



K+S KALI GmbH

**Sicherung von Ertrag und
Bodenfruchtbarkeit durch ausgewogene
Grunddüngung.**

Dr. Andreas Gransee



Kenntnisse

1. Ertragssteigerung

➔ **Nahrungs-
mittel**

➔ **gut**

2. Qualität

➔ **Nahrungsmittel
Bioenergie** }

➔ **teilweise
gut**

3. Sicherheitssysteme

➔ **Nachhaltigkeit
Ressourcen-
Nutzung** }

➔ **nicht
ausreichend**



- **Periodische Zufuhr organischer Dünger sowie Kalkung zur Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit**
- **Bemessung der Düngergaben entsprechend der Düngedürftigkeit der jeweiligen Frucht**
- **Betrachtung der organischen und mineralischen Düngung aus der Sicht der Nährelementbilanz als Einheit**
- **Sinnvolle Auswahl der Düngungszeitspannen und der darauf abgestimmten Düngerform**

1. Nährstoffbedarf der Pflanzen
2. +/- Korrektur Nährstoffstatus des Bodens
3. – aus organischen Düngern verfügbare Nährstoffe
= Nährstoffbedarf aus Mineraldüngern
4. – Begrenzung durch das ökonomische Optimum
5. – Umweltschutzauflagen
= empfohlene Düngergabe

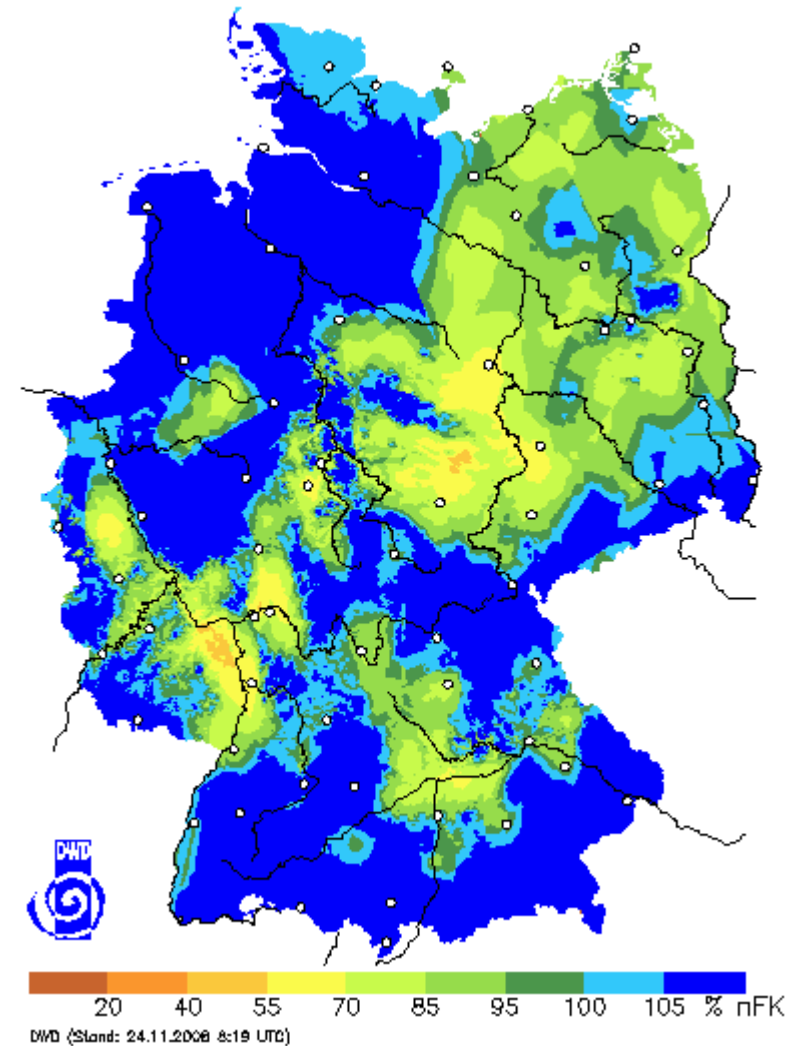


- Stabilität der Bodenstruktur bedingt durch mögliche Veränderungen der Tonmineralzusammensetzung
- langfristigen Wasserhaushalt des Bodens und damit auf die Wassereffizienz
- Stickstoffversorgung der Pflanzen über Ammonium und damit auf die N-Effizienz der Pflanzen
- Bewertung der Kaliumreserven im Boden für eine langfristige Sicherung der Kaliumversorgung

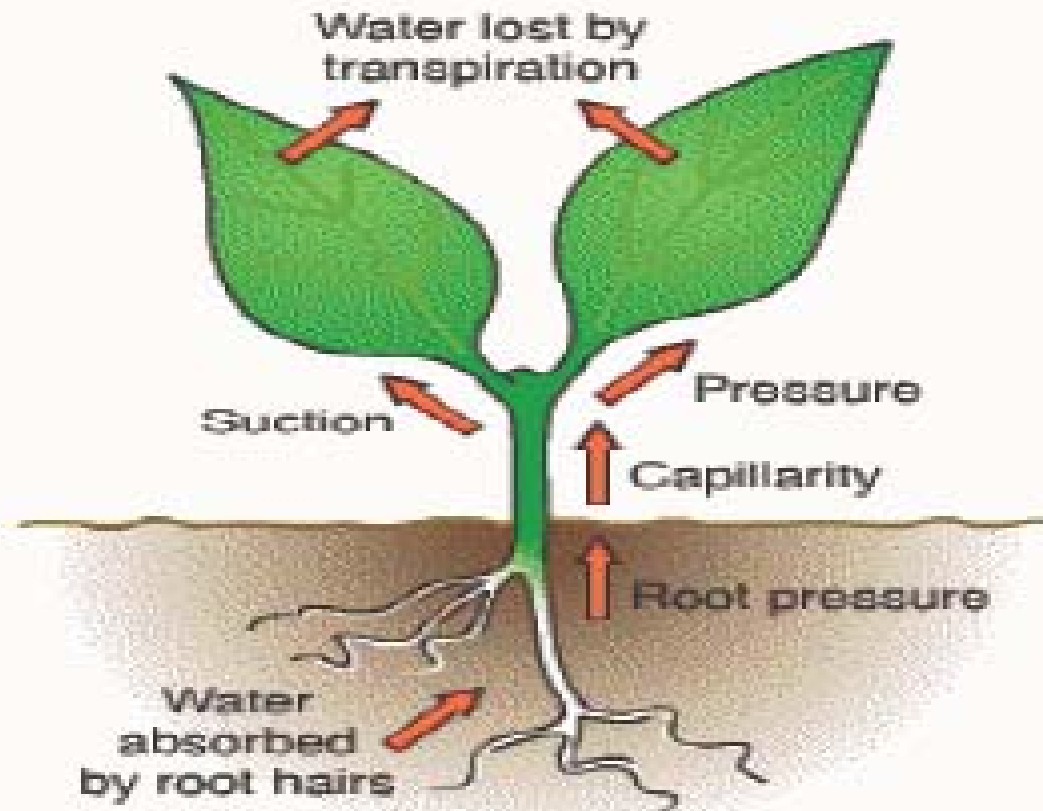


23.11.2008

nFK in %	Pflanzenentwicklung
< 30	Pflanze unter Wasserstress, Ertragseinbußen
30 – 50	Noch ausreichende Wasserversorgung
50 – 80	Optimales Wasserangebot
80 – 100	Beginn Überversorgung und Sauerstoffmangel

