

Züchtung als Grundlage eines leistungsfähigen Ackerbaus

Praktikerdialog Wasser-Landwirtschaft

Andreas Stahl

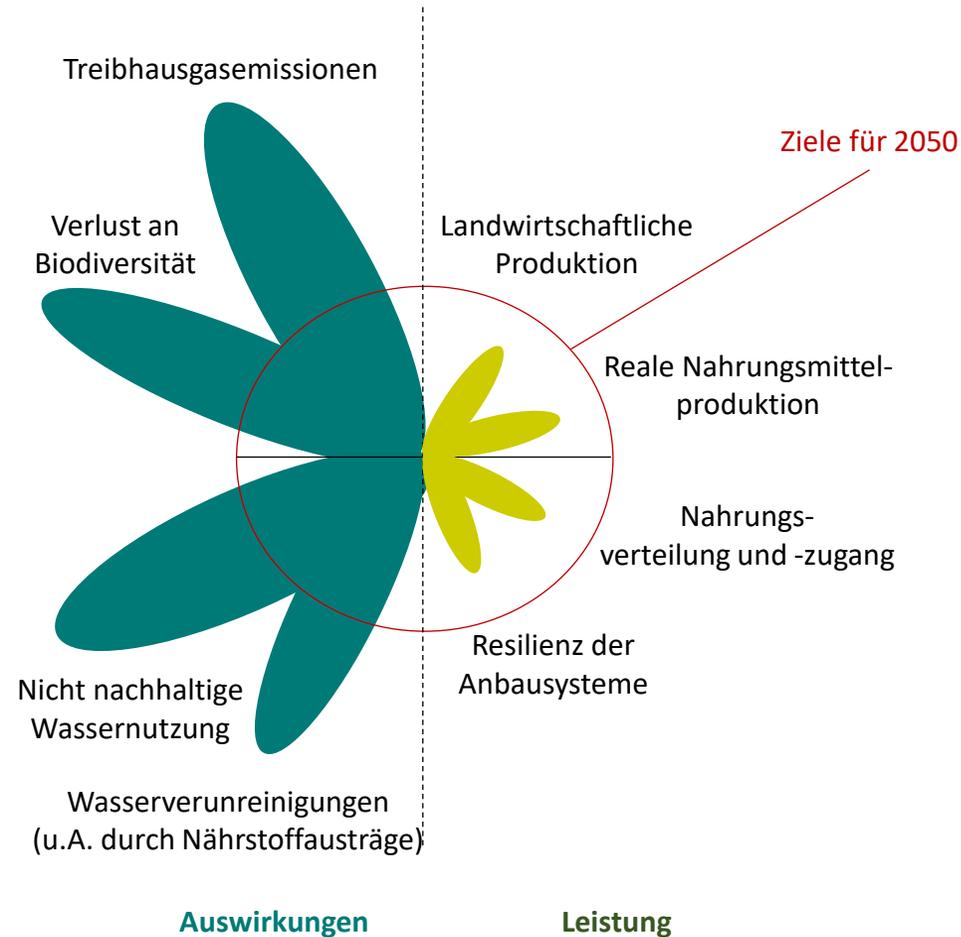
Gersfeld | 28. November 2022



Die Herausforderungen für die landwirtschaftliche Produktion



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



https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

Modifiziert nach JA Foley *et al. Nature*, 1-6 (2011) doi:10.1038/nature10452

Ertragsfunktion für Stickstoff

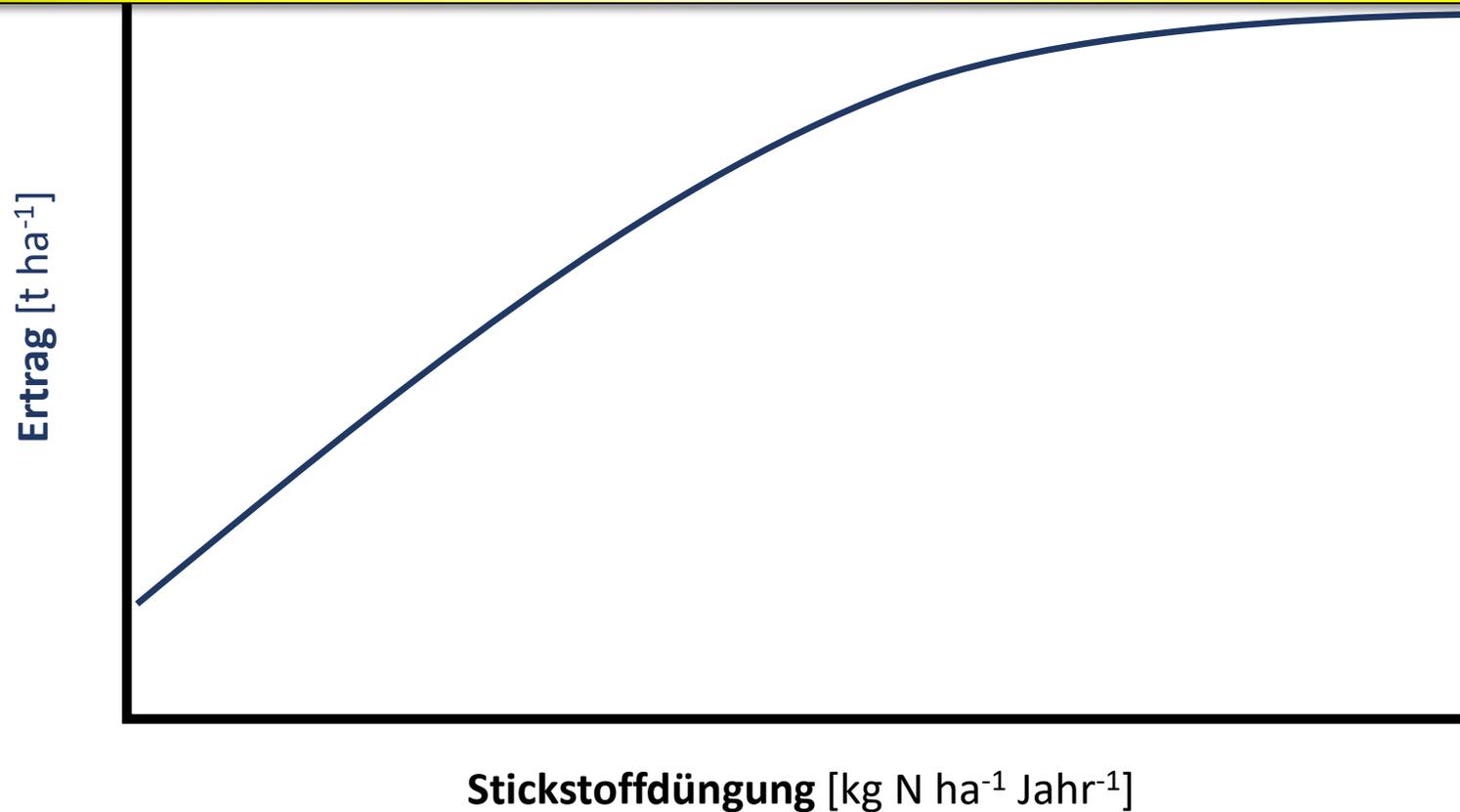
Prinzip vom abnehmenden Grenzertrag



Gesetz des abnehmenden Grenzertrages:

Mit zunehmender N-Düngung sinkt der zusätzliche Ertragsanstieg.

Die N-Verluste steigen mit zunehmender N-Düngung gewöhnlich an (bei sonst gleichen Bedingungen).



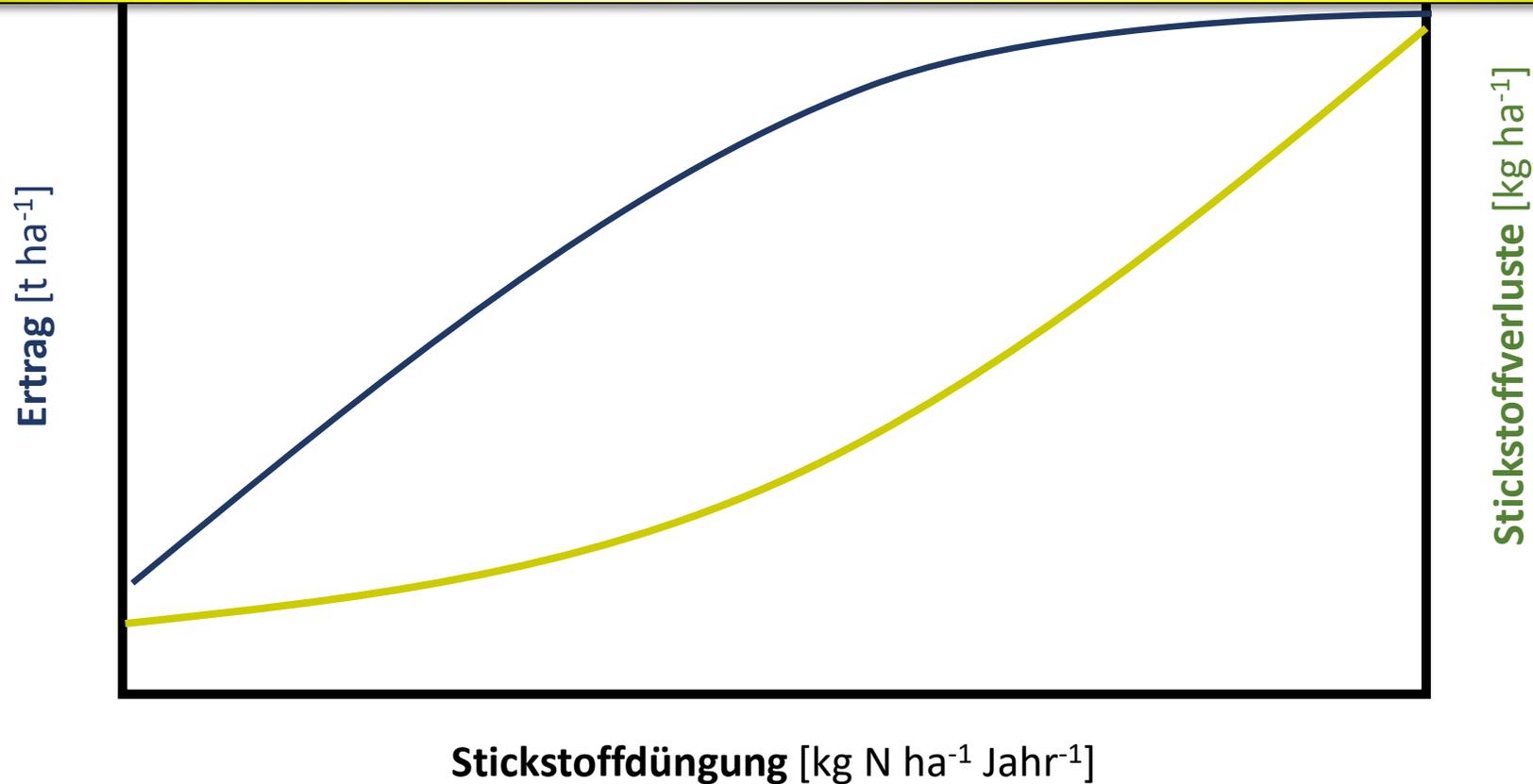
Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt und gilt unter dem *ceteris paribus* Prinzip: Nur der Faktor N wird variiert.

Ertragsfunktion für Stickstoff

Prinzip vom abnehmenden Grenzertrag



Gesetz des abnehmenden Grenzertrages:
Mit zunehmender N-Düngung sinkt der zusätzliche Ertragsanstieg.
Die N-Verluste steigen mit zunehmender N-Düngung gewöhnlich an (bei sonst gleichen Bedingungen).

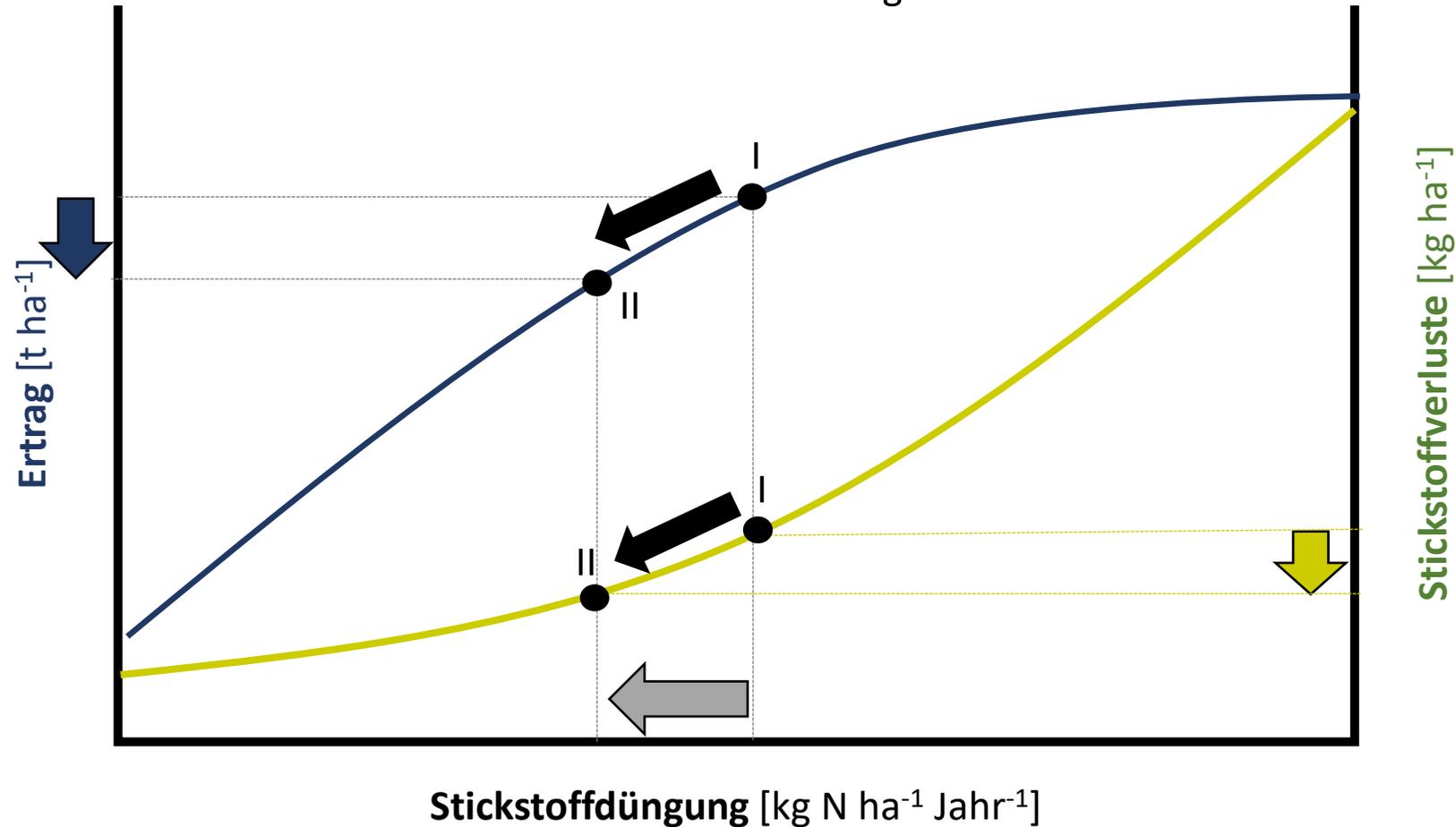


Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt und gilt unter dem *ceteris paribus* Prinzip: Nur der Faktor N wird variiert.

Ertragsfunktion für Stickstoff

Ein Beispiel zur Verbesserung der N-Effizienz

Ausschließliche Reduktion der N-Düngung führt zwar zu reduzierten Verlusten aber auch Ertragsverlusten.



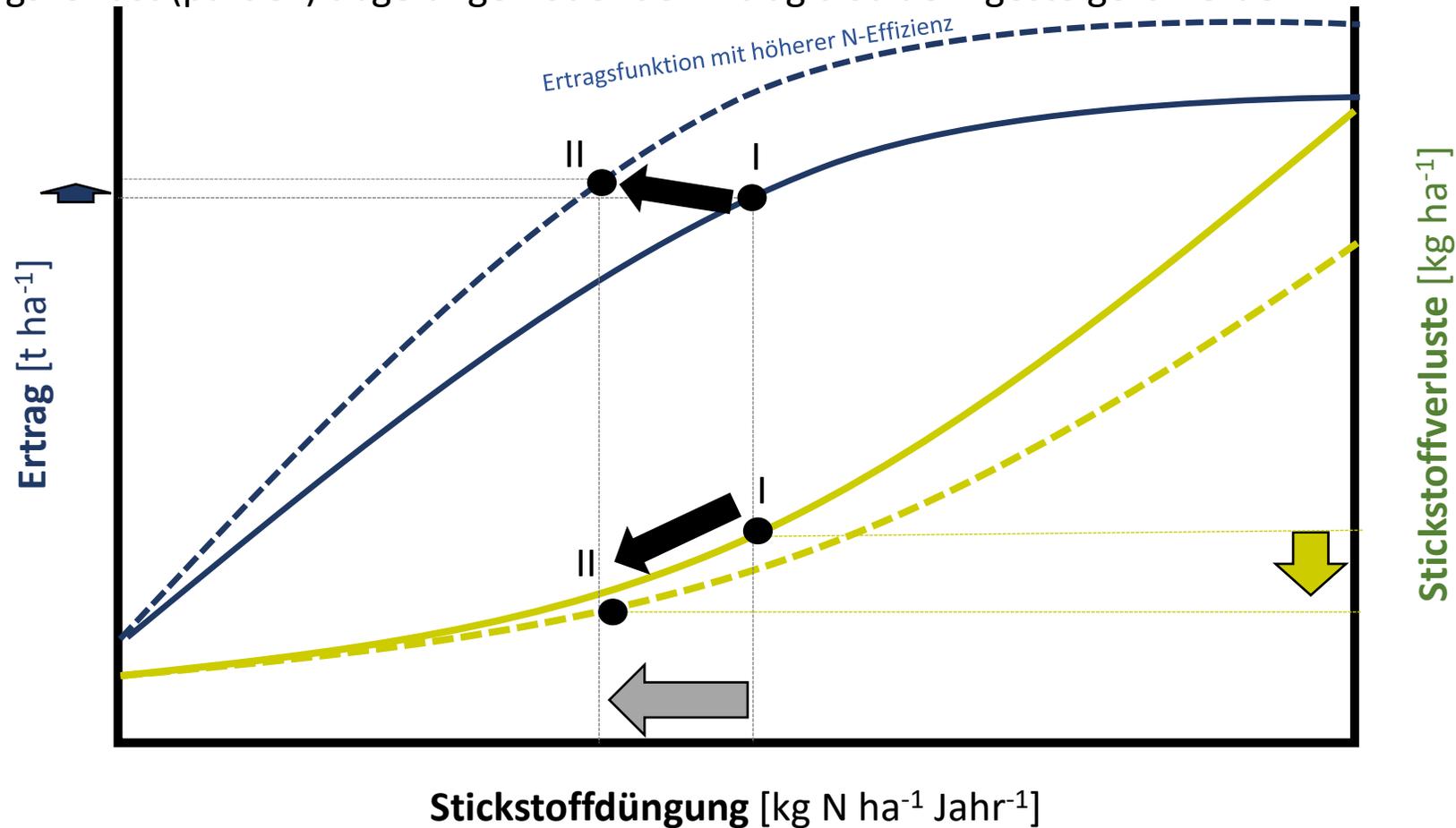
Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt.

Ertragsfunktion für Stickstoff

Ein Beispiel zur Verbesserung der N-Effizienz

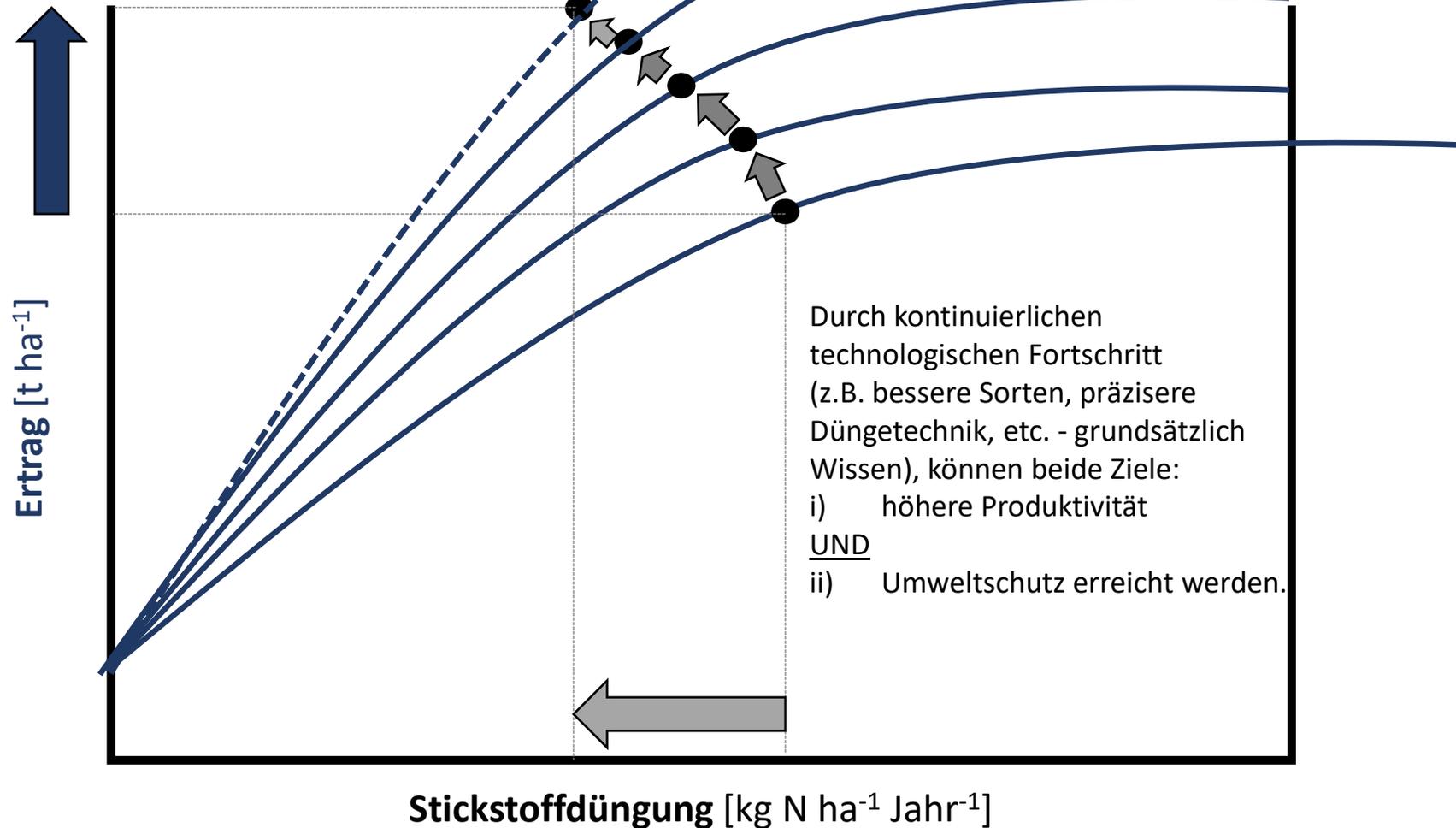


Durch Fortschritt (z.B. bessere Sorten) kann der durch eine reduzierte N-Düngung bedingte Ertragsverlust (partiell) abgefangen oder der Ertrag trotzdem gesteigert werden.



Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt.

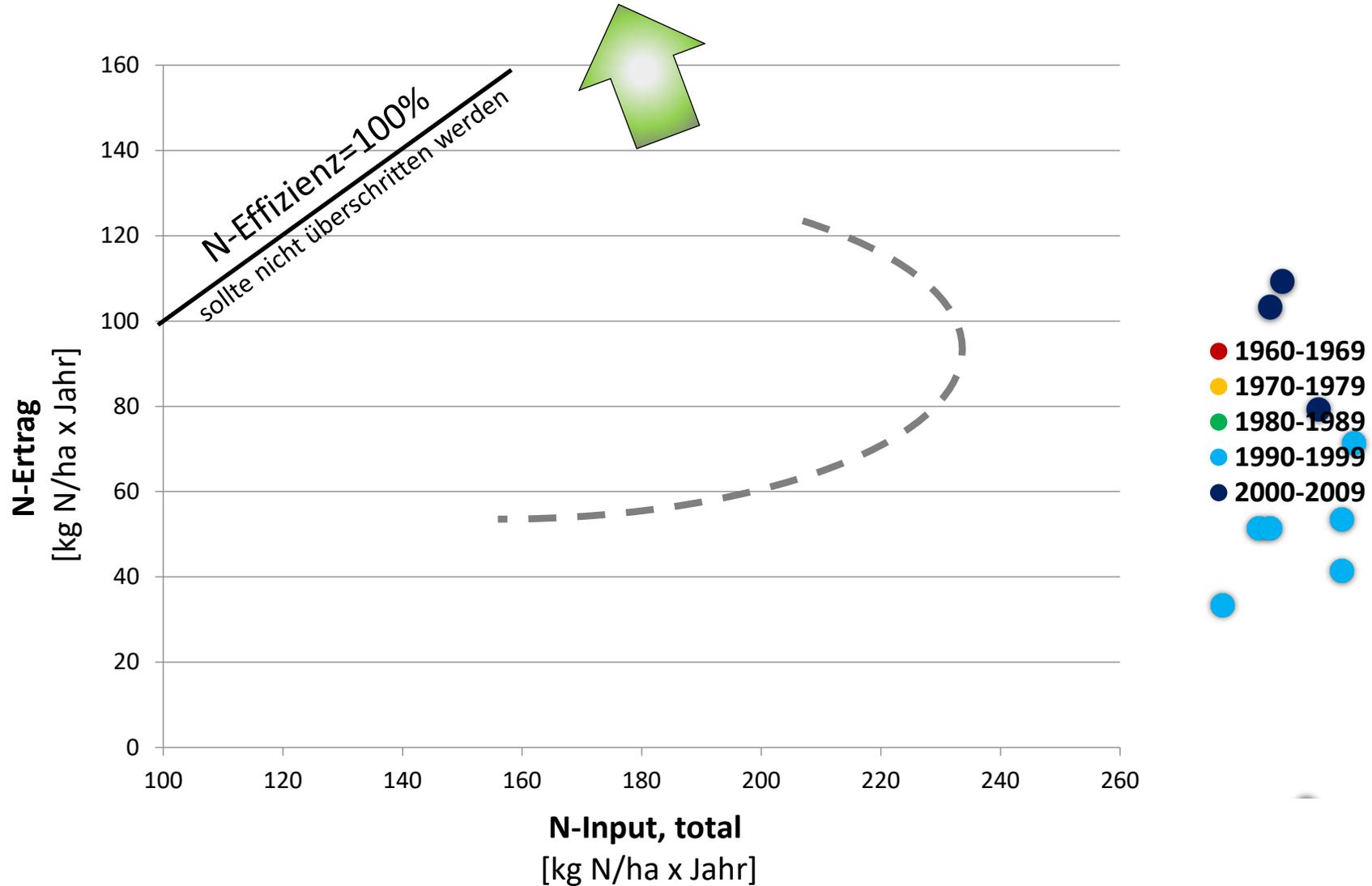
Mittelfristiges Szenario



Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt und gilt unter dem *ceteris paribus* Prinzip: Nur der Faktor N wird variiert.

