

>>Symposium Wege in eine nachhaltige Stickstoffwirtschaft<<

*Leopoldina, Nationale
Akademie der Wissenschaften*

*acatec, Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften*

Potential der Pflanzenzüchtung zur Steigerung der Stickstoffeffizienz (NUE) wichtiger Nutzpflanzen

06. Mai 2019 | Halle (Saale)

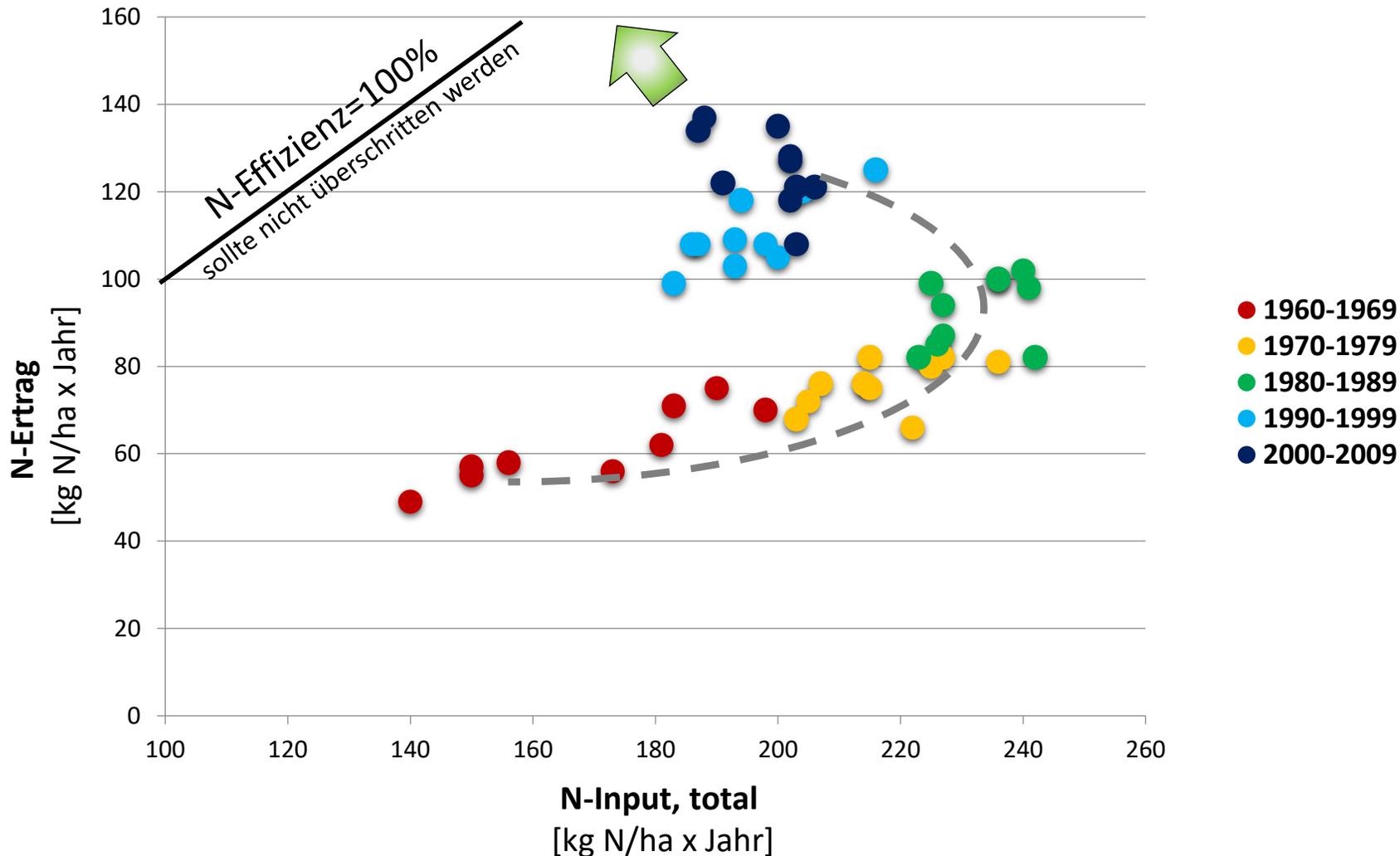
Andreas Stahl

*Professur für Pflanzenzüchtung
Justus Liebig-Universität, Gießen*



N-Effizienz in der deutschen Landwirtschaft

Aggregiert über alle Produktionsverfahren und Kulturarten (nicht nur Züchtung, sondern Effekt aller Technologien)



Feststellung:

- Die N-Einträge (N-Düngung) in das Produktionssystem sind in den letzten Dekaden nennenswert gesunken und dennoch
 - sind Erträge (N-Entzug) deutlich gestiegen.
- N-Effizienz des Pflanzenbaus ist deutlich besser geworden!



