



**Verminderung von Stickstoff-Bilanzüberschüssen
in der Landwirtschaft durch Einsatz
Stickstoff-effizienter Sorten
“Beitrag der Pflanzenzüchtung”**

Walter J. Horst und Gunda Schulte auf'm Erley

T. Behrens, M. Kamh, A. Ulas, F. Wiesler, M. Worku

***Institut für Pflanzenernährung, Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2,
D 30419 Hannover***



N-effiziente Genotypen

Extensivierung

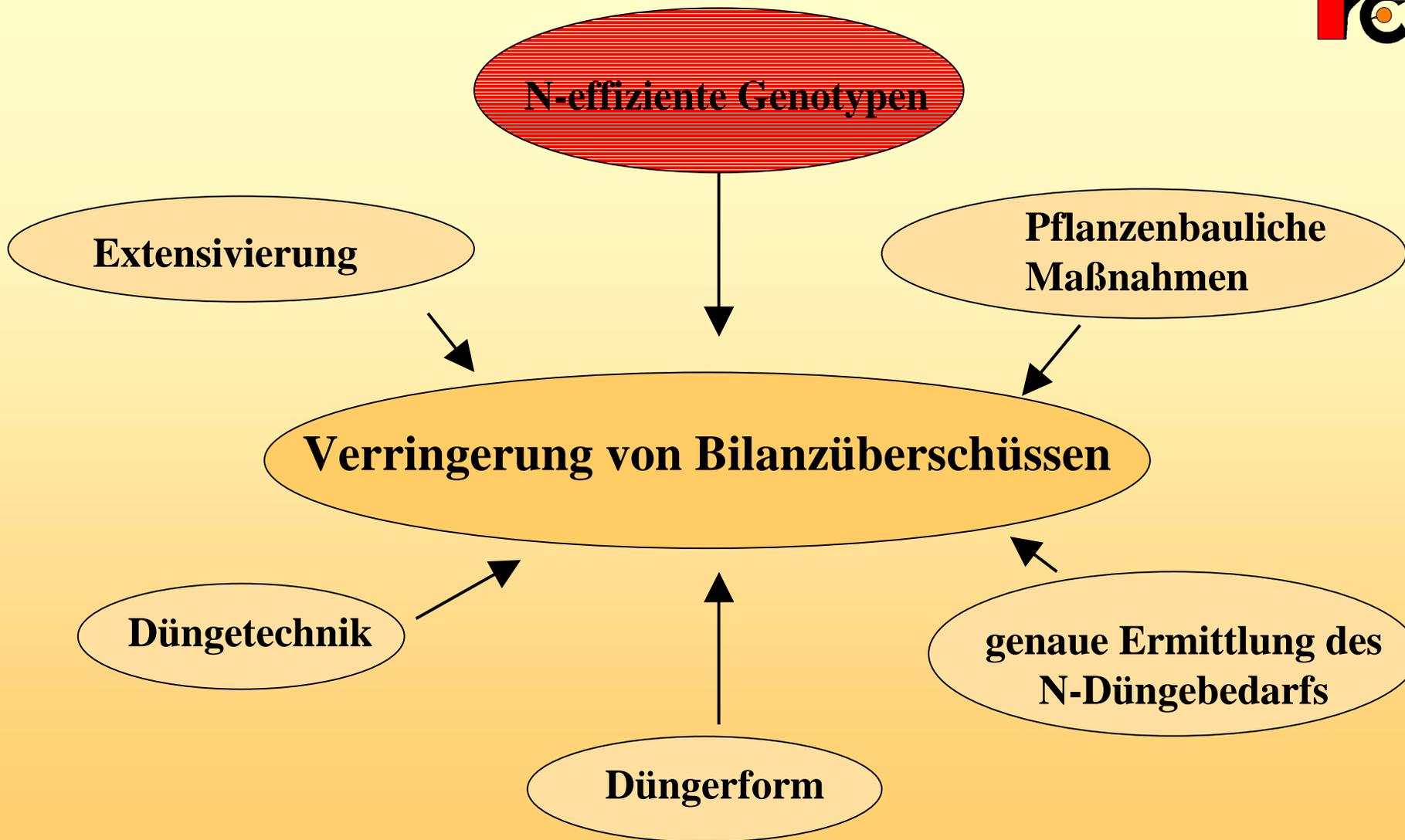
**Pflanzenbauliche
Maßnahmen**

Verringerung von Bilanzüberschüssen

Düngetechnik

**genaue Ermittlung des
N-Düngebedarfs**

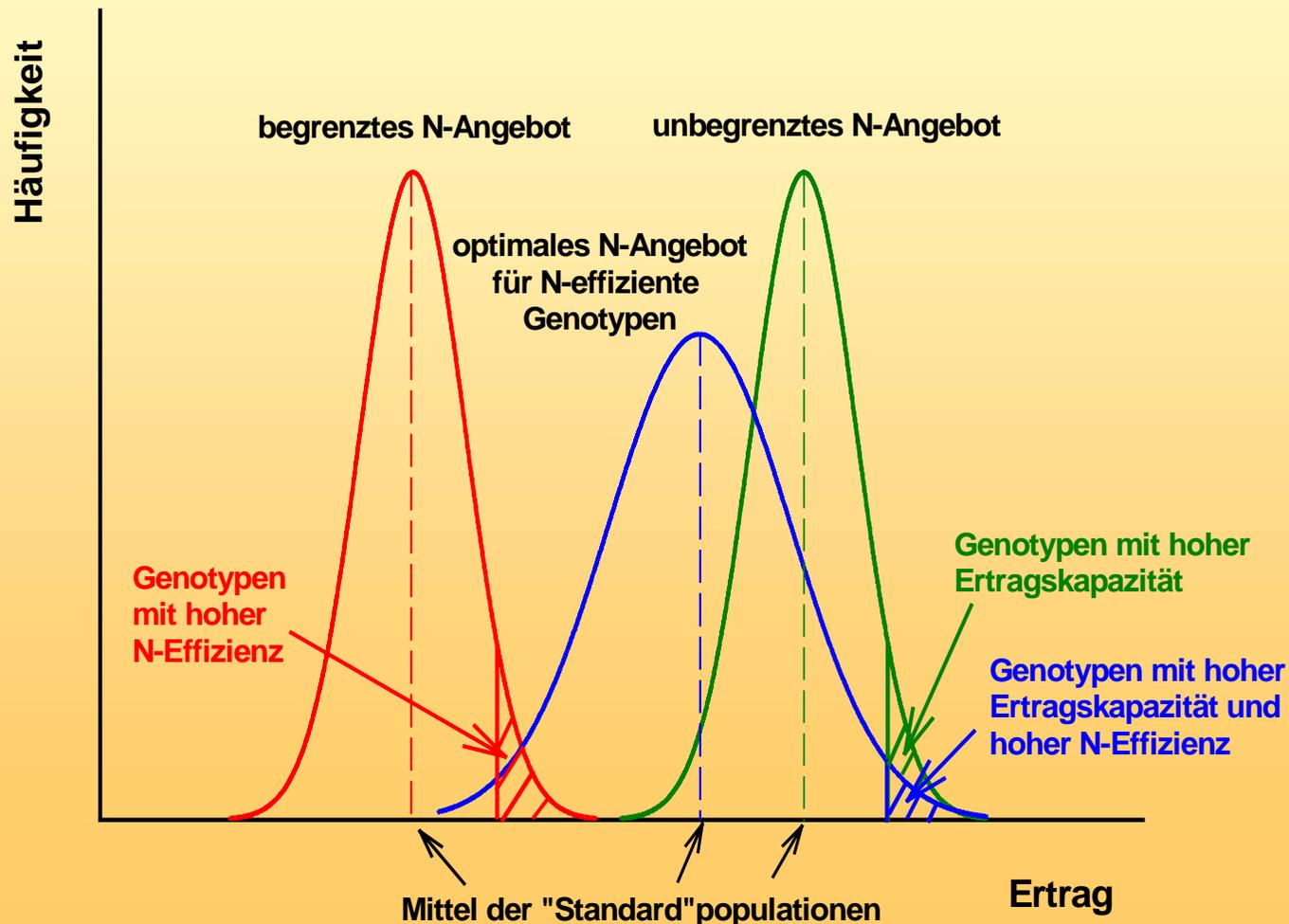
Düngerform



Definition genotypische Stickstoff-Effizienz



Stickstoffeffizienz ist die Fähigkeit eines Genotypen, bei begrenztem N-Angebot einen Ertrag (Korn, Frischmasse, Zucker, Protein) zu erzielen, der das Mittel der Population übersteigt.