Entwicklung der N-Effizienz in Deutschland

von 1961 bis 2009, über alle Produktionsverfahren und Kulturen





**Welchen Beitrag
leistet die Pflanzenzüchtung?**

Versuchsaufbau



Liste der untersuchten Hybrid- und Liniensorten

A. neue Hybridsorten	Zulassungsjahr
Thure (HZH)	2014
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	Zulassungsjahr
Exocet	2005
Taurus	2004
Baldur	2002
Elektra	2002
Ryder	2000
Artus	1997

C. neuere Liniensorten	Zulassungsjahr
Patron	2012
Trinity	2012
Adriana	2007
Lorenz	2005
Oase	2004

D. ältere Liniensorten	Zulassungsjahr
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 (2015 & 2016)

Biomasse- & Kornernte

3 Wiederholungen



Komponenten der N-Effizienz



N-Effizienz

$$\left[\frac{\text{Kornertrag [kg]}}{\text{N gedüngt [kg]}} \right]$$



N-Aufnahme-
effizienz

$$\frac{\text{N in Biomasse [kg]}}{\text{N gedüngt [kg]}}$$

x

N-Verwertungs-
effizienz

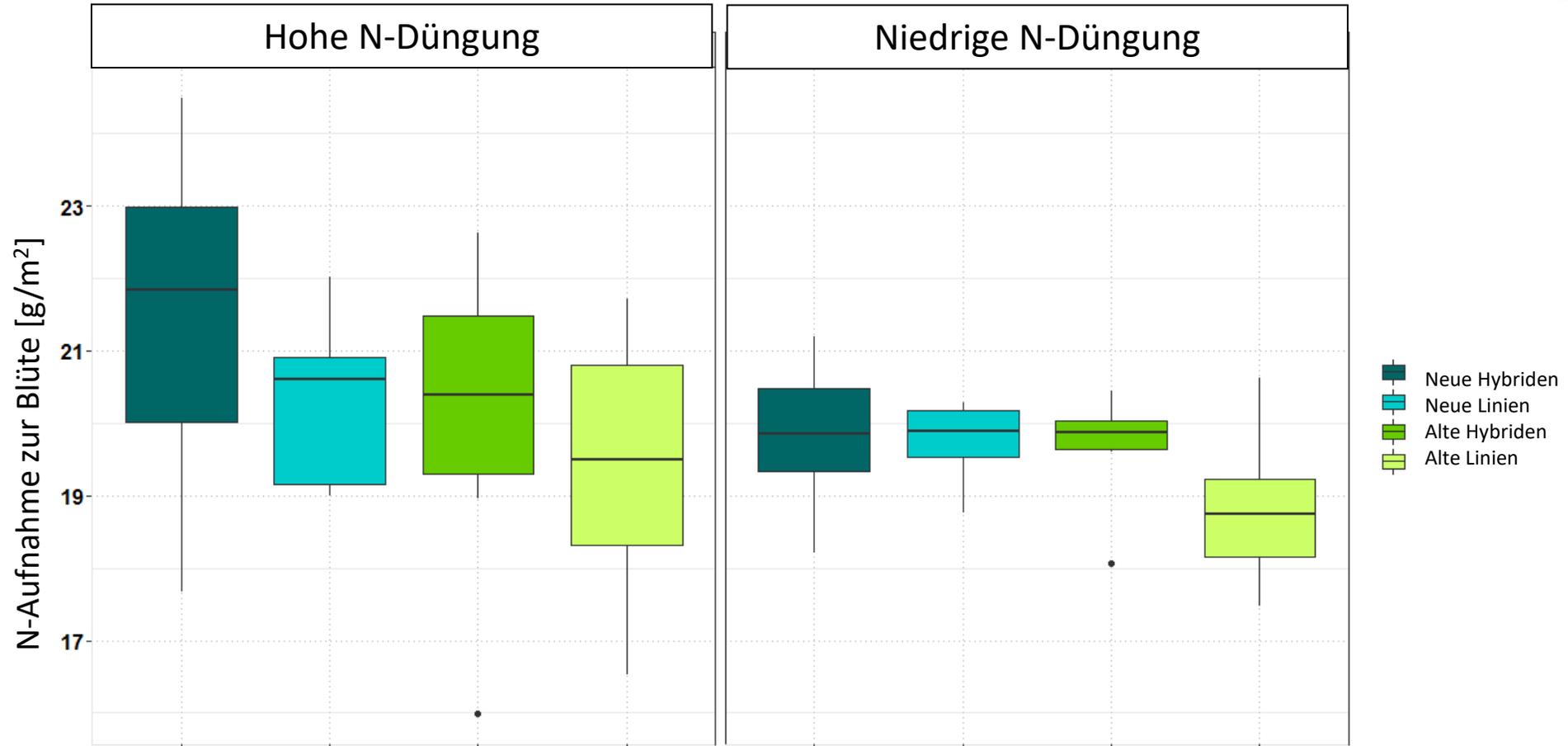
$$\frac{\text{Kornertrag [kg]}}{\text{N in Biomasse [kg]}}$$

Ernte zur Vollblüte

Zur Bestimmung der N-Aufnahme bis zur Blüte

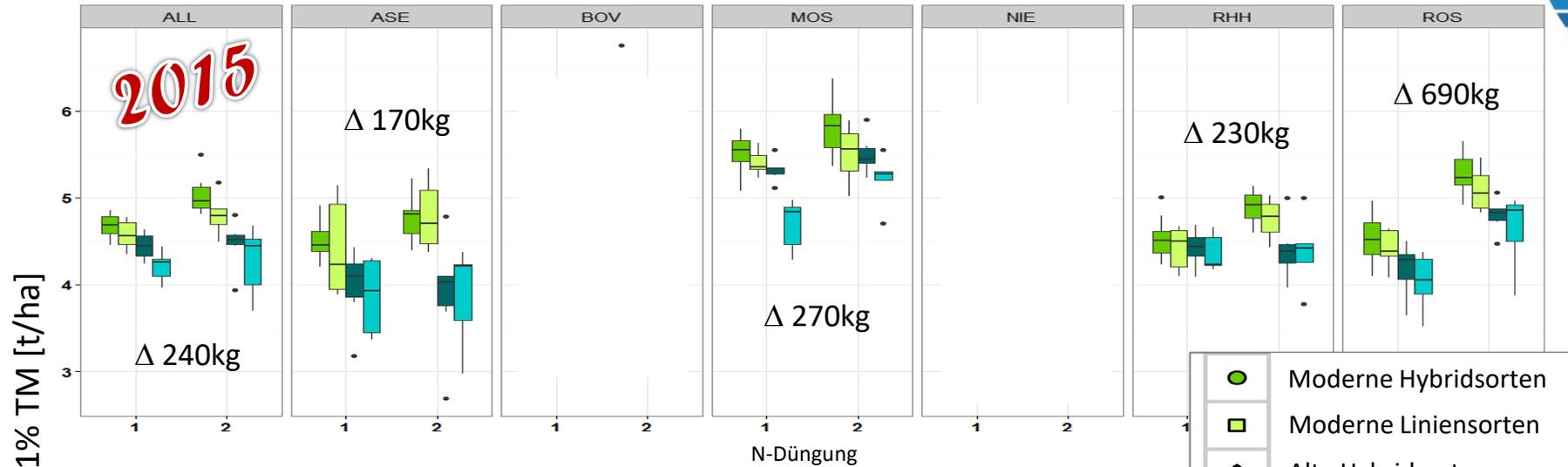


N-Aufnahme bis zur Blüte



Raps hat kein Problem bzgl. der N-Aufnahme. Moderne Sorten nehmen in der Tendenz mehr N auf als alte.

Kornerträge des ersten Versuchsjahres

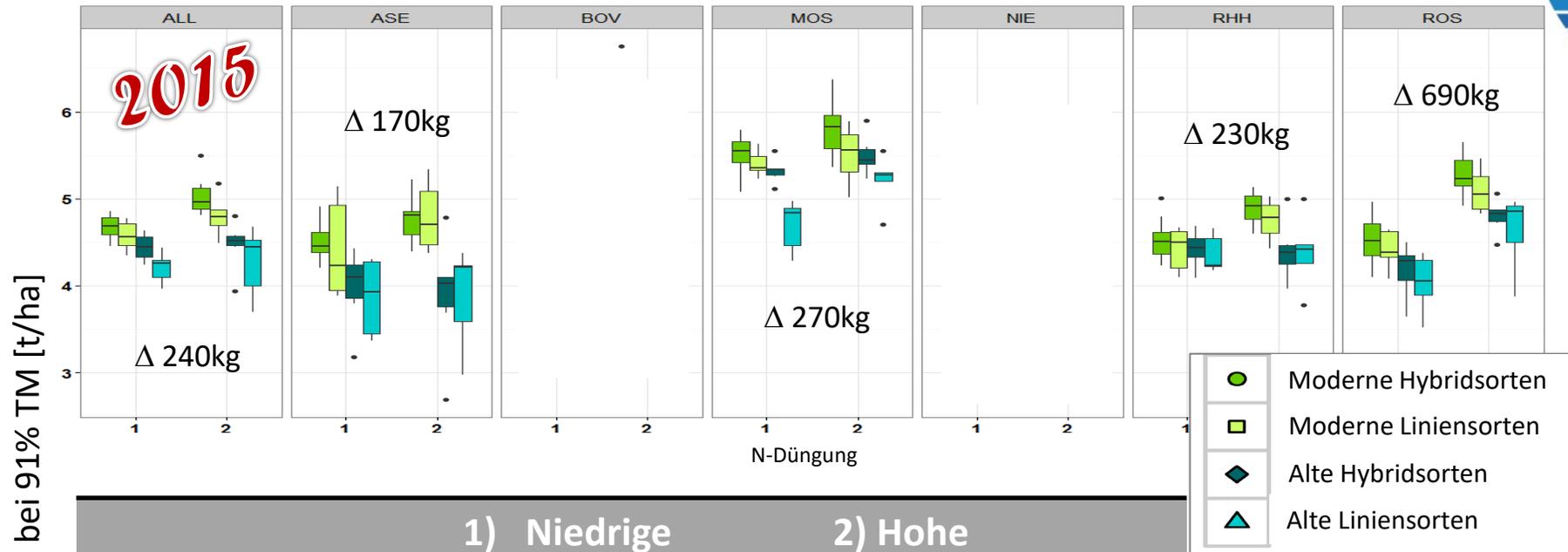


Kornertrag bei 91% TM [t/ha]

	1) Niedrige N-Düngung	2) Hohe N-Düngung
2015		
1. N-Gabe	120 kg N	120 kg N
2. N-Gabe	-	100 kg N



Kornerträge des ersten Versuchsjahres

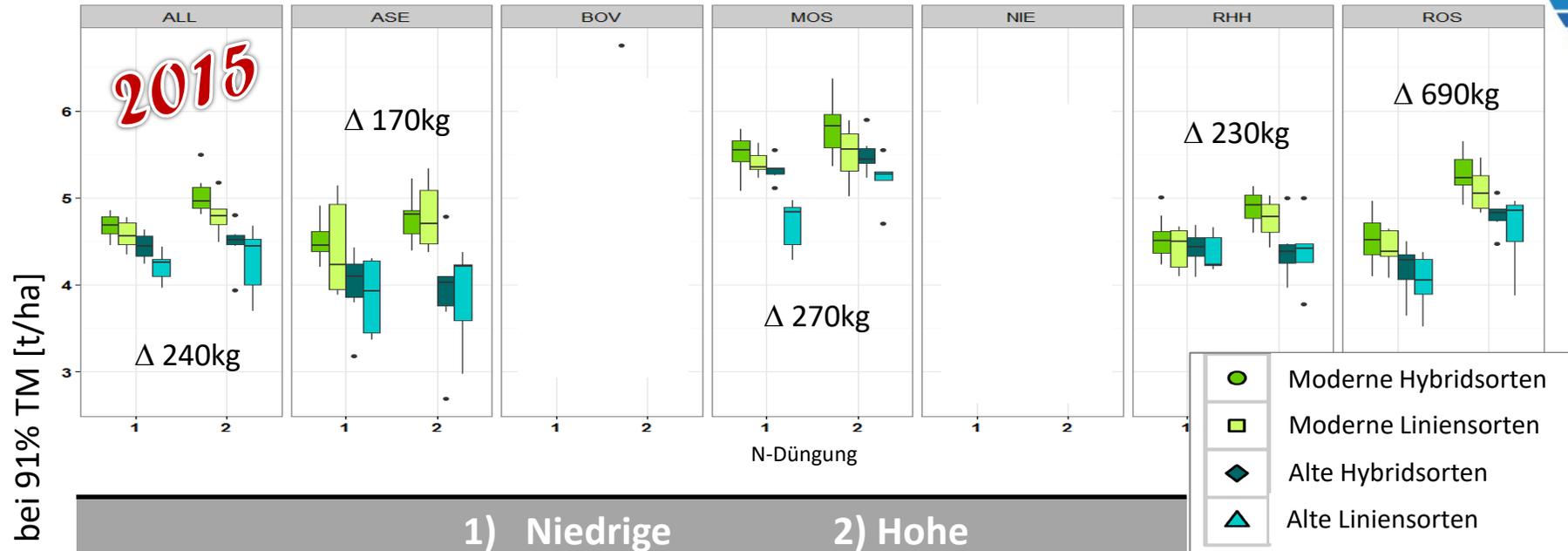


Kornertrag bei 91% TM [t/ha]	N-Düngung	
	1) Niedrige N-Düngung	2) Hohe N-Düngung
2015		
1. N-Gabe	120 kg N	120 kg N
2. N-Gabe	-	100 kg N



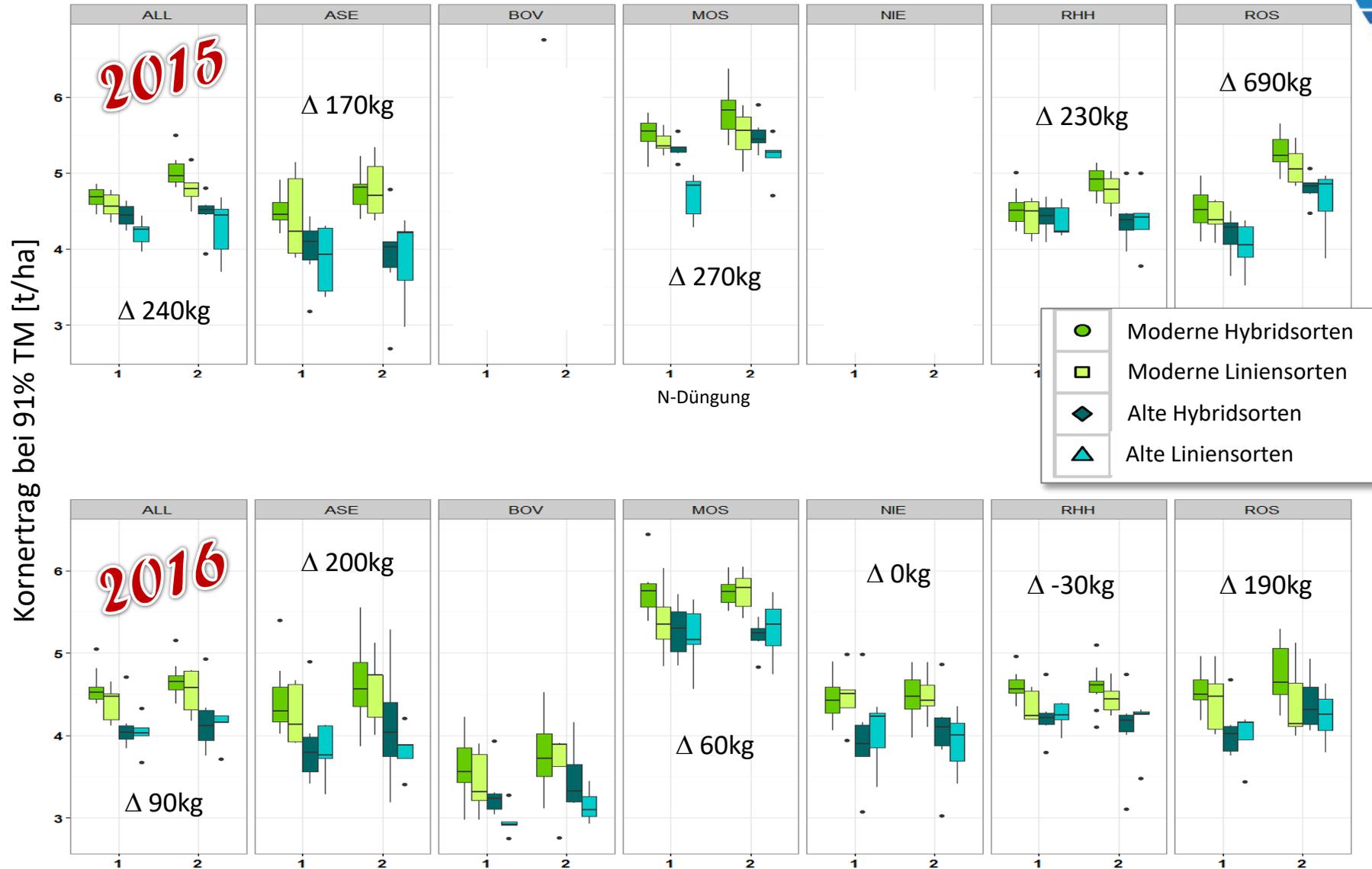
modifiziert nach: Stahl A, Pfeifer M, Frisch M, Wittkop B and Snowden RJ (2017) Recent Genetic Gains in Nitrogen Use Efficiency in Maize

Kornerträge des ersten Versuchsjahres



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

Kornerträge des ersten Versuchsjahres



modifiziert nach: 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

Sättigung der N-Düngefunktion

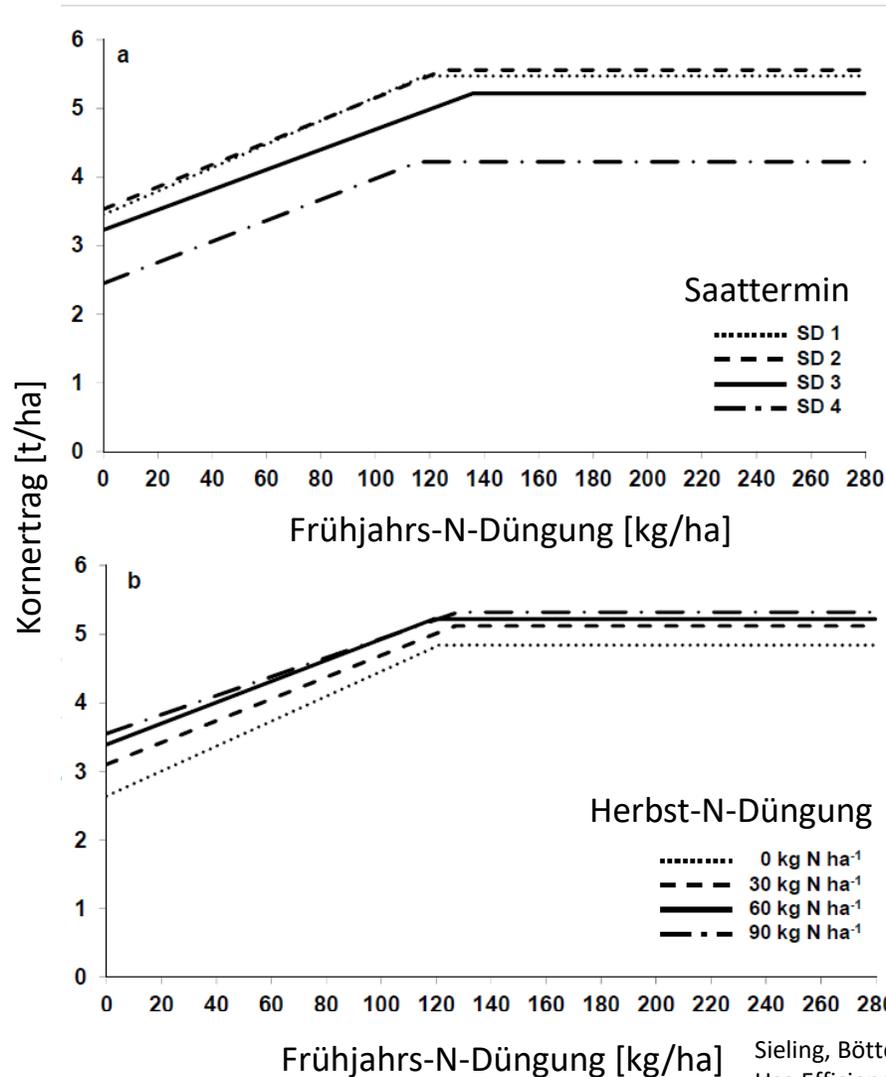
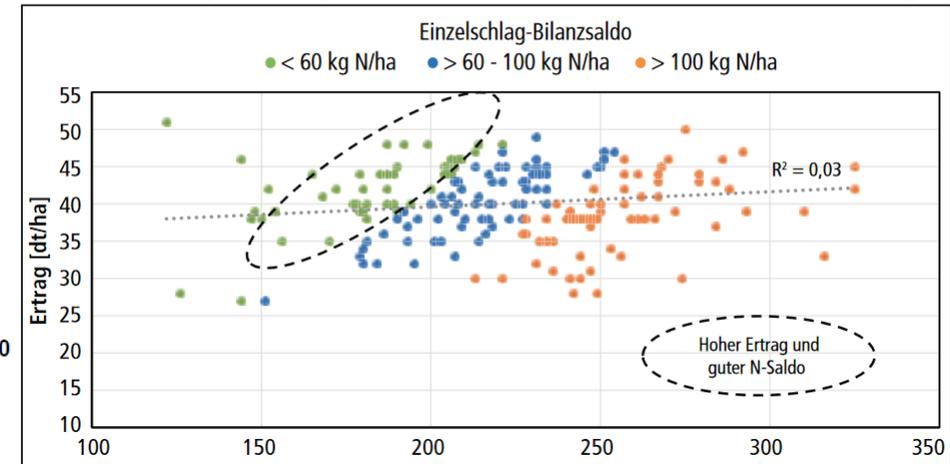


Abbildung 2: Beziehung zwischen der Gesamt-N-Düngung und dem Rapserttrag (BG 4+5, 2013 bis 2015, n = 268 Schläge)



BAUERNBLATT | 4. Juni 2016 ■

Frühjahrs-N-Düngung [kg/ha]

Andreas Frahm
 Dr. Fabian Köslin-Findeklee
 Dr. Franz Antony
 Ingus
 Tel.: 0 43 92-9 13 09 72
 info@ingus-net.de

Sieling, Böttcher und Kage (2017): Effect of Sowing Method and N Application on Seed Yield and N Use Efficiency of Winter Oilseed Rape. *Agronomy* 2017, 7(1), 21; doi:[10.3390/agronomy7010021](https://doi.org/10.3390/agronomy7010021)

N-Steigerungsversuche 2018-2020



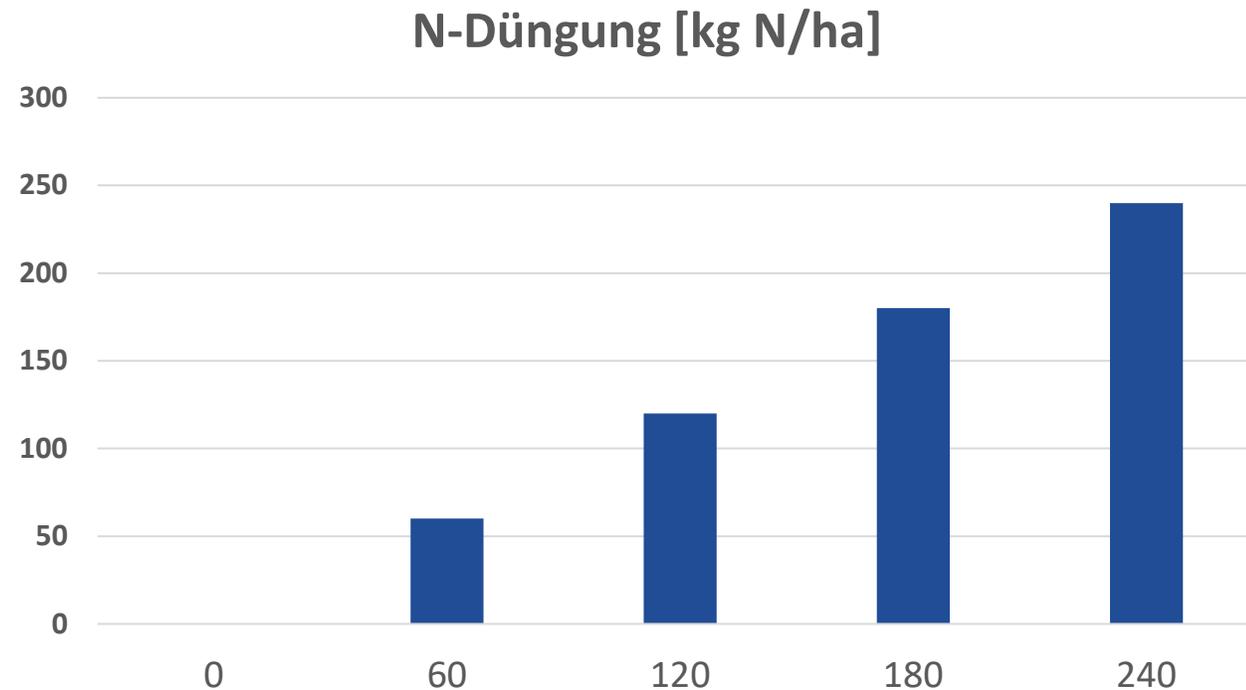
3 Standorte (Kiel, Groß Gerau, Rauschholzhausen)

5 N-Stufen
0 bis 240 kg N ha⁻¹ (inkl. N_{min})

7 Sorten

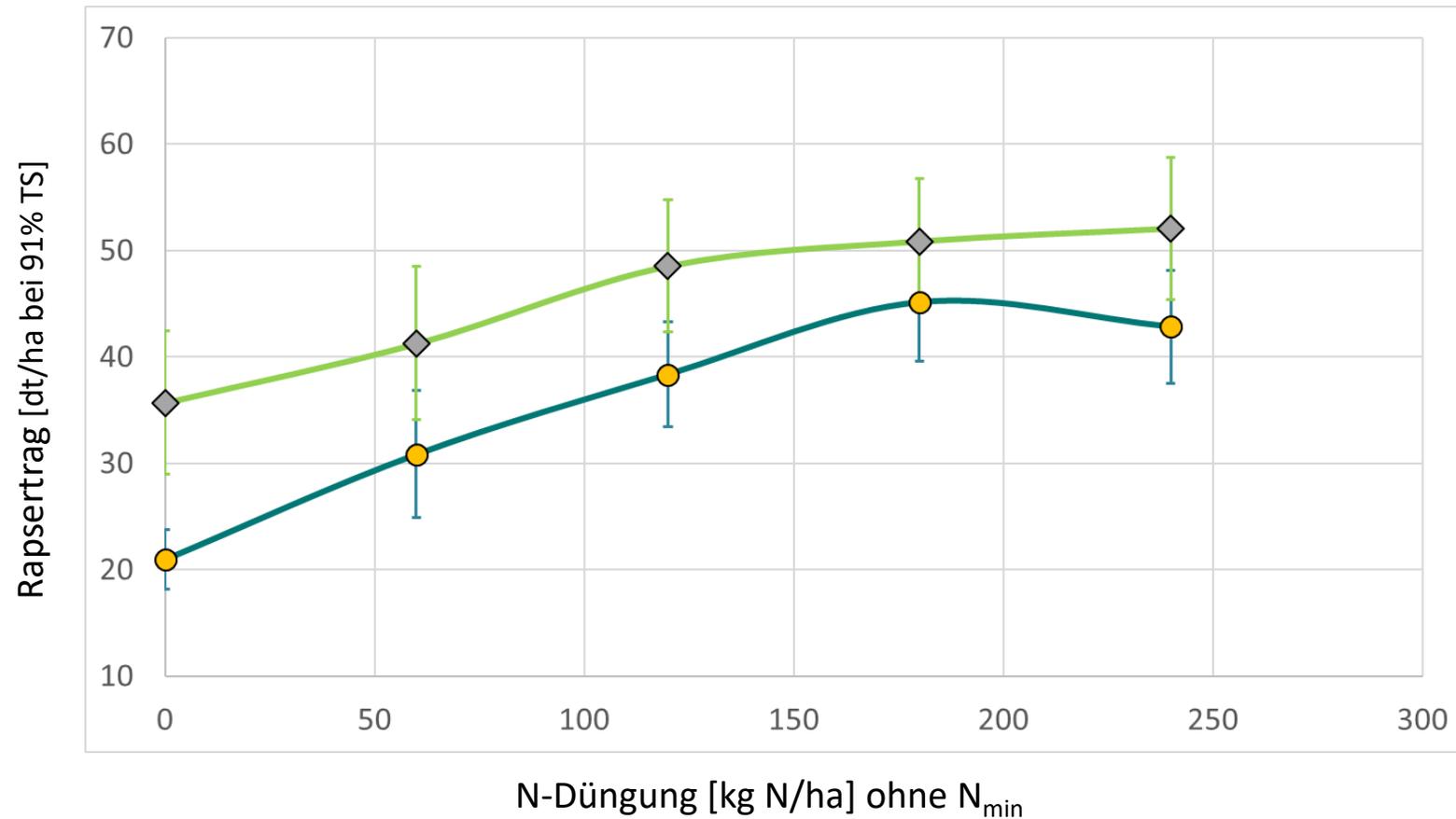
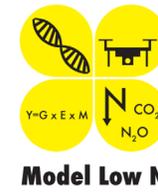
2 Jahre (Ernte 2019 & 2020)

3 Wiederholungen



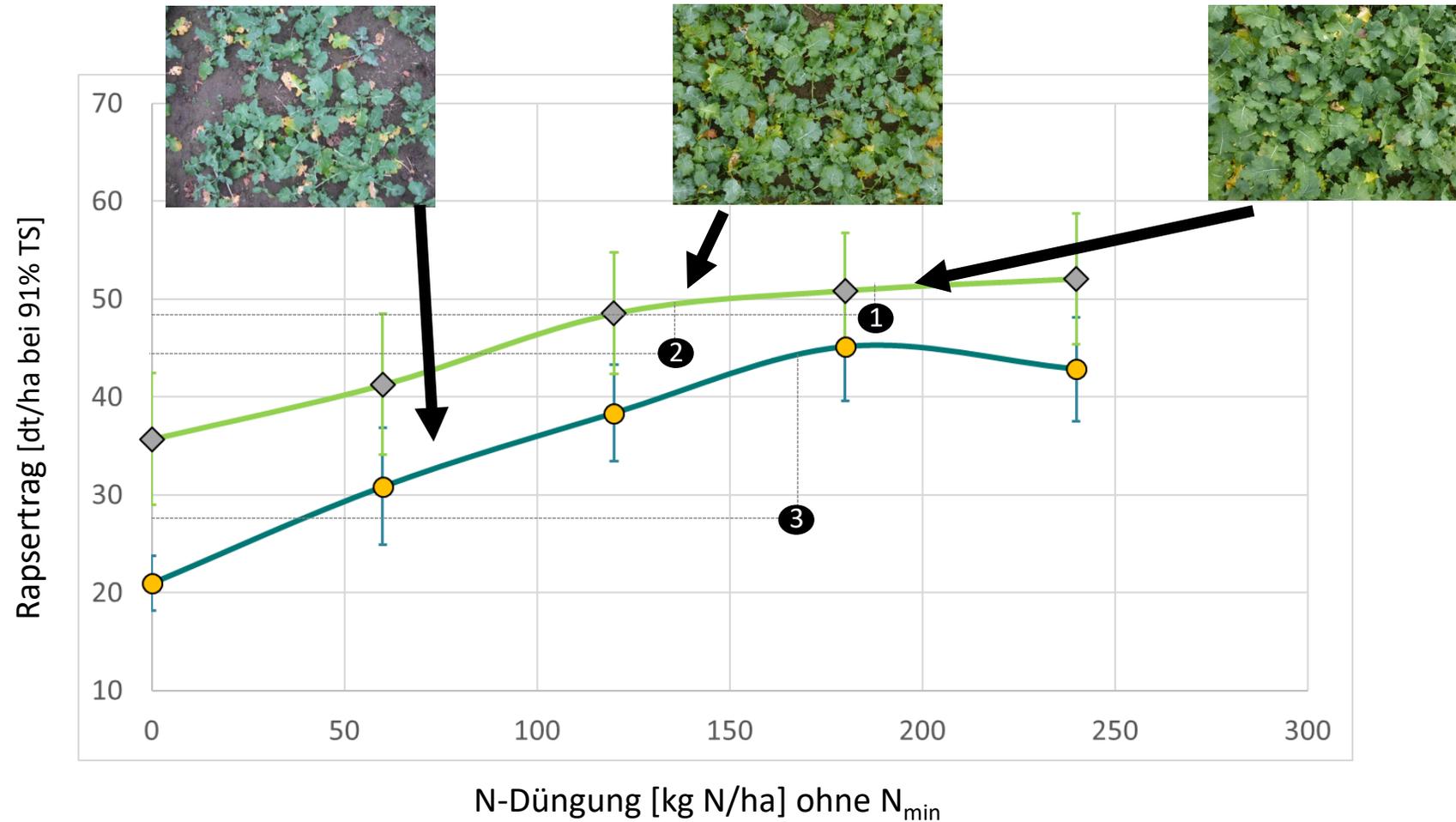
N-Steigerungsversuche 2018-2019

Wo steht der Raps? Wie gut ist er mit N versorgt?