Welchen Beitrag leistet die
Pflanzenzüchtung bis heute?



Untersuchung des Zuchtfortschrittes in Raps

... unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoffeffizienz in 10 individuellen Umweltsituationen

Liste der untersuchten Hybrid- und Liniensorten

A. neue Hybridsorten	Zulassungsjahr
Thure (HZH)	2014 ← Jahr des Projektbeginns
Troy (HZH)	2011
Marathon	2013
Mercedes	2013
Avatar	2011
DK Exstorm	2011
Inspiration	2011
Genie	2011
Mascara	2011
Artoga	2010
Sherpa	2010
Compass	2009
NK Linus	2009
Visby	2007
B. ältere Hybridsorten	
Exocet	2005
Taurus	2004
Baldur	2002
Elektra	2002
Ryder	2000
Artus	1997
C. neuere Liniensorten	
Patron	2012
Trinity	2012
Adriana	2007
Lorenz	2005
Oase	2004
D. ältere Liniensorten	
Pacific	2003
Californium	2002
Aviso	2000
Express	1993
Lirajet	1989

6 Standorte

2 N-Stufen

120 and 220 kg N ha⁻¹ (inkl. N_{min})

2 Jahre (2014/15 & 2015/16)

Biomasse- & Kornernte

3 Wiederholungen

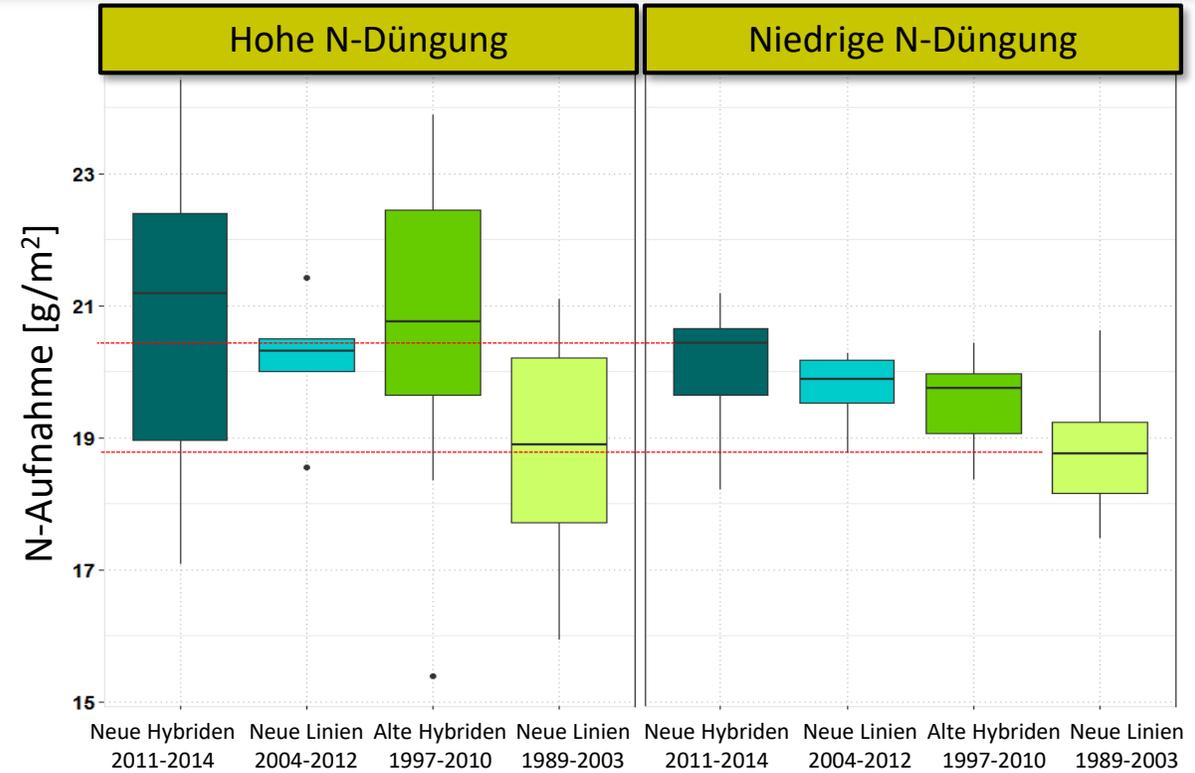


Höhere Stickstoffaufnahme neuerer Sorten

Messung der Stickstoffmenge in der Biomasse zum Zeitpunkt der Vollblüte



- Moderne Hybridsorten
- Moderne Liniensorten
- Alte Hybridsorten
- Alte Liniensorten

