die globale Herausforderung: Ackerland ist begrenzt



Die 120 Mio. ha zusätzliches Ackerland liegen in Brasilien und in Afrika südlich der Sahara

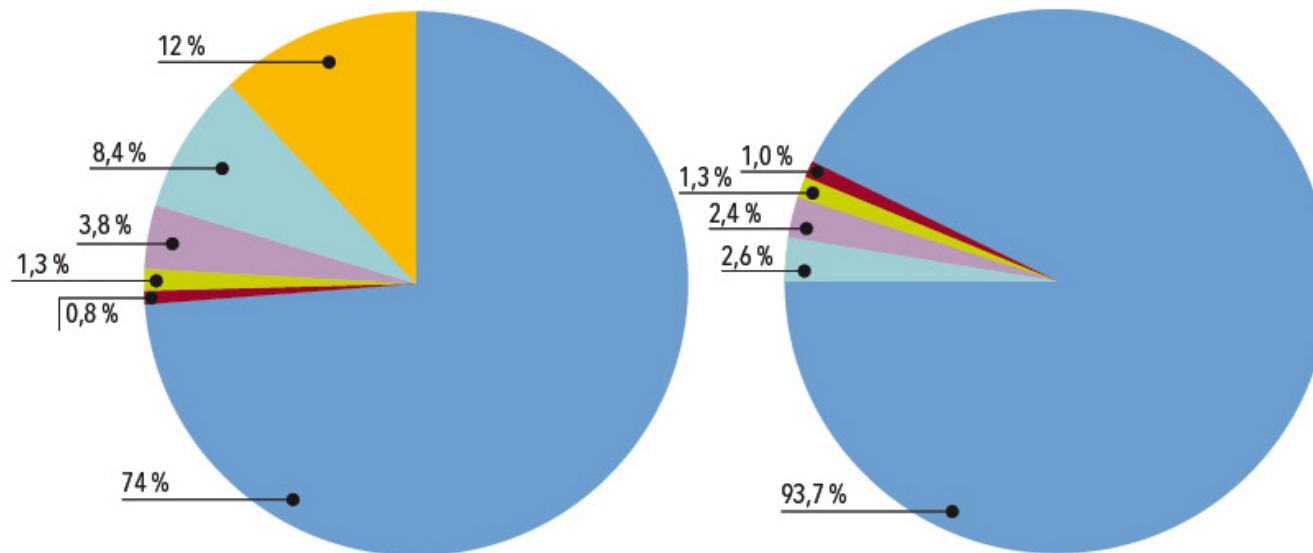
## Energieproduktion auf 1 ha Weizen (Kornertrag)



# Anteil der Landwirtschaft an den globalen Emissionen von Treibhausgasen

Global = 49 Mrd t CO<sub>2</sub> eq (Landwirtschaft 26,3 %)

Deutschland = 1 Mrd t CO<sub>2</sub> eq (Landwirtschaft 7,3%)



In CO<sub>2</sub> Äquivalente (eq) umgerechnet:

■ Umwandlung in landwirtschaftliche Nutzflächen

■ N<sub>2</sub>O aus organischen Quellen

■ Düngerproduktion

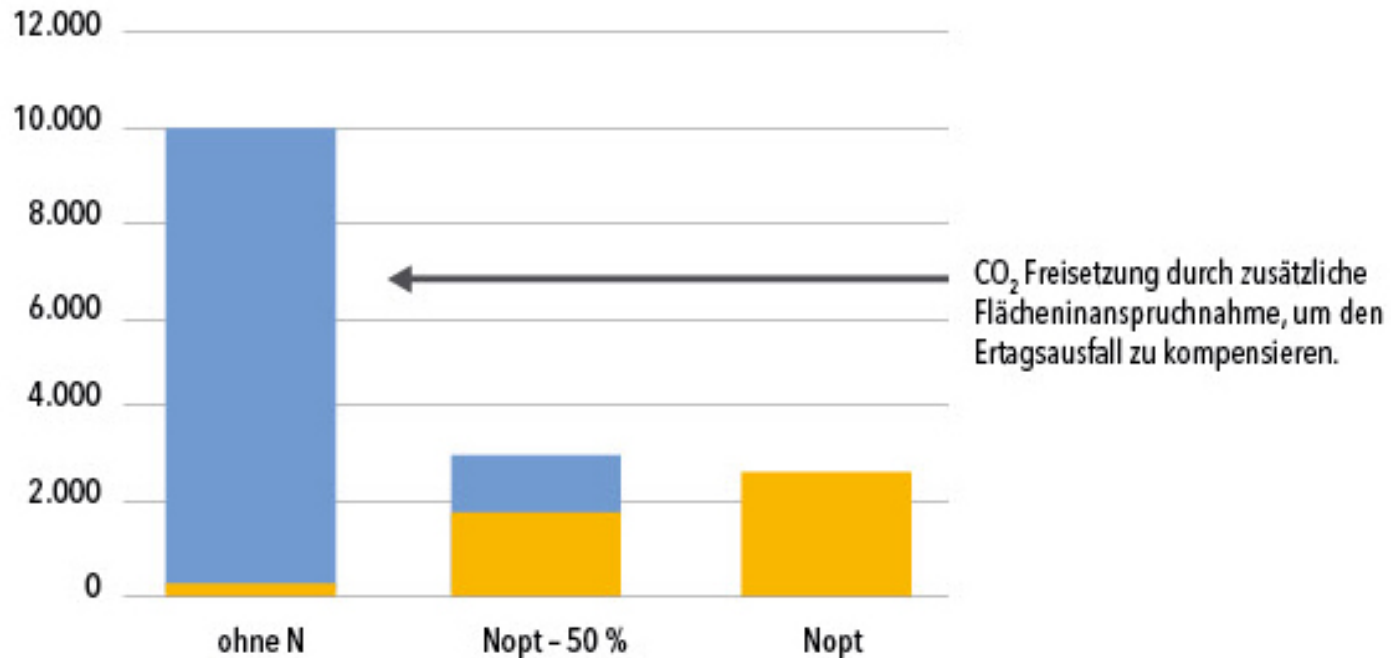
■ Andere Treibhausgase v. a. CH<sub>4</sub>

■ N<sub>2</sub>O aus mineralischer Düngung

■ Energie, Abfall, Industrie etc.

