



# Genetische Diversität im Wurzelraum

*Eine ungenutzte Quelle für effiziente  
Nutzpflanzen?*

Wurzeltagung Pfaffenhofen



Gernot Bodner und Alireza Nakhforoosh

Department für Nutzpflanzenwissenschaften  
Abteilung Pflanzenbau  
Arbeitsgruppe Pflanzliche Produktionsökologie  
Universität für Bodenkultur Wien



# Inhalt

## Thematischer Kontext

- Genetische Diversität und nachhaltige Intensivierung
- Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit

## Versuchsergebnisse

- Diversität im Wurzelraum
- Chancen für die Nutzpflanzenverbesserung?

## Thematischer Kontext



## Grüne Revolution (1960)

## Nachhaltige Intensivierung (2010)

### Züchtung

- Hybridzüchtung
- Harvest Index (*Rht1*)
- Reifezeit (*Pdp1*)



### Züchtung

- Biotische und abiotische Stressresistenz
- **Nutzung der Biodiversität**
- Neue Züchtungstechnologien

### Management

- Bewässerung (+2 % p.a.)
- Mineraldünger (+5,5 % p.a.)
- Mechanisierung (+4,5 % p.a.)

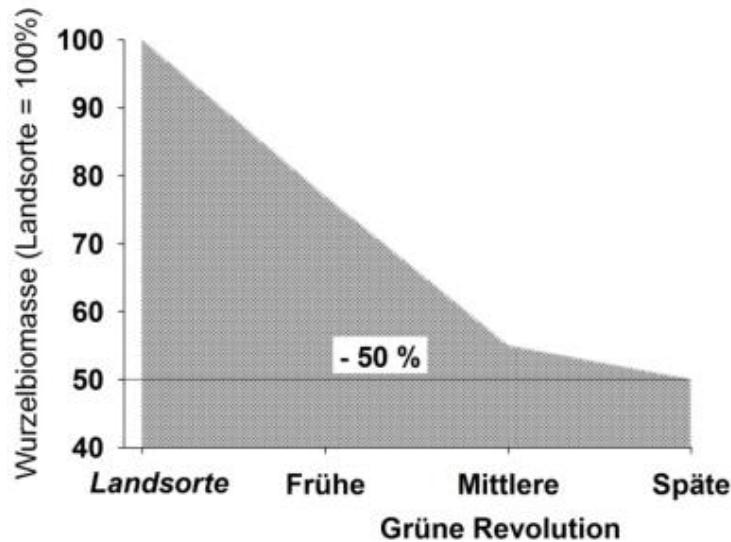
### Management

- Konservierende Bodenbearbeitung
- Wassersparende Bewässerung
- Fruchtfolgediversifizierung

Quellen: FAOSTAT; Khush (2001) *Nature Rev. Genet.* 2

Quelle: FAO (2011)

## Wurzeln in der Züchtungsgeschichte...



Daten aus: Waines und Ehdaie, Ann. Bot. (2007)



