

# Züchtung für Trockenstresstoleranz

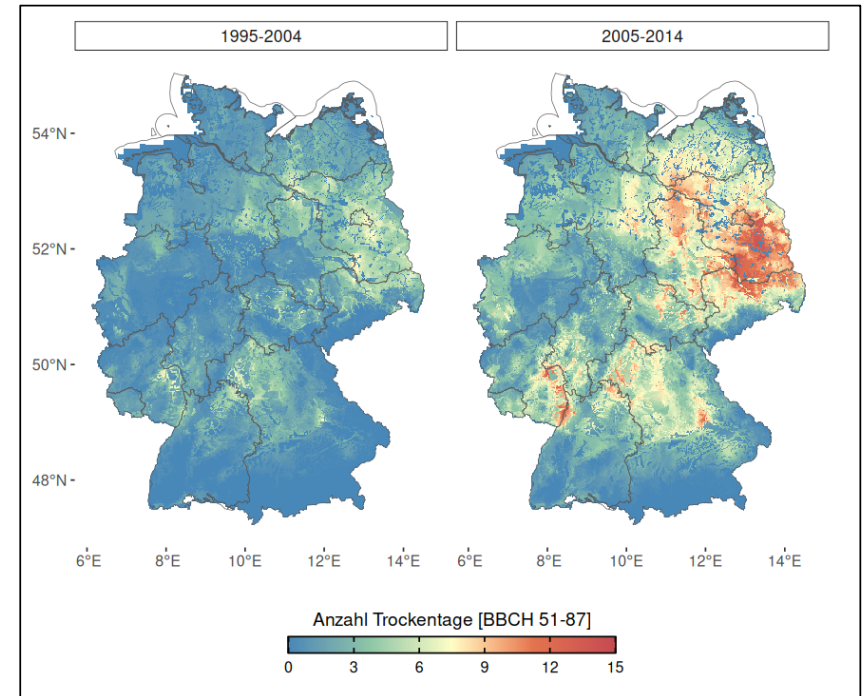
## **Prof. Dr. Frank Ordon**

Präsident und Professor  
Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg, Deutschland

DAF-Tagung 2025 „Dürre in Deutschland – Klimaangepasste Wasserbewirtschaftung in Agrarlandschaften“

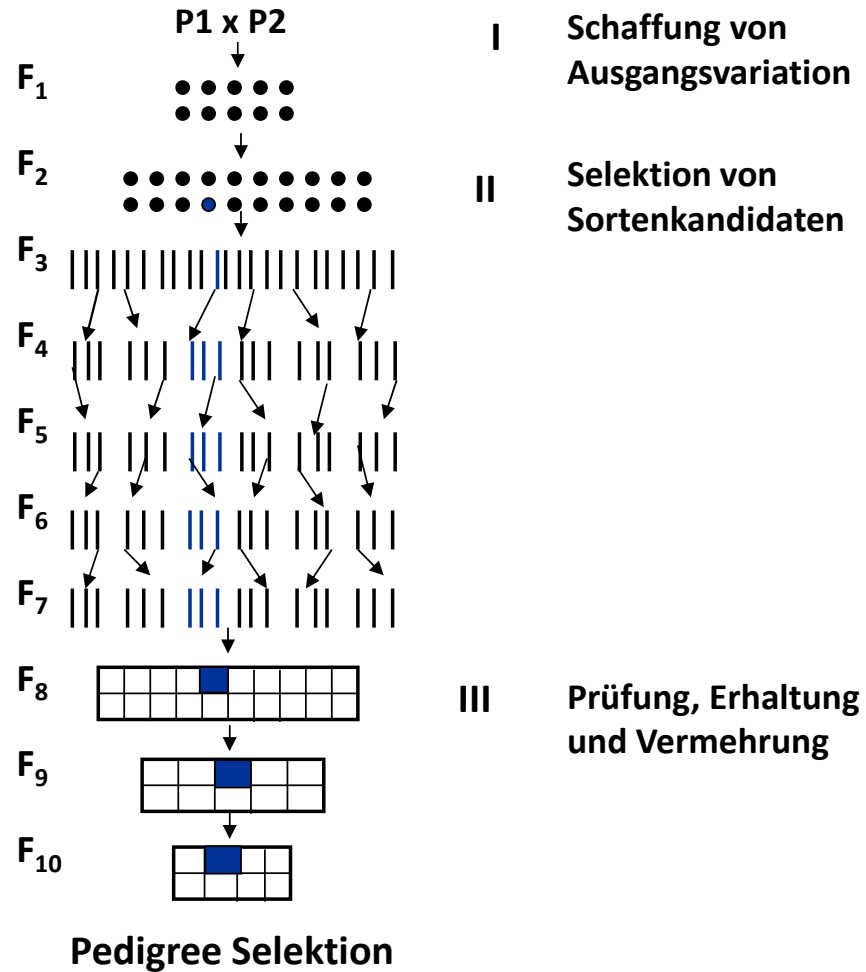
# Einleitung

- Zunehmendes Trockenstressrisiko
- **13,5% Ertragsrückgang im Dürrejahr 2022**
- Verbesserung der Trockenstresstoleranz ist Baustein zur Anpassung von Anbausystemen
  - Reduktion von Ertragsverlusten
  - Ressourcenschutz u.a. durch Reduzierung des Bewässerungsbedarfs
  - Erhaltung landwirtschaftlicher Produktivität an marginalen Standorten
- **Sicherung von Ernährungssouveränität und Wettbewerbsfähigkeit**



Veränderung in der Anzahl an Trockentagen bei Winterweizen (BBCH 51 – 87, Ährenschiebe - Gelbreife)

