GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

UNIVERSITÄT BONN

CiBreed
Center for Integrated Breeding Research



DAF-TAGUNG 2026

Züchtung auf Resilienz in Tierhaltung und Pflanzenproduktion



Christine Große-Brinkhaus[1,3,4] & Stefan Scholten[2,4]

[1]Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Tierzucht
[2]Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Nutzpflanzengenetik
[3]Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Tierzucht und Haustiergenetik
[4]CiBreed (Center of Integrated Breeding Research), Universität Göttingen

Warum braucht unsere Landwirtschaft Resilienz ?

- Extreme Witterungsbedingungen → Hitze, Kälte, Trockenheit, Staunässe …
- Ressourcenknappheit → Wasser, Nährstoffe (Futter)
- Pathogene verbreiten sich stärker bzw. vielfältiger

URSACHE: der Klimawandel

→ Widerstandsfähige Pflanzen und Tiere

Was ist Resilienz?

Resistenz
Verhindert (reduziert) die Infektion mit pathogenen Erregern

Toleranz
Tier/Pflanze kann trotz zunehmender Belastung seine Leistung weitestgehend aufrechterhalten, auch unter bereits ungünstigen Umweltbedingungen (z.B. Infektion, restriktive Nährstoffversorgung)

Resilienz = Resistenz + Toleranz
Erhalt der Leistungsfähigkeit auch bei starker Erreger-(Resilienz) oder Umweltbelastung (Robustheit)

Nach Rauw und Gomez-Raja (2015, Frontiers in Genetics 6, 310)

Wie kann Resilienz gemessen werden?

- Messung erfolgt in „Challenge“-Tests
  - Challenge: Infektionsversuche, Standorte, unterschiedliche Haltungsformen, Nährstoffversorgung, Staunässe, Trockenheit, Hitze…
  - Bei landwirtschaftlichen Nutztieren: u.U. Tierversuchsantrag, Tierschutz, …

- Messung unter Produktionsbedingungen
  - Erreger: Ausbreitungsdynamik des Erregers ist variabel und Infektionszeitpunkt bei Messung ist unbekannt
  - Hoher Aufwand, vergleichbare Gruppengrößen je Einflussfaktor
  - Klimaveränderung: Variabilität des Umweltfaktors

Wie kann Resilienz gemessen werden?

- Messung erfolgt in „Challenge”-Tests
- Messung unter Produktionsbedingungen

➢ Validierung der Ergebnisse essential

- Unterschiede in Rassen, Familien, Linien, Sorten, …

➢ Berücksichtigung von Messwiederholungen je Tier bzw. Pflanzenlinie

Beispiele Tierzucht

Resistenz gegenüber Krankheiten

„Älteste“ Resistenz: Genetic Resistance to Haemonchosis in Sheep *(Gray, 1987, Parasitology Today Vol. 3, p. 253-255)*

- Eine der gefährlichsten parasitären Erkrankungen bei Schafen und Ziegen
- Gedrehter Magenwurm (Haemonchus contortus)
- Ansiedlung um Labmagen der Tiere
- Resistenz nur bei einigen Schafrassen (z.B. extensivere Rassen)
  - ➢ Höhere Widerstandskraft → Reduzierte Wurmeierausscheidung

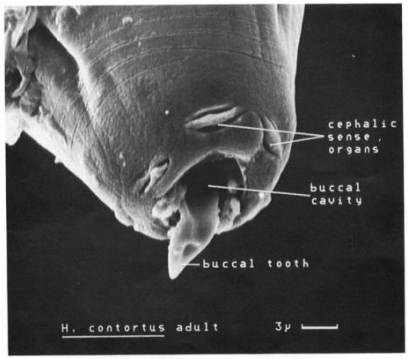
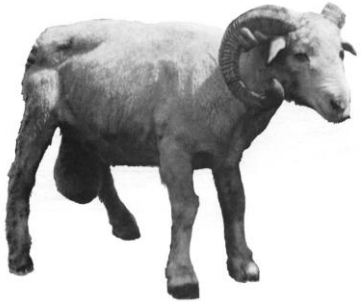


Fig. 1. Head of Haemonchus contortus, the main parasite of sheep (courtesy of Dr C.J. Nicholls and Professor D.L. Lee, University of Leeds).



