

Sorghumzüchtung

André Schaffasz

25.02.2020



Globale Bedeutung von Sorghum



- Fünftwichtigste Getreideart weltweit!
- Anbaufläche 2016: 45 Mio. ha
- Welternte 2016: 64 Mio. t

Zwei Gruppen von Anbauländern:

(a) USA, Mexiko, Argentinien, Australien

Kommerzieller Anbau für Tierernährung und Export

Erträge: ~3-5 t/ha, unter günstigen Bedingungen > 10 t/ha möglich!

(b) Afrikanische Länder, Indien

Anbau zur Selbstversorgung, Erträge oft < 1 t/ha

Nutzungstypen von Sorghum



Extrem vielseitige Kulturart mit hoher morphologischer Variation
(Höhe z. B. zwischen 0,5 und 5 Metern)

Folgende Nutzungstypen können grob unterschieden werden:

- Korn (weltweit größte Bedeutung)
- Futter/Silo
- Dualtypen (=Korn bzw. energiereiche Silotypen)
- Zucker
- Faser
- Besenhirse



Kornsorghum



Global wichtigste Nutzungsform! Höhe < ~160 cm

Verwendung:

- Tierernährung (Schweine & Hühner)
- Menschliche Ernährung:
 - Grundnahrungsmittel in Entwicklungsländern
 - als glutenfreies „Superfood“ mit positiven Gesundheitsaspekten neue Potentiale in Industrieländern

Sortenspezifische Unterschiede in:

- Kornfarbe (weiß, gelb, braun, rot oder schwarz)
- Tanningehalten (Tierernährung: tanninfrei)



Futtersorghum (*Grünmasse*)



Beweidung, Silage- und Heugewinnung vor allem mit *S. bicolor* x *sudanense*-Arthybriden

Brown-Midrib-Mutanten (*Sorghum bicolor*):
Reduzierte Ligningehalte, erhöhte Verdaulichkeit



Aber: bei Frischverfütterung können ggf. blausäurehaltige Verbindungen (*Dhurrine*) antinutritive Eigenschaften haben

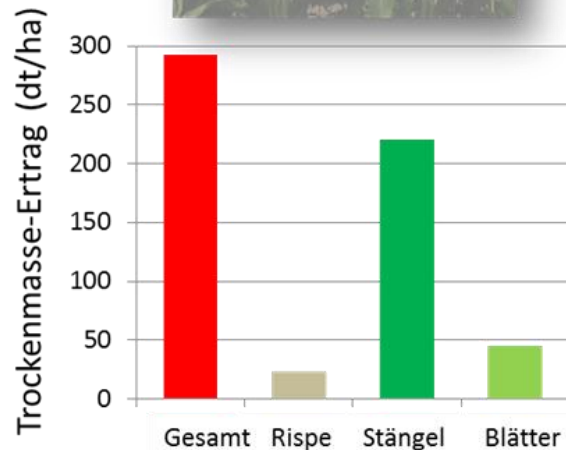
Dualtyp-Sorghum (*Silosorghum*)



Energiedichte und Pflanzenarchitektur (Verhältnis Rispe/Stängel) vergleichbar zu Silomais!



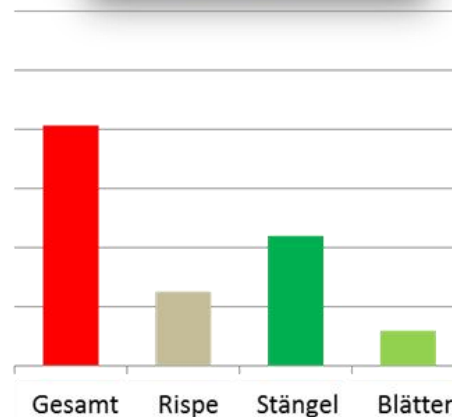
Biomasse- Hybride
cv. *Herkules*



27% TS-Gehalt, 440 cm



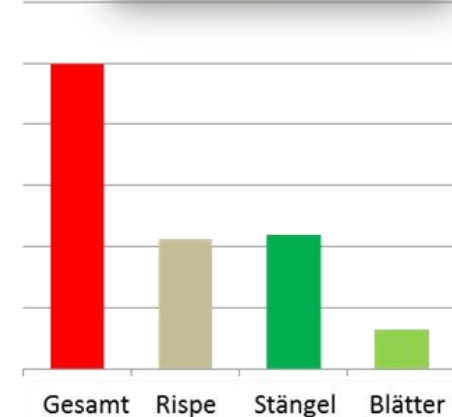
Bicolor x sudan.-
Hybride
cv. *Gardavan*



35% TS-Gehalt, 320 cm



Dualtyp-Testhybride



37% TS-Gehalt, 287 cm

Windpassinger, Steffen Martin. *Breeding strategies for the adaptation of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) as a novel crop for temperate Europe*. Verlag nicht ermittelbar, 2016.

Sorghum in Europa



Gesamtanbaufläche in Europa:

~410.000 ha Korn + ~180.000 ha Silo

~ 1 % der globalen Sorghumfläche!