# Klassische Pflanzenzüchtung



Selektionserfolg

$$R = h^2 \times S_D$$

Heritabilität

$$h^2 = V_g / V_p$$

$$V_p = V_g + V_E + V_{gE}$$

Je sicherer der Rückschluss von  
Phänotyp auf den Genotyp  
desto höher der Selektionserfolg

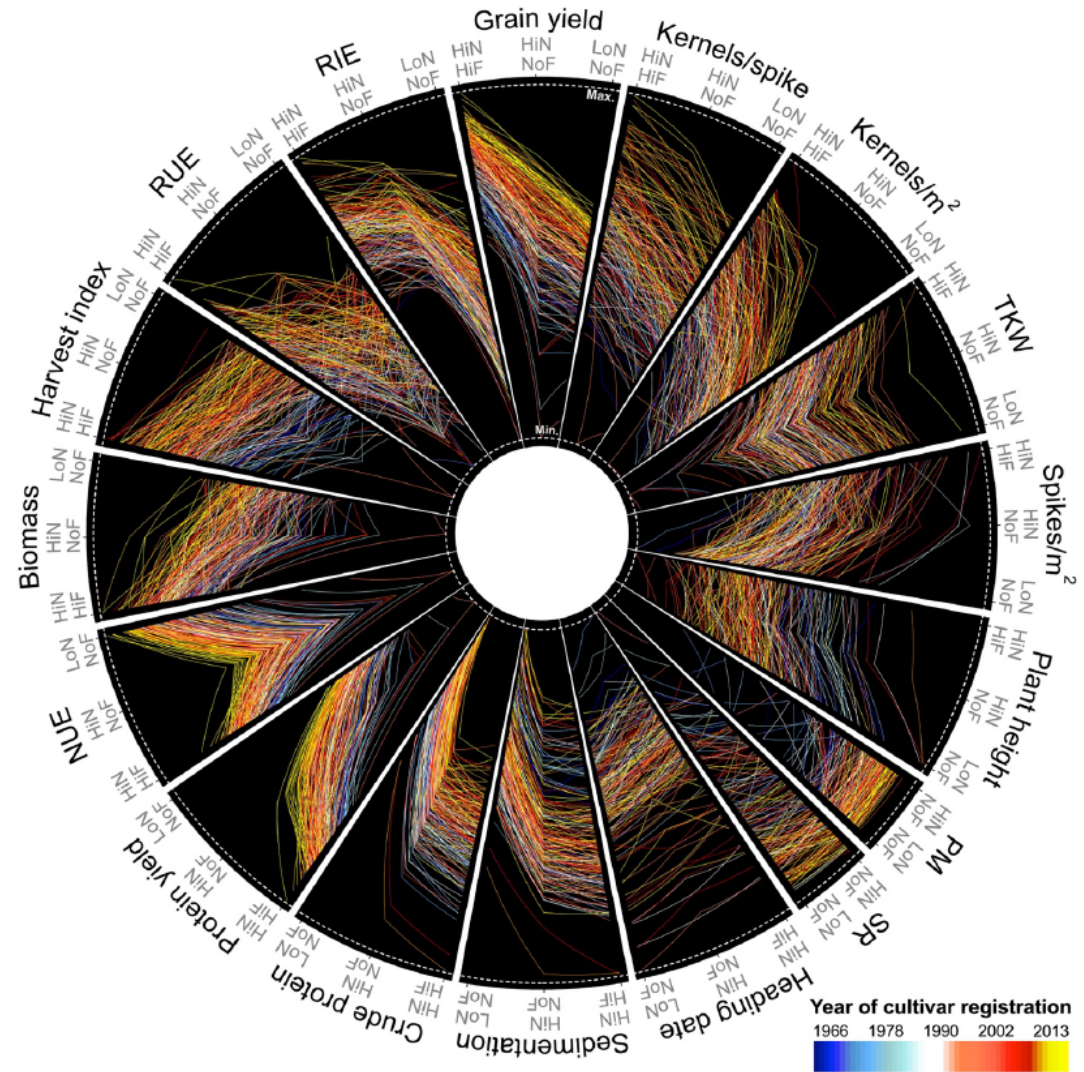
# Züchtungsfortschritt

Article | Published: 17 June 2019

## Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels

Kai P. Voss-Fels, Andreas Stahl, Benjamin Wittkop, Carolin Lichthardt, Sabrina Nagler, Till Rose, Tsu-Wei Chen, Holger Zetzsche, Sylvia Seddig, Mirza Majid Baig, Agim Ballvora, Matthias Frisch, Elizabeth Ross, Ben J. Hayes, Matthew J. Hayden, Frank Ordon, Jens Leon, Henning Kage, Wolfgang Friedt, Hartmut Stützel & Rod J. Snowdon

Nature Plants (2019)