Golden Ram

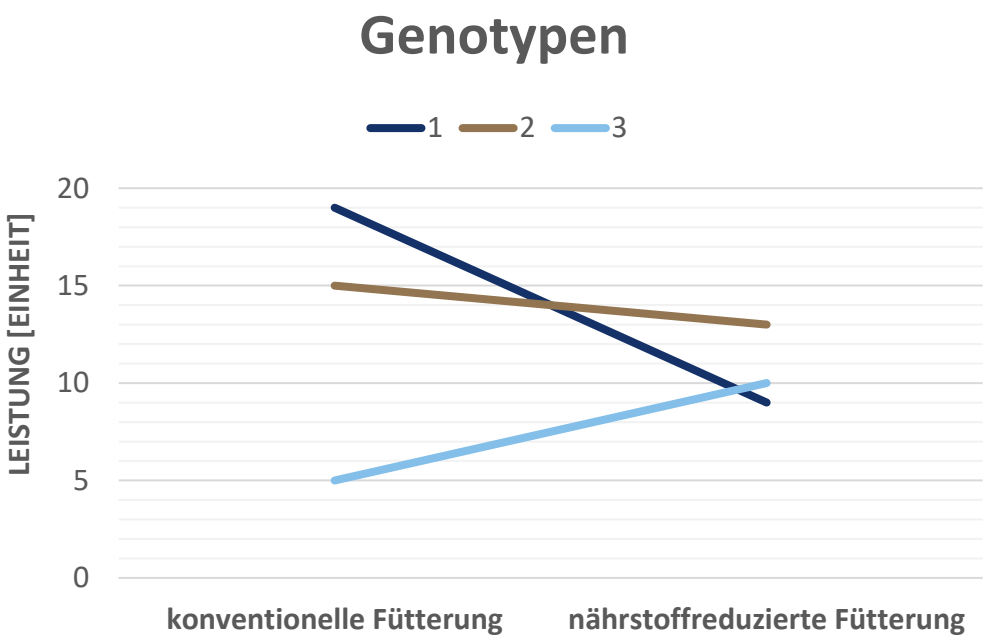
Resistenz gegenüber Krankheiten



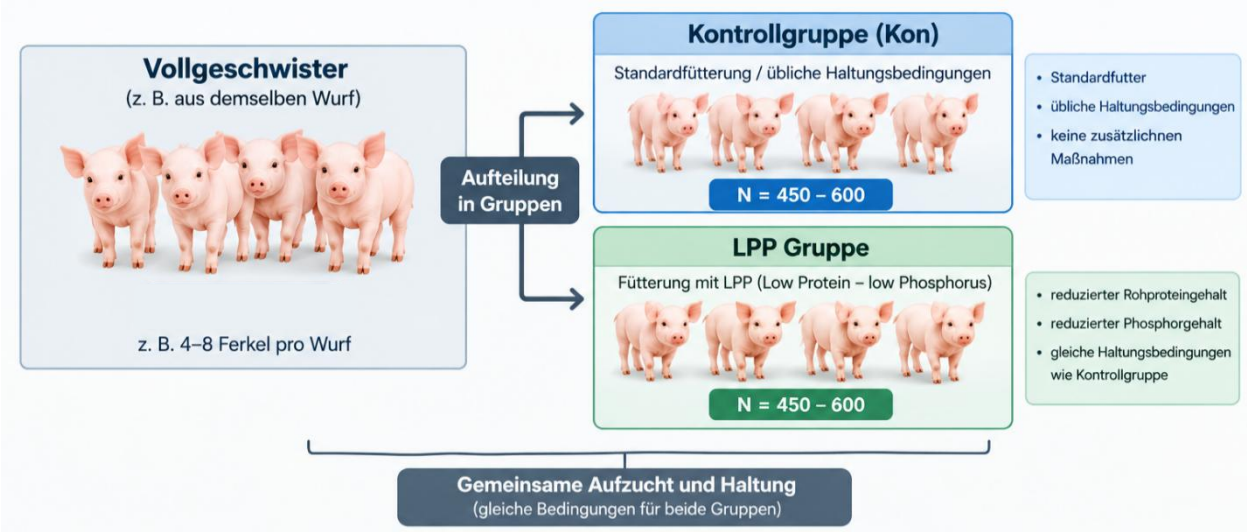
Krankheit/Erreger	Bedeutung und Zucht	Quelle
Rindertuberkulose (bTB)	Unklar/Unsicherheit, ob genetisch widerstandsfähigere Kühe weniger anfällig für eine Infektion sind und bTB weniger leicht übertragen	*Bishop and Woolliams (2014)*
Marek-Krankheit (MD) bei Geflügel	Hühner mit hoher genetischer Resistenz können sich infizieren und das MD-Virus übertragen → Unklar ob Züchtung auf MD-Resistenz Übertragung des MD-Virus verringert (?)	*Banos et al. (2017)*
Reproduktions- und Respiratorische Syndrom der Schweine (PRRS) bei Schweinen	Mehrere Genorte u.a. CD163: Resistenz gegen Erkrankung und verminderte Vermehrung von PRRSV → Erfolge mit Gene-Editing	*Rowland et al. (2012)* *Burkard et al. (2019)*
Viele weitere mehr …		*Tabelle modifiziert nach Doeschl-Wilson et al. (2021)*