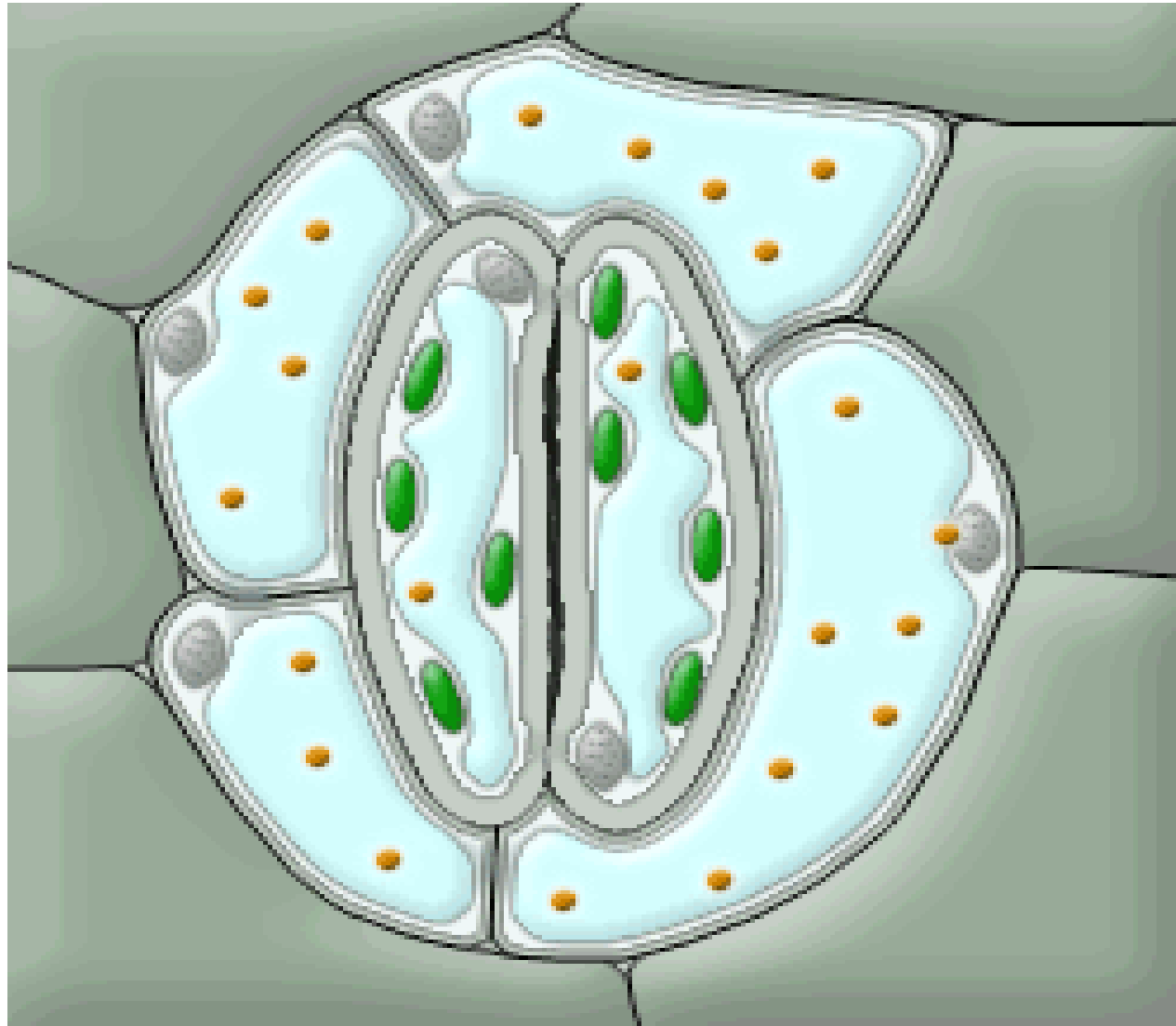


Quelle: www.agrowetter.de



Quelle: Prof. Fohrer, Ch.-Albrechts-Univ. Kiel

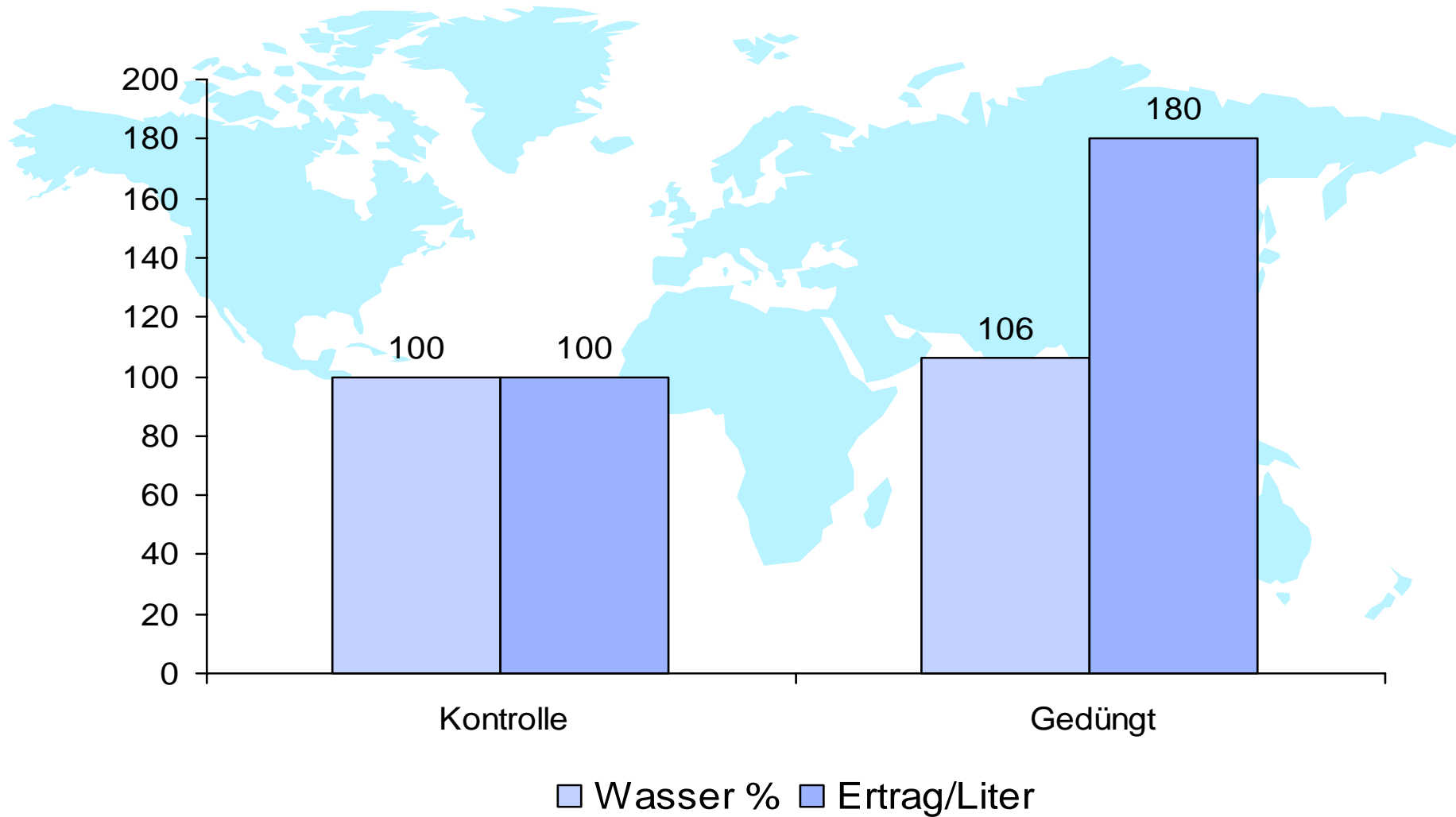
1. Wasseraufnahme über die Wurzelhaare durch Osmose
2. Wassertransport von Wurzel zum Blatt durch das Xylem durch Potenzialgefälle und Kapillarkräfte
3. Steuerung des Transpirationsstroms über die Stomata
4. Durch die Transpiration entsteht eine Saugspannung im Xylem. Sie ermöglicht den kontinuierlichen Wasserstrom in der Pflanze.