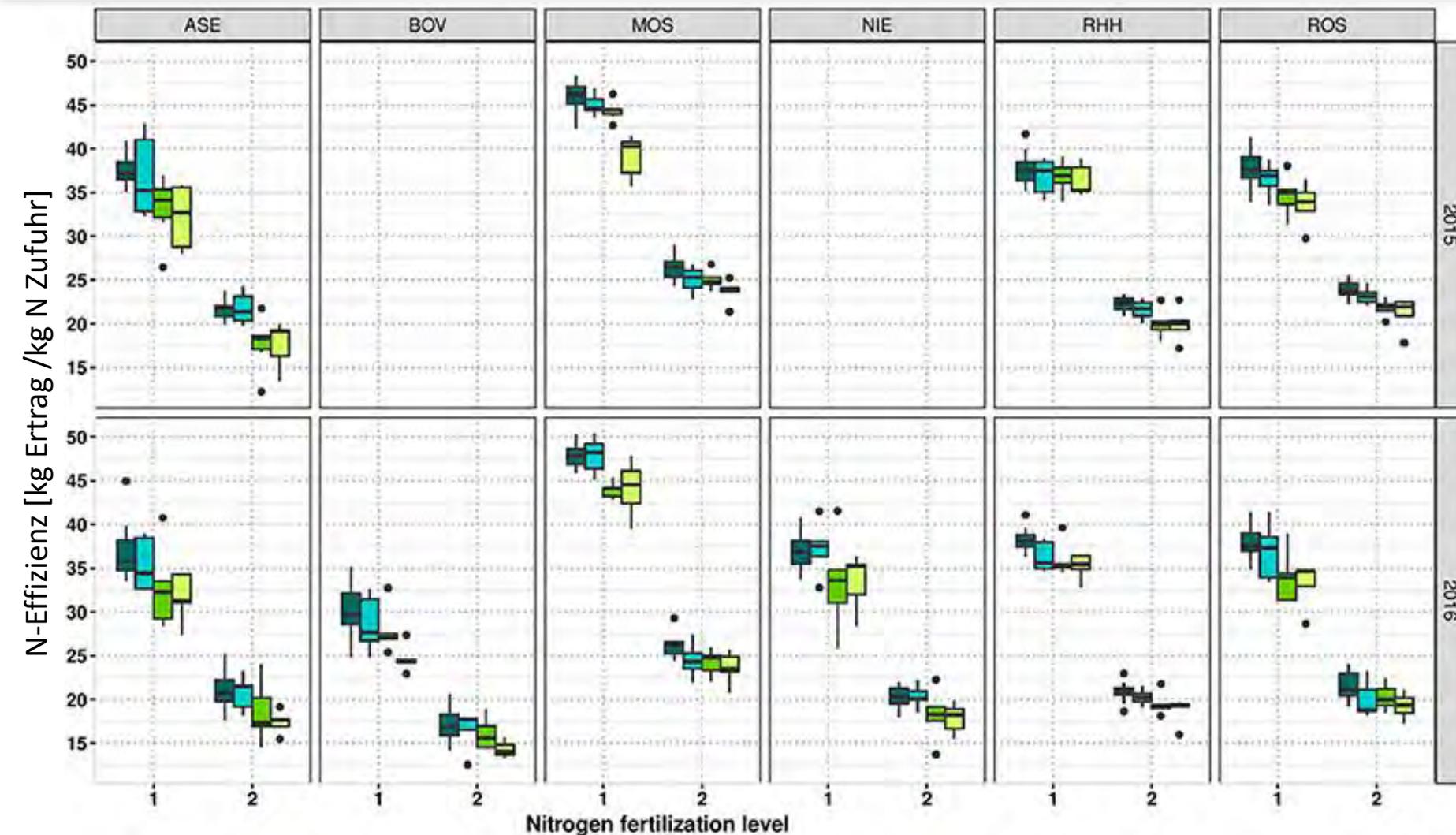


Zwischenergebnis:

- Raps zeigt sich als sehr effizient in der N-Aufnahme.
- Moderne Sorten zeigen eine gesteigerte N-Aufnahme.

