

# Anpassung von Nutzpflanzen an den Klimawandel – Einsatz moderner Züchtungsmethoden

Eva Bauer

Technische Universität München

Wissenschaftszentrum Weihenstephan

Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung

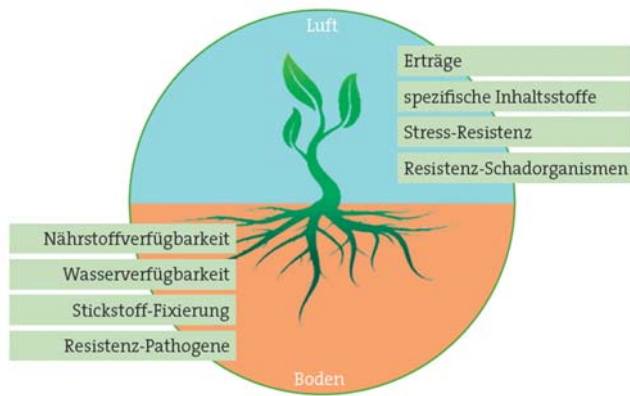
Freising, 21. September 2017



“Plant breeding has significantly contributed and will continue to be a major contributor to increased food security whilst reducing input costs, greenhouse gas emissions and deforestation. With that, plant breeding significantly mitigates the effects of population growth, climate change and other social and physical challenges.”

PROCEEDINGS OF THE SECONDWORLD SEED CONFERENCE  
FAO Headquarters, Rome, September 8-10, 2009

# Die Pflanze in ihrer Umwelt



$$\begin{matrix} \text{Genotyp} \\ + \text{Umwelt} \\ \hline = \text{Phänotyp} \end{matrix}$$

Müller-Röber et al. (2010) Pflanzenforschung für eine nachhaltige Bioökonomie

Eva Bauer (TUM) | HEZ Symposium 2017

# Auswirkungen Klimawandel

Reproduktionseffizienz ↓

Biomasseproduktion ↓

Folgen: Ertragsschwankungen, Ertragsausfälle



Foto: T. Freudenberg

Eva Bauer (TUM) | HEZ Symposium 2017

## Wichtige Zuchtziele in Nutzpflanzen



## Relevanz Stresstoleranz in gemäßigten Klimazonen



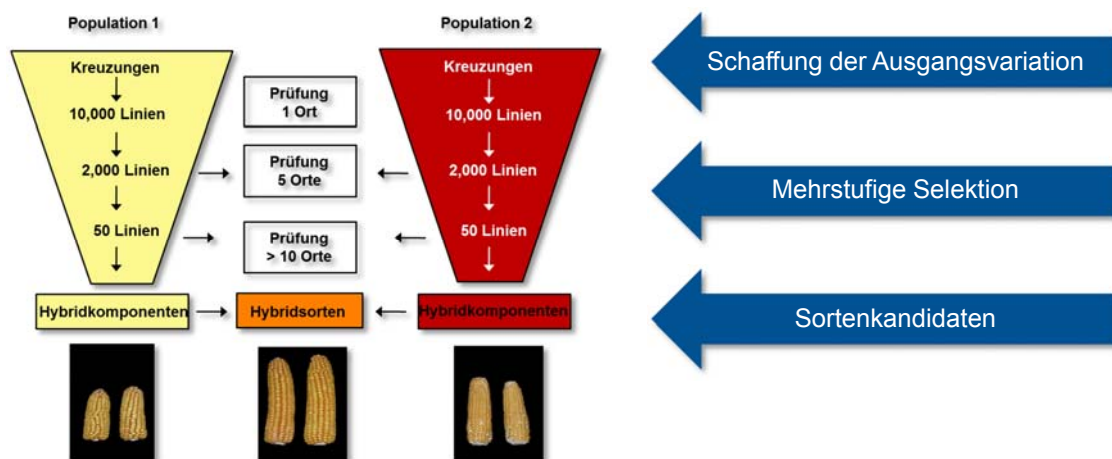
Kontrolle

Trockenstress

Hitze und Trockenheit im Sommer 2010

# Pflanzenzüchtung in 3 Minuten

## Beispiel Hybridzüchtung Mais

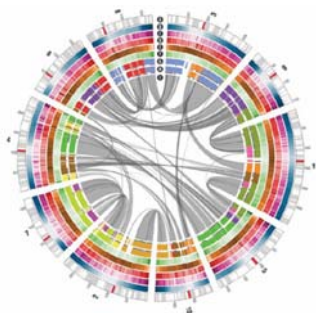


# Genomics in 2 Minuten

## Neue Werkzeuge für die Pflanzenzüchtung

Hochdurchsatz-...

