

BAY  
KLIMAFIT



Projektverbund · Strategien zur Anpassung  
von Kulturpflanzen an den Klimawandel

**Projektverbund  
Strategien zur Anpassung von  
Kulturpflanzen an den Klimawandel  
Projektpräsentation**

# **Verbesserung der Kältetoleranz von Mais**

**Prof. Dr. Chris-Carolin Schön**

**Dr. Eva Bauer**

**Manfred Mayer**

**Technische Universität München,  
Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung**



finanziert durch  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



- Temperatur- und Niederschlagsschwankungen
- Frühjahr:
  - Kühle Temperaturen
  - Häufige Starkregenereignisse
- Sommer:
  - Trockenheit
  - Hitze
- **Verbesserung der pflanzlichen Stresstoleranz**



## Motivation

- Frühere Aussattermine in Mais
  - Verlängerung der Vegetationsperiode
  - Vermeidung von Sommertrockenheit durch frühere Blüte
  
- Raschere Jugendentwicklung vermindert
  - Bodenerosion
  - Nährstoffauswaschung
  - Herbizideinsatz
  
- Ressourcenschonende Pflanzenproduktion unter zukünftig instabilen Temperatur- und Niederschlagsverteilungen



# Verbesserung der Kältetoleranz

## Herausforderungen und Lösungsansätze

- Geringe Variation für Kältetoleranz im Elite-Zuchtmaterial
  - Was ist die optimale züchterisch nutzbare Biodiversität?
  - (Wie) sind genetische Ressourcen effizient nutzbar?
  
- Heterogenität, Heterozygotie, Zuchtrückstand von Landrassen
  - Präzise Phänotypisierung durch Gametenfang
  - Identifizierung der an Kältetoleranz beteiligten Gene
  - Einbringung positiver Allele in das Zuchtmaterial



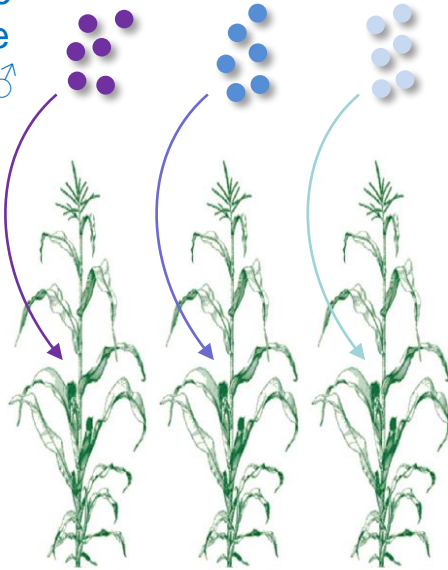
Fotos: TUM

# Erstellung des Versuchsmaterials

## Gametenfang

Vorselektierte  
kältetolerante  
Landrassen ♂

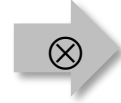
Bestäubung



Kältesensitive Elitelinie F2 ♀



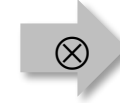
F<sub>1</sub>



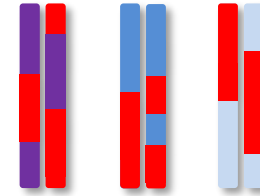
S<sub>1</sub>



S<sub>2</sub>



S<sub>3</sub>



Genotypisierung



Phänotypisierung



Juni 2017 (Foto: TUM)

# Phänotypisierung

## Feldversuche, Aufbau

2 Standorte

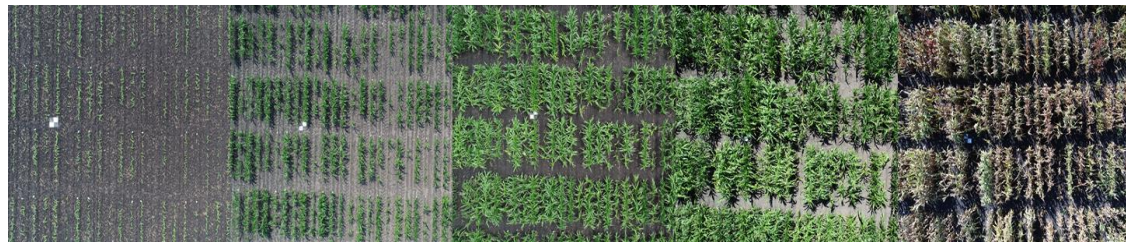
2 Wiederholungen

2 Jahre

- 14 Merkmale: Kältetoleranz, Jugendentwicklung, Blüte, ...
- Wetterdaten

Anzahl Parzellen pro Wiederholung

Jahr	S <sub>2</sub> KE	S <sub>2</sub> PE	S <sub>2</sub> LL	S <sub>3</sub> LL	Checks	Gesamt
2017	288	289	381	-	42	1000
2018	274	269	80	325	52	1000