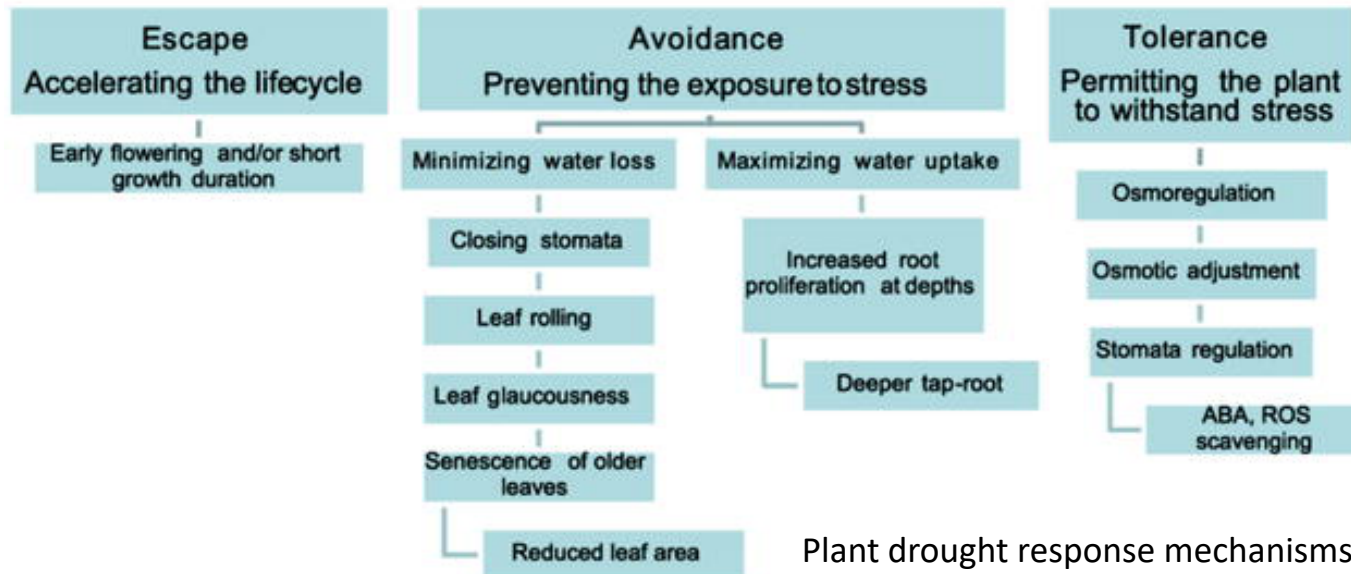


# Trockenstress

**Trockenstresstoleranz ist ein komplexes Merkmal, an dem viele Gene (G), die Umwelt (E) und deren Interaktion (GxE) beteiligt sind**

**Abhängig von: Zeitpunkt, Dauer und Intensität des Stresses**

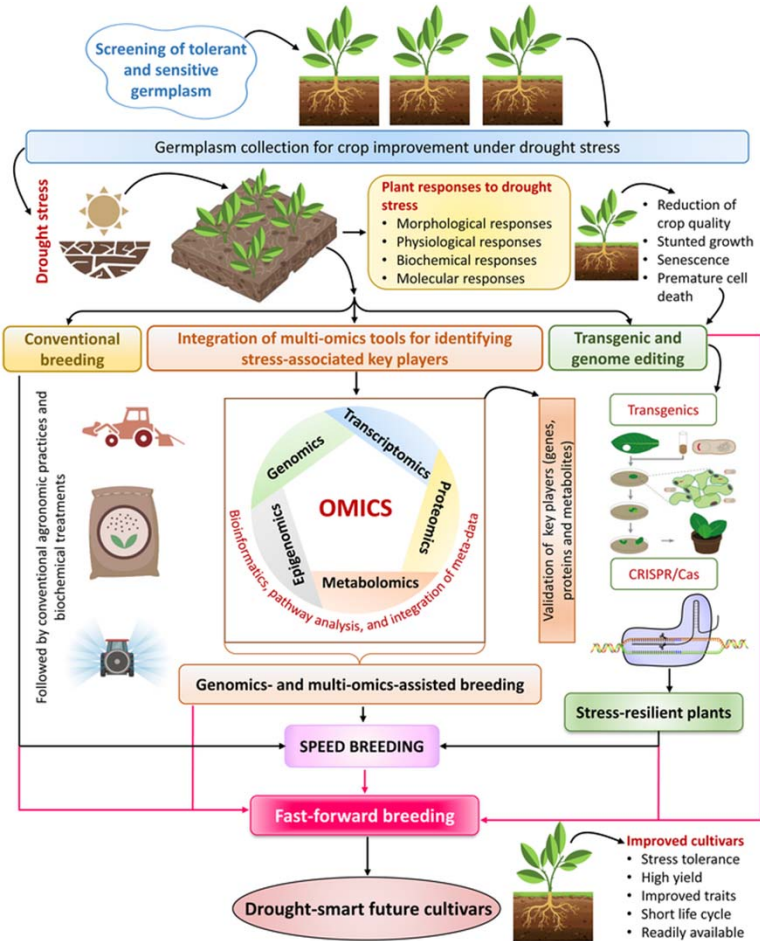
## DROUGHT RESPONSE STRATEGIES



Plant drought response mechanisms and main related traits.