Quelle: nach Hensel, Jülich 2005

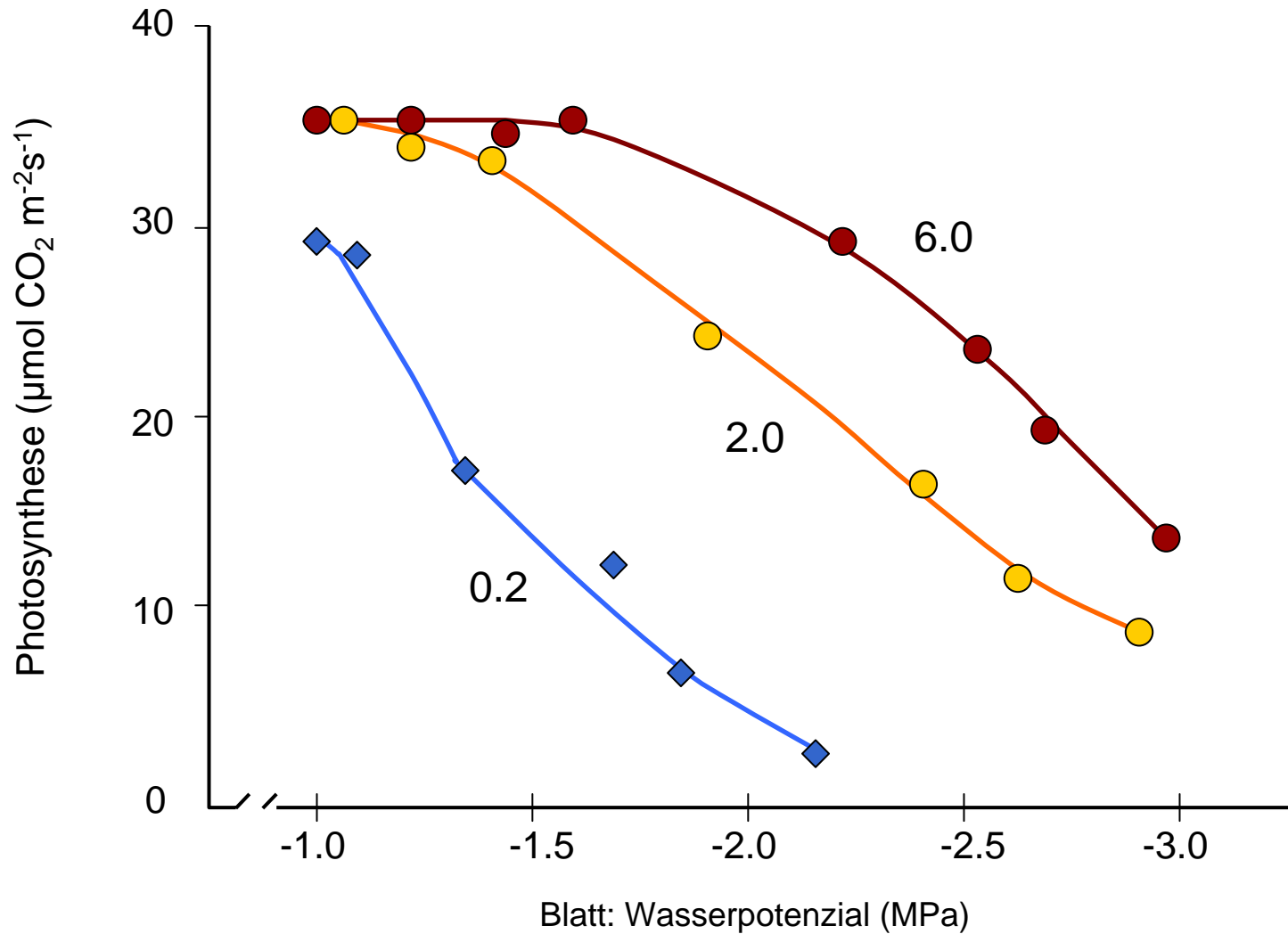


Wassernutzungseffizienz bei gedüngten Pflanzen



Quelle: Eck (1988)

Wirkung der K-Düngung bei Weizen auf die Photosynthese der Blätter bei abnehmendem Blatt-Wasserpotenzial



Quelle: Sen Gupta *et al.* 1989



**Transpirationskoeffizient = Transpirierte Wassermenge (l) /
Produzierte Trockensubstanz (kg)**

Kultur Transpirations-Koeffizient

Kartoffel	250 - 500
Mais	300 - 400
Zuckerrübe	350 - 450
Weizen	250 - 550
Luzerne	800 - 1000
Roggen	400 - 700
Hafer	400 - 600

Quelle: Prof. Fohrer, Ch.-Albrechts-Univ. Kiel

K+S KALI GmbH

Wasserbedarf von Mais (1)



Mais benötigt 200 bis 300 l Wasser (je nach Kaliversorgung) zur Erzeugung von 1kg Trockensubstanz.

$$1 \text{ mm Niederschlag (NS)/m}^2 = 1 \text{ l/m}^2 = 10\,000 \text{ l/ha}$$

TS-Erzeugung	Wasserbedarf	
	Gute Kaliversorgung	Schlechte Kaliversorgung
100 dt/ha	2.000.000l = 200 mmNS	3.000.000l = 300 mmNS
200 dt/ha	4.000.000l = 400 mmNS	6.000.000l = 600 mmNS

→ Das sind 34% Unterschied im Wasserbedarf!

Quelle: Dr. Rühlicke, K+S



Mais benötigt 200 bis 300 l Wasser (je nach Kaliversorgung) zur Erzeugung von 1kg Trockensubstanz.

Wie weit reicht der Wasservorrat des Bodens?

Ein guter Boden speichert ca. 150 l Wasser/m² bis 1m Tiefe als pflanzenverfügbares Wasser (nutzbare Feldkapazität). Das sind 1.5 Mio l/ha.

Je nach Kaliversorgung reicht das für max. 50 bis 75 dt TS/ha !

Quelle: Dr. Rühlicke, K+S

Einfluss der K-Düngung auf den Ertrag, den Zuckergehalt und den Wasserverbrauch von Zuckerrüben



Düngung	Ertrag g TS / Gefäß		Zuckergehalt	Wasserverbrauch
g K / Gefäß	Rüben	Blätter	% i. Fr. S.	l / kg TS
0,20	41,9	58,0	15,1	522
0,78	77,6	64,0	16,6	364
2,72	109,3	59,4	17,6	314

↓ - 40 %

K-Konzentration in bestimmten Pflanzenteilen bzw. Zellorganellen hat hohen Einfluss auf die Wasseraufnahme.

Osmotisches Gefälle von den Wurzeln zur Bodenlösung sowie von den Blattzellen zu den Xylemgefäßen begünstigt die Wasseraufnahme bzw. -leitung und die Ausbildung eines günstigen Turgordrucks.

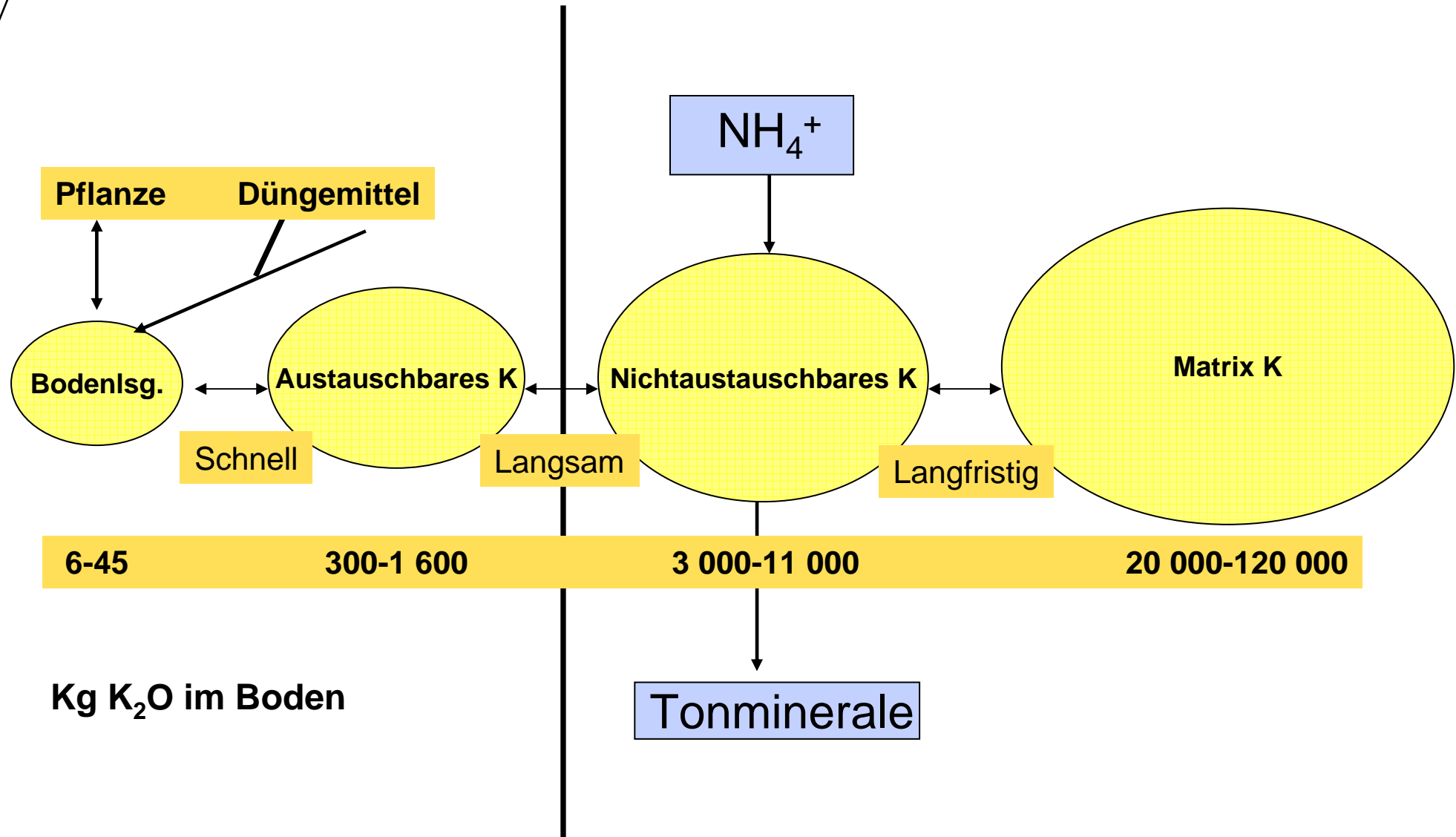
Quelle: Prof. Scherer, Universität Bonn



Pflanzen, die unter Stressbedingungen wachsen, haben einen höheren Nährstoffbedarf.