Australien: 650 000 ha

USA: 2 005 000 ha

Aber:

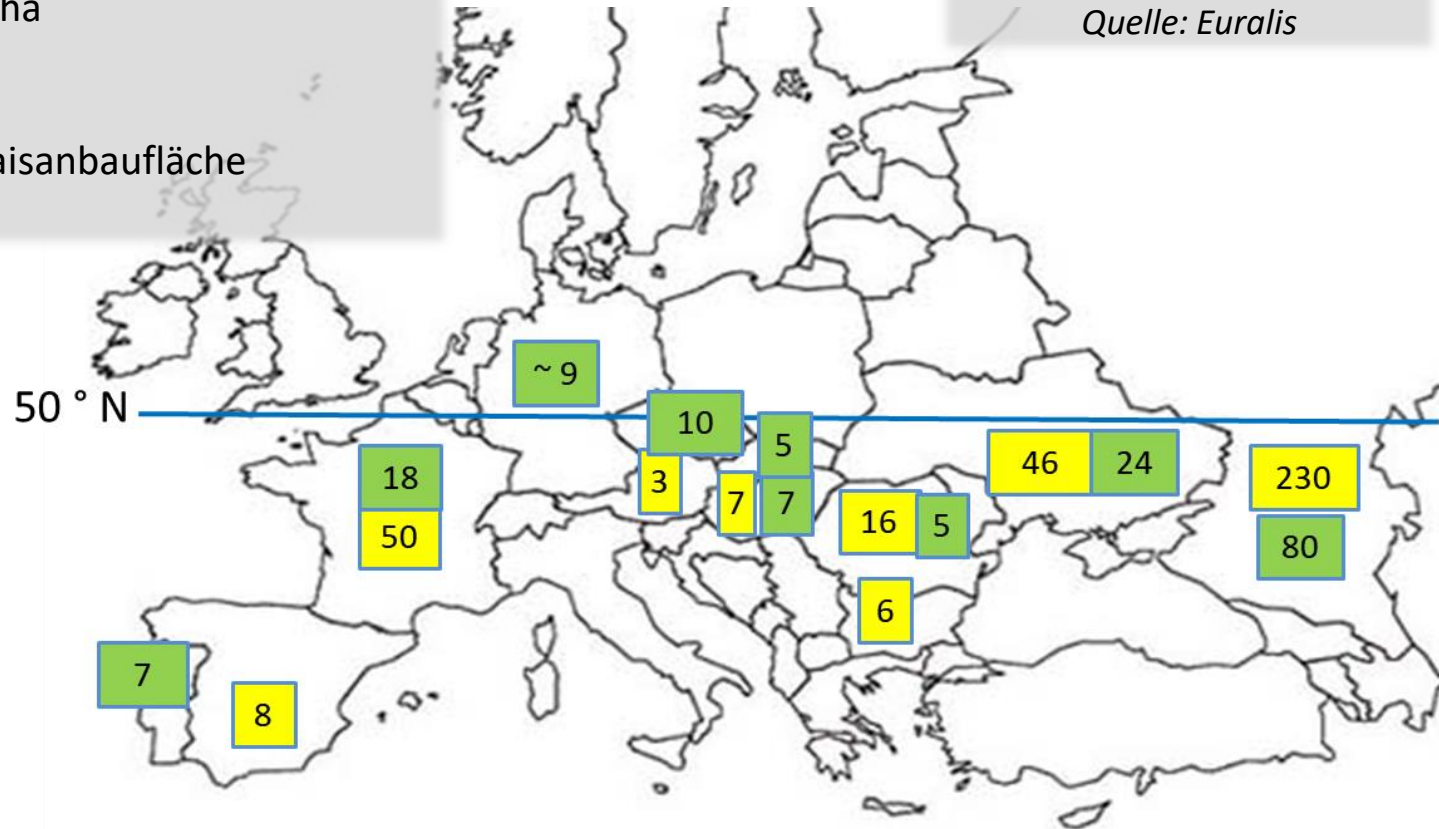
~ 18.000.000 ha Maisanbaufläche

Anbaufläche 2017, Tsd. ha

Silosorghum

Kornsorghum

Quelle: Euralis



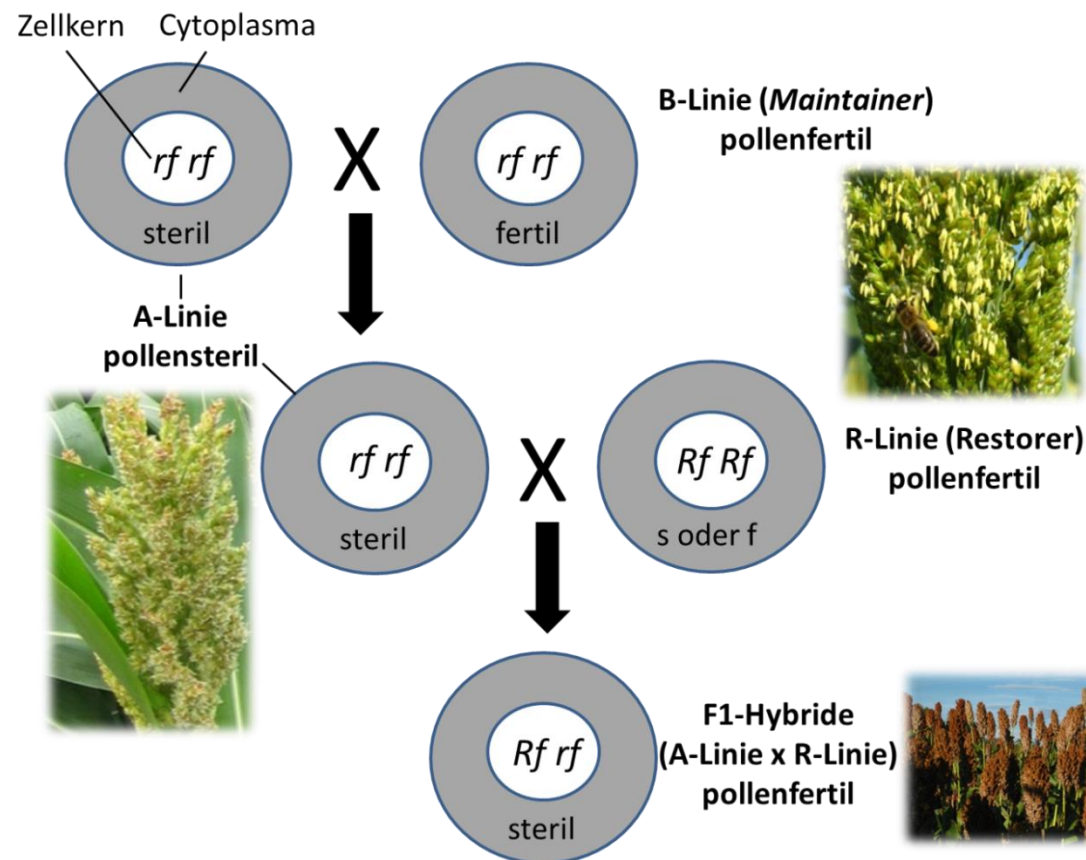
Meilensteine der Sorghumzüchtung



- (I) Einfuhr der ursprünglichen Akzessionen in die USA (1874 - 1908)
- (II) Erstellung von heterogenen Populationen und Individualselektion von frühreifen, kurzen Genotypen (1904 - 1936)
- (III) 1930er - 1940er Züchtung von Mähdrusch-Eignung: „Wheatland“ war die erste mähdruschfähige Sorte (ca. 1931)
- (IV) Kommerzielle Saatgut-Produktion (1946 - heute) und Entdeckung des männlichen Sterilitätssystems zur Erstellung von Hybridsorten sowie
- (V) die Konvertierung (1963 - heute) exotischer Akzessionen von langen, spätreifen an Kurztag angepassten Genotypen hin zu kurzen, frühreifen und photoneutralen Genotypen (Sorghum Conversion Programm, USDA)

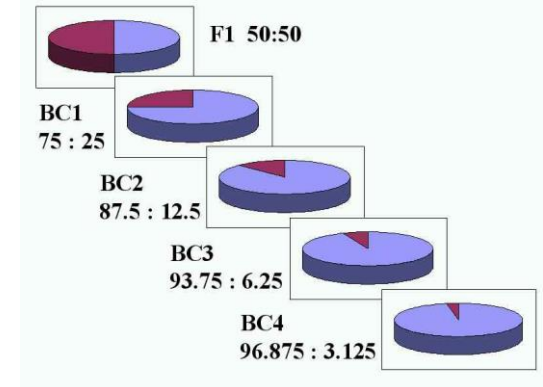


- Entdeckung eines CMS-Systems in den USA in den 1950er Jahren
- Aktuelle Sorten sind überwiegend Hybriden
- Ausnutzung der Heterosis für Ertrags- und Toleranzmerkmale
- Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur Maiszüchtung?