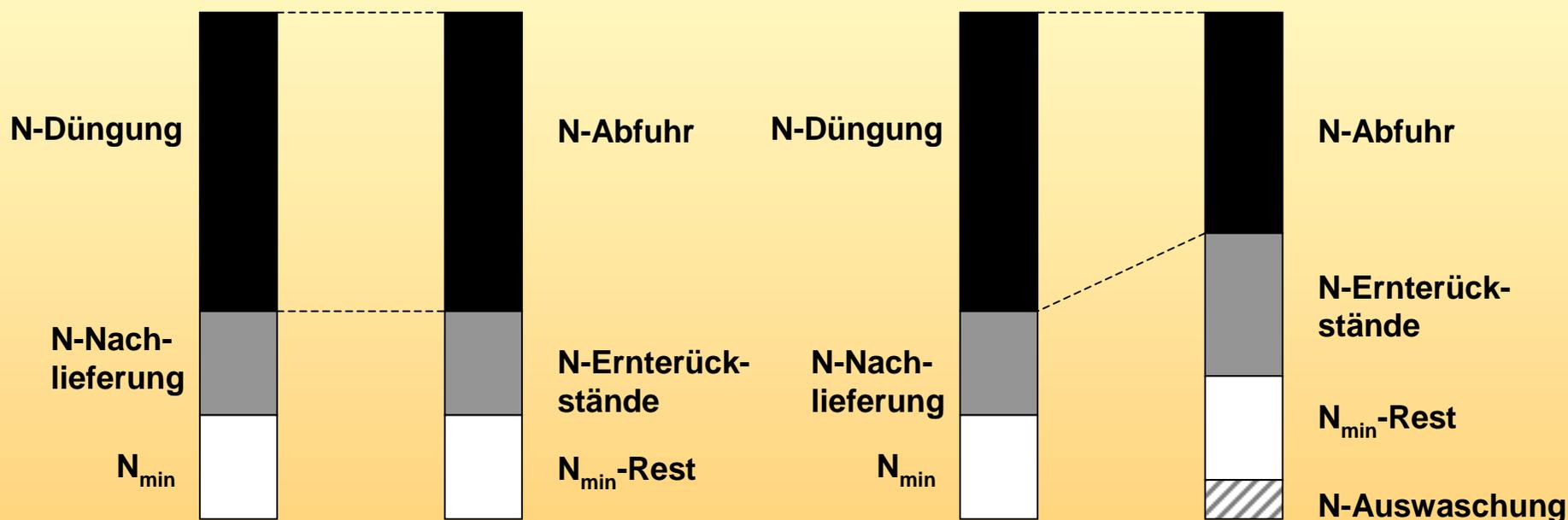




Kulturartspezifische N-Bilanz

„ausgeglichen“
Getreide, Zuckerrübe

„unausgeglichen“
Feldgemüse, Raps, Silomais

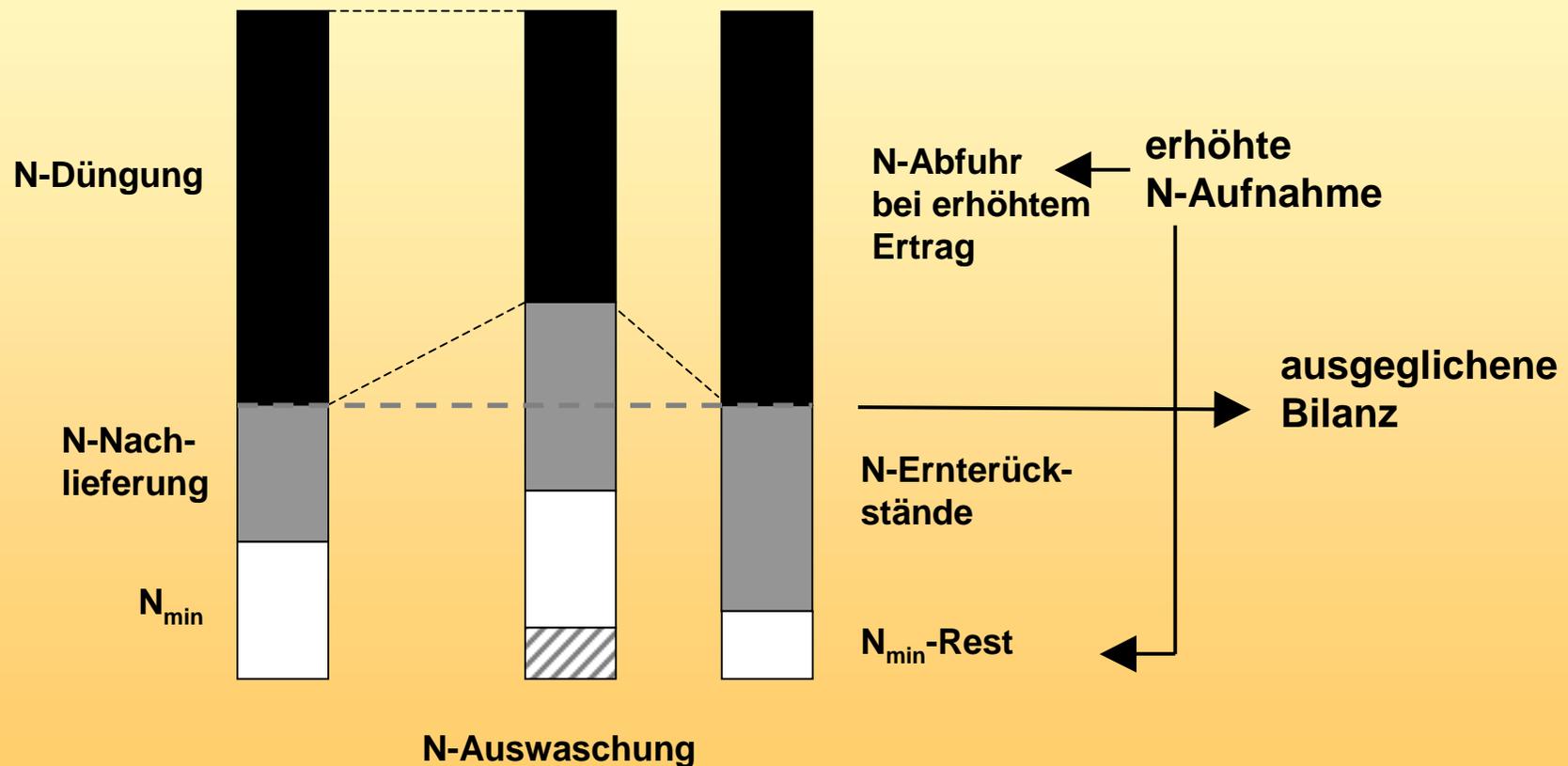


Ansätze zur Verminderung kulturartspezifischer N-Überschüsse bei gleichen Erträgen:

- erhöhte Nutzung des N-Angebotes (N-Aufnahmeeffizienz)
- erhöhter N-Ernteindex (N-Nutzungseffizienz)
- verminderte N-Düngung (N-Nutzungs- und -Aufnahmeeffizienz)

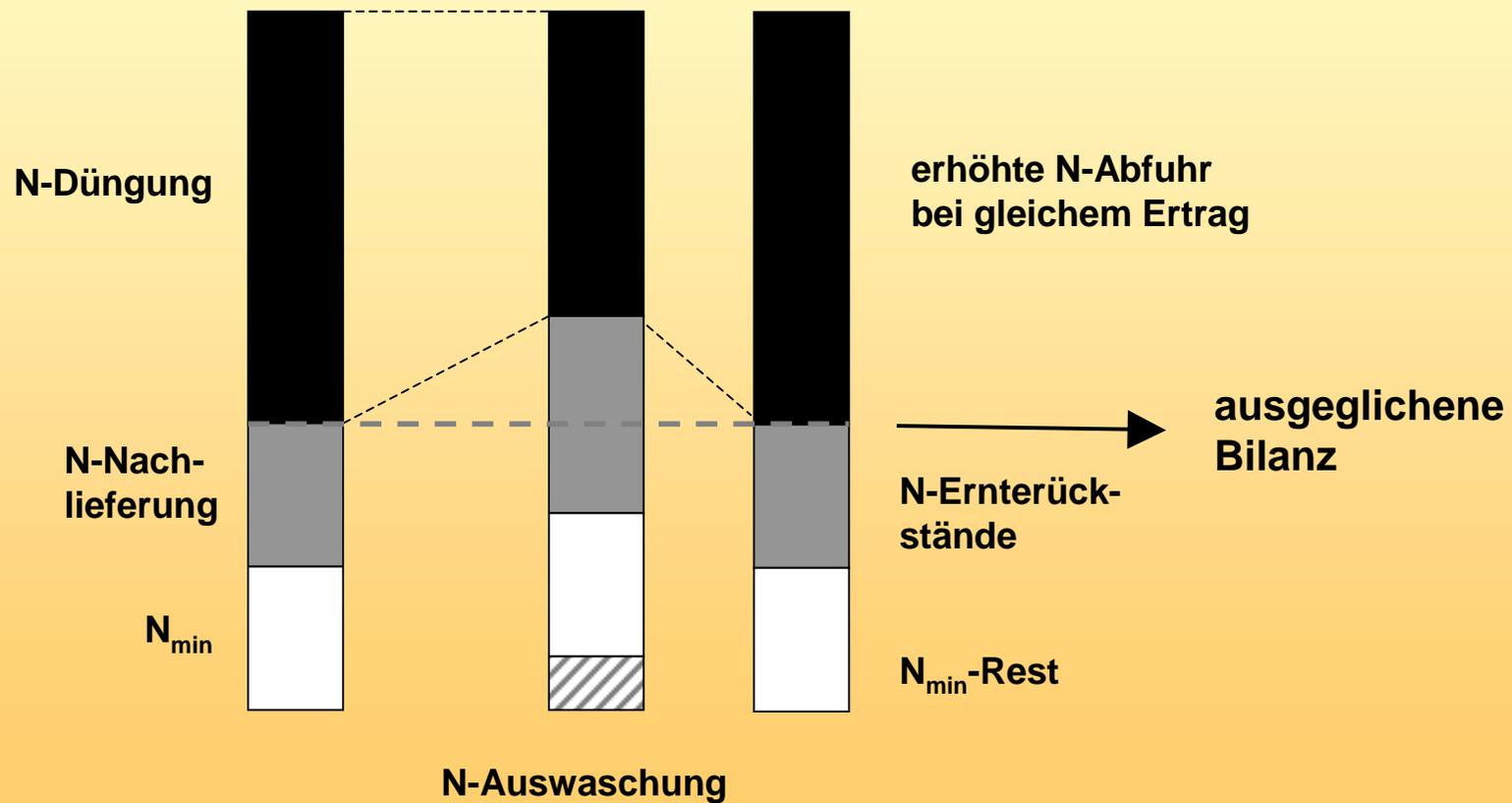
Ansätze zur Verminderung kulturartspezifischer N-Überschüsse:

erhöhte Nutzung des N-Angebotes (N-Aufnahmeeffizienz)



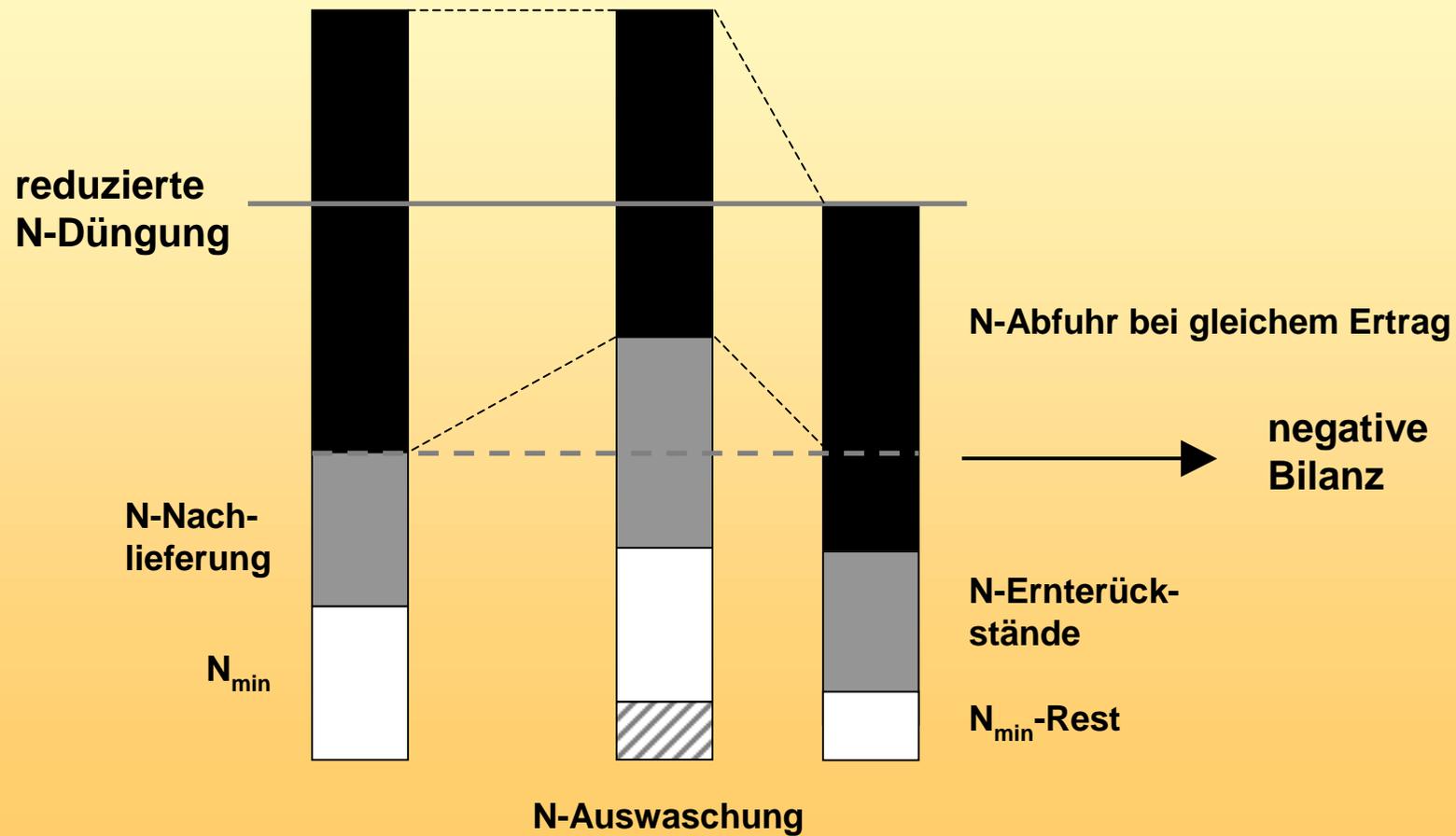
Ansätze zur Verminderung kulturartspezifischer N-Überschüsse:

erhöhter N-Harvestindex (N-Nutzungseffizienz)