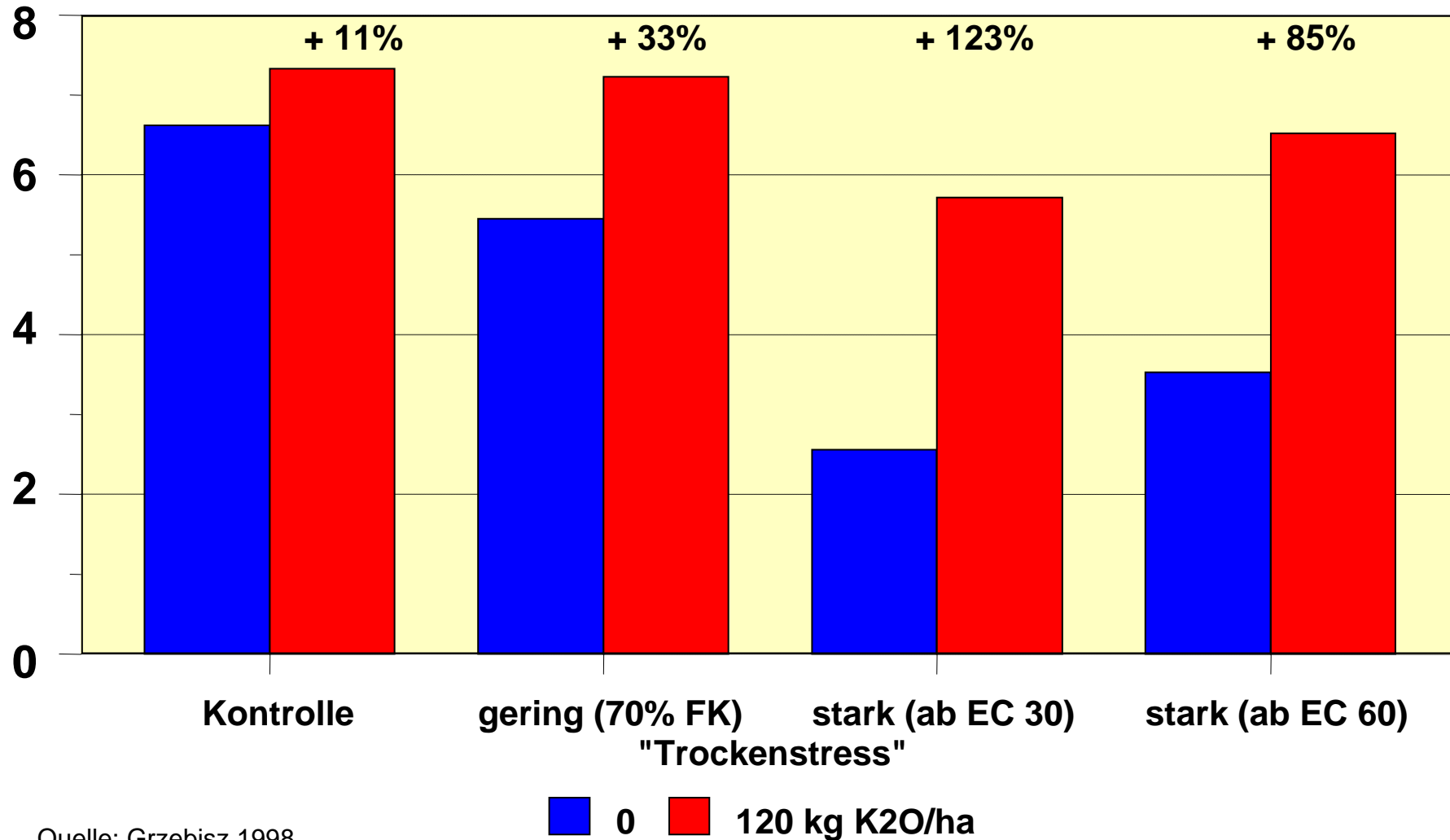
	Bedarf (kg ha ⁻¹)	Geschätzte Menge (kg ha ⁻¹) Zufuhr durch		
		Interzeption	Massenfluss	Diffusion
K	195	4	35	156
N	190	2	150	38
P	40	1	2	37
Mg	45	15	30	0



Auswirkungen unterschiedlicher Wasser- und Kalium-Versorgung auf den Ertrag von Triticale

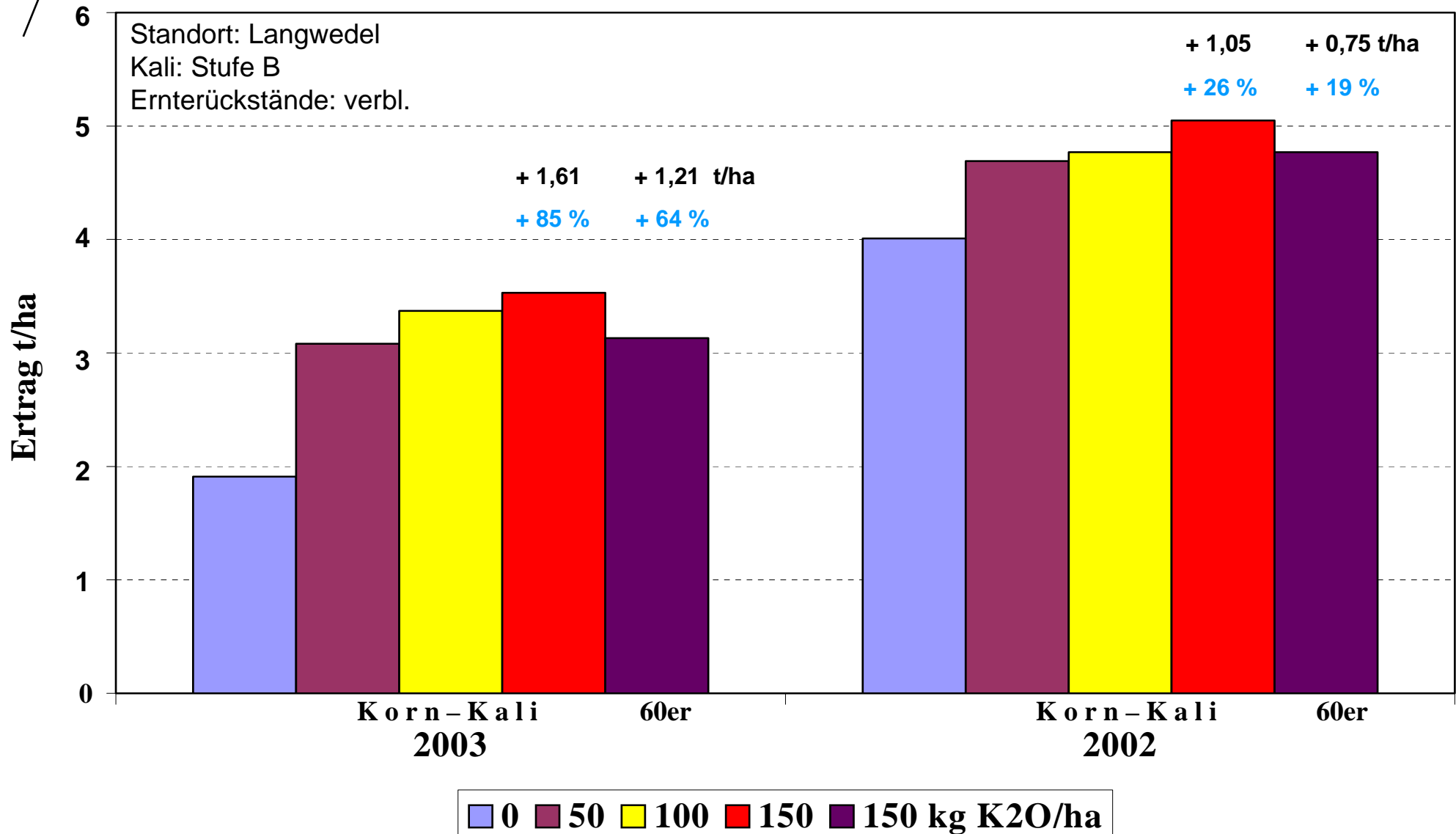


Ertrag (t/ha)



Quelle: Grzebisz 1998

Wirkung unterschiedlicher K-Düngung auf den Ertrag von Sommergerste im Trockenjahr 2003 im Vergleich zu 2002