Quelle: Stahl A, et. al. (2019): Effect of breeding on nitrogen use efficiency associated traits in oilseed rape. Journal of Experimental Botany,70(6):1969–1986, doi: 10.1093/jxb/erz044

Zuchtfortschritt für NUE unter 2 N-Düngestufen



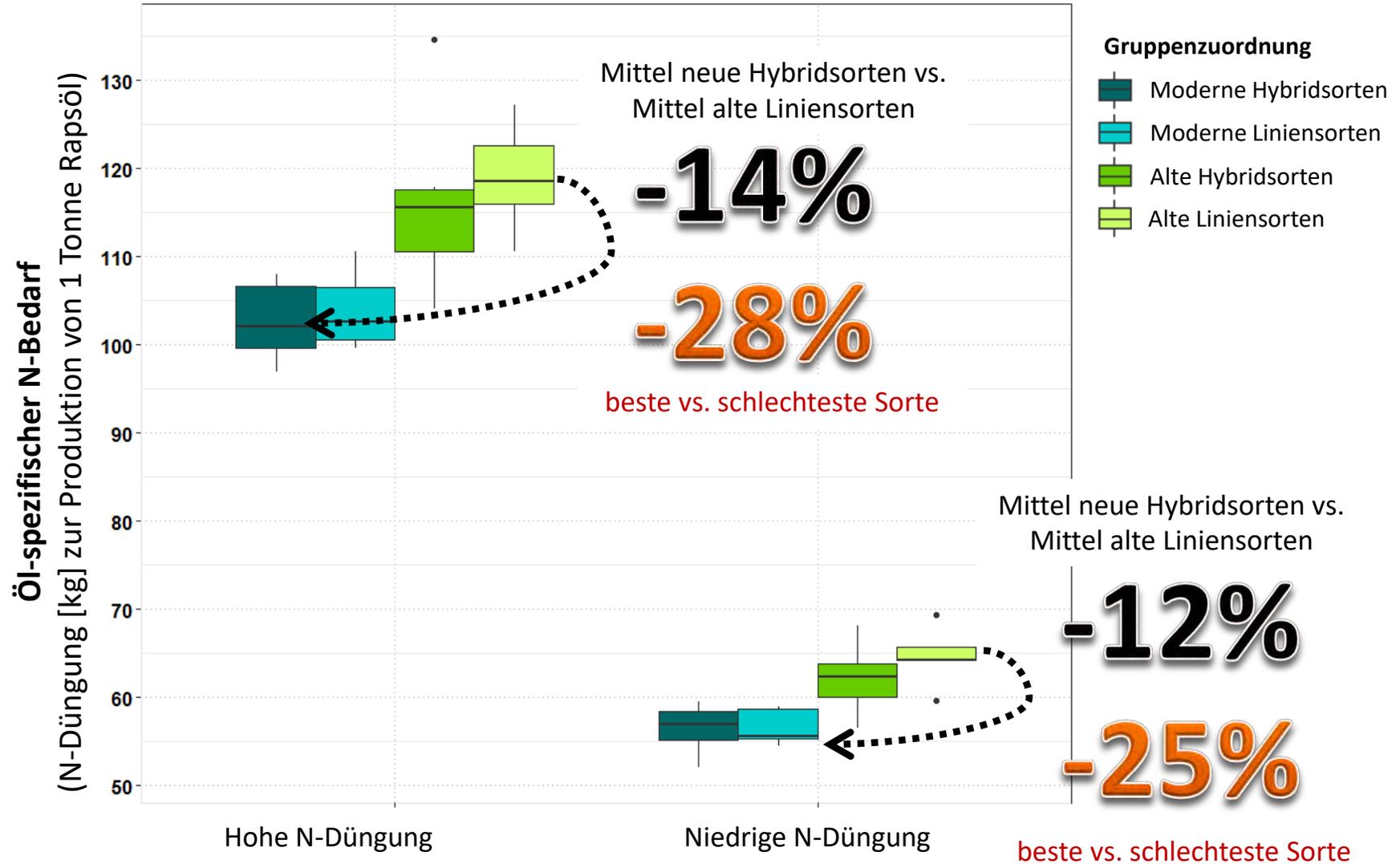
	1) Niedrige N-Düngung	2) Hohe N-Düngung
2014/2015		
1. N-Gabe	120 kg N	120 kg N
2. N-Gabe	-	100 kg N
2015/2016		
1. N-Gabe	65 kg N	120 kg N
2. N-Gabe	55 kg N	100 kg N

-  Moderne Hybridsorten
-  Moderne Liniensorten
-  Alte Hybridsorten
-  Alte Liniensorten

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

Öl-spezifischer N-Bedarf

als N-Düngebedarf zur Produktion von einer Tonne Rapsöl; Effekt durch rund zwei Dekaden Rapszüchtung



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



Welchen Beitrag
leistet die Pflanzenzüchtung
im Weizen?