Pamrelli Ranjith, Madasu Srinivasa Rao (2020) DOI: 10.5772/intechopen.97276

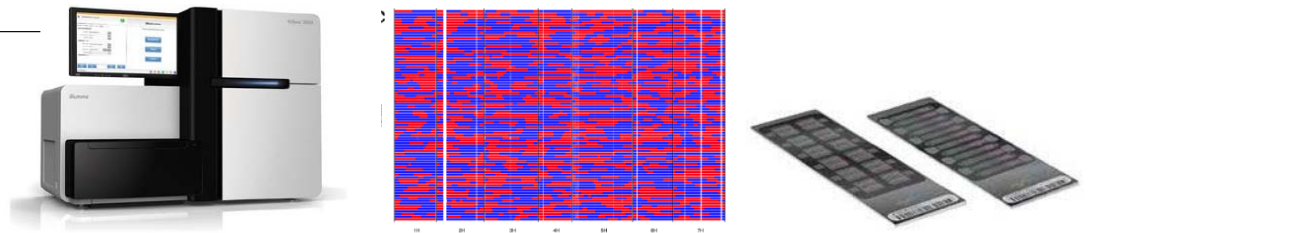
# Züchtung auf Trockenstresstoleranz



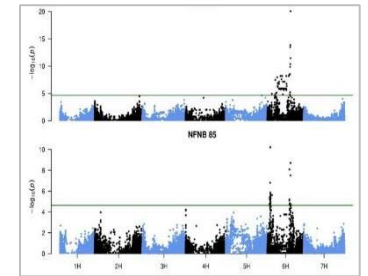
## Phenotyping



## Genotyping



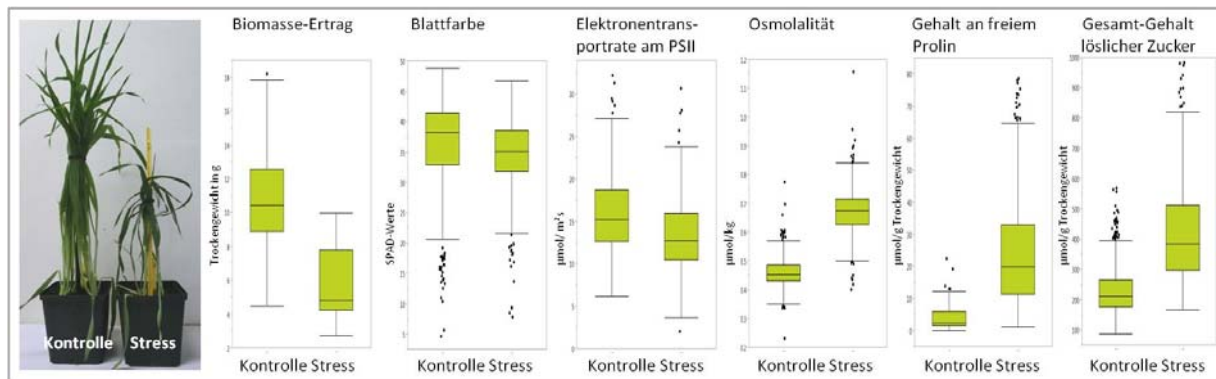
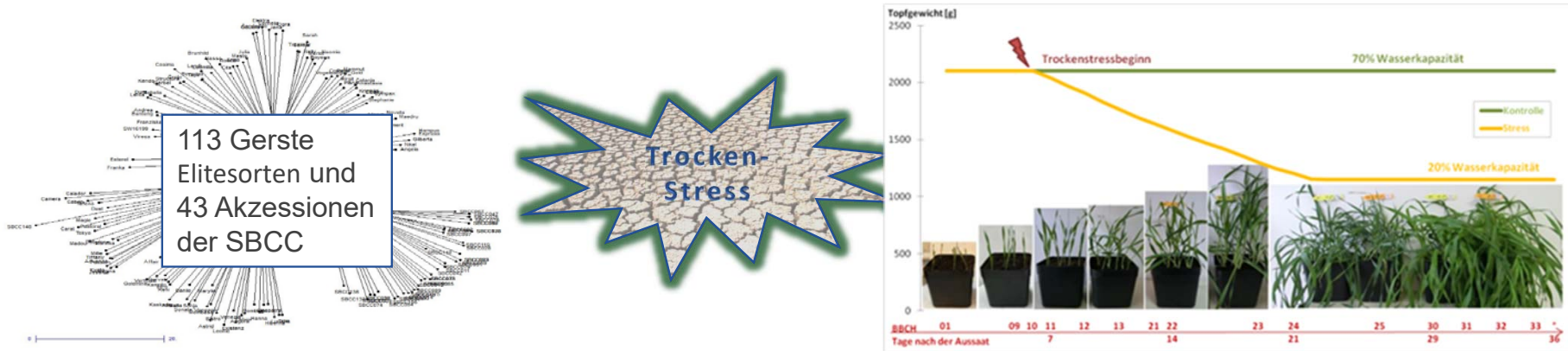
## Genomweite Assoziationsstudien (GWAS)



Raza et al. (2022), The Plant Genome DOI: 10.1002/tpg2.20279

# Genomweite Assoziationsstudien (GWAS)

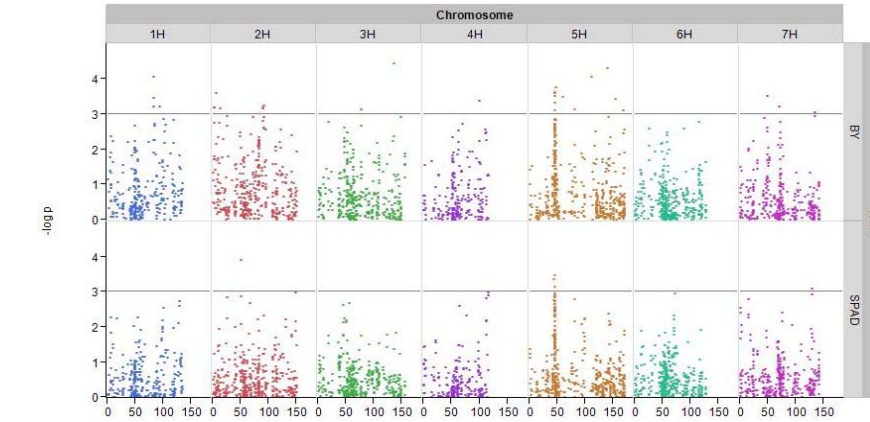
Genomregionen der Gerste mit Beteiligung an Trockenstresstoleranz und Blattseneszenz