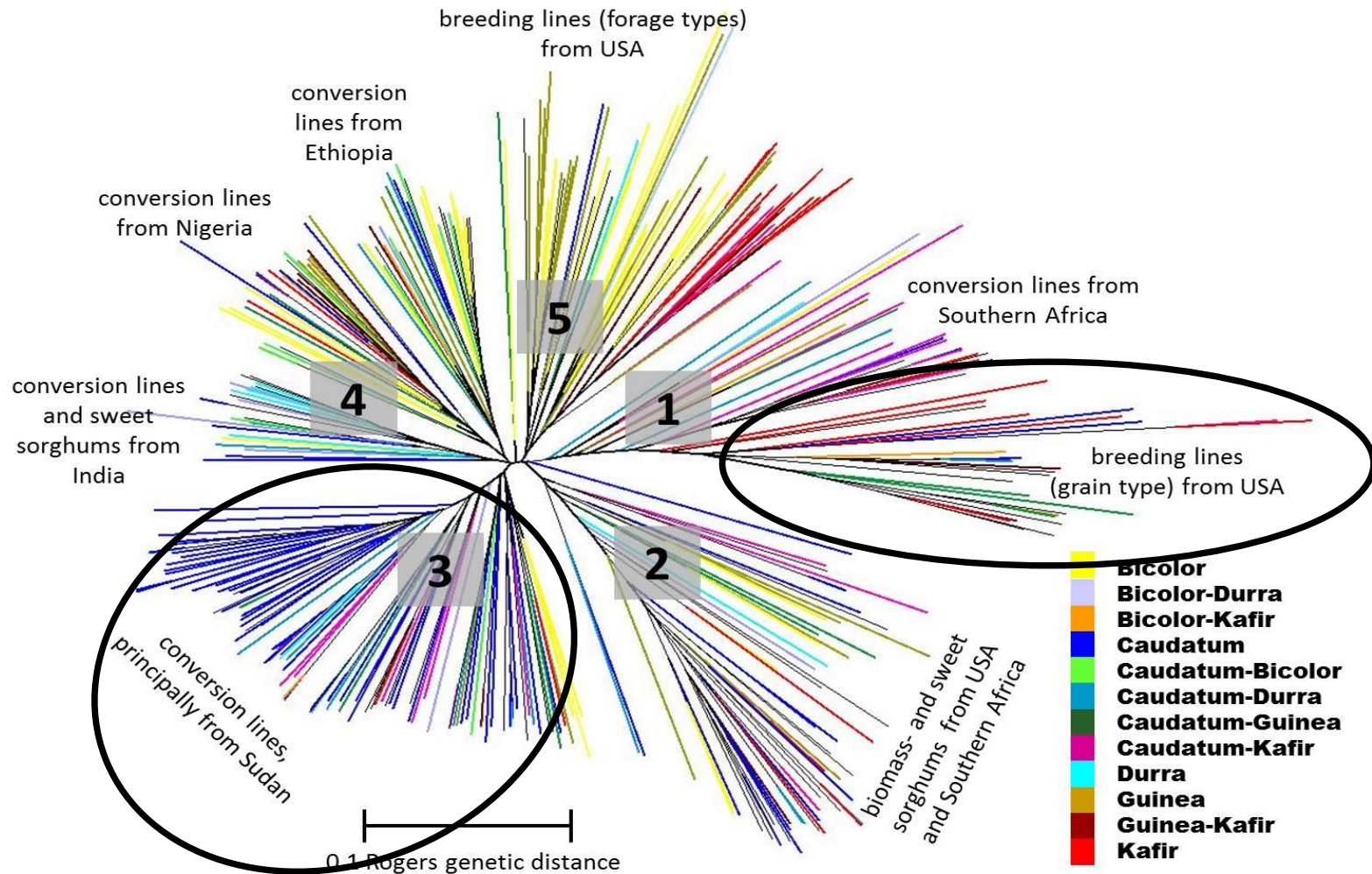




- Allgemeine Kriterien für A-Linien:
niedrig (<170cm), stabile Sterilität, Krankheitsresistenz, Samenmerkmale, hoher Kornertrag
- Geeignete B-Linien können in neue A (CMS)-Linien konvertiert werden
→ Rekurrente Rückkreuzung (Backcrossing) mit bestehenden CMS-Linien
- In jedem Rückkreuzungsschritt, Selektion der Mutter anhand:
 - (a) phänotypischer Ähnlichkeit zu rekurrenter B-Linie
 - (b) Selektion mit molekularen Markern (auf rekurrente B-Linie/gegen existierende CMS-Linie)
- Generell, frühe GCA-Tests (in BC1!)
- Prüfung der Sterilität in fortgeschrittenen Rückkreuzungsschritten
- Entwicklung geeigneter A-Linien ist nicht problemlos und daher zeit- und kostenintensiv
- In Zuchtprogrammen generell mehr Variation auf Restorerseite