Genotyp × Umwelt - Interaktion (G×U)

- **Genotypen** in verschiedenen **Umwelten** (Falconer & Mackay, 2009)
- **Anpassung** an unterschiedliche **Umwelten**
- Merkmale **äquivalent** oder **unterschiedlich**?
- Genetische Korrelation (**r_g**) zwischen **gleichem Merkmal** gemessen in **unterschiedlichen Umwelten**:
  - $r_g < 0.80 \rightarrow$ G ×U *(Robertson 1959)*



Projekt EffiPig: Änderung der Fütterung



- Keine/kaum Rangverschiebung bei Routinemerkmalen $r_g > 0{,}80$ (Mast- und Schlachtleistung)
- Unterschiede bei Verhaltensmerkmalen r_g: 0,19 bis 0,84 (Anzahl Stationsbesuche, Gefressene Menge je Stationsbesuch)
- Indizien bei Merkmalen der Knochenzusammensetzung

(*Bellersen et al. 2026; Große-Brinkhaus et al. 2026, WCGALP)*

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank (FKZ 28-RZ-3.104)

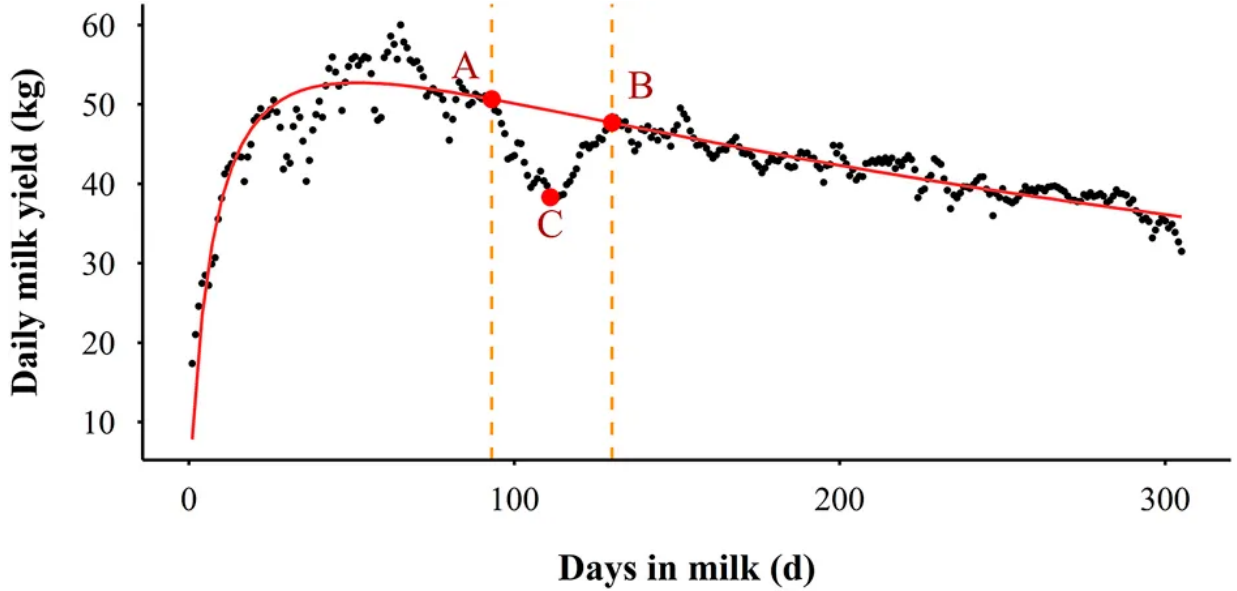
rentenbank
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