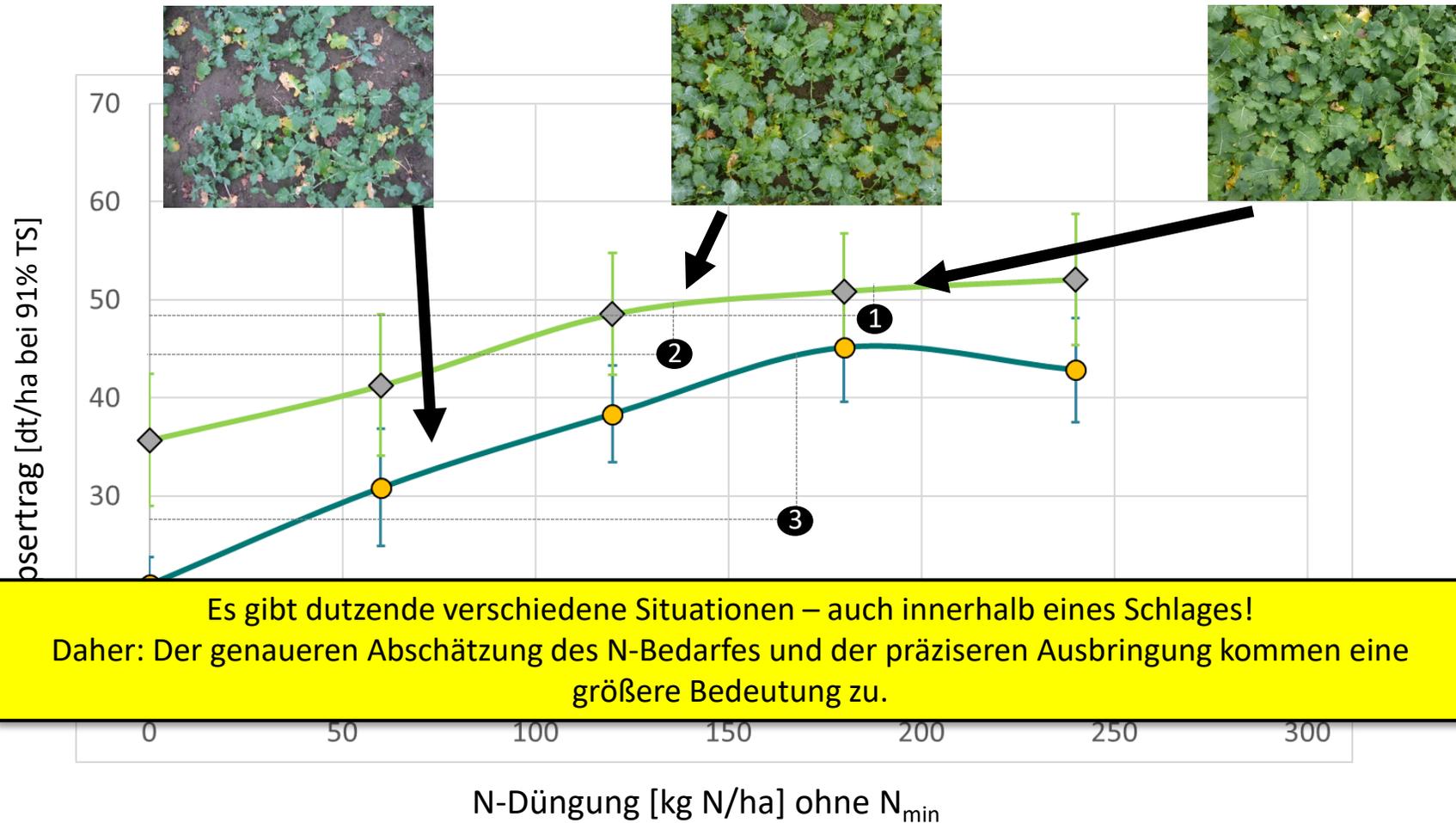
N-Steigerungsversuche 2018-2019

Wo steht der Raps? Wie gut ist er mit N versorgt?



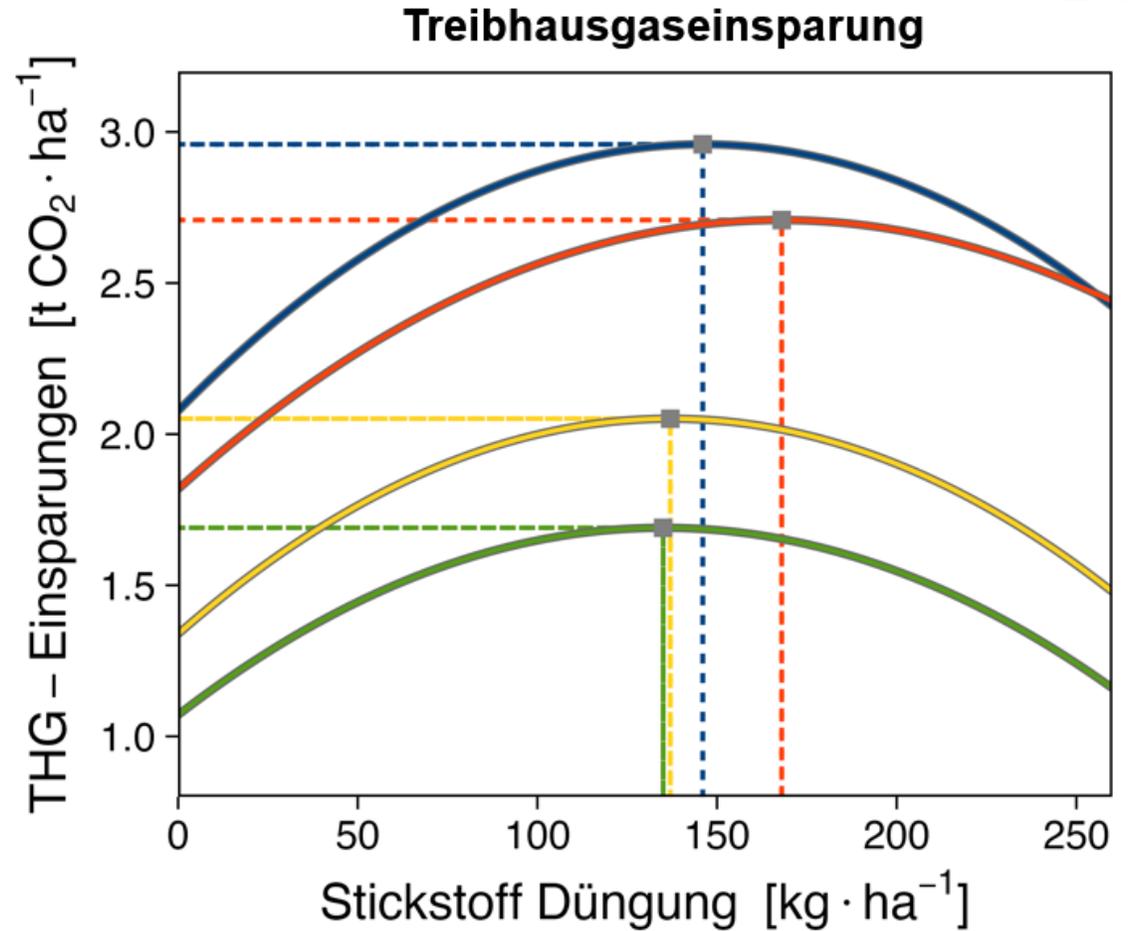
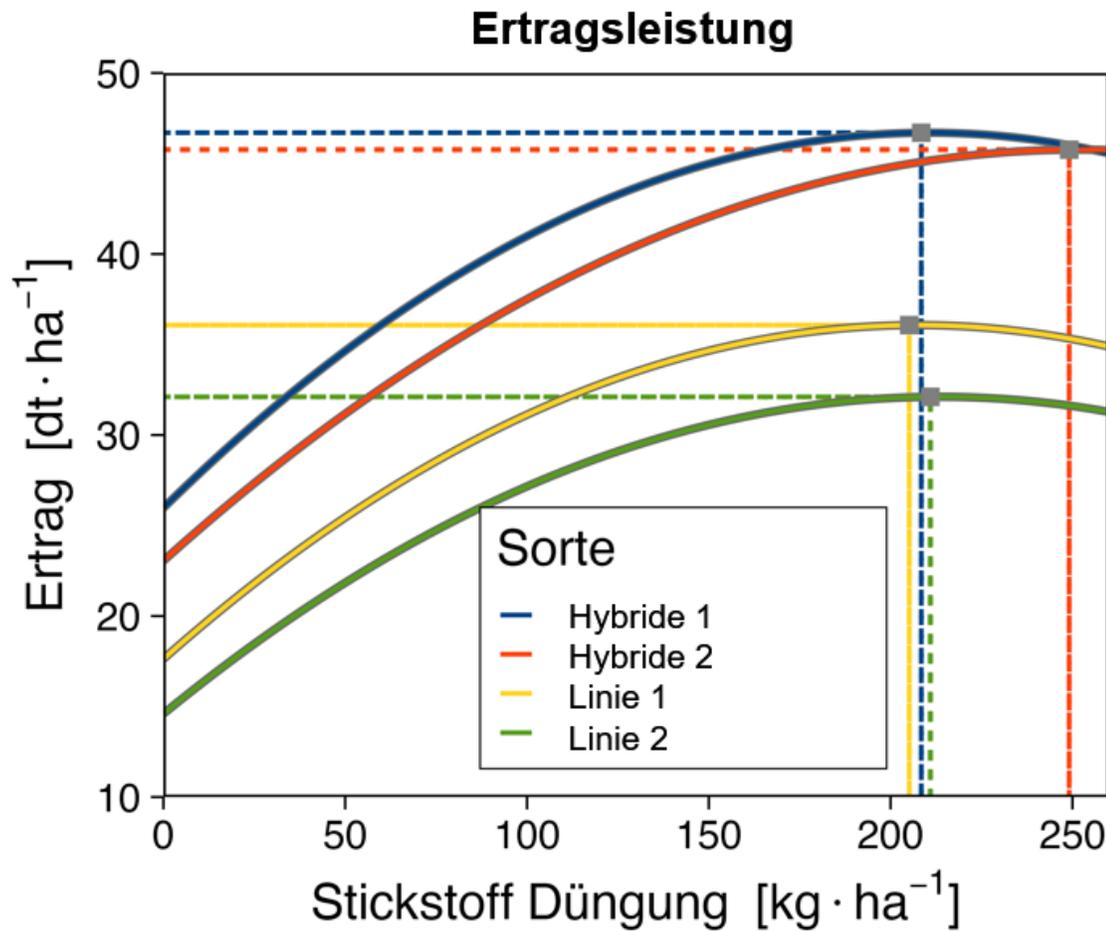
N-Steigerungsversuche 2018-2019

Wo steht der Raps? Wie gut ist er mit N versorgt?



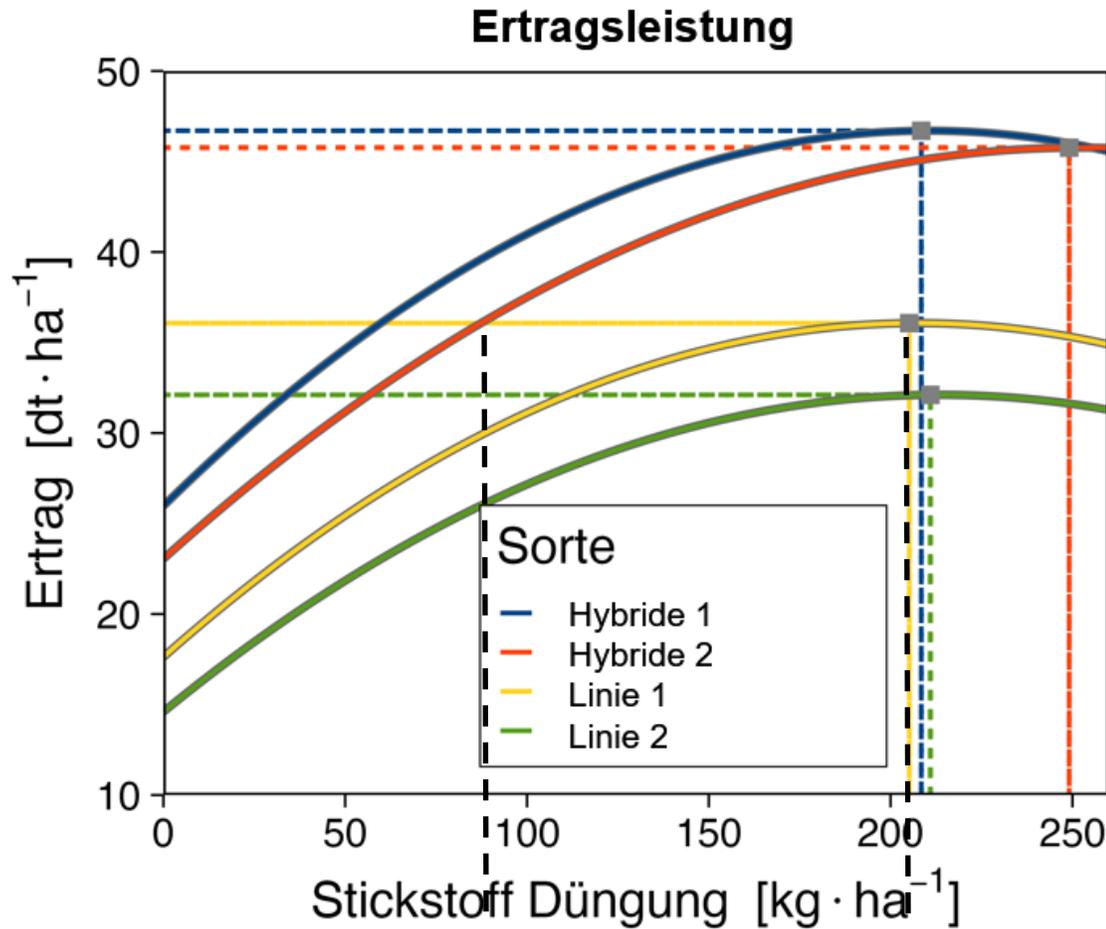
Es gibt dutzende verschiedene Situationen – auch innerhalb eines Schlages!
Daher: Der genaueren Abschätzung des N-Bedarfes und der präziseren Ausbringung kommen eine größere Bedeutung zu.

N-Steigerungsversuche 2018-2020

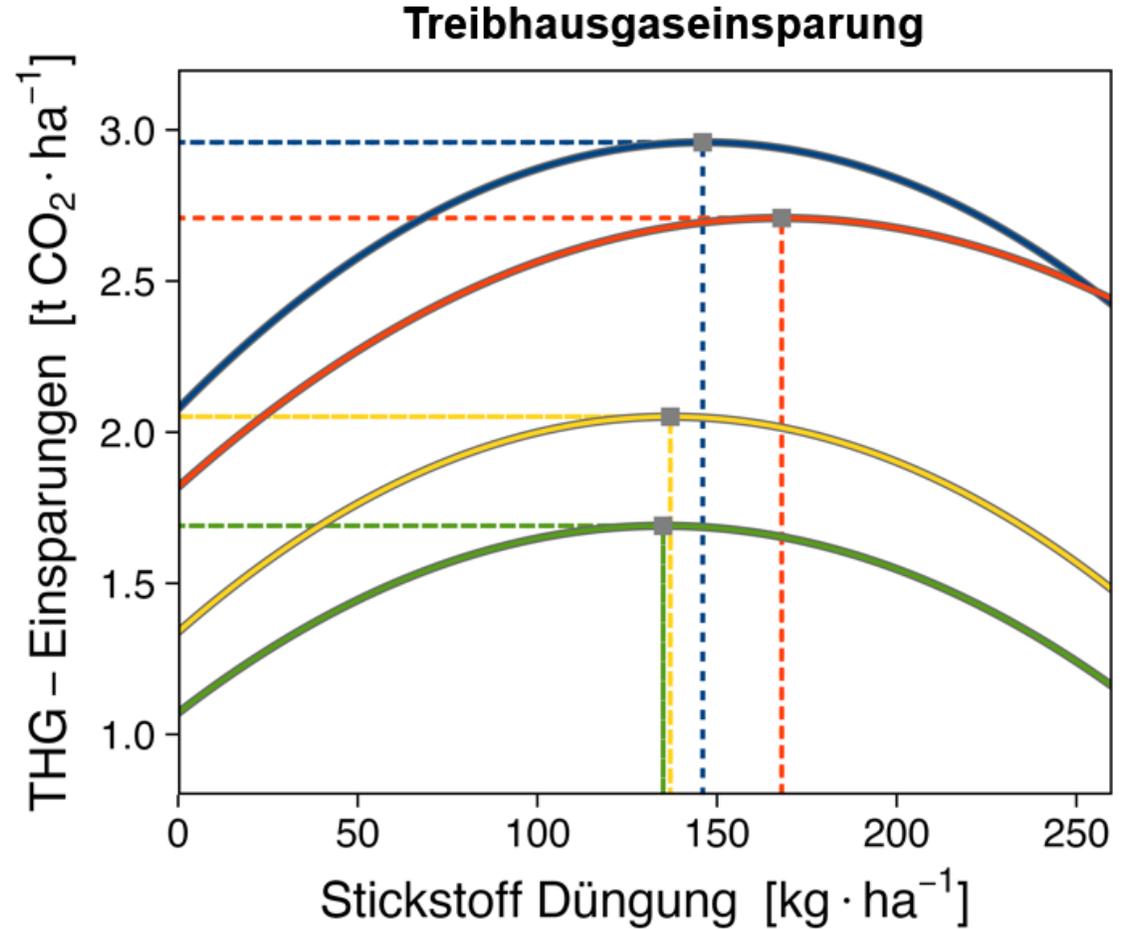


Datenauswertung: Till Rose, Klaus Sieling und Henning Kage
im Rahmen des ModelLowN-Projektes

N-Steigerungsversuche 2018-2020



-100 kg!
bei gleichem Ertrag



Datenauswertung: Till Rose, Klaus Sieling und Henning Kage
im Rahmen des ModelLowN-Projektes



Heute noch Zuchtfortschritt?

Neue Studie (2019-2020)

7 Standorte (mit 125 kg/N ha)

60 Genotypen,
darunter Sorten (2012-2019)



Quelle: Andreas Eckert

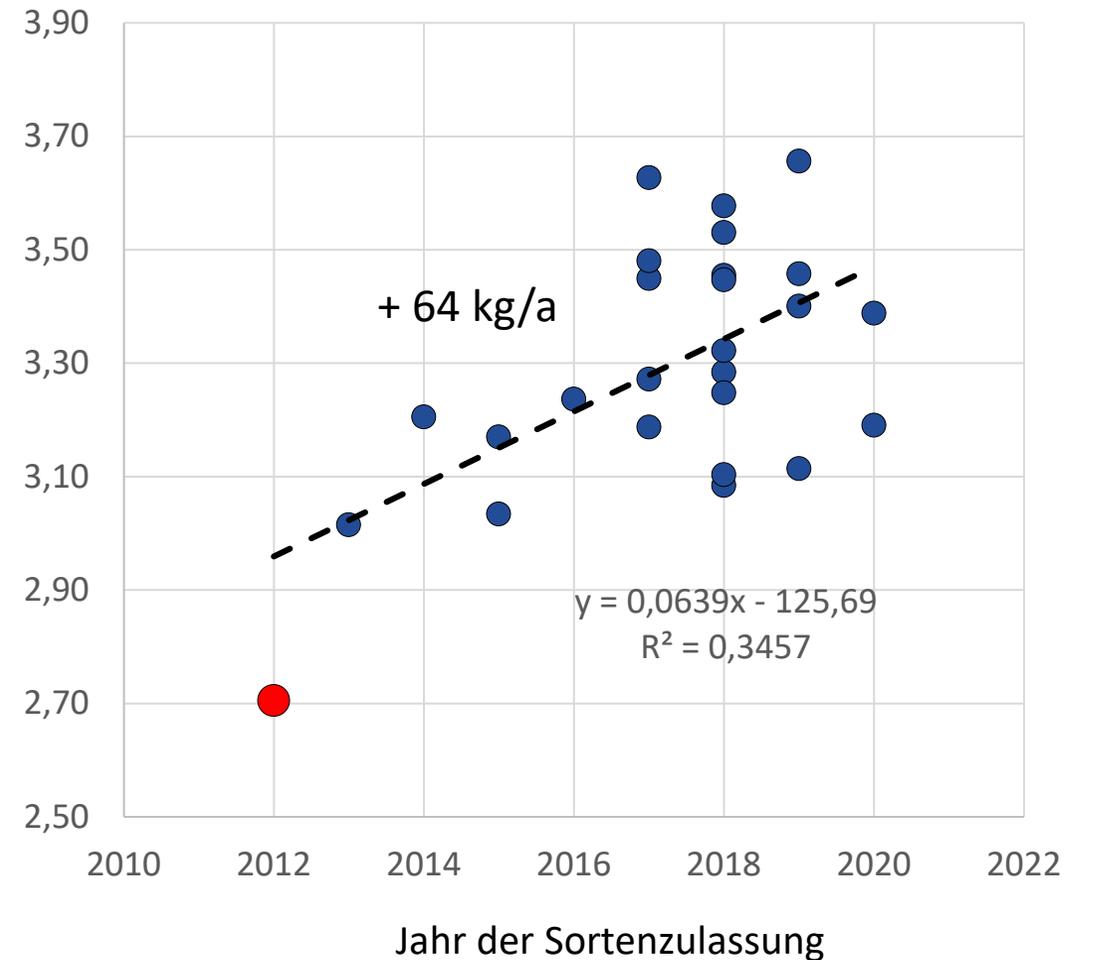
Neue Studie (2019-2020)

7 Standorte (mit 125 kg/N ha)

60 Genotypen,
darunter Sorten (2012-2019)



Feldversuche 2019-2020

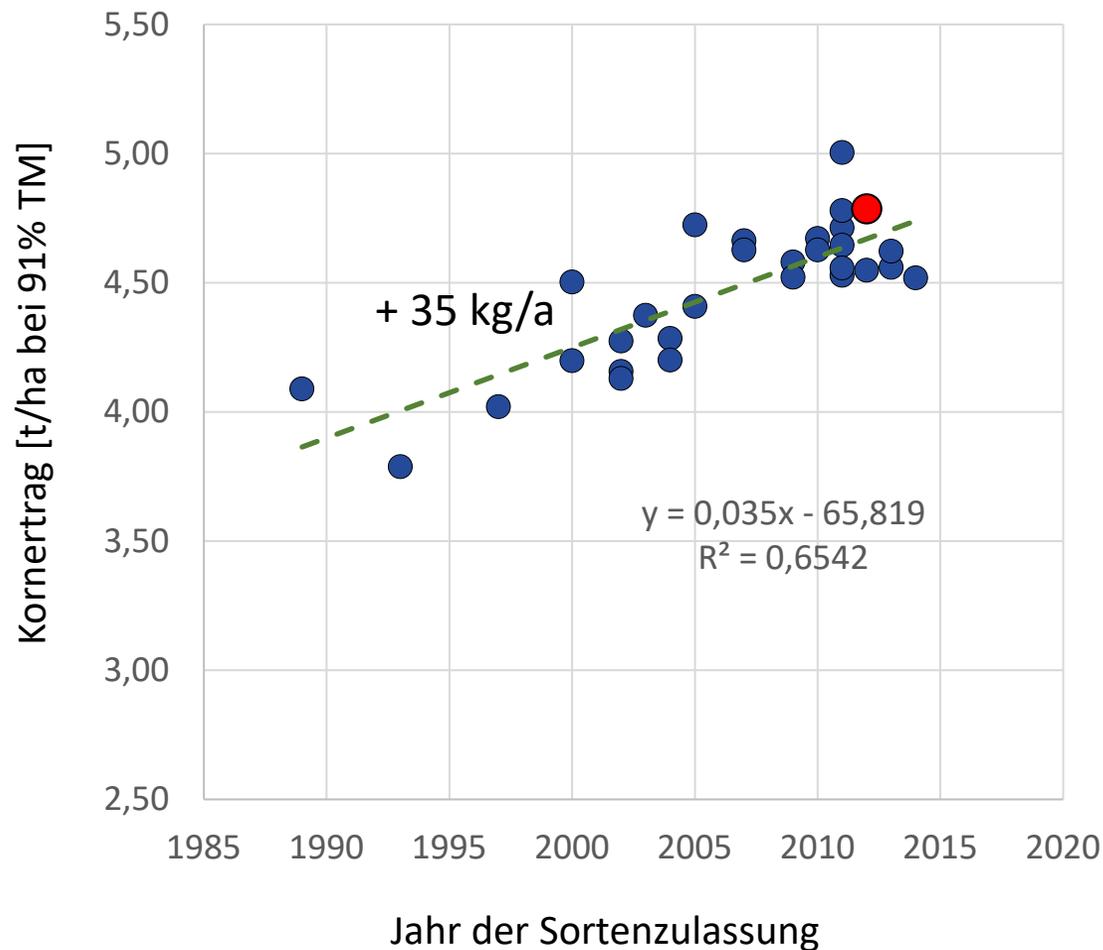


Vergleich der Studien (2014-2016 vs. 2019-2020)