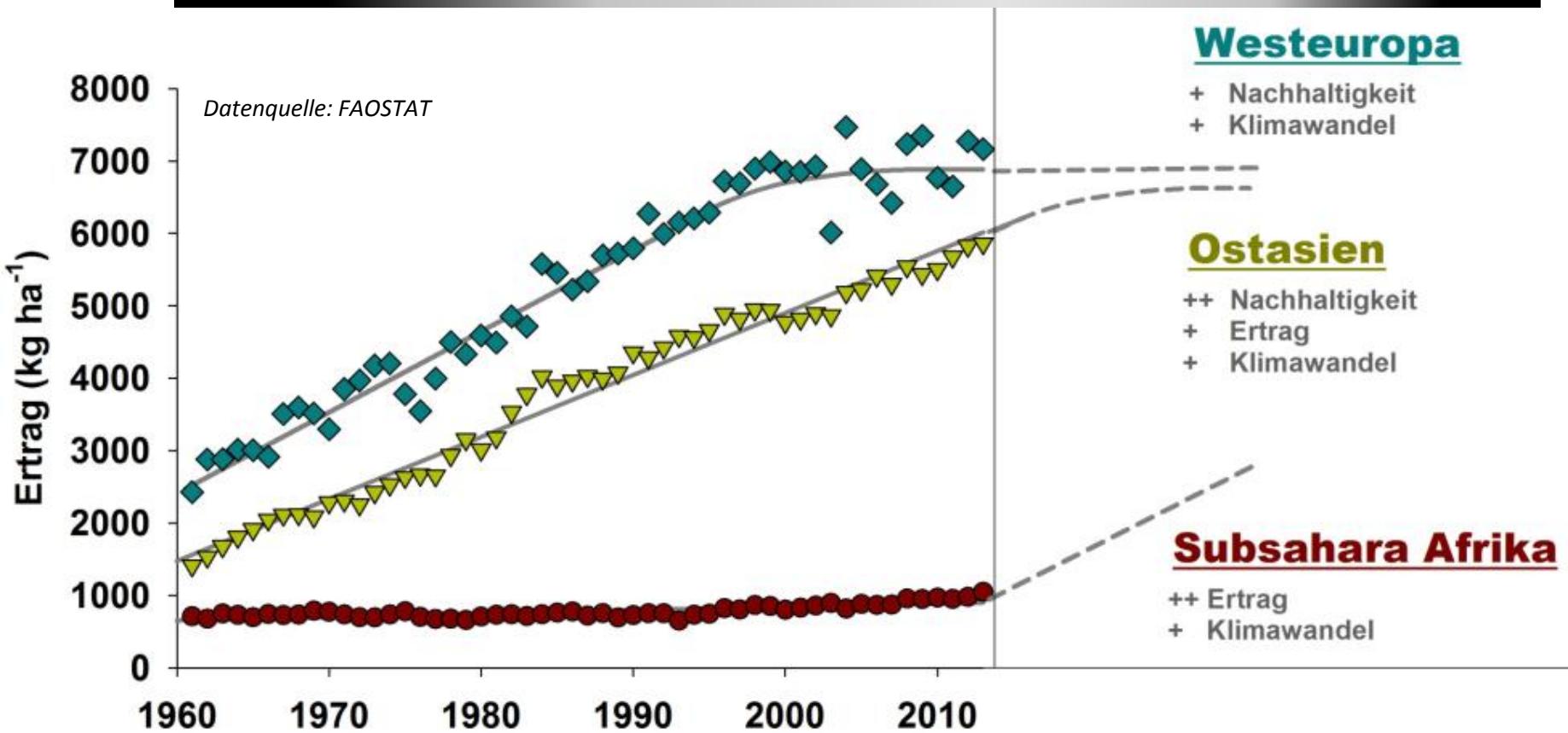
Quelle: Glover et al., Scientific American (2007)

- Wurzeln waren kein Zuchtziel.
- Manche Veränderungen (Wuchshöhe, Bestockung) können das Durchwurzelungsvermögen reduzieren.
- Zuchtfortschritt in feuchten Klimaten stärker als unter Trockenheit.

- Diversität durch Genetik und/oder durch Herkunft.
- Hypothese: Landsorten sind stark stressresistent durch Erfolg unter Low-Input-Bedingungen.

## Grüne Revolution

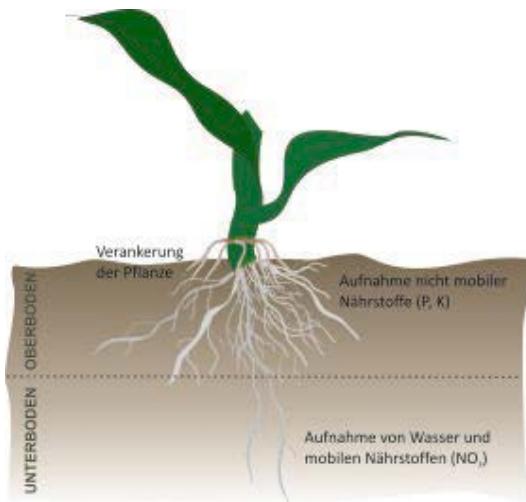
## Nachhaltige Intensivierung



Künftige Nutzpflanzen(systeme) müssen **Ertragsfähigkeit, Stabilität** gegenüber Umweltstress und **Nachhaltigkeit** verbinden. Diese Ziele sind über eine Optimierung der natürlichen Ressourcen-nutzung kompatibel. Die Pflanzenwurzel ist dafür ein Schlüssel.