G×U-Interaktion: Reaktion auf Stressor

Umwelt		PRSSV-frei		PRRSV-Impfung		
Herkunft		F1-Hybrid	Duroc	F1-Hybrid	Duroc	
Genotyp rs80800372 WUR10000125	AA	**842,3**	**762,6**	825,7	664,6	Tägliche Zunahme (g/kg)
	AG	733,9	725,6	**928,6**	**702,4**	
	GG	-	-	-	-	

Der Genotyp GG kam in diesen beiden Populationen nicht vor (*Abella et al. 2016, Res. J. Vet. Sci.*)

Allgemeine Resilienz - Milchrind



(Wang et al. 2022 Front. Genet. 13:1031557)

- Varianz der Abweichungen von der erwarteten Laktationskurve (LnVar) ist erblich (h^2 = 0.20)
- LnVar: Günstige genetische Beziehung mit Merkmalen wie Eutergesundheit, Ketose und Nutzungsdauer

(Poppe et al. 2021 J Dairy Sci 104, p. 1967-1981)

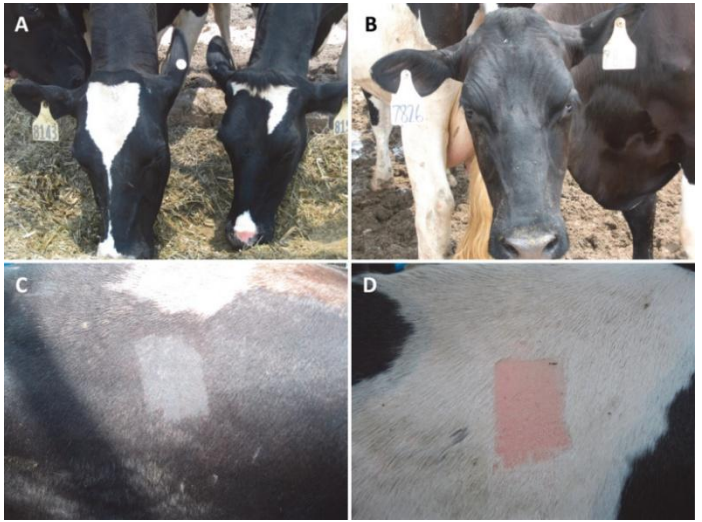
Hitzetoleranz Milchrind

Thermotoleranz durch das Slick-Gen



Senepol-Rind

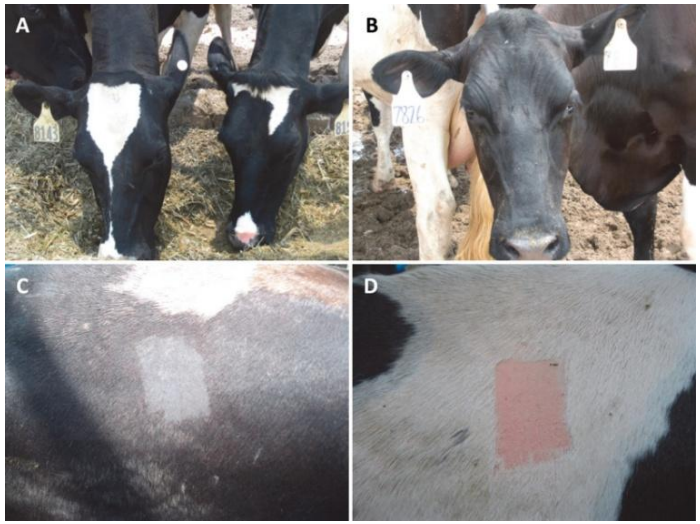
(Littlejohn et al. 2014, Nat Commun 5, 5861)