Messung des Zuchtfortschrittes in Weizen

... anhand von 191 Winterweizensorten mit Zulassungsjahren zwischen 1966 und 2013

Standort	Boden	mittl. Temperatur [°C]	mittl. Niederschlag [mm]
Kiel	Sandiger Lehm	8,8	760
Quedlinburg	Schwarzerde (Löß)	8,9	497
Hannover	Schluffiger Lehm (Löß)	8,9	654
Bonn (Klein Altendorf)	Luvisol (Löß)	9,4	603
Rauischholzhausen	Braunerde (Löß)	8,5	605
Groß-Gerau (GG)	Sandboden (teilw. Lehmiger Sand)	9,8	600

Behandlungsstufen		N-Düngung (inkl. N _{min})	Insektizide und Fungizide
BS1	LowN/NoF	110 kg ha ⁻¹	Nein
BS2	LowN/HiF	110 kg ha ⁻¹	Ja (standortüblich)
BS3	HiN/NoF	220 kg ha ⁻¹	Nein
BS4	HiN/HiF	220 kg ha ⁻¹	Ja (standortüblich)

17.161 Ernteparzellen, ~250.000 phänotypische Werte

Derzeit eine der größten und umfassendsten Studien zur Erfassung des Zuchtfortschrittes in Winterweizen



Merkmale:

- Kornertrag
- TKG
- Körner pro Ähre
- Anzahl ährentragender Halme
- Gelbrost
- Mehltau
- Pflanzenhöhe
- Oberirdische Biomasse
- Harvest Index (HI)
- Proteingehalt
- Sedimentations Wert
- Fallzahl
- Canopy light interception
- Photosynthetic efficiency