Mai bis August 2018 (UAV-Aufnahmen: TUM)



August 2018 (Foto: TUM)



August 2017 (Foto: TUM)

Early vigor: Skala von 1 = schlecht bis 9 = gut

Frühe Wuchshöhe: in cm

Weibliche Blüte: Tage nach Aussaat

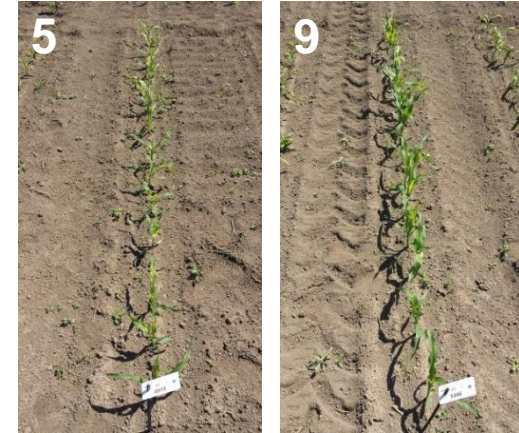
Finale Wuchshöhe: in cm

Zusätzlich Bonitur von

- Wurzellager
- Nebentriebe
- Krankheiten
- Trockenheit



Fotos: TUM



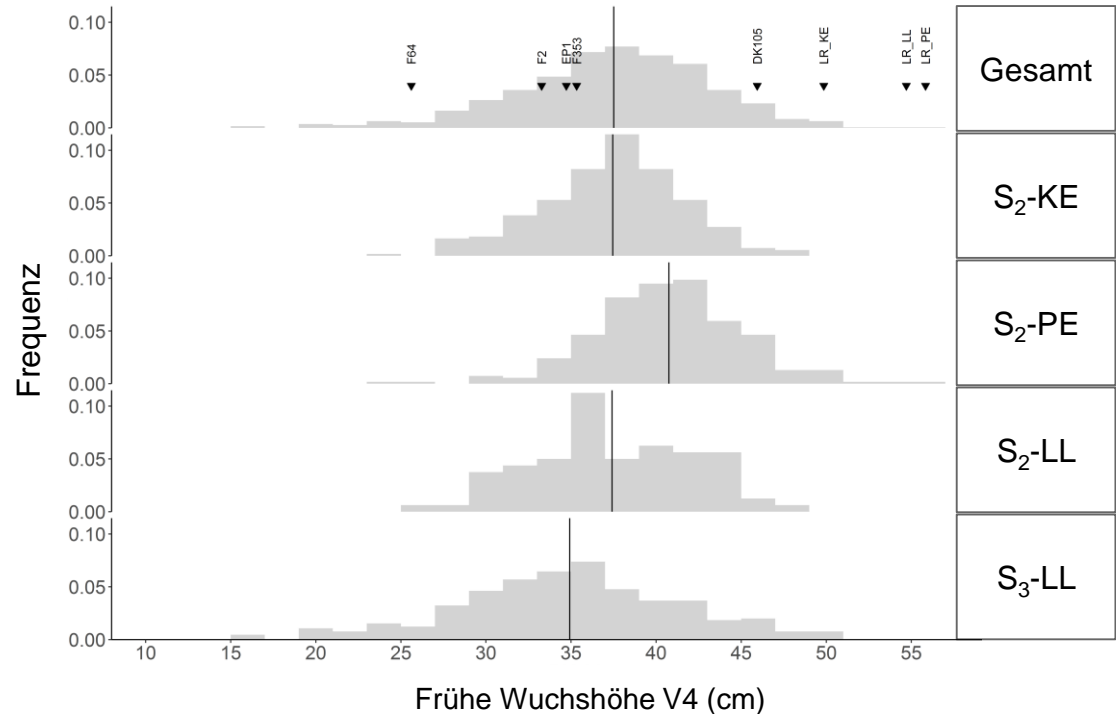
Fotos: P. Brauner / UHOH

# Phänotypisierung

## Genetische Variation

- Hohe genetische Variation innerhalb der Landrassen
- Hohe Heritabilität