Ansätze zur Verminderung kulturartspezifischer N-Überschüsse:

verminderte N-Düngung (N-Nutzungs- und -Aufnahmeeffizienz)



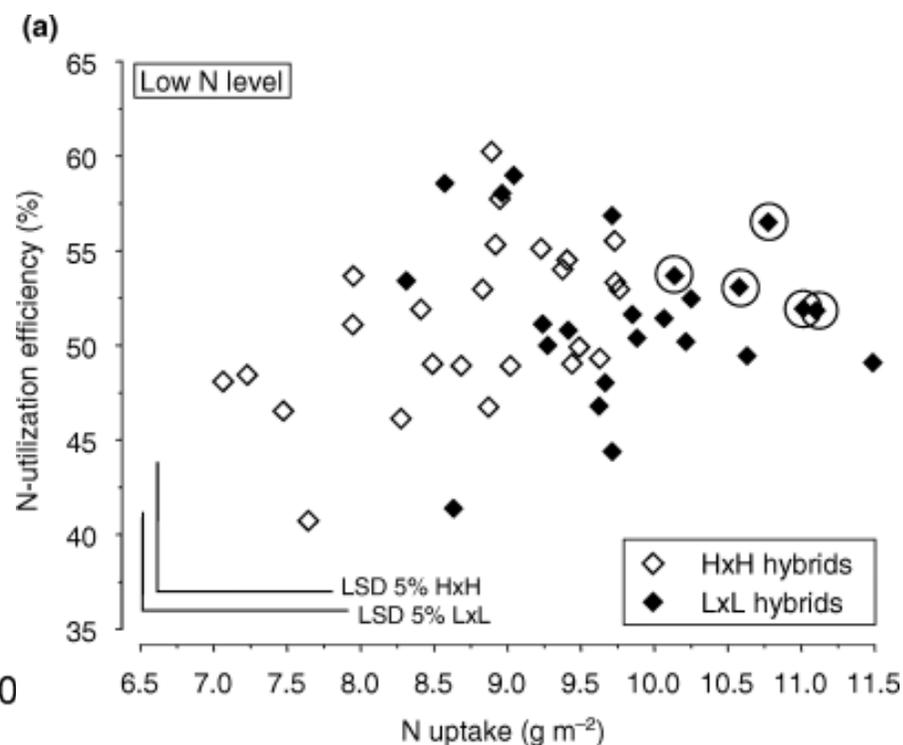
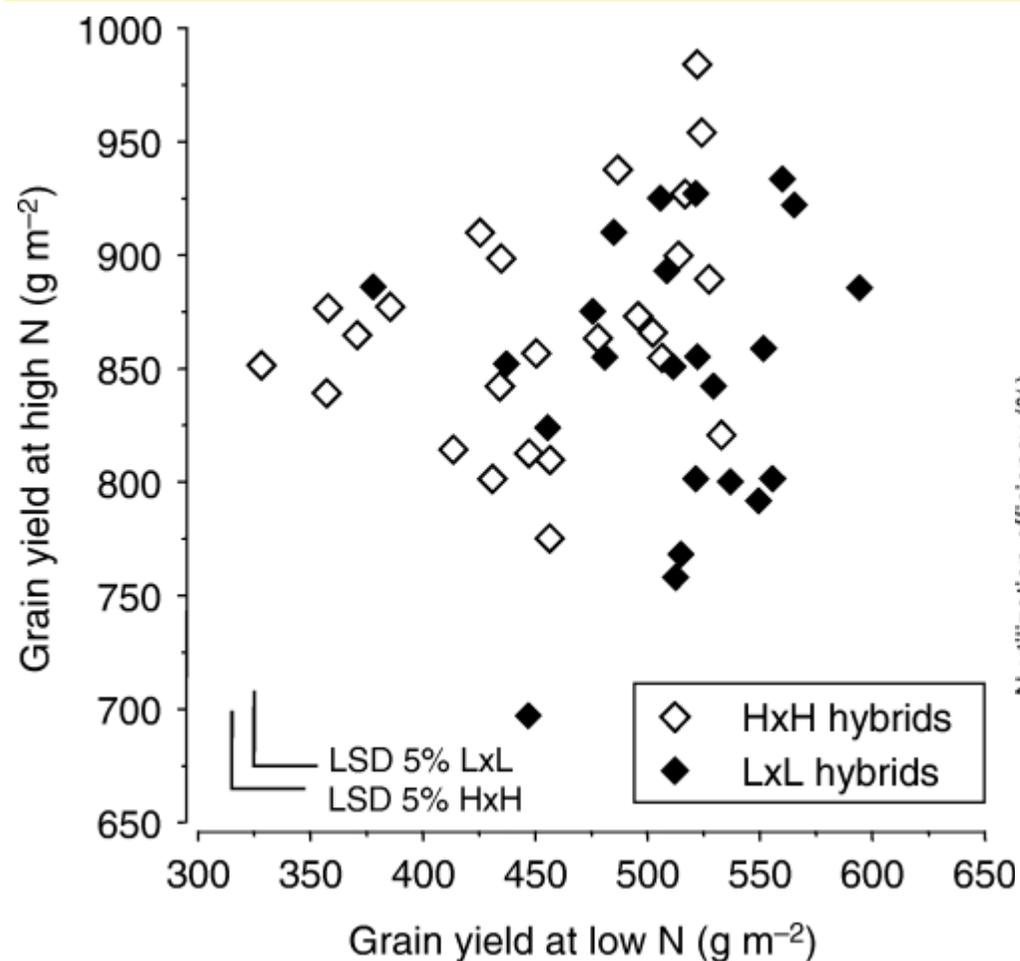


Mais *Zea mays*



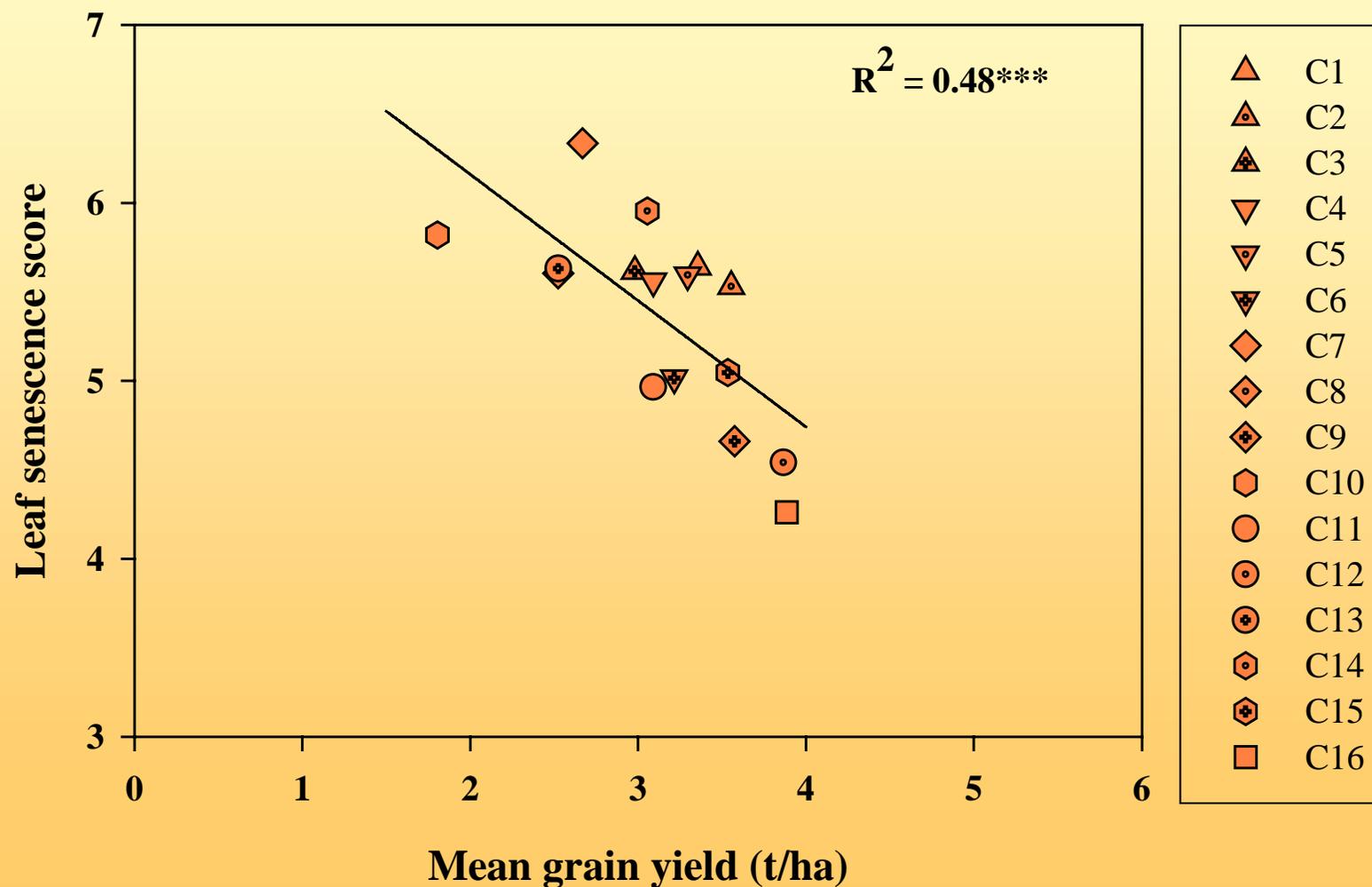
Genotypische Unterschiede in der Stickstoff-Effizienz von Europäischem Mais.