Prof. H. Stützel (Koordin.),
T.-W. Chen, C. Lichthardt



Prof. H. Kage,
T. Rose, S. Nagler



Prof. J. Leon,
A. Ballvora



Prof. R. Snowdon,
Prof. W. Friedt,
B. Wittkop, A. Stahl



Prof. F. Ordon,
H. Zetzsche



Prof. A. Graner,
K. Neumann



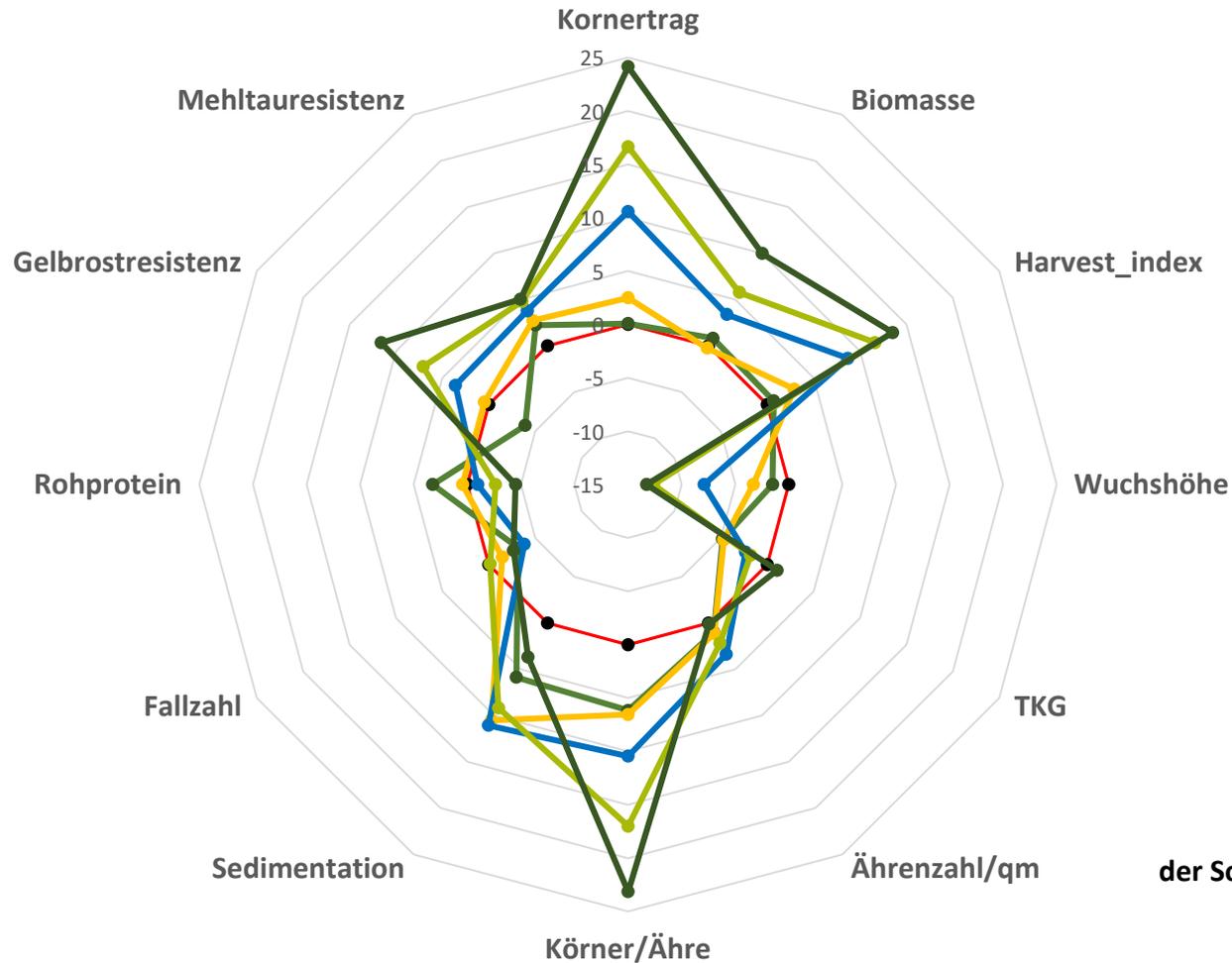
BMBF, 2015-2020



Nähere Informationen: www.briwecs.de

Zuchtfortschritt in Weizen

... gemessen unter low Input Bedingungen relativ zu Sorten im Zulassungszeitraum vor 1970



Dekade der
Sortenzulassung

- <1970
- <1980
- <1990
- <2000
- <2010
- <2014

Zwischenergebnis:

- Im Schnitt aller 191 Sorten wird ein Zuchtfortschritt von etwas mehr als 30 kg/(ha*a) erreicht.
- Das bedeutet: Heute wird mit dem gleichen Einsatz von Stickstoffdünger alleine durch Züchtung 1,6 t/ha mehr Weizenertrag erreicht als vor rund 50 Jahren.

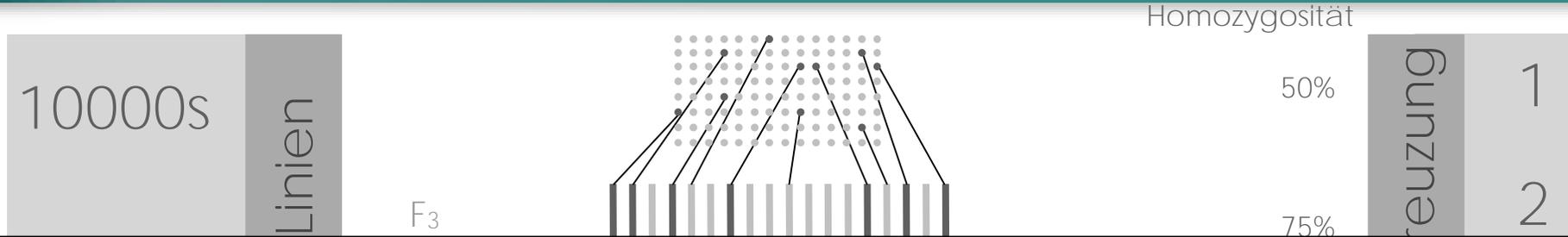
Basis: mittlere Sortenleistung
der Sorten mit Zulassungsjahren <1970

Vorläufige Darstellung, Voss-Fels, Stahl, Wittkop et. al.

Wie geht's weiter...?



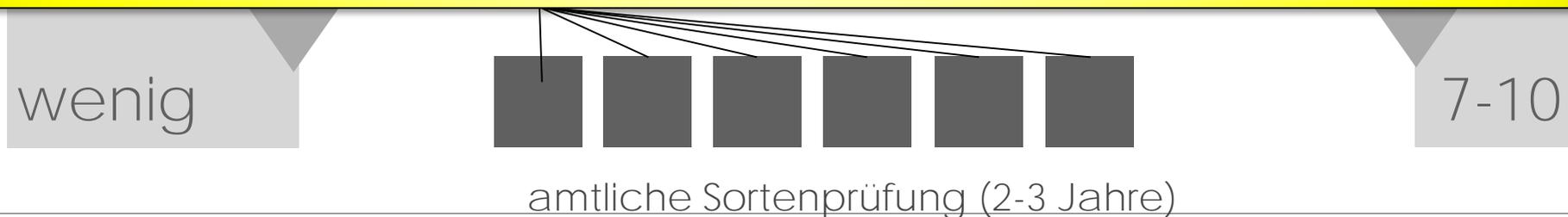
Der lange Weg von der Kreuzung zur Sorte



Lange Entwicklungszyklen in der Züchtung implizieren eine kontinuierliche Anpassung.