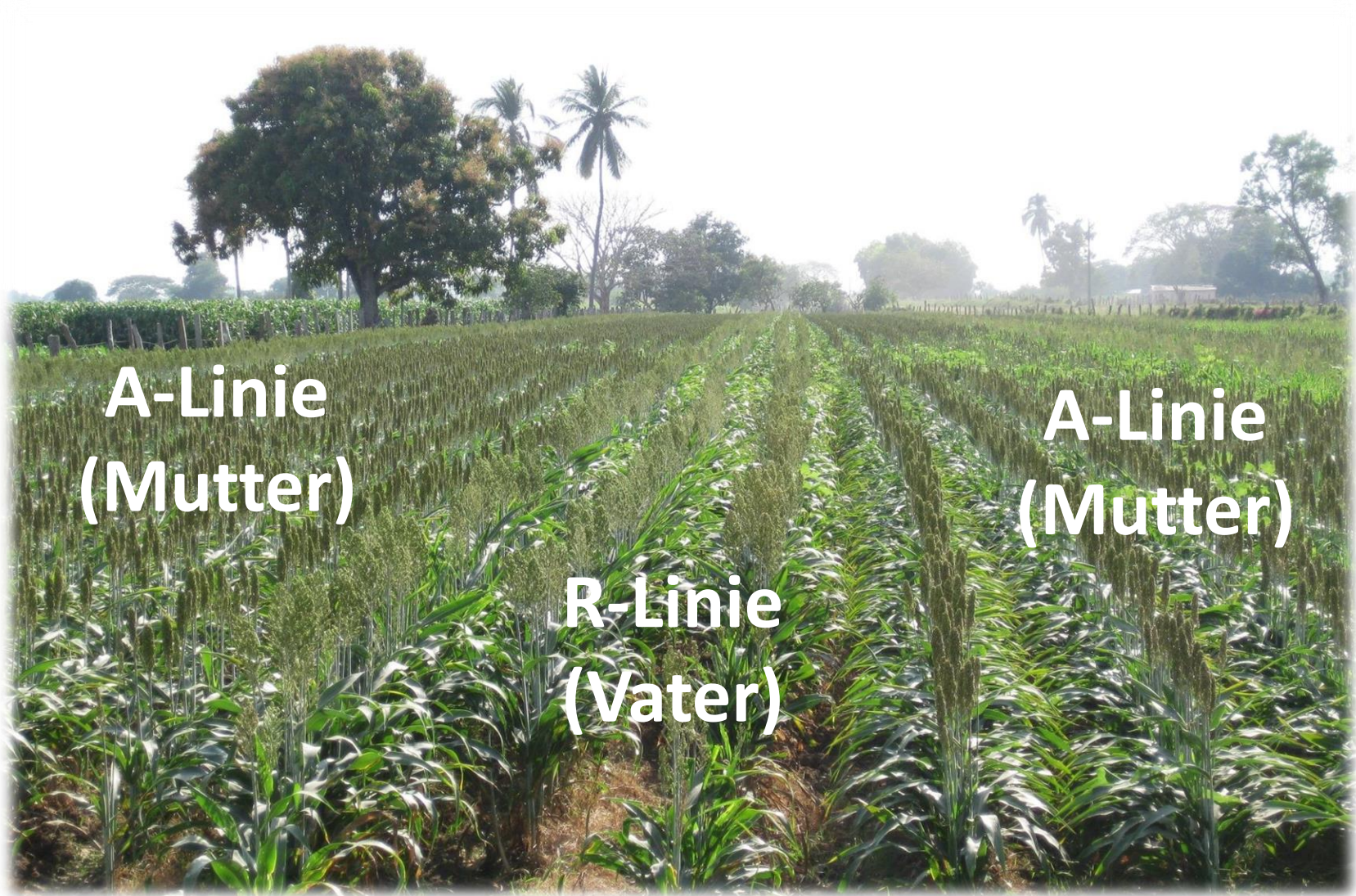


Nutzung von heterotischen Pools



Schaffasz, André, et al. "Sorghum as a Novel Crop for Central Europe: Using a Broad Diversity Set to Dissect Temperate-Adaptation." *Agronomy* 9.9 (2019): 535.

Produktion von Hybridsaatgut in Isolationen



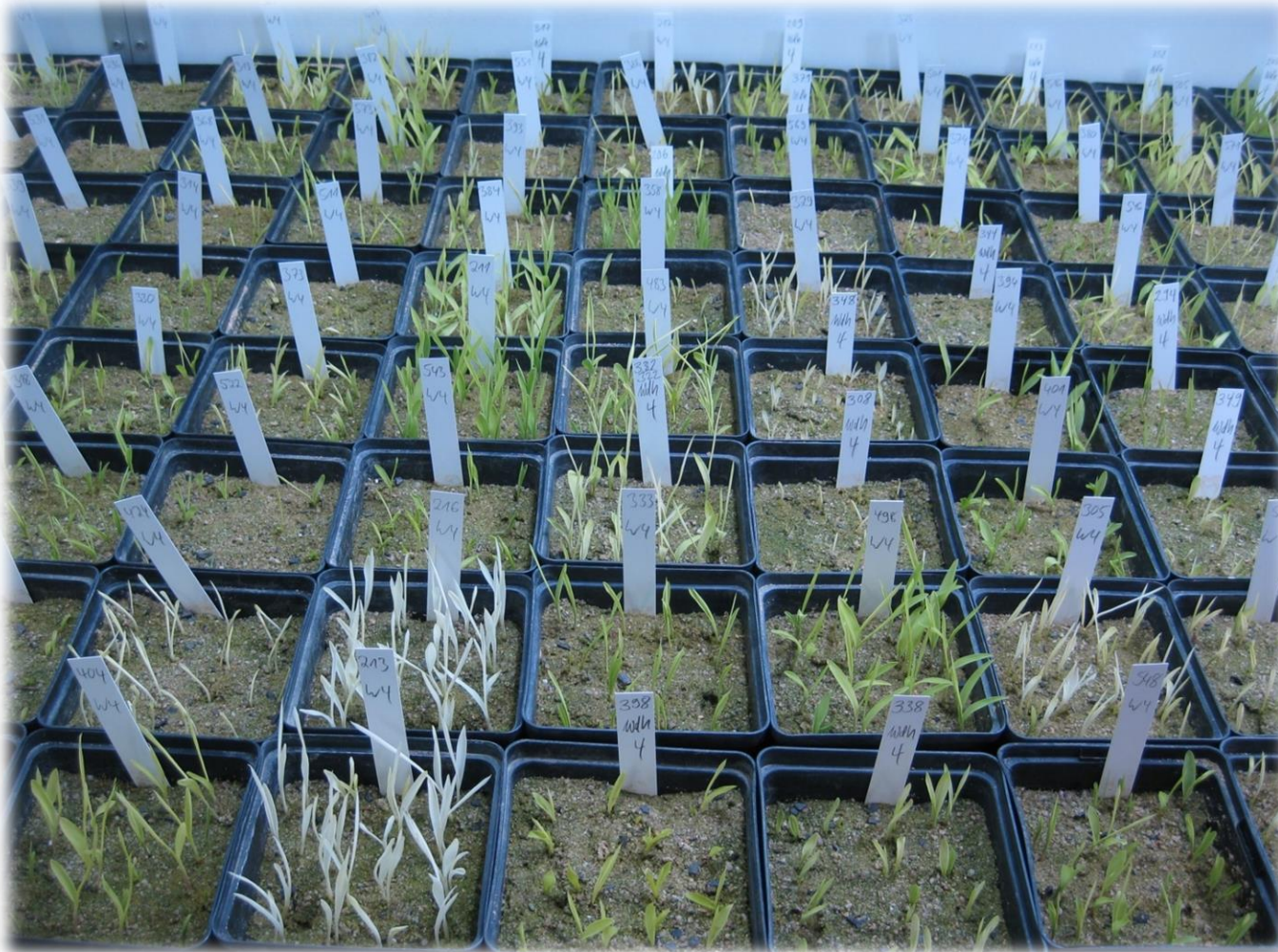
Zuchtgarten in Groß-Gerau



- Materialerstellung: Einkorn-Ramsch in Kombination mit Winterzuchtgarten in Mexiko/Chile
- oder Pedigree-Methode bei bestimmten Merkmalen (Wuchshöhe, Frühreife)