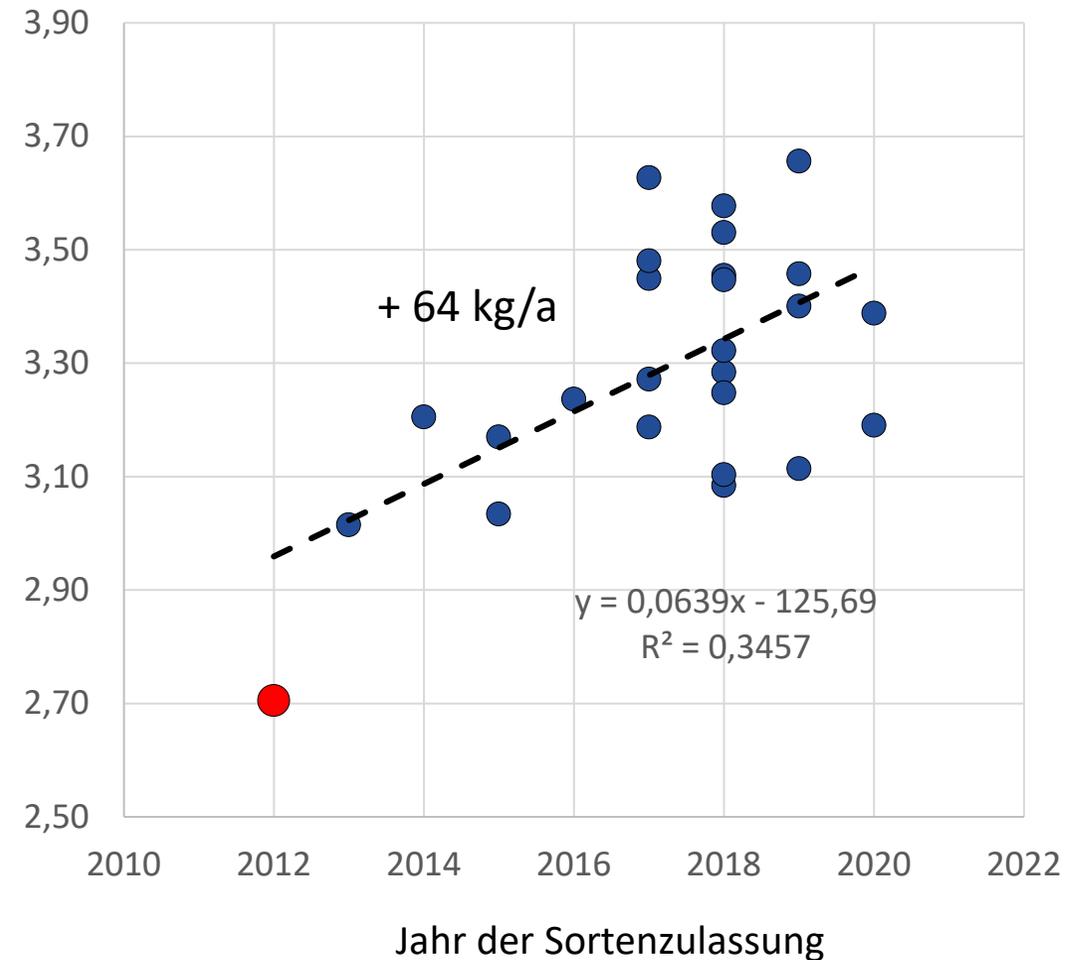


Quelle: Andreas Eckert

Feldversuche 2014-2016



Feldversuche 2019-2020

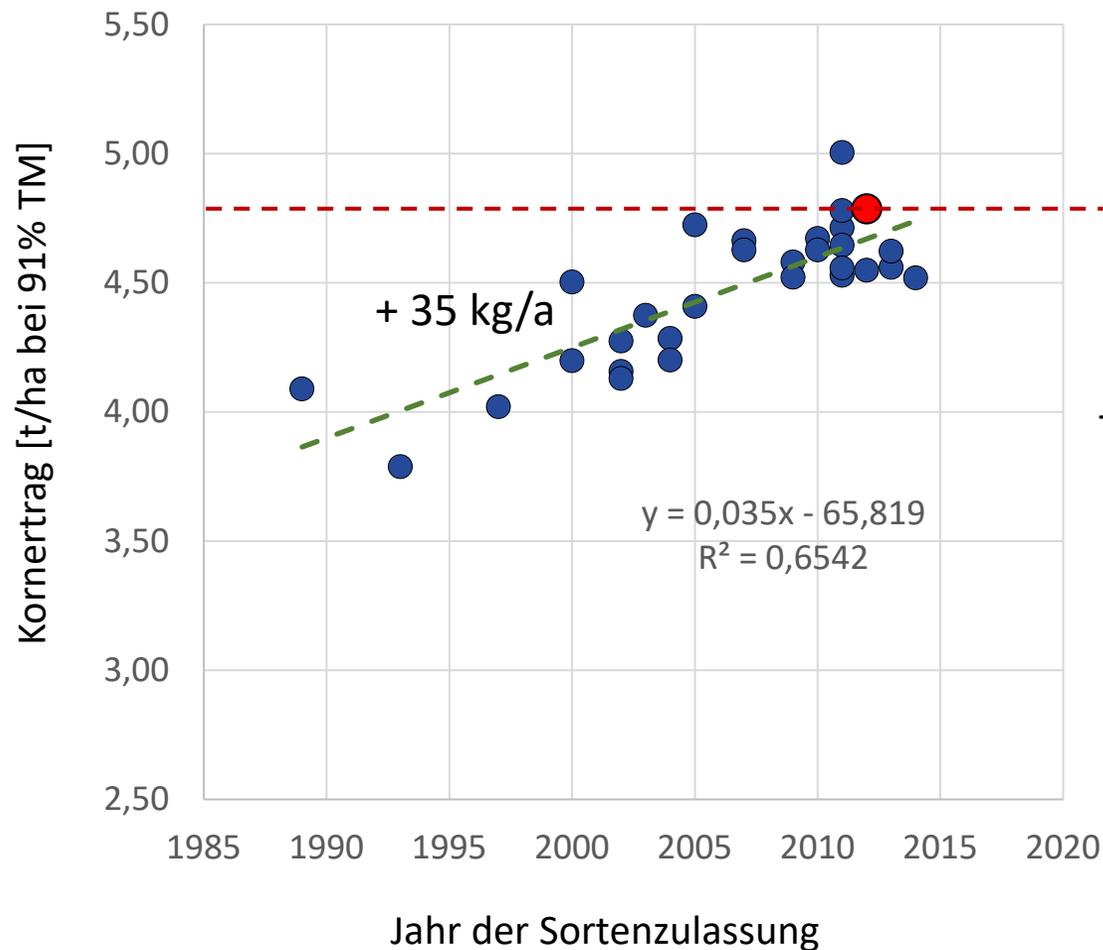


Vergleich der Studien (2014-2016 vs. 2019-2020)

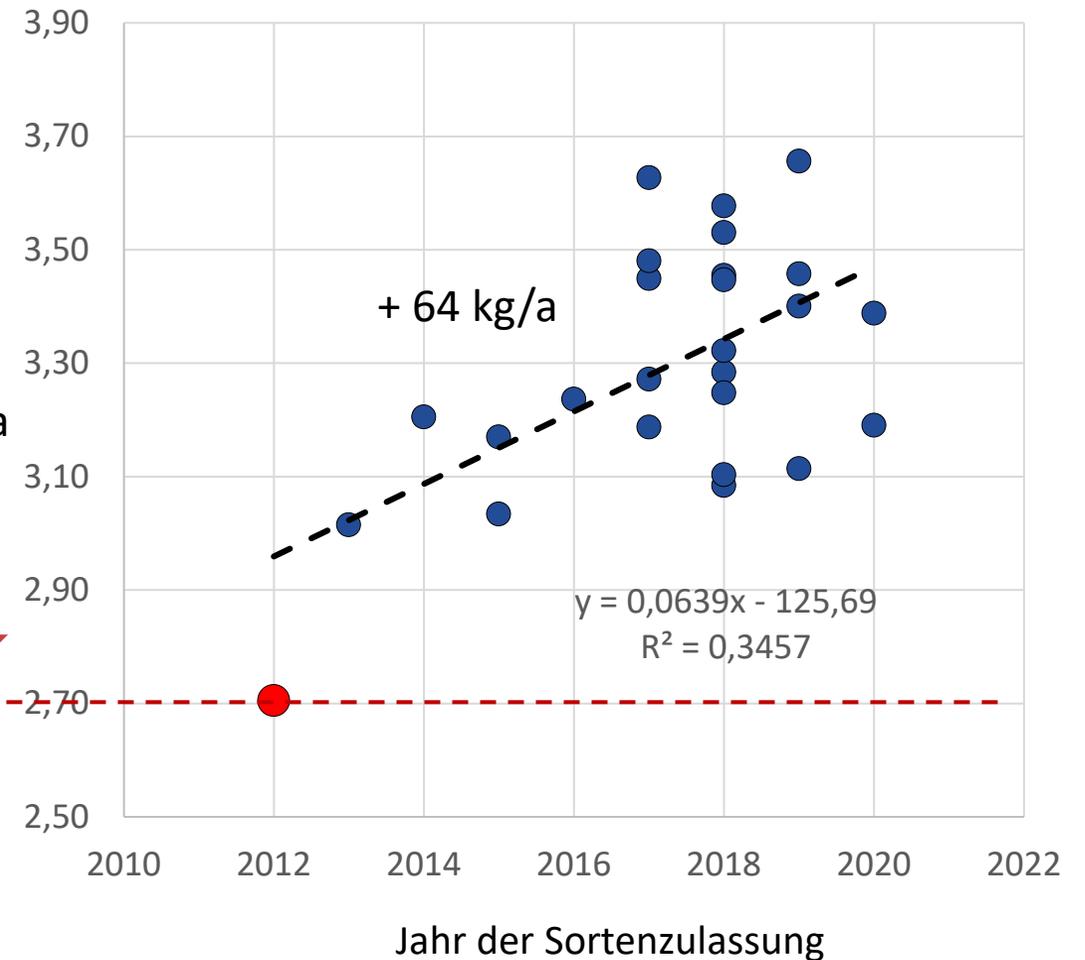


Quelle: Andreas Eckert

Feldversuche 2014-2016



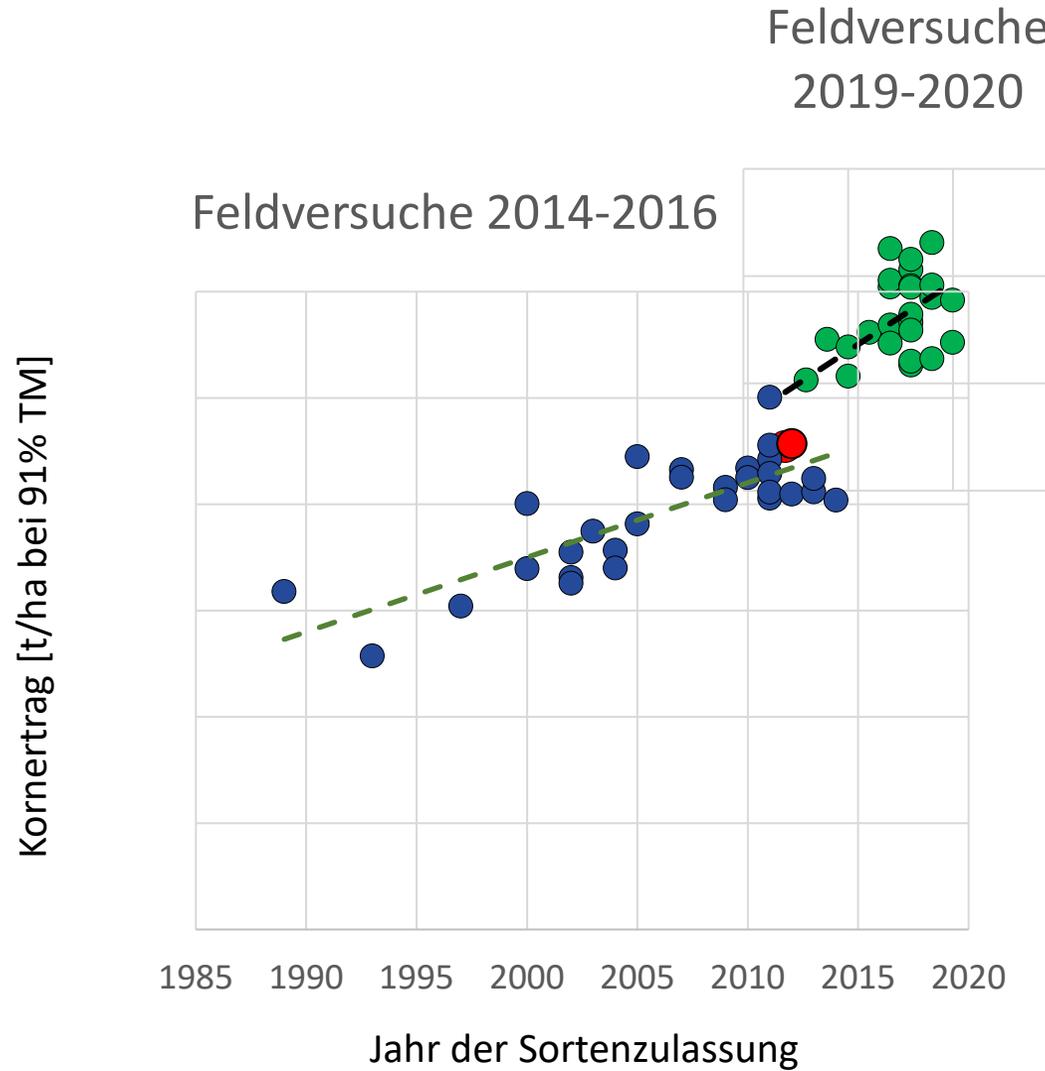
Feldversuche 2019-2020



Vergleich der Studien (2014-2016 vs. 2019-2020)

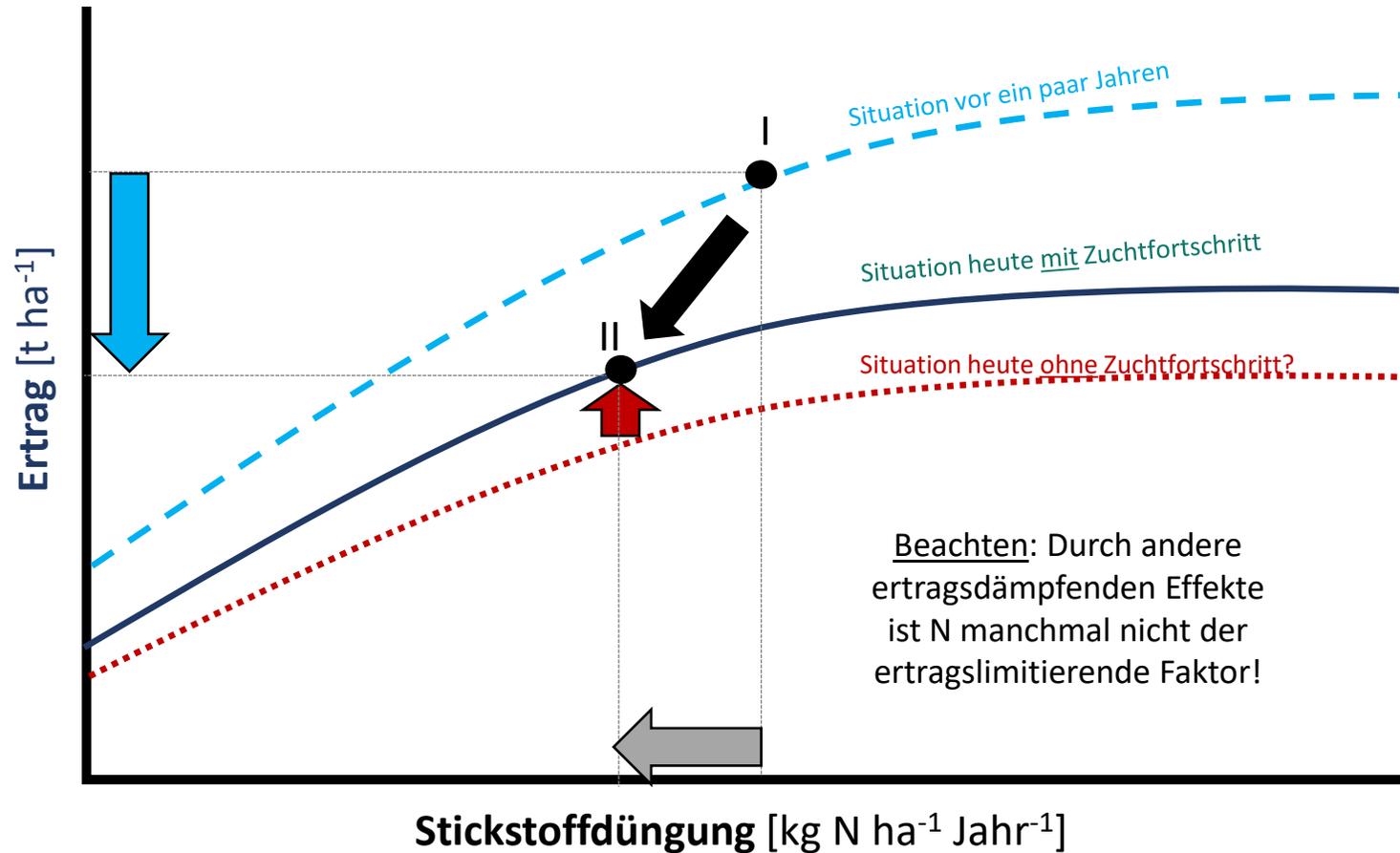


Quelle: Andreas Eckert



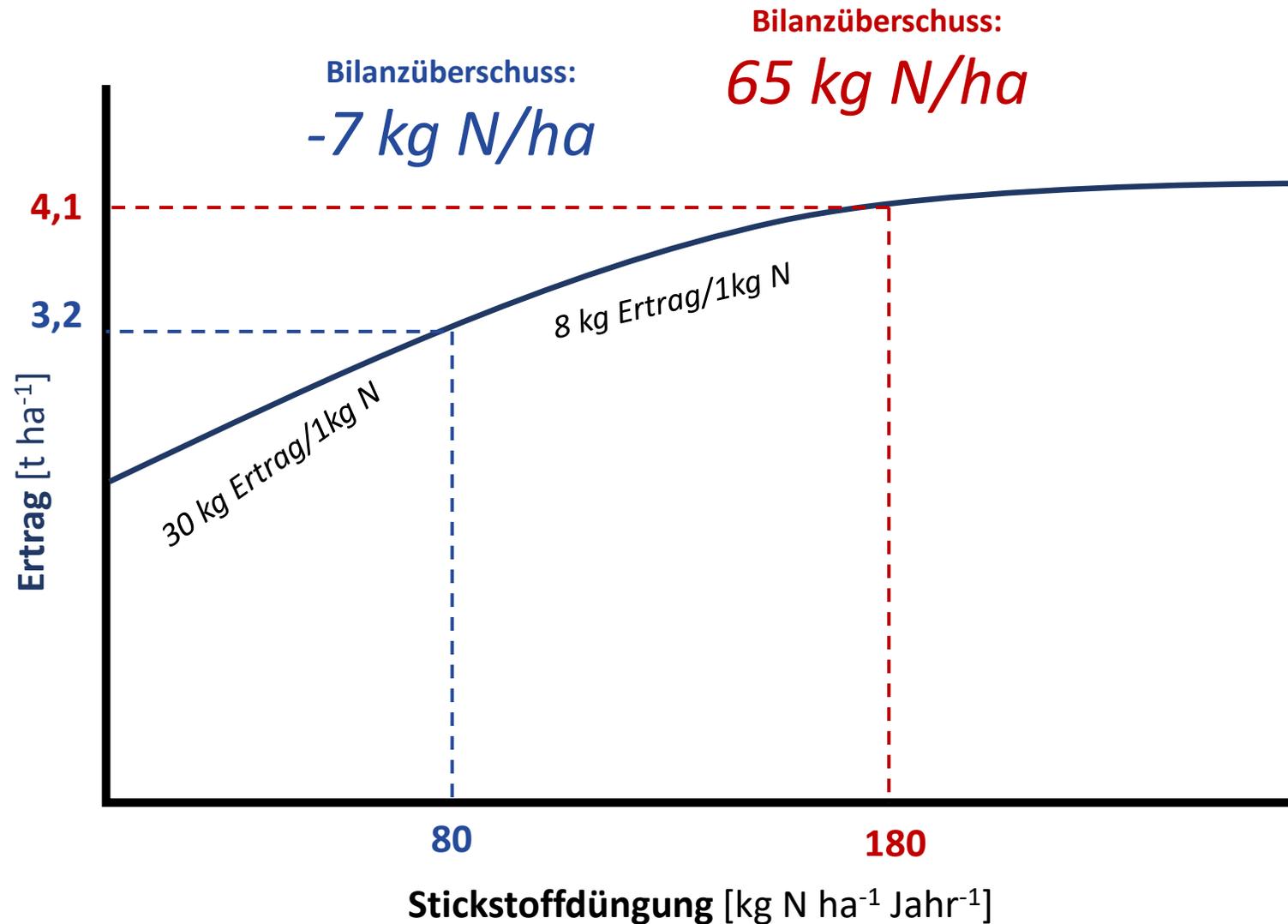
Einschätzung der aktuellen Situation

Züchtung wirkt den **ertragsdämpfenden Effekten** (Wegfall von insektiziden Wirkstoffgruppen, ungünstige Klimalage, Düngeverordnung, betriebliche Unzulänglichkeiten (?), etc.) entgegen!!!

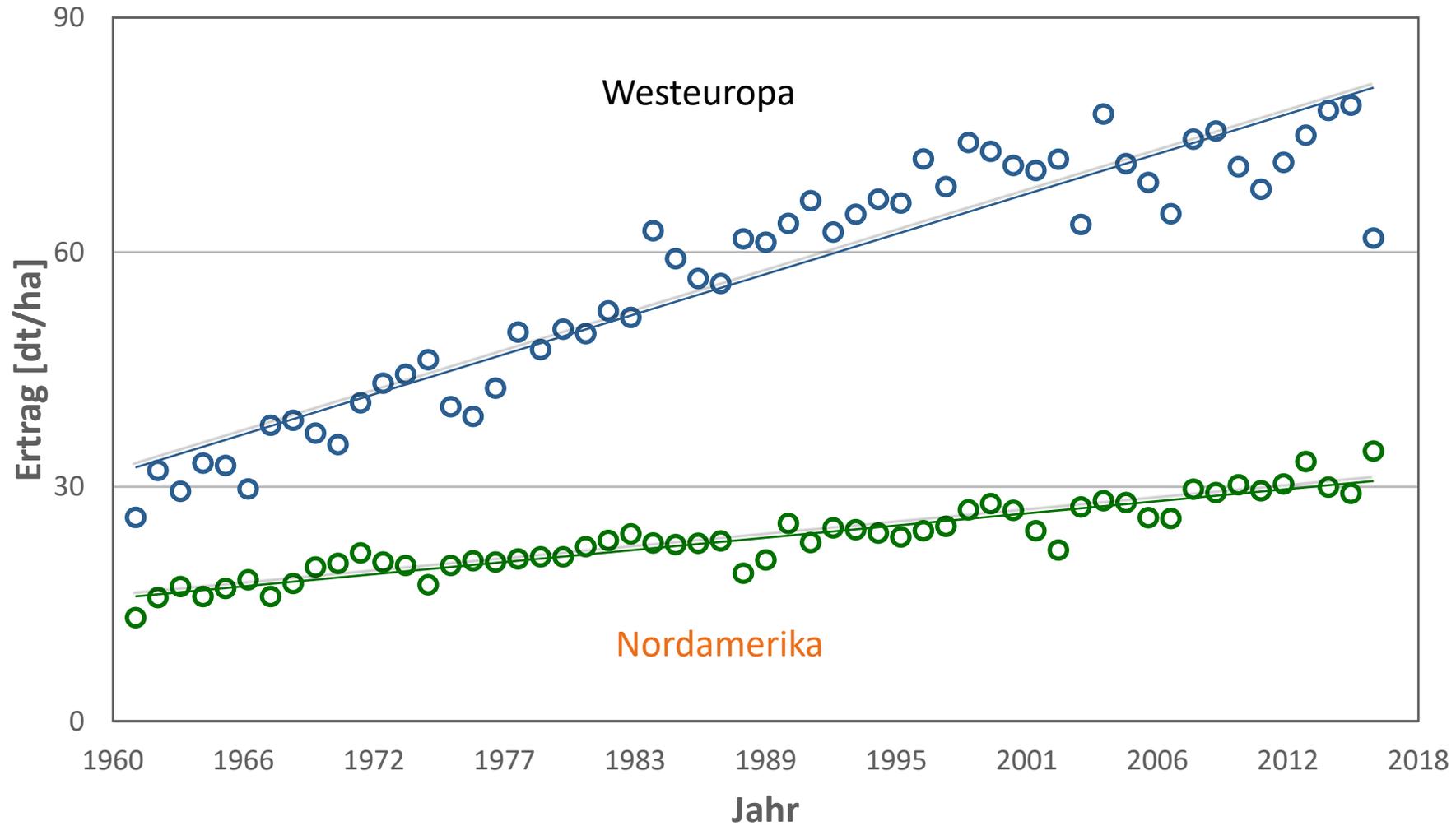


Der Verlauf der Ertragsfunktion ist schematisch dargestellt.

N-Effizienz und N-Bilanzüberschuss



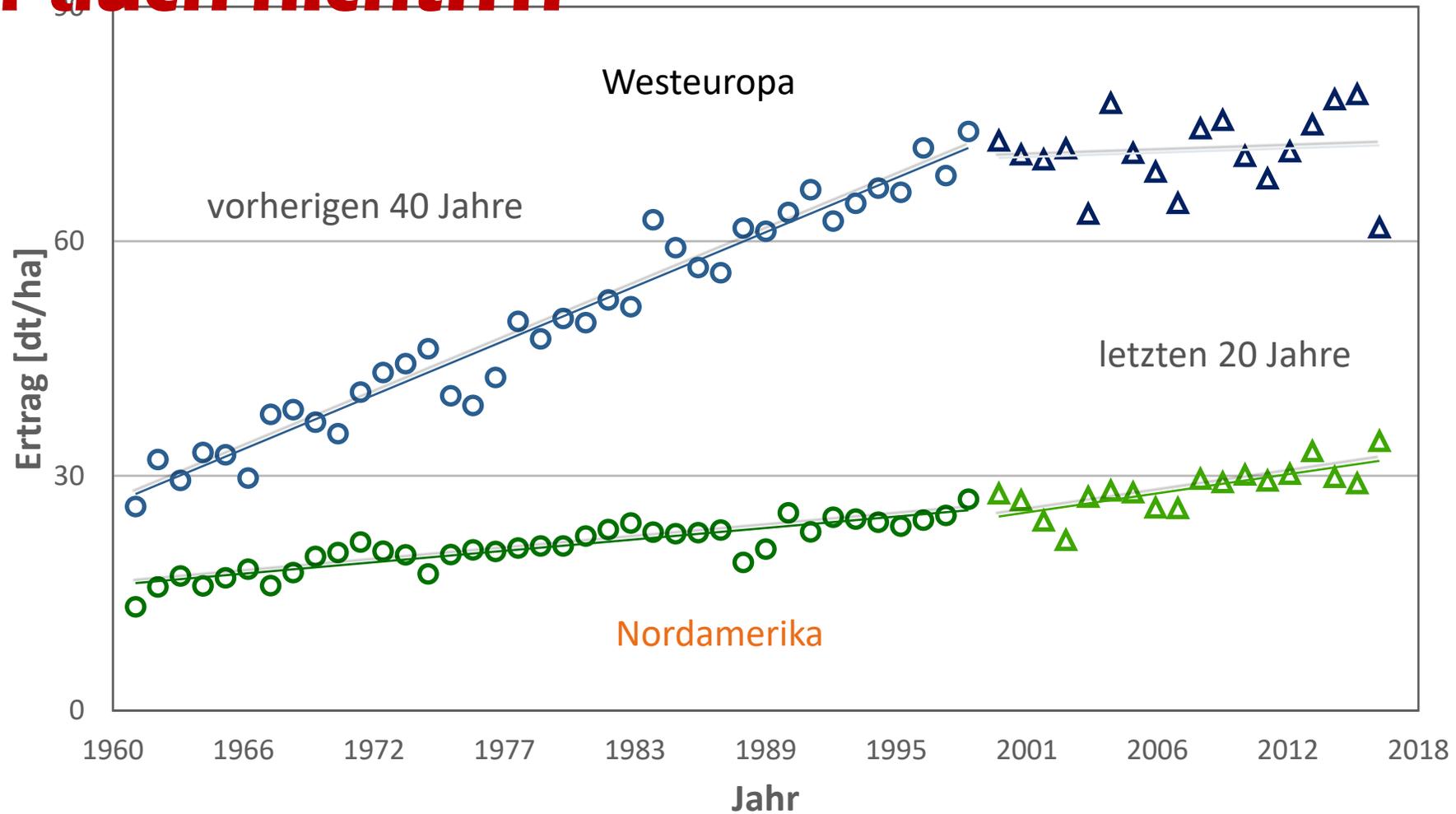
Seit 50 Jahren steigen die Weizenerträge



Daten von FAOstat

Seit 50 Jahren steigen die Weizenerträge

... oder auch nicht!?!?



Daten von FAOstat

- Breeding innovations in wheat for resilient cropping systems



Nähere Informationen: www.briweecs.de

BMBF, 2015-2020

Was wurde untersucht?

- 191 Winterweizensorten der letzten ~50 Jahre
- inkl. Sorten mit einer Sortenzulassung für den organischen Landbau sowie Hybridsorten



Dekade der Zulassung	Zahl der Sorten
unbekannt	11
vor 1960	2
1960er	10
1970er	19
1980er	29
1990er	30
2000er	66
2010er (bis 2013)	53

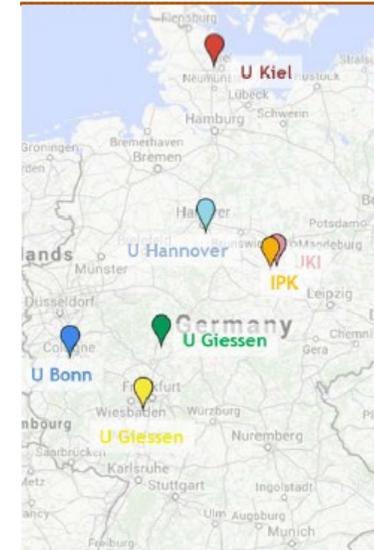


Wie und was wurde geprüft?