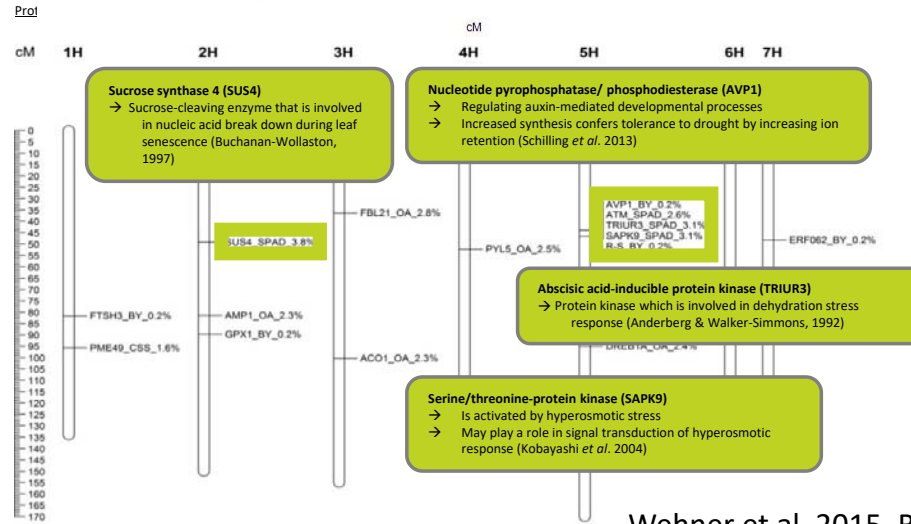
Wehner et al. 2015, BMC Plant Biology; Wehner et al. 2016, BMC Plant Biology; Wehner et al. 2016, Agronomy

# Genomweite Assoziationsstudien (GWAS)

Identifikation von Marker-Merkmal-Assoziationen

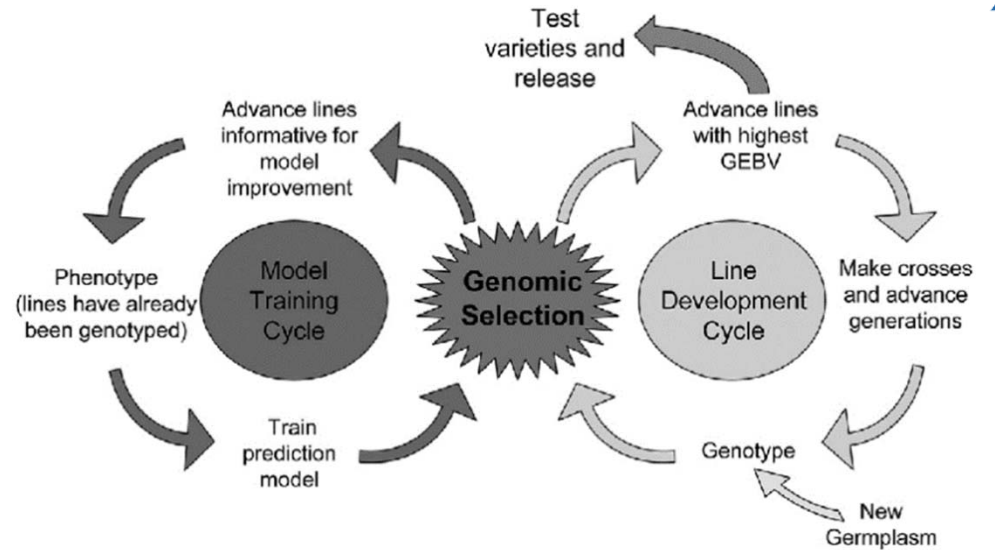
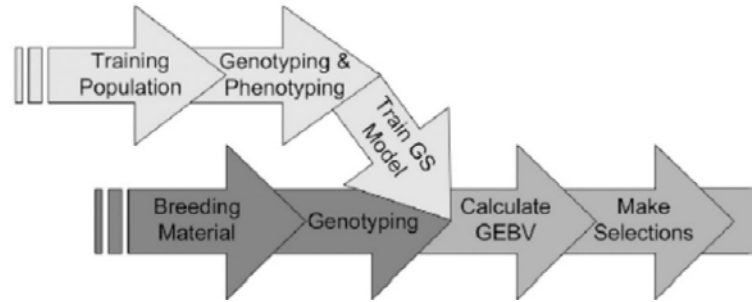


Identifikation von Genen



Wehner et al. 2015, BMC Plant Biology

# Genomische Selektion



Heffner et al. 2009, Crop Science

Leave-One-Environment-Out (LOEO) Predictions

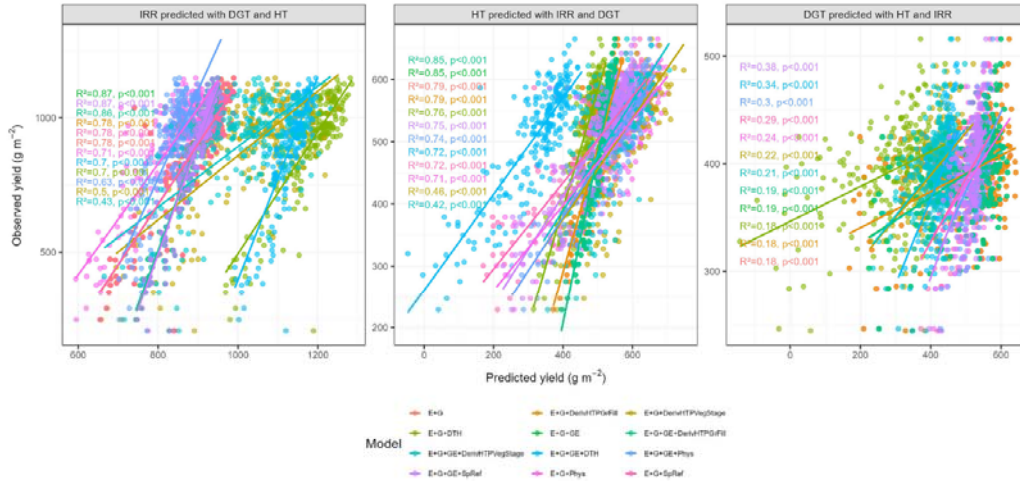


FIGURE 5 Scatterplot of observed versus predicted grain yield in the leave-one-environment-out (LOEO) scheme with the 12 models that consider only one group of variables. The left panel is the irrigated (IRR) environment predicted with the drought (DGT) and terminal heat stress (HT) environments, the middle panel is the terminal heat stress (HT) environment predicted with the irrigated (IRR) and drought (DGT) environments, and the right panel is the drought (DGT) environment predicted with the terminal heat stress (HT) and irrigated (IRR) environments.