Kreuzung aus Holstein x Senepol Rind

(Dikem et al. 2014, J Dairy Sci 97, p. 5508-5520)

Thermotoleranz durch das Slick-Gen



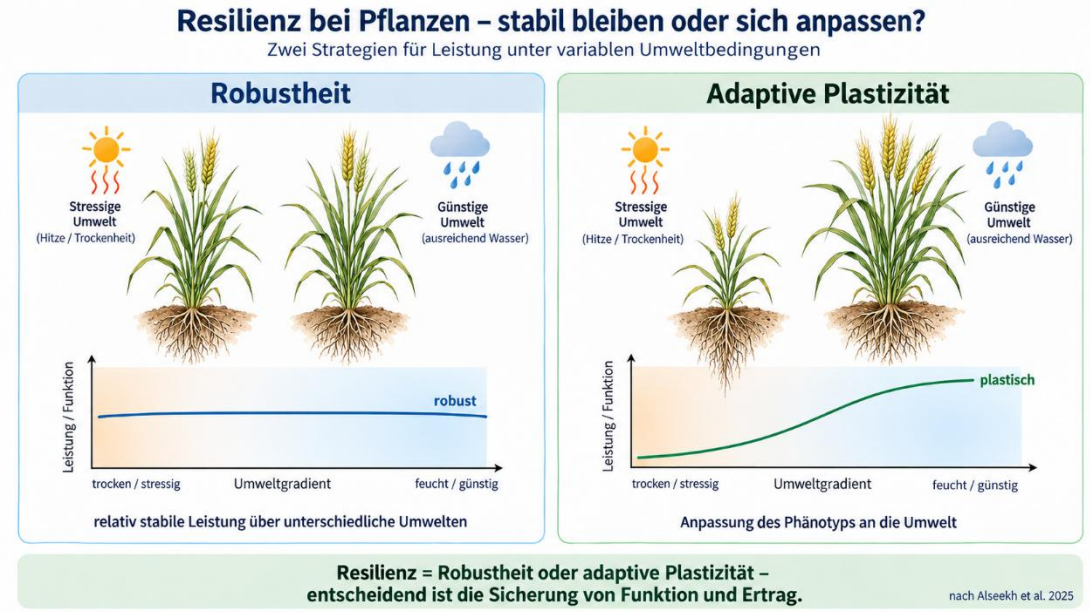
Kreuzung aus Holstein x Senepol Rind
(Dikem et al. 2014, J Dairy Sci 97, p. 5508-5520)

- Kühe mit SLICK-Allel*(Dikem et al. 2014)*:
  - Eine reduzierte Transpirationsrate
  - Verbesserte Milchleistung bei Hitzestress
  - Verbesserte Reproduktionsleistung
- Slick-Gen mittels Gene-Editing in der Rasse Angus
- ABER: Was ist mit Kältetoleranz?
  - Bisher kaum Studien
  - Kälber zeigten erhöhte Kälte-empfindlichkeit *(Worth et al. 2026, J Dairy Sci 109, p. 4397-4407)*

Beispiele Pflanzenzucht

Adaptationspotenzial?

