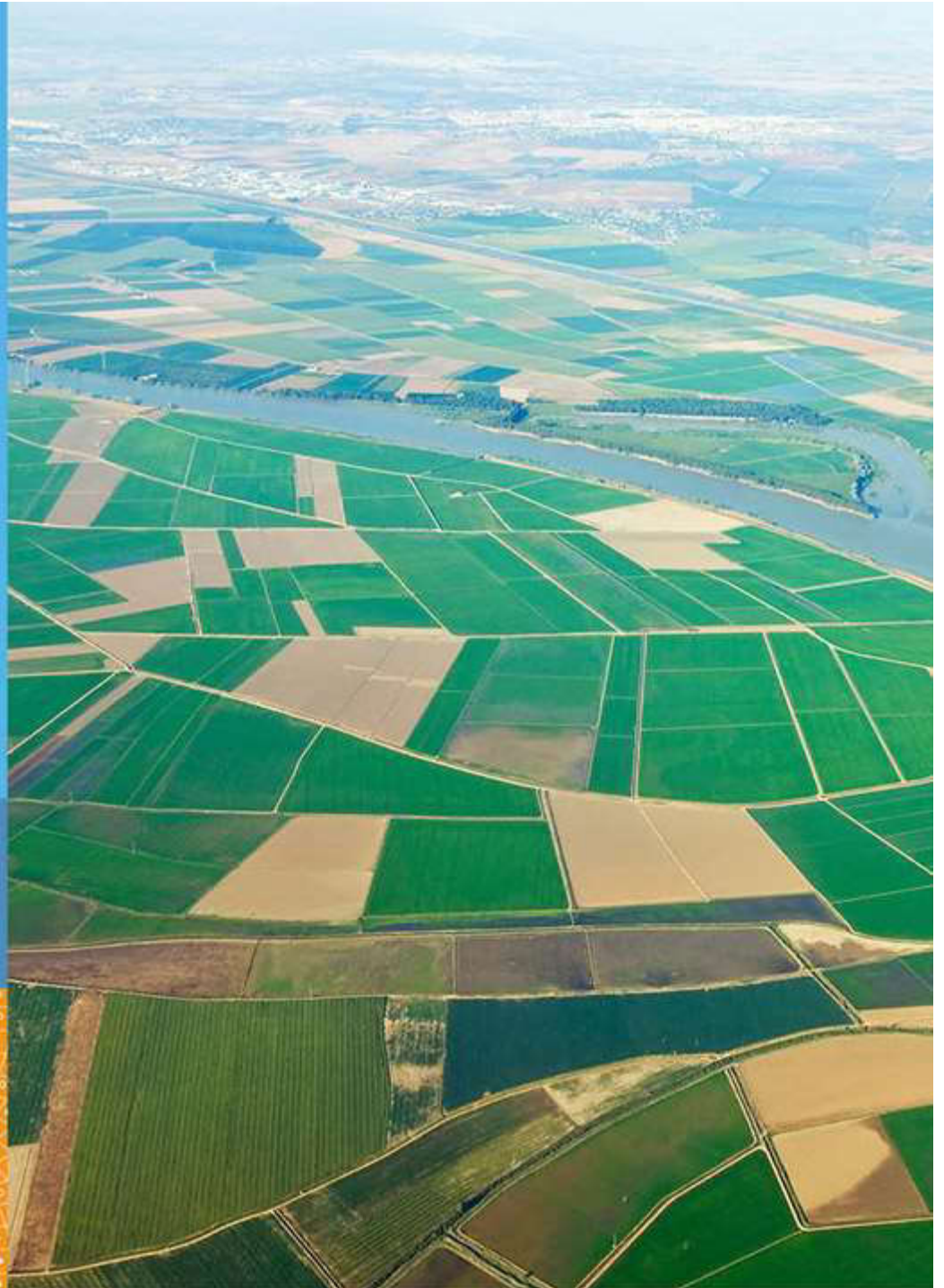




Knowledge grows

Stickstoff- Düngungsstrategien unter Trockenheit

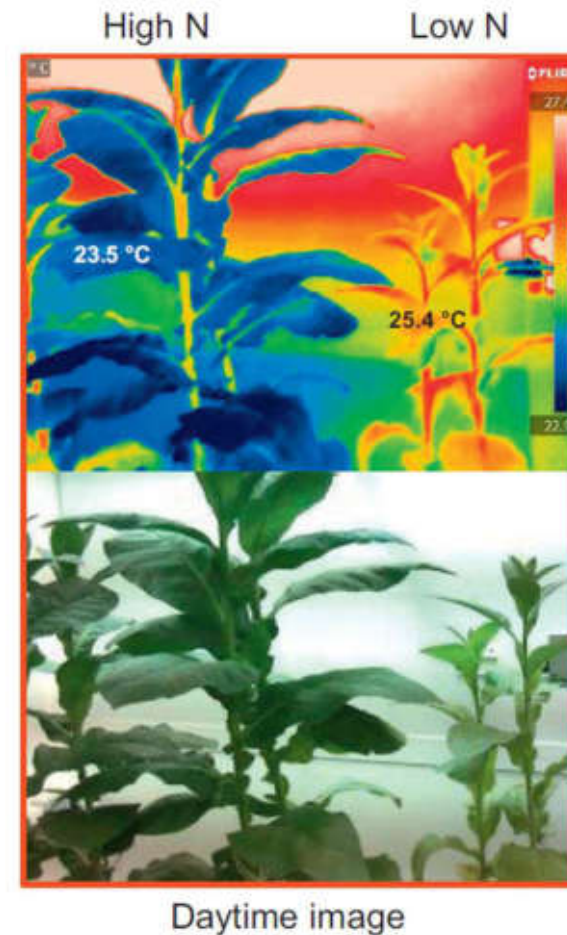
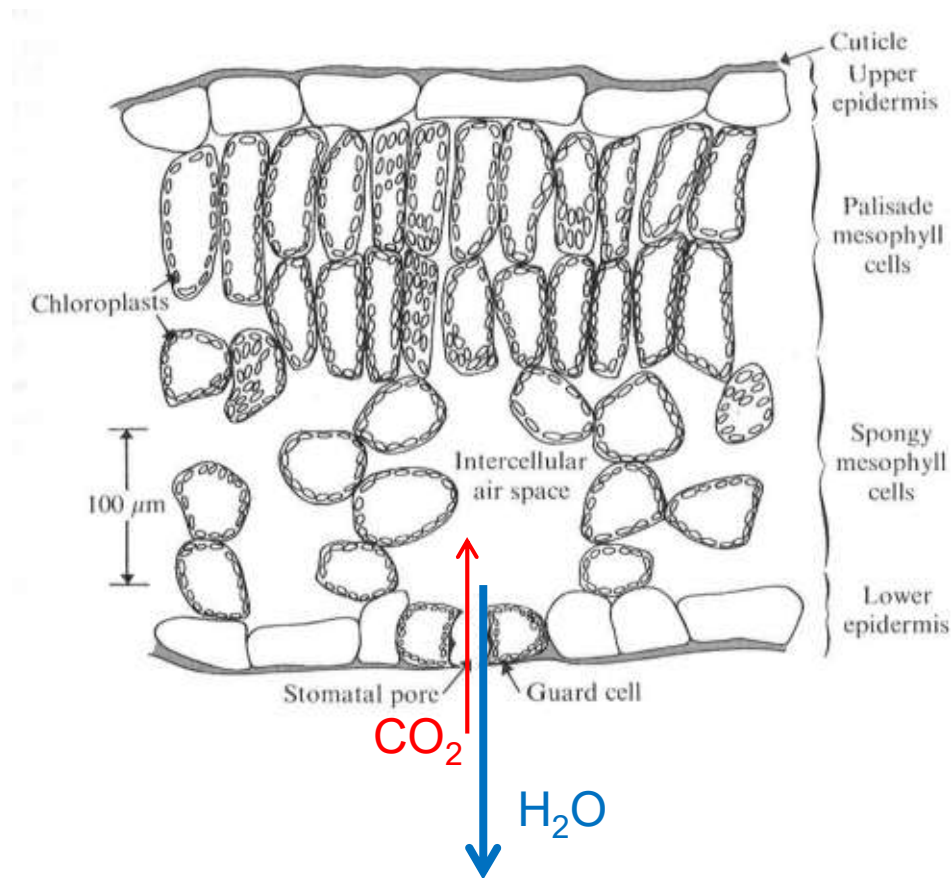
Holger Brück
Yara International
Forschungstation Hanninghof / Dülmen



Düngungsstrategien bei Trockenheit

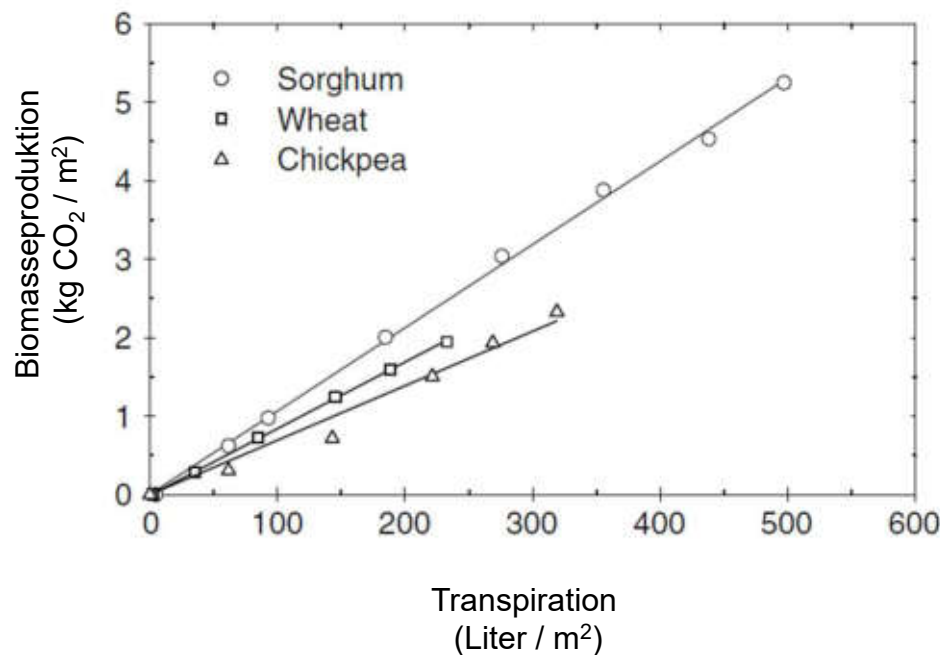
- Einleitung:
 - Wachstum, Ertrag und Wasserverfügbarkeit
 - Nährstoffbilanz und Auswaschungsrisiko
- Versuchsergebnisse zur angepassten Stickstoffdüngung in Weizen
 - Erfassung von Wasserdefizit und Schätzung der Ertragseinbuße
 - Optimale Düngermenge
 - Optimale Düngerzeitpunkte
 - (beste Düngerform und geeignete Ausbringungstechnik)

Wachstum bedingt Wasserverlust und bewirkt Kühlung durch Verdunstung



Daytime leaf-water use efficiency does not explain the relationship between plant N status and biomass water-use efficiency of tobacco under non-limiting water supply
M. Senbayram et al. JPNSS, 2015

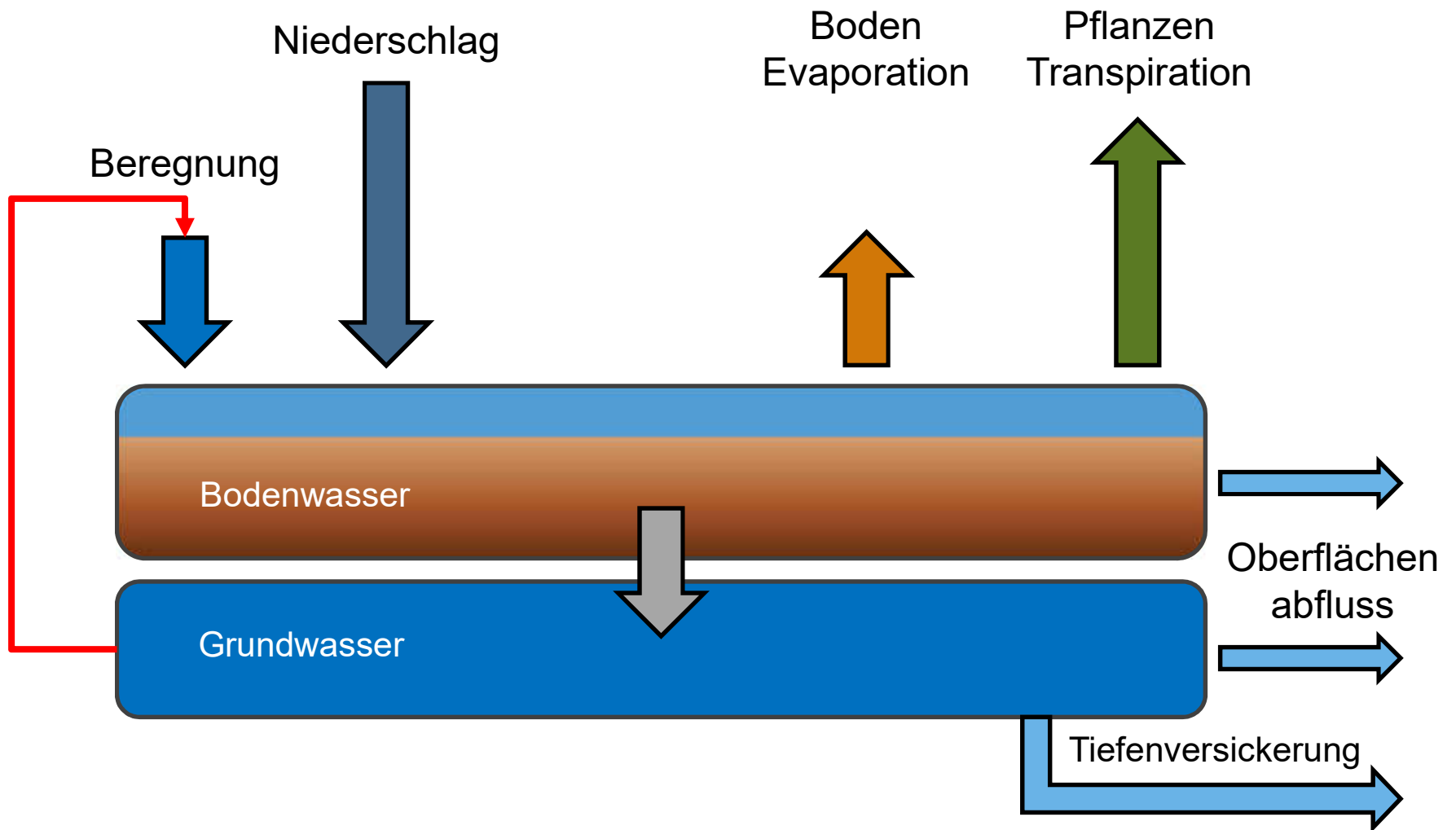
Für Wachstum und Ertrag benötigen Pflanzen viel Wasser



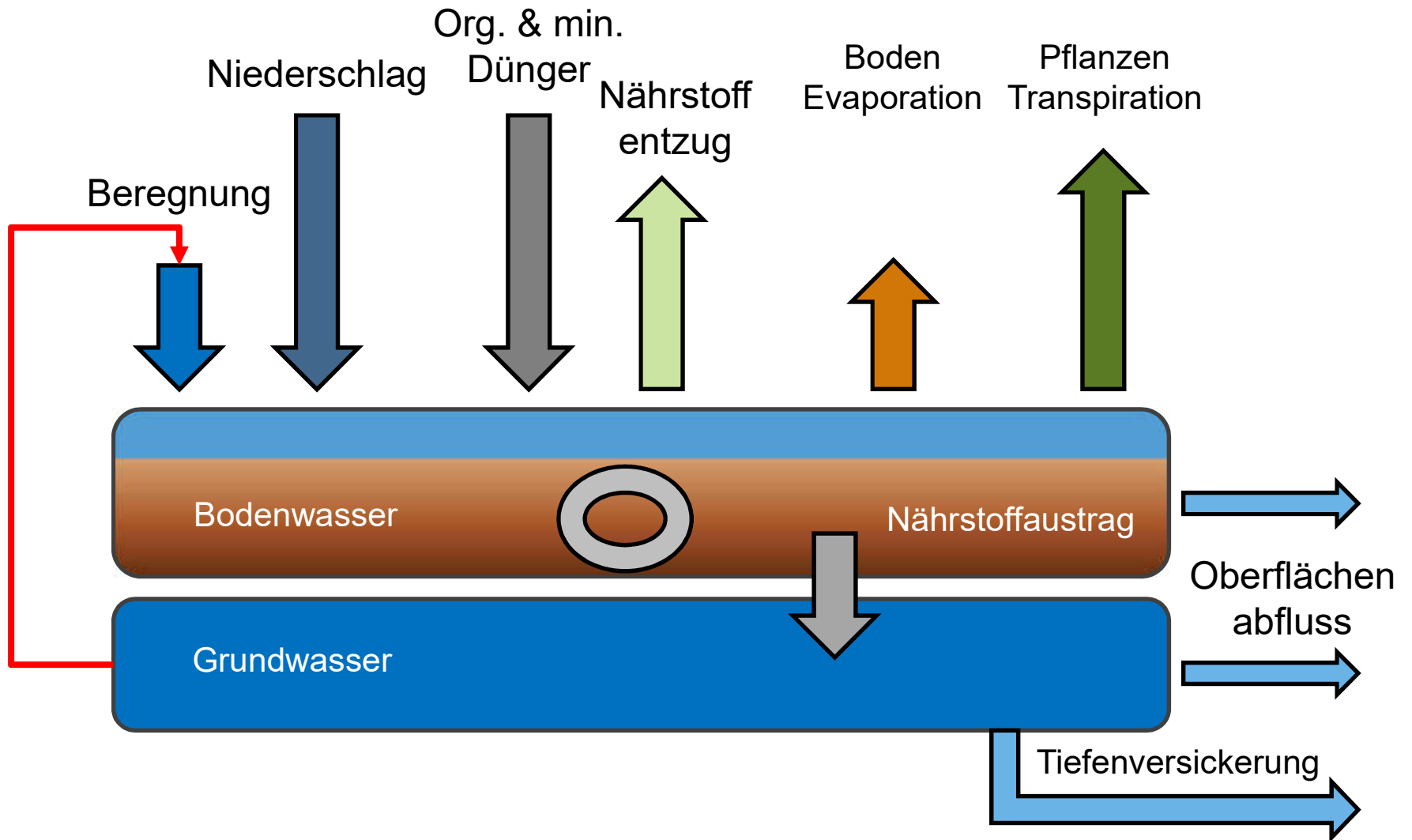
- **Effiziente Nutzung von Wasser**
- **(Bspl.: Weizen):**
 - 2-4 g Trockenmasse pro Liter Transpiration
 - 500-250 Liter pro kg Trockenmasse
 - 500-250 mm verfügbares Wasser für 10 Tonnen Biomasse pro Hektar
 - 1000 - 500 mm Niederschlag plus Bodenwasser für 20 Tonnen Biomasse pro Hektar (ca. 10 Tonnen Kornertrag)
 - Ertragserhöhende Maßnahmen bewirken einen höheren Pflanzenwasserbedarf

Steduto et al. 2007 On the conservative behavior of biomass water productivity, Irrigation Science

Die Feldwasserbilanz

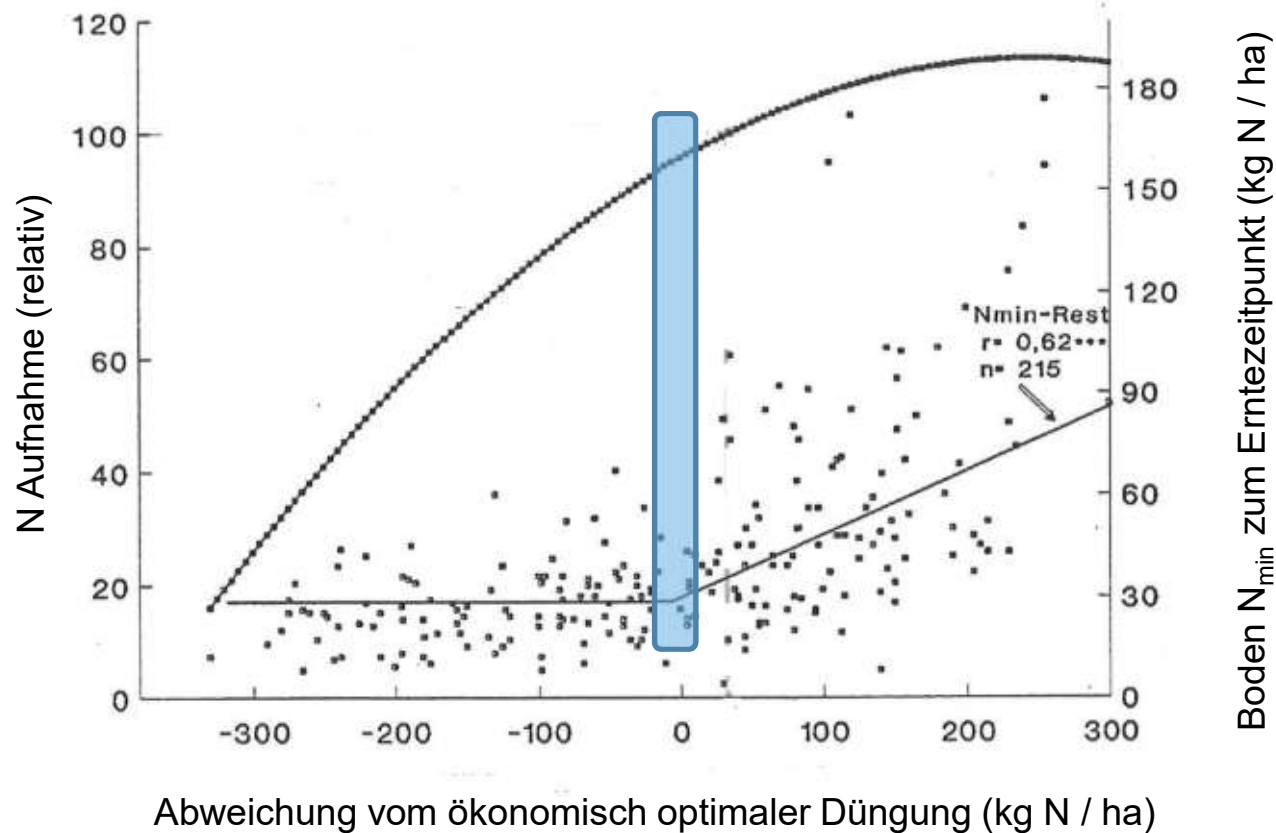


Die Feldwasser- und Nährstoffbilanz



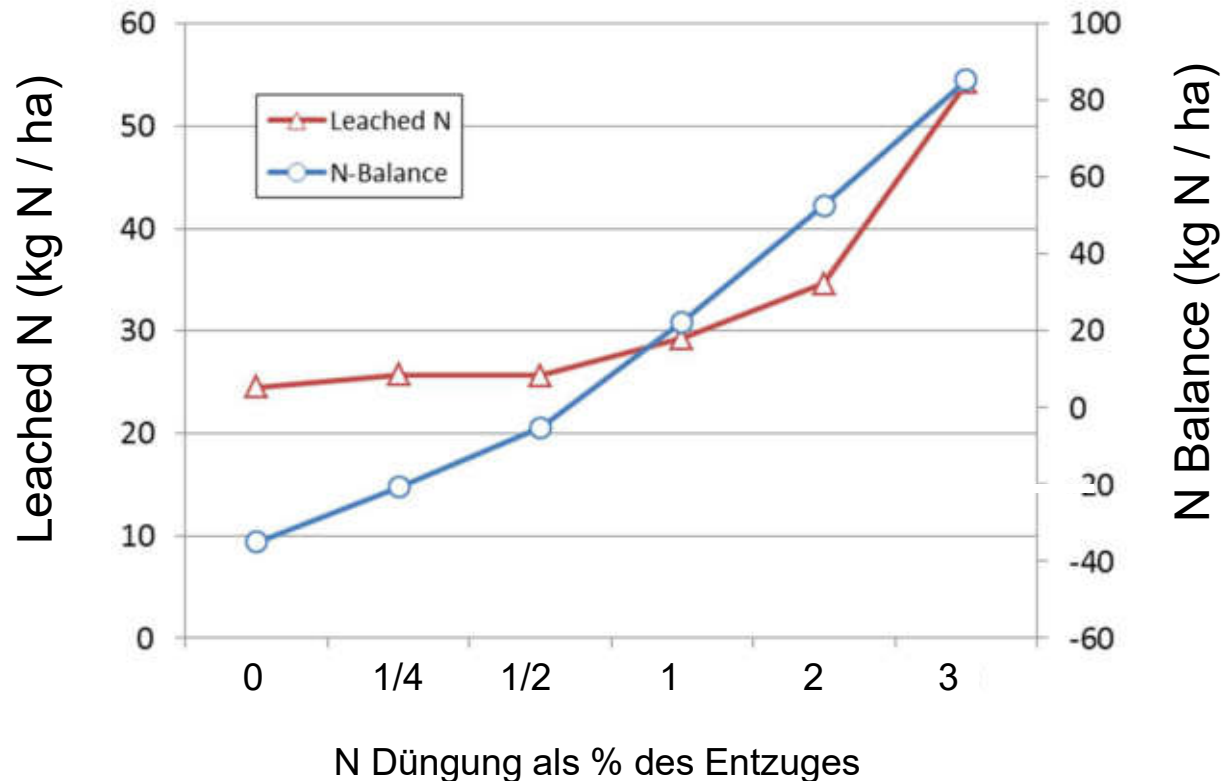
Zusammenhang zwischen ökonomisch optimaler Düngung, N Aufnahme und N_{\min} zur Ernte

Thomas Engels, Dissertation Universität Hannover, 1993
50 Umwelten mit 140 faktoriellen N Steigerungsversuchen, WW, WG, SG



Zusammenhang zwischen gemessener N Auswaschung und der N Bilanz (Mittelwert: 8 Jahre)

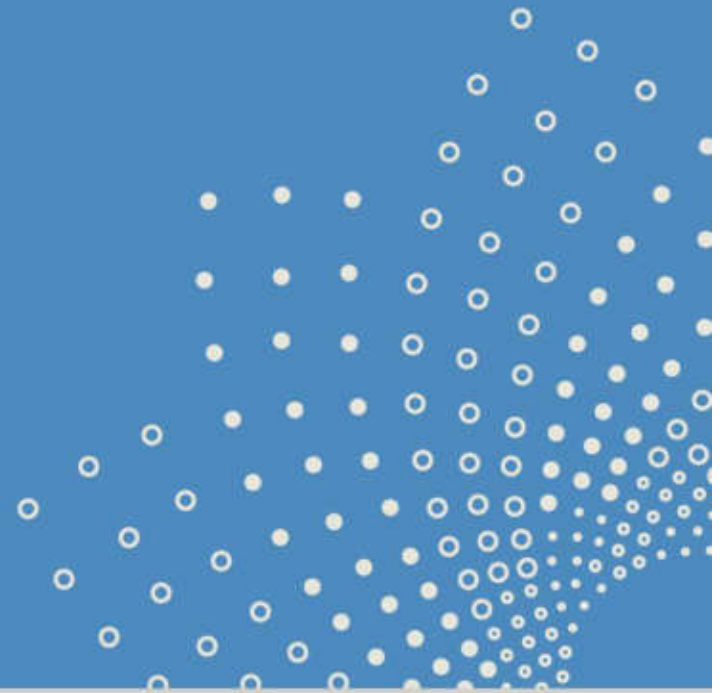
- Lysimeter Studie auf IS, Askov, DK (22% T, 23 U, 54% S)
- WW, SG, WR, Gras



Wachstum, Ertrag und Wasserbedarf sind eng korreliert

Ertragswirksame Düngung erhöht den Wasserbedarf der Pflanzen

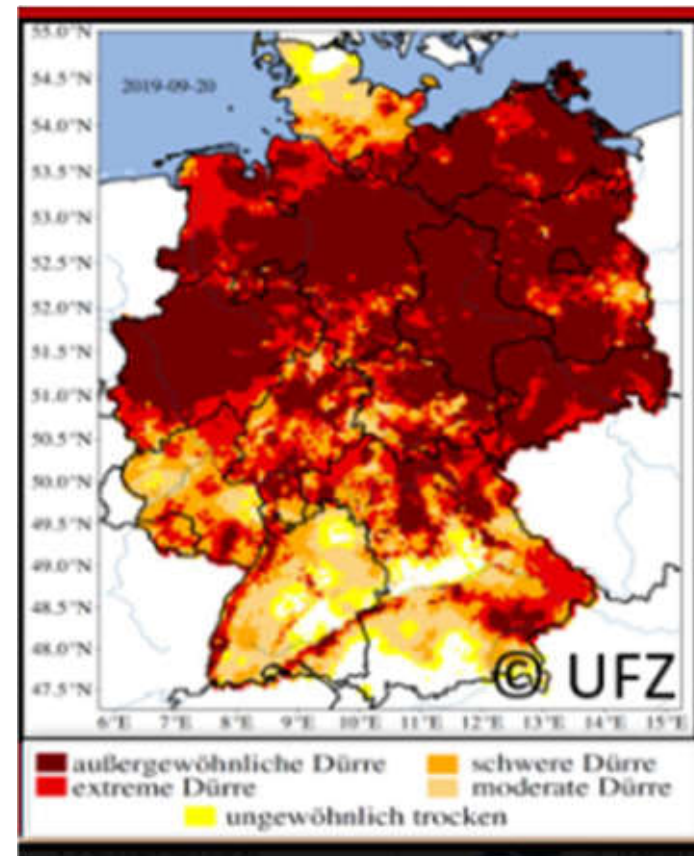
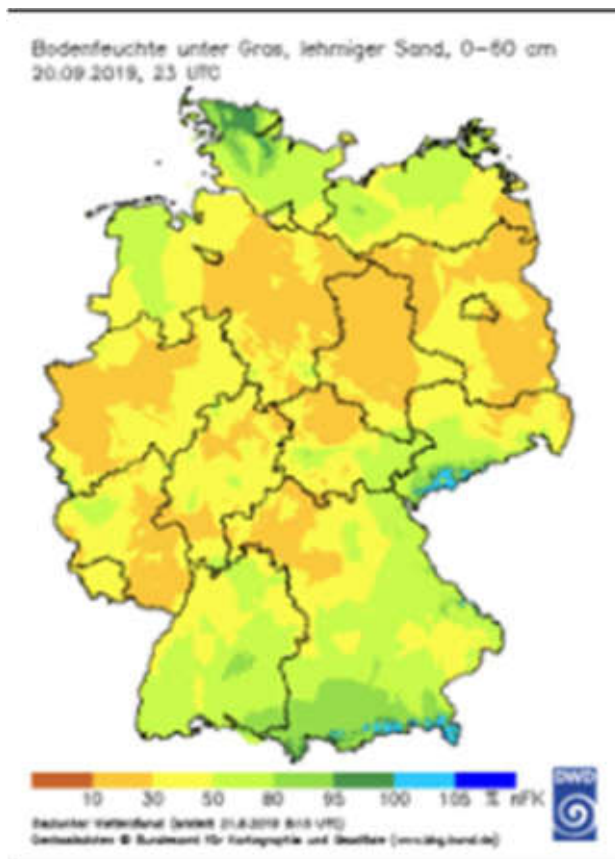
Bei Wassermangel besteht das Risiko hoher Nährstoffüberschüsse



Düngungsstrategien bei Dürre

- Einleitung:
 - Wachstum, Ertrag und Wasserverfügbarkeit
 - Nährstoffbilanz und Auswaschungsrisiko
- Versuchsergebnisse zur angepassten Stickstoffdüngung in Weizen
 - Erfassung von Wasserdefizit und Schätzung der Ertragseinbuße
 - Optimale Düngermenge
 - Optimale Düngerzeitpunkte
 - (beste Düngerform und geeignete Ausbringungstechnik)

Bodenfeuchte-Schätzungen und kumulativer Dürreindex für 2019



Tagesthema DWD: Trockenheit nimmt (k)ein Ende?, Sept. 2019

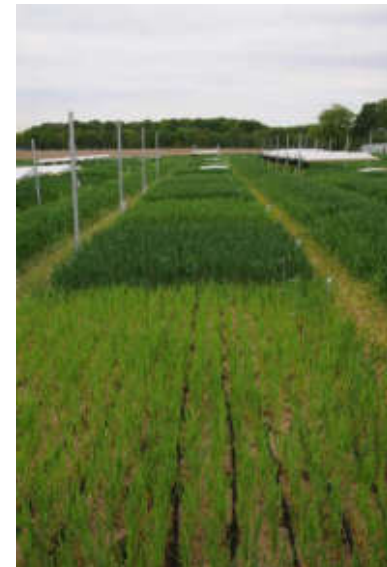
Einfluß der Stickstoff- und Wasserversorgung auf die Evapotranspiration, den Kornertrag und die Wassernutzungseffizienz von Winterweizen



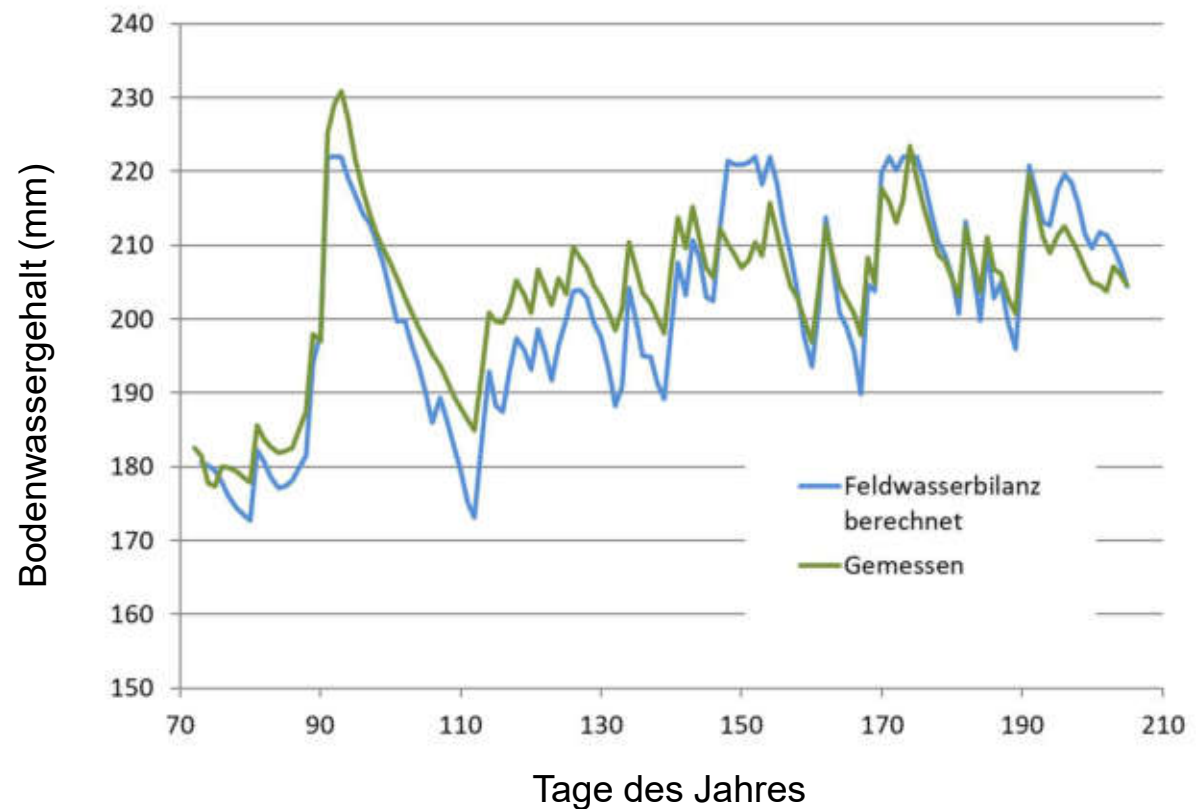
Landwirtschaftliche
Fakultät der
Universität Bonn

Versuchsanlage 2013 - 2015

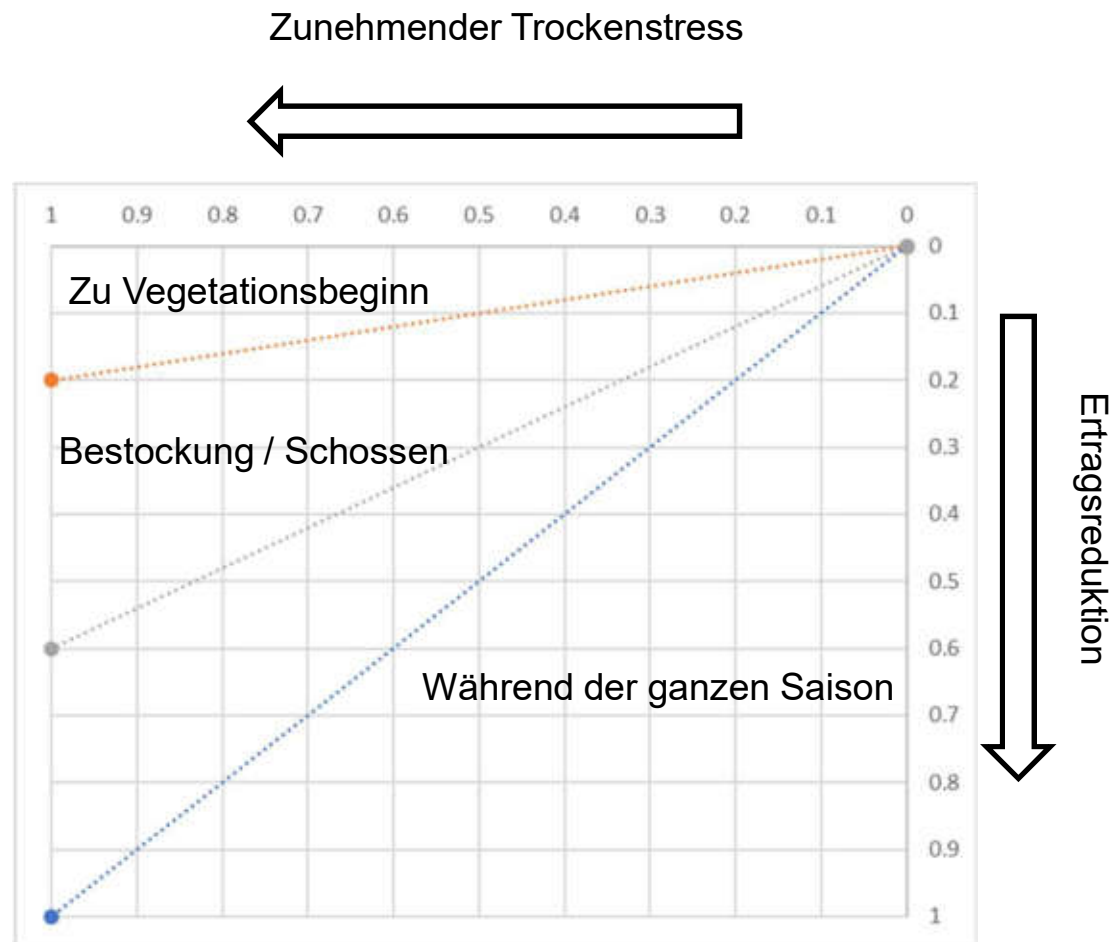
- 3-jährige Feldversuchsstudie mit Winterweizen
- randomisierte Spaltanlage
 - Großteilstück Wasser:
früher (BBCH31-39) oder später (BBCH 39-71) Trockenstress, bewässerte Kontrolle
 - Kleinteilstück Stickstoff (N):
0 kg N ha⁻¹, 120 kg N ha⁻¹, 230 kg N ha⁻¹
- Stadienspezifischer Trockenstress wurden mit Regenabdeckungen induziert.
- Handbeerntung des Parzellenkerns von 4 m²



Messung und Schätzung des Bodenwassergehaltes Winterweizen, bewässert, 2015



Stadienspezifische Ertragsreduktionsfaktoren nach FAO 66, Winterweizen



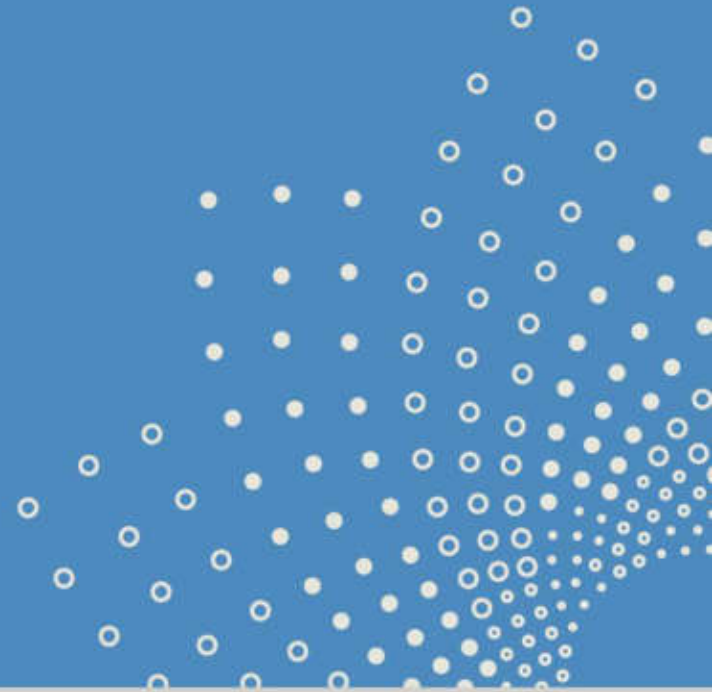
Wachstum, Ertrag und Wasserbedarf sind eng korreliert

Ertragswirksame Düngung erhöht den Wasserbedarf der Pflanzen

Bei Wassermangel besteht das Risiko hoher Nährstoffüberschüsse

Der Einfluss von Wassermangel auf den Kornertrag kann empirisch geschätzt werden

Die Schätzung erlaubt, sofern Wasserstress ‚früh‘ auftritt, eine Anpassung der Düngung



Düngungsstrategien bei Dürre

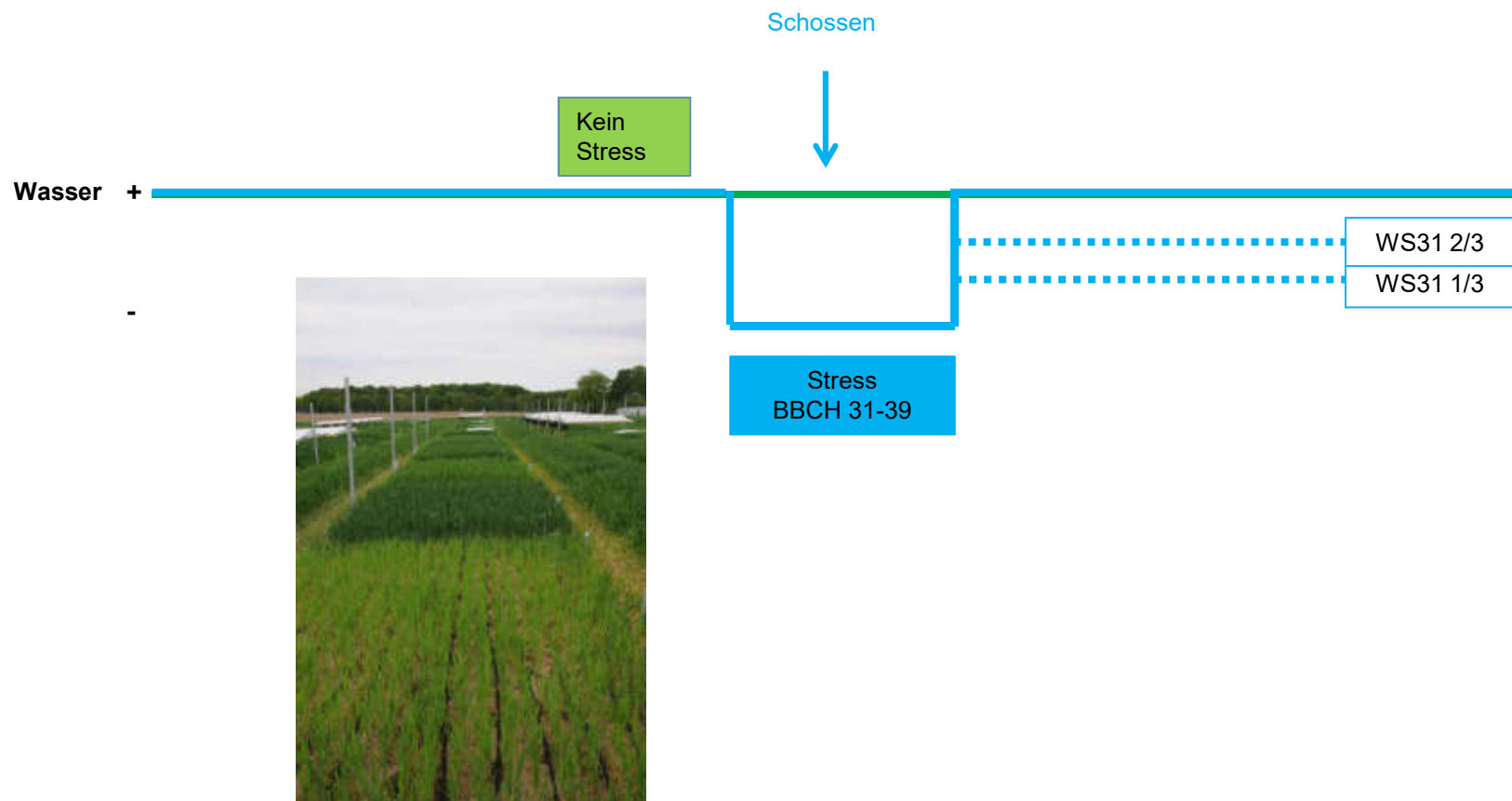
- Einleitung:
 - Wachstum, Ertrag und Wasserverfügbarkeit
 - Nährstoffbilanz und Auswaschungsrisiko
- Versuchsergebnisse zur angepassten Stickstoffdüngung in Weizen
 - Erfassung von Wasserdefizit und Schätzung der Ertragseinbuße
 - **Optimale Düngermenge**
 - Optimale Düngerzeitpunkte
 - (beste Düngerform und geeignete Ausbringungstechnik)

Einfluss der N-Versorgung auf Kornertrag, Wasserverbrauch und Wassernutzungseffizienz, bewässertes Prüfglied

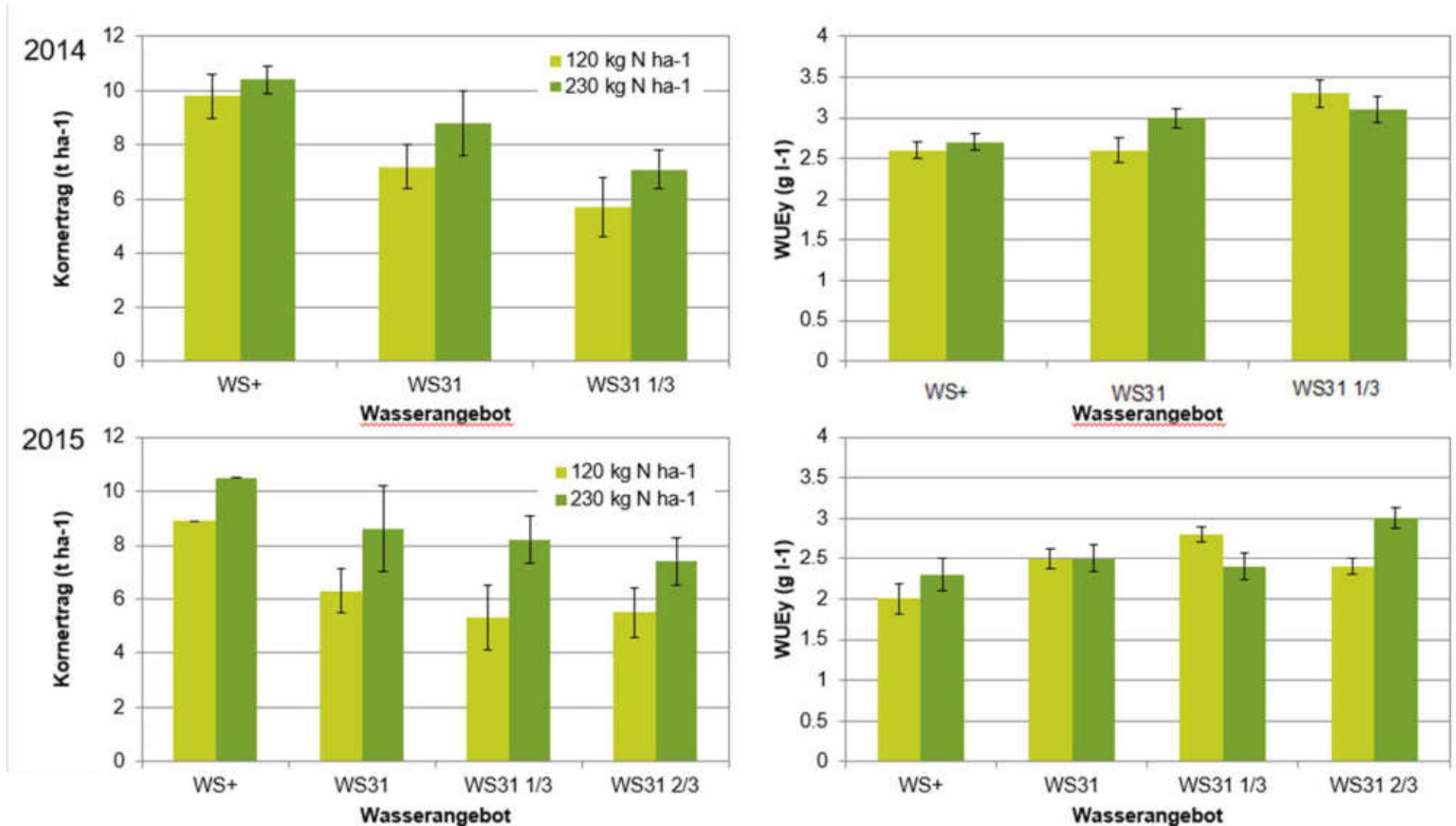
N Stufe [kg N ha ⁻¹]	N0		N120		N230	
Jahr	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Kornertrag [t ha ⁻¹] bei 86% TS	4.9	4.8	9.8	8.9	10.4	10.5
Biomasse [t ha ⁻¹] bei 100%TS	8.4	8.3	15.3	14.6	18.2	18.8
ET _a [mm]	315	410	370	444	377	462
WUE _y [g l ⁻¹]	1.56	1.17	2.65	2.00	2.76	2.27
WUE _B [g l ⁻¹]	2.67	2.02	4.13	3.29	4.83	4.07
Anteil Evaportaion an ETa* [%]	47	55	20	30	12	24

Im Zeitraum DOY 70-139 und 70-144 in 2014 und 2015

Schema der Wasserversorgung mit Fokus auf frühen Wasserstress (Stress: Intensität und Dauer)



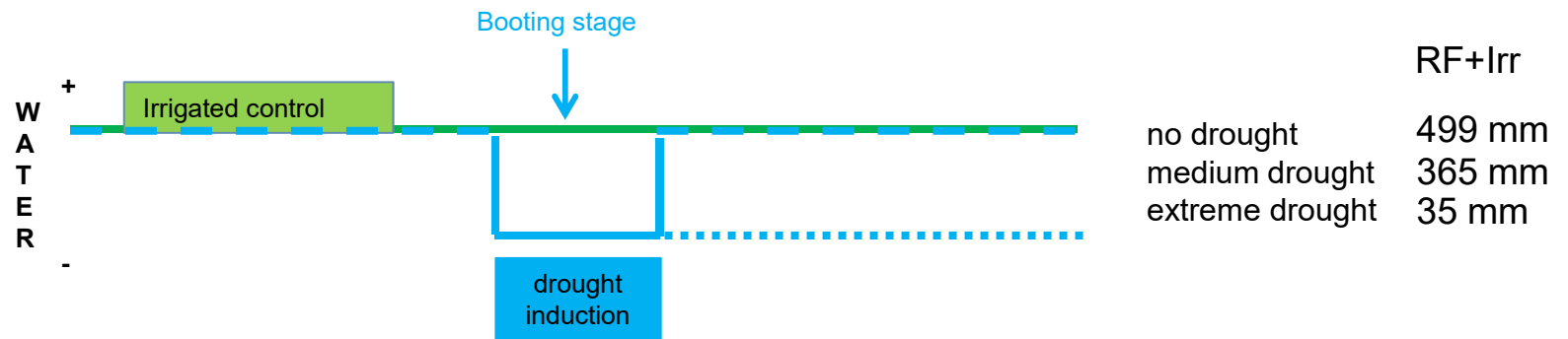
Einfluss der N-Versorgung und Wasserversorgung auf Ertrag und Wassernutzungseffizienz



Versuchsanlage 2016

N Steigerungsversuch bei variablem Wasserangebot

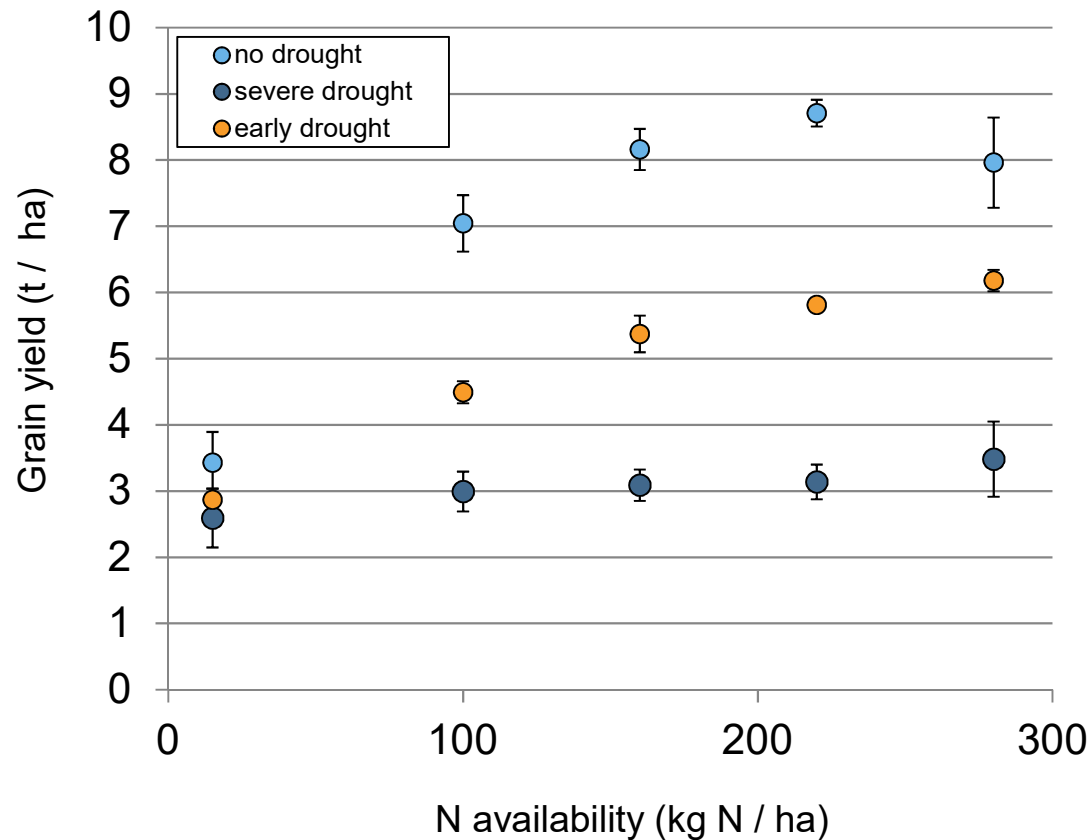
2-factorielle Spaltanlage



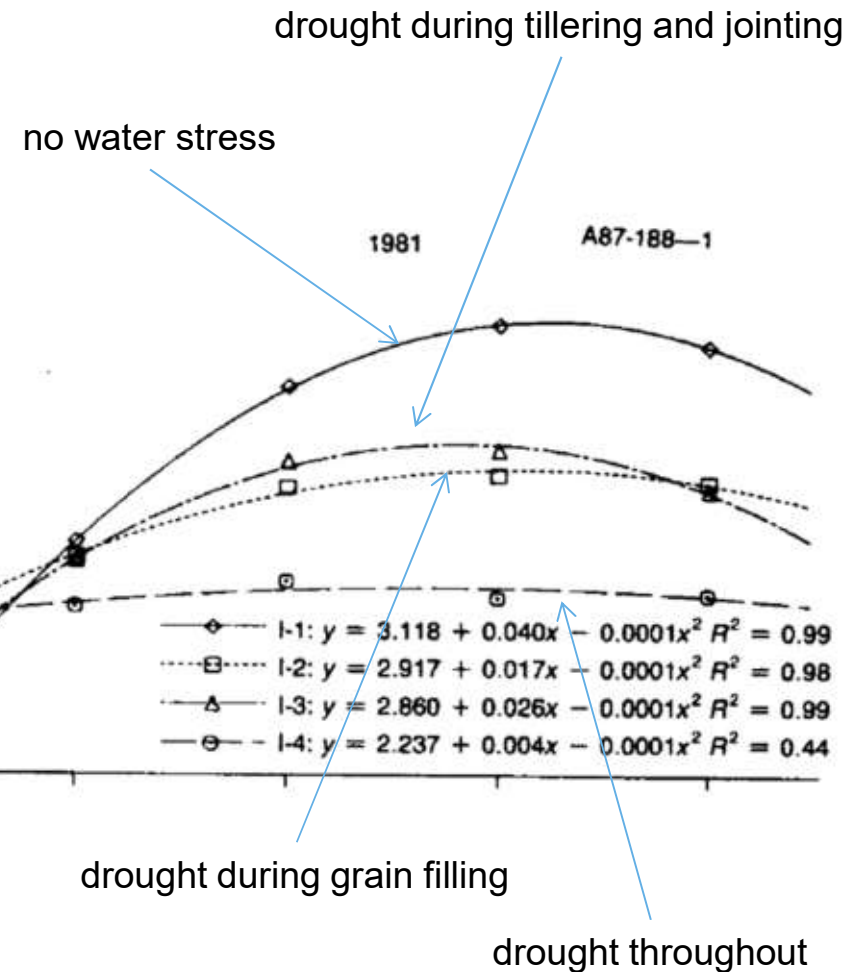
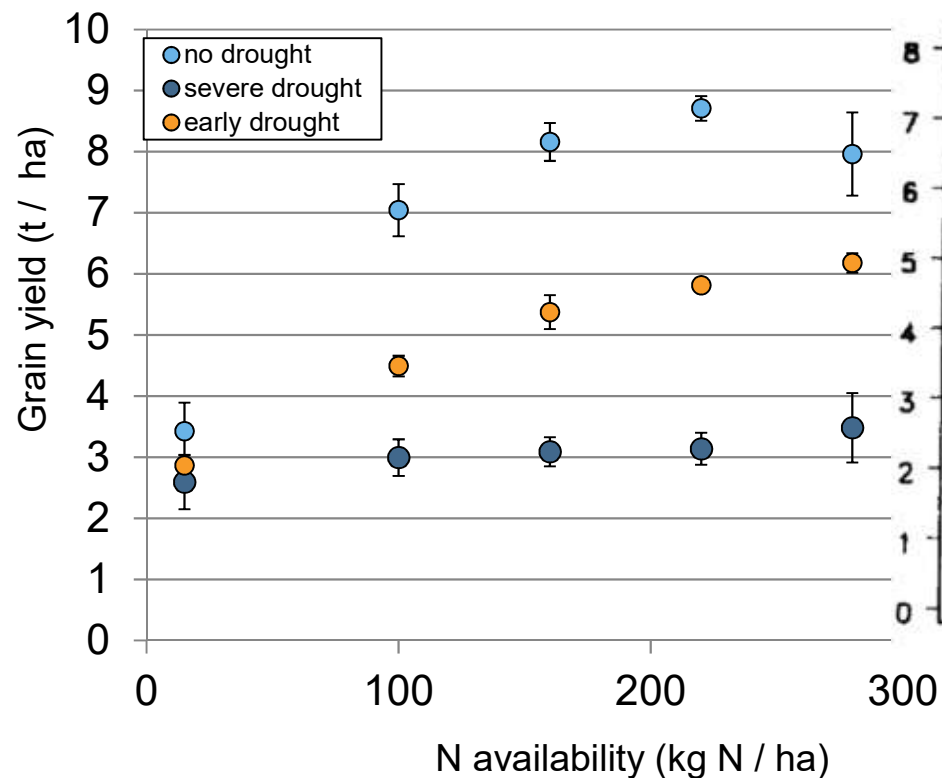
	N Sollwert	1 st N	2 nd N	3 rd N
N0	0	0	0	0
N100	100	30	40	30
N160	160	50	70	40
N220	220	80	80	60
N280	280	90	110	80

Kornertrag (Mittel \pm Stdabw.)

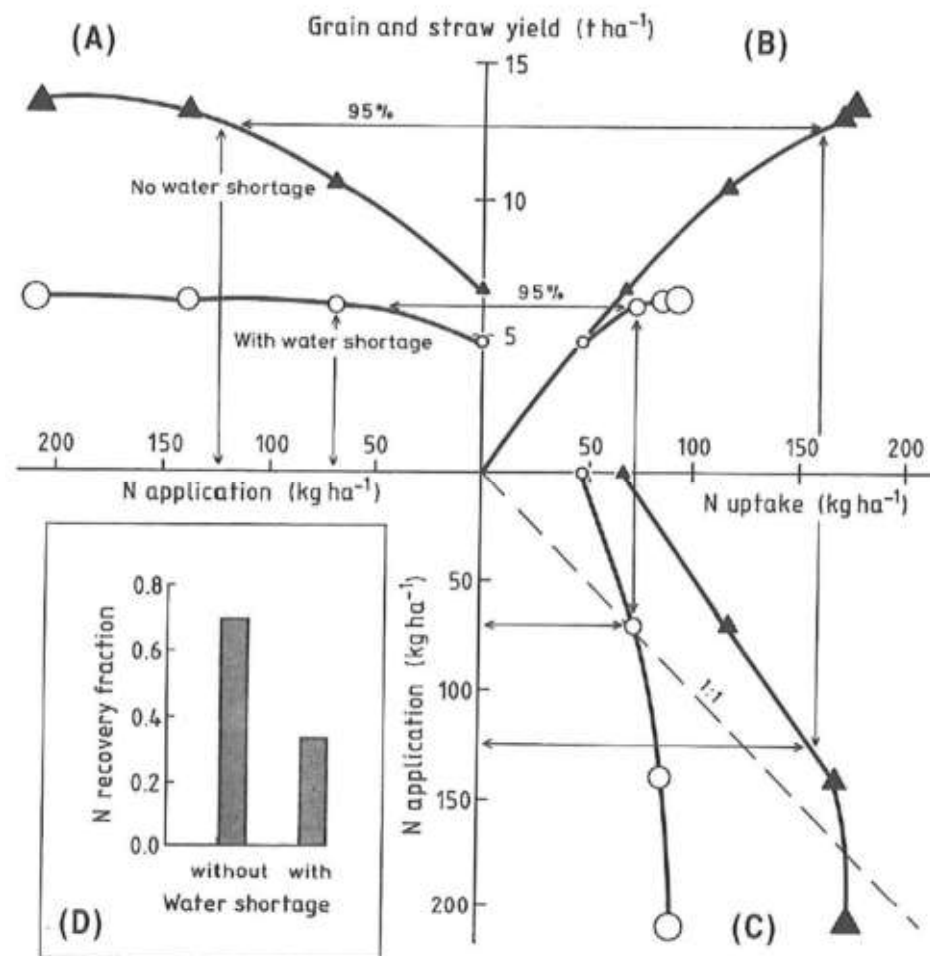
Ertragsrückgang durch frühen Wasserstress ist ausgeprägter als N
Düngungseffekte auf den Ertrag



Vergleich der Versuchsdaten mit der Studie von van Eck 1988



Ertrag und Stickstoffnutzungseffizienz bei variablem Wasserangebot (Eck 1988, in Ehlers 2003)



Wachstum, Ertrag und Wasserbedarf sind eng korreliert

Ertragswirksame Düngung erhöht den Wasserbedarf der Pflanzen

Bei Wassermangel besteht das Risiko hoher Nährstoffüberschüsse

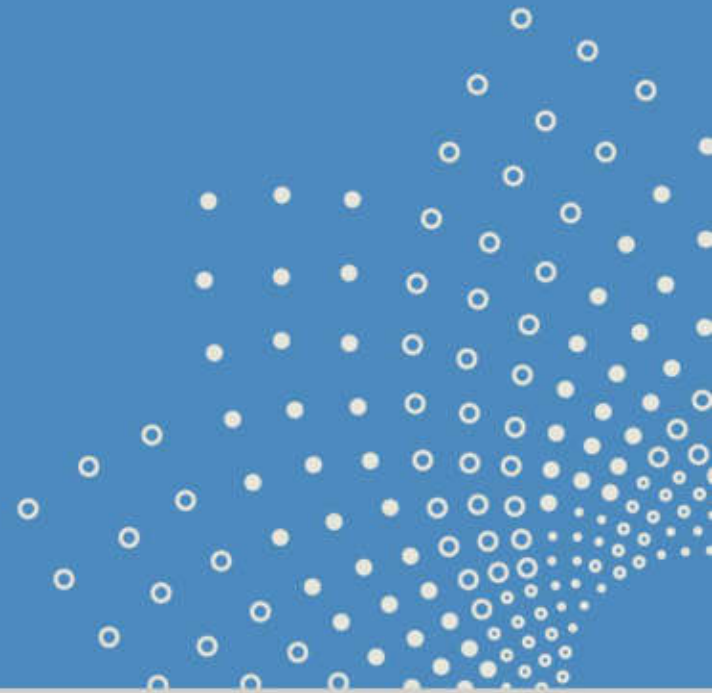
Der Einfluss von Wassermangel auf den Kornertrag kann empirisch geschätzt werden

Die Schätzung erlaubt, sofern Wasserstress ‚früh‘ auftritt,
eine Anpassung der Düngung

Stickstoffdüngung erhöht Ertrag und Wassernutzungseffizienz in humiden Klimaten

Bodenevaporation wird vermindert

N Bilanzüberschüsse werden erhöht

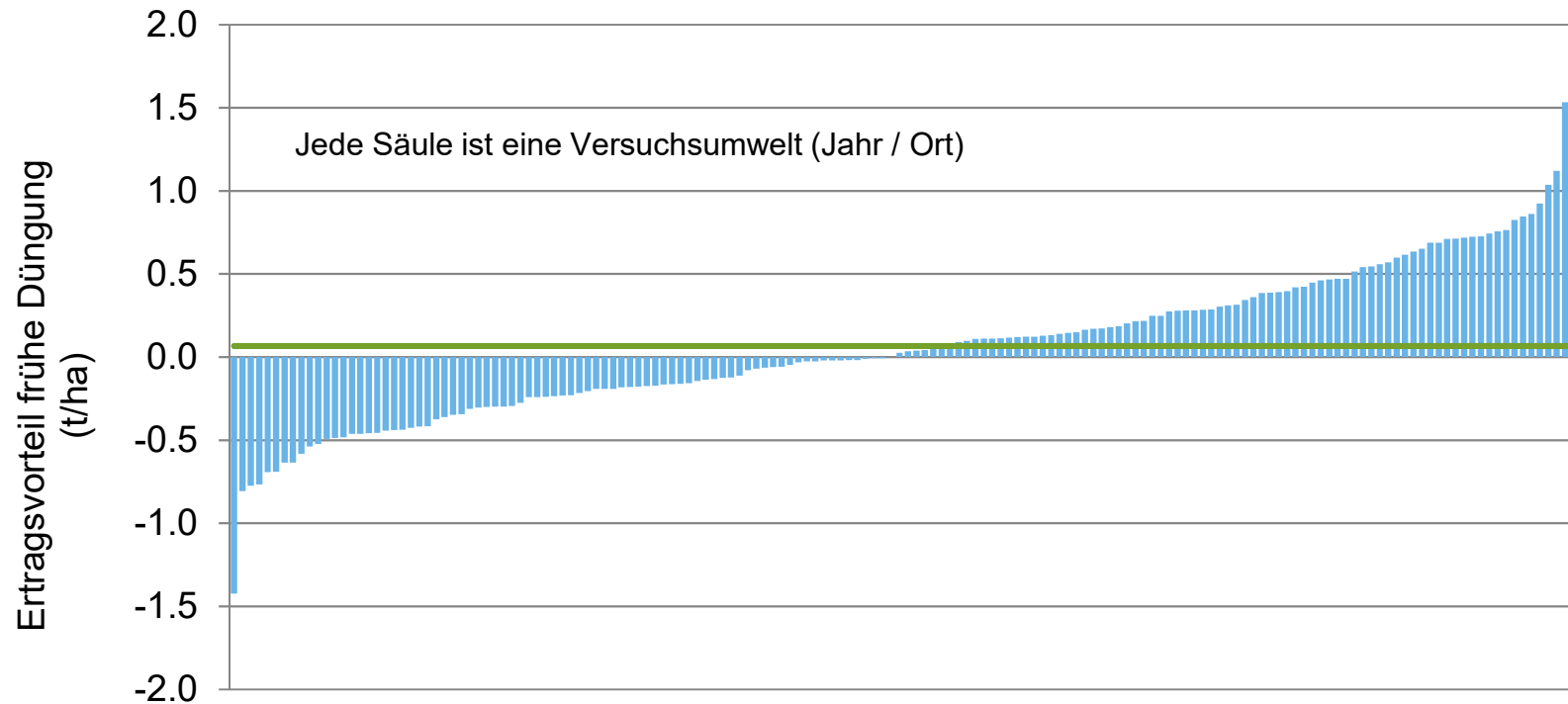


Düngungsstrategien bei Dürre

- Einleitung:
 - Wachstum, Ertrag und Wasserverfügbarkeit
 - Nährstoffbilanz und Auswaschungsrisiko
- Versuchsergebnisse zur angepassten Stickstoffdüngung in Weizen
 - Erfassung von Wasserdefizit und Schätzung der Ertragseinbuße
 - Optimale Düngermenge
 - **Optimale Düngerzeitpunkte**
 - (beste Düngerform und geeignete Ausbringungstechnik)

Einfluss des Düngezeitpunktes auf Ertrag Betont früh im Vergleich zu betont spät

Prüfglieder:
80 / 120 versus 120 / 80
2. Gabe BBCH 30-33
Vorteil: 0.07 t /ha, nicht signifikant
160 Umwelten, 2006-2017



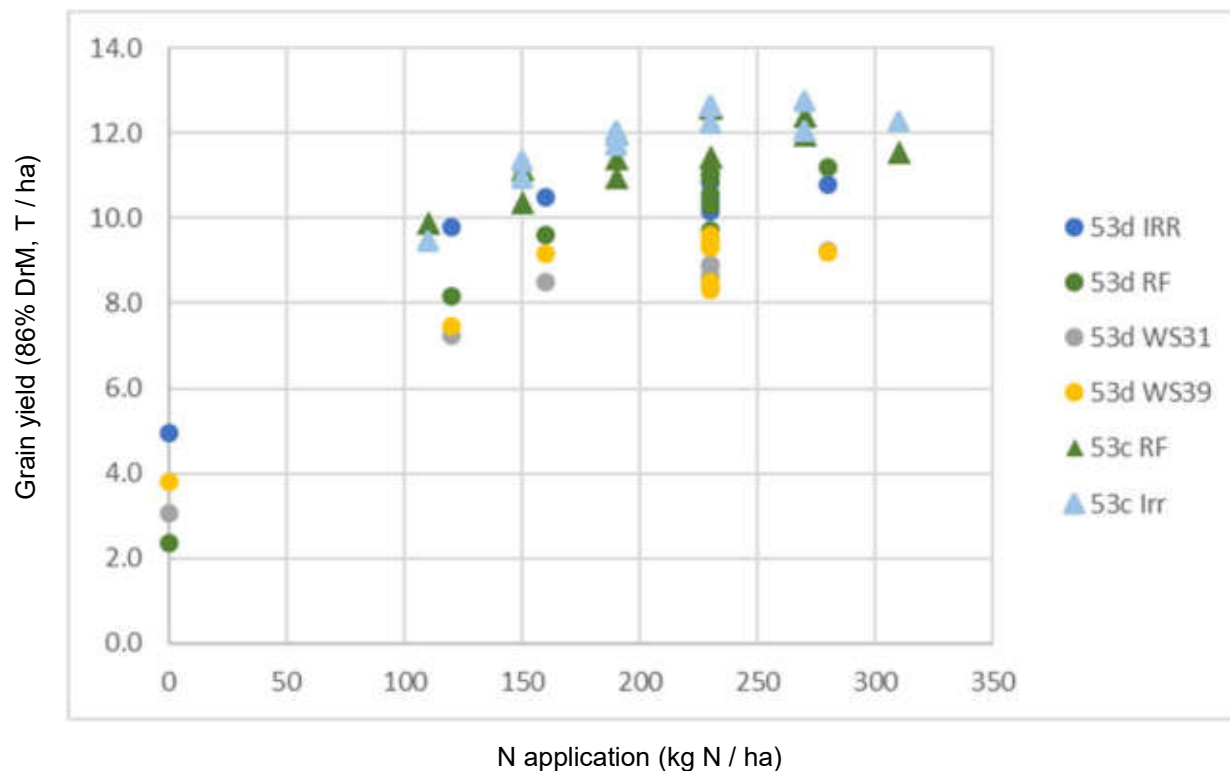
Parzellenversuche, Winterweizen, 2014

- Versuch 53d: N Strategie und stadien-spezifischer Trockenstreß, Innovator
- Versuch 53c: N Strategie und Bewässerung, Tobak



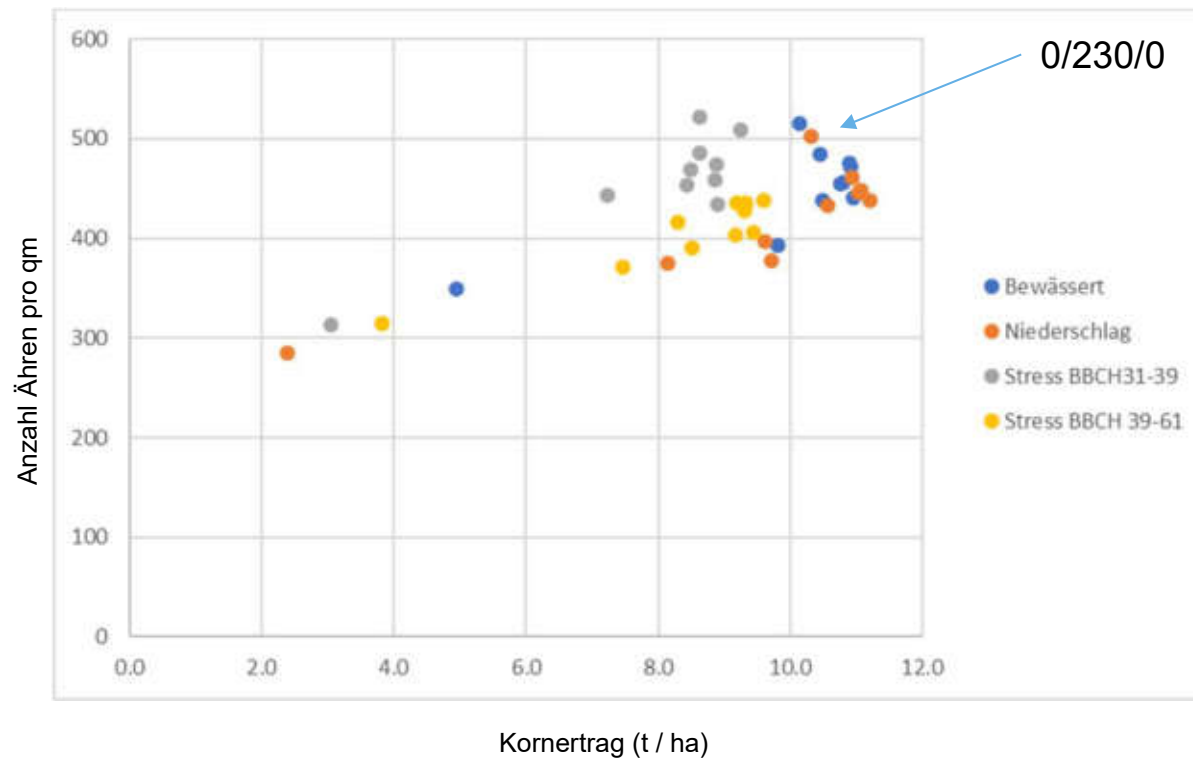
Wasser und Stickstoffeffekte auf Kornertrag in 2014

- Ähnliche N Optima aber verschiedene Ertragsniveaus (Boden, Sorte?)
- 2014 mit ausreichender und günstiger Niederschlagsverteilung
- Bis zu 1 Tonne Unterschiede im Kornertrag durch Düngungsstrategie (betont früh unter Wassermangel)



Wasser und Stickstoffeffekte auf Ährenanzahl und Kornertrag in 2014

- Ähnliche N Optima aber verschiedene Ertragsniveaus (Boden, Sorte?)
- 2014 mit ausreichender und günstiger Niederschlagsverteilung
- Bis zu 1 Tonne Kornertrag durch Düngerstrategie (betont früh unter Wassermangel)



Wachstum, Ertrag und Wasserbedarf sind eng korreliert

Ertragswirksame Düngung erhöht den Wasserbedarf der Pflanzen

Bei Wassermangel besteht das Risiko hoher Nährstoffüberschüsse

Der Einfluss von Wassermangel auf den Kornertrag kann empirisch geschätzt werden

Die Schätzung erlaubt, sofern Wasserstress ‚früh‘ auftritt,
eine Anpassung der Düngung

Stickstoffdüngung erhöht Ertrag und Wassernutzungseffizienz in humiden Klimaten

Bodenevaporation wird vermindert

N Bilanzüberschüsse werden erhöht

Optimale N Strategien sollten auch Zeitpunkt und Aufteilung berücksichtigen

Sorte und Bodenheterogenität ‚verkomplizieren‘
das Düngungsmanagement

Betont frühe Düngung ist ‚ratsam‘ erhöht aber das
Risiko eines N Bilanzüberschusses