Sequenzierung



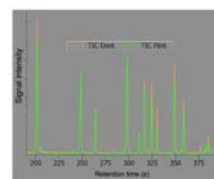
Schnable et. al (2009) Science

Genotypisierung



Affymetrix

Protein-/Metabolitenanalysen,  
Präzisionsphänotypisierung



L. Roemisch-Margl

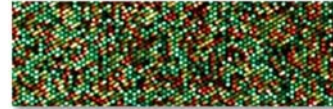


Busemeyer et al. (2013) Sci Reports

# Strukturelle Genomanalyse

	SNP1		SNP2
Ind. 1:	G	ACATGGATCCAG	C
Ind. 2:	A	ACATGGATCCAG	T
Ind. 3:	A	ACATGGATCCAG	C
Ind. 4:	G	ACATGGATCCAG	T
Ind. 5:	A	ACATGGATCCAG	T

.....



<http://ycga.yale.edu/>



Mais:  
 1 SNP alle 50 Basenpaare  
 ~ 2.5 x 10<sup>9</sup> Bp im Genom

→ SNPs können funktional oder zufällig sein (+/- Auswirkung auf Phänotyp)



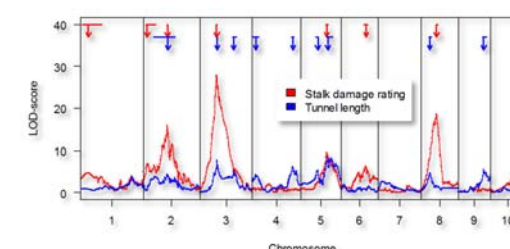
# Verschiedene Merkmale – verschiedene Strategien

# Markergestützte (Resistenz-)Züchtung

**MAS: Indirekte Selektion für ein Merkmal.** Es wird nicht für das Merkmal selbst, sondern mit genetischen Markern selektiert, die mit dem Merkmal gekoppelt sind.

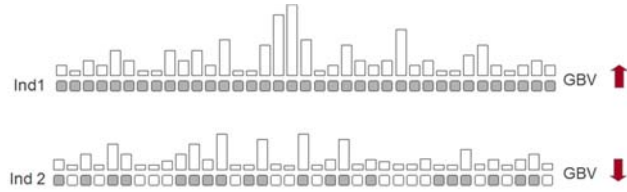
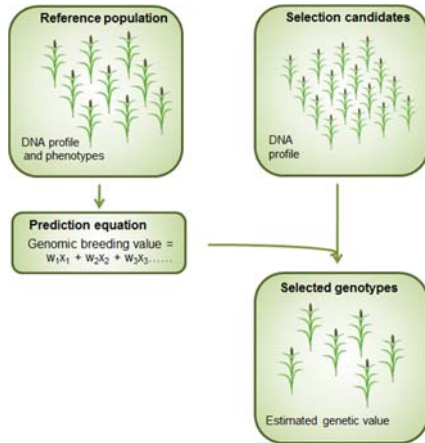
Monogene Resistenzen	Polygene Resistenzen
 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Introgression Resistenzallele</li> <li>➤ Markergestützte Rückkreuzung</li> </ul>	 <p>oft hoher Umwelteinfluss, aufwendige Resistenztests</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pyramidisierung Resistenzallele (wenig Gene)</li> <li>➤ Markergestützte rekurrente Selektion (viele Gene)</li> </ul>

# Polygene Resistenzen – Beispiel Maiszünsler

 <p>Verbreitung des Maiszünslers Vorkommen einer resistiblen Form des Maiszünslers Stand: September 2009</p> <p>Grafik: transgen/i-bio</p>	 <p>Quelle: W. Schmidt, KWS Saat AG</p> <p>Quelle: F. Weibull</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mehrere Genomregionen für verschiedene Resistenzmerkmale</li> <li>➤ Negative Korrelation mit Blüte beachten</li> </ul>
---	--	--



# Komplexe Merkmale - Genomische Selektion

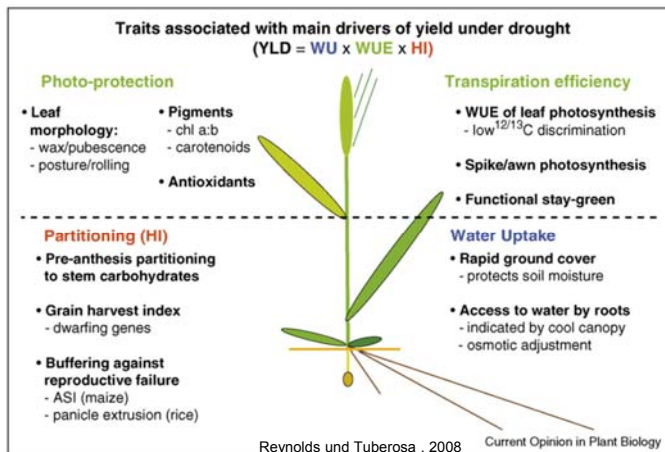


- Aufsummieren der Effekte über das Genom
- Vorhersage des genetischen Werts ungeprüfter Individuen basierend auf den SNP-Profilen
- **Erhöhung der Selektionsintensität**
- **Verkürzung von Zuchtzyklen**