## Treibhausgasemissionen durch die Erzeugung von 10 t Weizen

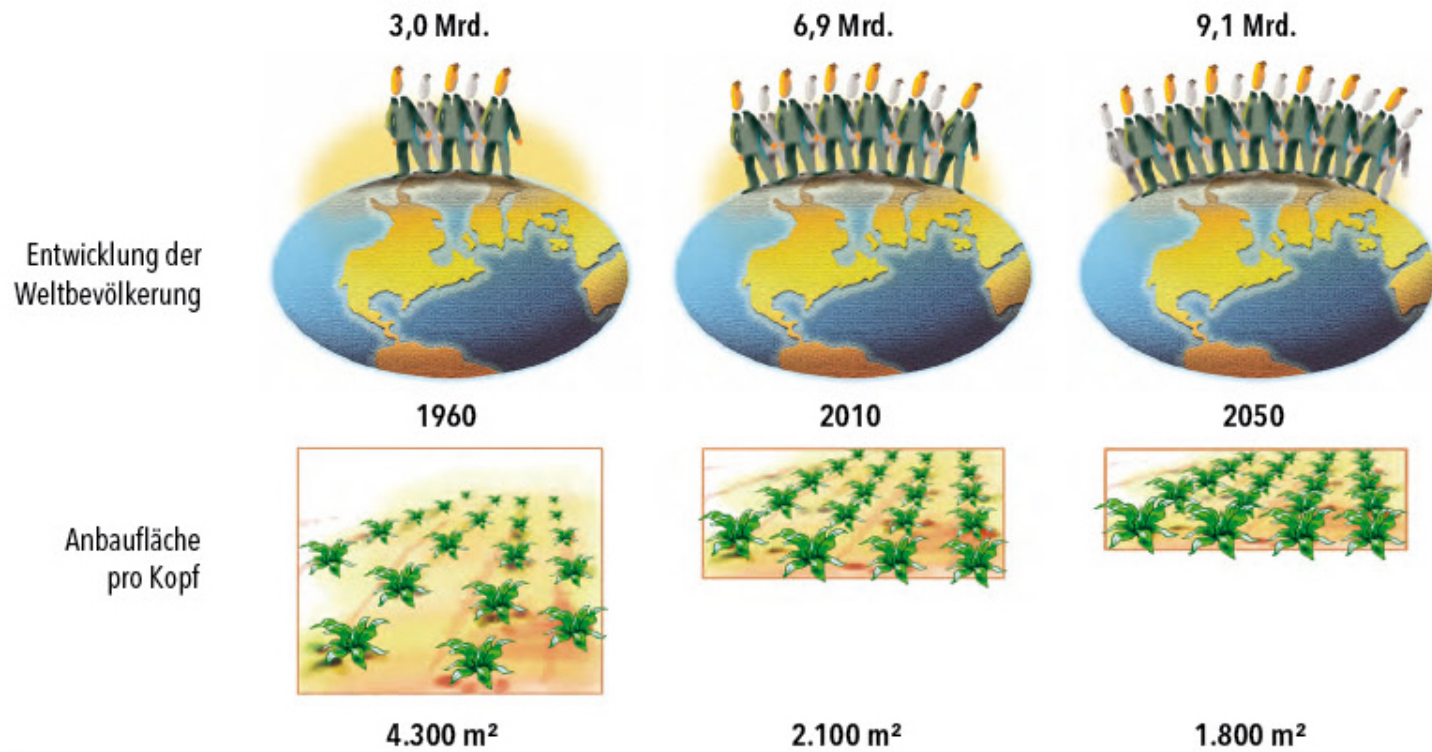
kg CO<sub>2</sub> eq./  
92,25 t Korn



Nopt = Optimale Versorgung mit Stickstoff

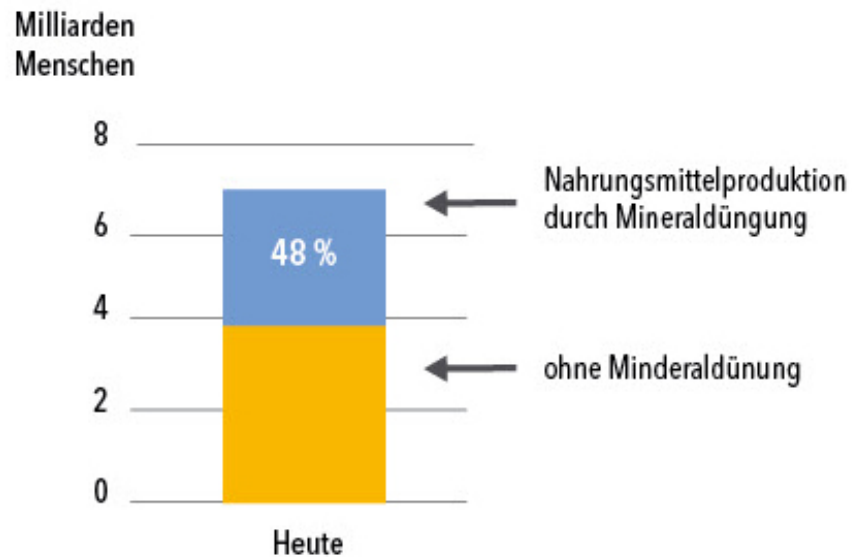
# Begrenzte Fläche – wachsende Bevölkerung

Ackerfläche weltweit 1,5 Mrd. ha



Quelle: FAO

Bereits heute bildet Mineraldüngung die Grundlage für fast die Hälfte der weltweit verbrauchten Nahrungsmittel.



Derzeit wird etwa die Hälfte der Pflanzenproduktion durch den Einsatz von Mineraldüngern ermöglicht



(nach Erismann et al. 2008, Nature Geoscience)

## Entwicklung von Weltbevölkerung, Nahrungsmittelbedarf und Einsatz von Mineraldüngern