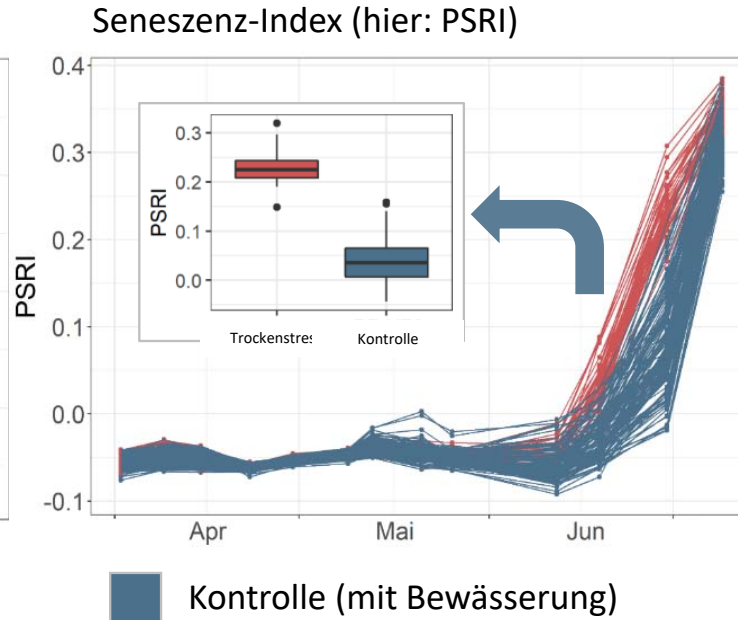
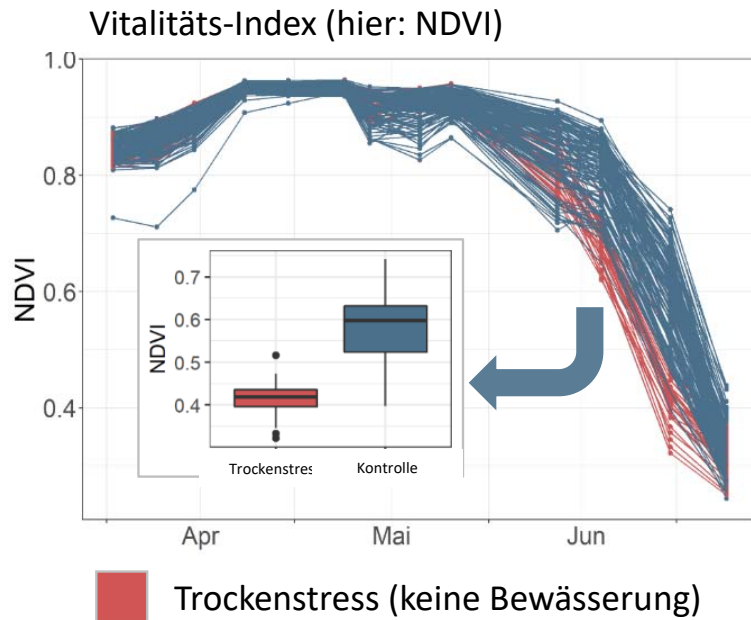
Guillermo García-Barrios et al. 2025, The Plant Genome

# Drohngestützte Phänotypisierung bei Weizen

- Einsatz von Multispektralkameras zur nicht-invasiven und objektiven Erfassung von Pflanzenmerkmalen während der gesamten Vegetationsperiode
- Ableitung deskriptiver Pflanzenmerkmale zur Messung von Trockenstresstoleranz