# Funktionen der Wurzel im Nutzpflanzensystem

## 1. Ressourceneffizienz



Pflanze

## 2. Ertragsorgan

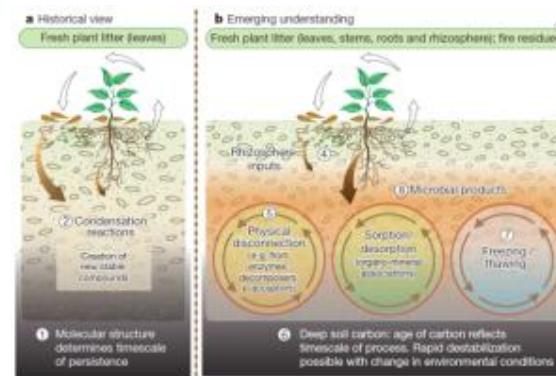


Boden

## 3. Bodenstruktur



## 4. Humushaushalt

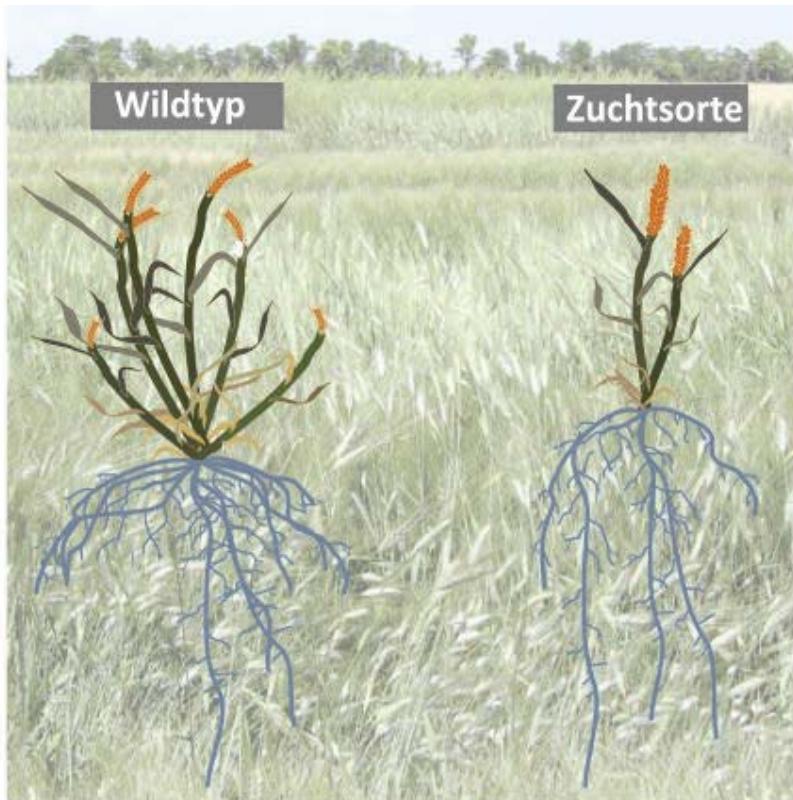


Schmidt et al. (2011) Nature

# Versuchsergebnisse



# Diversität genetischer Ressourcen



**Tabelle 1. Genetisches Versuchsmaterial (Art, Herkunft, Name)**

Jahr/Genotyp	Herkunft <sup>1</sup>	Donor/Züchter	Ploidie/ Genom	Art
<b>2011</b>				
SZD3146	AT	Saatzucht Donau, AT	4x, BA <sup>u</sup>	Durum
Clovis	FR	GIE Eurodur, FR	4x, BA <sup>u</sup>	Durum
7060; 7063; 7094 <sup>2</sup>	MX	CIMMYT, MX	4x, BA <sup>u</sup>	Durum
TRI5254	?	IPK Gatersleben, DE	4x, BA <sup>u</sup>	Khorasan
<b>2011-2012</b>				
QK-77 (Kamut®)	US	AGES, Vienna, AT	4x, BA <sup>u</sup>	Khorasan
Floradur	AT	Saatzucht Donau, AT	4x, BA <sup>u</sup>	Durum
Matt	US	Arizona Plant Breeders, US	4x, BA <sup>u</sup>	Durum
PI428154; PI428165	TR	NSGC, Aberdeen, US	2x, A <sup>m</sup>	Einkorn
W9	GE	GSAU, Tbilisi, GE	4x, GA <sup>m</sup>	Zanduri
<b>2012</b>				
W13	GE	GSAU, Tbilisi, GE	4x, BA <sup>u</sup>	Persisch
Tabasi	IR	IFA Tulln, AT	6x, BA <sup>uD</sup>	Aestivum
Taifun	DE	KWS Lochow GmbH, DE	6x, BA <sup>uD</sup>	Aestivum