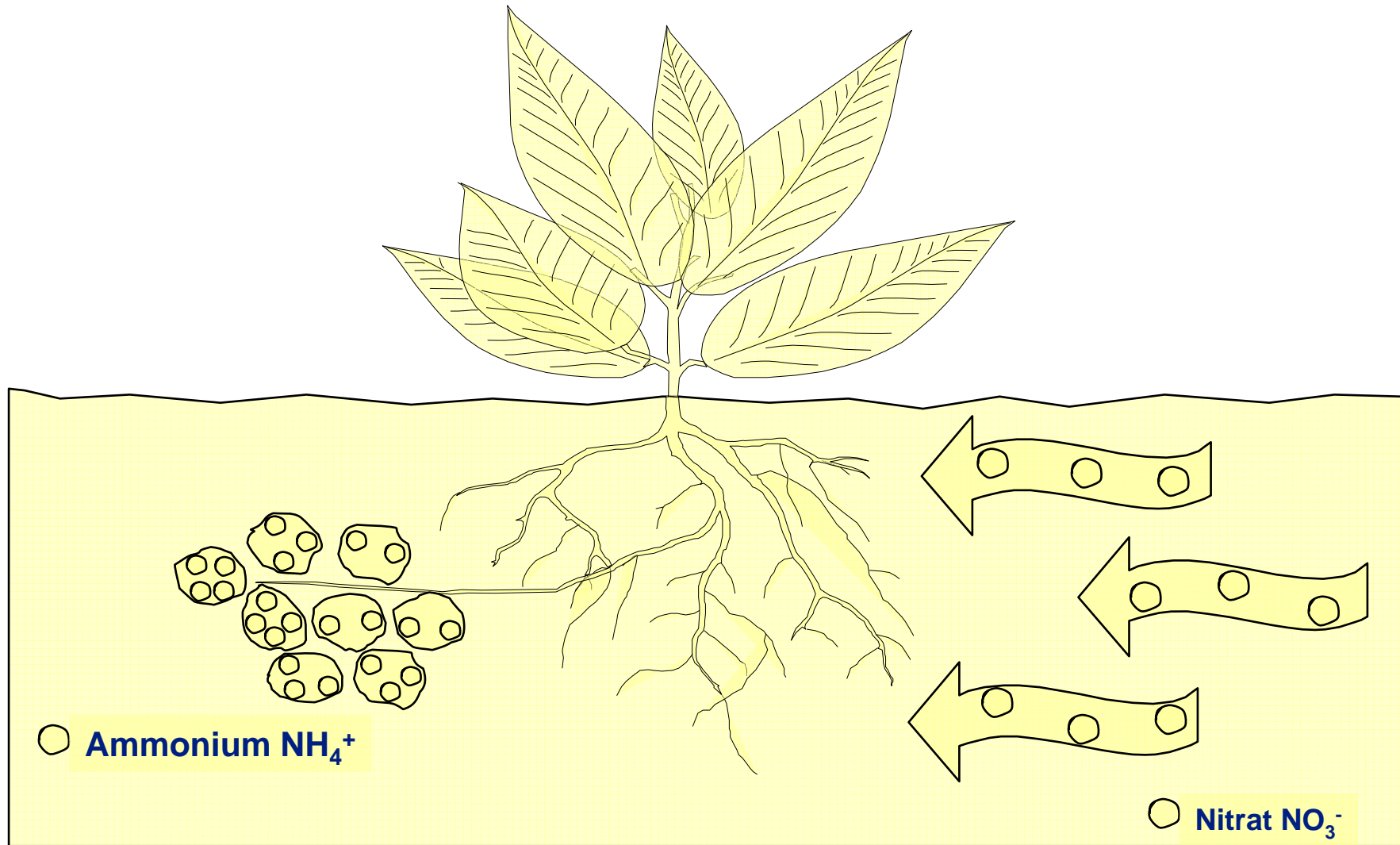
Nährstoffe haben neben der direkten Ertragswirkung nachhaltige Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit.



- 1. Bei der Bindung oder Freisetzung im Boden.**
- 2. Bei der Aufnahme über die Wurzel.**
- 3. Beim Umsatz in der Pflanze.**

K+S KALI GmbH

Stickstoffaufnahme der Pflanzen



Boden	Luvic Phaeozem
C _t	1.5 %
N _t	0.12%
Niederschlag	466 mm pro Jahr
Fruchtfolge	Mais - Weizen- Zuckerrüben- Gerste

K-Düngung

K0	keine K Düngung seit 1949
K4	160 kg K (Getreide) pro Jahr 320 kg K (Zuckerrüben) pro Jahr

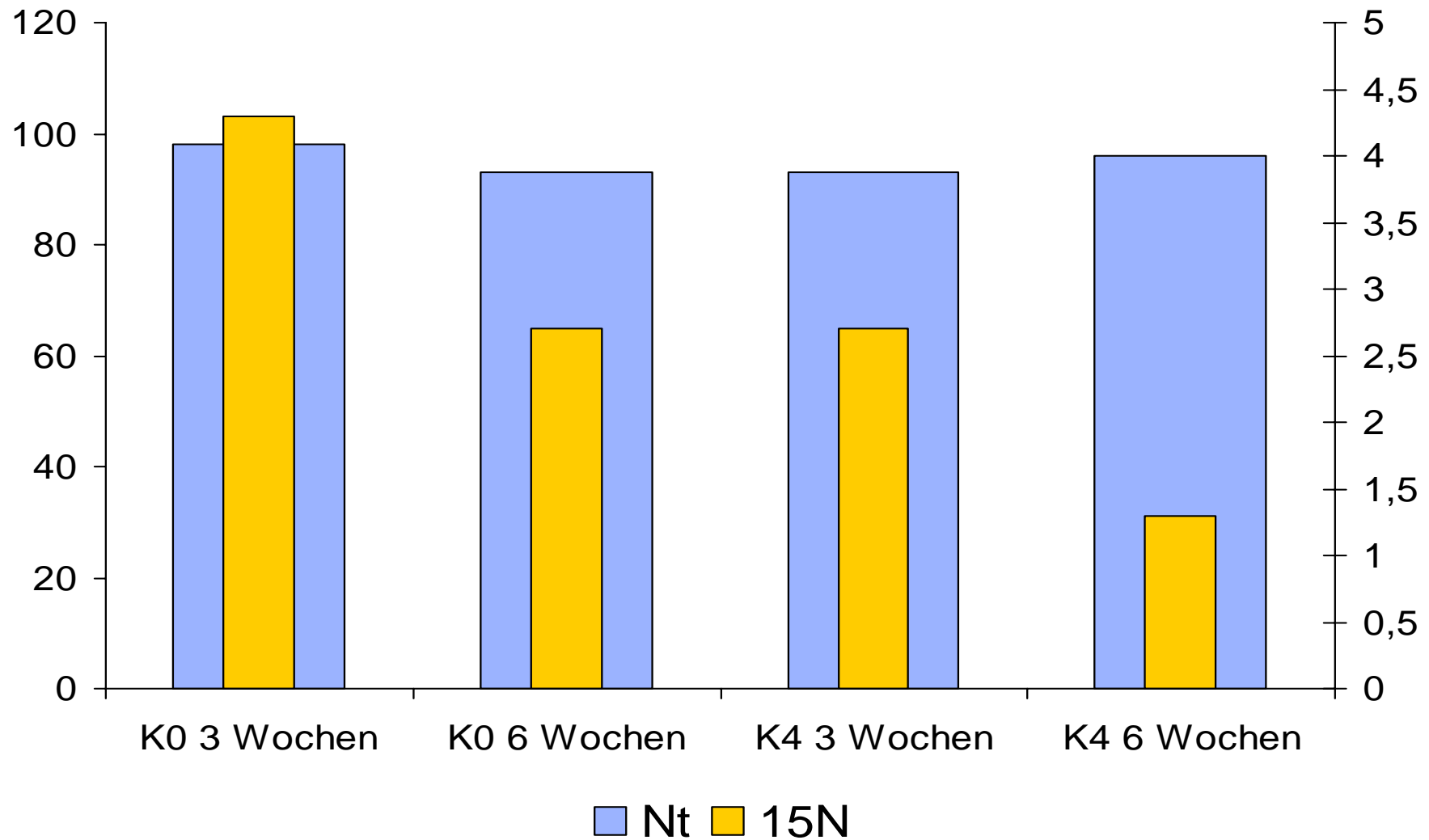
Plastgefäße mit 1.5 kg Boden von der K0 und K4 Parzelle