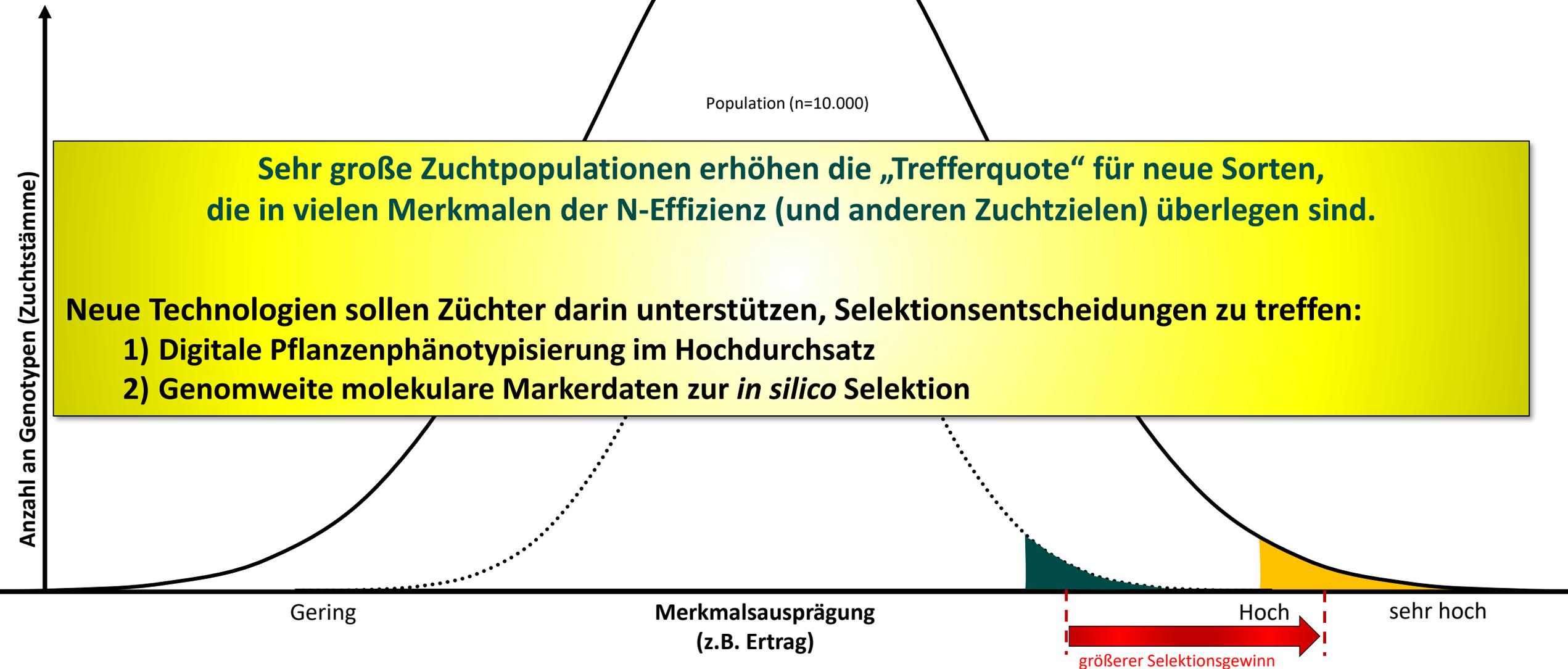
Eine Reduktion der N-Düngung im Zuchtgarten und im Sortenprüfwesen führt zu einer kontinuierlichen Selektion auf höhere N-Effizienz!

(Allerdings steigt gewöhnlich bei niedrigen N-Gaben der Fehler im Versuchswesen und damit sinkt die Prüfgenaugkeit unter sonst gleichen Bedingungen)



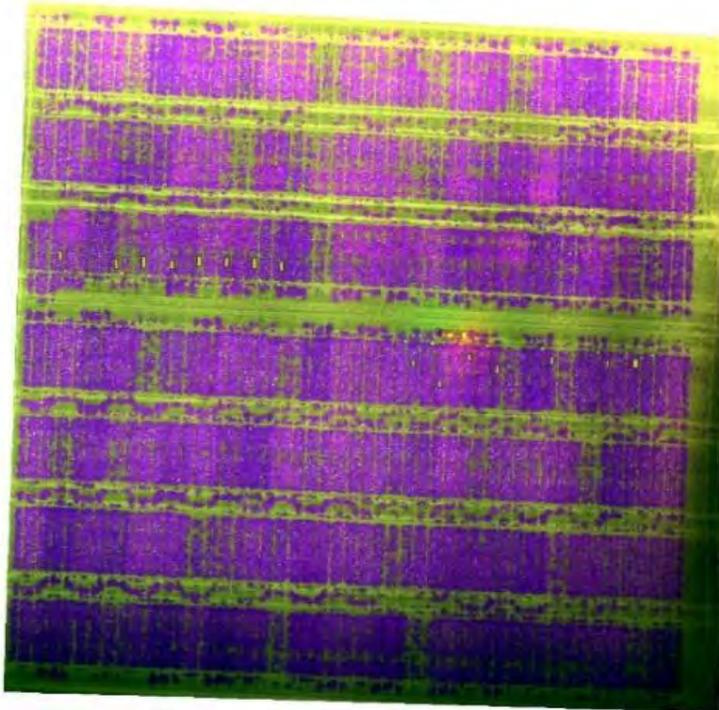
Selektionsgewinn durch größere Populationen

... erfordert neue Technologien, um Pflanzenmaterial zu beschreiben und markergestützt zu selektieren.