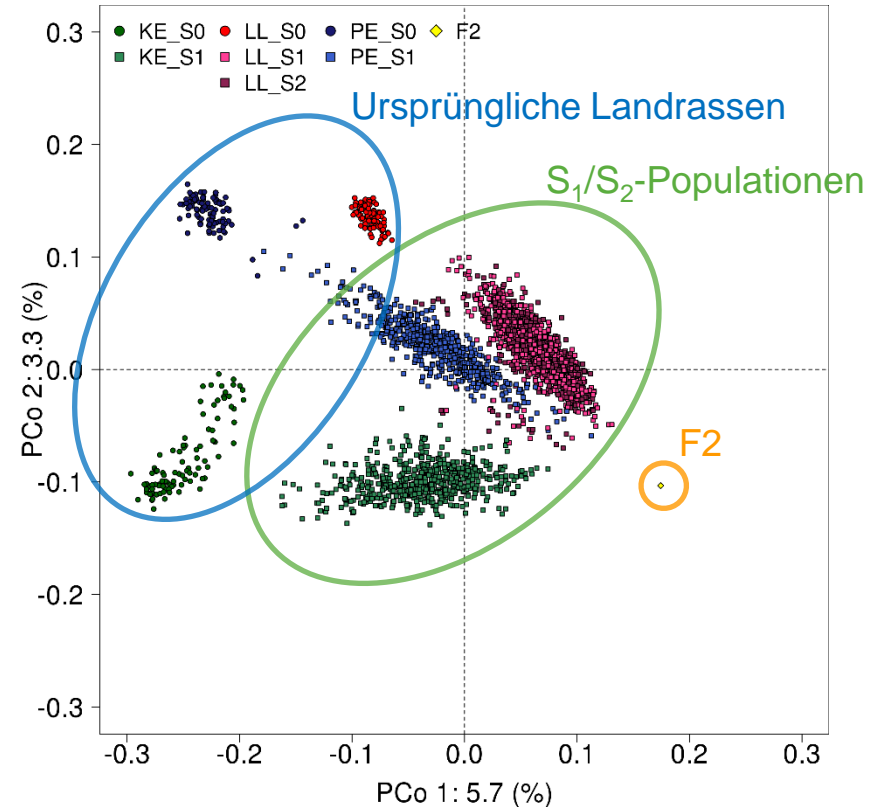
Merkmal	$h^2$
Early vigor V4	0,88
Early vigor V6	0,86
Frühe Wuchshöhe V4	0,92
Frühe Wuchshöhe V6	0,88
Blüte weiblich	0,91



# Molekulare Diversität

## Genetische Differenzierung

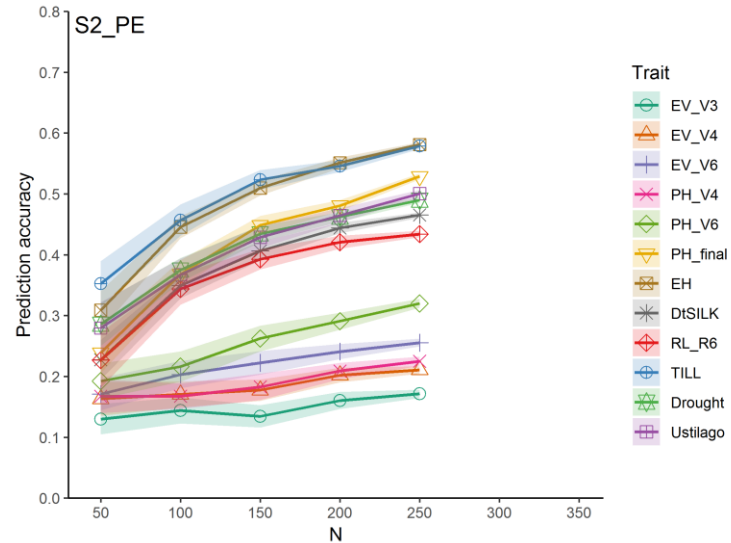
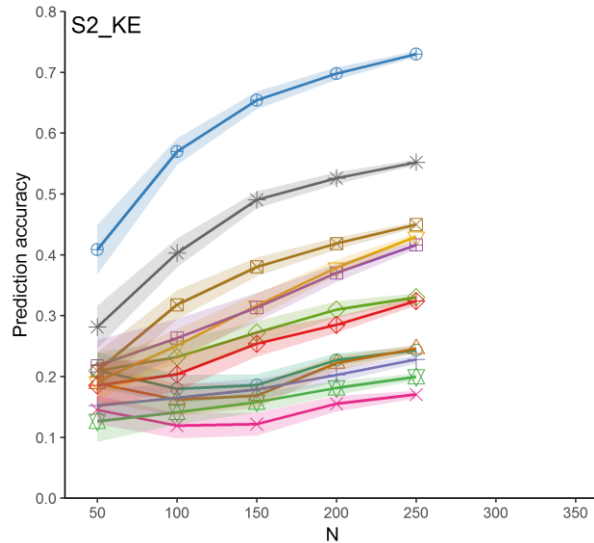
- Klare Unterscheidbarkeit der drei Landrassen
- Keine Struktur innerhalb der Landrassen
- $S_1$ - und  $S_2$ -Populationen von LL zusammen positioniert
- Position der  $S_1$ -/ $S_2$ -Populationen zwischen originalen Landrassen und Elitelinie F2