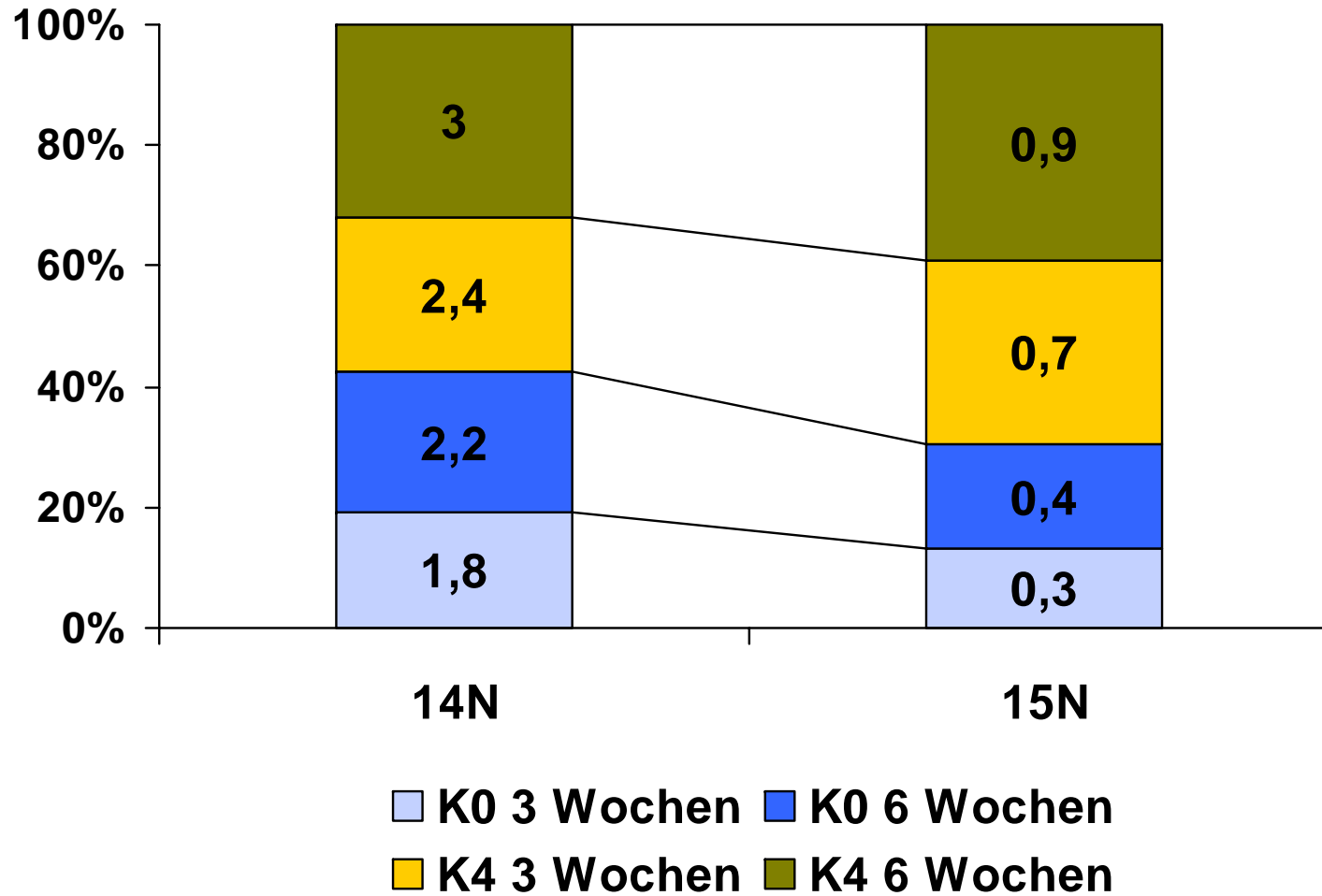
N-Düngung: 75 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Sommergerste