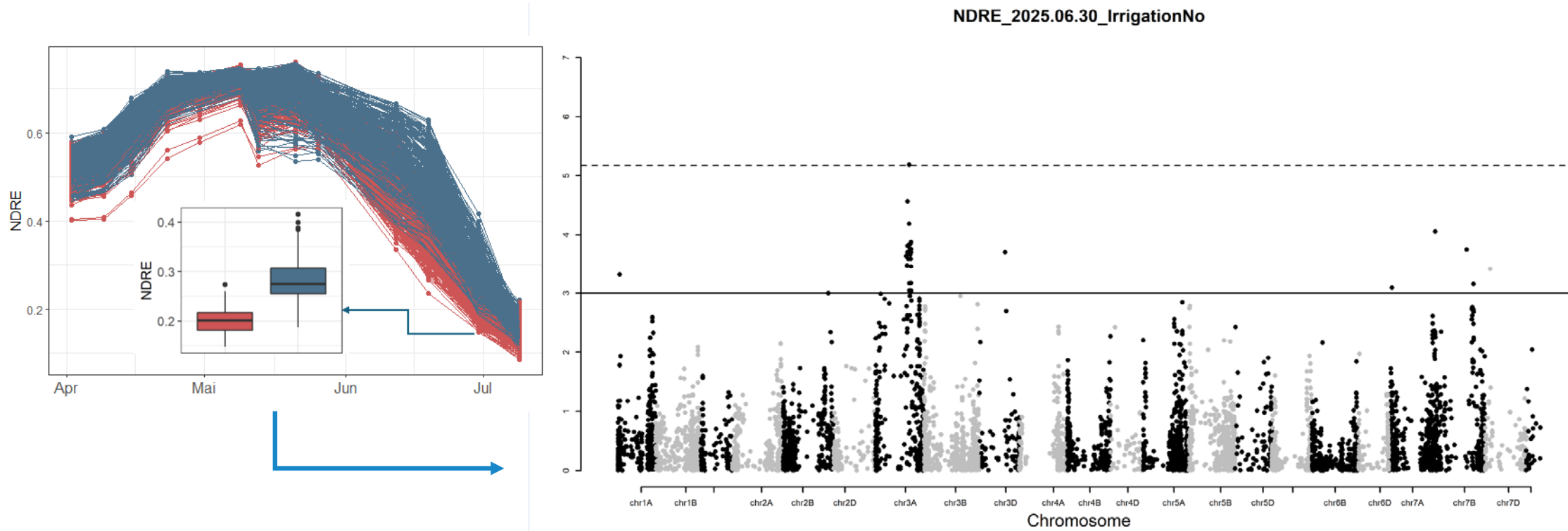


Gefördert durch  
**DFG**



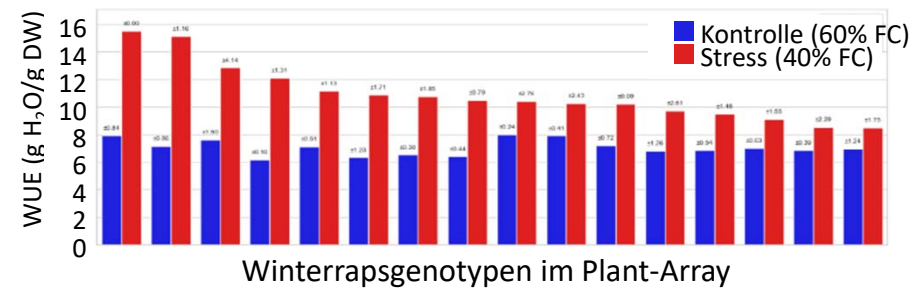
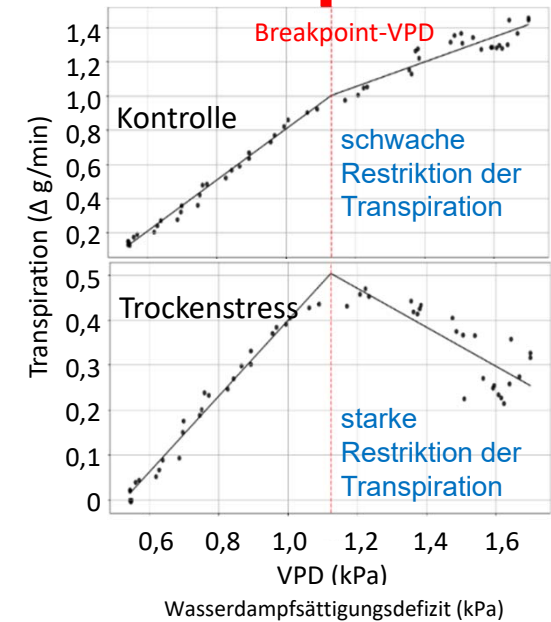
Winterweizen Phänotypisierung

# Drohngestützte Phänotypisierung bei Weizen



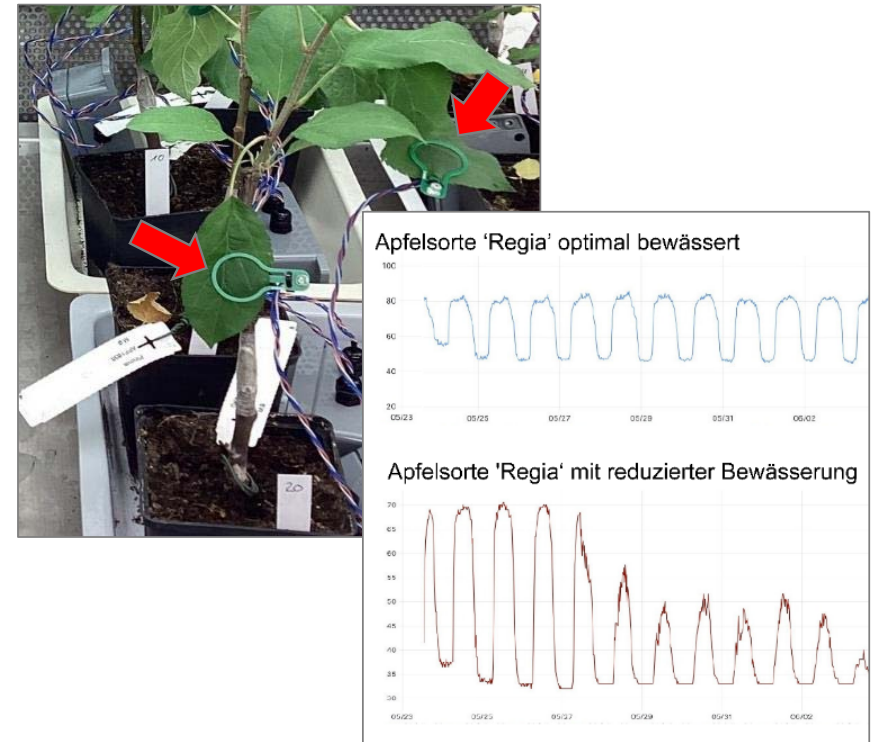
# Phänotypisierung von Raps mittels Plant-Array