Bedeutung der Aufnahmeeffizienz. Presterl et al., 2002



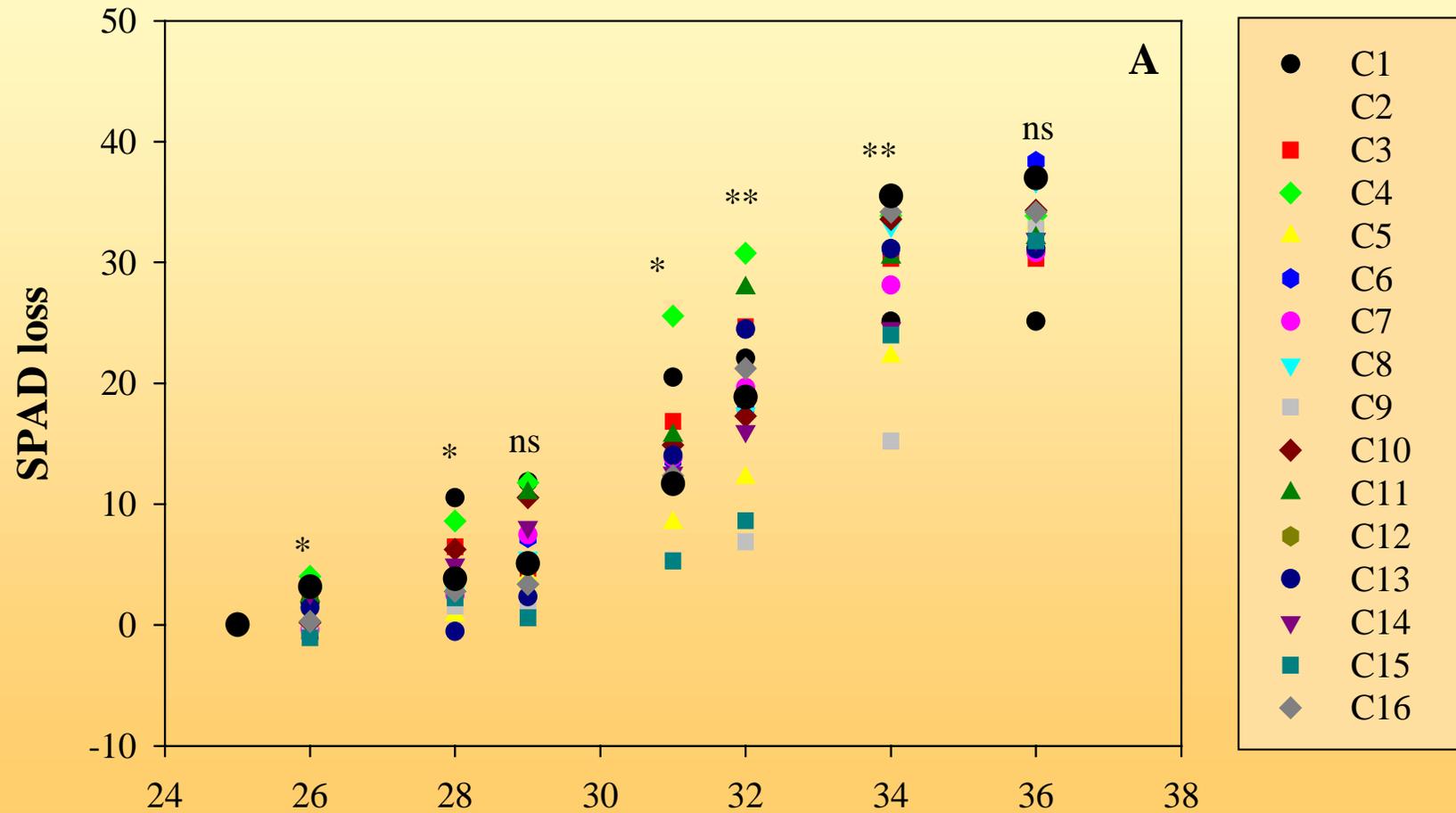


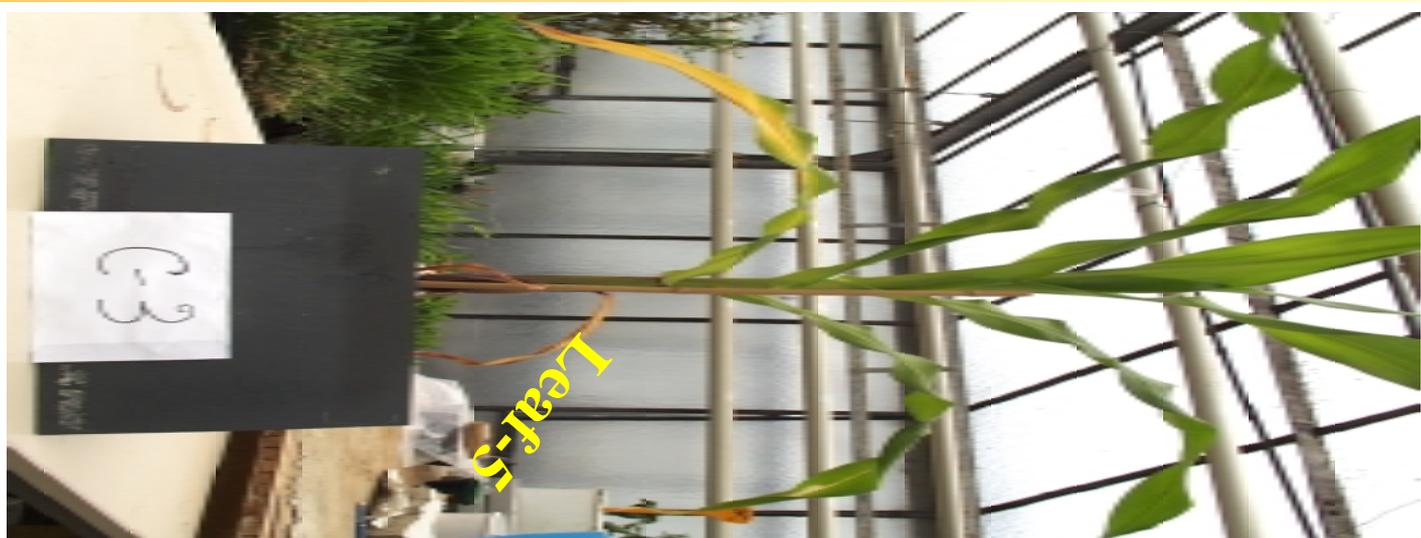
Blattseneszenz nach der Blüte ist mit dem Kornertrag von Mais-Genotypen bei ertragsbegrenzendem N-Angebot korreliert.
Feldversuch Zimbabwe. Worku et al., 2005



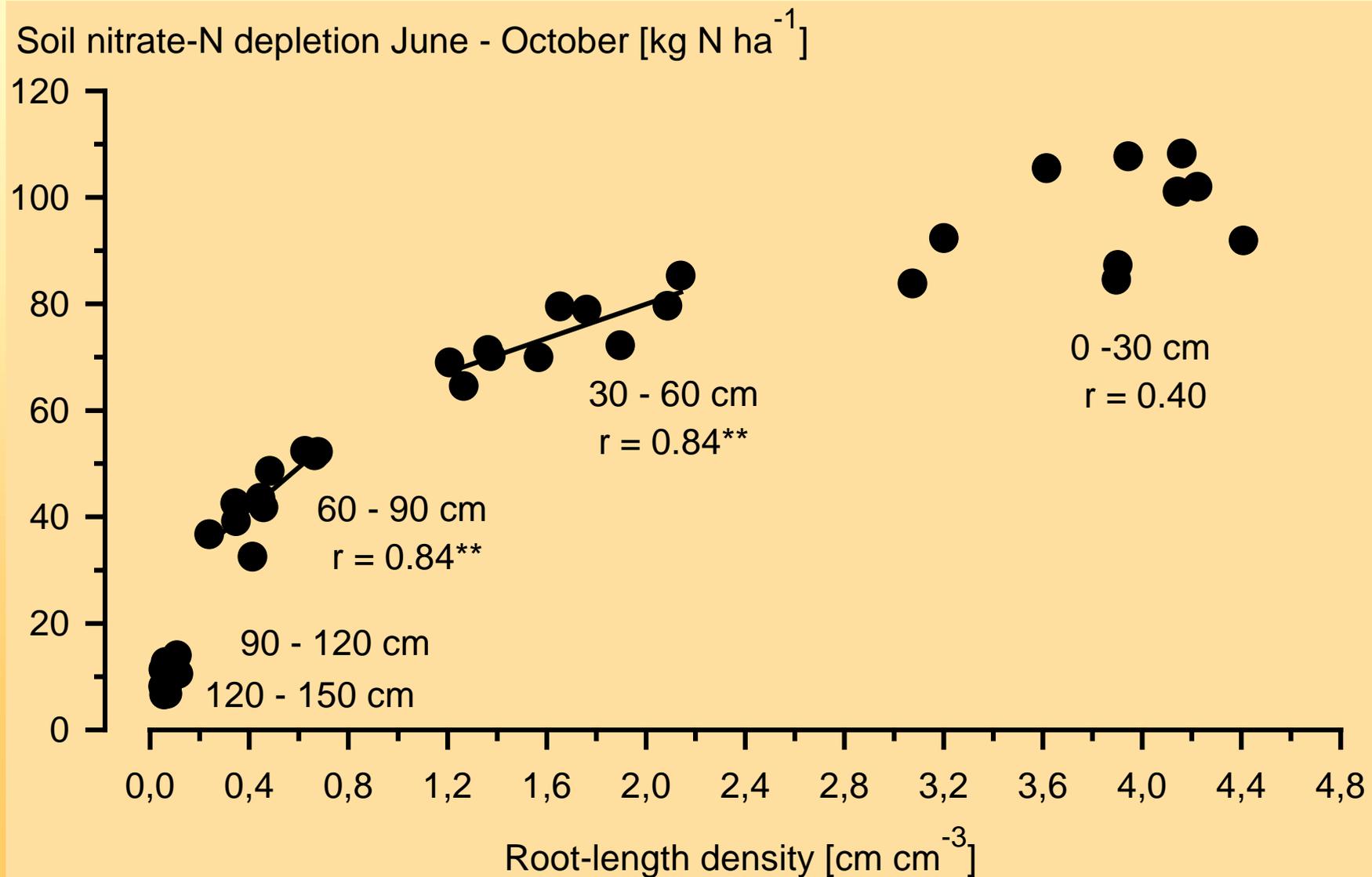


Chlorophyllverlust alter Blätter induziert durch Stickstoffmangel. Genotypische Unterschiede bei Mais in „stay green“ Nährlösungsversuch