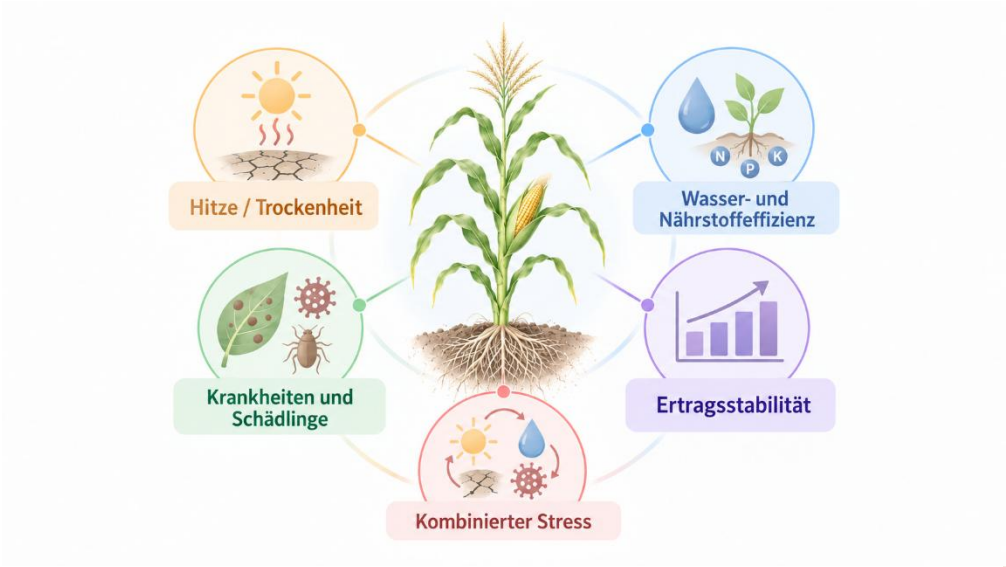
Hochleistung unter optimalen Bedingungen?

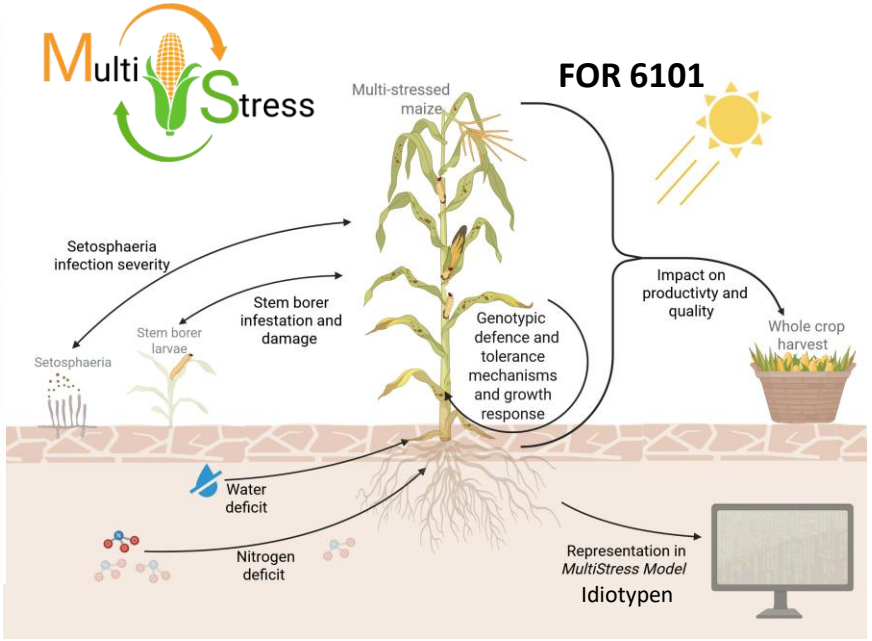


Gezielte Anpassung an vorhersehbare Umweltunterschiede

Züchtungsziel: optimale Reaktionsnorm für die jeweilige Zielumwelt.
Robustheit ↔ adaptive Plastizität

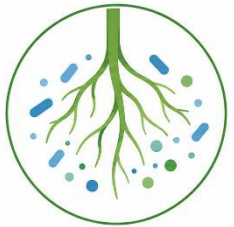
Wichtige Zuchtziele für resiliente Kulturpflanzen