4 Wiederholungen

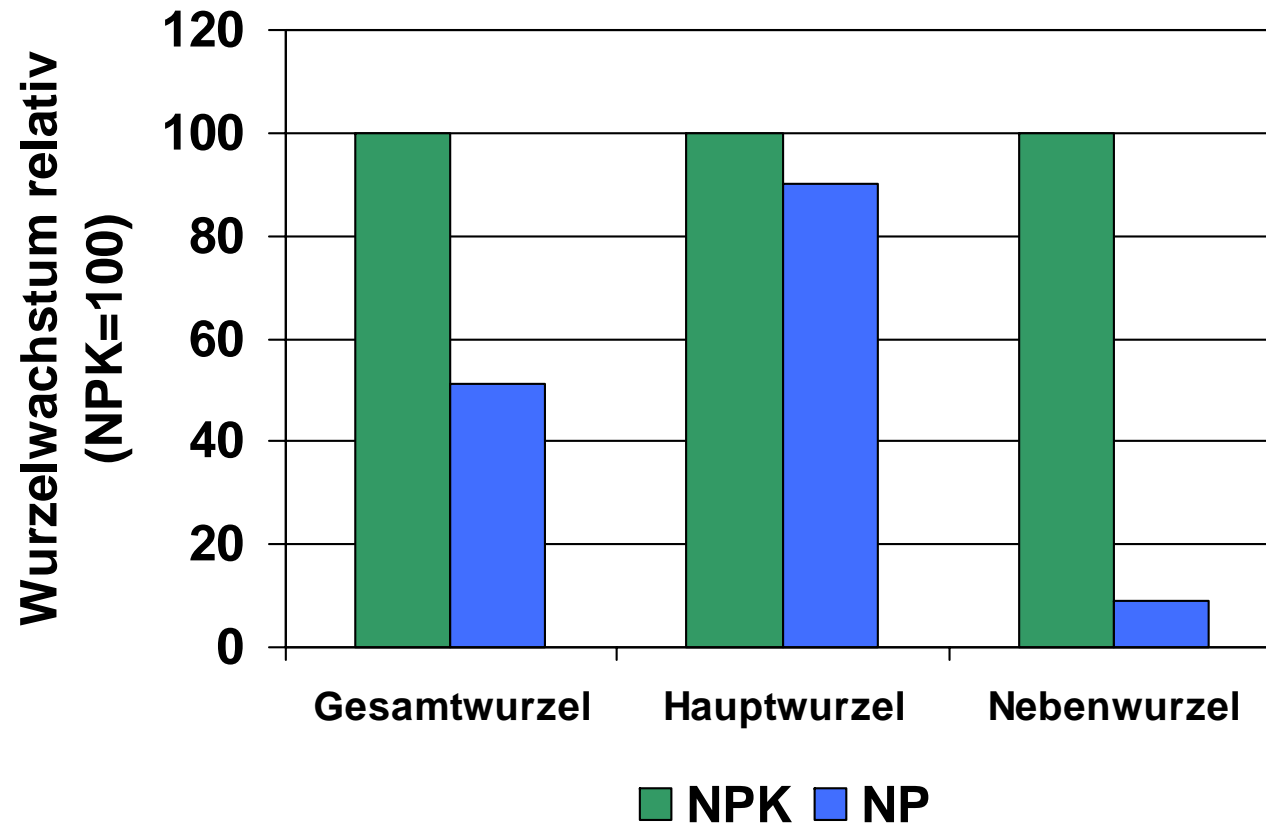
Ernte nach 3 und 6 Wochen







1. Bei der Bindung oder Freisetzung im Boden.
2. Bei der Aufnahme über die Wurzel.
3. Beim Umsatz in der Pflanze.

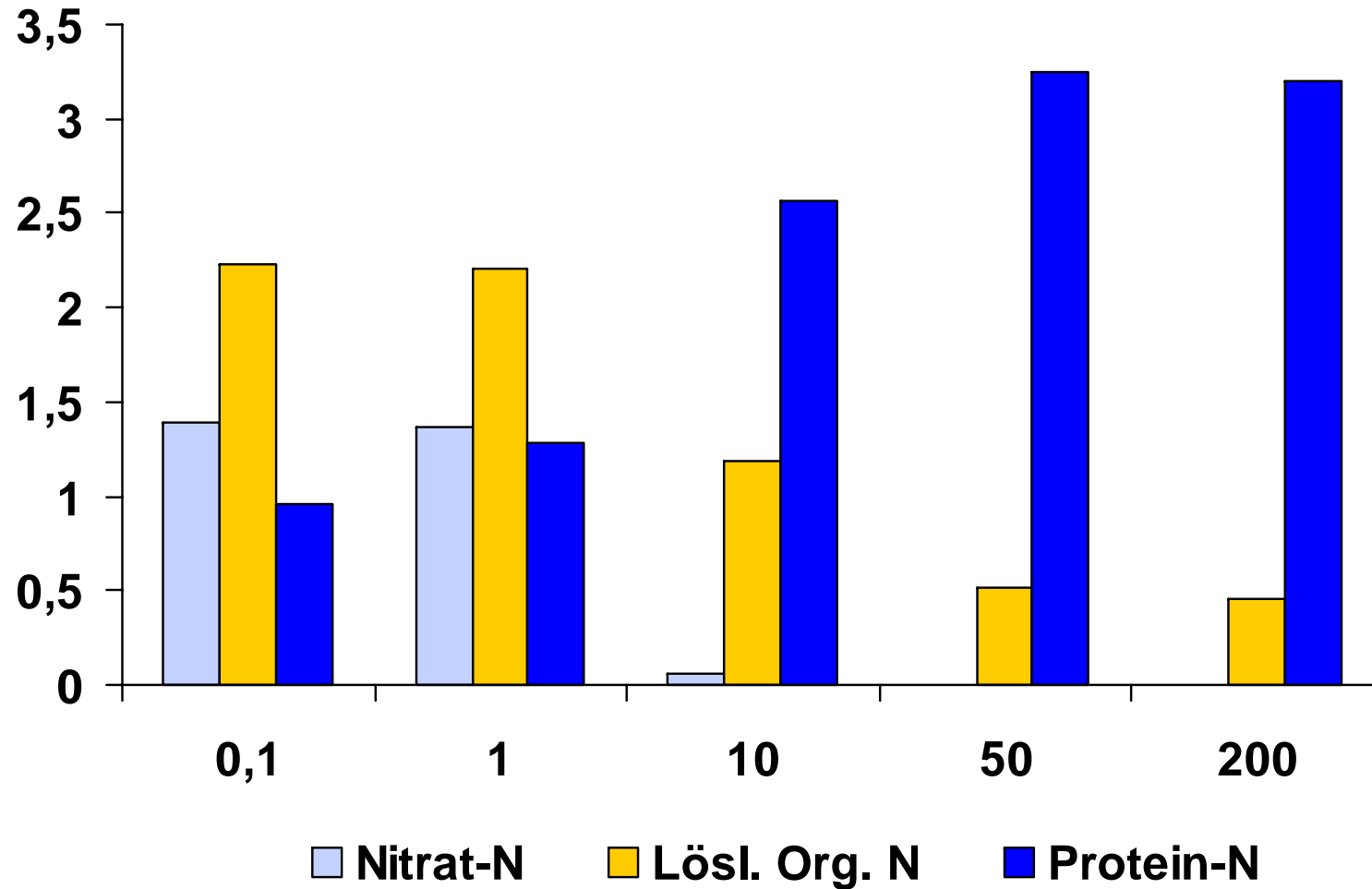


Wurzellänge je Masseinheit Wurzel verringert sich bei NP um 22%

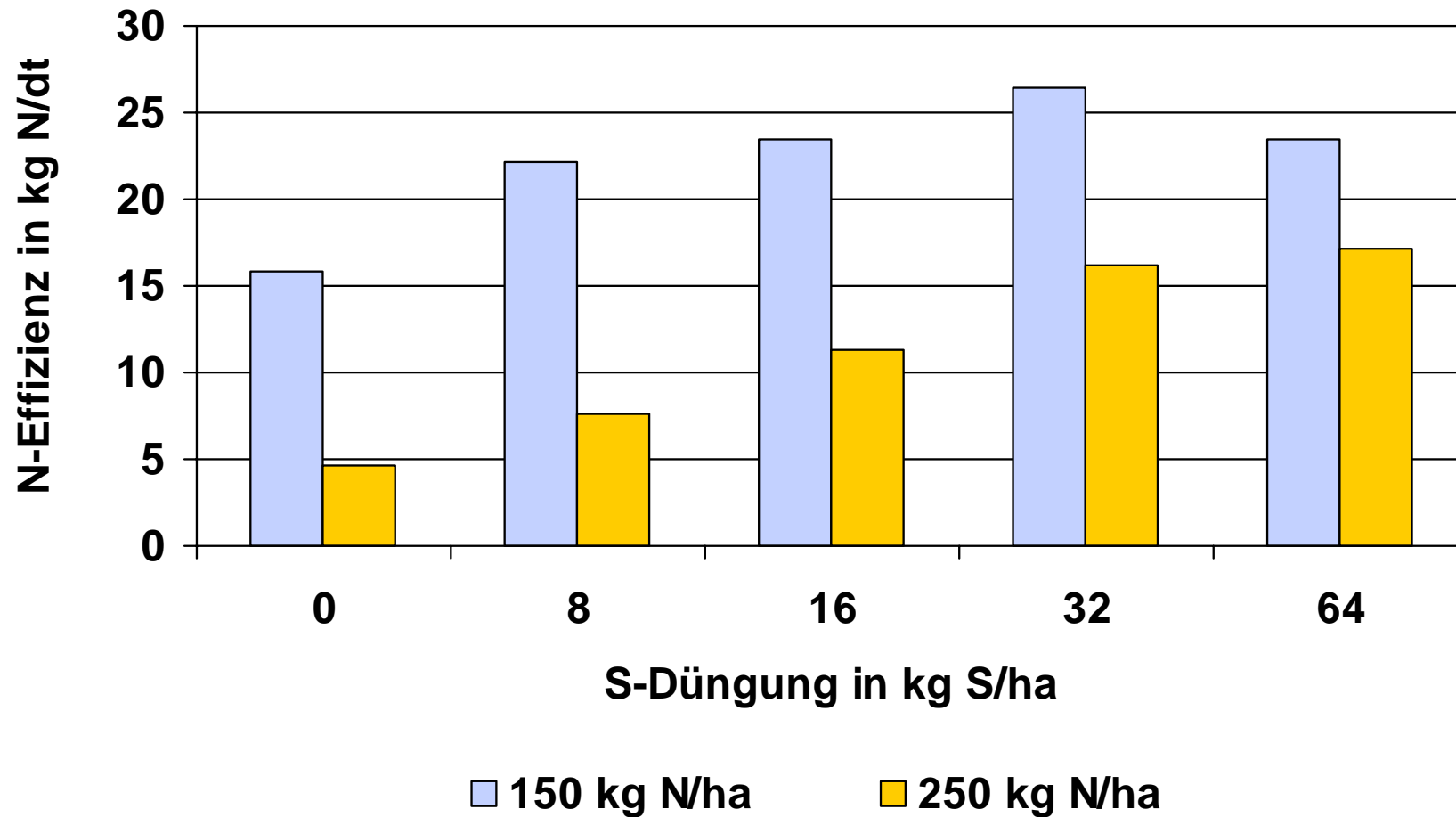
Quelle: Augustin 1984



1. Bei der Bindung oder Freisetzung im Boden.
2. Bei der Aufnahme über die Wurzel.
3. Beim Umsatz in der Pflanze.



Quelle: Marschner (1997)



Quelle: Walker und Booth (1994)



* Gefäßversuch

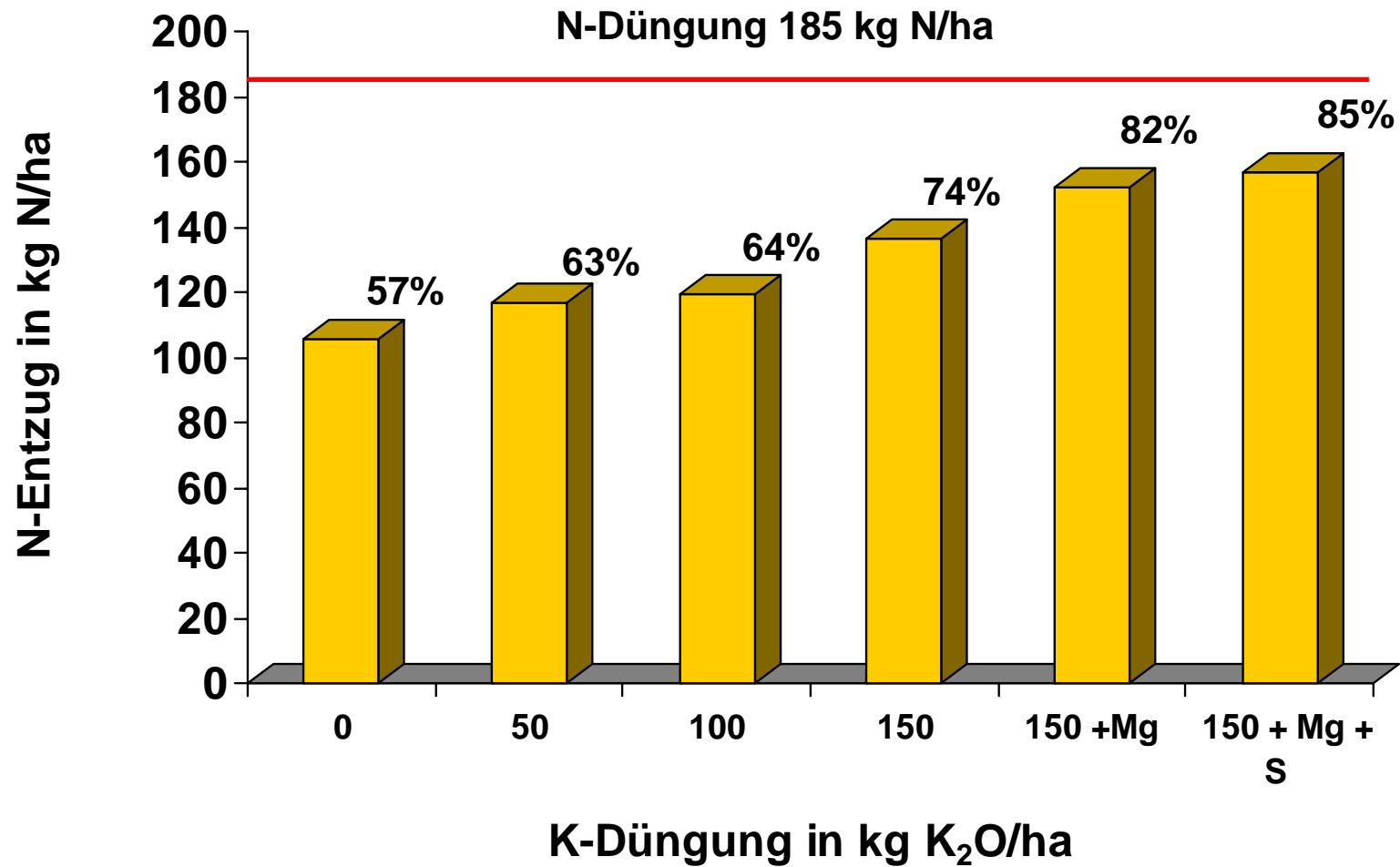
Abnahme des S-Gehaltes der Blätter im Laufe der Kornfüllungsphase

ohne S-Düngung	keine Veränderung
mit S-Düngung	28 %

Anteil von N und S in den Körnern, der aus der Umverteilung aus den Blättern stammt