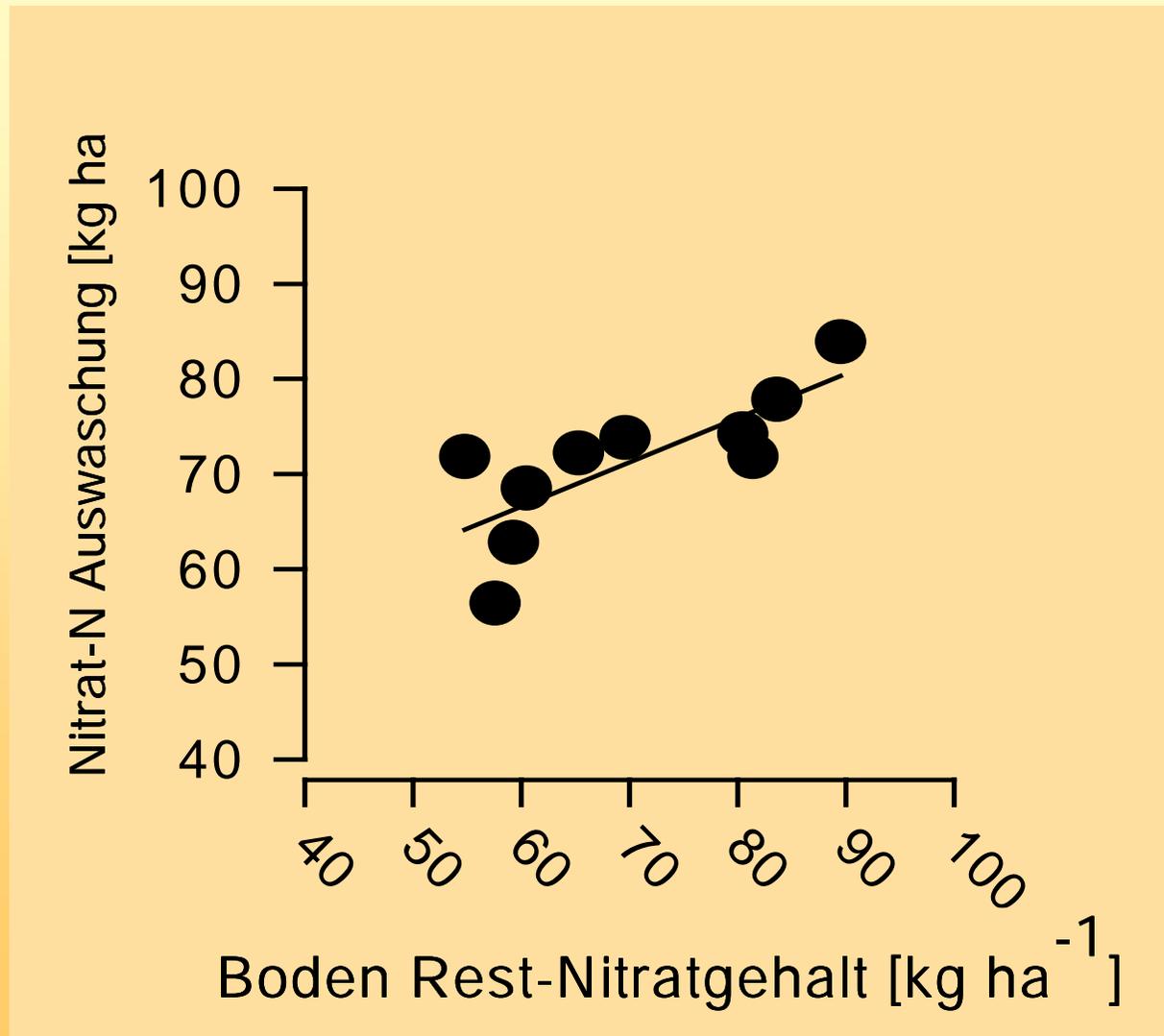


Die Wurzellängendichte in tieferen Bodenschichten zur weiblichen Blüte von 10 Mais-Hybriden ist mit der Nitratverarmung dieser Bodenschichten korreliert. Wiesler and Horst, 1994



Niedrige Nitrat-N Reste im Boden nach der Ernte von 10 Mais-Hybriden führen zu geringerer Nitrat-N Auswaschung in der vegetationsfreien Zeit.

Wiesler and Horst, 1993.



Schlußfolgerungen Mais:

☛ **Genotypische Unterschiede in der Stickstoff-Effizienz bestehen**

Für Stickstoff-Effizienz ist eine verzögerte Seneszenz (“stay green“) bedeutend.

Eine dadurch verlängerte Wurzelaktivität besonders im Unterboden ermöglicht eine bessere Nutzung des N-Angebotes des Bodens → verminderter N_{\min} -Rest / verringerte N-Auswaschung.





Raps



Genotypische Unterschiede in der N-Effizienz bei Raps.

Möllers et al., 2000

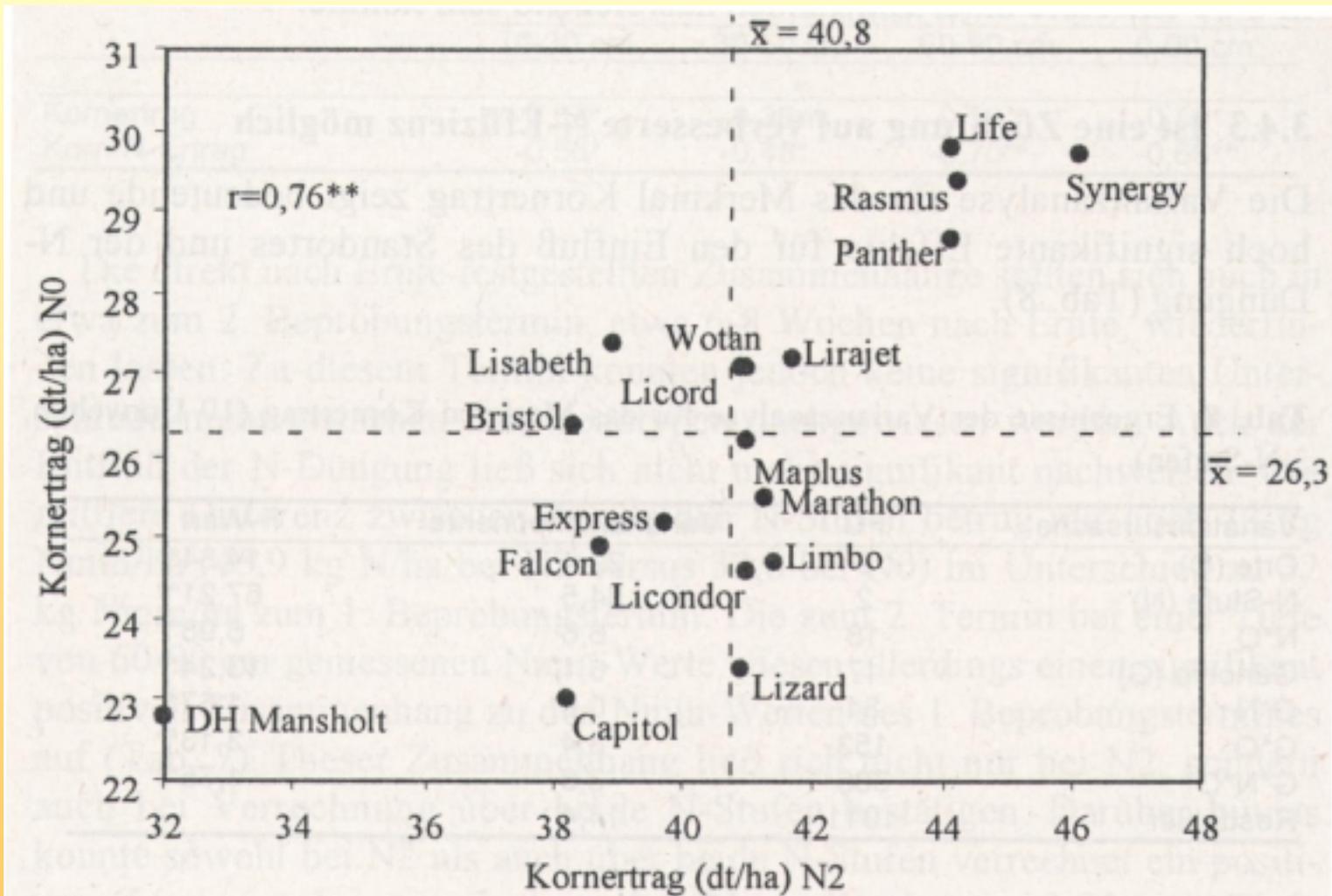


Abb. 3: Kornertrag ohne (N0) und bei hoher N-Düngung (N2)

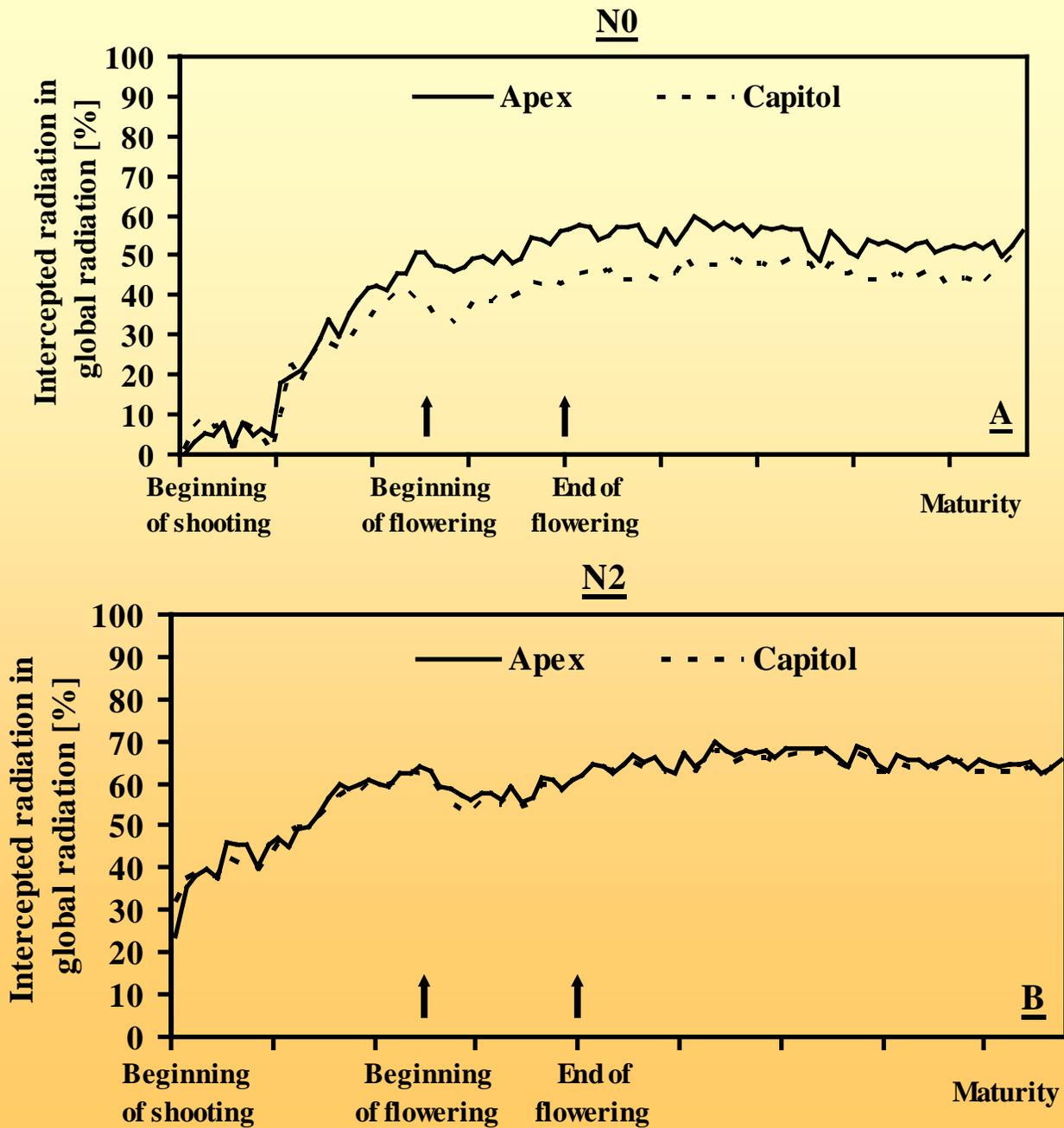
Kornertrag und N-Aufnahme von 2 unterschiedlich N-effizienten Rapsorten. nach Behrens et al. 2002