Zuchtziel: Verbesserte Kältetoleranz



Variation für Kältetoleranz unterschiedlicher Sorghumlinien
(1 Monat nach Aufgang und Wachstum bei 13/10 °C in Klimakammer)

Variation für Jugendentwicklung



Variation für Jugendentwicklung unterschiedlicher Sorghumlinien

SoNaBi-Diversitäts-Set (n =328)

Untersuchung der reproduktiven Kältetoleranz



- 6 Standorte über 2 Jahre (2017 und 2018)
- 4 Standorte in Deutschland und 2 Standorte im mexikanische Hochland nahe Mexiko-Stadt



Reproduktive Kältetoleranz ist ein heterotisches Merkmal



agronomy

Submit to this Journal

Review for this Journal

Edit a Special Issue

Article Menu

Article Overview

- Abstract
- Share and Cite
- Article Metrics
- Supplementary Material
- Related Articles
- Order Reprints

Article Versions

Export Article

Related Info Links

More by Authors Links

Views

185

Open Access Article

Reproductive Cold Stress Tolerance in Sorghum F₁ Hybrids is a Heterotic Trait

by André Schaffasz¹, Steffen Windpassinger^{1,2,*} , Rod Snowden¹ and Benjamin Wittkop¹

¹ Department of Plant Breeding, Research Centre for Biosystems, Land Use and Nutrition (IFZ), 35392 Giessen, Germany

² NPZ Innovation GmbH, Hohenlieth-Hof, 24363 Holtsee, Germany

* Author to whom correspondence should be addressed.

Agronomy **2019**, *9*(9), 508; <https://doi.org/10.3390/agronomy9090508>

Received: 28 June 2019 / Revised: 20 August 2019 / Accepted: 30 August 2019 / Published: 3 September 2019

(This article belongs to the Special Issue *Breeding Sorghum for Adaptation to Abiotic Stress through Use of Heterosis*)

View Full-Text

Download PDF

Browse Figures

Abstract

The sensitivity of sorghum to pre-flowering cold stress, resulting in reduced pollen viability and poor seed set, is a major constraint for expanding growing areas into higher altitudes and latitudes. Nevertheless, compared to juvenile cold tolerance, reproductive cold tolerance in sorghum has received much less attention so far, and very little is known about its inheritance in F₁-hybrids. We have composed a representative factorial ($n = 49$ experimental F₁-hybrids) for a comprehensive study on heterosis and combining ability for crucial tolerance traits as spikelet fertility (*panicle harvest index*), seed yield and pollen viability, using field trials in stress- and control environments in Germany and Mexico as well as climate chamber experiments. Our results indicate a heterotic and rather dominant inheritance of reproductive cold tolerance in sorghum, with strong effects of female general combining ability (GCA) on F₁-hybrid performance in our material. These findings, together with the comparatively low contribution of specific combining ability (SCA) effects and high heritability estimates, suggest that robust and efficient enhancement of reproductive cold tolerance is feasible via hybrid breeding. [View Full-Text](#)

Keywords: reproductive cold tolerance; sorghum hybrid breeding; combining ability; heterosis; pollen fertility; spikelet fertility; panicle harvest index