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
Rauschholzhausen	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	low-input	110 kg ha ⁻¹	Nein
BS2	semi-intensiv	220 kg ha ⁻¹	Nein
BS3	intensiv	220 kg ha ⁻¹	Ja (standortüblich)
BS4 (nur in GG)	intensiv (unberegnet)	220 kg ha ⁻¹	Ja (standortüblich)



Merkmale:

Kornertrag	Pflanzenhöhe
TKG	Oberirdische Biomasse
Körner pro Ähre	Harvest Index (HI)
Anzahl ährentragender Halme	Proteingehalt
Gelbrost	Sedimentations Wert
Mehltau	Fallzahl
Braunrost	<i>Canopy light interception</i>
Septoria	<i>Photosynthetic efficiency</i>

Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels

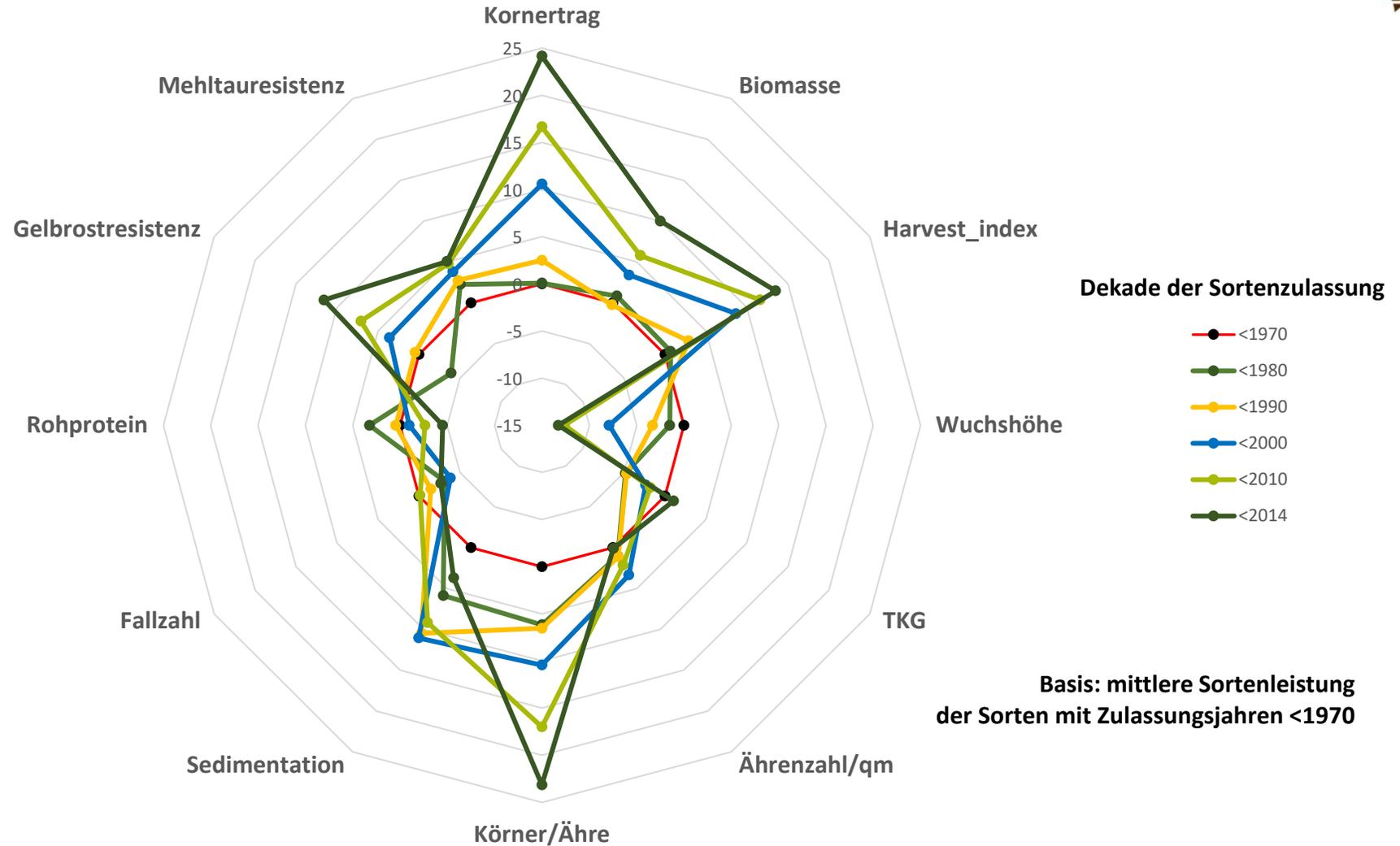
Kai P. Voss-Fels ^{1,2,11}, Andreas Stahl^{1,11}, Benjamin Wittkop^{1,11}, Carolin Lichthardt³, Sabrina Nagler⁴, Till Rose⁴, Tsu-Wei Chen ³, Holger Zetzsche⁵, Sylvia Seddig⁶, Mirza Majid Baig⁷, Agim Ballvora⁷, Matthias Frisch⁸, Elizabeth Ross², Ben J. Hayes ², Matthew J. Hayden ⁹, Frank Ordon⁵, Jens Leon^{7,10}, Henning Kage⁴, Wolfgang Friedt ^{1*}, Hartmut Stützel ^{3*} and Rod J. Snowdon ^{1*}

Forschung ist immer Teamwork:

17.161 Druschparzellen, ~250.000 phänotypische Werte

Zuchtfortschritt

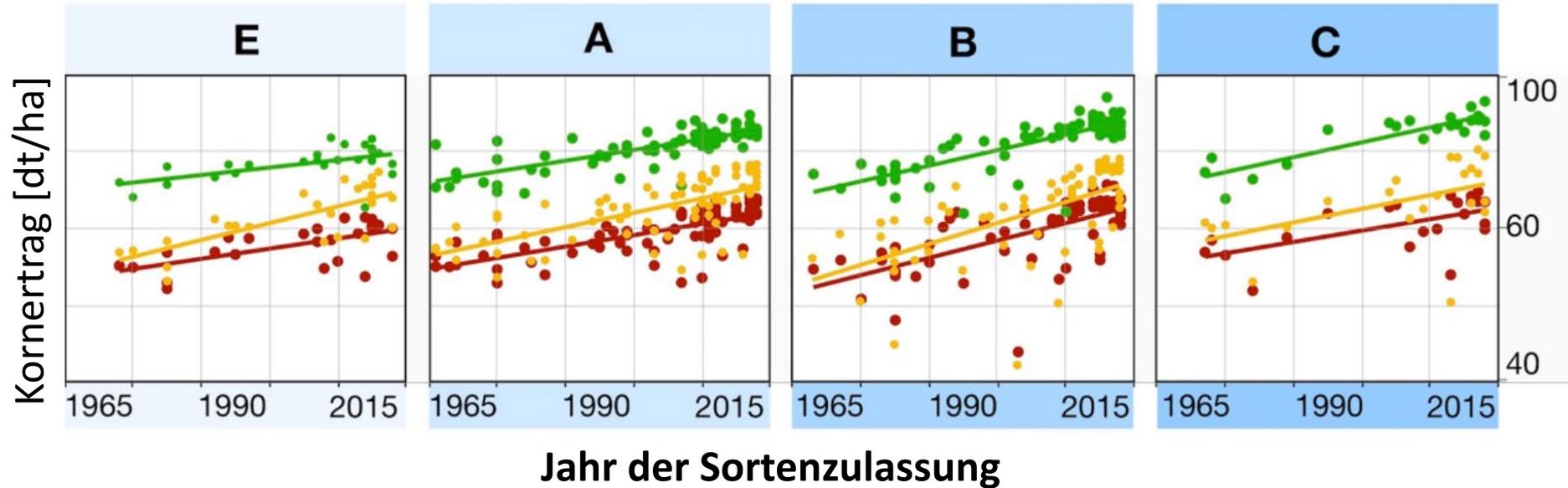
gemessen unter *low Input* als Änderung zu vor 1970 in Prozent



Zuchtfortschritt nach Qualitätsstufen



Qualitätsstufen:



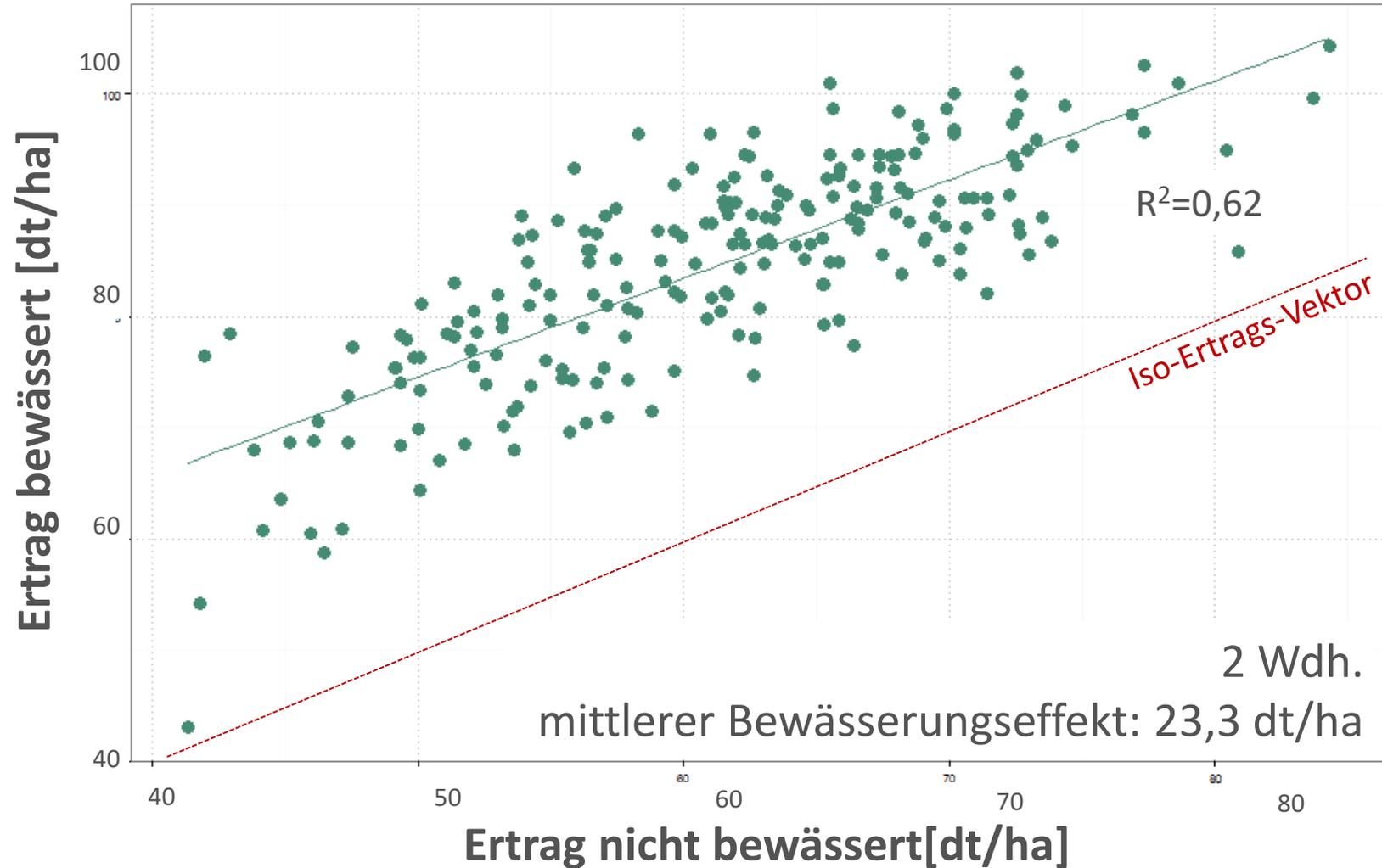
	Ertragszuwachs [kg ⁻¹ ha ⁻¹ a ⁻¹]		Ertragszuwachs [kg ⁻¹ ha ⁻¹ a ⁻¹]		Ertragszuwachs [kg ⁻¹ ha ⁻¹ a ⁻¹]		Ertragszuwachs [kg ⁻¹ ha ⁻¹ a ⁻¹]	
<i>intensiv</i>	~19 kg	~28 kg	~40 kg	~39 kg				
<i>semi-intensiv</i>	~44 kg	~38 kg	~55 kg	~36 kg				
<i>low-input</i>	~26 kg	~30 kg	~45 kg	~30 kg				

Zuchtfortschritt & Trockenstress

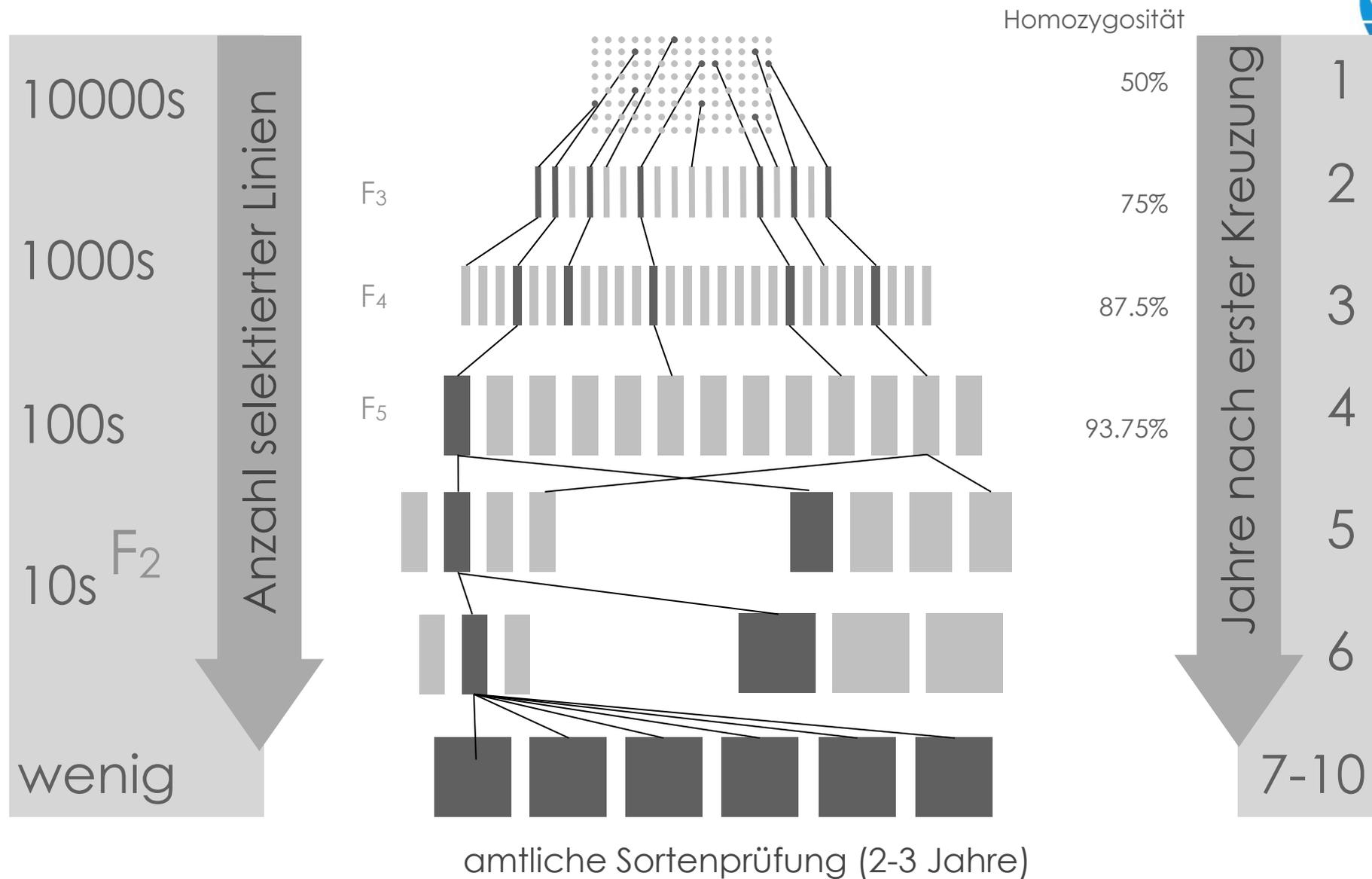


Zuchtfortschritt & Trockenstress

Beispiel: 2015 Versuch am Trockenstress-Standort Gross Gerau

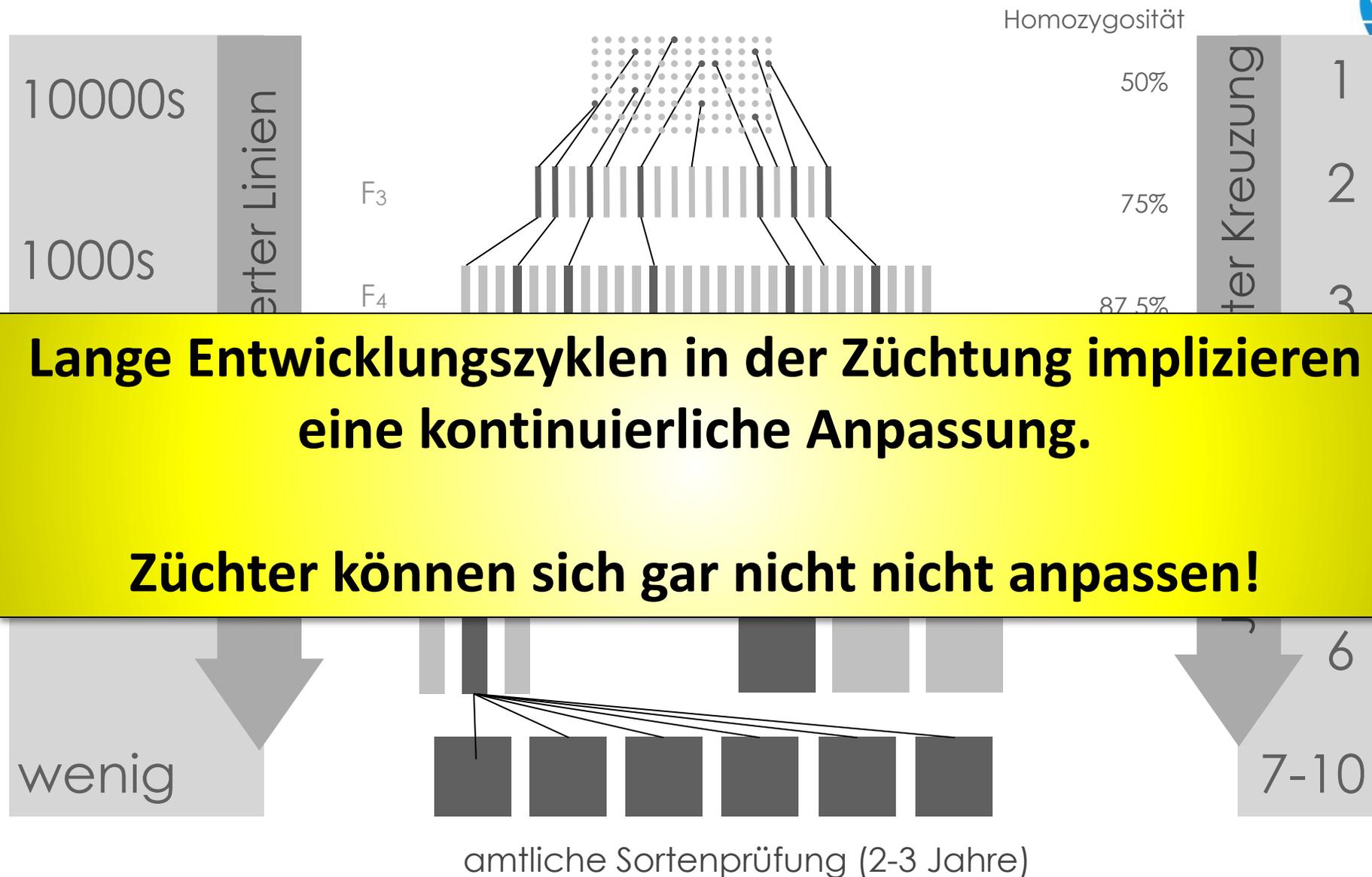


Von der Kreuzung bis zur Sorte



geschätzte Gesamtkosten für jede neue Sorte: >1 Mio. EUR

Von der Kreuzung bis zur Sorte



Konzepte zur Erfassung der Reaktion von Genotypen auf Trockenstress

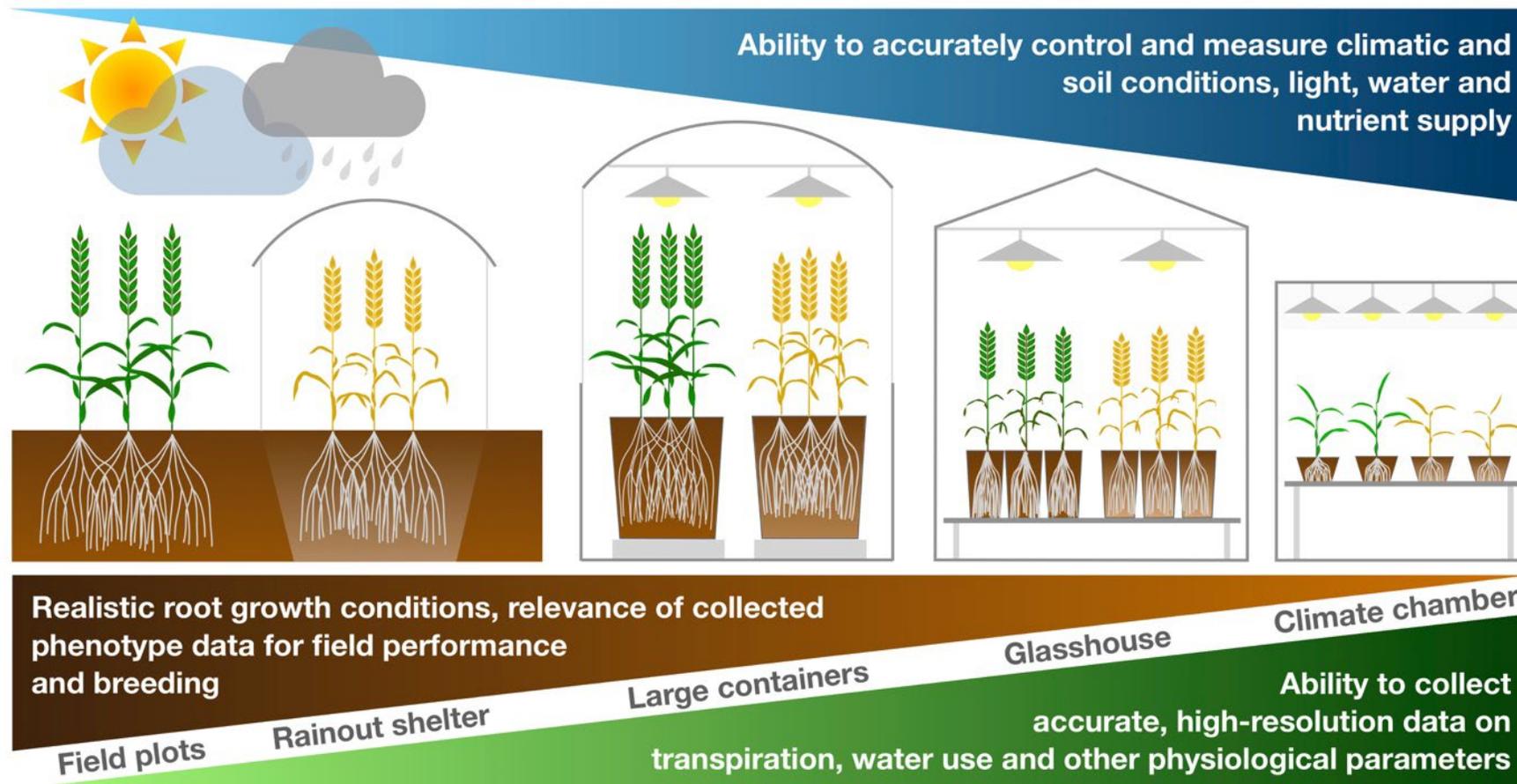
$$\text{Yield} = T \times \text{WUE} \times \text{HI}$$

Transpiration

Water use efficiency

Harvest index

Passioura, 1977
Raes et al., 2009



DroughtSpotter XXL



Gewichterfassung jde 5 Minuten 24/7



Aufnahme klimatischer Daten



Ganze Vegetationsperiode wird erfasst (ca. 9 Monate)



Kombination von verschiedenen Stressarten unter feldähnlichen Bedingungen

niedrig N - H₂O N+ H₂O niedrig N - niedrig H₂O N+ niedrig H₂O



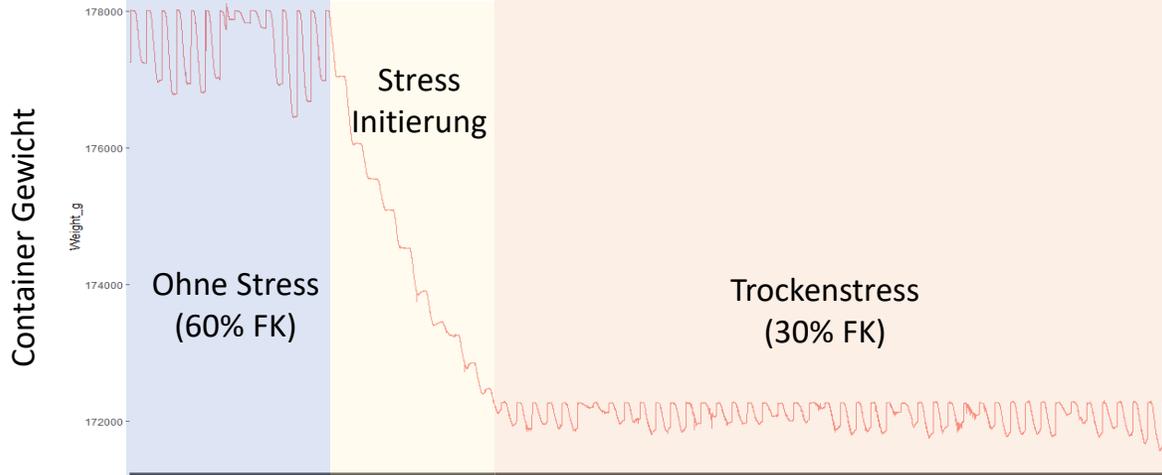
H₂O niedrig H₂O



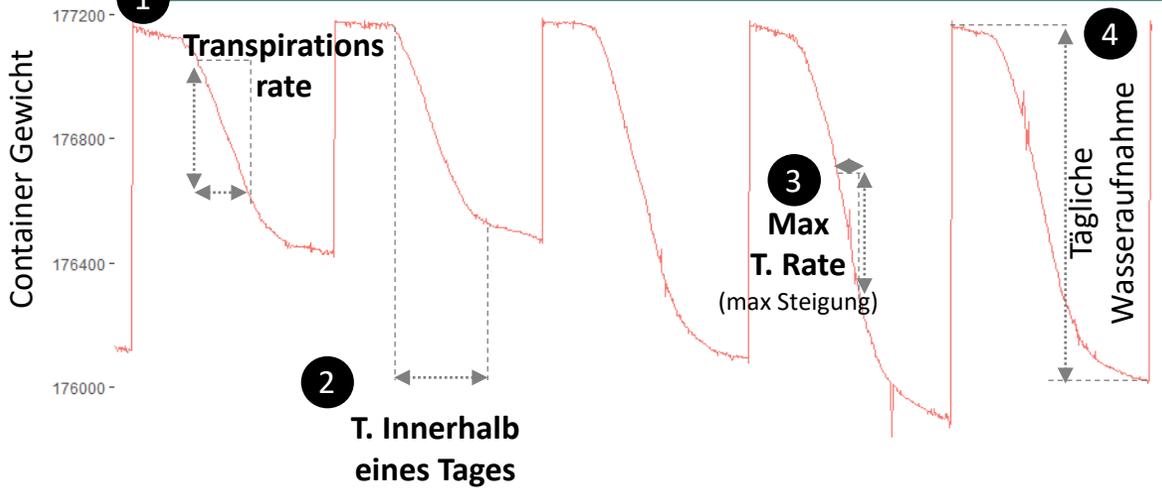
240 Containers auf Wiegezellen

Identifikation „versteckter“ Merkmale

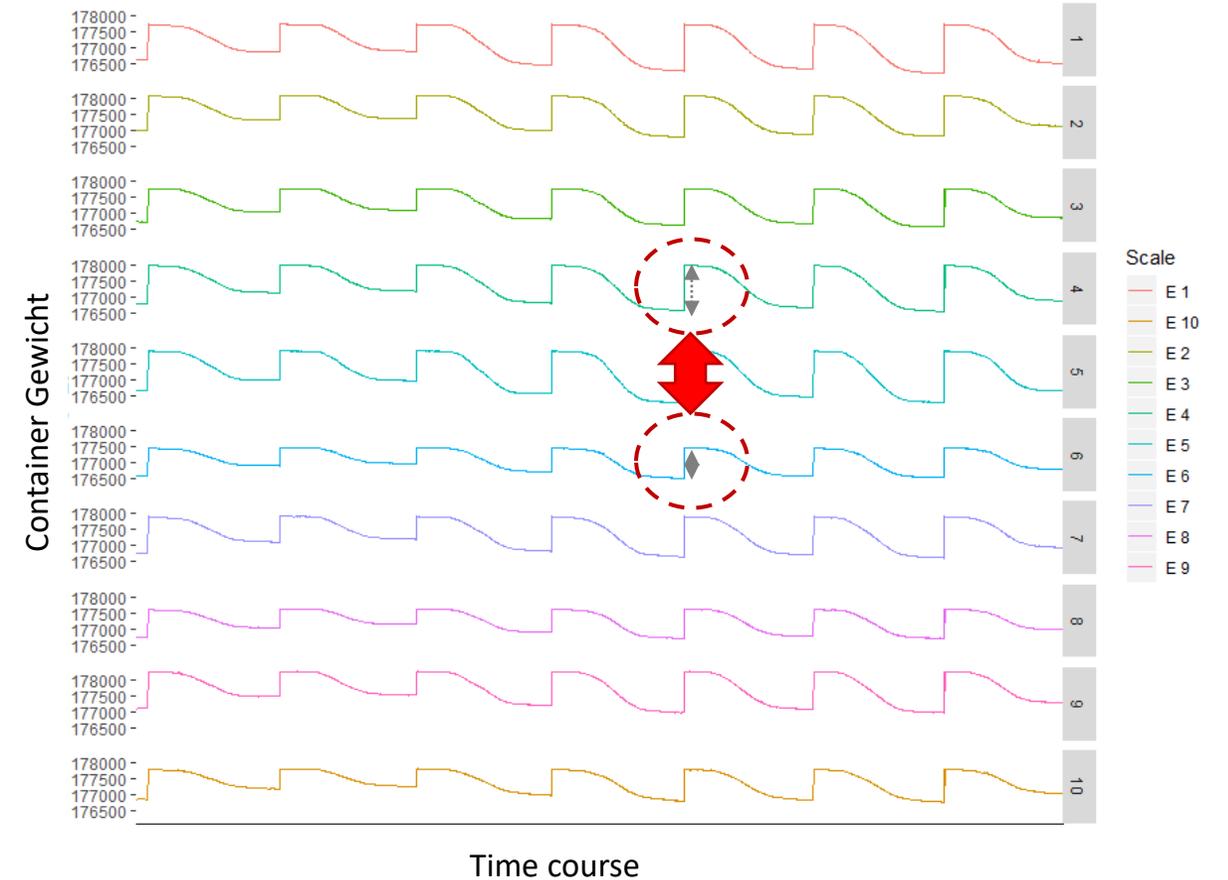
Experimenteller Verlauf (Fenster zeigt 1 Genotyp)