N fertilization [kg ha ⁻¹]	0		223	
	Apex	Capitol	Apex	Capitol
• Seed yield [t ha ⁻¹]	3.4 a	2.6 b	5.0 a	4.9 a
• N uptake [kg ha ⁻¹]				
- Maturity	93 a	68 b	198 a	191 a
- Flowering - maturity	33 a	- 15 b	- 7 a	19 a



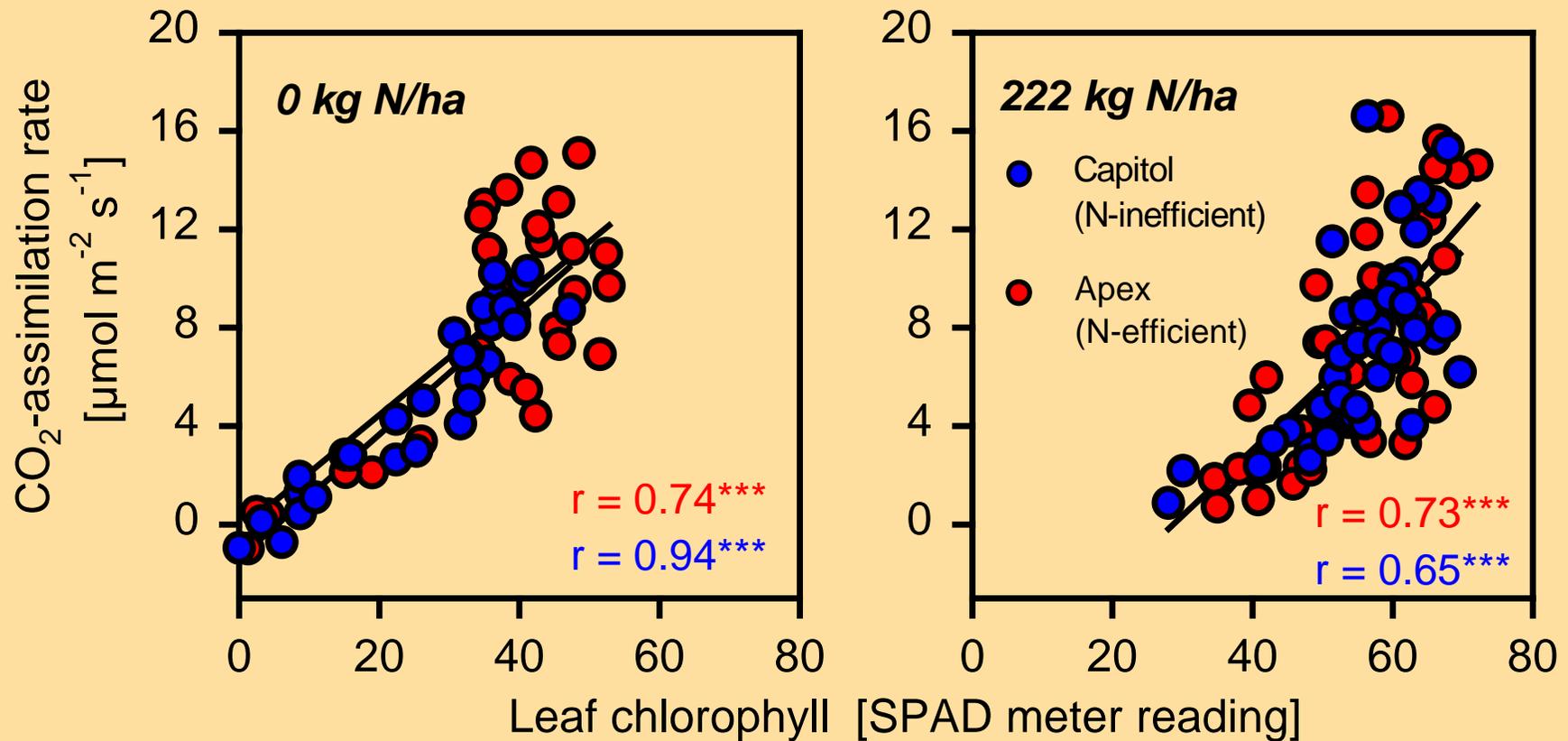
Die N-effiziente Sorte Apex hat bei N0 höhere Lichtinterzeption nach der Blüte

Ulas und Wiesler, 2001

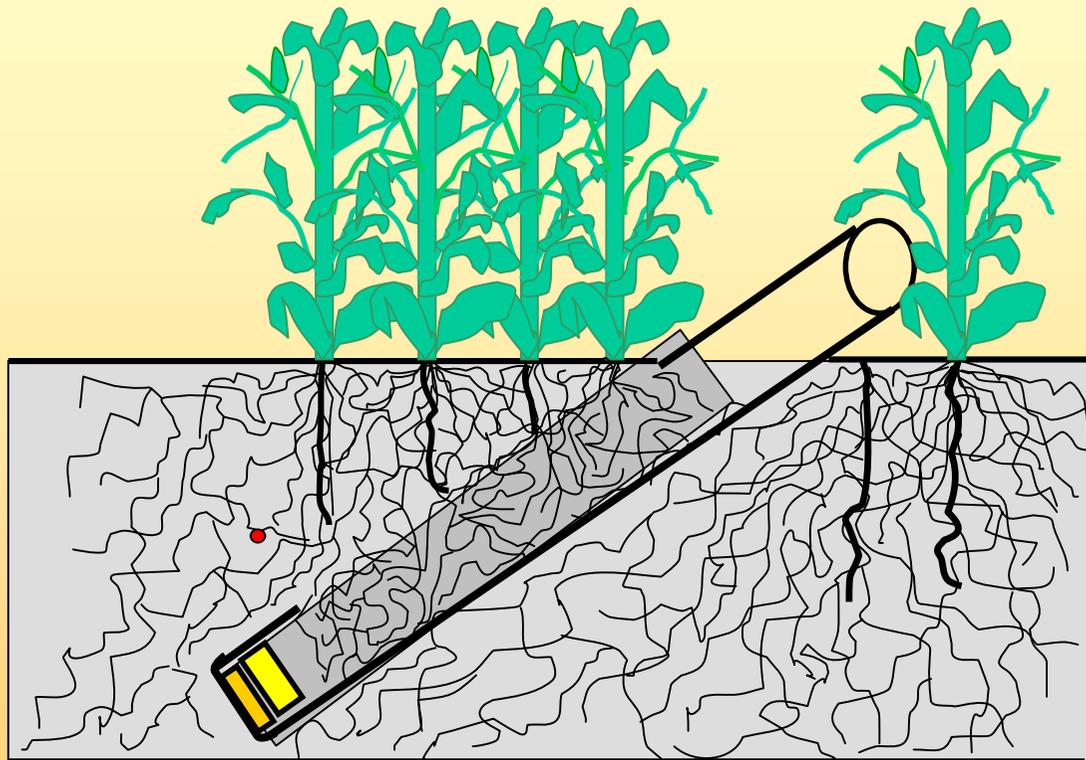


Die N-effiziente Sorte Apex hat zum Blühende bei N0 höhere Blatt-Chlorophyll-Gehalte und daher eine höhere Assimilationsleistung.

Ulas und Wiesler, 2001



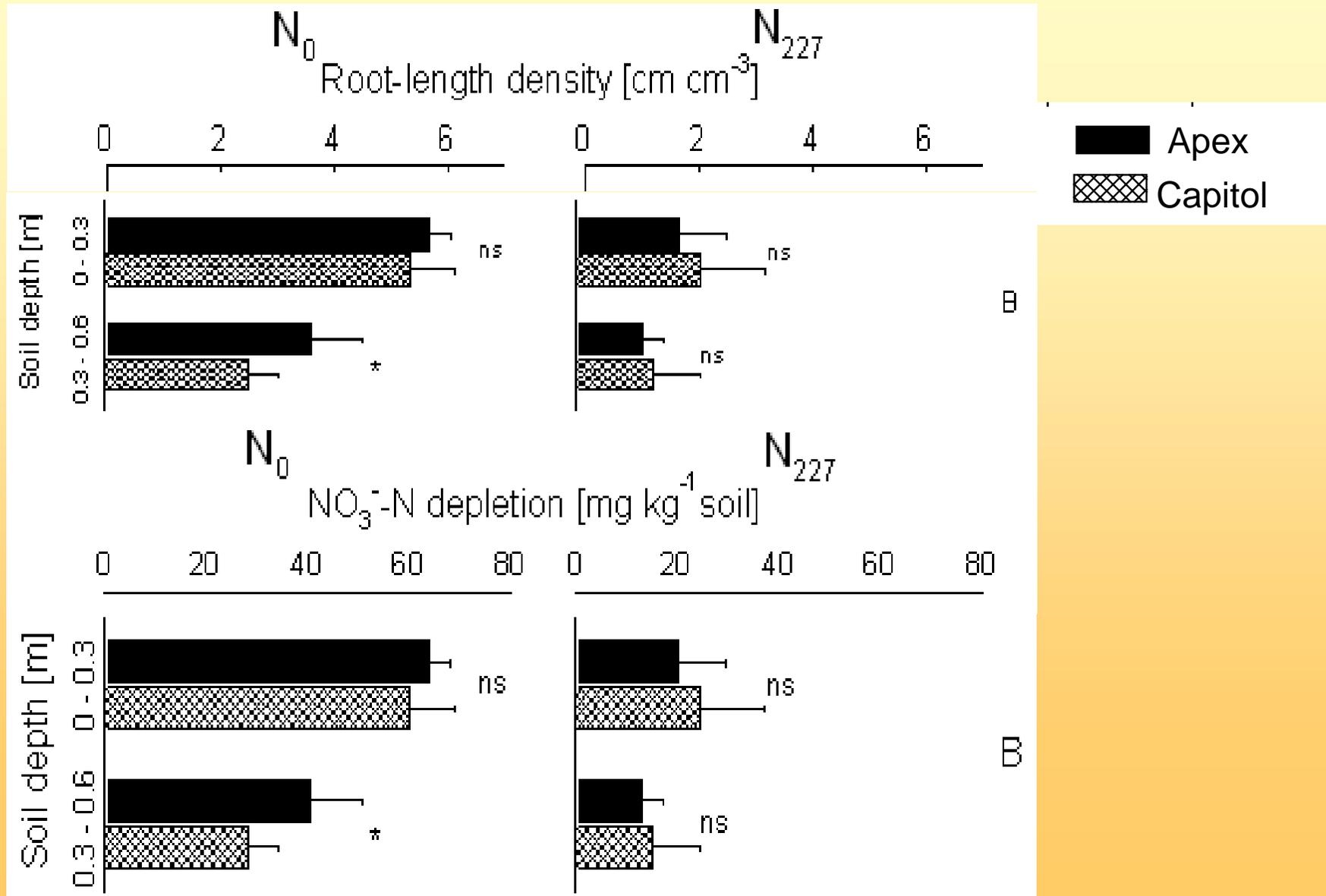
**Illustration der Kompartiment-Methode zur Messung von
Wurzelwachstums- und N-Aufnahmekapazität von
Pflanzenbeständen im Feld zum Blühzeitpunkt. Kamh et al., 2005**



 **Anion exchange resin**

 **Sand filter**

Wurzelwachstum und Nitratverarmung von 2 Rapssorten in den Kompartimenten zum Zeitpunkt der Bütte. Kamh et al., 2005



Schlußfolgerungen Raps:

☞ Genotypische Unterschiede in der Stickstoff-Effizienz bestehen

Zur N-Effizienz tragen bei:

- **Hohe Aufnahmekapazität besonders in der reproduktiven Wachstumsphase**
- **Aufrechterhaltung einer grünen Blattfläche in der reproduktiven Phase**
- **Hohe photosynthetische Aktivität der Pflanze in dieser Phase**
- **Höhere Wurzelaktivität besonders im Unterboden**

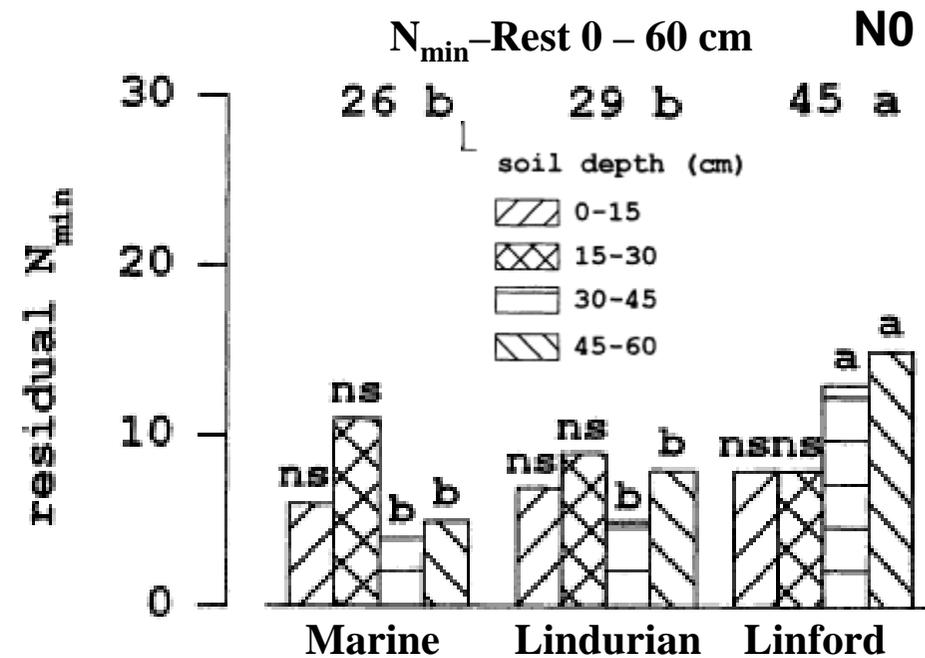
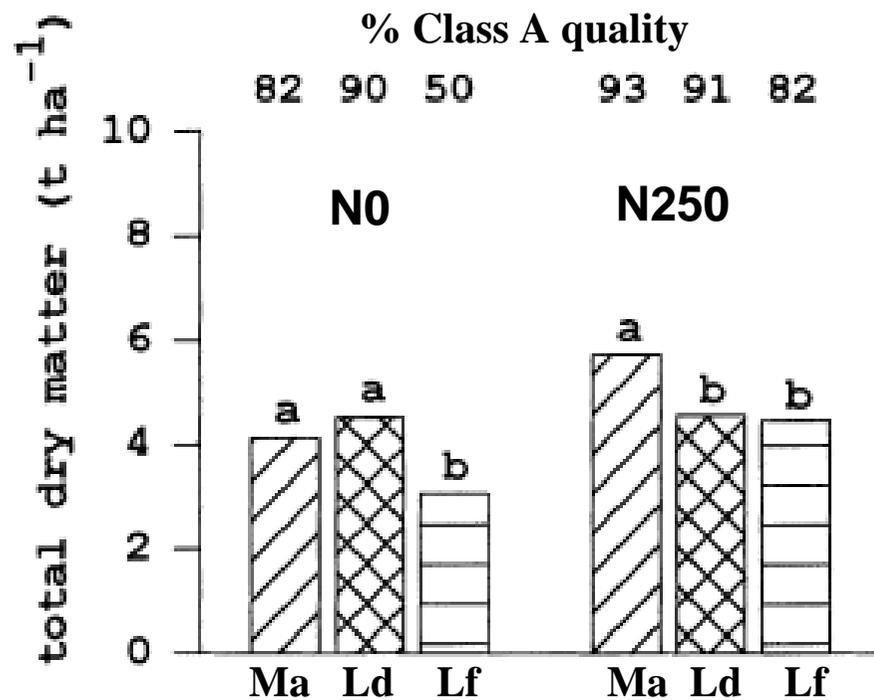


Feldgemüse

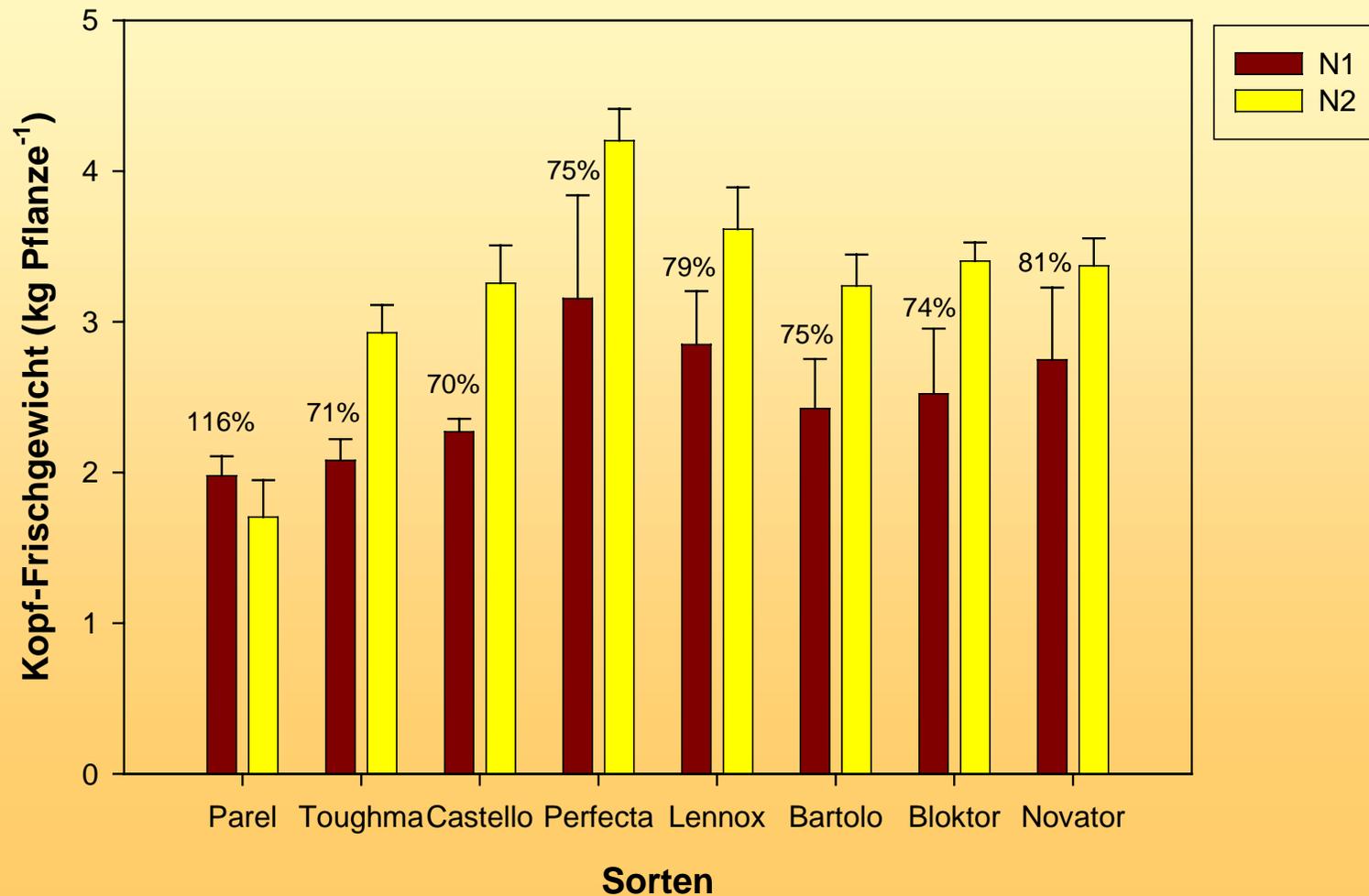


Ertrag, Qualität und N_{\min} -Rest nach der Ernte bei 3 Blumenkohl-Hybriden bei begrenztem (N0) und hohem N-Angebot (N250)