# Genomische Vorhersagen

## Vom Genotyp zum Phänotyp

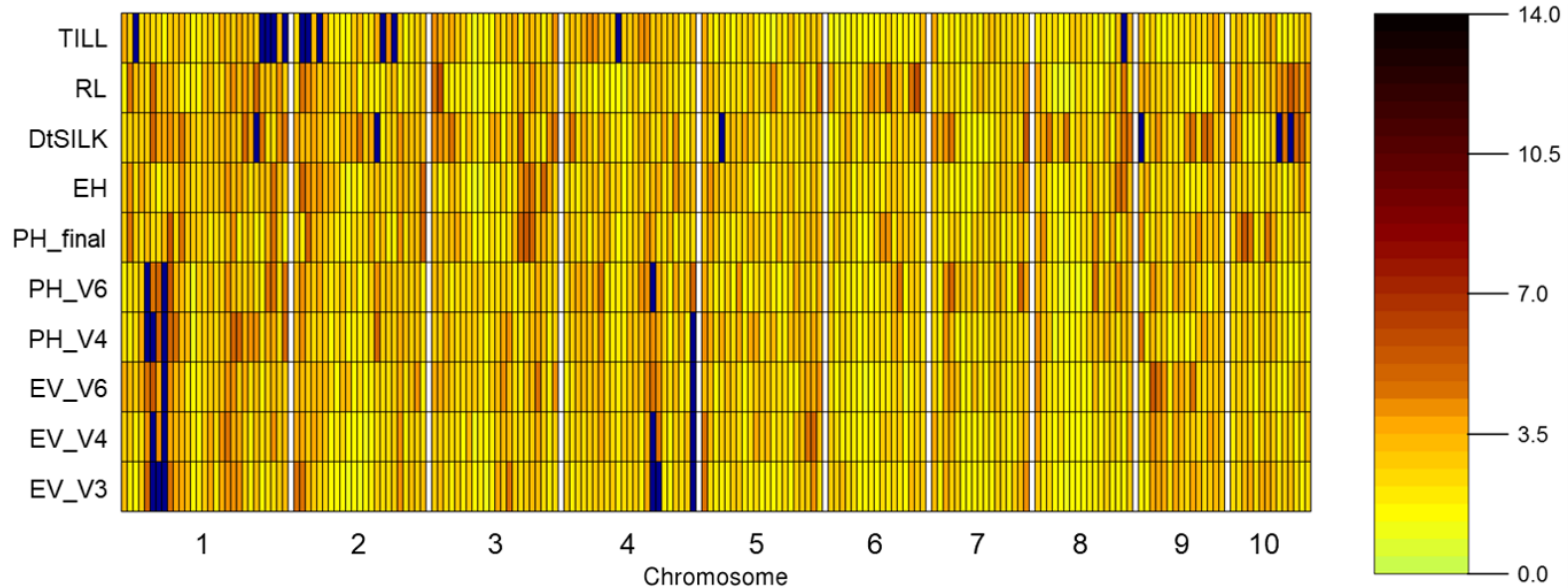
- Innerhalb von Landrassen möglich
- Genauigkeit abhängig von Merkmal und Stichprobengröße
- Zwischen Landrassen nicht möglich