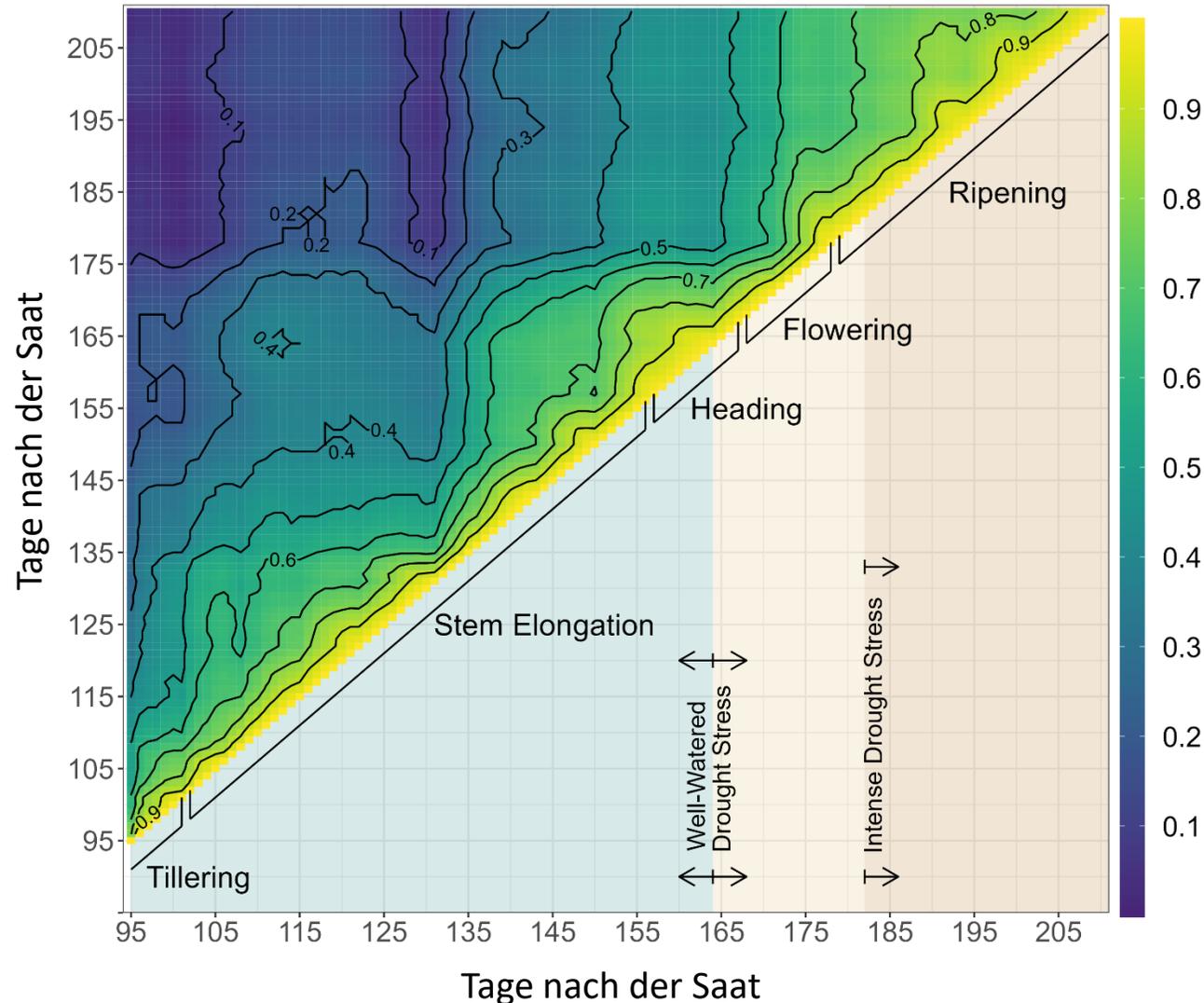
Merkmalsidentifikation (Fenster zeigt: 1 Genotyp, 5 Tage)



Genotyp spezifische Reaktion



Entwicklungsstadien spezifische Reaktion der Transpirationseffizienz von Eliteweizen



Kendall Rang Korrelationen
adjustierter Mittelwerte der
Transpirationseffizienz
zwischen 95 und 211 Tagen
nach der Saat von
Elitewinteweizen
(im Rahmen des Projektes HaploSelekt)

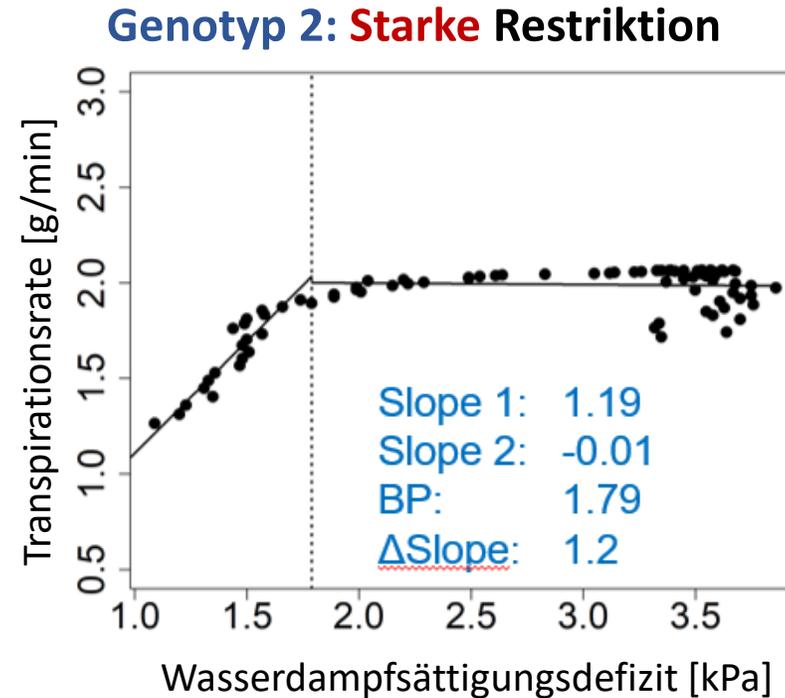
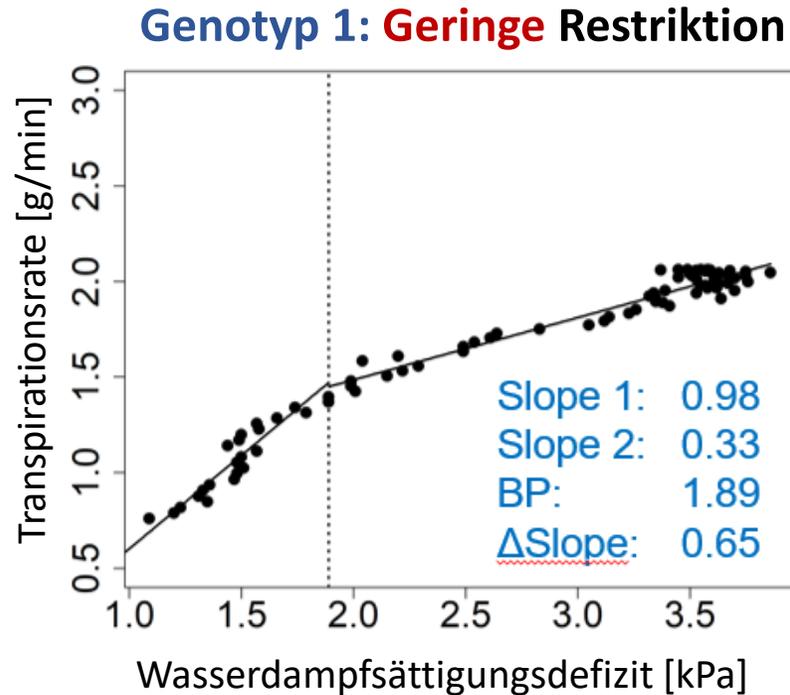
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Reaktion der Transpiration auf unterschiedliches Wasserdampfsättigungsdefizit



Merkmal	Min	Max	Mittel	CoV	h ²	Genotyp
Breakpoint [kPa]	2.71	4.06	3.45	0.08	0.31	***
Steigung I	0.72	1.67	1.22	0.16	0.75	***
Steigung II	-0.1	0.28	0.11	0.77	0.26	***
ΔSteigung	0.66	1.52	1.11	0.17	0.69	***

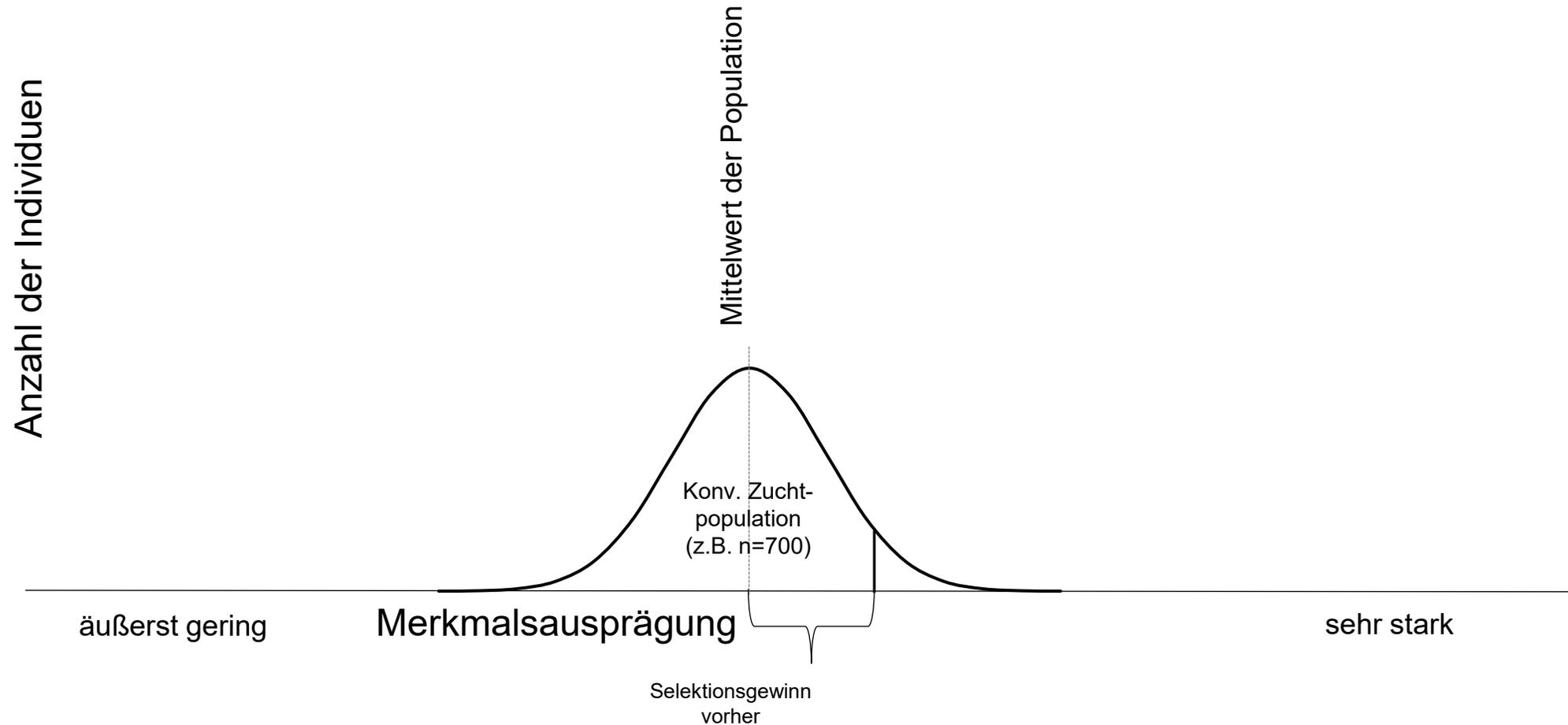
(im Rahmen des Projektes HaploSelekt)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

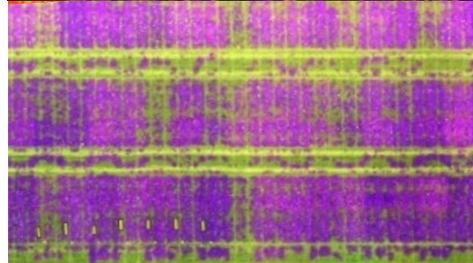
Genomische Selektion (GS)



Transformationsprozess der digitalen Phänotypisierung



Quelle: Globe Flight, MicaSense



Destructive Analysen sind arbeits-, zeit- und laborintensiv und daher nicht für große Populationen geeignet.

Analog

Digital

Vorteil des Nahezu-Null-Grenzkosten-Prinzips

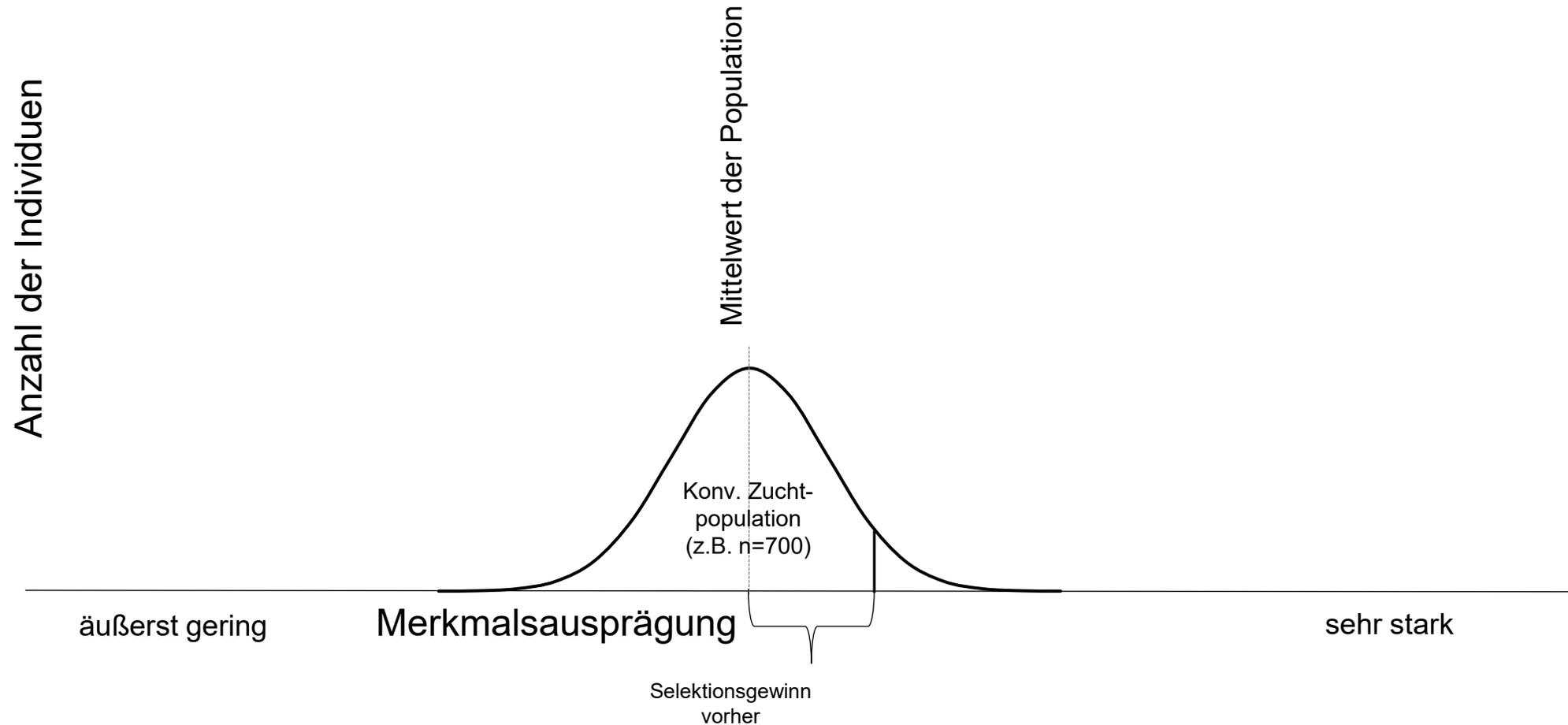
Daten

Extraktion von Informationen

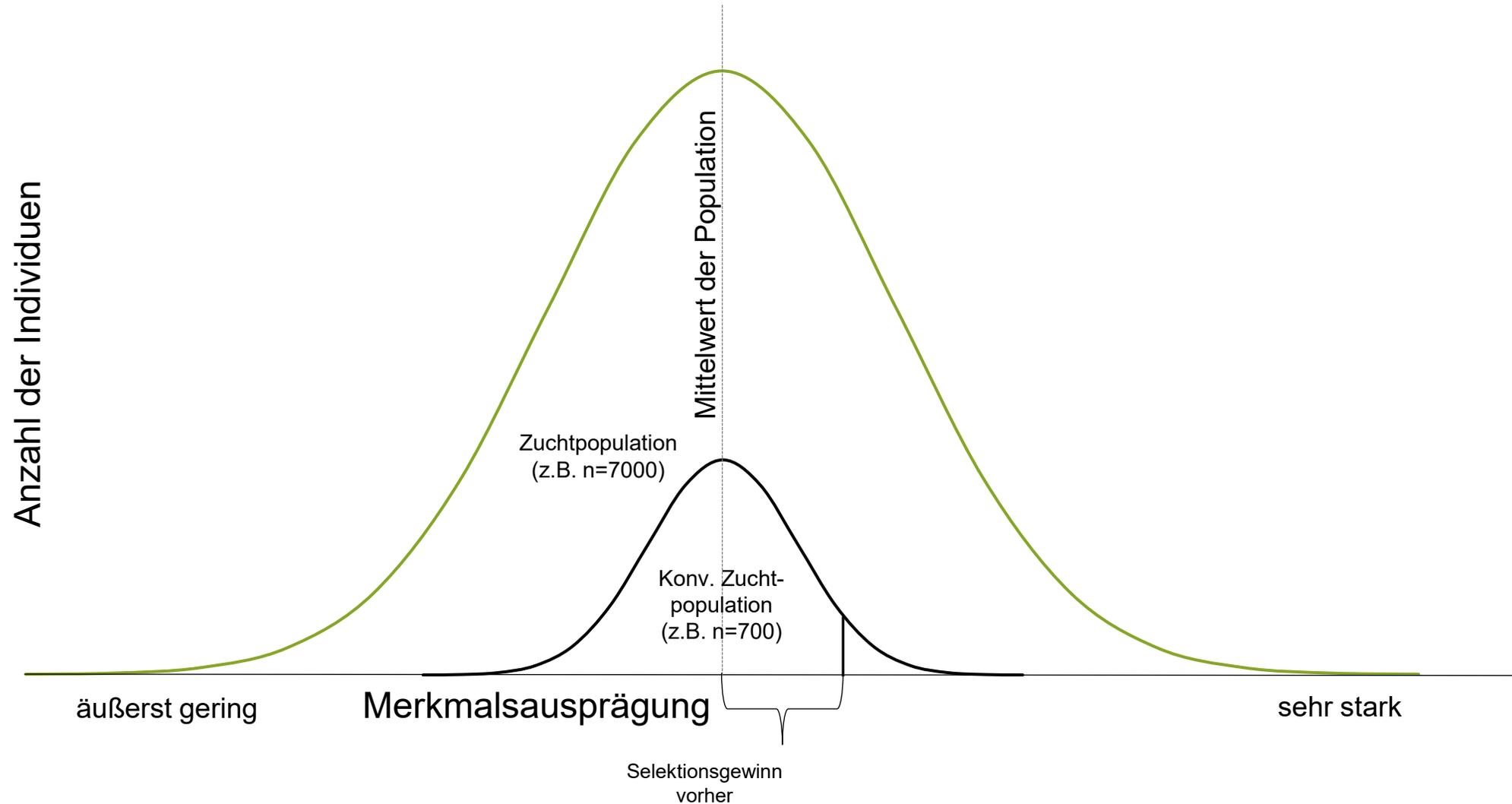
Atlas von auf Multispektraldaten beruhenden Vegetationsindices für jede Kombination aus

- Genotyp
- Umwelt
- Zeitpunkt

Genomische Selektion (GS)



Genomische Selektion (GS)





Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

PTJ

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

GFNR

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

GFAi

Herzlichen

Dank!

... allen beteiligten Teams



JUSTUS-LIEBIG-
T UNIVERSITÄT
GIESSEN

... und allen Kooperationspartnern!

Einflussfaktoren auf den Züchtungserfolg

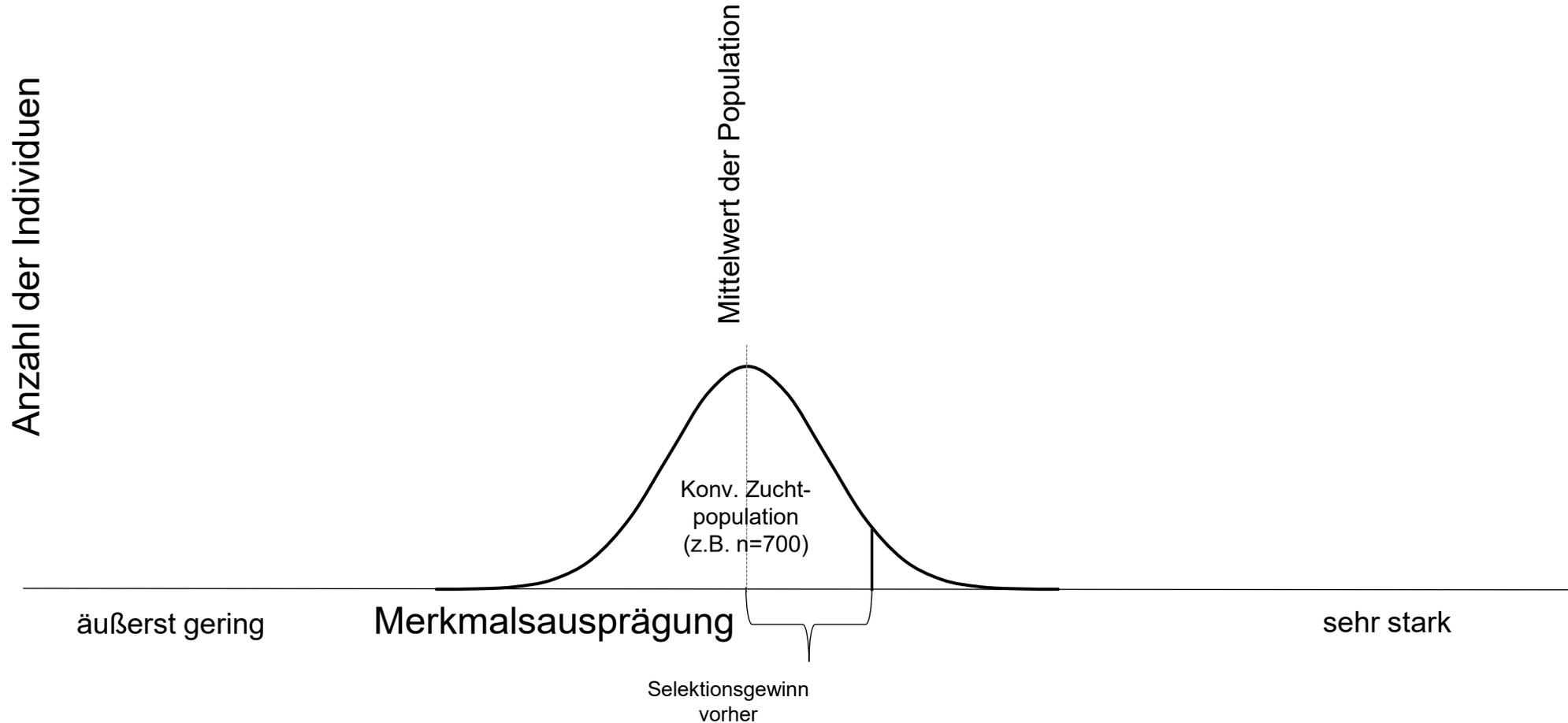


$$R_t = \frac{i \times r \times \sigma_G}{t}$$

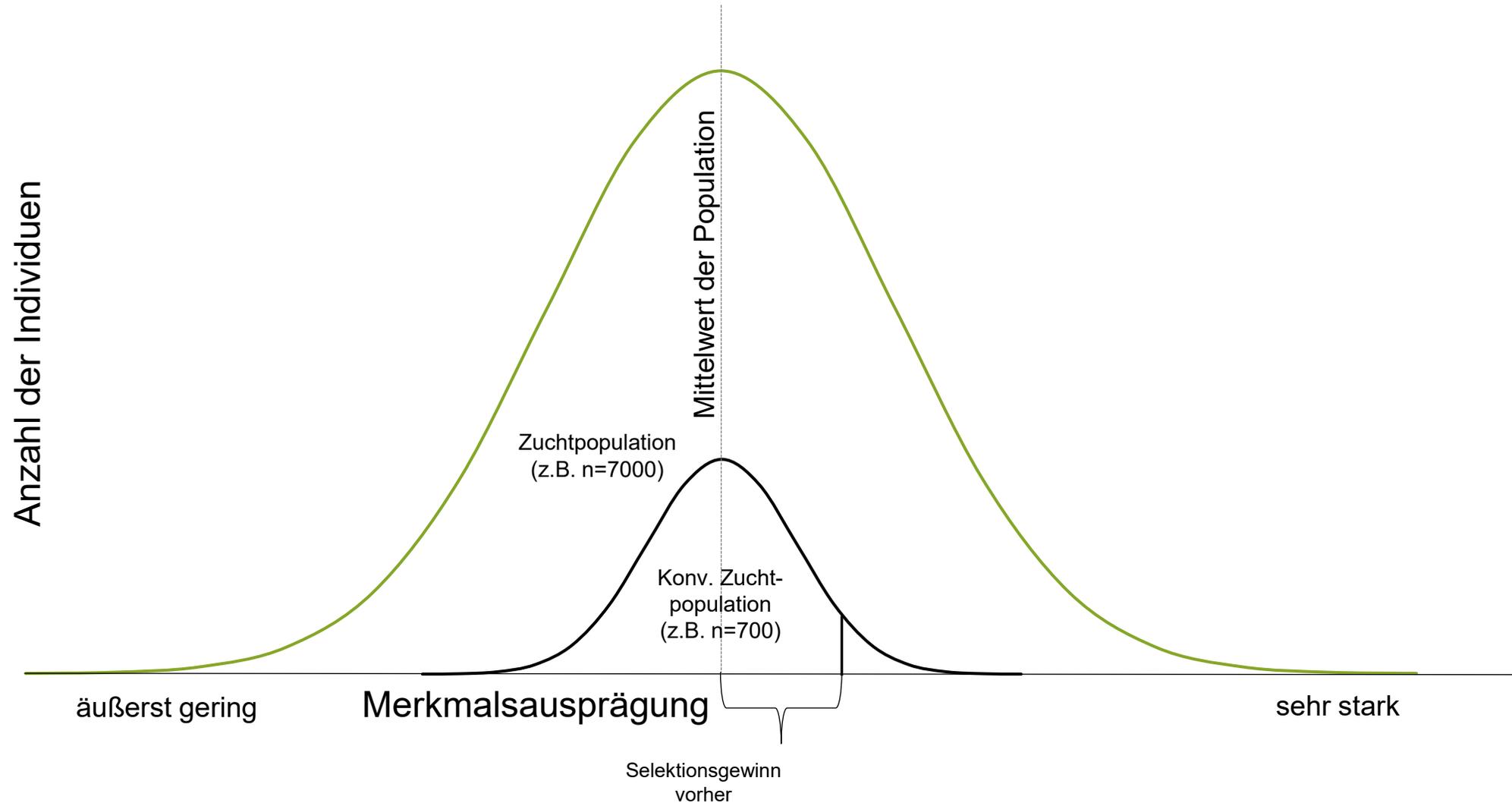
Diagram illustrating the factors influencing breeding success (R_t), represented by the equation $R_t = \frac{i \times r \times \sigma_G}{t}$.

- Selektionsintensität** (Selection Intensity) is associated with the variable i .
- Selektionsgenauigkeit** (Selection Accuracy) is associated with the variable r .
- Genetische Variation** (Genetic Variation) is associated with the variable σ_G .
- Selektionserfolg** (Breeding Success) is associated with the variable R_t .
- Dauer (Generationsintervall)** (Duration / Generation Interval) is associated with the variable t .