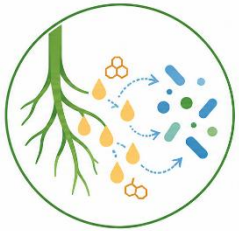


Züchtungsforschung richtet sich zunehmend auf Leistungsstabilität unter multiplen und variablen Stressbedingungen

Resilienz entsteht auch durch biologische Interaktionen



Genetische Variation beeinflusst die Zusammensetzung der Wurzelmikrobiota – mit Konsequenzen für die Stickstoffnutzung.
(Zhang et al. 2019, Nat Biotechnol)



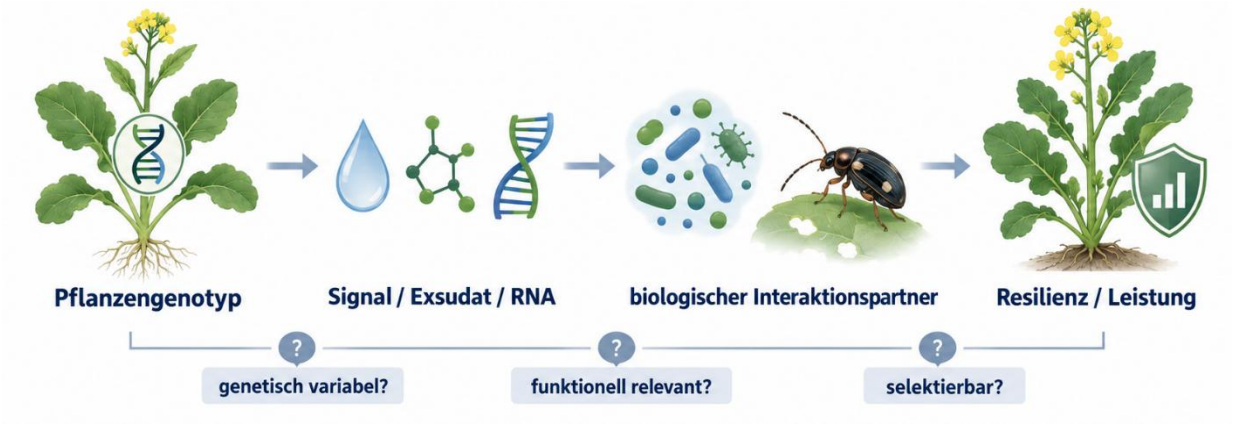
Mais – Benzoxazinoide
Wurzelexsudate verändern die Rhizosphärenmikrobiota und beeinflussen darüber Wachstum und Abwehr.
(Hu et al. 2018, Nat Commun)



Tomate – Ralstonia
Resistente Genotypen tragen ein protektives Rhizosphären-mikrobiom; dessen Übertragung Krankheitssymptome reduziert.
(Kwak et al. 2018, Nat Biotechnol)

Der Pflanzengenotyp beeinflusst nicht nur den eigenen Phänotyp, sondern auch die Zusammensetzung und Funktion seiner biologischen Umwelt.

Können biologische Interaktionen selbst Züchtungsmerkmale sein?



Genetische Variation für Mykorrhiza-Responsivität (Zhang et al. 2026, New Phytologist)
oder für die Fähigkeit, mikrobielle Bodenprozesse gezielt zu beeinflussen (Subbarao et al. 2021, PNAS)
sind gut belegt.
Ihre systematische Nutzung in der Züchtung steht am Anfang.