**Feldversuch:** RCBD 4 WH

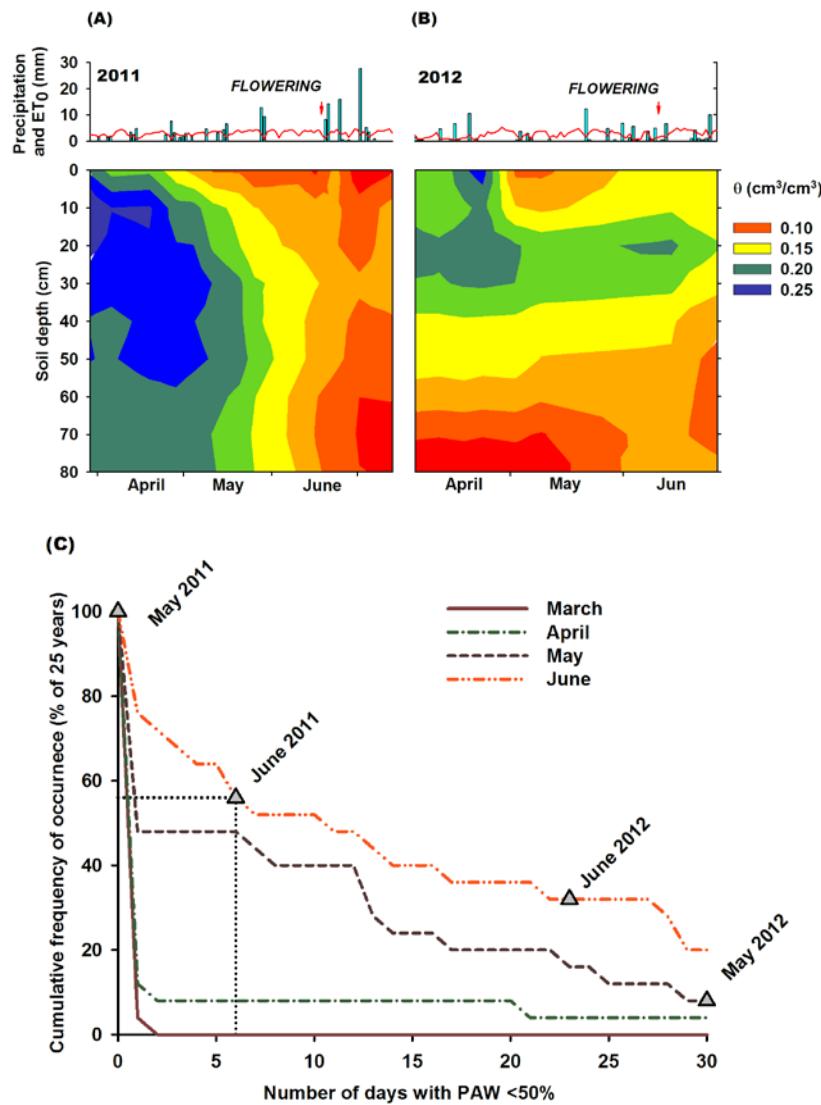
**Standort:** Raasdorf 48°15'N, 16°34'O, 156 m.ü.A.

**Boden:** Schwarzerde, Textur uL

**Klima:** 520 mm; 9,8°C

**Ziel:** Beitrag der Wurzeldiversität zur Trockenresistenz

# Umweltbedingungen



Die Versuchsjahre unterschieden sich stark durch die **Winterniederschläge** (Anfangswassergehalt) und die **Niederschlagsverteilung** in der Vegetationszeit.

Eine hydrologische Simulation zeigte, dass die Monate Mai und Juni im Vergleich zum 25jährigen Mittel sehr trocken waren. In diesem Zeitraum gehörte das Versuchsjahr **2012 zu den 10 % (Mai) bzw. 40 % (Juni) trockensten Jahren am Standort**.