Modifiziert nach Goddard & Hayes (2009) Nat Rev Genet

Eva Bauer (TUM) | HEZ Symposium 2017

# Zerlegung komplexer Merkmale

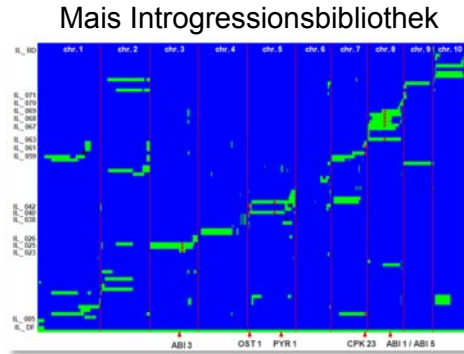


Einzelne Merkmale  
 ↓  
 Lokalisierung der Gene im Genom  
 ↓  
 Analyse genetischer und physiologischer Netzwerke für komplexe Merkmale

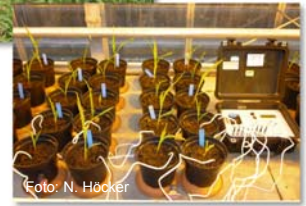
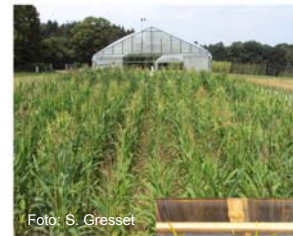
Eva Bauer (TUM) | HEZ Symposium 2017



# Welche Gene liegen zugrunde?



## Phänotypisierung

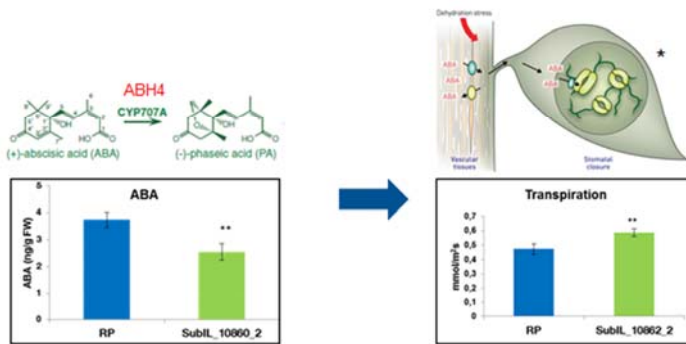


## Genotypisierung



Kandidatengene

# Molekulare Mechanismen Trockenstress



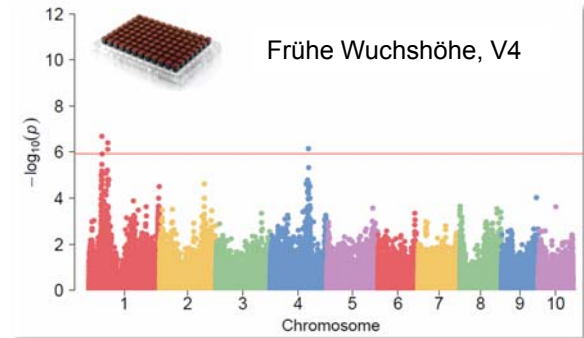
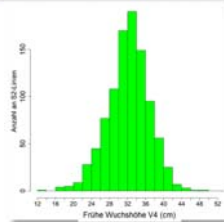
- Unter Stress ändern Pflanzen ihren Stoffwechsel
- Regulation pflanzeigener Botenstoffe (z.B. ABA)





# Kältetoleranz

Nutzung von Mais Landrassen: Identifizierung von Genen für Kältetoleranz



Graphik: A. Hölker

# Pflanzenzüchtung und Ertragssicherung

- Mehr als 50% des Produktivitätsfortschritts resultieren aus Züchtung
- Langfristige Anpassung an den Klimawandel nur durch Züchtung
- Entwicklung verbesserter Sorten mit höherer Stresstoleranz
- Schaffung neuer wertgebender Eigenschaften
- Sektor mit extrem hoher Innovationskraft

## Dank an...

Prof. Chris-Carolin Schön

Arbeitsgruppe Pflanzenzüchtung

Kooperationspartner in den Projekten

BayKlimaFit

SFB924

MAZE



## Aktuelle Verbünde und Projekte an der TUM

BayKlimaFit – Strategien zur Anpassung von Kulturpflanzen an den Klimawandel <http://www.bayklimafit.de/>

SFB924 - Molecular mechanisms regulating yield and yield stability in plants <http://sfb924.wzw.tum.de>

MAZE - Accessing the genomic and functional diversity of maize to improve quantitative traits  
<http://www.europeanmaize.net/>