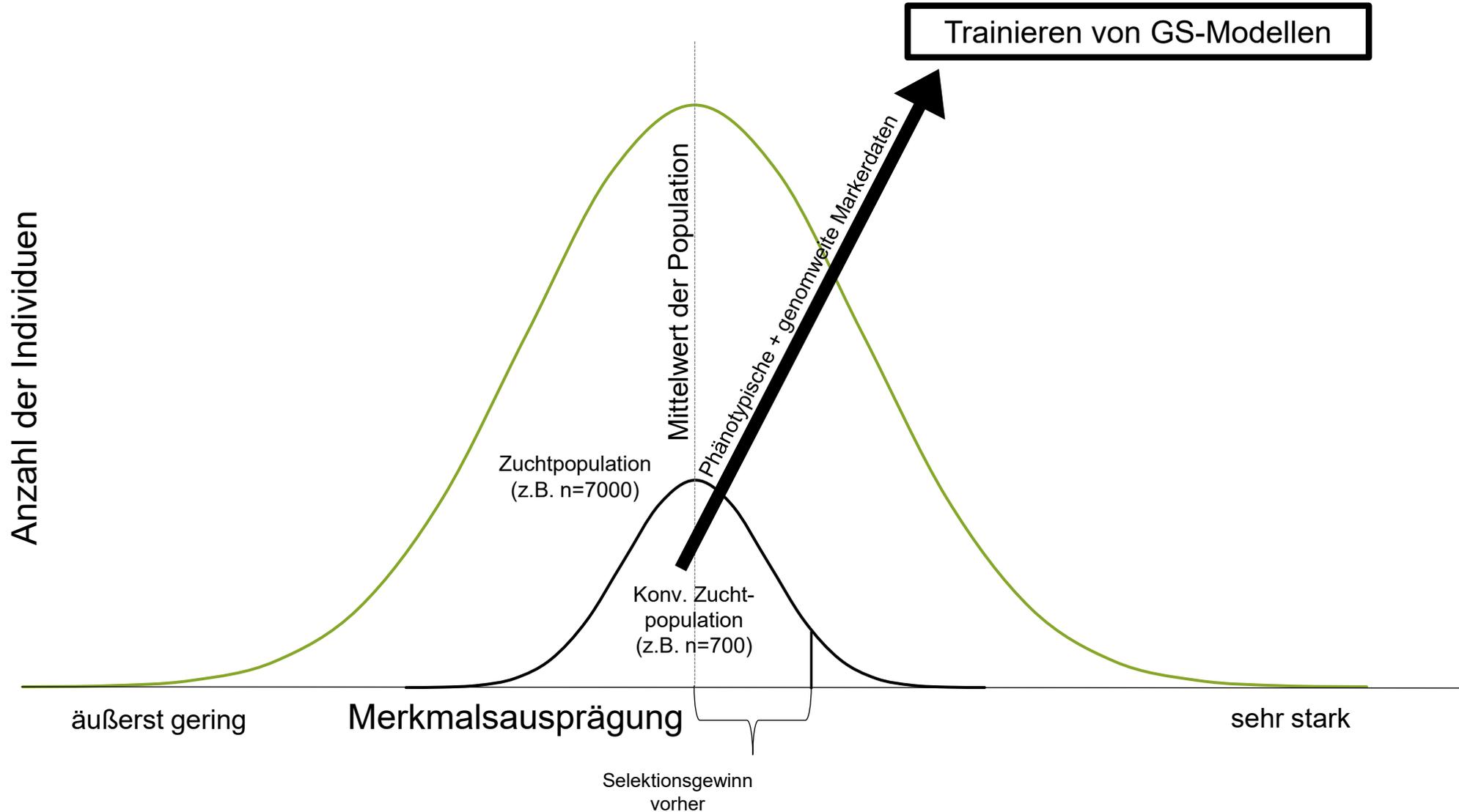
Genomische Selektion (GS)



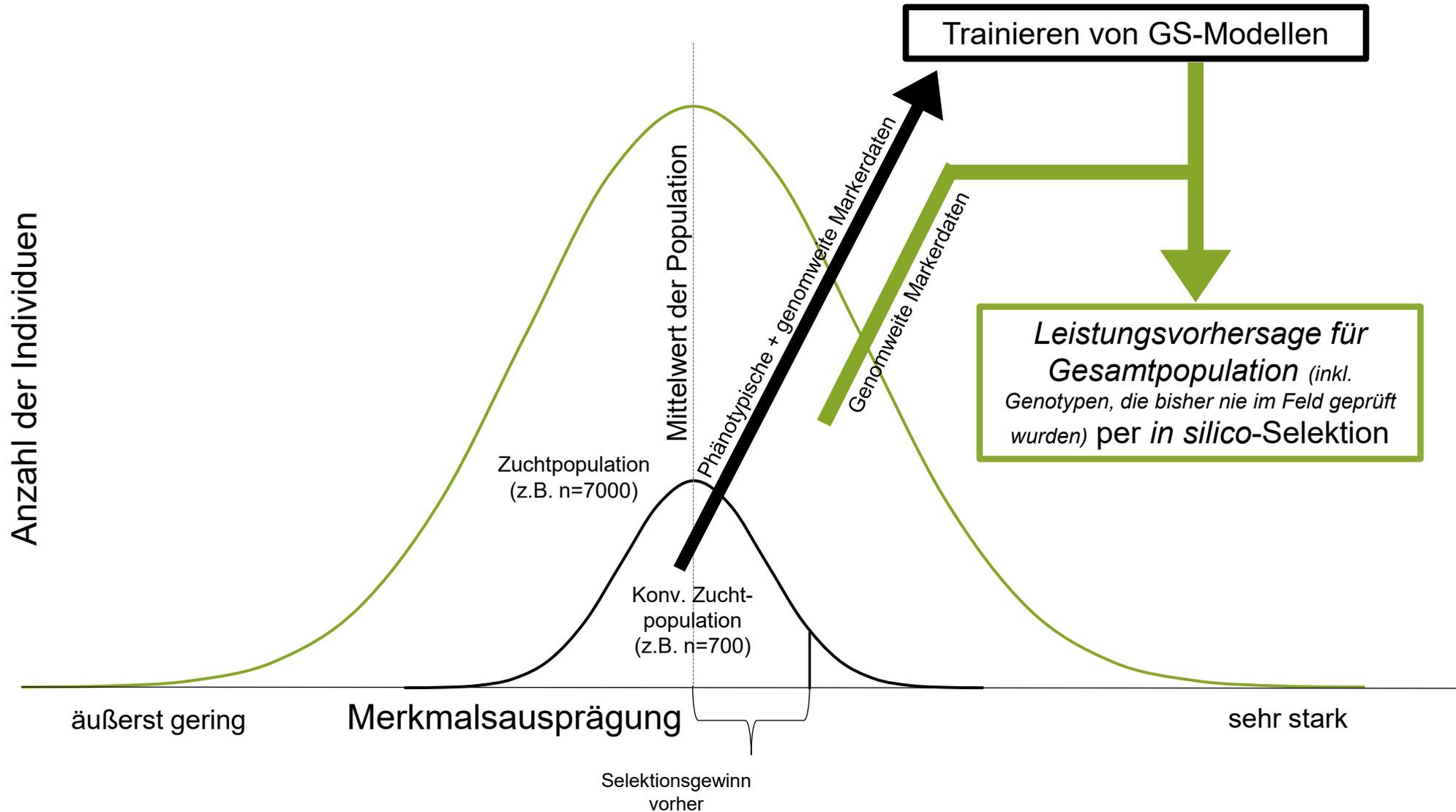
Genomische Selektion (GS)



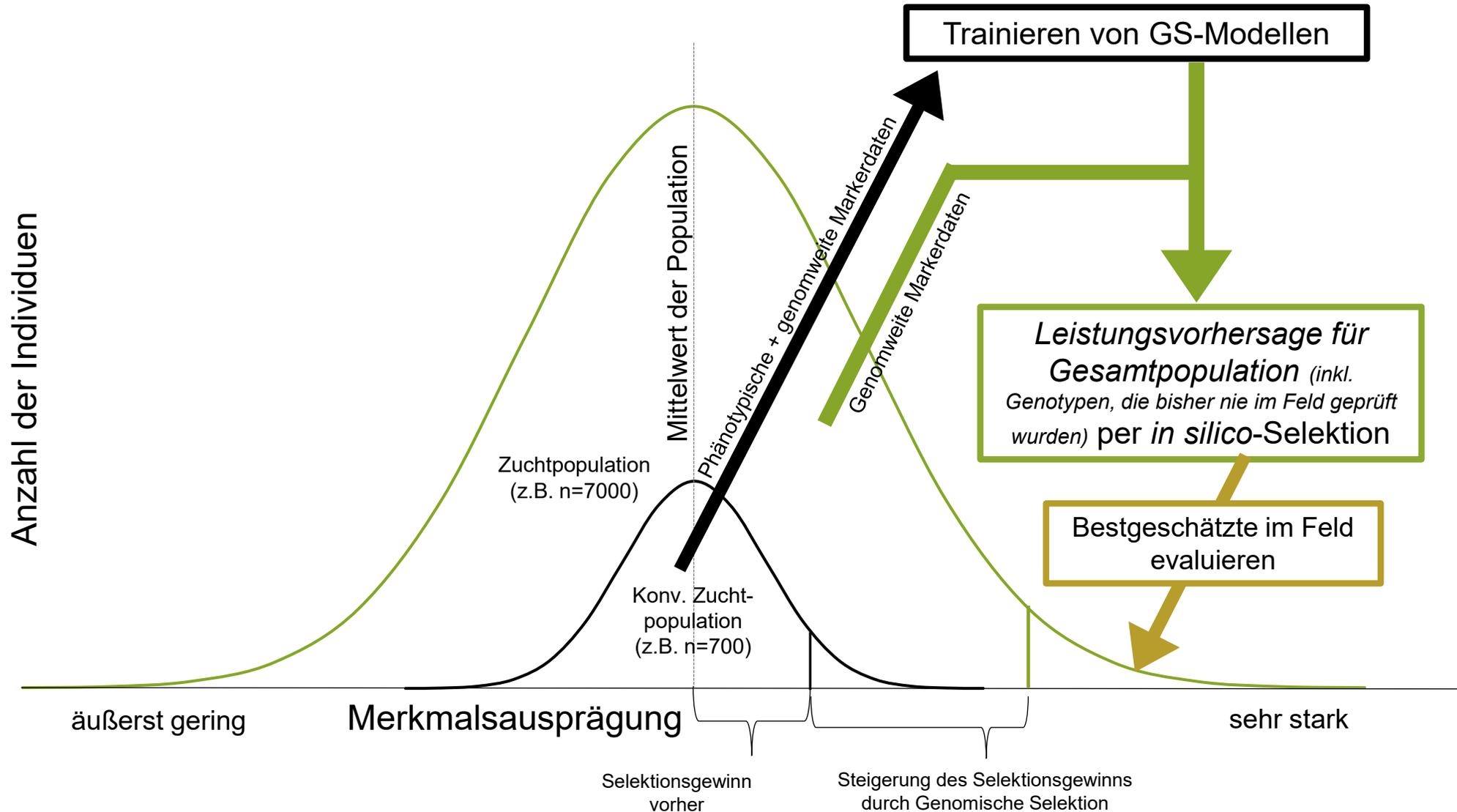
Genomische Selektion (GS)



Genomische Selektion (GS)



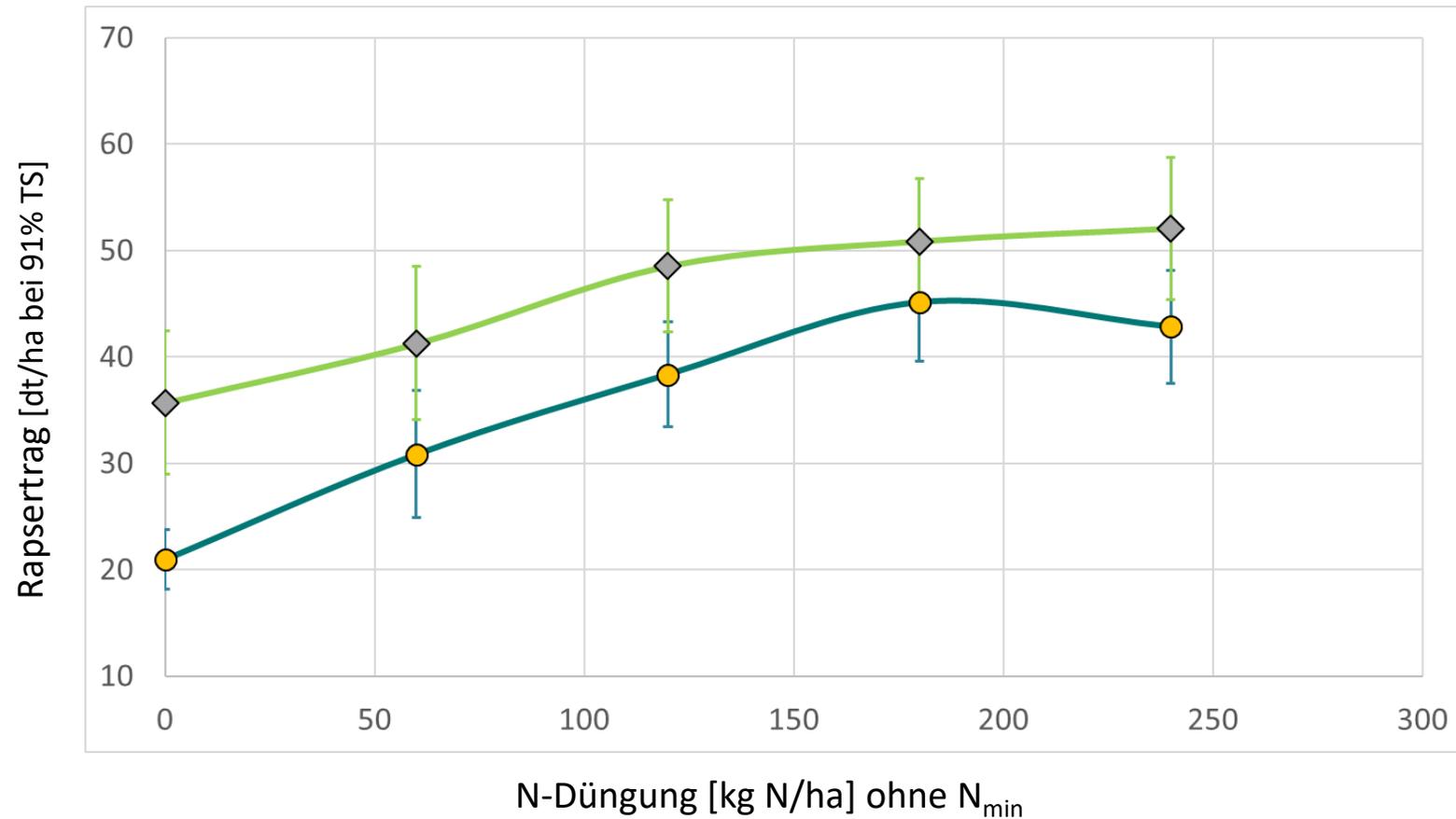
Genomische Selektion (GS)



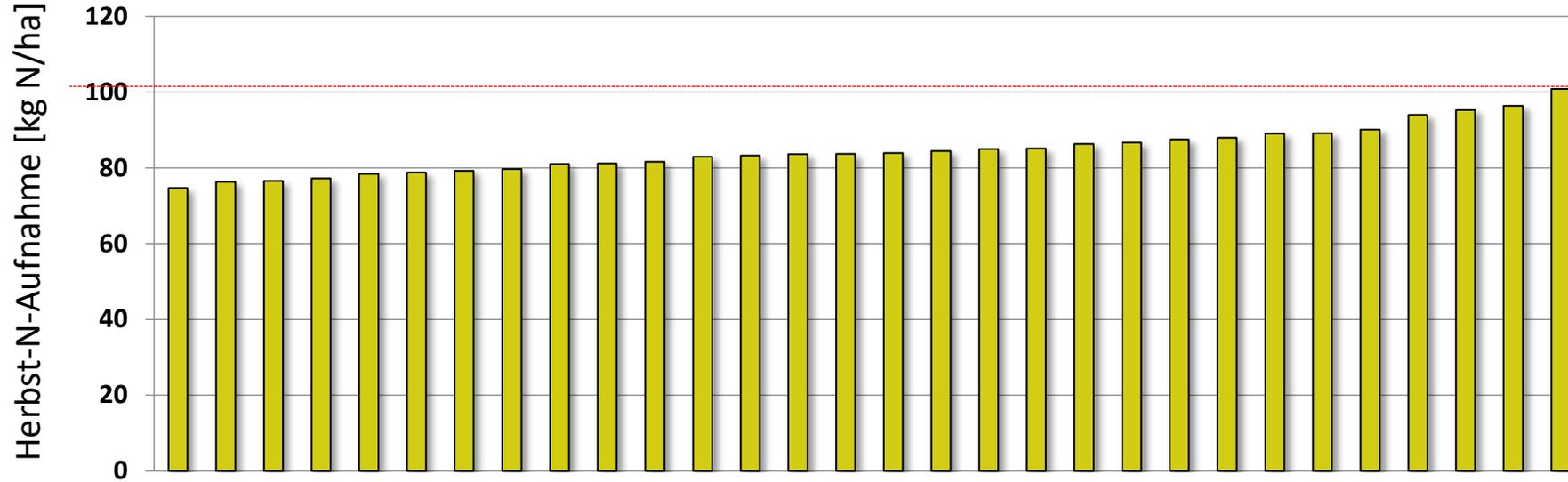
**Wie sichern Sie Erträge
bei reduzierten N-
Gaben?**

N-Steigerungsversuche 2018-2019

Wo steht IHR Raps? Wie gut ist er mit N versorgt?



Abschätzung der N-Aufnahme im Herbst



Abschätzung der N-Aufnahme im Herbst

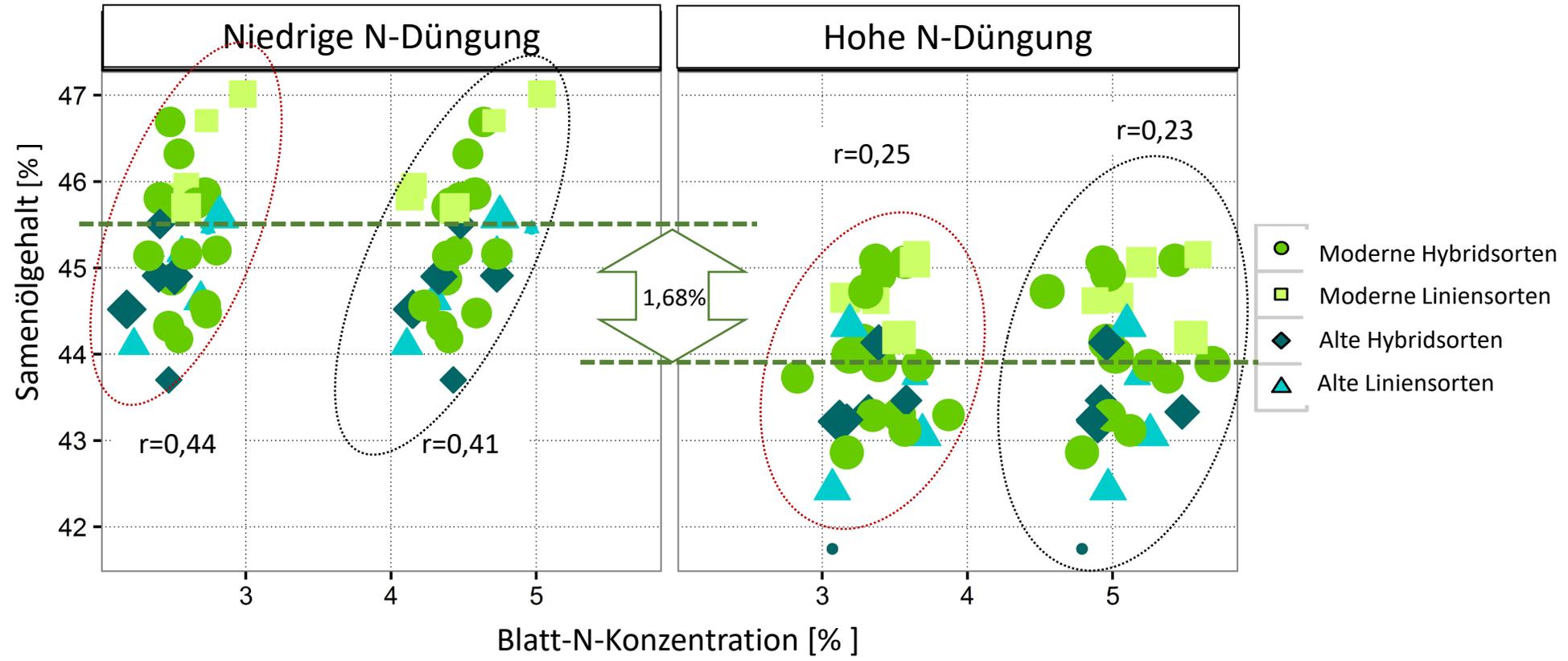


Bildquelle: <http://store.horusdynamics.com/a/parrot-sequoia/>



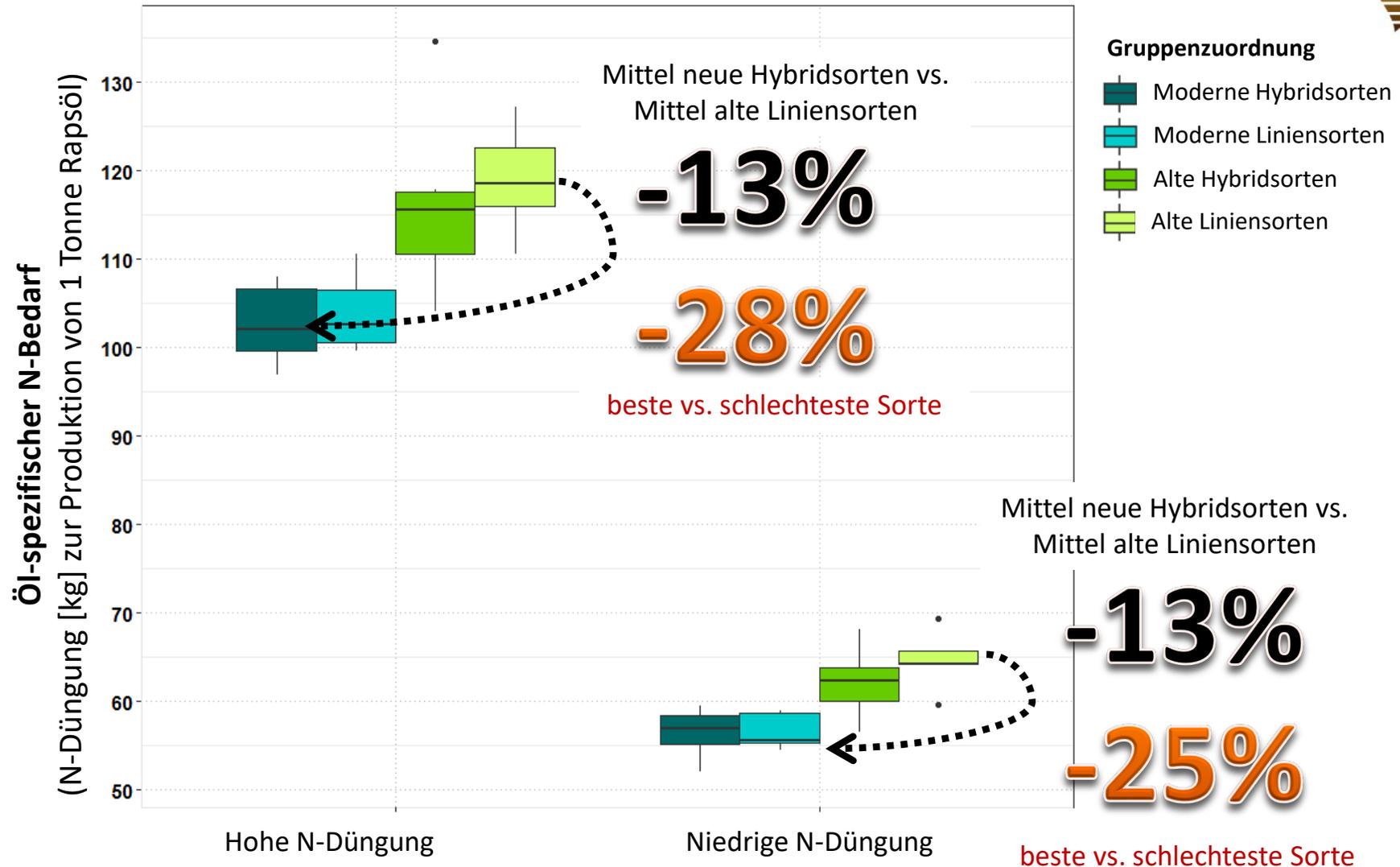
Zwei Standorte:

..... Rauschholz. Moosburg



Stahl A, et al., (2019) Effect of breeding on nitrogen use efficiency associated traits in oilseed rape. *Journal of Experimental Botany* (im Druck)

Öl-spezifischer N-Bedarf



modifiziert nach: 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

Bedeutung der Getreideroste



Gelbrost

- Europaweit verbreitet
- Starke Epidemien 2013-2016
- Hoher Anteil resistenter Sorten, jedoch genetische Grundlage unklar

Braunrost

- Regelmäßig in wärmeren bzw. trockeneren Anbauregionen
- Sorten überwiegend mäßig resistent

Schwarzrost

- Wichtigste Rostkrankheit weltweit
- Zunehmende Verbreitung in Europa (Italien, Frankreich, Österreich, Norwegen, Irland)
- Deutschland: 2013, 2016, 2019
- Nur wenige resistente Sorten

Geno- und Phänotypisierung europäischer Rostpopulationen



Races - Changes across years

Continent: Europe

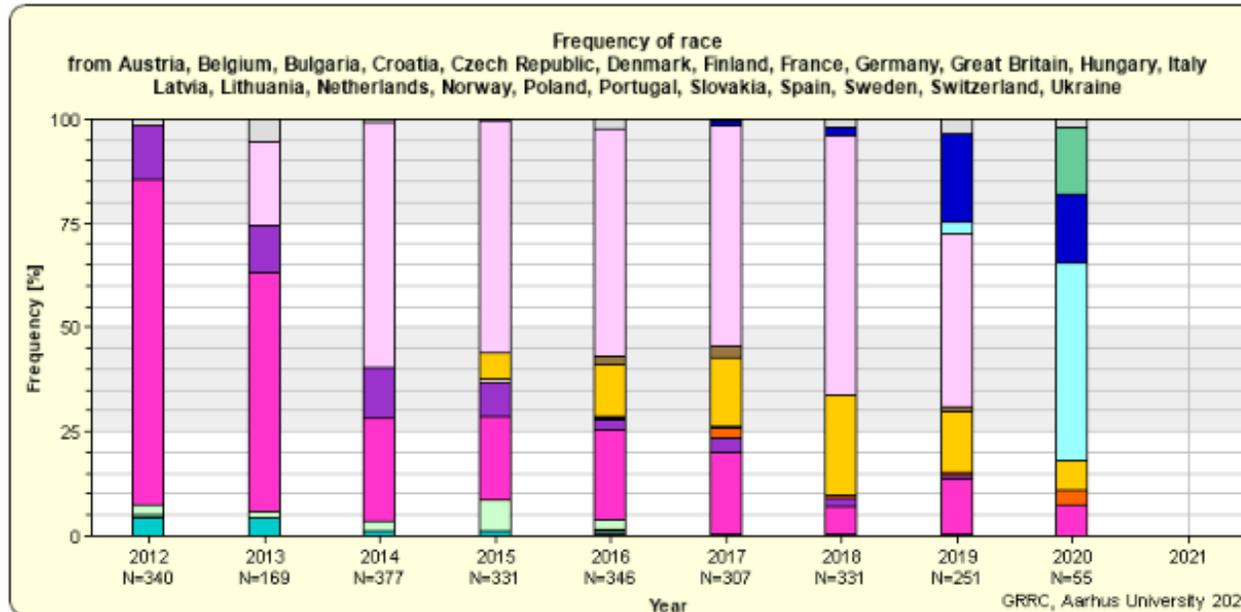
Country: All countries selected

Laboratory: All laboratories selected

Race: [i] [?] [x]

- Solstice_Oakley
- Tulsa
- PstS2
- PstS2,v27
- Triticale2006
- Warrior
- Kranich
- PstS15
- Hereford
- Triticale2015
- PstS14
- Warrior(-)
- Benchmark
- Kalmar
- Amboise
- Other

Show



Data provider : GRRC, Denmark: IHAR, Poland: INRAE, France: JKI, Germany: NIAB, United Kingdom.