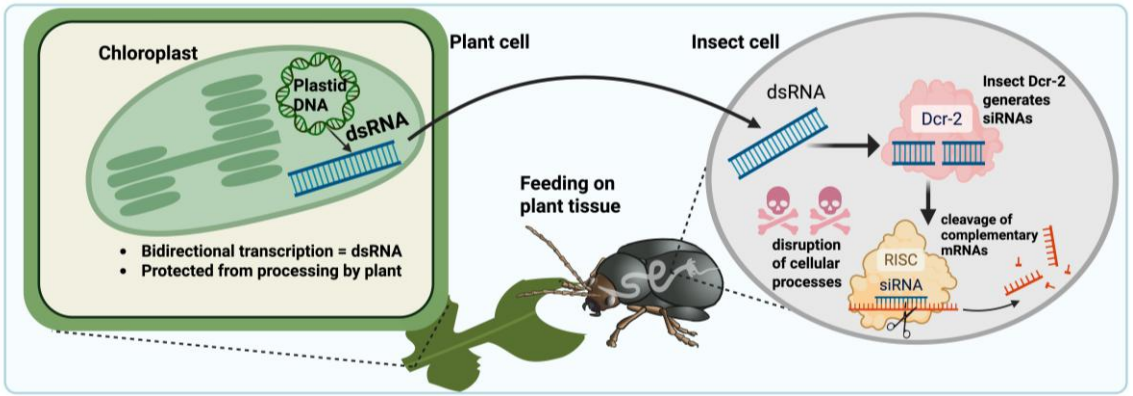
ERNTE – RNA-basierte Interaktionen als neues Züchtungsmerkmal?

PhytoProtect (BMFTR) Endogene RNA zur natürlichen Merkmalsverbesserung gegen Schadinsekten

Fragen:

- Natürliche Variation?
- Funktionelle Wirkung?
- Erblich/Stabil?

Der biologische Mechanismus

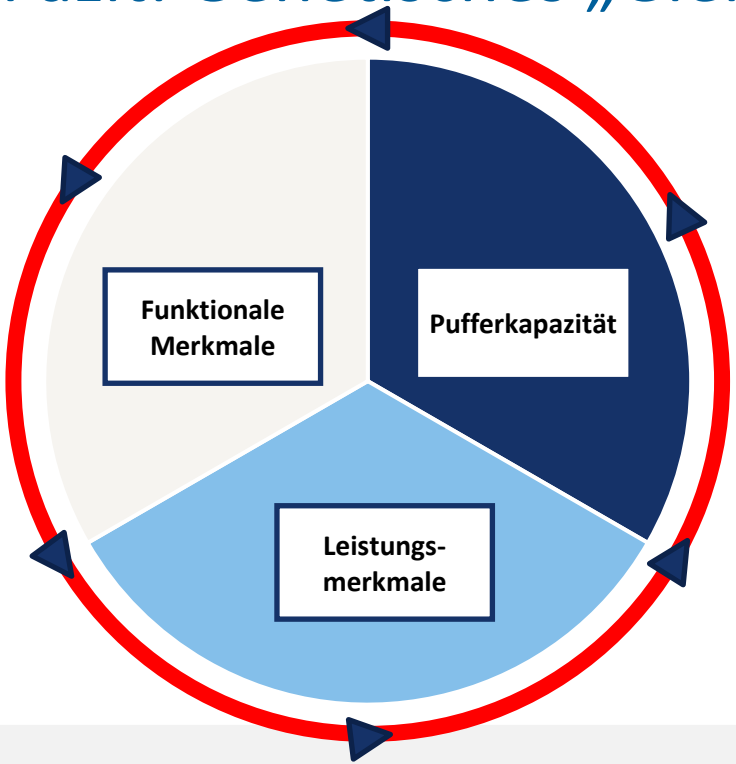


Systeme

- Raps – Rapserdfloh
- Kartoffel- Kartoffelkäfer
- Sonnenblume - Maisrüsselkäfer

ERNTE prüft, ob natürliche dsRNA-basierte Abwehr von Schadinsekten zu einem selektierbaren Merkmal werden kann

Fazit: Genetisches „Gleichgewicht“ *(Beilharz und Nitter 1998)*



„Unselektierte“ Populationen:

Ausreichend Reserven, um auf „schlechte“ Umwelt reagieren zu können

Zuchtpopulationen:

Einseitige Selektion geht auf Kosten der Pufferkapazität mit negativen Auswirkungen auf Gesundheit u. Resilienz *(Prunier et al. 2010; Rauw & Gomez-Raya 2015)*

Balancierte Zuchtziele

Danke für Ihre Aufmerksamkeit
Fragen???



Christine Große-Brinkhaus
christine.grosse-brinkhaus@uni-bonn.de

Stefan Scholten
stefan.scholten@uni-goettingen.de