# Kandidatengene für Kältetoleranz

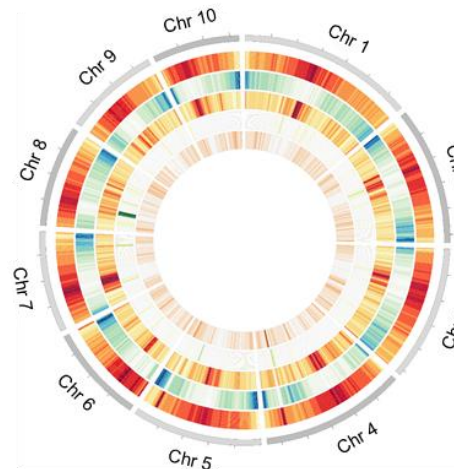
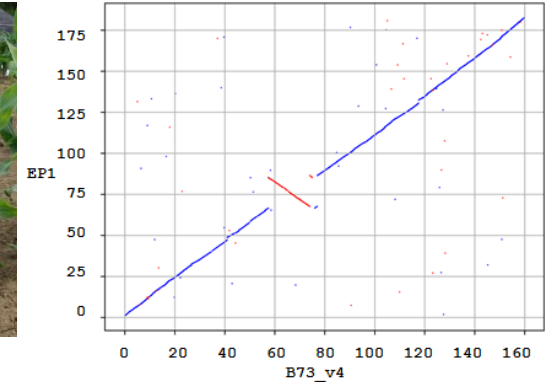
## Vom Phänotyp zum Genotyp

Erfolgreiche Identifizierung von Genomregionen, die mit Kältetoleranz und weiteren agronomischen Merkmalen assoziiert sind



## Referenzsequenzen

- Weltweit erste Referenzsequenz einer europäischen Flintlinie (EP1)
- Strukturelle Variation im Vergleich zu anderen Linien
- Genannotation
- Analyse des Mais Pangenoms



In Zusammenarbeit mit

**HelmholtzZentrum münchen**

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Gametenfang macht native Biodiversität zugänglich

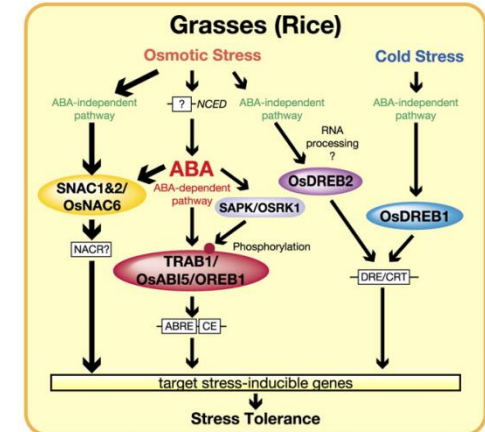
Gezielte Einbringung neuer Variation in Elitezuchtmaterial möglich

Bereitstellung von genetisch verbessertem Material durch genomische Vorhersage

Zeitnahe Umsetzung der gewonnenen Ergebnisse durch Kooperation mit Wirtschaftspartnern

Entwicklung neuer klimaangepasster Sorten

- Analyse relevanter Genomregionen und Kandidatengene
  - Feinkartierung
  - Funktionelle Analysen
- Genetische Netzwerke
  - Analytische Methoden für die Identifizierung und Auswertung regulatorischer Netzwerke



Nakashima et al. (2009) Plant Physiol

➤ **Lehrstuhl Pflanzenzüchtung**

Sylwia Schepella

Georg Maier

Iris Leineweber

Amalie Fiedler

Stefan Schwertfirm

Armin Hölker

Sandra Unterseer

Viktoriya Avramova

Claudiu Niculaes

Studentische Hilfskräfte



**Helmholtz**Zentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Seeding the future  
since 1856



➤ **Helmholtz Zentrum München**

Georg Haberer

Klaus F. X. Mayer

Michael Seidl

Manuel Spannagl

➤ **KWS SAAT SE**

Milena Ouzunova

Thomas Presterl

Therese Bolduan

Tanja Rettig

Claude Urbany



Foto: A. Hölker