Gelbrostpopulation

- PstS10 = Warrior(-) dominiert
- Untergliedert sich in drei weitere Rassen mit Virulenz für Kalmar, Benchmark, Amboise
- PstS13 = Triticale2015 führt zu starken Infektionen an Triticale, Durum- und Sommerweizen, Variante dieser Rasse mit Virulenz für Yr10 (bisher wirksam)
- Veränderungen des Rassenspektrums kann zum Zusammenbruch bisher wirksamer Resistenzen führen

Fallbeispiel: Gelbrostresistenz

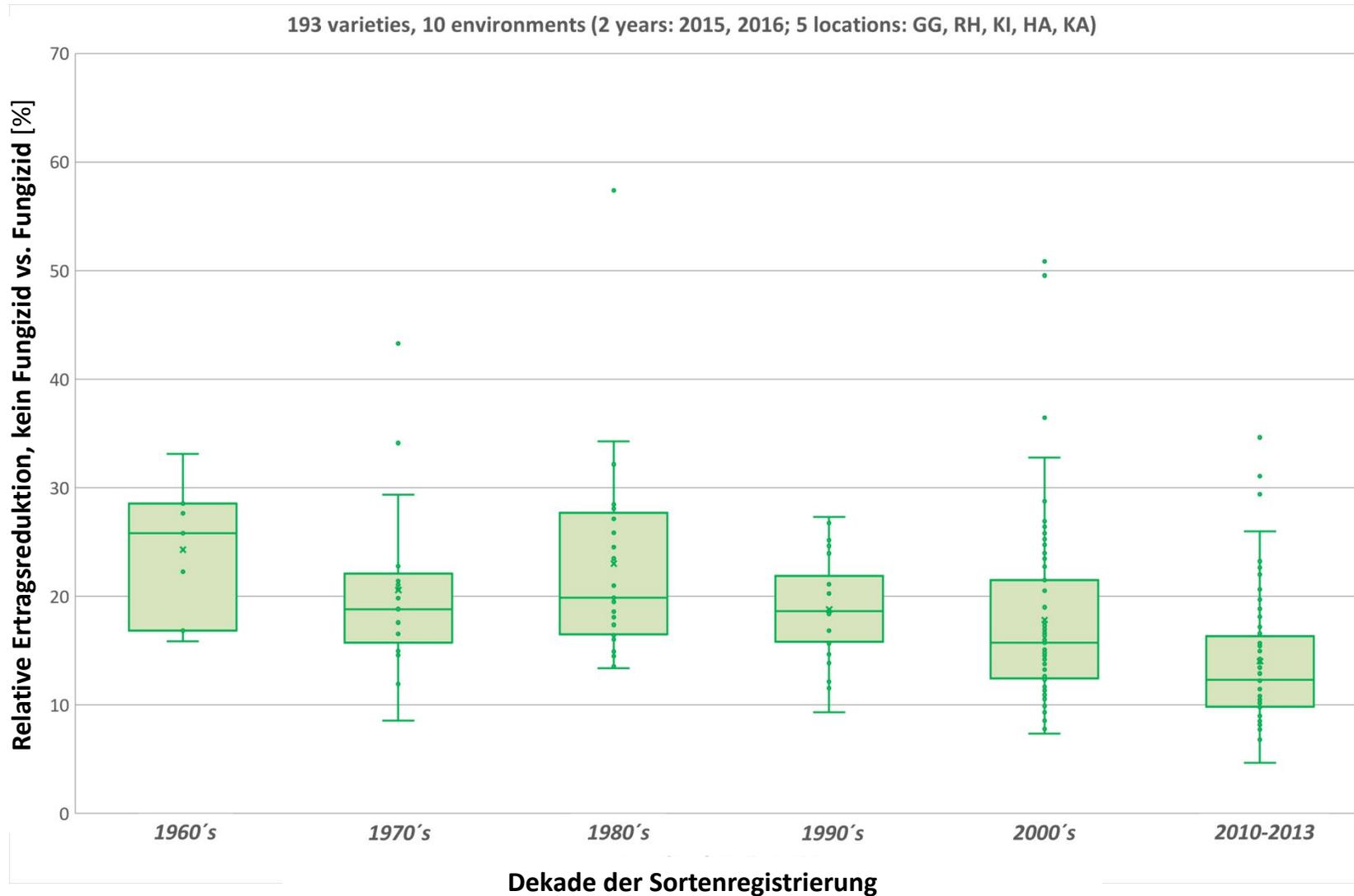
am Versuchsgut Rauischholzhausen, je ohne Fungizid



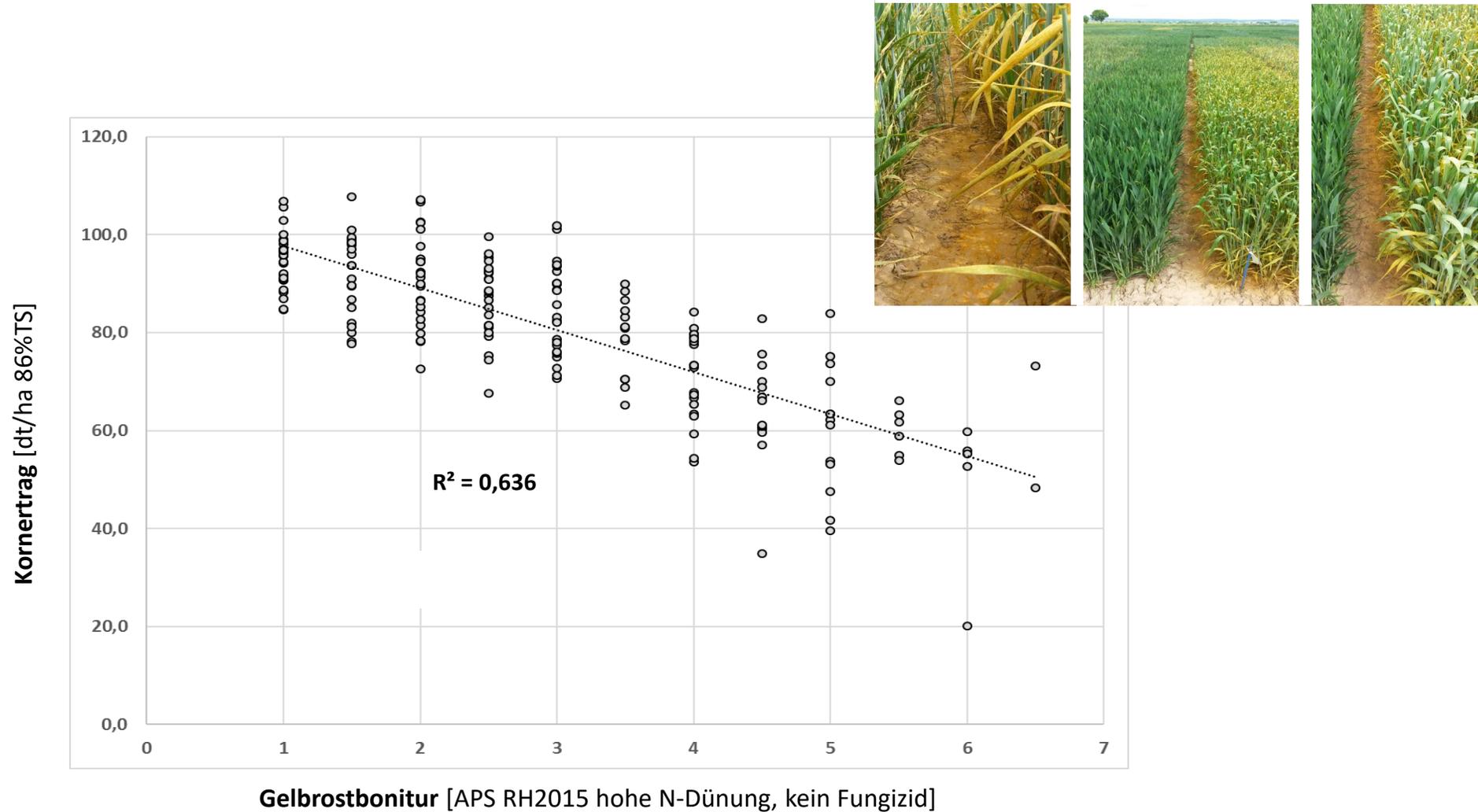
Fotos: Dr. Benjamin Wittkop, Professur für Pflanzenzüchtung, JLU Gießen

Relevanz der Pilzresistenz

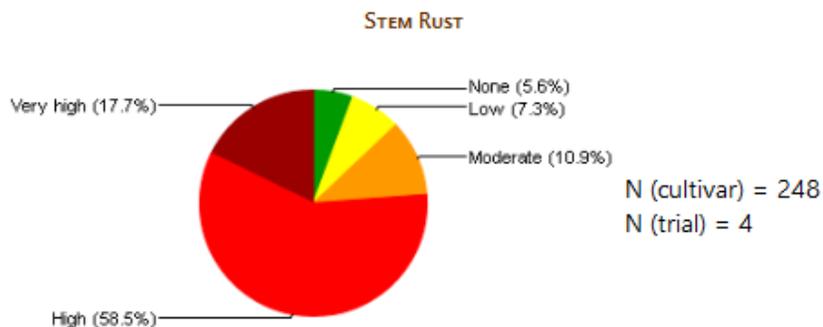
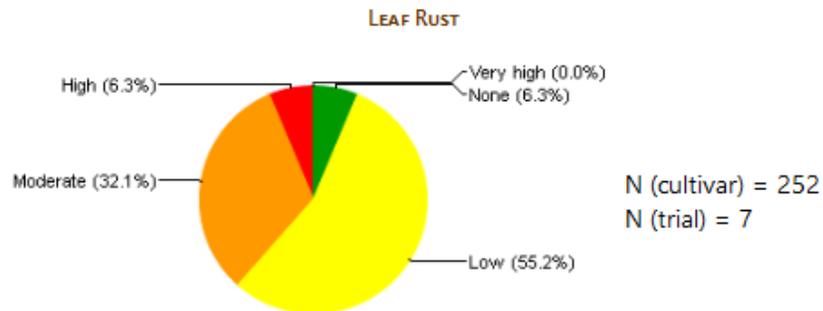
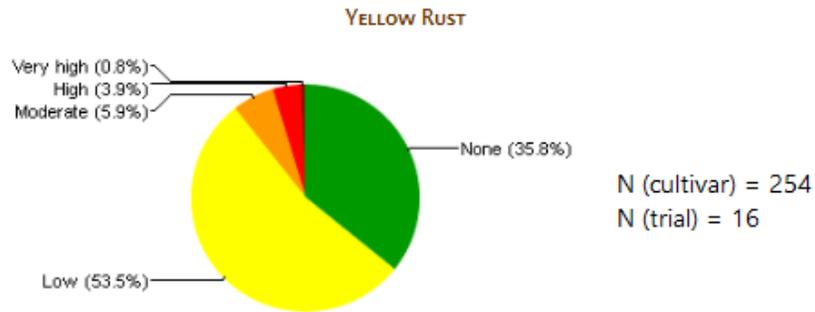
193 Sorten, 10 Umwelten (2 Jahre, 5 Standorte)



Relevanz der Pilzresistenz



Status quo - Rostresistenz europäischer Weizensorten



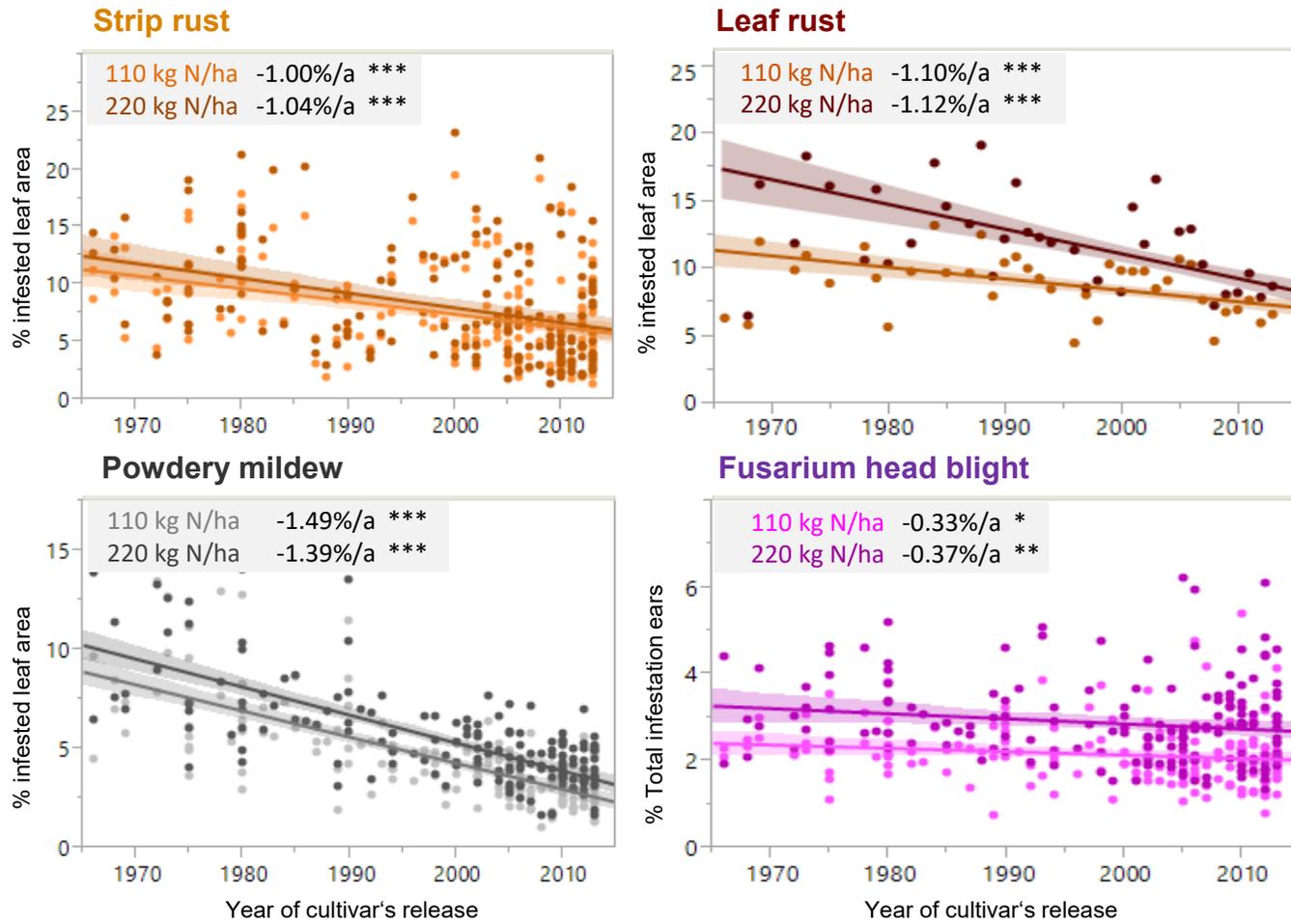
Methode

- Feldtest von 250 europäischen Weizen aus 11 Ländern an 8 Standorten in 2019 und 2020
- Inokulation neuer Gelb-, Braun- und Schwarzrostrassen

Ergebnis

- **Gelbrost:** hoher Anteil resistenter Sorten, jedoch wenig über genetische Grundlage der Resistenz bekannt
 - Risiko, dass Sorten mit gleicher Resistenz bei Anpassung der Rostpopulation zur selben Zeit anfällig werden
- **Schwarzrost:** geringer Anteil resistenter Sorten
 - Bei vermehrtem Auftreten ist mit hohen Ertragsausfällen zu rechnen

Zuchtfortschritt in europäischen Weizen für (fast) alle Krankheiten



*** 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!

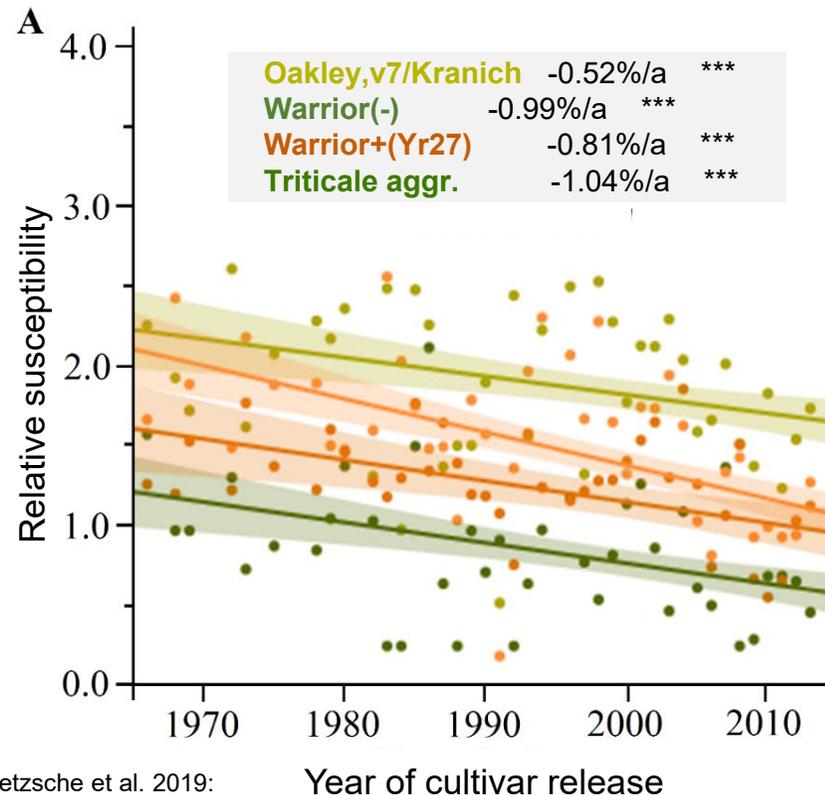
Pathogen evolution ≈ 50 % of improvement against biotroph pathogens lost

Zetsche et al. 2020: Scientific Reports

Zuchtfortschritt: Resistenz gegen mehrere Isolate im Keimlingstest

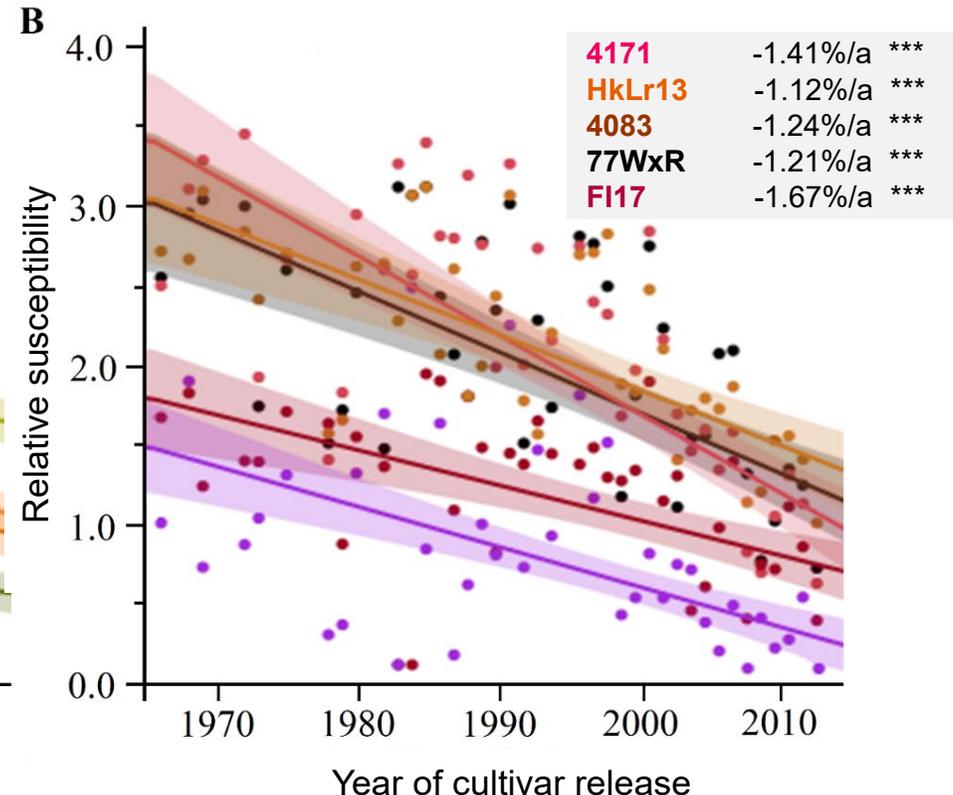


Stripe rust isolates



Zetzsche et al. 2019:
Crop Breed Genet Genome

Leaf rust isolates

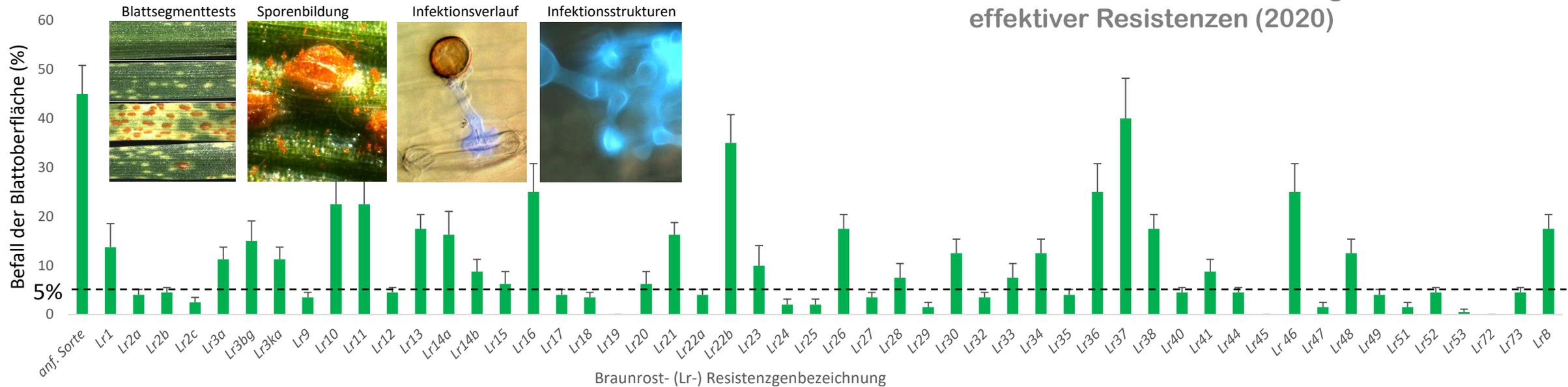


Note: Increase in race-specific seedling resistance against all rust isolates tested with similar trends
→ defeated R genes contribute to quantitative resistance or accumulation of QDR

Untersuchung der Braunrostresistenz

Überprüfung der Wirksamkeit von Resistenzgenen mit Hilfe von Nahisogenen Linien (NILs)

Detaillierte Untersuchung der resistenten und anfälligen Linien



Feldversuch zur Untersuchung effektiver Resistenzen (2020)

Untersuchung der Braunrostresistenz

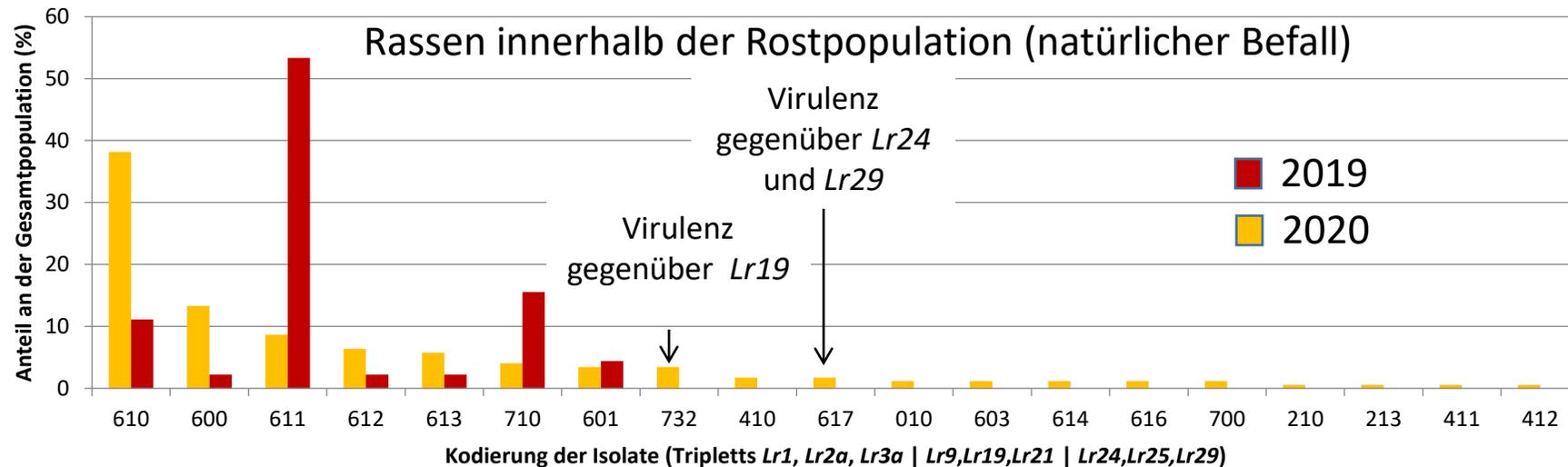
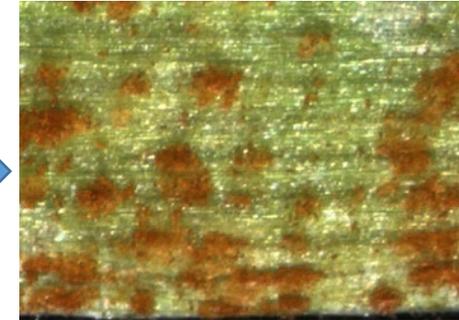
Auftreten an verschiedenen Standorten



Gewinnung von Einzelsporisolaten



Vermehrung und Nutzung



Nutzung von Rassen mit bisher nicht bekannten Virulenzen

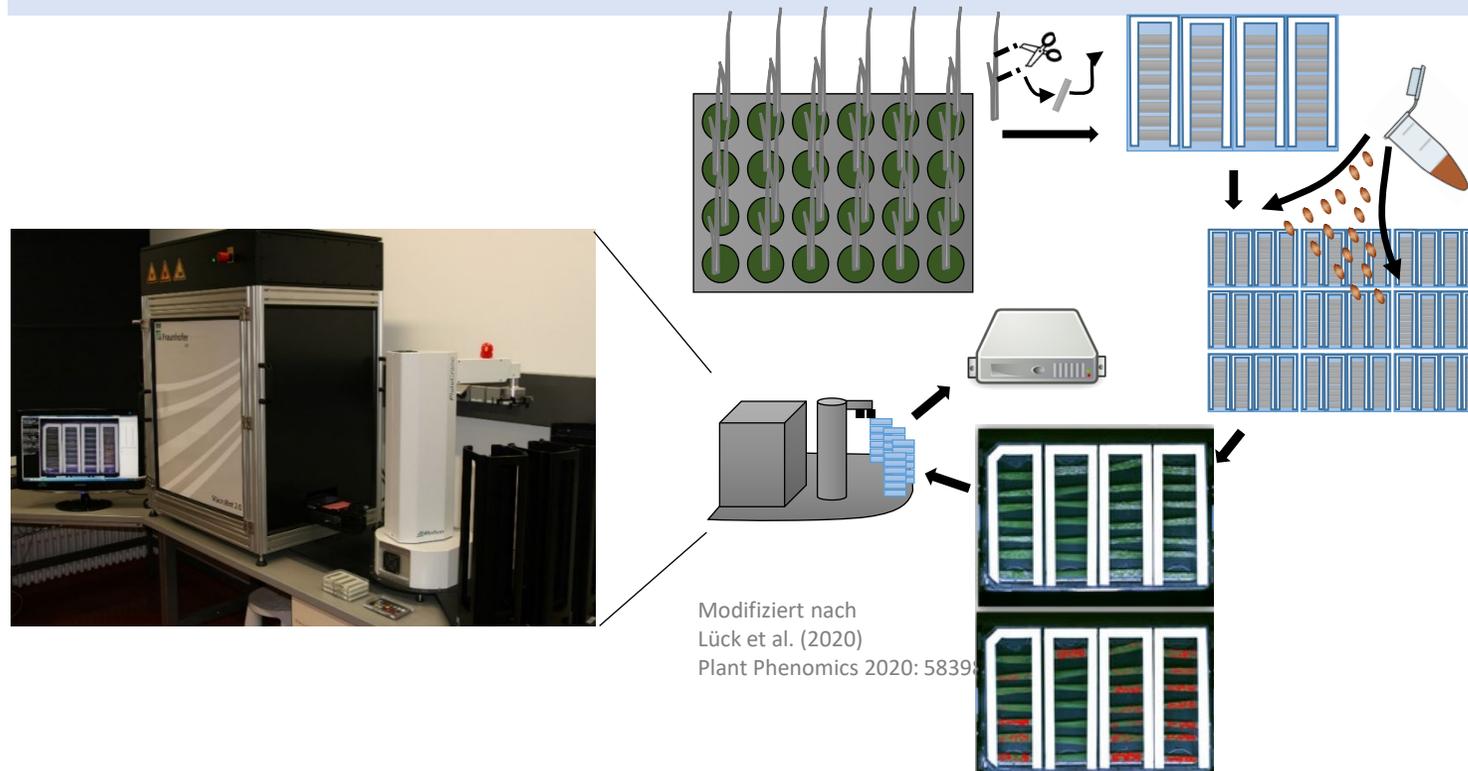
Aggressive Rassen (starke Sporenbildung, Symptomausprägung, Blattschäden)

→ Wie effektiv sind die Resistenzen gegenüber solchen Rassen?

→ **Komplexe Umwelt-Interaktion**

Digitale Phänotypisierung der Gelb- und Braunrostinfektion

Teil-automatisierte Phänotypisierung ermöglicht größere Probenzahlen, erhöhte Genauigkeit und durch Hochdurchsatz mehr Wiederholungen in kurzer Zeit zu erfassen.



- Hochdurchsatzphänotypisierung durch Prozessautomatisierung
- Möglichkeit der zuverlässigen und wiederholbaren quantitativen Messung des Rostbefalls

Im „GeneBank2.0“-Projekt werden in ca. 9.700 W-Weizen und 9.500 S-Weizen Akzessionen der IPK-Genbank im Gewächshaus nach effektiven Resistenzquellen für Gelb- und Braunrost durchsucht.

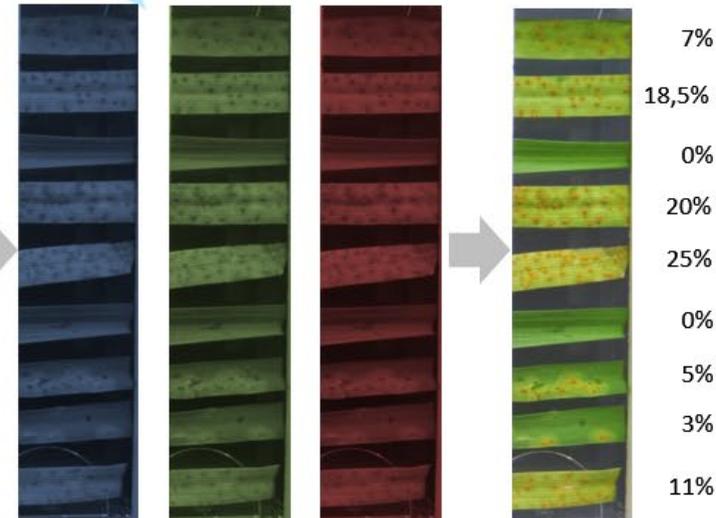
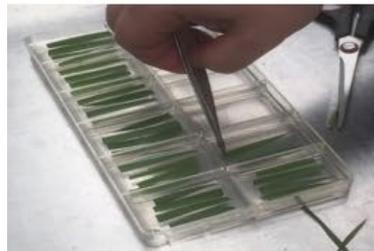
Digitale Phänotypisierung der Gelb- und Braunrostinfektion

Leaf segment tests with repeats and control genotypes. 96 plates are processed per rotation.

Macrobot transports plates from stack to image box. Identification of the plates by means of barcode scanner.

Images of different light conditions (green, blue, red, UV) are captured and stored.

Merging of images and analysis of quantitative infestation by special evaluation software.



An aerial photograph of a large, intricate maze in a field. The maze is composed of many narrow paths and dead ends, creating a complex geometric pattern. The field is lush green, and the sun is setting in the background, casting a warm, golden glow over the scene. The sky is a mix of orange and blue, and the sun is a bright, glowing orb on the horizon. The maze is the central focus of the image, with its paths leading the eye across the field.

Vielen Dank

Fragen?