Zuchtziele bei Dualtyp-Sorghum

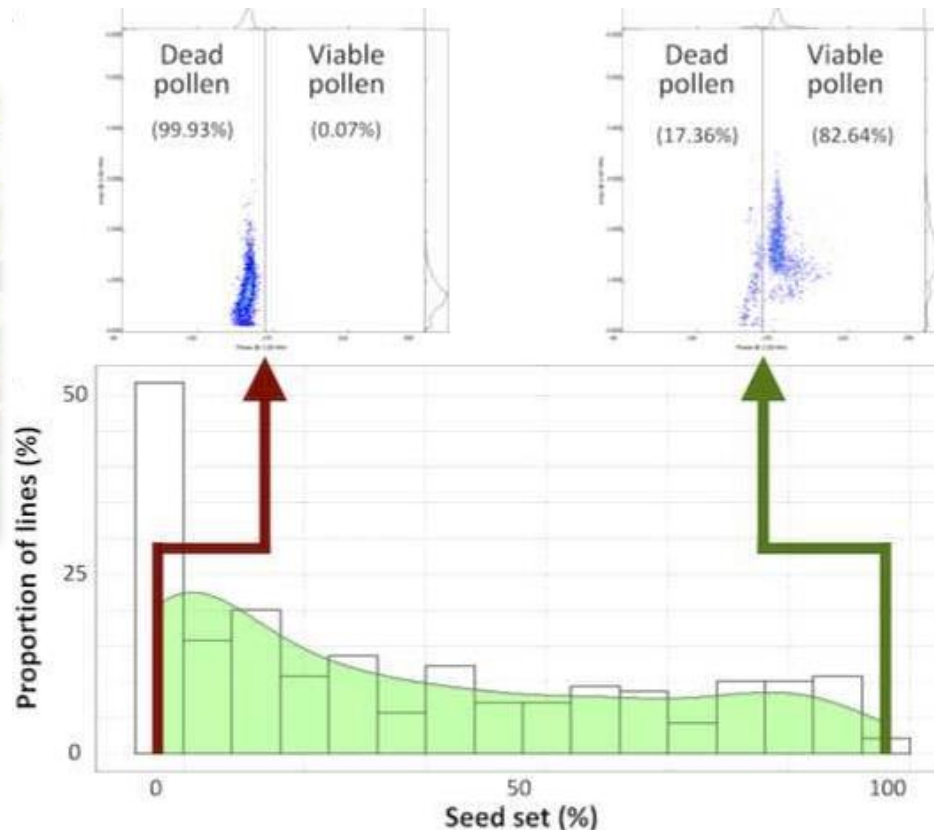


Stabilität von Ertrag und Energiedichte

- ausreichende Einkörnung und Kornreife auch unter Stressbedingungen (kühle Nächte, fehlende Sonneneinstrahlung); Faktoren: stresstolerante Pollenschüttung und -vitalität sowie Bienenbeflug

Weitere Verbesserung von Ertrag, TS- Gehalten und Energiedichten

- Hybridzüchtung zur Ertragsmaximierung
- Verbesserung der Kältetoleranz im Jugendstadium → frühere Aussaat
- Sorten mit ausreichender Fröhreife



Allg. Zuchtziel: Stress-stabile Rispenausbildung und Kornansatz



- Rispe wird ca. nach 35 Tagen angelegt.
- Trocken- bzw. Hitzestress führen zu Rispentaubheit oder einem schlechten Kornansatz