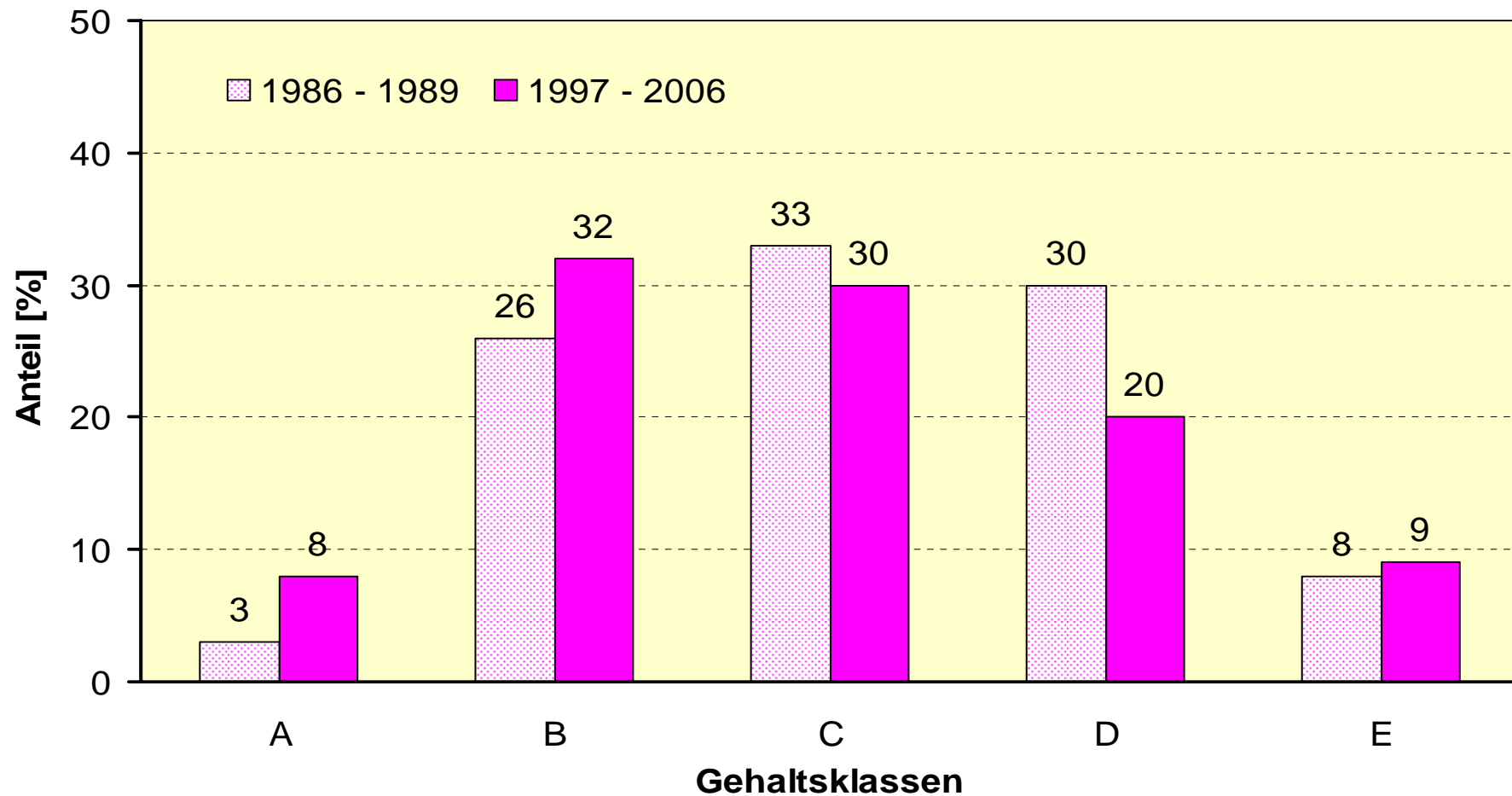
Stickstoff	49 %
Schwefel	23 %

Quelle: Eriksen et al. (2001)

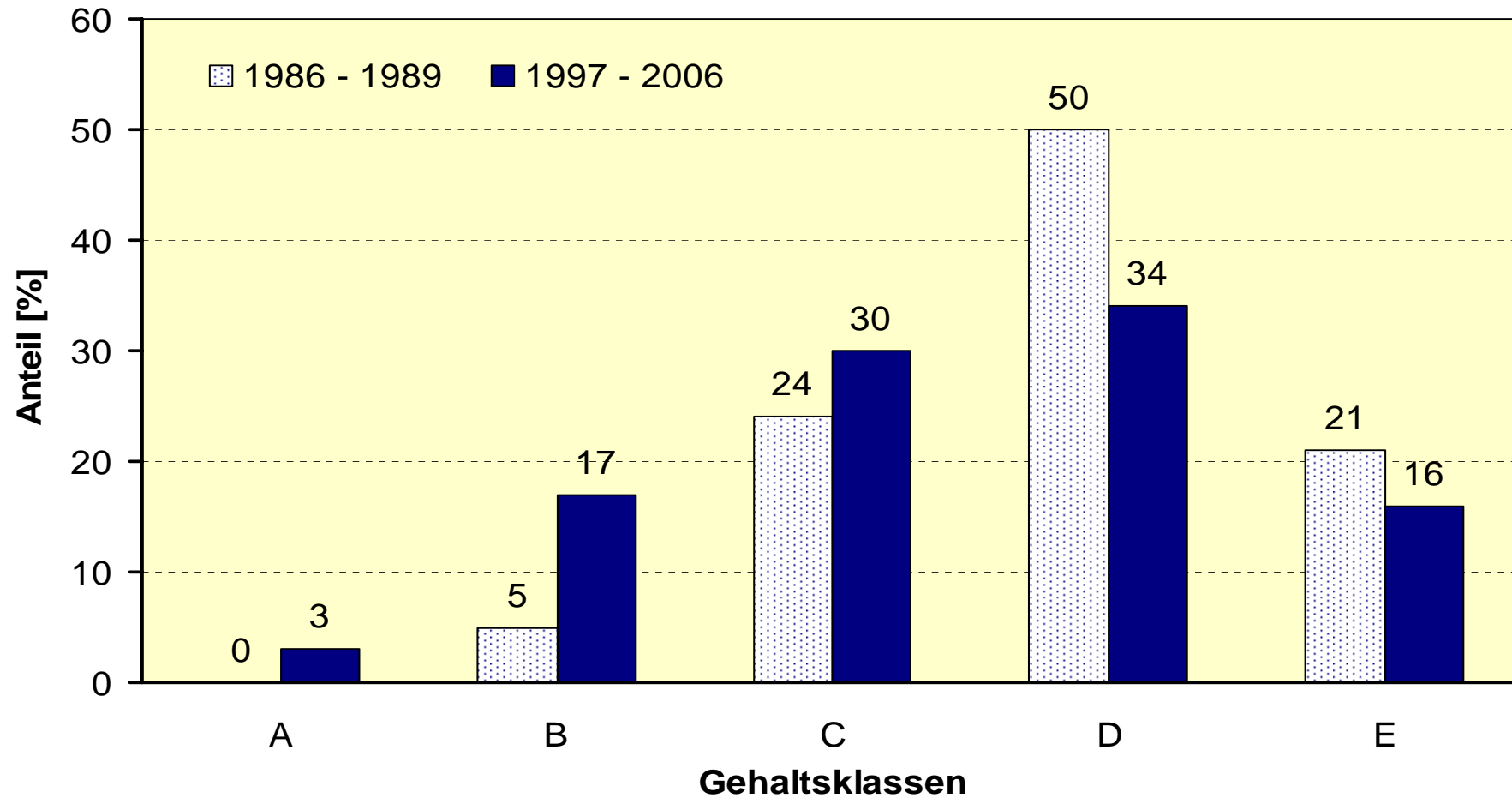




Ausgewogene Düngung führt zur
Verbesserung der Stickstoff- und
Wassereffizienz.



Quelle: Albert (Sächsische Landesanstalt 2008)



Quelle: Albert (Sächsische Landesanstalt 2008)



Intelligente Düngung bedeutet: Das Gesamtsystem Boden-Pflanze mit Nährstoffen so zu versorgen, dass dieses System langfristig leistungsfähig bleibt.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit