

Pflanzenproduktion und Klimaresilienz

30. Hülseberger Gespräche

Hamburg, 16. Juni 2026



Andreas Stahl



Foto: Sebastian Warnemünde



Foto: Andreas Stahl

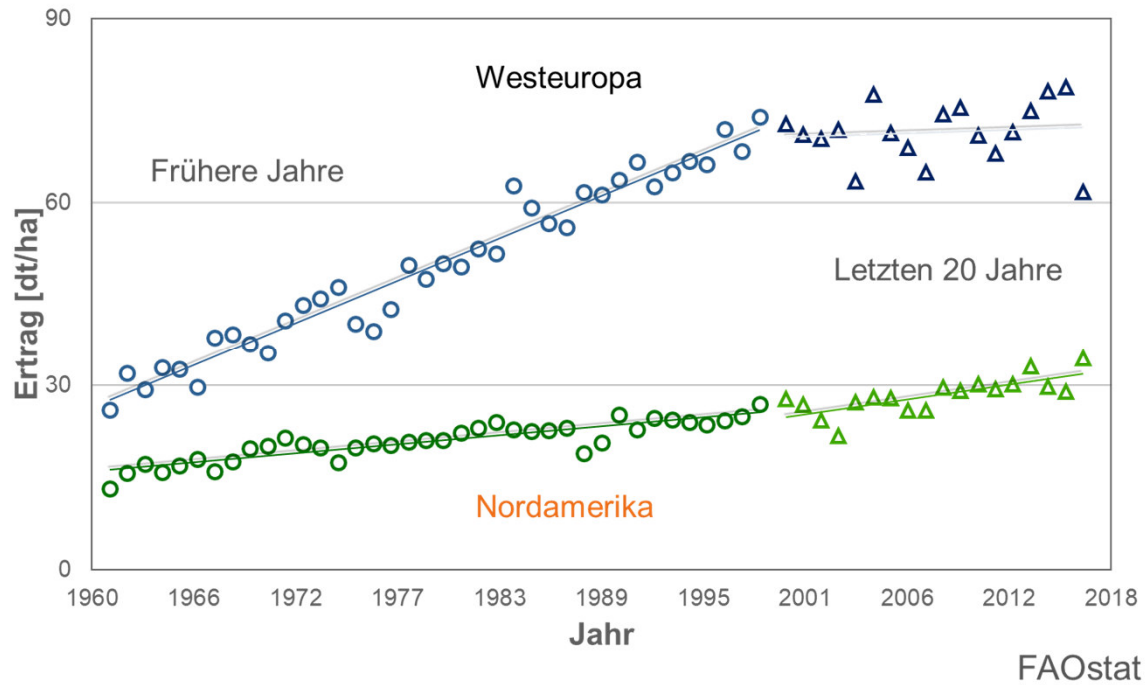


Foto: Anna Langstroff

www.julius-kuehn.de

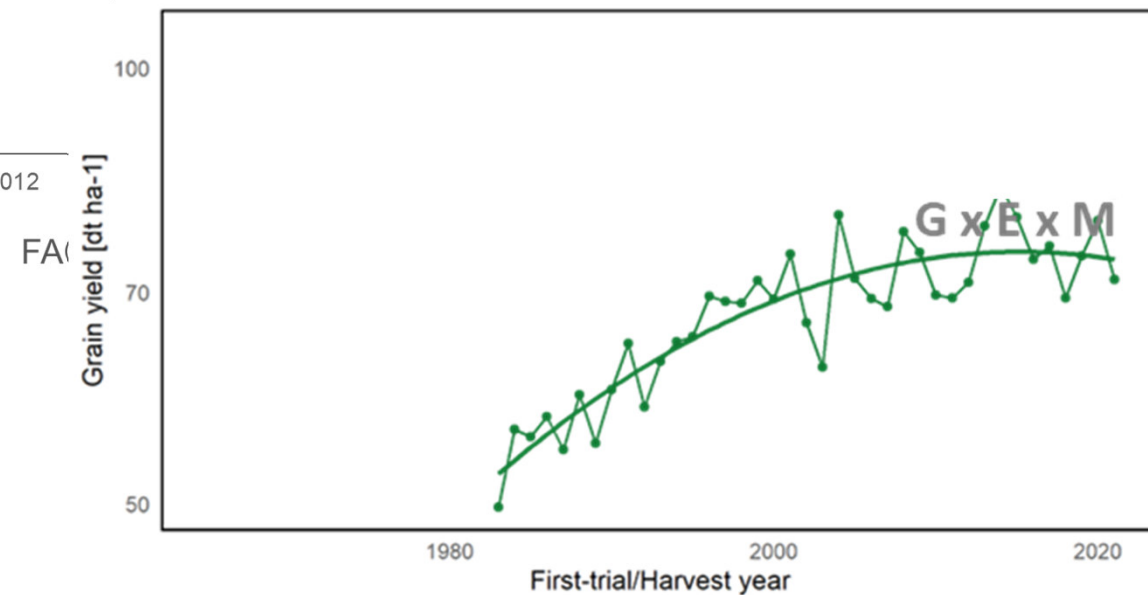
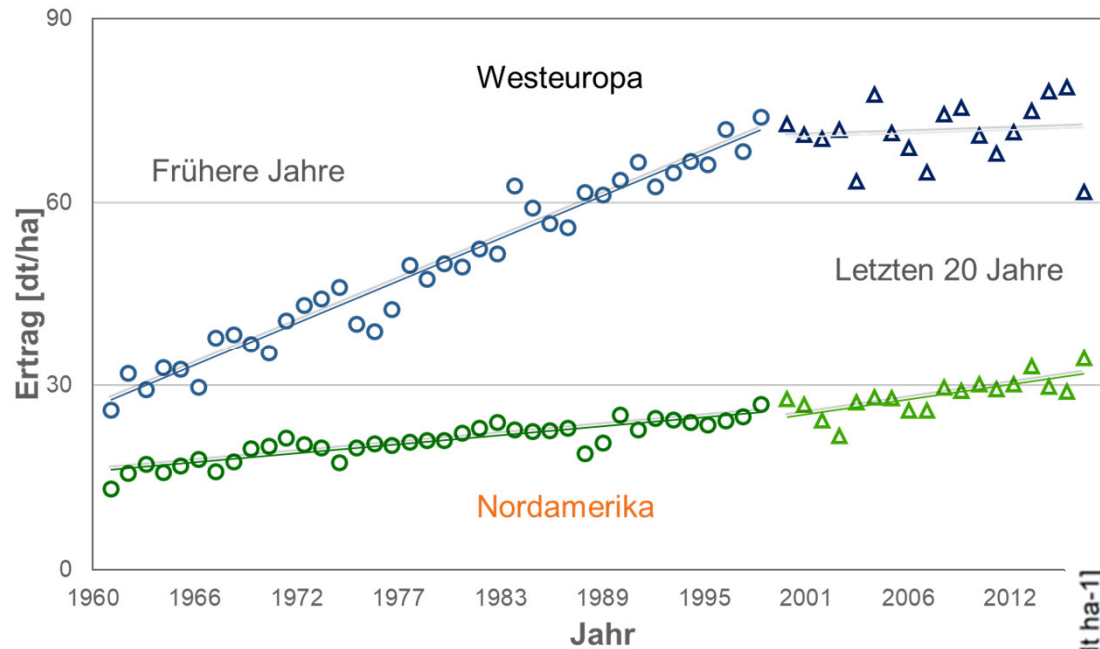
Weizenerträge steigen seit 60 Jahren

... oder nicht?



Weizenerträge steigen seit 60 Jahren

... oder nicht?

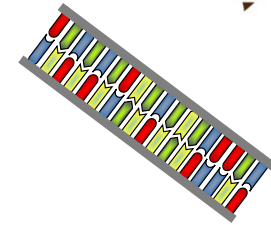


Til Feike (u. a.) Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung Ertragsveränderungen vor dem Hintergrund der Klimakrise und Auswirkungen auf die Flächennutzung Jahresbericht 2023 des Julius Kühn-Instituts und des Thünen-Instituts basierend auf den Wertprüfungsdaten des Bundessortenamts 1983–2021 ©Ma/JKI

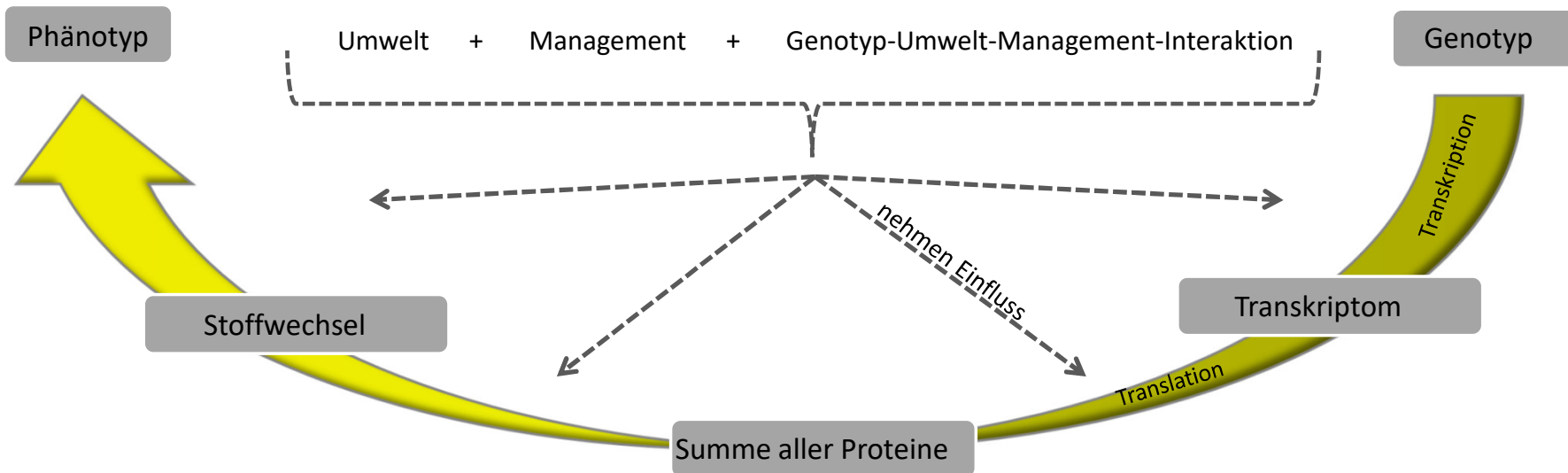
Genotyp x Umwelt x Management-Interaktionen



- Niederschlagsverteilung
- Strahlung
- Tageslänge
- Temperatur
- Bodenparameter
(chemische & physikalische)
- Nährstoffverfügbarkeit (Düngung)
- Krankheitsdruck (Pflanzenschutz)
- Management (Zeitpunkt, Dosierung, etc.)



$$P = E + M + G * E * M + G$$



Trennung genetische und nicht-genetischer Trends in der Weizenproduktion

- 191 European wheat cultivars
- 6 Locations
- 2 Years
- 3 Treatments
- 2 Replications

(local natural infection pressure)

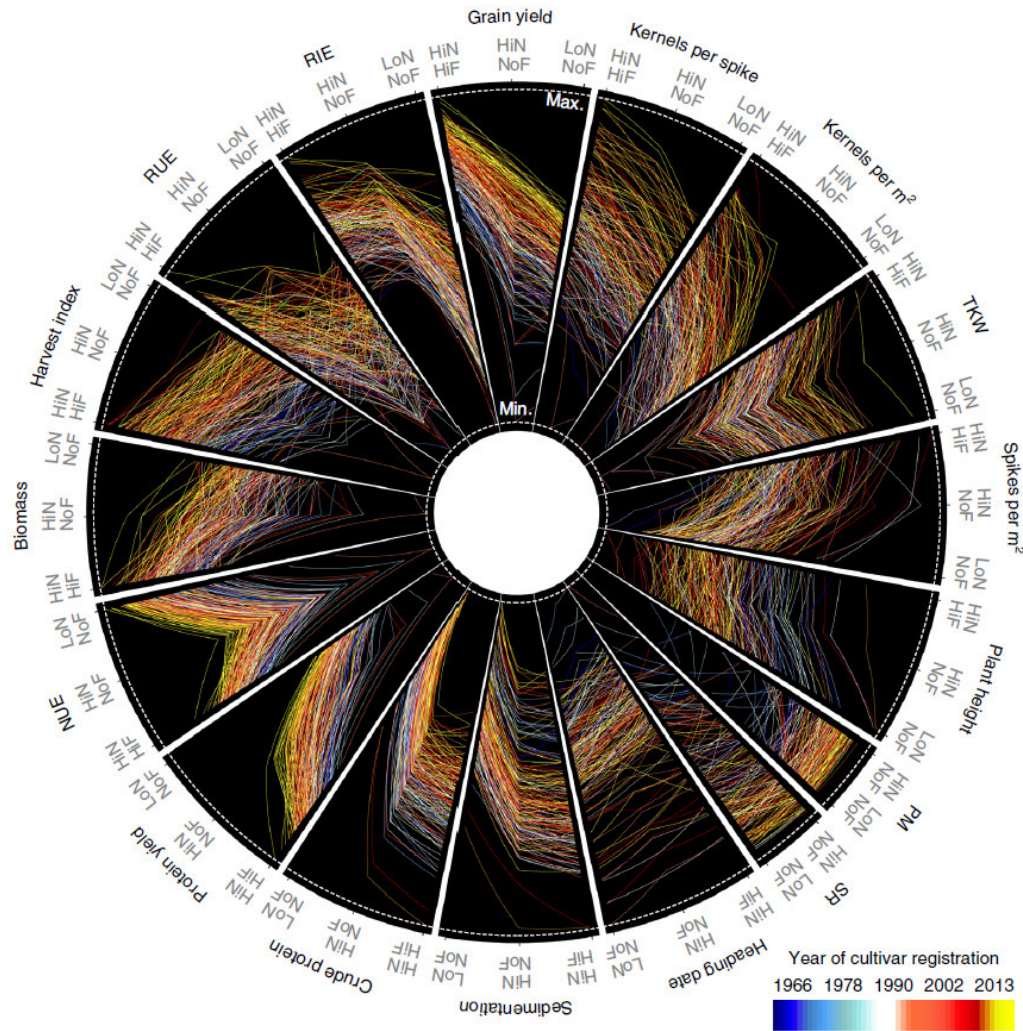


Studien im
Rahmen des
BRIWECS-
Projektes

Treatment		N- Fertilisation (incl. N _{min})	Insecticide & Fungicide
BS1	low-input	110 kg ha ⁻¹	No
BS2	semi- intensiv	220 kg ha ⁻¹	No
BS3	intensiv	220 kg ha ⁻¹	Yes

17.161 Field plots,
~250.000 phenotypic data points

50 Jahre Zuchtfortschritt in Winterweizen

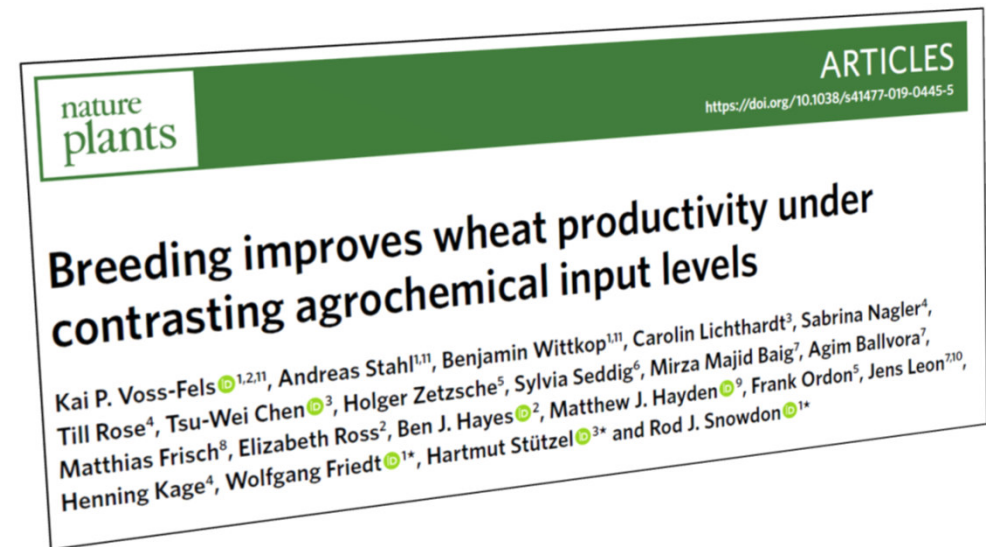


HiN = 220 kg N/ha

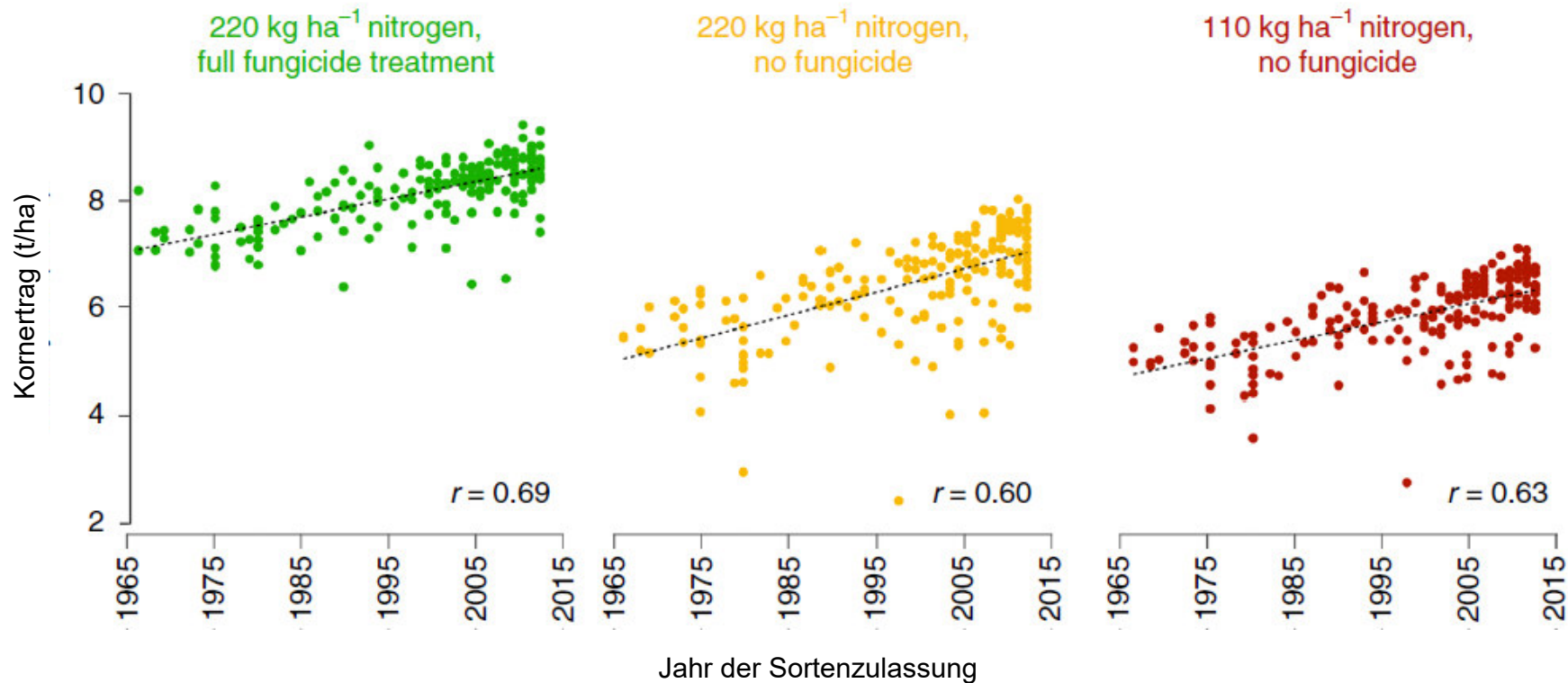
LoN = 110 kg N/ha

HiF = mit Fungizid und Insektizid

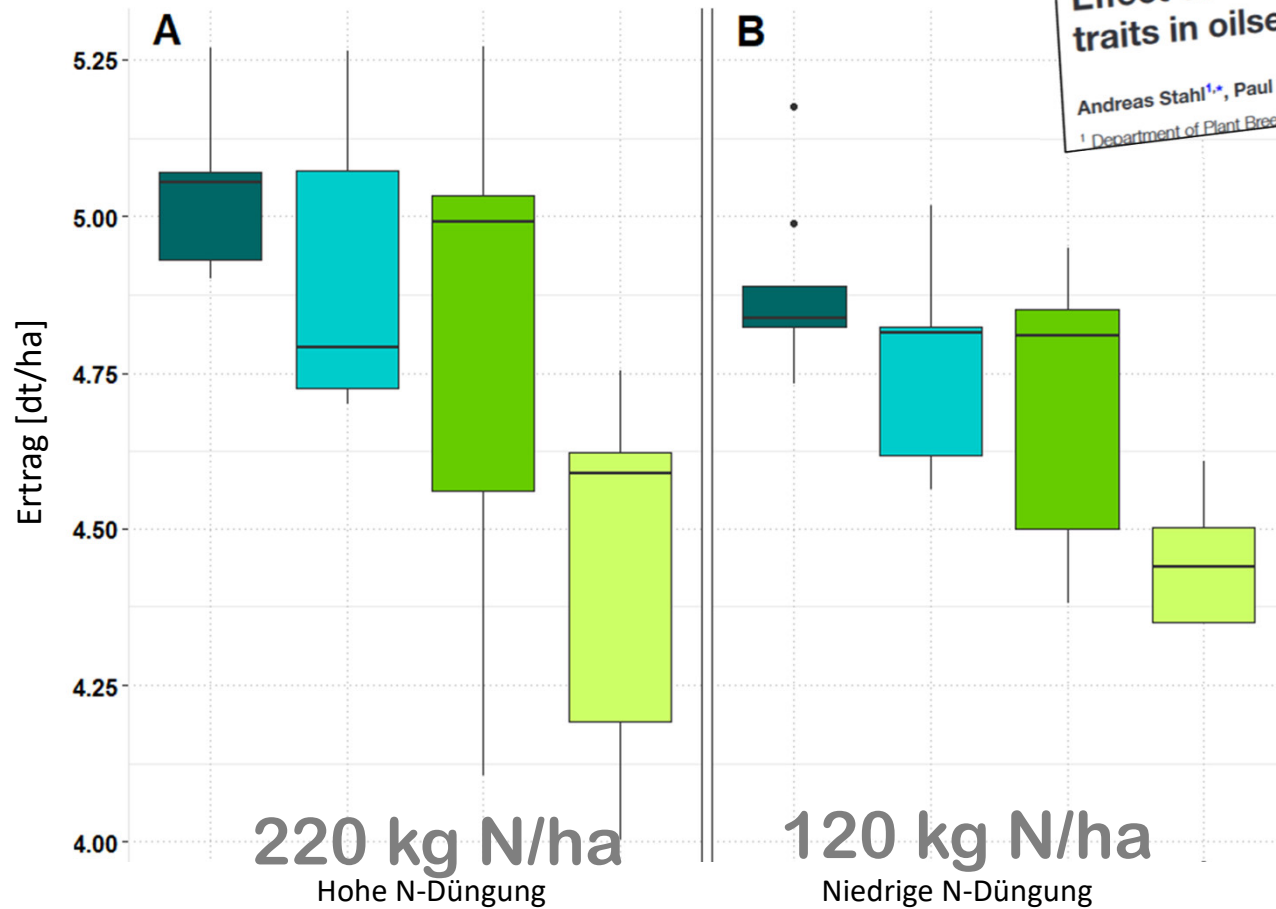
NoF = Ohne Fungizid und ohne Insektizid



Ertragssteigerung bei unterschiedlichen Intensitäten



Zuchtfortschritt für Winterraps



Journal of Experimental Botany, Vol. 70, No. 6 pp. 1969–1986, 2019
doi:10.1093/jxb/erz044 Advance Access Publication 9 February 2019
This paper is available online free of all access charges (see <https://academic.oup.com/jxb/pages/openaccess> for further details)



RESEARCH PAPER

Effect of breeding on nitrogen use efficiency-associated traits in oilseed rape

Andreas Stahl^{1,*}, Paul Vollrath¹, Birgit Samans¹, Matthias Frisch², Benjamin Wittkop¹ and Rod J. Snowdon¹
¹ Department of Plant Breeding, JFZ Research Centre for Biosystems, Land Use and Nutrition, Justus Liebig University

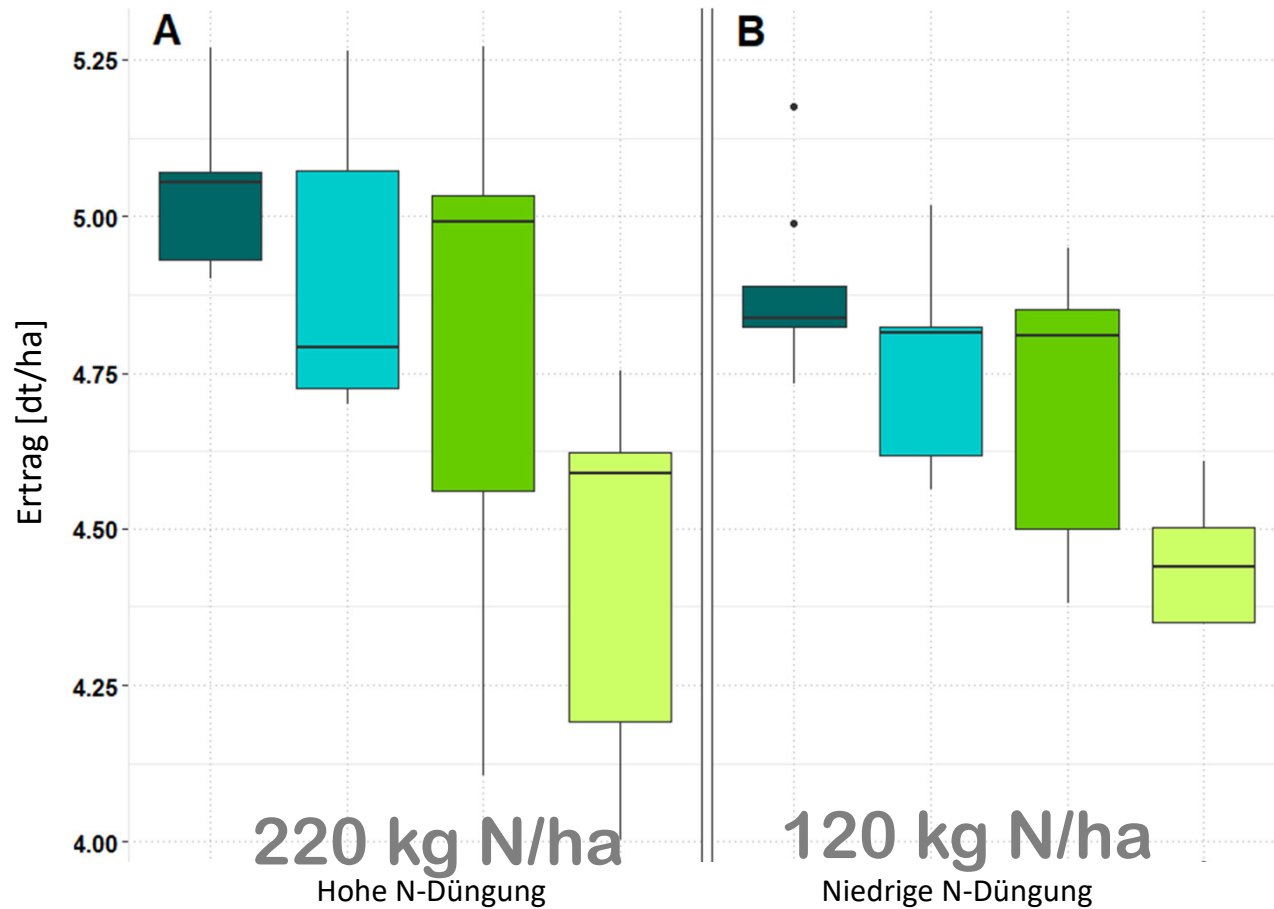
frontiers
in Plant Science

Recent Genetic Gains in Nitrogen Use Efficiency in Oilseed Rape

ORIGINAL RESEARCH
published: 07 June 2017
doi: 10.3389/fpls.2017.00963



Zuchtfortschritt für Winterraps



Theoretical and Applied Genetics (2024) 137:45
<https://doi.org/10.1007/s00122-023-04521-9>

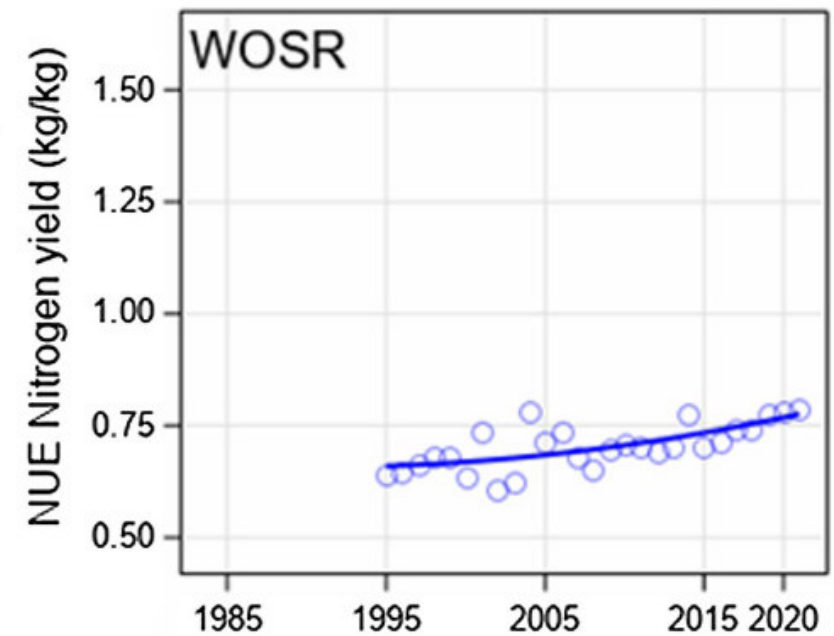
ORIGINAL ARTICLE



Breeding progress of nitrogen use efficiency of cereal crops, winter oilseed rape and peas in long-term variety trials

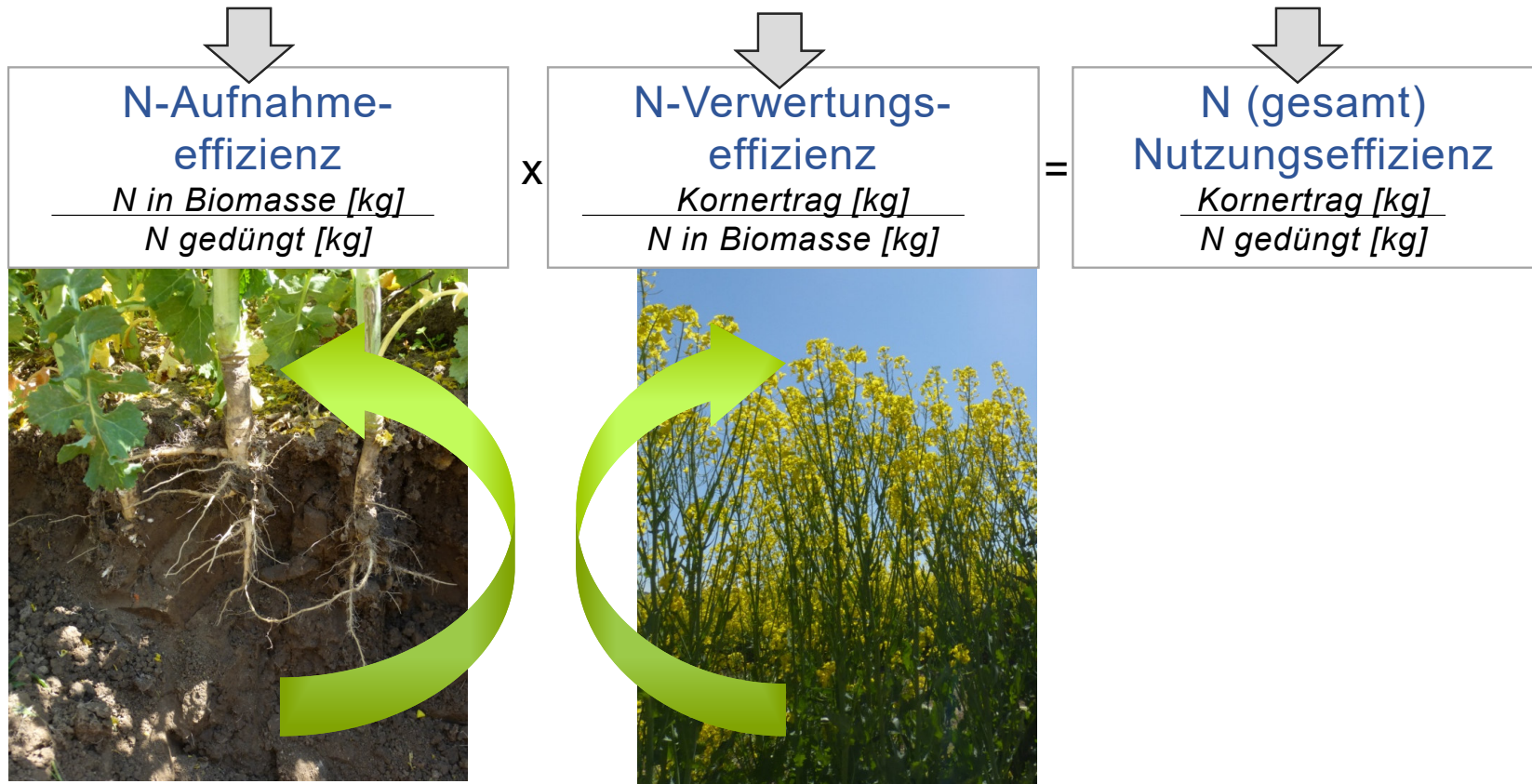
F. Laidig¹ · T. Feike² · C. Lichthardt³ · A. Schierholt⁴ · H. P. Piepho¹

Received: 26 June 2023 / Accepted: 7 December 2023
 © The Author(s) 2024



Teilkomponenten der Stickstoffeffizienz

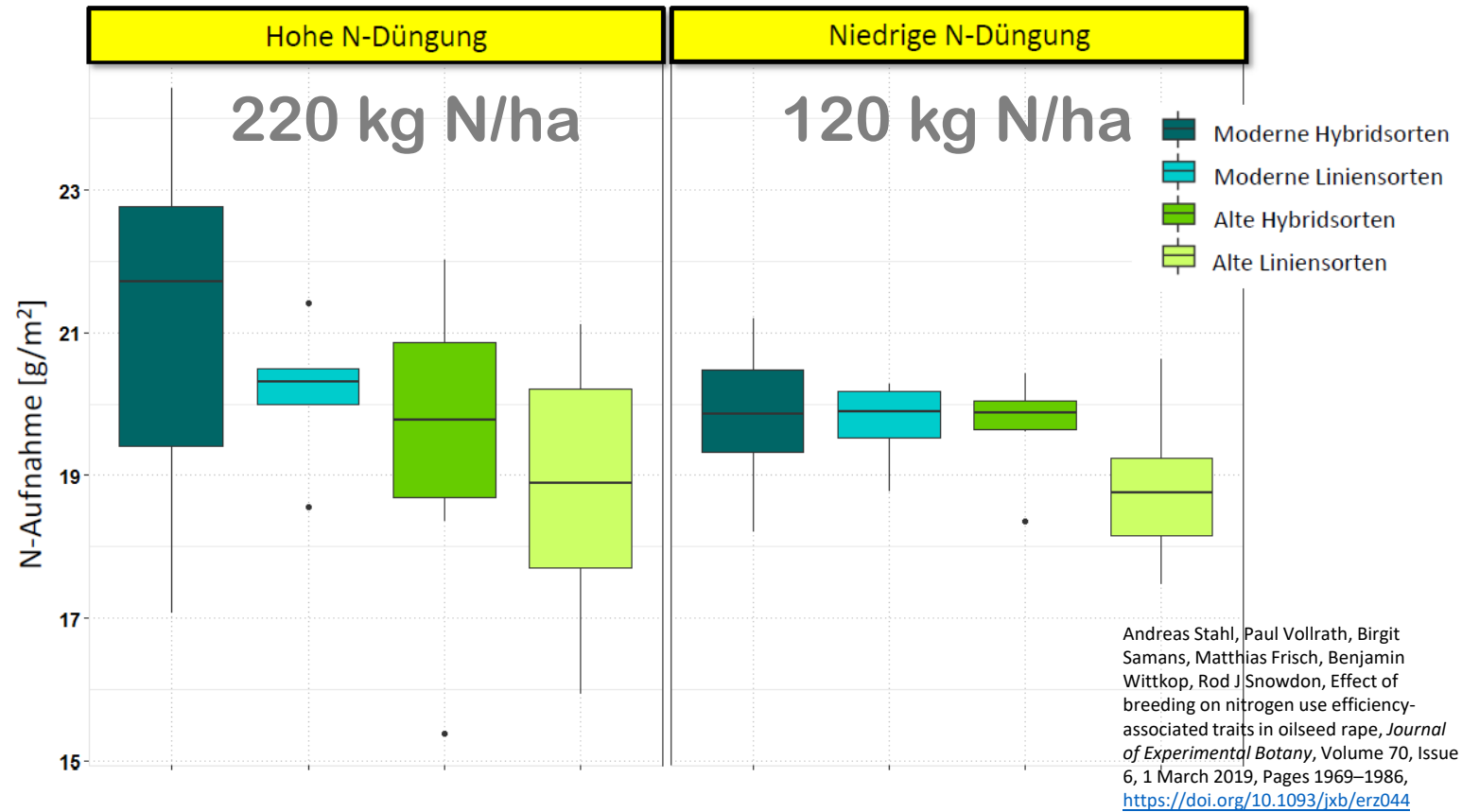
Vorfrucht/Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saattermin/-stärke,
Düngung (Zeitpunkt, Höhe u. Dosierung), Wachstumsregulatoren, Kontrolle von Ungräsern-/kräutern,
Erntetermin, Stärke und Verteilung von Niederschlag, Sonnenstrahlung und Temperatur und **Sorte (Genetik)**



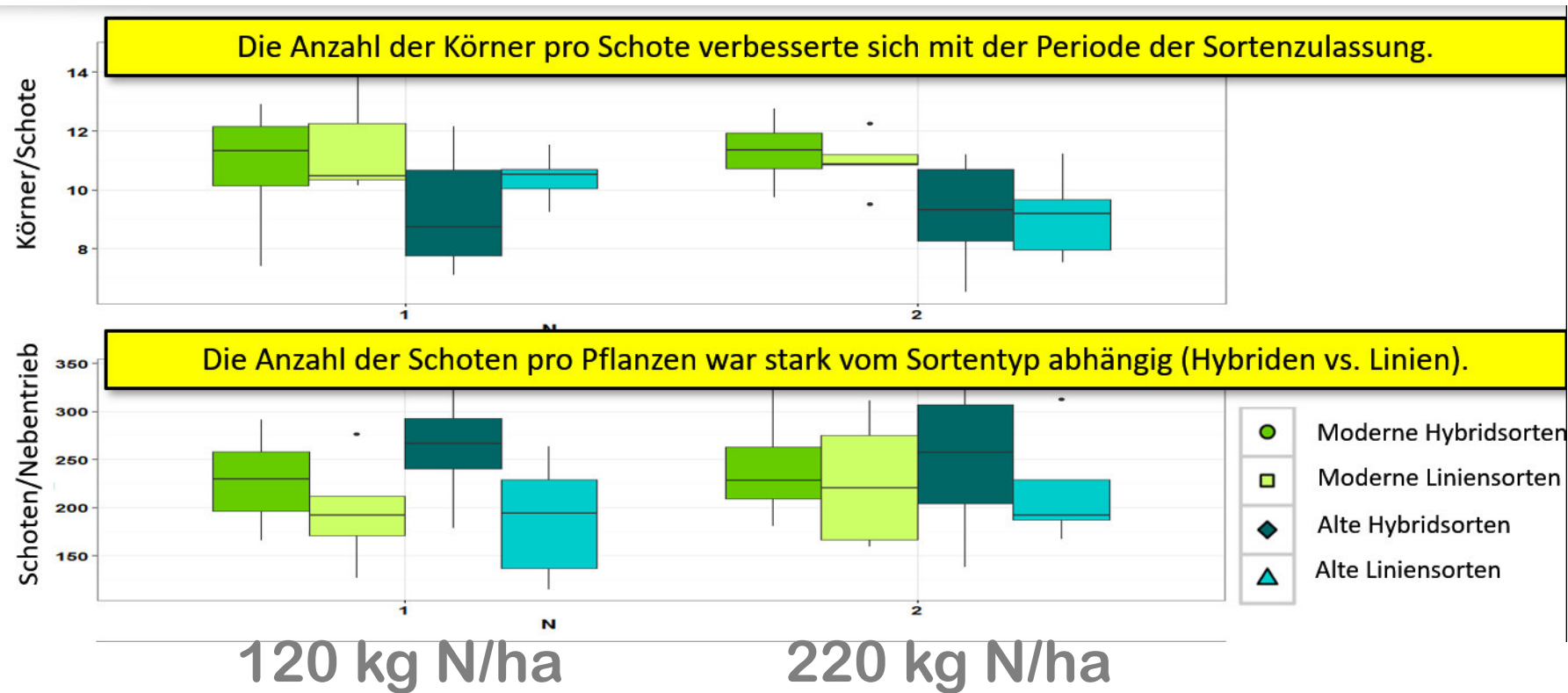
Stickstoffaufnahmeeffizienz



Stickstoffaufnahmeeffizienz



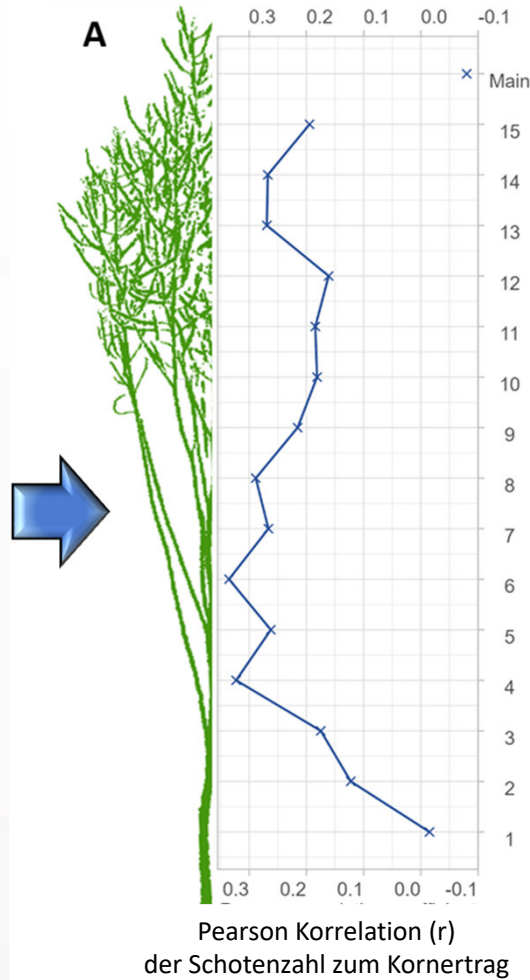
Primäre Ertragskomponenten unter diff. N-Düngung



Andreas Stahl, Paul Vollrath, Birgit Samans, Matthias Frisch, Benjamin Wittkop, Rod J Snowdon, Effect of breeding on nitrogen use efficiency-associated traits in oilseed rape, *Journal of Experimental Botany*, Volume 70, Issue 6, 1 March 2019, Pages 1969–1986, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz044>

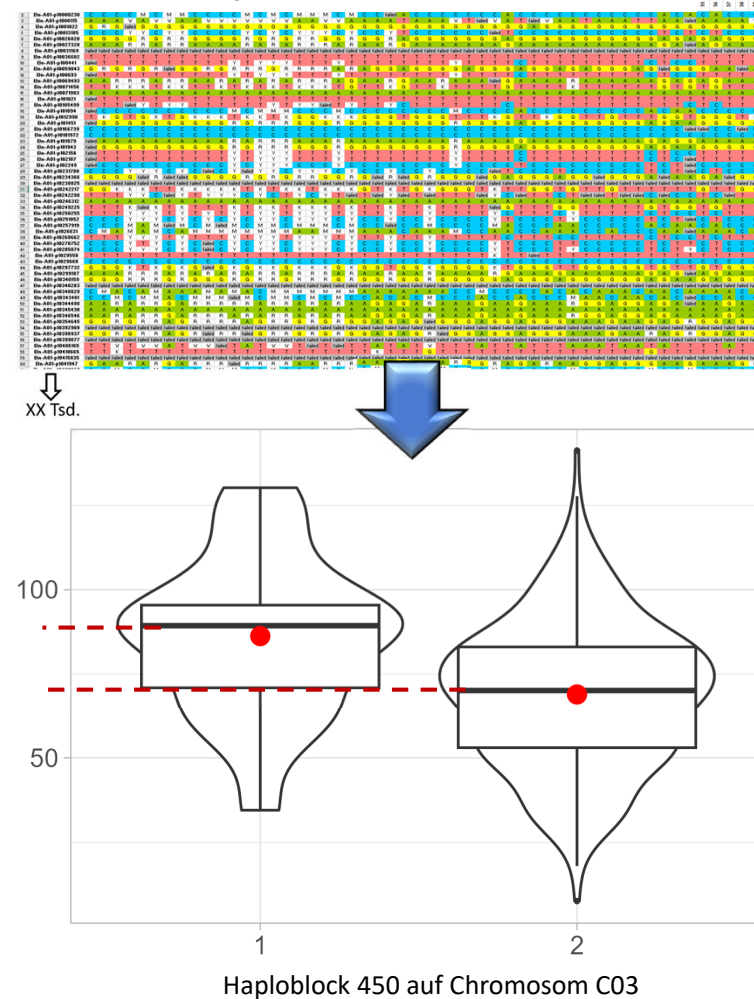
Genetische Faktoren für primäre Ertragskomponenten

Rund 1500 Pflanzen mit jeweils
52 Tsd. genomweite Markerdaten



Level der Seitentriebe

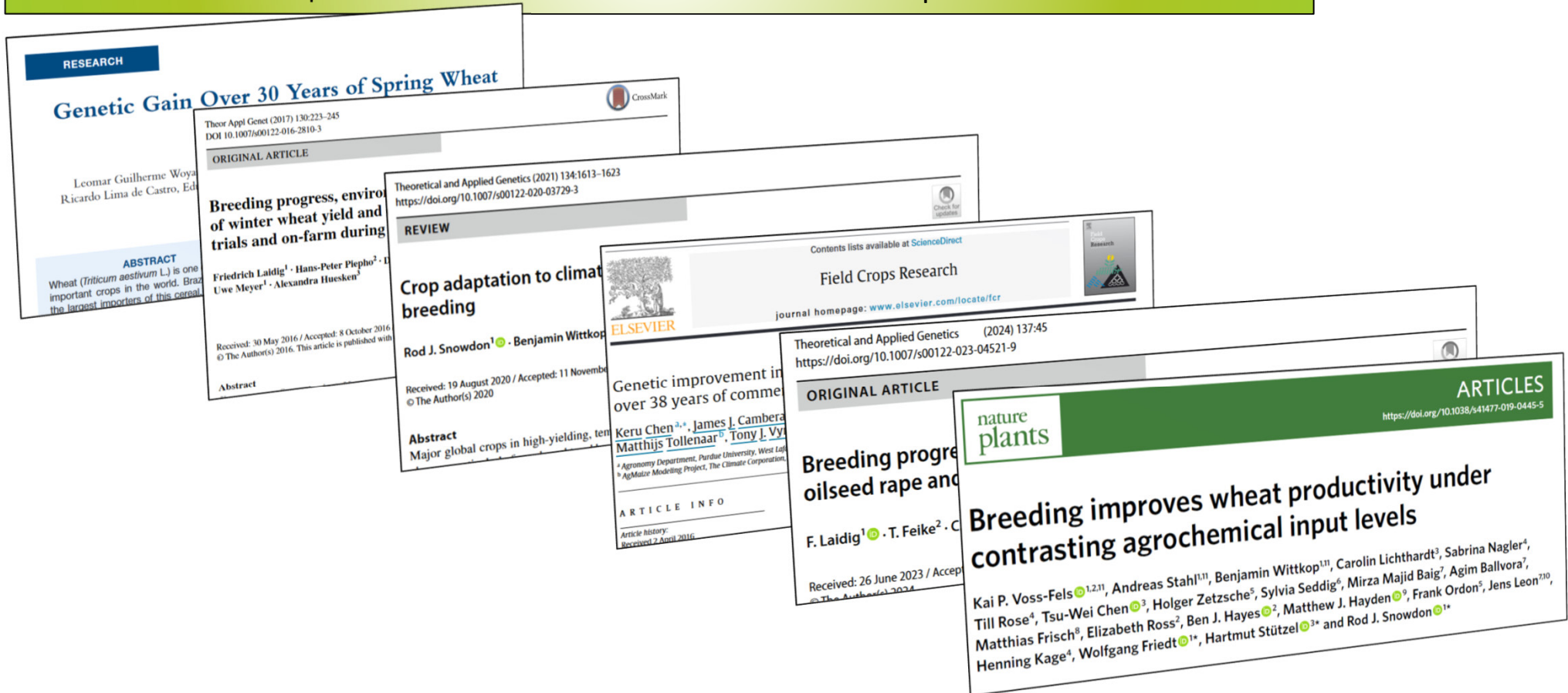
Mittlere Anzahl der Schoten an den Seitentrieben 6-10



Klare Evidenz: Züchtung erhöht die Ressourceneffizienz

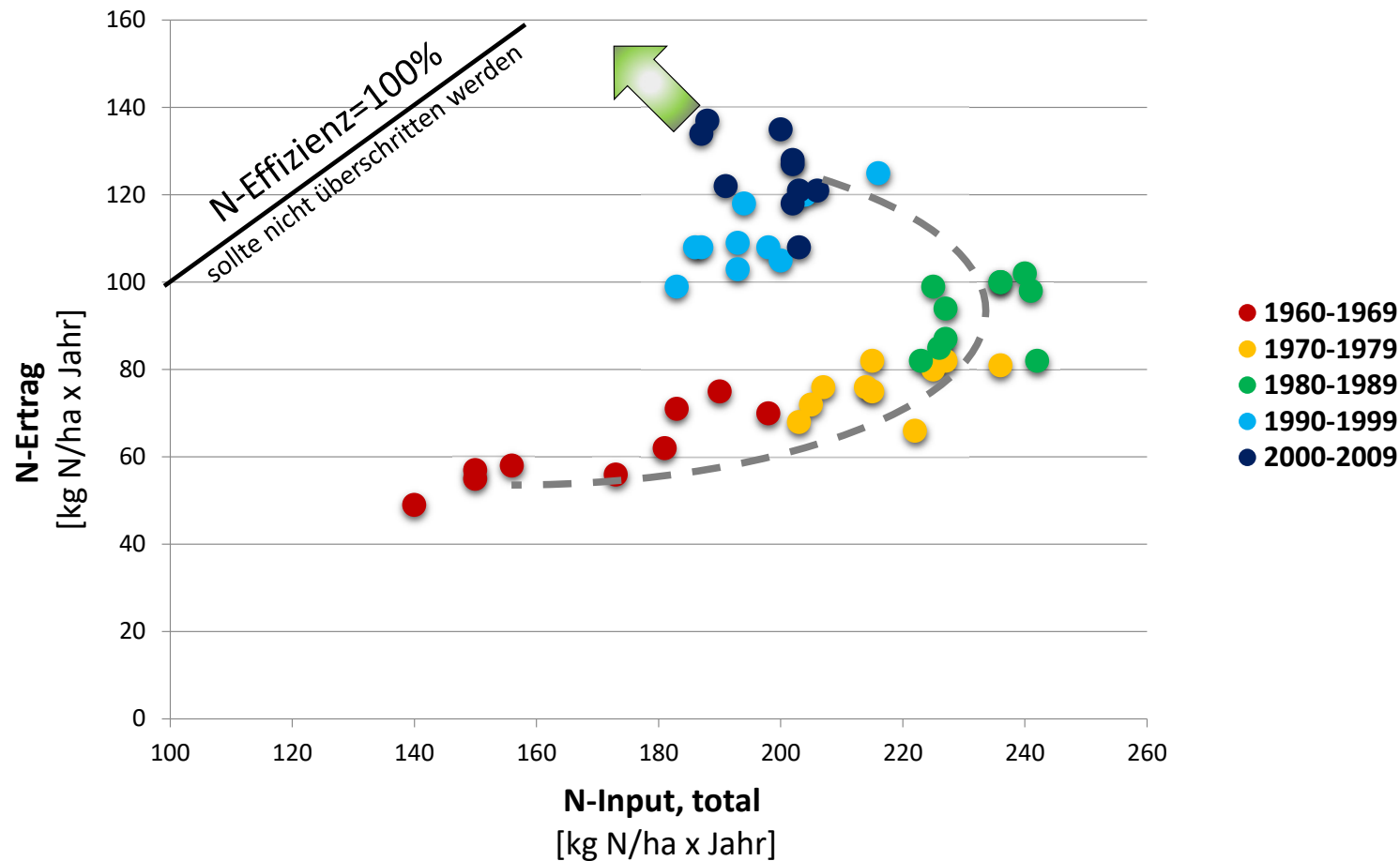


Die Nutzung von pflanzengenetischen Ressourcen für die Pflanzenzüchtung ist von entscheidender Bedeutung im Hinblick auf Klimawandels, des Verbraucherschutzes, des Schutzes der natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, biologische Vielfalt) sowie der Sicherung einer hochproduktiven und umweltfreundlichen Pflanzenproduktion.



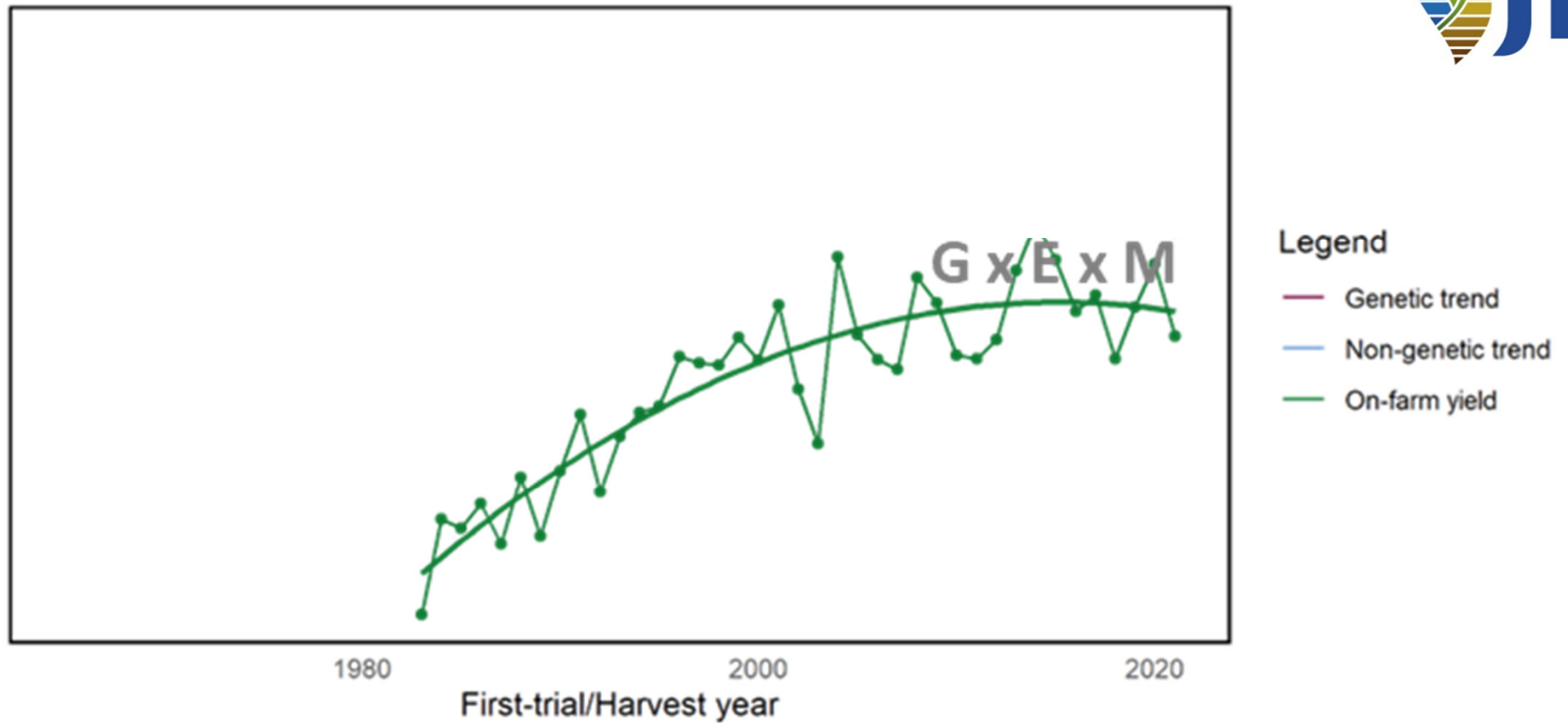
N-Effizienz in Deutschland

von 1961 bis 2009, über alle Produktionsverfahren und Kulturen

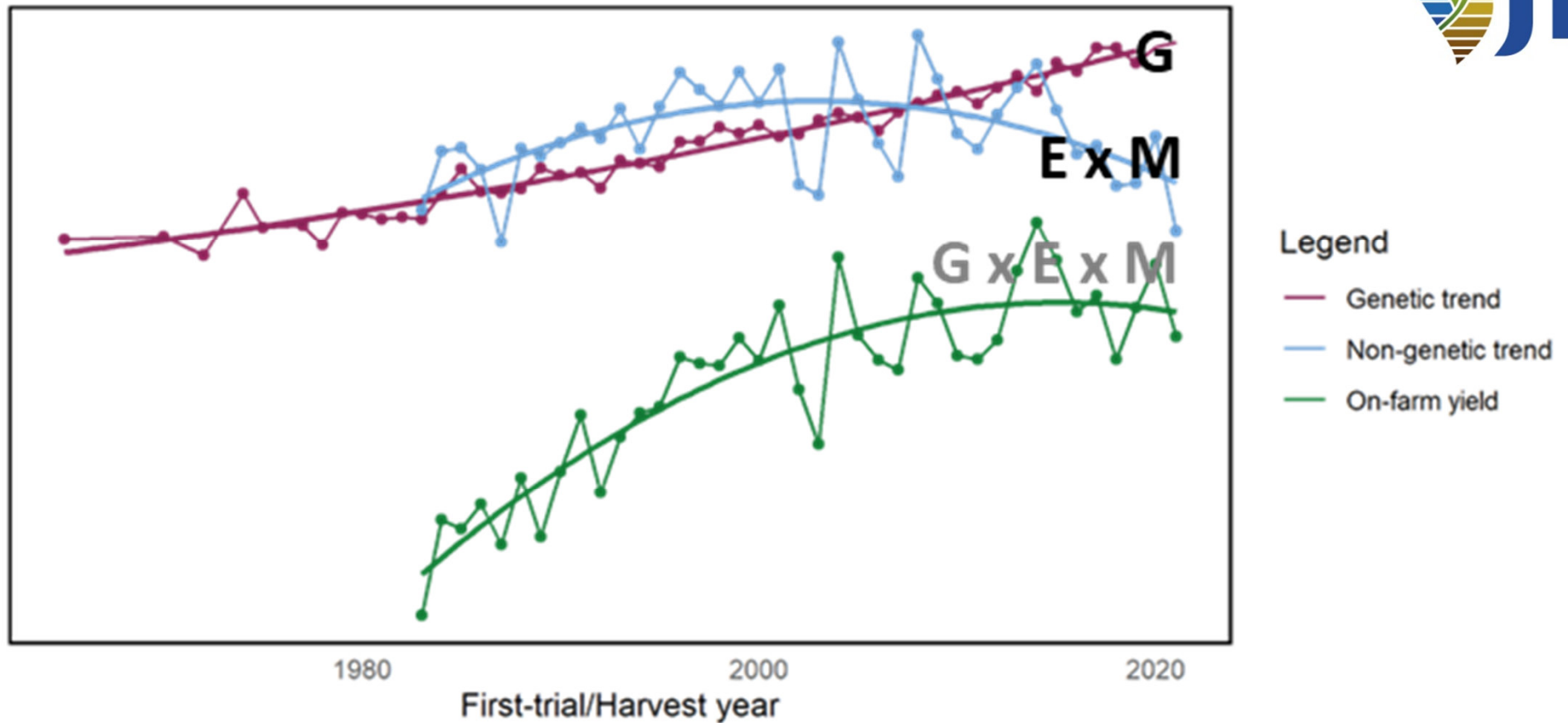


Quelle: Lassaletta et al., 2014, 50 years trends in nitrogen use efficiency of world cropping system (...). Environmental Research Letters, Volume 9, Number 10.

Ertrag in Abhängig von GxExM-Interaktionen



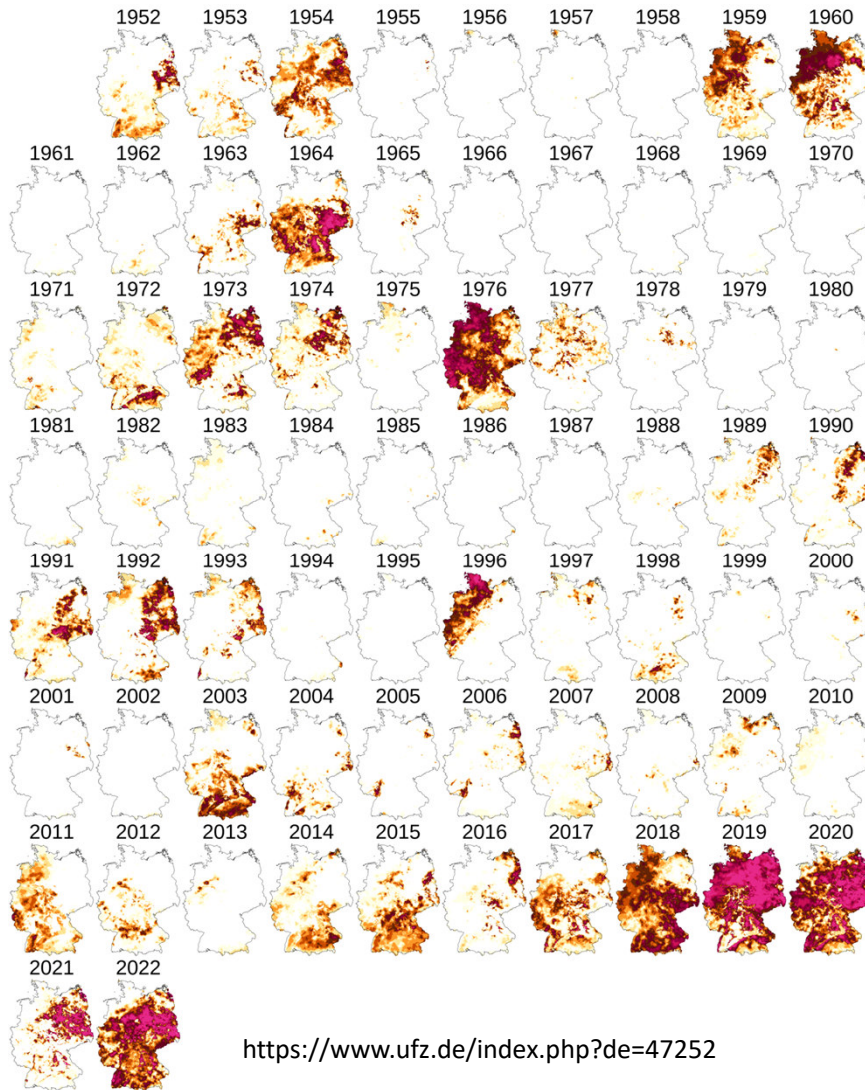
Ertrag in Abhängig von GxExM-Interaktionen



Schlussfolgerung: Züchtung wirkt den ertragssuppressiven Einflüssen von Umwelt und Management entgegen und sichert Erträge ab.

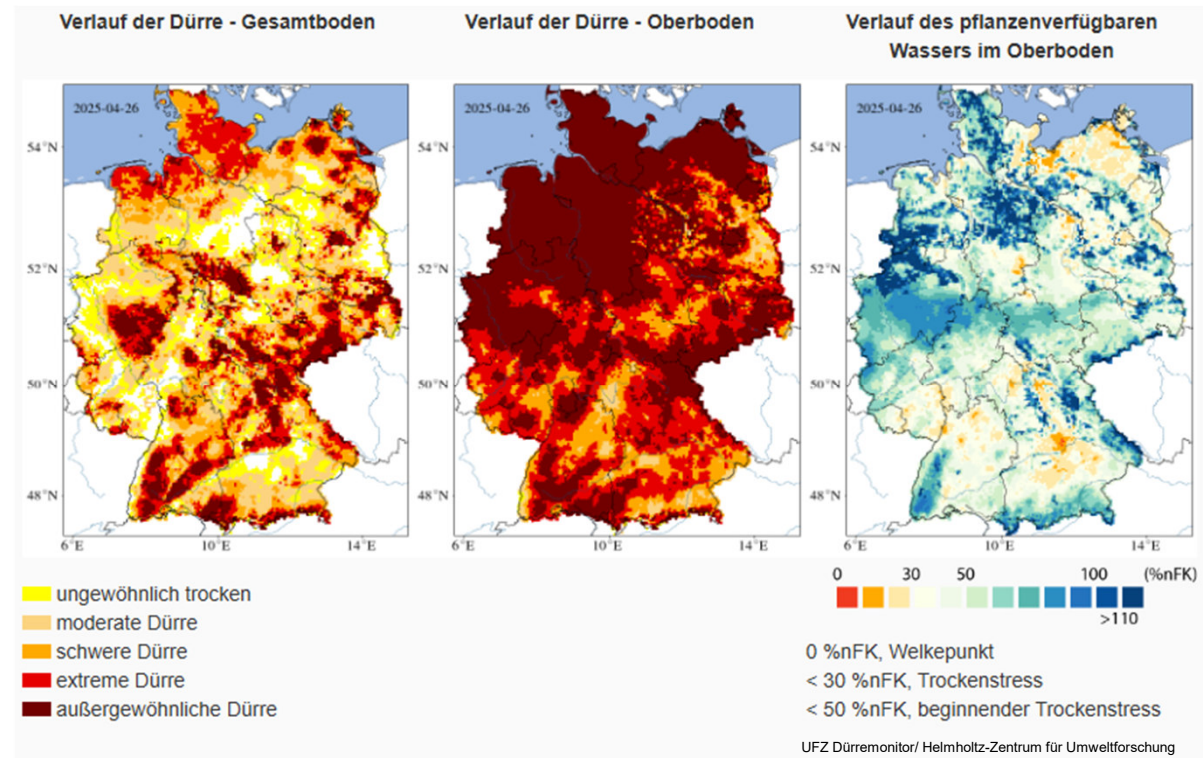
Trockenstress

Frequenz der „Trockenstress“-Jahre in Deutschland

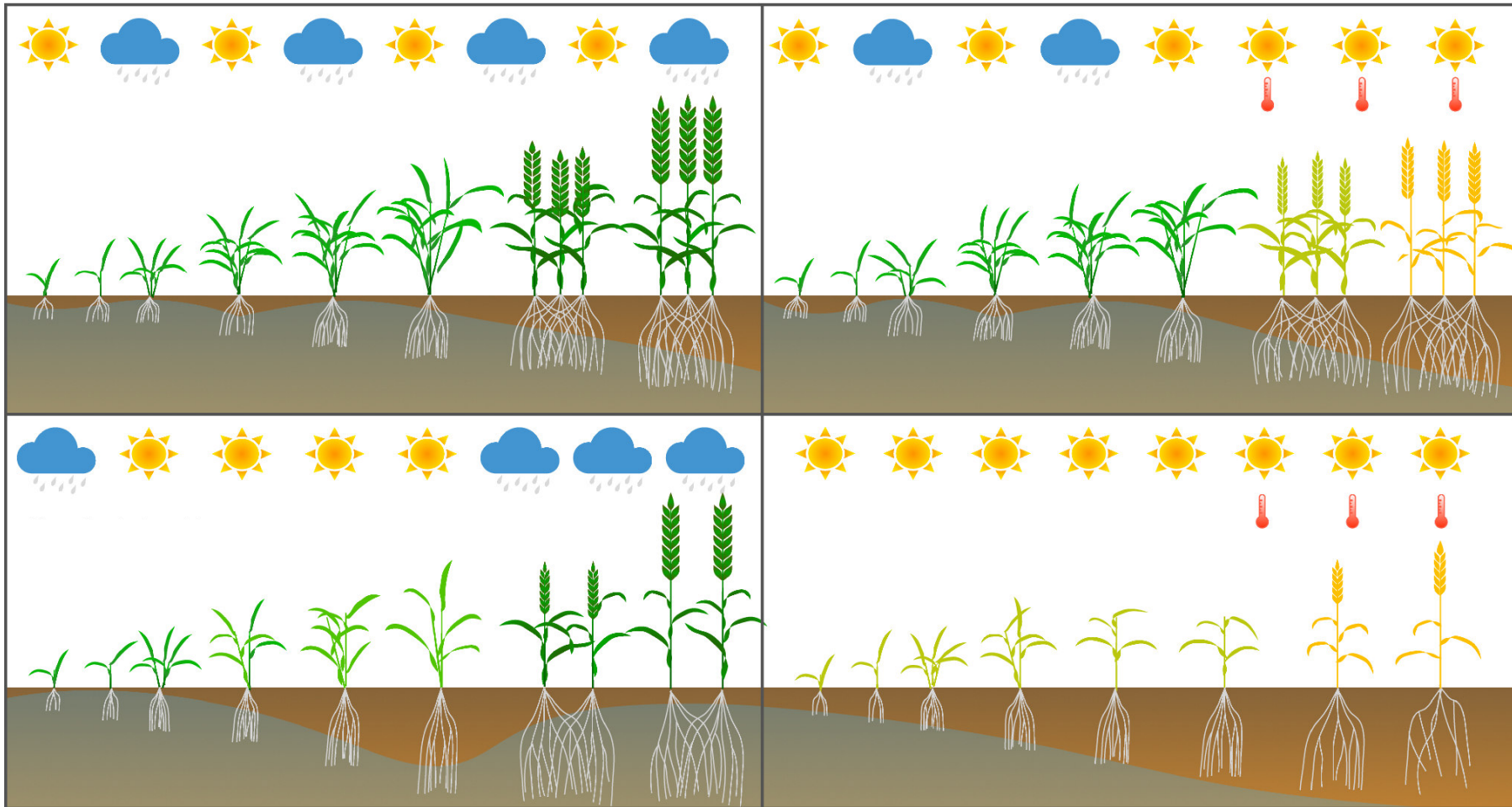


<https://www.ufz.de/index.php?de=47252>

© UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Friedrich Boie

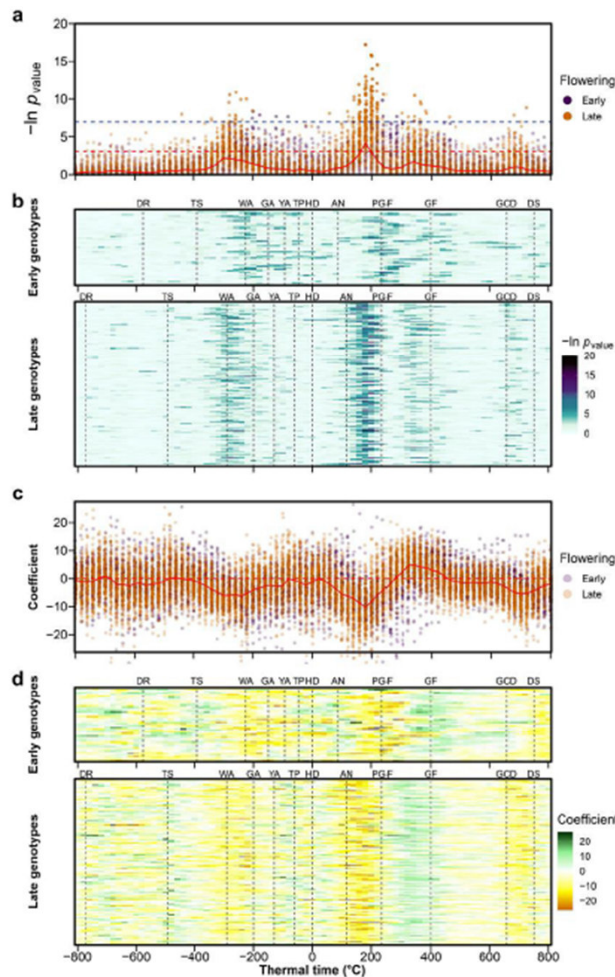


Es gibt nicht DEN einen Trockenstress!

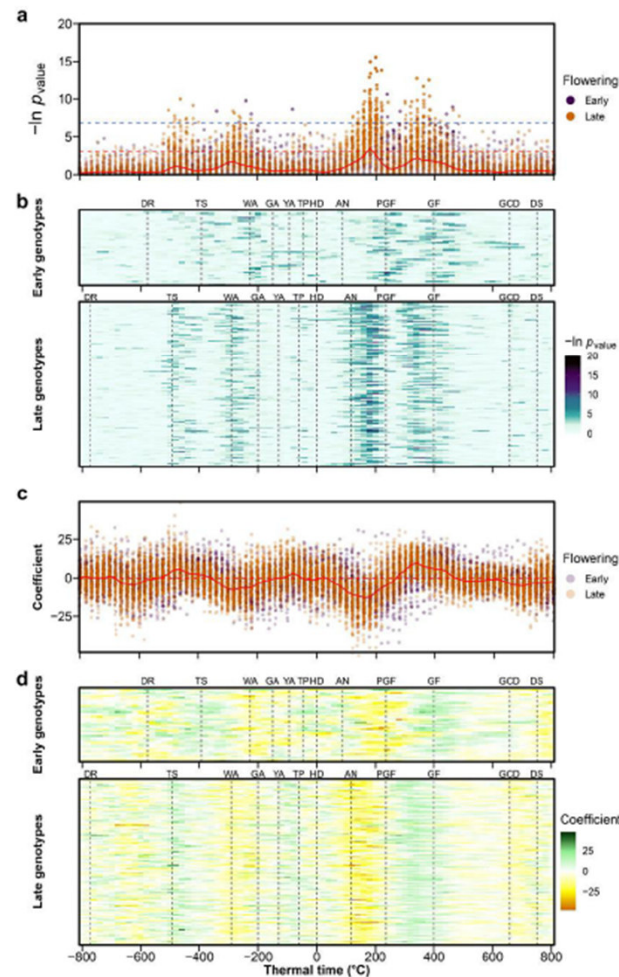


Snowdon et al. 2021

Einfluss der Temperatur auf Kornzahl pro Weizenähre



S4.6. Effects of maximal temperature on spike number in 81 time-windows before and after heading (HD, thermal time = 0°Cd). All other details are mentioned in Fig S4.1.



S4.7. Effects of mean temperature on spike number in 81 time-windows before and after heading (HD, thermal time = 0°Cd). All other details are mentioned in Fig S4.1.

nature plants

Article

<https://doi.org/10.1038/s41477-023-01516-8>

Stage-specific genotype-by-environment interactions determine yield components in wheat

Received: 29 April 2022

Accepted: 18 August 2023

Published online: 21 September 2023

[Check for updates](#)

Khadija Sabir¹, Till Rose², Benjamin Wittkop³, Andreas Stahl^{1,4}, Rod J. Snowdon⁵, Agim Ballvora⁶, Wolfgang Friedt⁷, Henning Kage², Jens Léon^{8,9}, Frank Ordon¹, Hartmut Stützel¹, Holger Zetzsche¹ & Tsu-Wei Chen^{1,10}✉

nature communications

Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-026-72330-x>

Plasticity of source-sink dynamics contributes to wheat yield stability

Received: 11 May 2025

Accepted: 14 April 2026

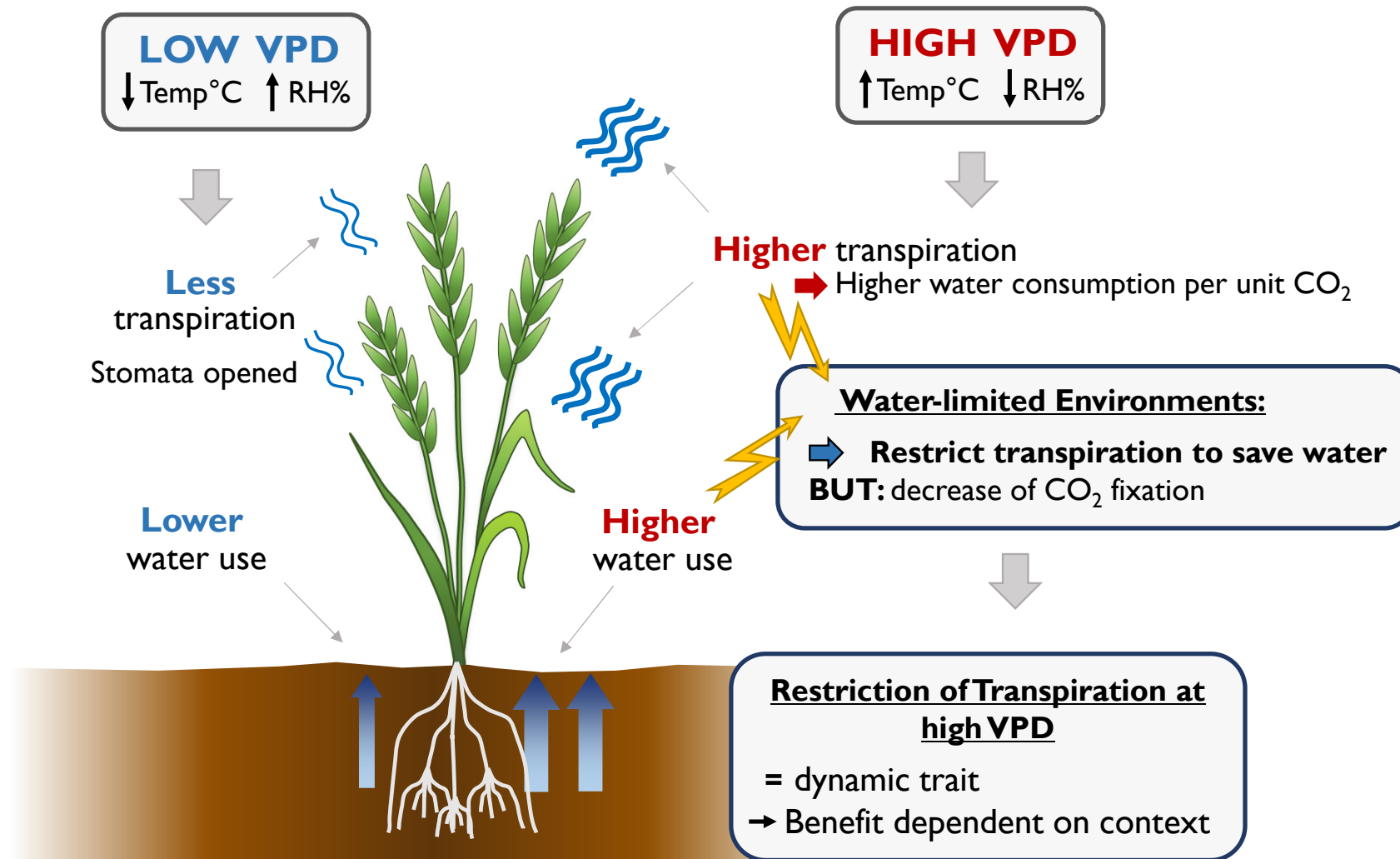
Published online: 24 April 2026

[Check for updates](#)

Tien-Cheng Wang¹, Anna Moritz², Mahmoud Mabrouk^{1,3}, Emilio Villar Alegria¹, Burak Arinalp⁴, Eliyeh Ganji⁴, Lukas Förter⁵, Benjamin Wittkop⁵, Eva Herzog⁵, Rod J. Snowdon⁵, Andreas Stahl¹ & Tsu-Wei Chen^{1,10}✉

Crop grain yield is the outcome of complex interactions among multiple physiological processes governing source accumulation via photosynthesis followed by remobilization of assimilates into grain sinks. Throughout these interdependent processes and across all developmental stages, complex genotypes by environment by management interactions have a strong impact on source and sink strength and their dynamic interactions. Recent publications proposed a conceptual “wiring diagram” of physiological traits impacting wheat yield as a framework to link quantitative genetic networks with interaction models that can help explain, predict and improve yield stability in fluctuating environments. Here we compile large-scale datasets describing historical wheat breeding progress for source-related and sink-related traits to support this concept. Furthermore, further data delivers evidence that plasticity of wheat source-sink dynamics contributes to yield stability under stress, supporting potential roles for previously unexplored traits and their interactions to maintain future yield progress in the face of climatic challenges.

Einfluss des Wasserdampf-sättigungsdefizites auf die Transpiration der Pflanze



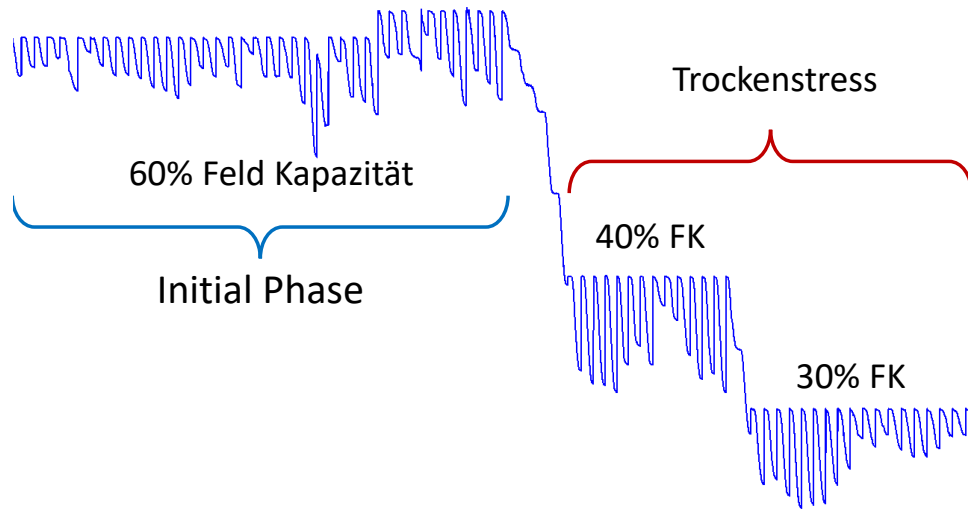
Phänotypisierungseinrichtungen erlauben präzise und planbare Trockenstressversuche



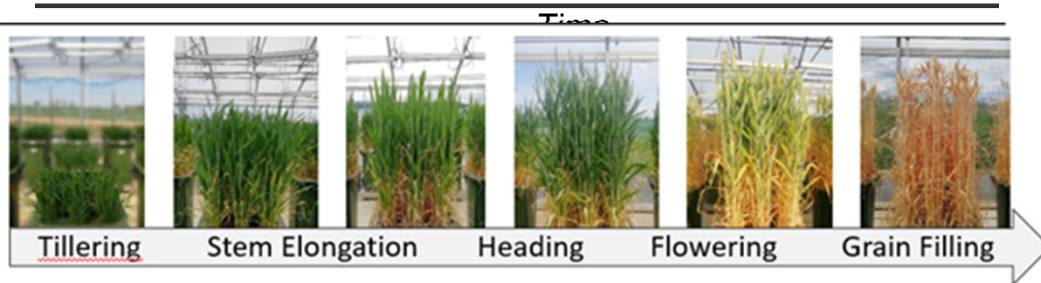
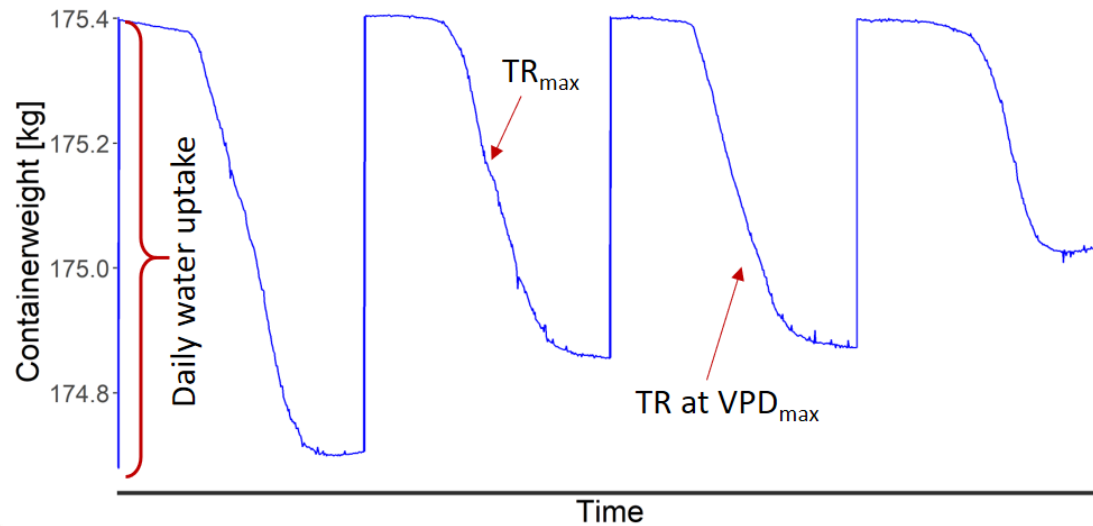
Definierte und planbare Trockenstressversuche



Verfolgung der Transpiration entlang der Vegetationsperiode

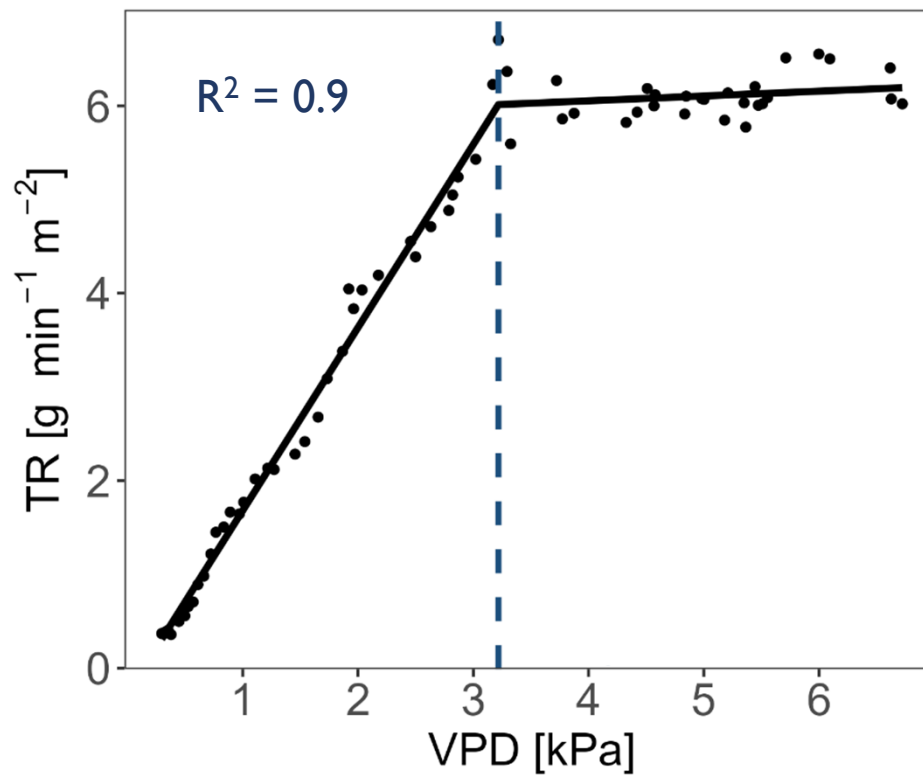


... und innerhalb einzelner Tage (hier: 4 Tage)

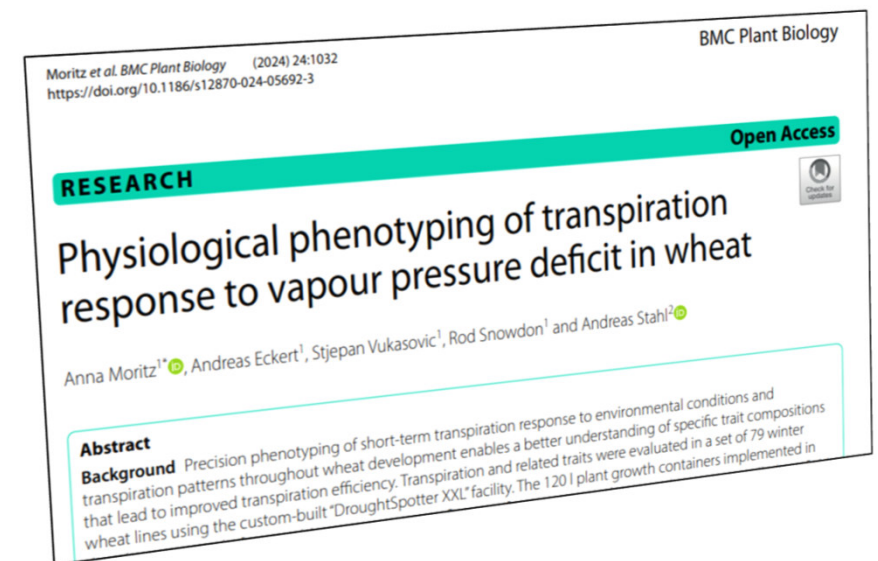


Transpirationsreaktion auf steigendes VPD

→ Segmentierte lineare Regression

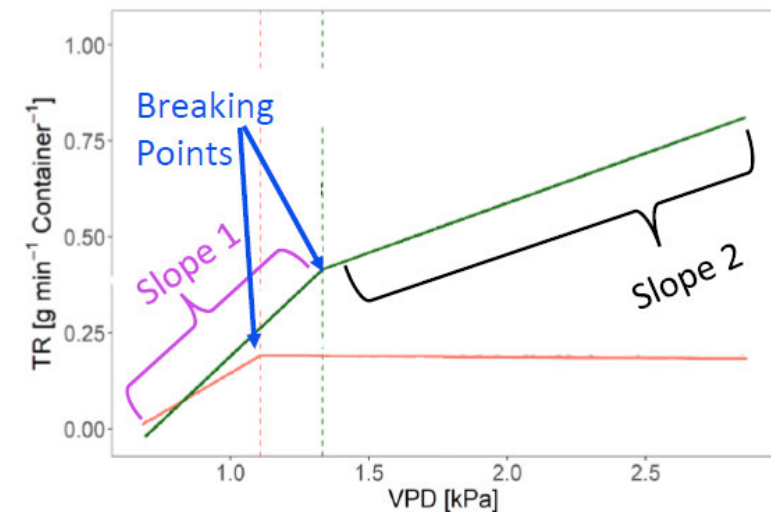
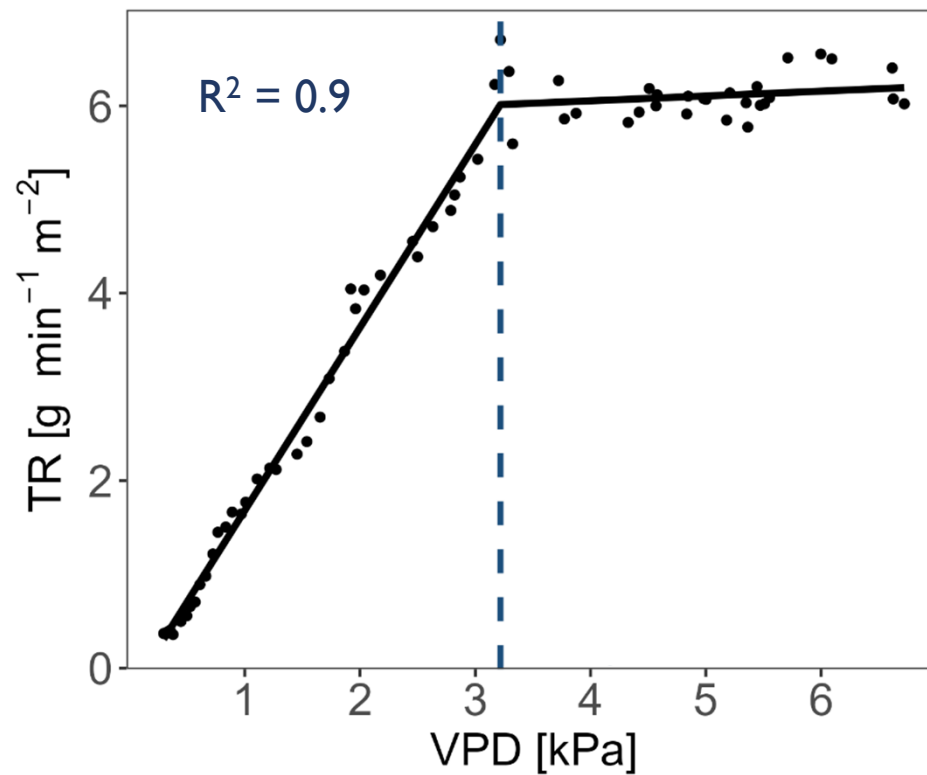


Anna Moritz



Transpirationsreaktion auf steigendes VPD

→ Segmentierte lineare Regression



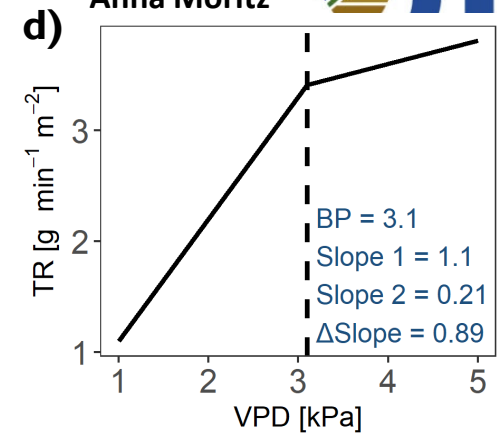
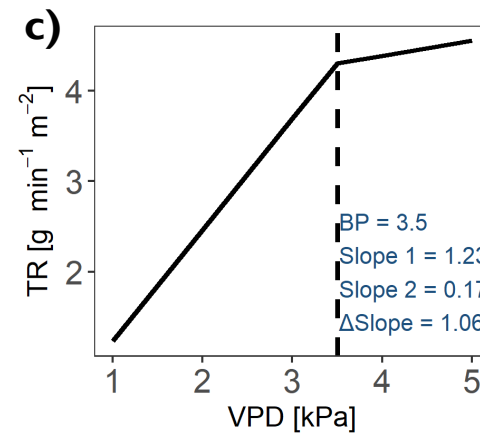
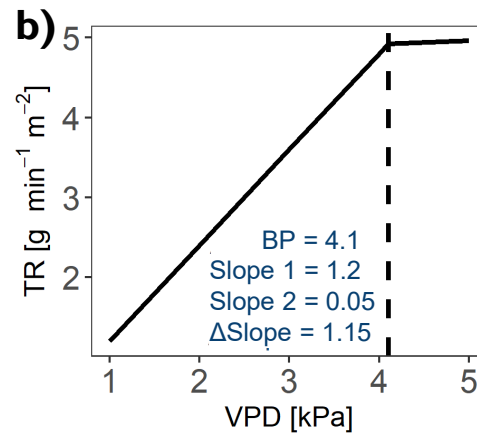
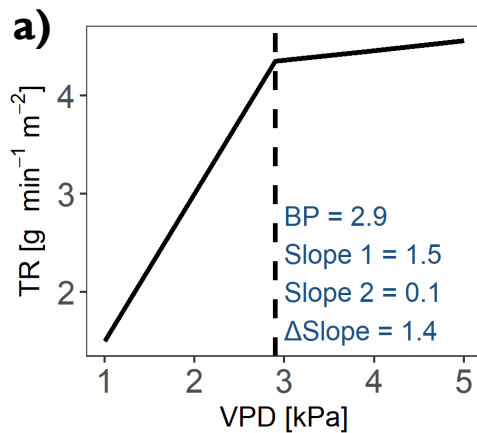
Breaking Point (bp)

Slope 1 = response of transpiration rate to VPD values below the breakpoint

Slope 2 = response of transpiration rate to VPD values above breakpoint

Δ Slope = Difference between slope1 and slope 2

Transpirationsreaktion auf steigendes VPD



a) Cluster 1	b) Cluster 2	c) Cluster 3	d) Cluster 4
Low Breakpoint	High breakpoint	High breakpoint	Low breakpoint
High Δ Slope	High Δ Slope	Low Δ Slope	Low Δ Slope
→ Strong restriction	→ Late (strong) restriction	→ Low restriction	→ Early (low) restriction

Hitzestress



Isolierter Hitzestress von Ackerbohnen

Experimenteller Ansatz



Eti Fathia
Benjamin Pommerrenig

28°C
während der
Blüte



21°C
während der
Blüte

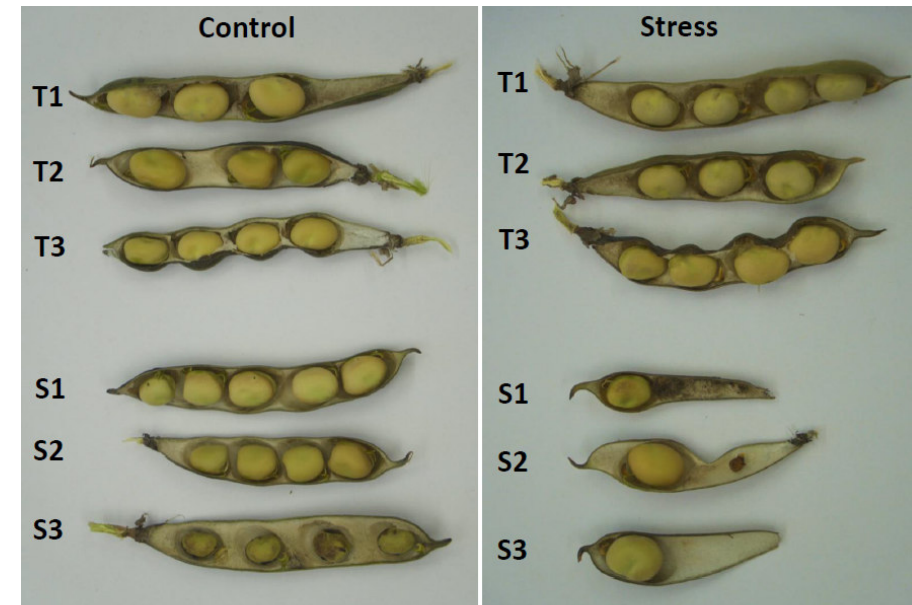
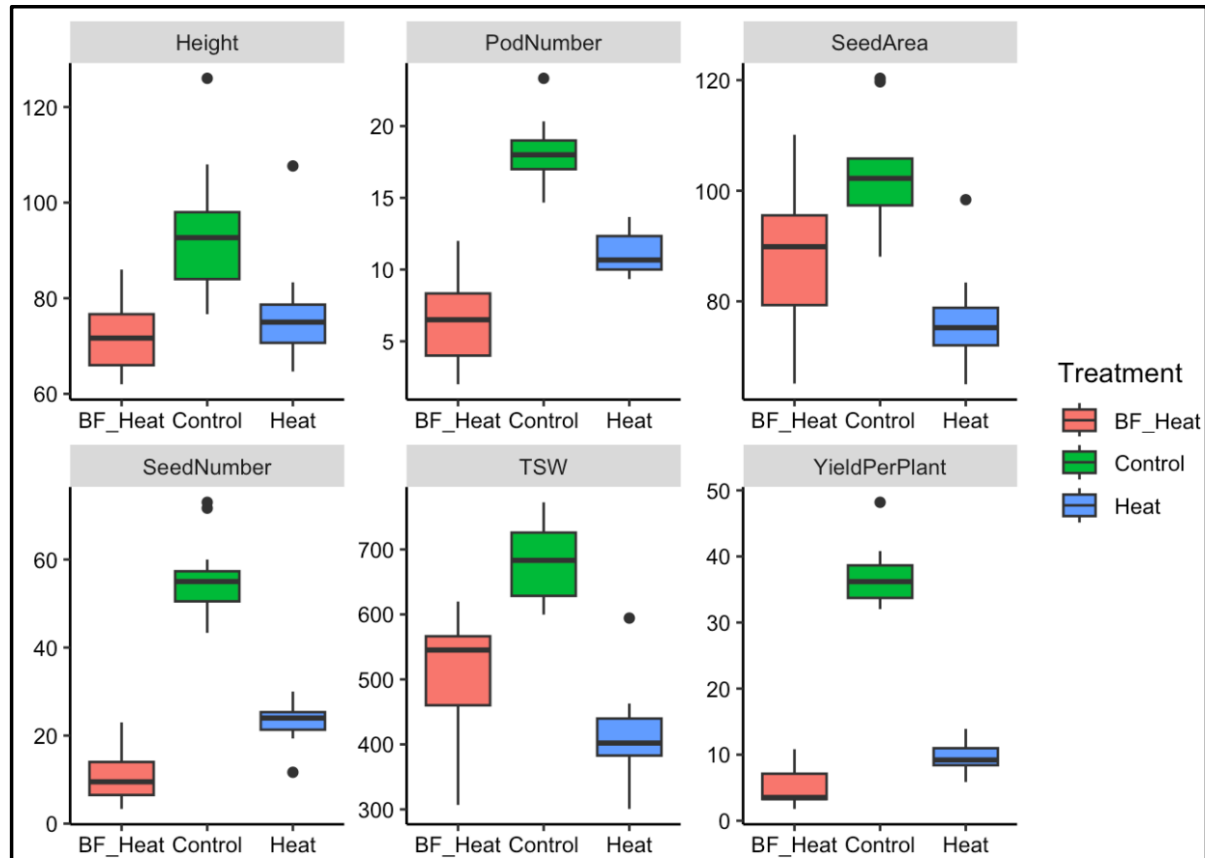


Isolierter Hitzestress von Ackerbohnen

Experimenteller Ansatz



Eti Fathia
Benjamin Pommerrenig



all pictures source: Fatiha Sultana Eti

T= Tolerant Genotype
S= Sensitive
Genotype

**„Neue“ bzw.
unterrepräsentierte
Kulturarten als Antwort auf
klimatische Veränderungen?**

Merkmal von Interesse für die Sorghumforschung

- Bessere Wasser- und Nährstoffnutzungseffizienz => bessere Trockentoleranz
- Höhere Stickstoffnutzungseffizienz (NUE)
- Insektenfreundlicher Anbau
- bessere Humusreproduktion (C-Sequestrierung)?



Merkmal von Interesse für die Sorghumforschung

- Bessere Wasser- und Nährstoffnutzungseffizienz => bessere Trockentoleranz
- Höhere Stickstoffnutzungseffizienz (NUE)
- Insektenfreundlicher Anbau
- bessere Humusreproduktion (C-Sequestrierung)?

Aber:

- Kühletoleranz für Mitteleuropa noch nicht ausreichend
- Abreifeverhalten muss angepasst werden
- Untersuchung der relevanten physiologischen & genetischen Faktoren



Quelle: Christiane Seiler



Quelle: Christiane Seiler



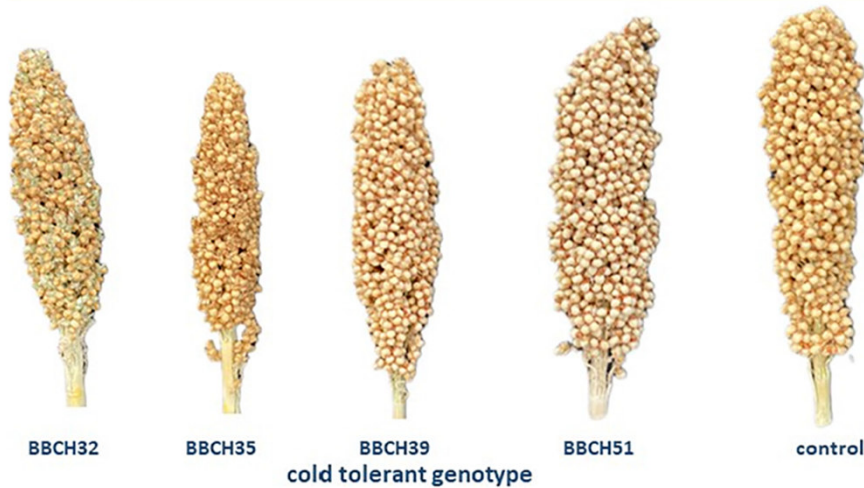
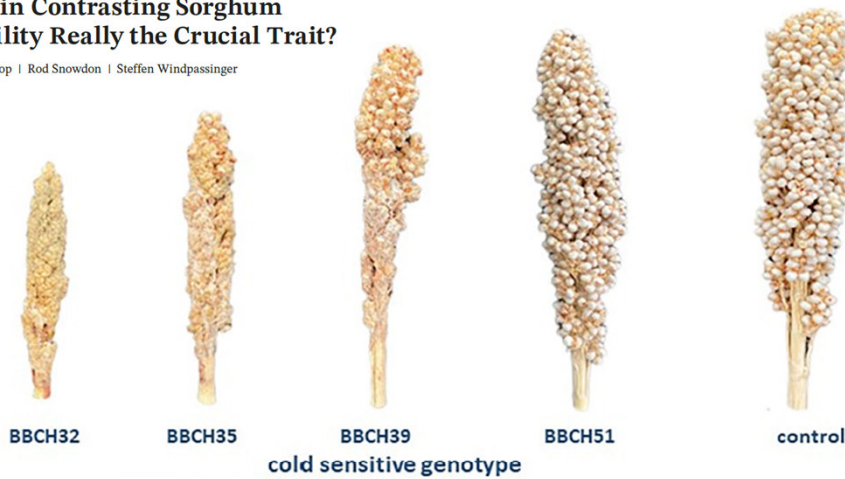
Quelle: Rod Snowdon

Kältetoleranz in der generativen Phase von Sorghum

RESEARCH ARTICLE [OPEN ACCESS](#)

Reproductive Cold Stress in Contrasting Sorghum Genotypes: Is Pollen Fertility Really the Crucial Trait?

Luisa Neitzert  | Natalja Kravcov | Benjamin Wittkop | Rod Snowdon | Steffen Windpassinger



Vielen Dank



ACCELERATING CROP
GENETIC GAIN

<https://www.irtg2843.de/>



THE UNIVERSITY
OF QUEENSLAND
AUSTRALIA



Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

DFG

Deutsche
Forschungsgemeinschaft



MARTIN-LUTHER
UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG



JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



NPZ INNOVATION
Wir forschen für Qualität.



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



INRES
Institut für
Nutzpflanzenwissenschaften
und Ressourcenschutz



Saat-Zucht
BAUER
GmbH & Co KG



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Leibniz
Universität
Hannover



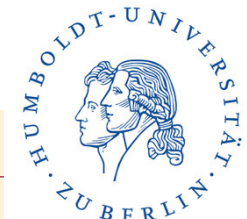
U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

DAAD



Keyserlingk-Institut

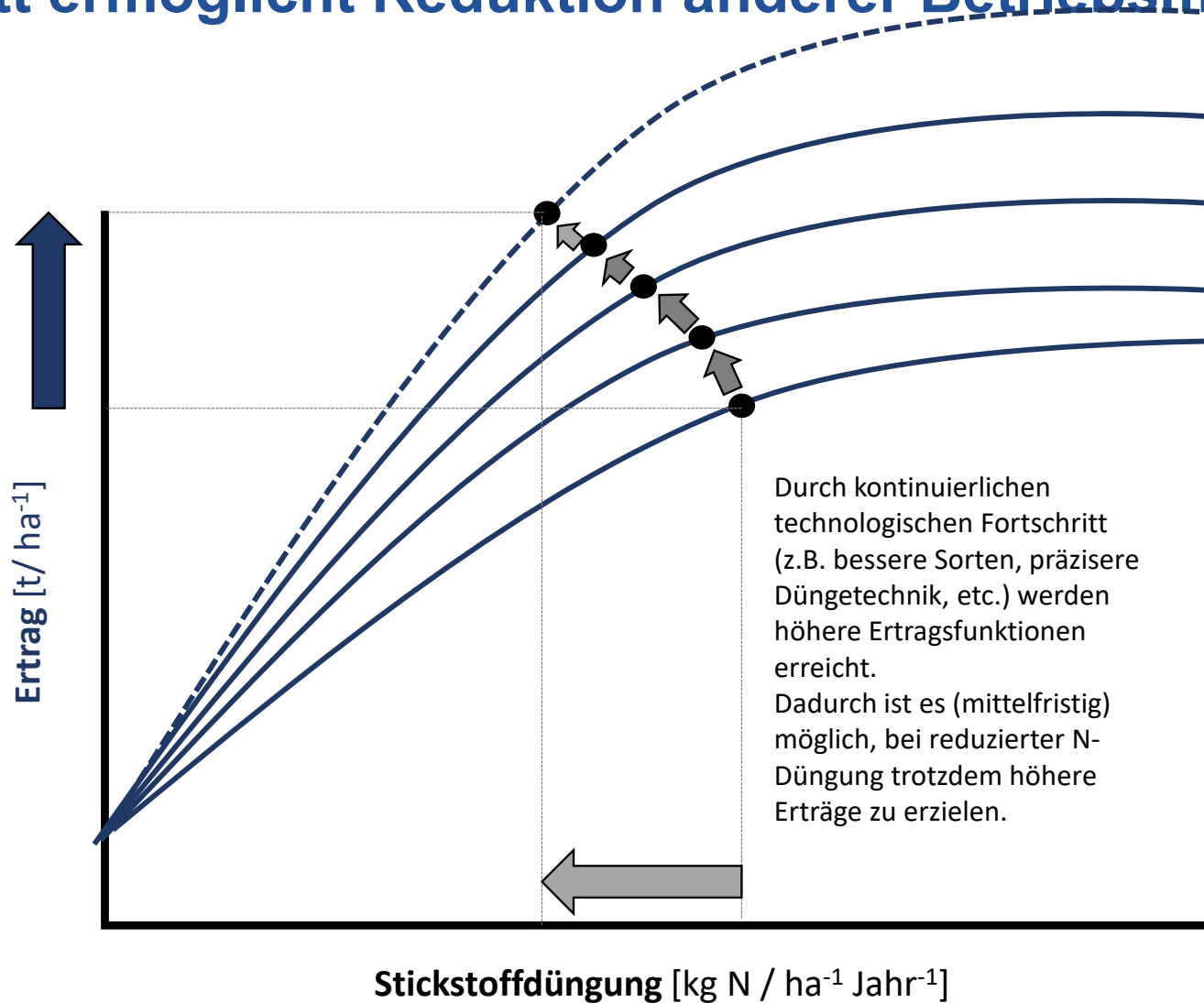
Saatgutforschung und Getreidezüchtung im biologisch-dynamischen Landbau



**Herzlichen Dank
für Ihr Interesse!**

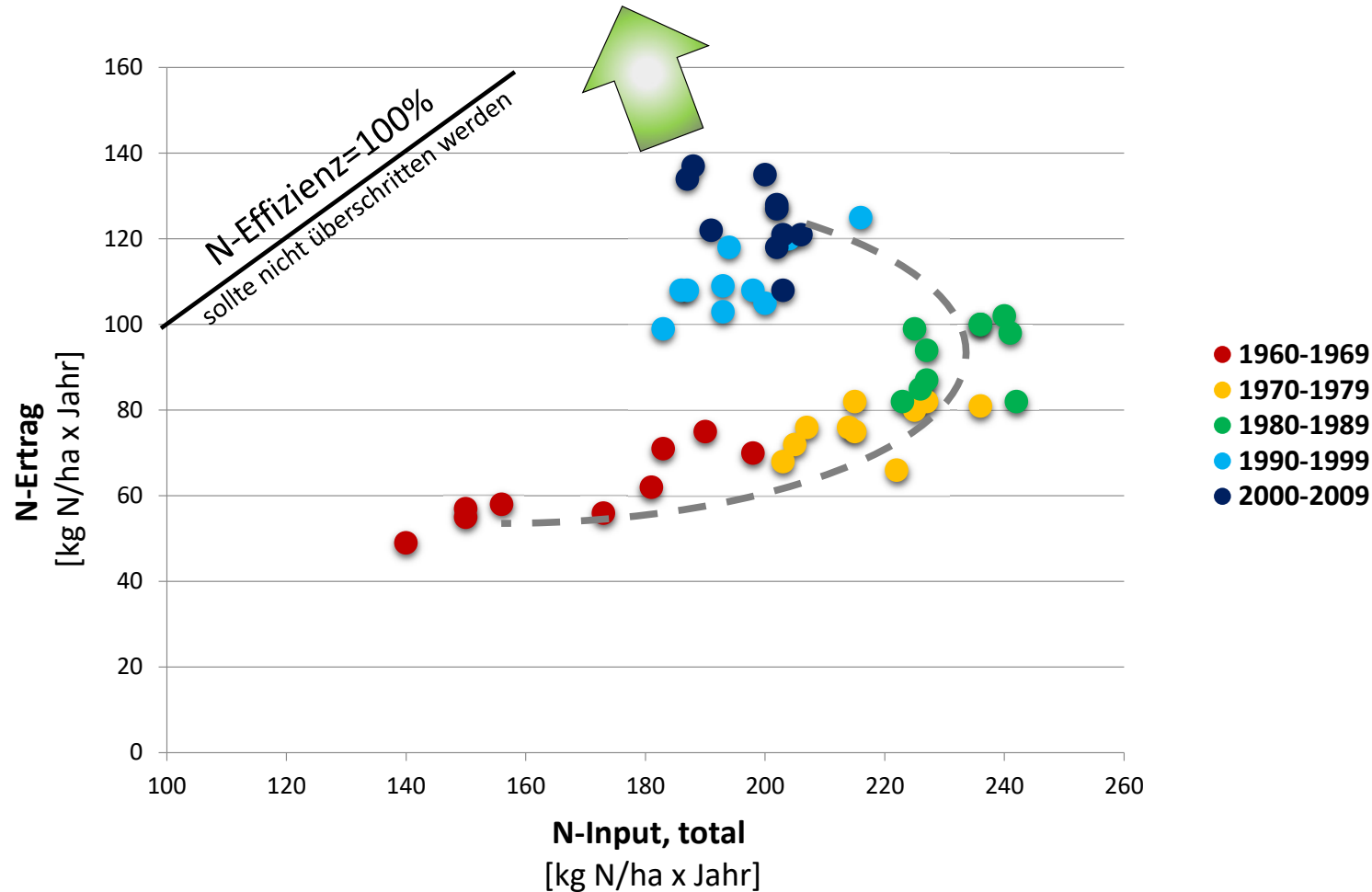


Fortschritt ermöglicht Reduktion anderer Betriebsmittel



N-Effizienz in Deutschland

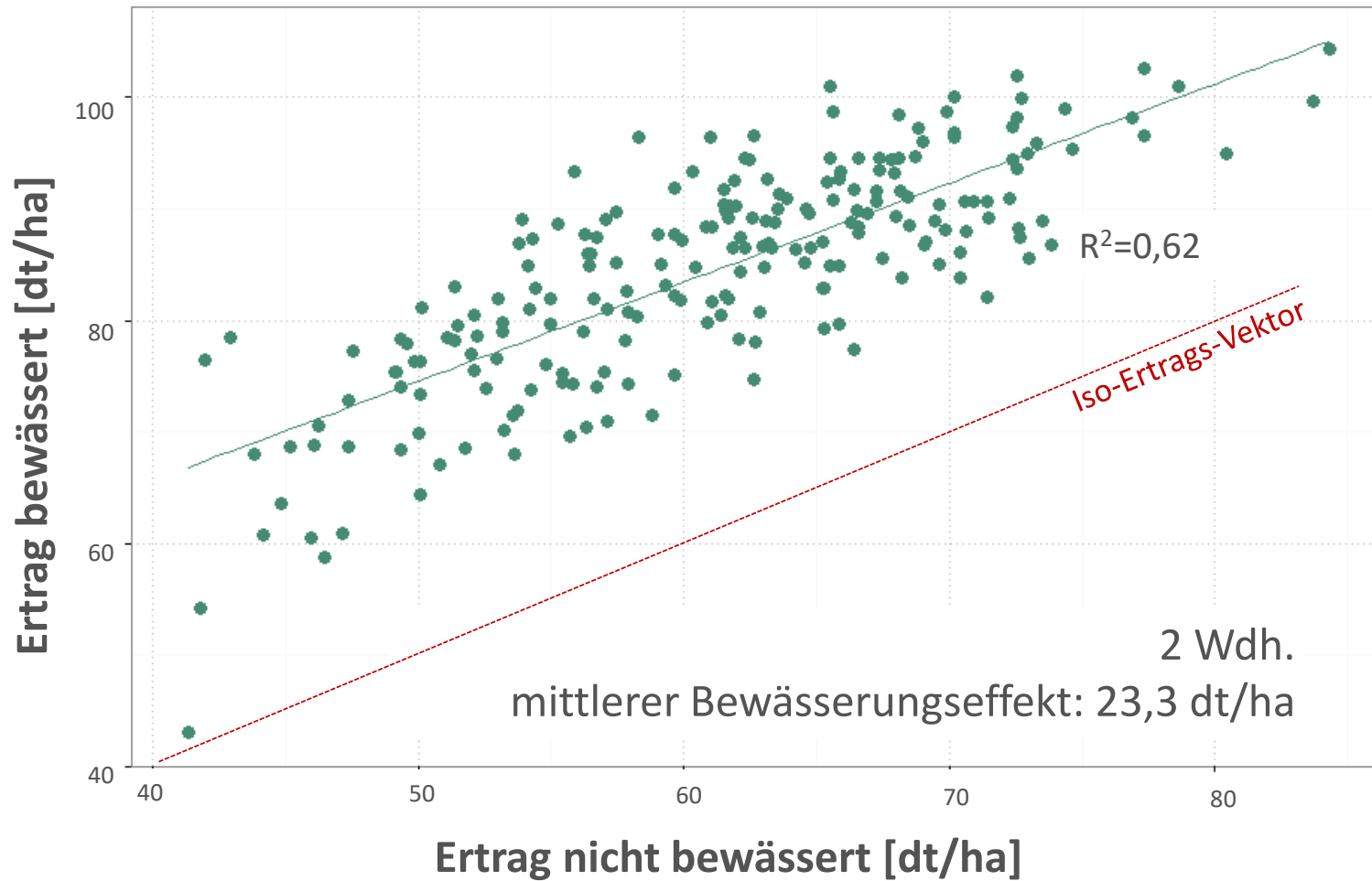
von 1961 bis 2009, über alle Produktionsverfahren und Kulturen



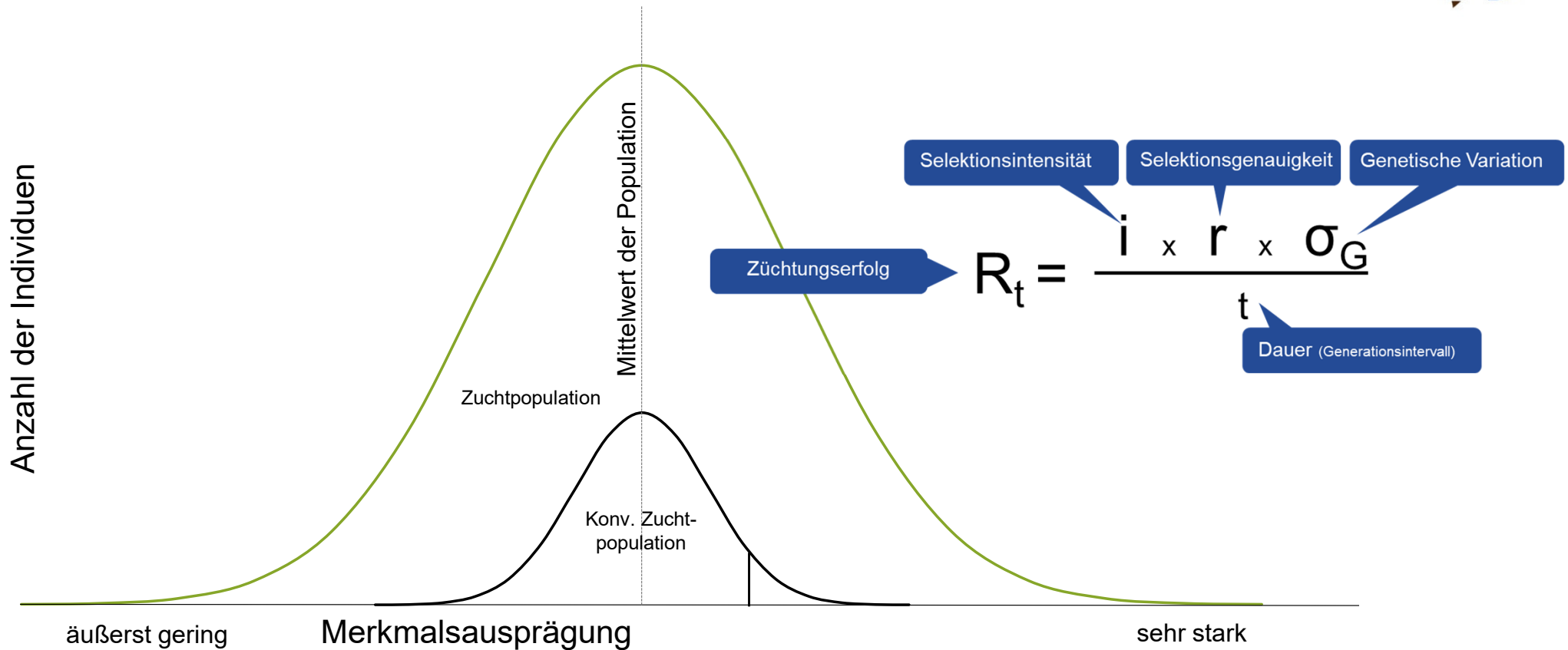
Quelle: Lassaletta et al., 2014, 50 years trends in nitrogen use efficiency of world cropping system (...). Environmental Research Letters, Volume 9, Number 10.

Zuchtfortschritt und Trockenstress

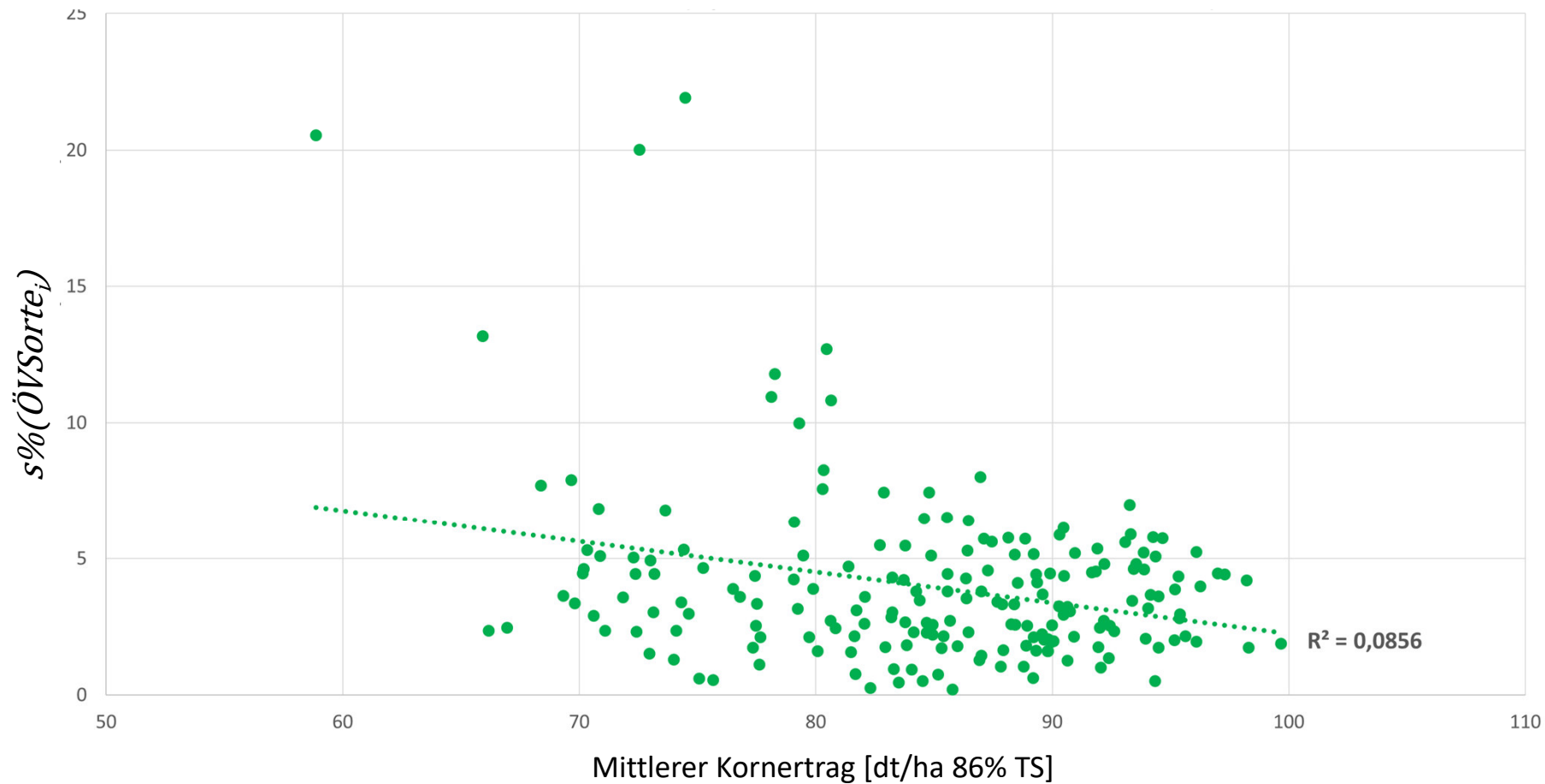
Beispiel: rund 200 Sorten an einem Trockenstress-Standort



Kontinuierliche Verteilung eines Merkmals

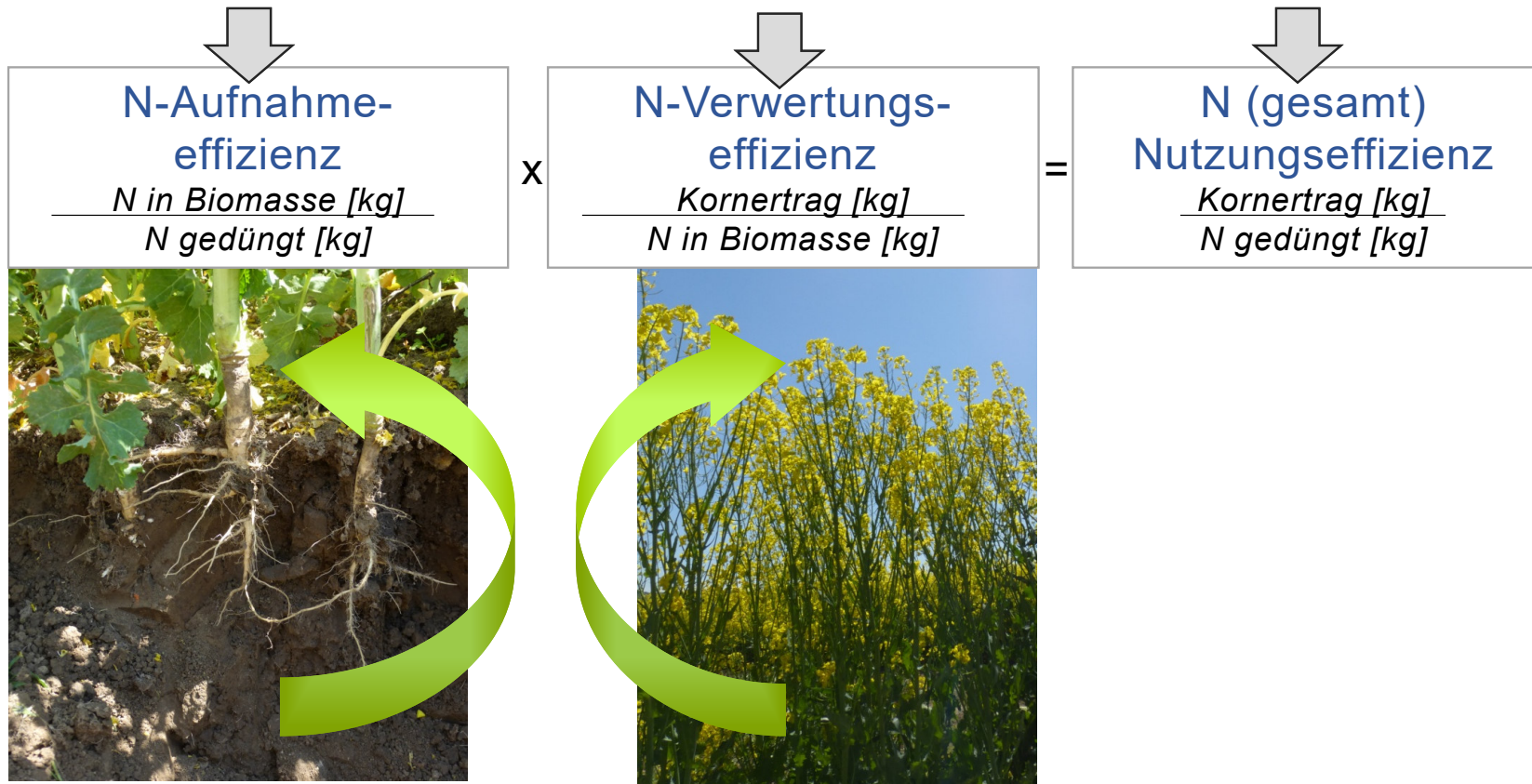


Das Konzept der Ökovalenz (nach G. Wricke, 1962) zeigt eine höhere Stabilität der neuen Sorten



Teilkomponenten der Stickstoffeffizienz

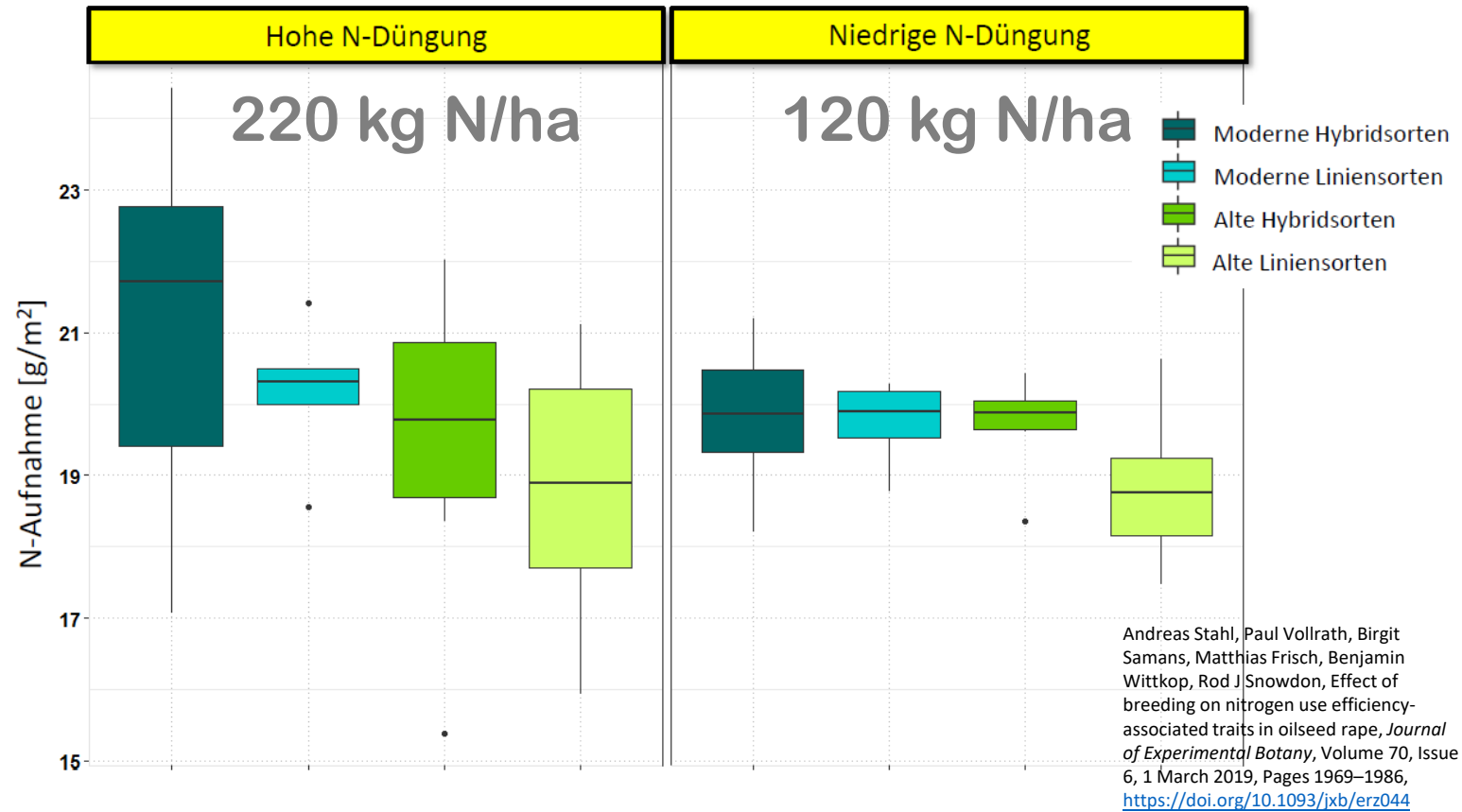
Vorfrucht/Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saattermin/-stärke,
Düngung (Zeitpunkt, Höhe u. Dosierung), Wachstumsregulatoren, Kontrolle von Ungräsern-/kräutern,
Erntetermin, Stärke und Verteilung von Niederschlag, Sonnenstrahlung und Temperatur und **Sorte (Genetik)**



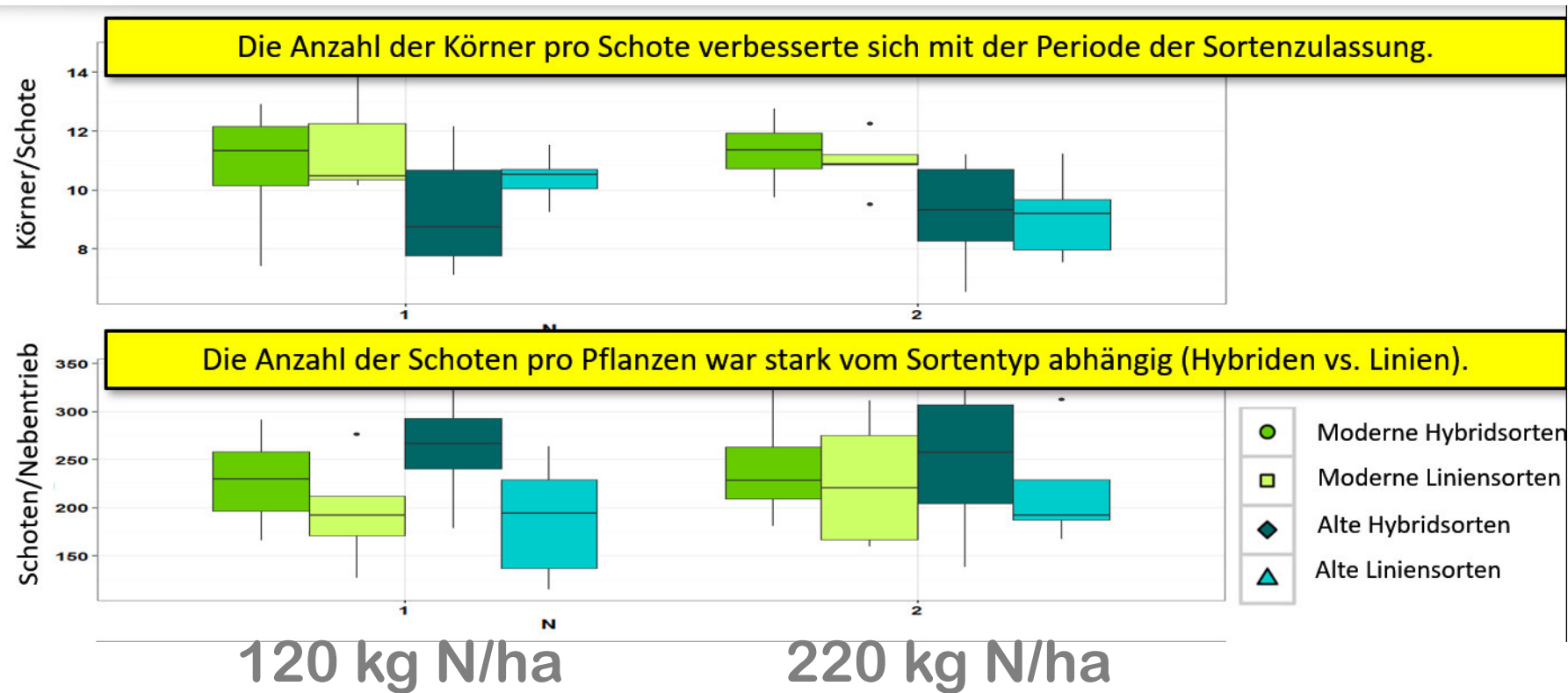
Stickstoffaufnahmeeffizienz



Stickstoffaufnahmeeffizienz

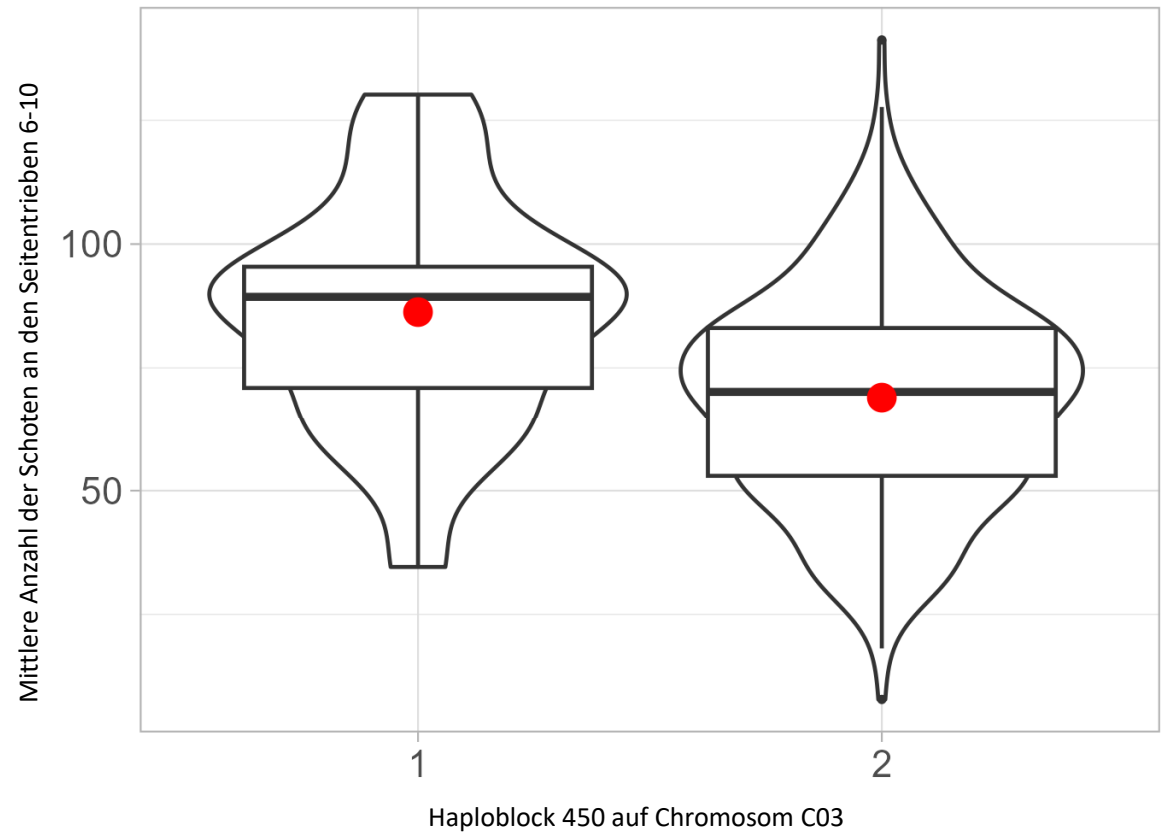
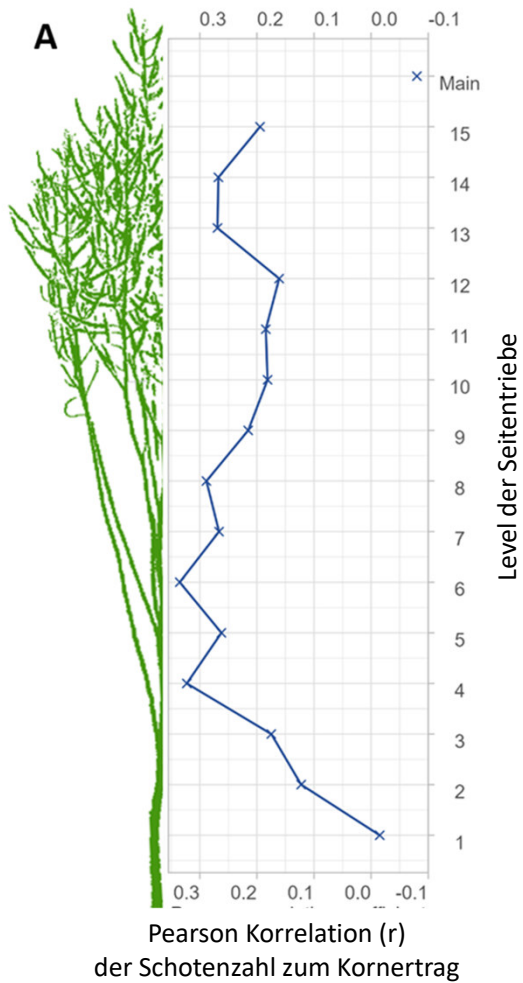


Primäre Ertragskomponenten unter diff. N-Düngung

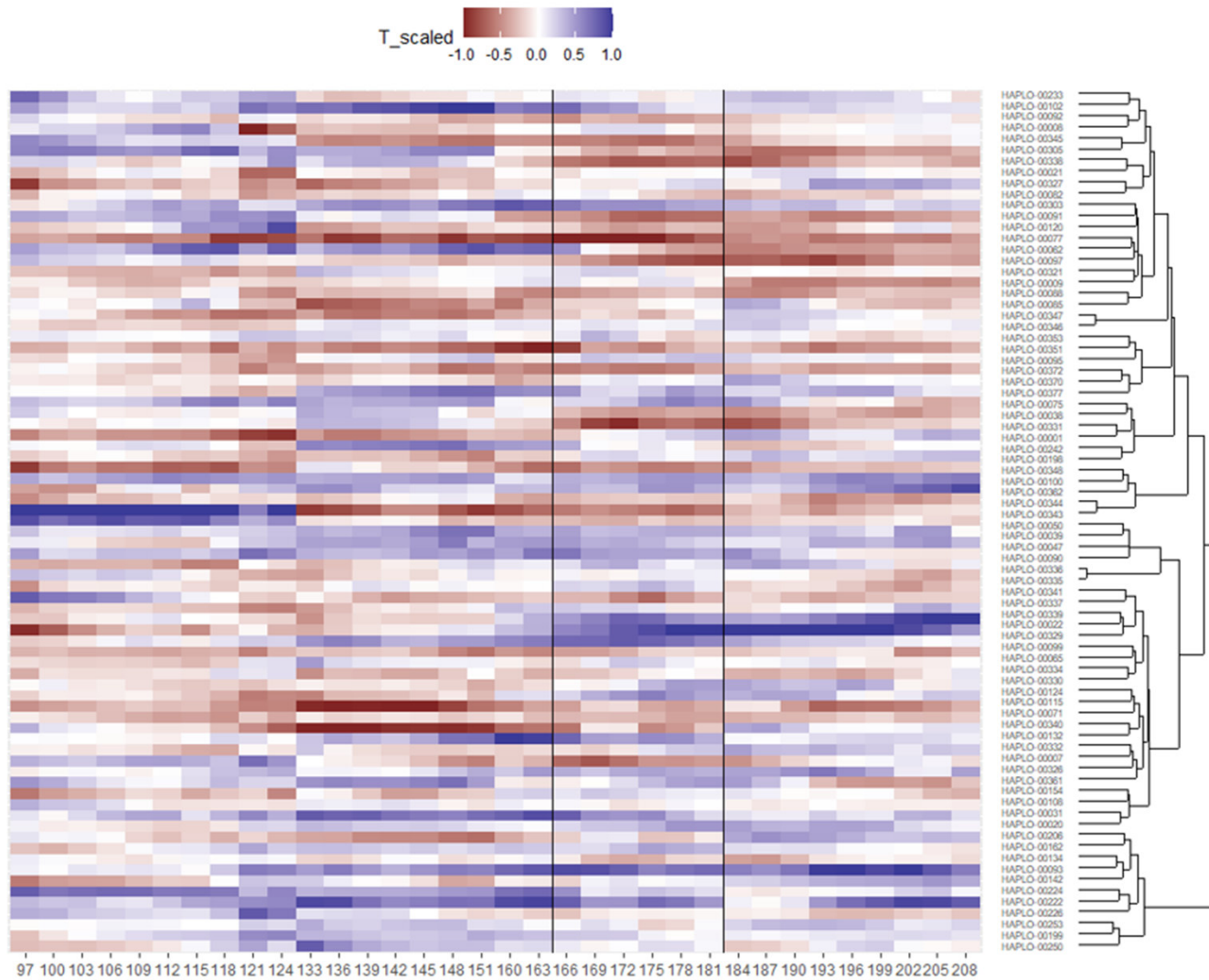


Andreas Stahl, Paul Vollrath, Birgit Samans, Matthias Frisch, Benjamin Wittkop, Rod J Snowdon, Effect of breeding on nitrogen use efficiency-associated traits in oilseed rape, *Journal of Experimental Botany*, Volume 70, Issue 6, 1 March 2019, Pages 1969–1986, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz044>

Genetische Faktoren für primäre Ertragskomponenten



Transpiration vs. genetische Distanz

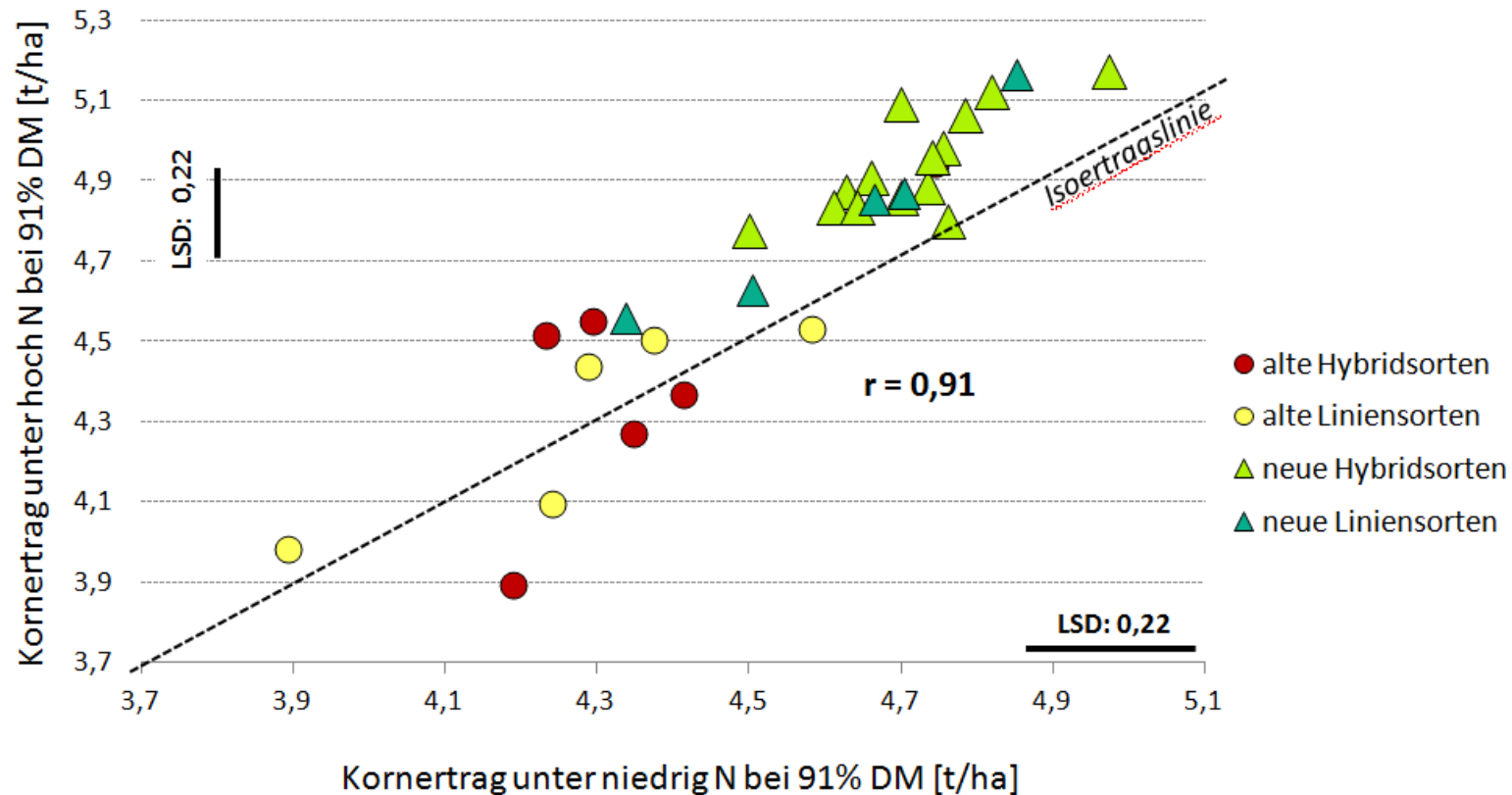


JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN



Anna Langstroff

Stickstoffeffizienz

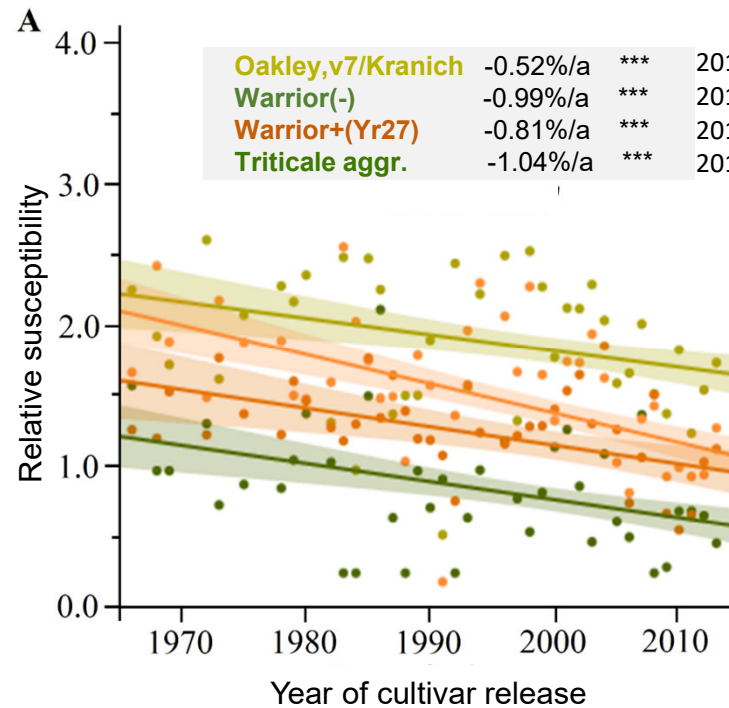


Least significant difference (LSD) wurde basierend auf einer 5prozentigen Irrtumswahrscheinlichkeit berechnet.

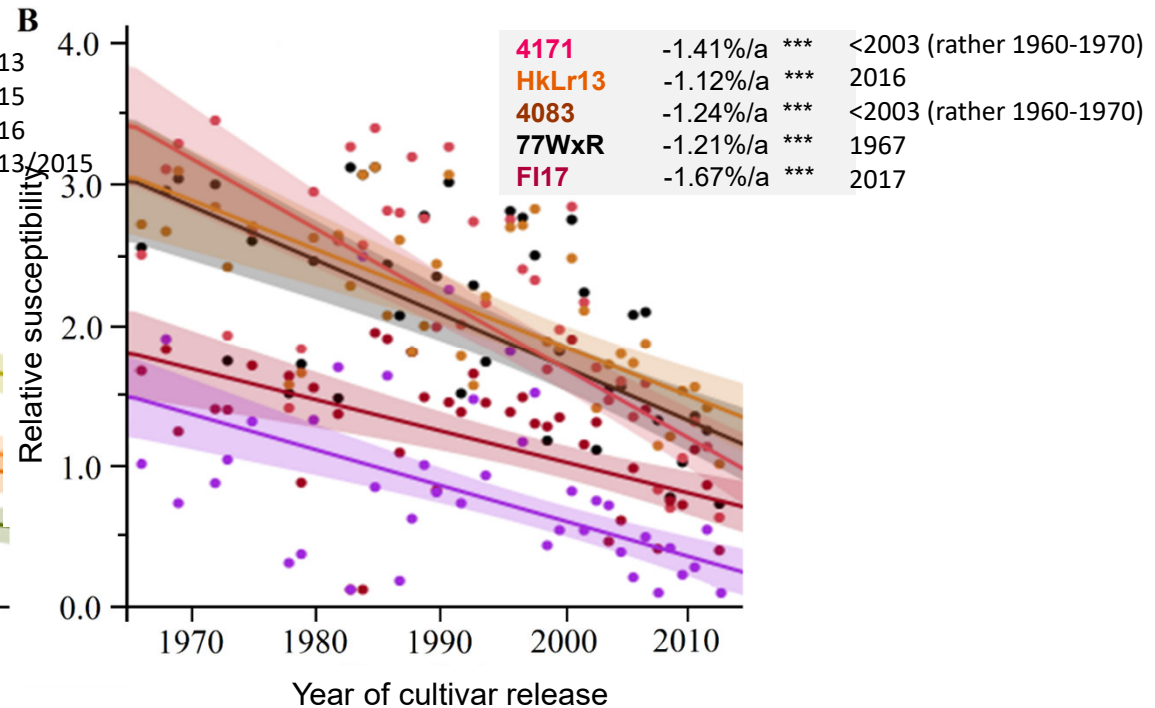
Breeding improved seedling resistance against several isolates



Stripe rust isolates

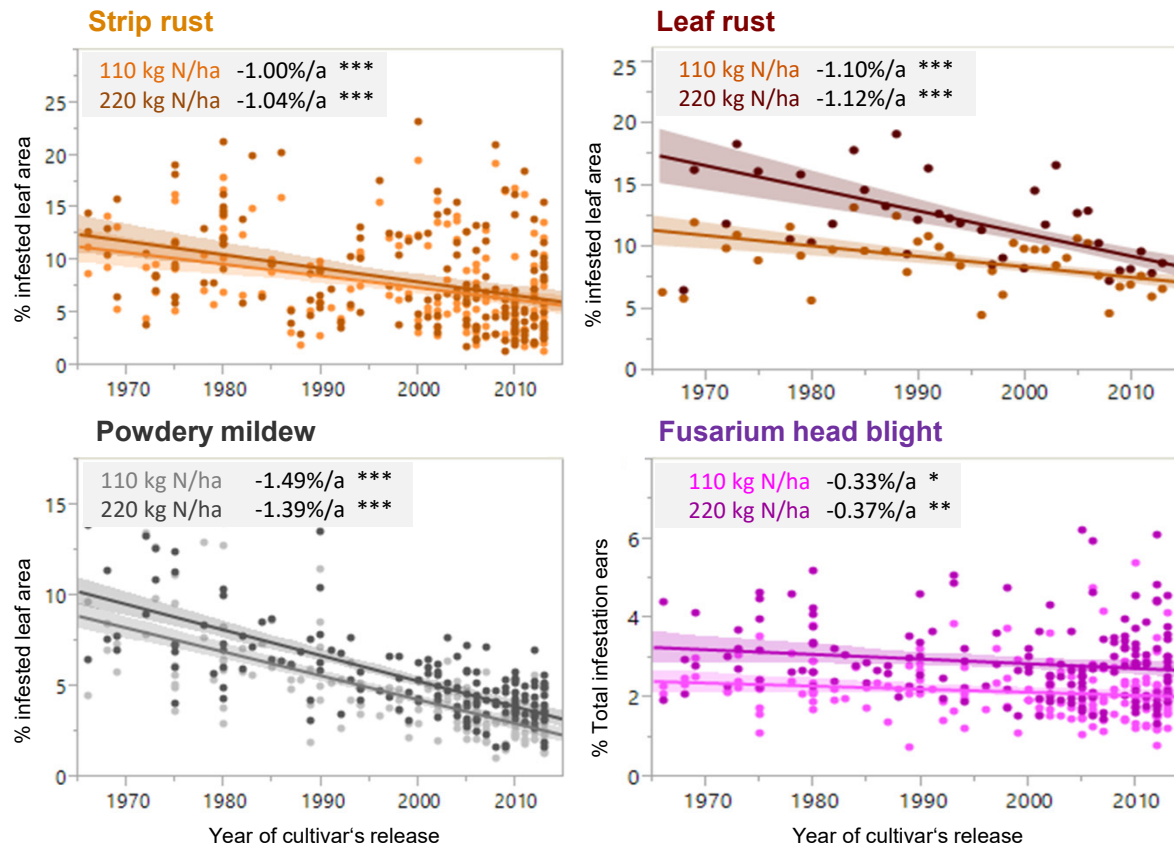


Leaf rust isolates



Note: Increase in race-specific seedling resistance against all rust isolates tested with similar trends
→ defeated R genes contribute to quantitative resistance or accumulation of QDR

Breeding progress for disease resistances of European winter wheat



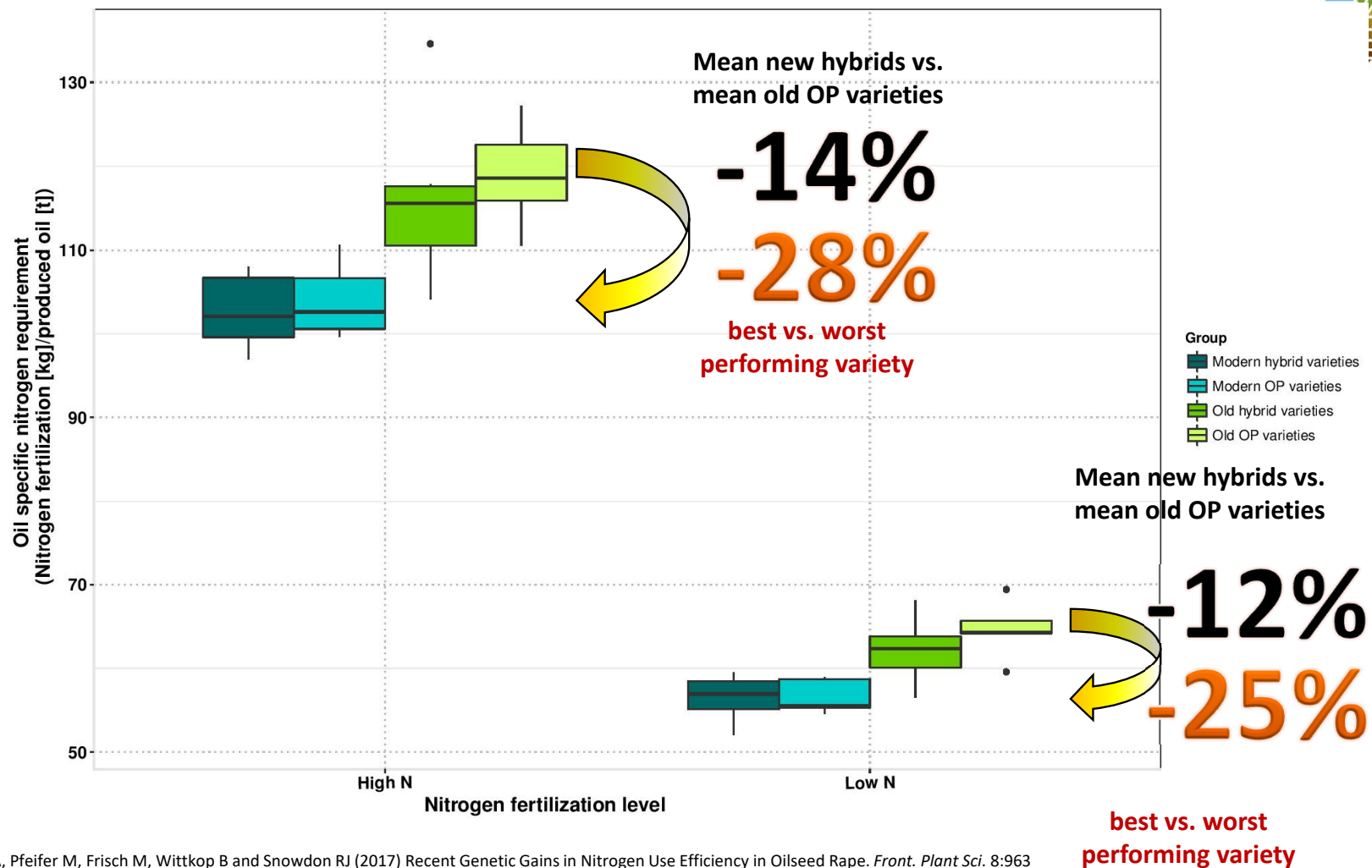
*** $p < 0.001$
** $p < 0.01$
* $p < 0.05$
ns not significant

Note: Strong resistance enhancement against YR, LR, PM - rather slight against FHB

Increase stronger at higher N

Resistance progress with no indication of slowing down!

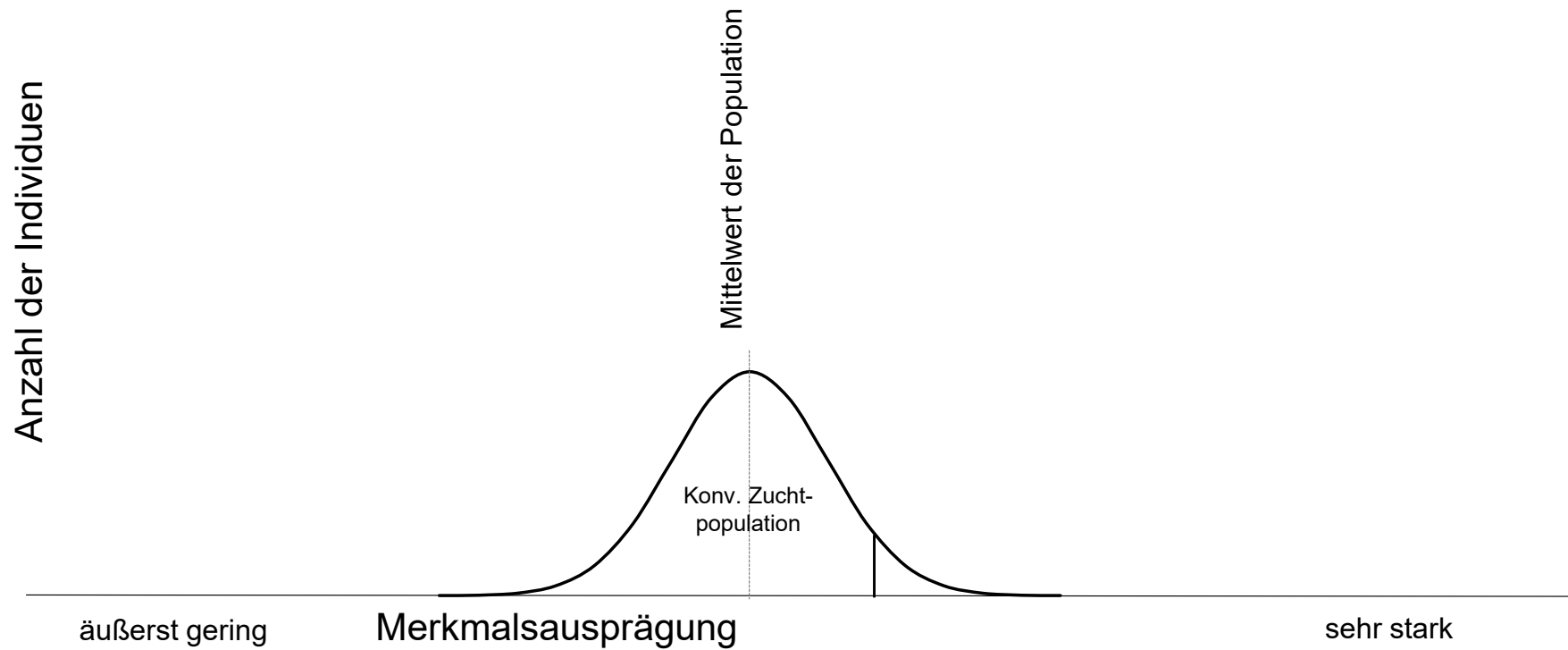
Pathogen evolution $\approx$ 50 % of improvement against biotroph pathogens lost



Stahl A, Pfeifer M, Frisch M, Wittkop B and Snowden RJ (2017) Recent Genetic Gains in Nitrogen Use Efficiency in Oilseed Rape. *Front. Plant Sci.* 8:963

Andreas Stahl

Kontinuierliche Verteilung eines Merkmals



The formula for breeding progress



Increase selection intensity

Genomic prediction in larger populations
Novel, automated selection methods

Enhance genetic diversity

Genome/pangenome resources
Haplotype-based crossing designs
Gene editing/biotechnology

$$\Delta G = (i * r * \delta G) / L_g$$

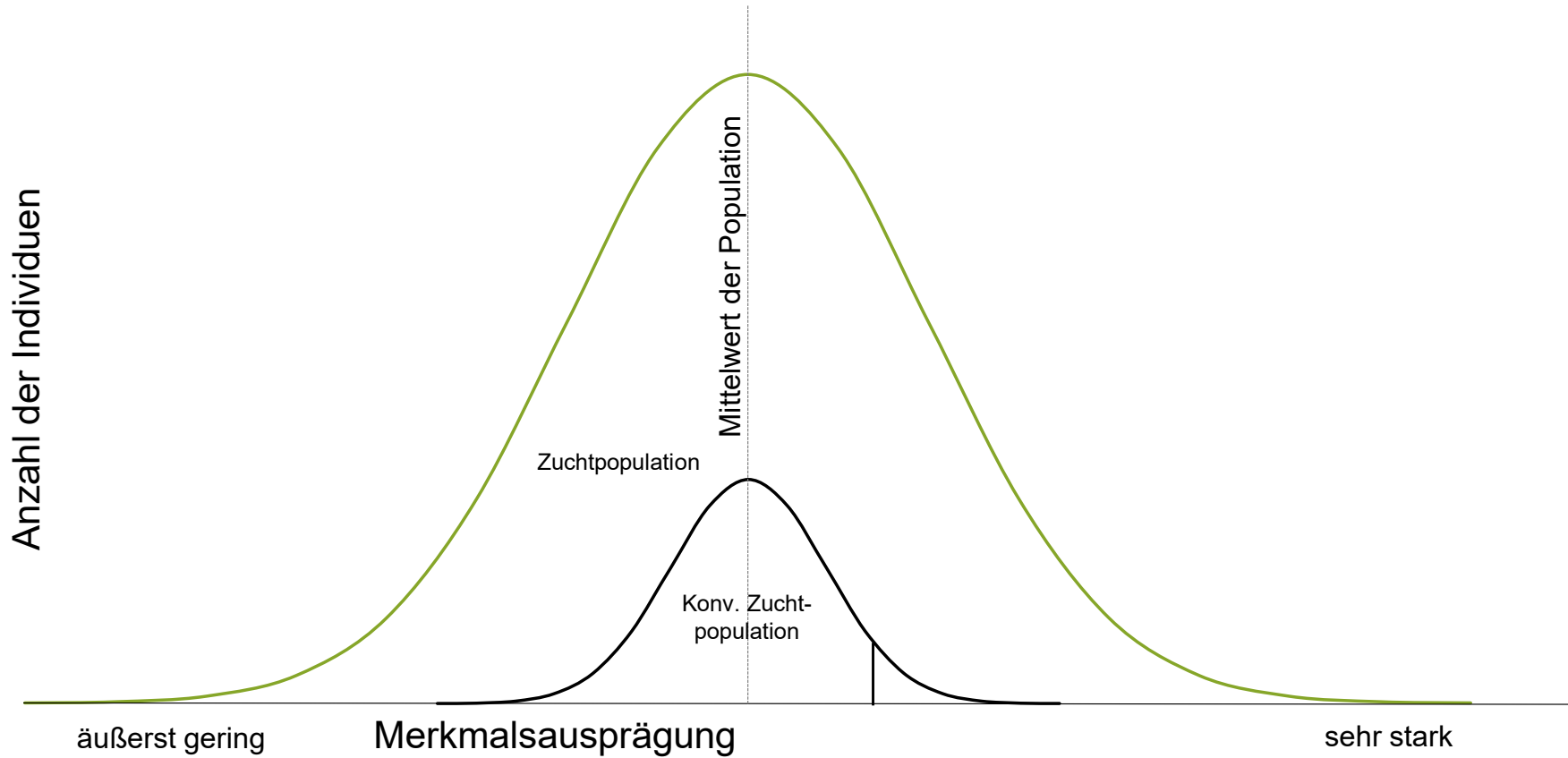
Improve selection accuracy

Knowledge-based phenotyping
Enhanced genomic prediction models
Physiological modelling, deep learning on
automated phenotype data

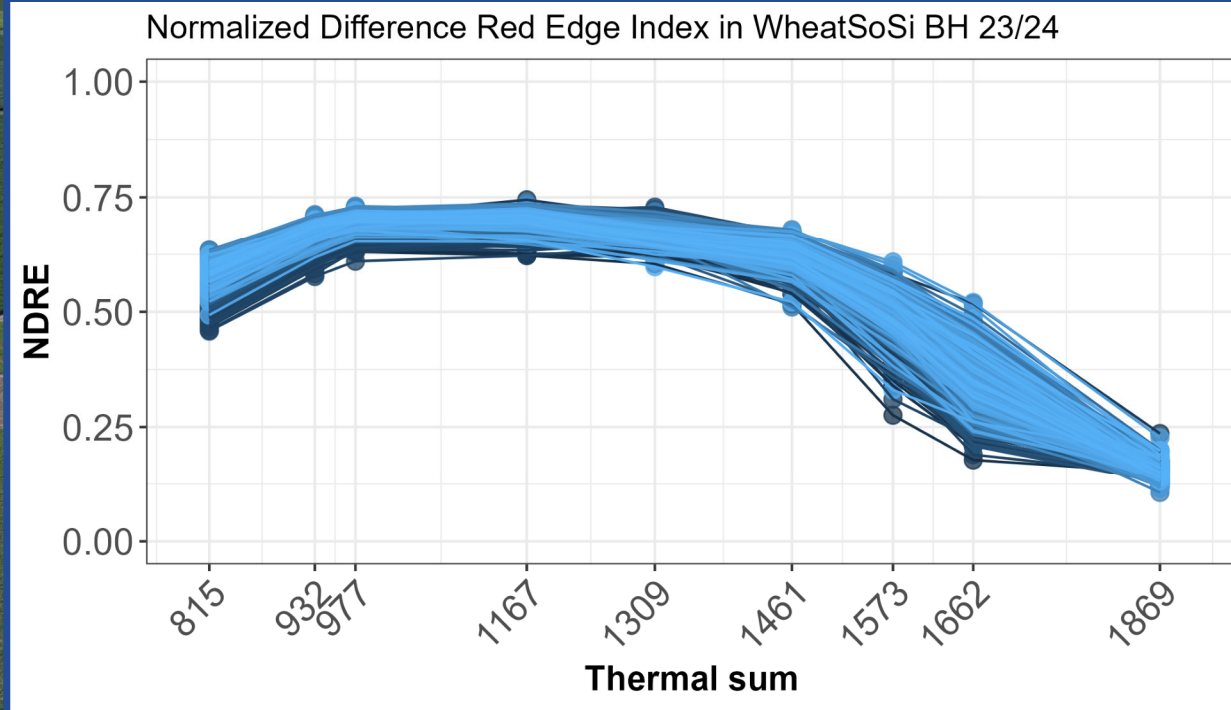
Accelerate breeding processes (L_g)

Novel genomic prediction methods
“Speed Breeding”, gene editing
Haplotype-based crossing designs

Kontinuierliche Verteilung eines Merkmals



Digital Phenotyping – Drone-based Acquisition Of Vegetation Indexes To Derive Descriptive Traits



BH = Böhnshausen

Source: Daniel Valle

Source: Sebastian Warhemünde