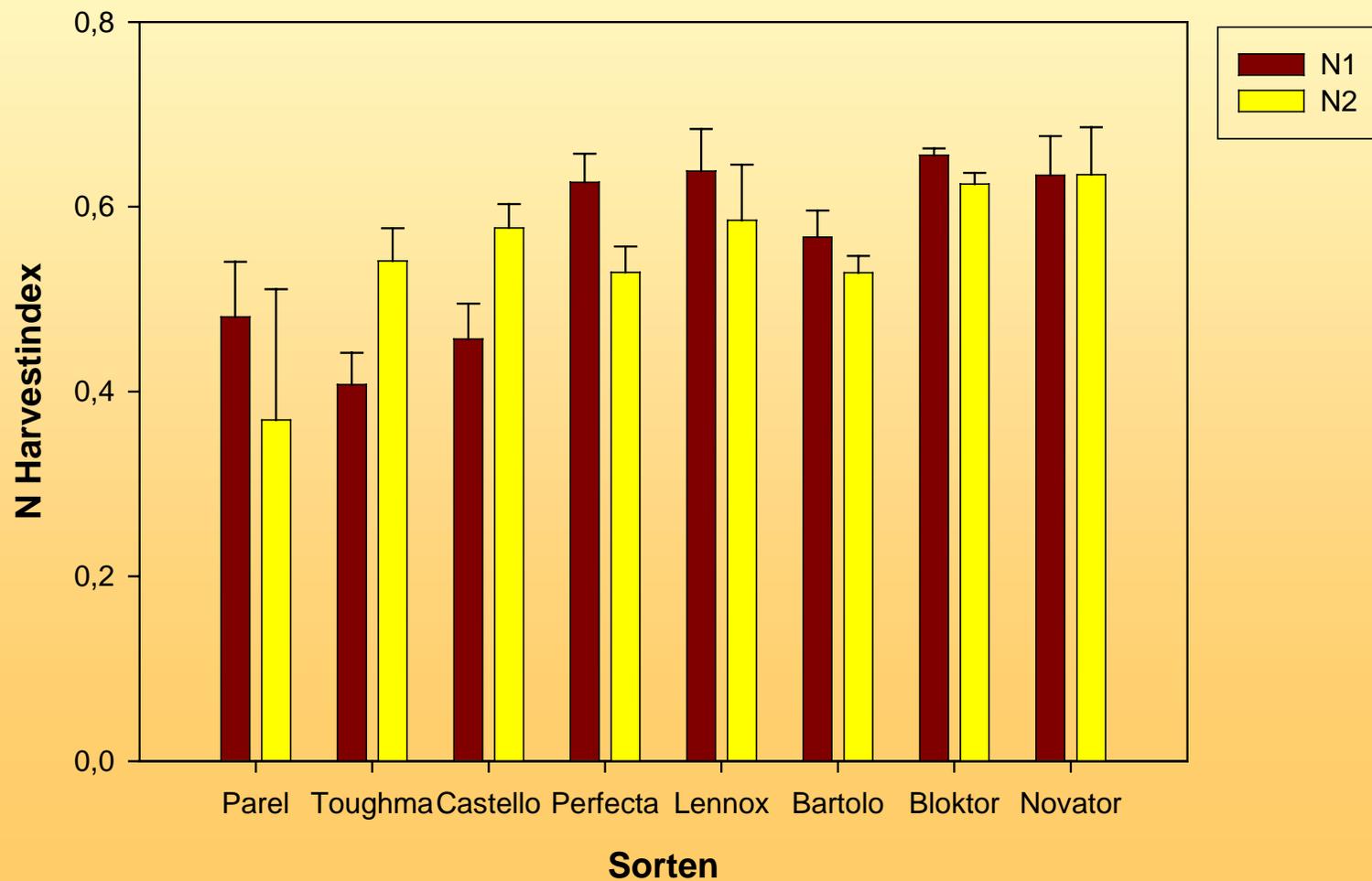
Rather et al., 2000



Sortenunterschiede im Ertrag von Weißkohl bei begrenztem (N1) und unbegrenztem N-Angebot (N2)



Verteilung von Stickstoff zwischen Kopf und Ernterückständen (N Harvestindex) bei Weißkohlsorten bei begrenztem (N1) und unbegrenztem N-Angebot (N2)



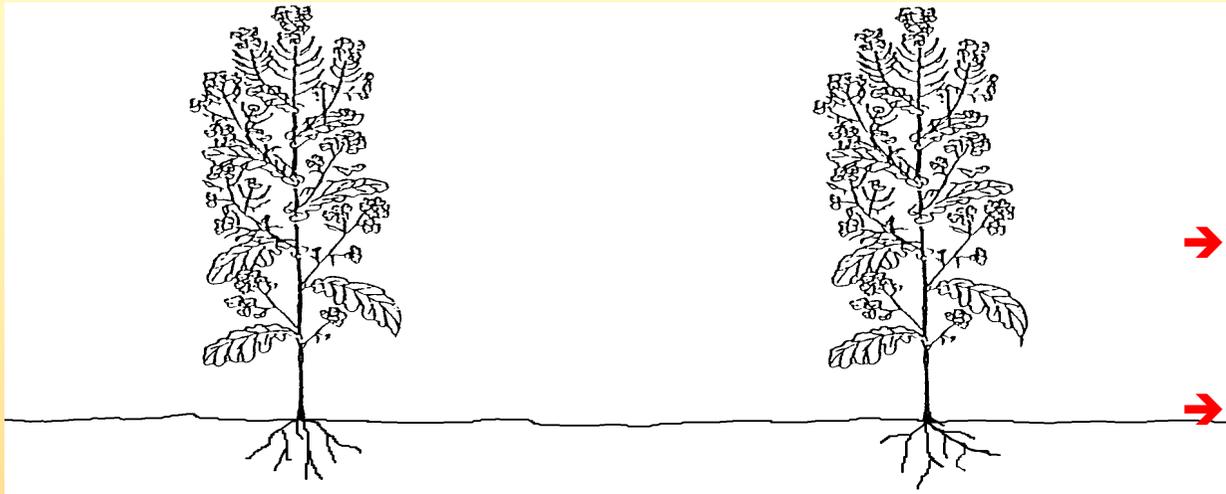


Stickstoff-effizienter Ideotyp

modifiziert nach Wiesler

„Traditioneller“ Typ

N-effizienter Ideotyp



→ Reduzierter N-Düngerbedarf
→ Reduzierter N-Bilanzüberschuß

- Hohe N-Aufnahme bis zur Blüte
- Geringe Aufnahme nach der Blüte
- Unvollständige N-Verlagerung in das Ernteprodukt
- Hoher Düngerbedarf
- Hohe Bilanzüberschüsse
- Hohe N-Aufnahme bis zur Blüte
- Hohe N-Aufnahme nach der Blüte
- Verzögerte N-Verlagerung in das Ernteprodukt → verlängerte Assimilation der Blätter („stay green“, hohe Wurzelaktivität im Unterboden)
- Anschließend effektive N-Verlagerung in das Ernteprodukt (hoher N-Harvestindex)

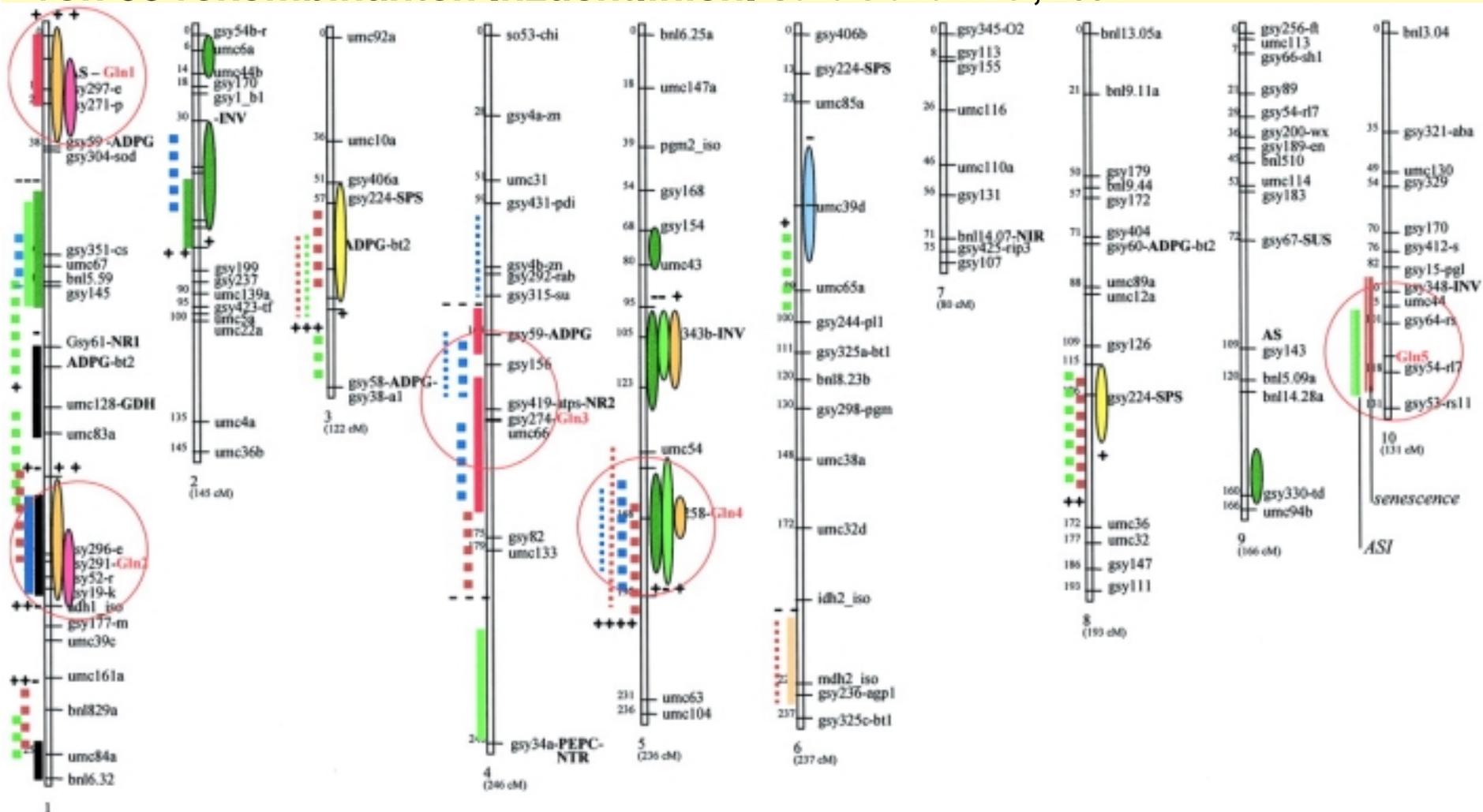
Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production?

Allen G. Good, Ashok K. Shrawat, Douglas G. Muench

Trends in Plant Sciences 9, 587 (2004)

„We believe that creating crops with enhanced nutrient uptake will be one component that will help us to achieve this goal“

Co-Lokalisation von QTLs für physiologische Merkmale mit agronomischen Merkmalen und bekannten Genen in einer Population von 99 rekombinanten Inzuchtlinien. Gallais und Hirel, 2004



- ▬ % remobilisation from stem
- ▬ % remobilisation from leaf
- ▬ Remobilisation from stem
- ▬ Remobilisation from leaf
- ▬ Remobilisation whole plant
- ▬ Post-anthesis N-uptake

- ▬ Grain yield N+
- ⋯ Grain Yield N-
- ▬ Kernel number N+
- ⋯ Kernel number N-
- ▬ TKW N+
- ⋯ TKW N-

- ▬ Leaf NO₃ content (young plants)
- ▬ Leaf GS activity (young plants)
- ▬ Leaf NR activity (young plants)
- ▬ GDH Aminating N- (adult plants)
- ▬ GDH Deaminating N+
- ▬ GS N- (adult plants)

- ADPG:** *adpg* pyrophosphorylase
- SPS:** *Saccharose Phosphate Synthase*
- SUS:** *Sucrose Synthase*
- INV:** *Invertase*
- PEPC:** *Phosphoenolpyruvate carboxylase*
- AS:** *Asparagine synthase*

Thanks to:



**Gunda
Schulte auf'm Erley**



Franz Wiesler



Torsten Behrens



Mosisa Worku



Mahmoud Kamh



Abdullah Ulas