„Vermessung“ der Forschungs- und Zuchtgärten

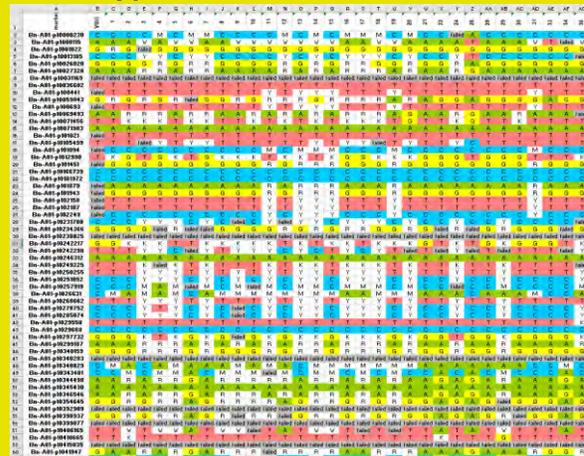
Digitale Technologien ermöglichen vegetationsbegleitend das Verhalten der Genotypen zu erfassen.



Gesamtpopulation

- wird nur genomisch untersucht
- kein Anbau im Feld

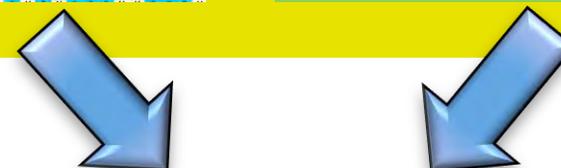
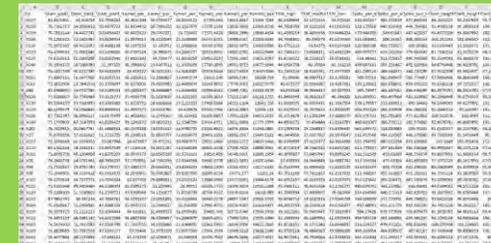
Genotyp x Marker-Matrix



Trainingspopulation

- repräsentative Stichprobe
- wird genomisch untersucht und im Feld geprüft.

Genotyp x Phänotyp-Matrix



Modellbildung

Jeder Mutation wird ein Effekt auf das entsprechende Merkmal zugeordnet



In Silico Selektion

Die Gruppe der aussichtsreichsten Genotypen wird vorselektiert und nur diese Fraktion wird im Feld geprüft.

Forschung ist Teamwork

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Projektleitung

- Prof. Dr. Rod Snowdon
- Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Friedt
- Dr. Benjamin Wittkop

Doktorandin:

- Katharina Tyson

Studenten

- Paul Vollrath (Master)
- Mara Pfeifer (Master)
- Derek Wright (Master)
- Sergej Nagornyj (Bachelor)
- Pascal Ganz (Bachelor)
- Isabelle Deppe

- Razvan Atodiresei (Inter Uni Iasi)
- Murat Multucan (Inter Uni Izmir)
- Cosmin Corneliu (Inter Uni Iasi)

HiWis:

- Sebastian Brinker
- Steffen Riedmeier
- Stjepan Vukasovic

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

- Institut für Pflanzenzüchtung
- Versuchsstation Rauischholzhausen

Allen Mitarbeitern des BRIWECS-Projektes!

Nähere Informationen: www.briwecs.de

Technische Assistenz

- Petra Degen
- Birgit Keiner
- Annette Plank
- Markus Kolmer
- Rosa Allerdings
- Anja Pörtl
- Lisa Unterberg
- Svetlana Renner
- Stavros Tzigos
- Nelly Weis
- Mechthild Schwarte
- Karlheinz Balzer
- Maximilian Henning
- Bernhard Schick
- Dr. Lothar Behle-Schalk

Versuchsansteller und Projektpartner

- **Asendorf** (Jutta Ahlemeyer,
Dorothee Varelmann)
- **Bovenau** (Wolfgang Sauermann)
- **Nienstädt** (Rüdiger Beißner,
Simone Sendke, Pia Roppel)
- **Moosburg** (Xaver Zellner,
Stephan Priglmeier)
- **Rosenthal** (Stefan Abel,
Maximilian Leps)

und vielen mehr!

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!