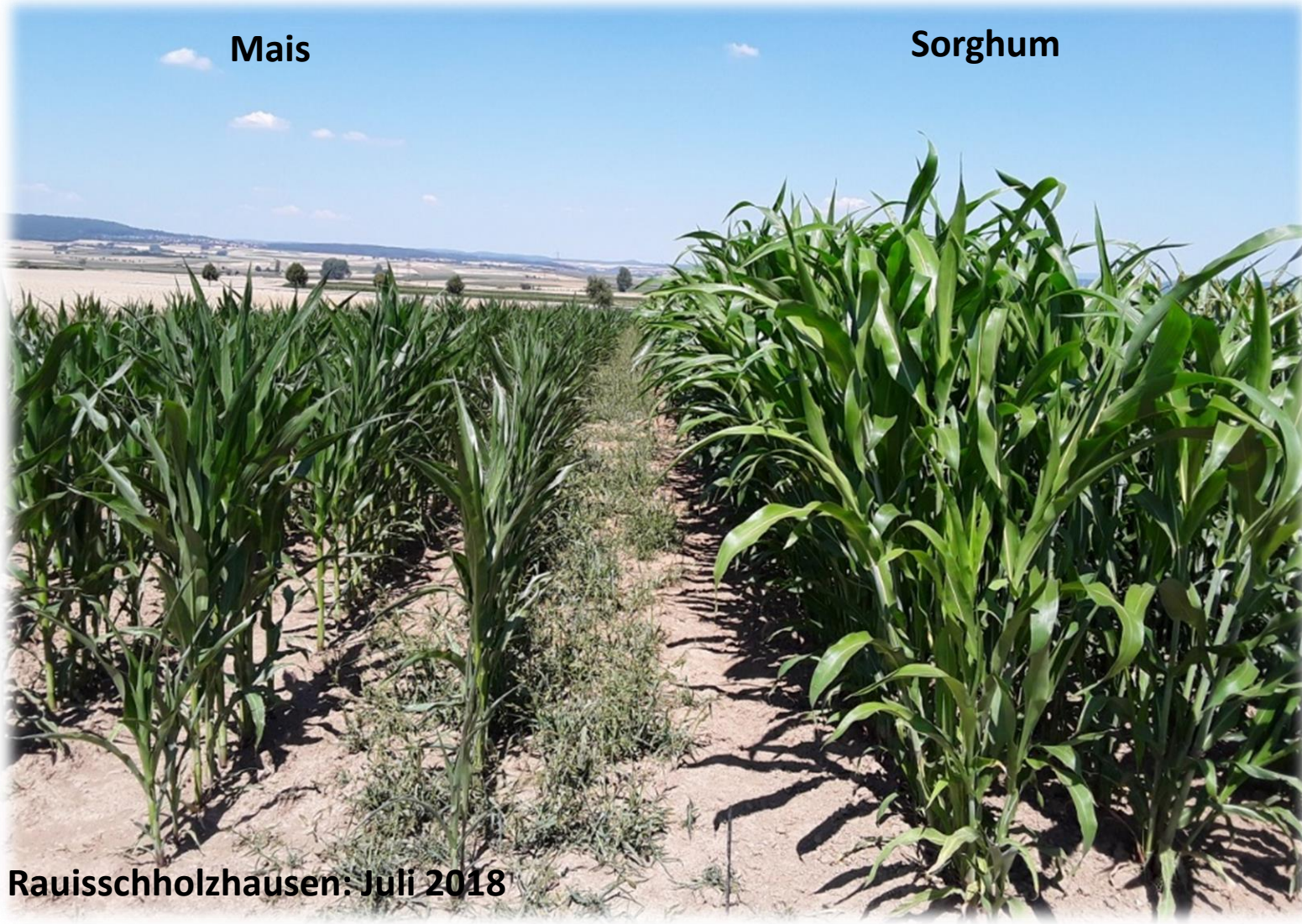


Weitere Zuchtziele: Trockenstresstoleranz



Mais

Sorghum

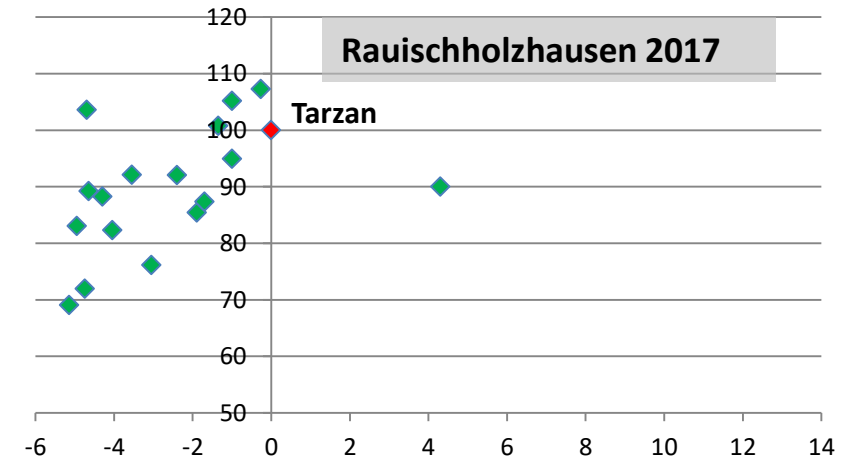
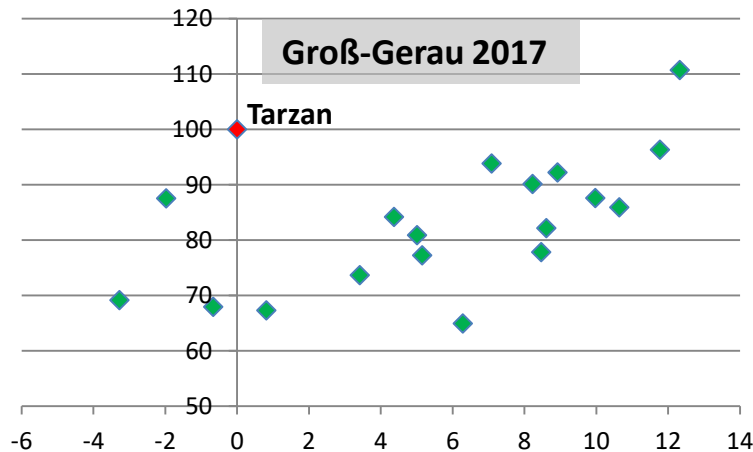
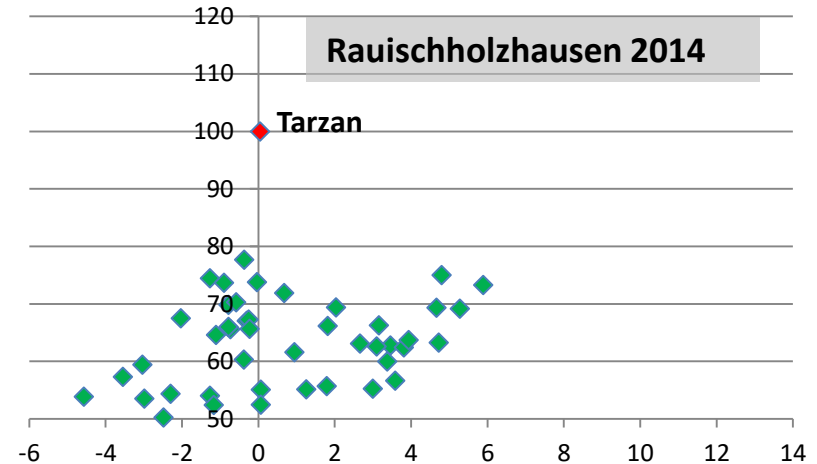
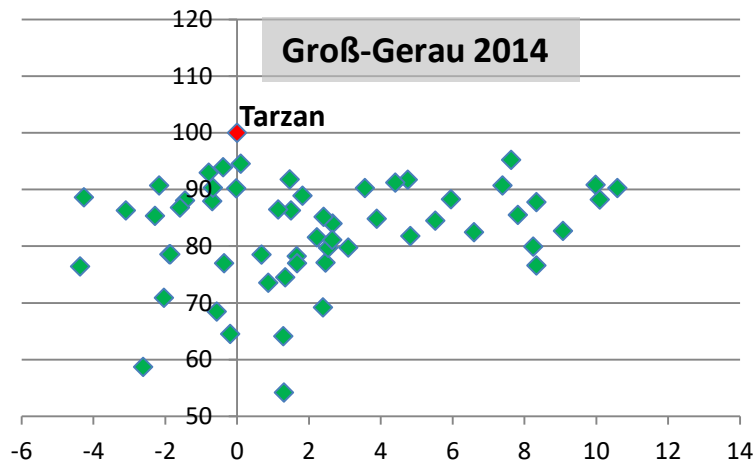


Rauisscholzhausen: Juli 2018

Zuchtfortschritt bei Dualtyp-Sorghum



TM-Ertrag relativ zu Tarzan (%)



TS-Differenz zu Tarzan (%)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Prof. Rod Snowdon
Dr. Steffen Windpassinger
Dr. Benjamin Wittkop
Sabine Frei
Annette Plank
Birgit Keiner
Swetlana Renner

Mario Tolksdorf

Karl-Heinz Balzer
Dr. Lothar Behle-Schalk



NPZ INNOVATION
Wir forschen für Qualität.



DSV



Federal Ministry
of Food
and Agriculture