- Regulation der Transpiration ist wichtiger Faktor für Trockentoleranz
- Im „Plant-Array“ können hochauflösende Transpirationsverläufe aufgezeichnet werden.
- Zeitgleiche Aufnahme des Wasserdampfdruckdefizits (VPD) zeigt „Breakpoints“, an denen Stomata geschlossen werden
- Auswahl trockenoleranter Genotypen nach ihrer Wassernutzungseffizienz (WUE) und Ertragsleistung im Feld



## Phänotypisierung von Apfel mithilfe von Sensoren

- Etablierung neuer digitaler Blatt-Sensoren
- Erfassung von kondensierendem Wasserdampf aus der Blatttranspiration
- Kontinuierliche Überwachung von Trockenstress mittels Dashboard
- Erste Stressreaktionen nach 4-5 Tagen messbar
- Apfelsorten variieren sehr stark in ihrer Reaktion auf Trockenstress
- Nutzung der Sensoren zur Identifikation toleranter Genotypen für die Züchtung



Messung von Trockenstress mittels Sensoren bei Apfel (roter Pfeil)

# Sonnenbrand an Trauben der Weinrebe

- Umweltbedingungen wie Trockenheit, UV-Strahlung und Hitze begünstigen Sonnenbrand an Trauben sensibler Rebsorten
- Auftreten von Sonnenbrandschäden ist in den letzten Jahren stark erhöht (Klimawandel)
- Risiko für Ertragsverluste und geringere Weinqualität
- Ziel: Identifikation genetischer Regionen, deren An- bzw. Abwesenheit die Resilienz steigern können
- Verständnis der genetischen Grundlage ermöglicht die züchterische Bearbeitung mit Hilfe molekularer Marker



Klimaveränderungen begünstigen Sonnenbrand an Weinreben

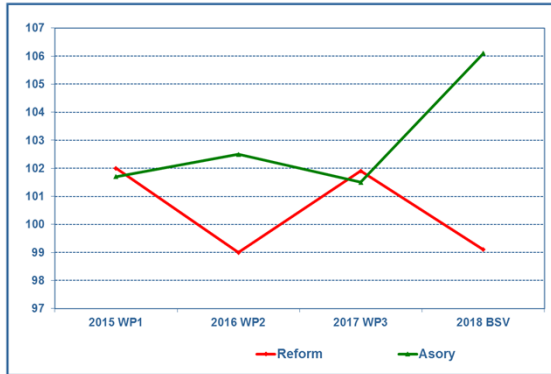
# Sonnenbrand an Trauben der Weinrebe

- Untersuchung in einer bi-parentalen Population ('Calardis Musqué' x 'Villard Blanc')
- Zusammenwirken von zwei Allelen in zwei genetischen Regionen notwendig, um gute Sonnenbrandfestigkeit zu erzielen
- Zellwandaufbau assoziierte Kandidatengene identifiziert
- **Alternativer Forschungsansatz:**  
Entwicklung von umweltunabhängigen Hochdurchsatzverfahren zur Phänotypisierung von Sonnenbrand an Trauben und Beeren im Labor mit automatisierter, KI-gestützter Auswertungspipeline



Sonnenbrandfestigkeit in Abhängigkeit der Allel-Kombinationen zweier Marker

# Roggen-Weizen-Translokationen

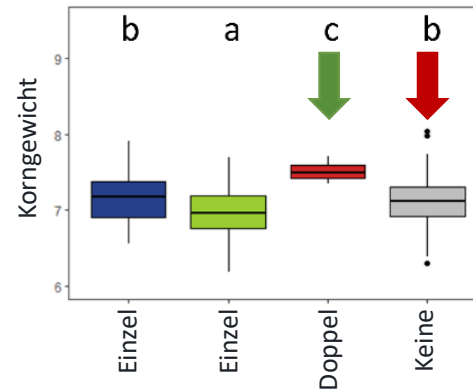


Roggentranslokation – Forschungsprojekte dazu beantragt

Kempf, H. (pers. Mitt.)



- Screening von 505 Weizenlinien in 4 deutschen Züchtungsprogrammen
- Identifikation von 5 Doppeltranslokationslinien, Evaluierung an 7 Standorten über 2 Jahre
- Durch Doppeltranslokation T1AL.1RS/T1BL.1RS zeigt Weizen signifikant höheren Ertrag
- **Roggen ist genetisches Reservoir für Weizen**



➔ 2 unabhängige Roggentranslokationen im Weizengenom  
 ➔ Keine Roggentranslokation im Weizengenom

Doppeltranslokationsweizen T1AL.1RS/T1BL.1RS zeigen bei Trockenheit im Jahr 2022 signifikant höheren Kornertrag

Bekele-Reba et al. (2025), in Vorbereitung

# Zusammenfassung und Ausblick

- Trockenstresstoleranz ist ein züchterisch schwierig zu bearbeitendes Merkmal.
- Die Verfügbarkeit von Hochdurchsatzmarkertechnologien und Genomsequenzen ermöglicht eine effizientere Züchtung auf Trockenstresstoleranz.
- Digitale Phänotypisierung erlaubt eine kontinuierliche Erfassung der Reaktion auf Trockenstress während der Vegetationsperiode und kann allein oder gemeinsam mit genomischen Daten zu einer verbesserten Selektion auf Trockenstress beitragen.
- Trockenstresstolerante Sorten sind die Grundlage für pflanzenbauliche Optimierungen zukünftiger Anbausysteme und damit zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen.



Ich danke Ihnen für Ihre  
Aufmerksamkeit

---