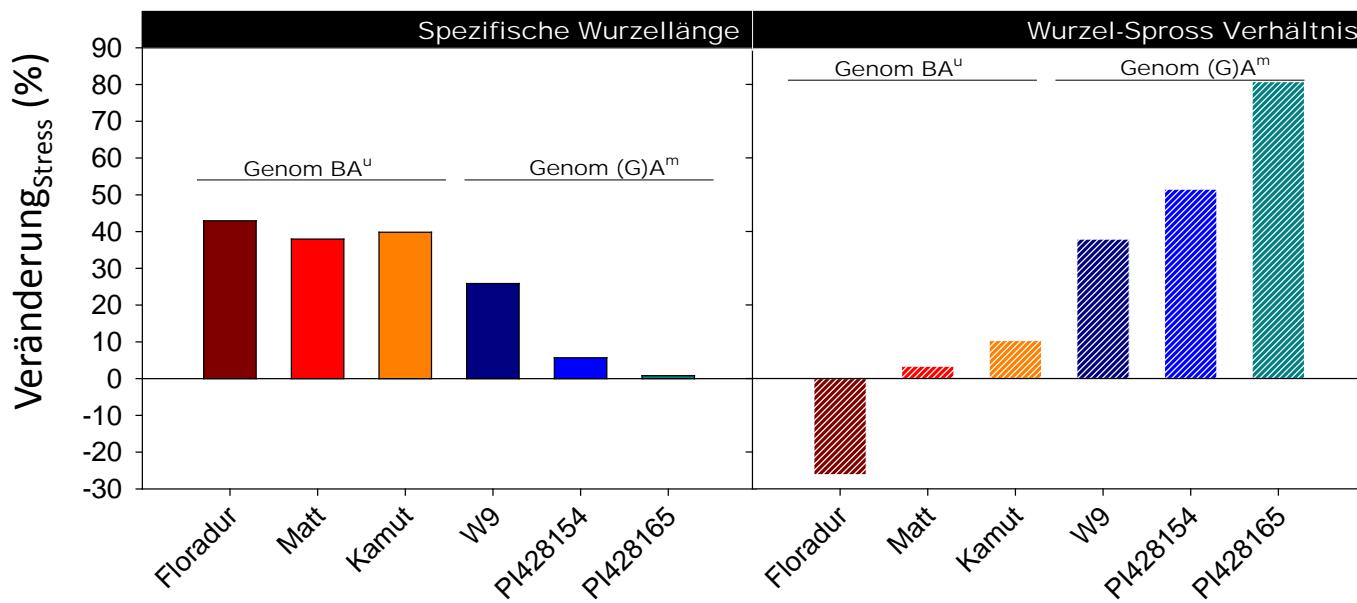
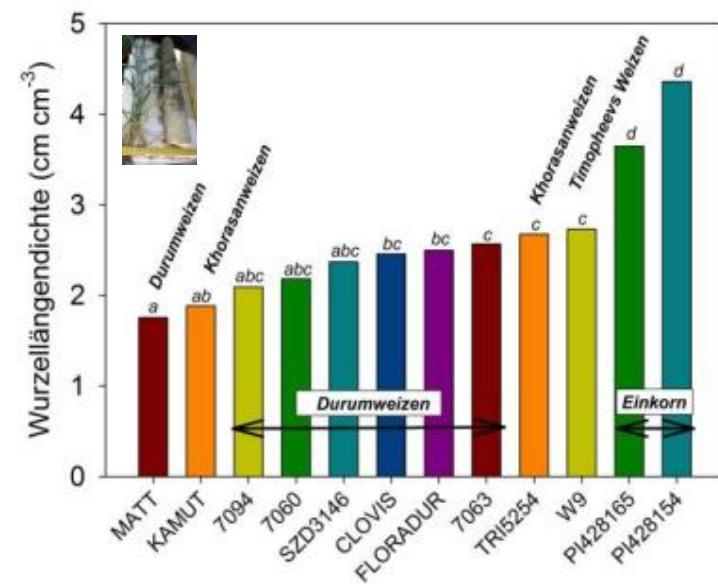
## Wurzeldiversität



**Konstitutiv (G)**

+

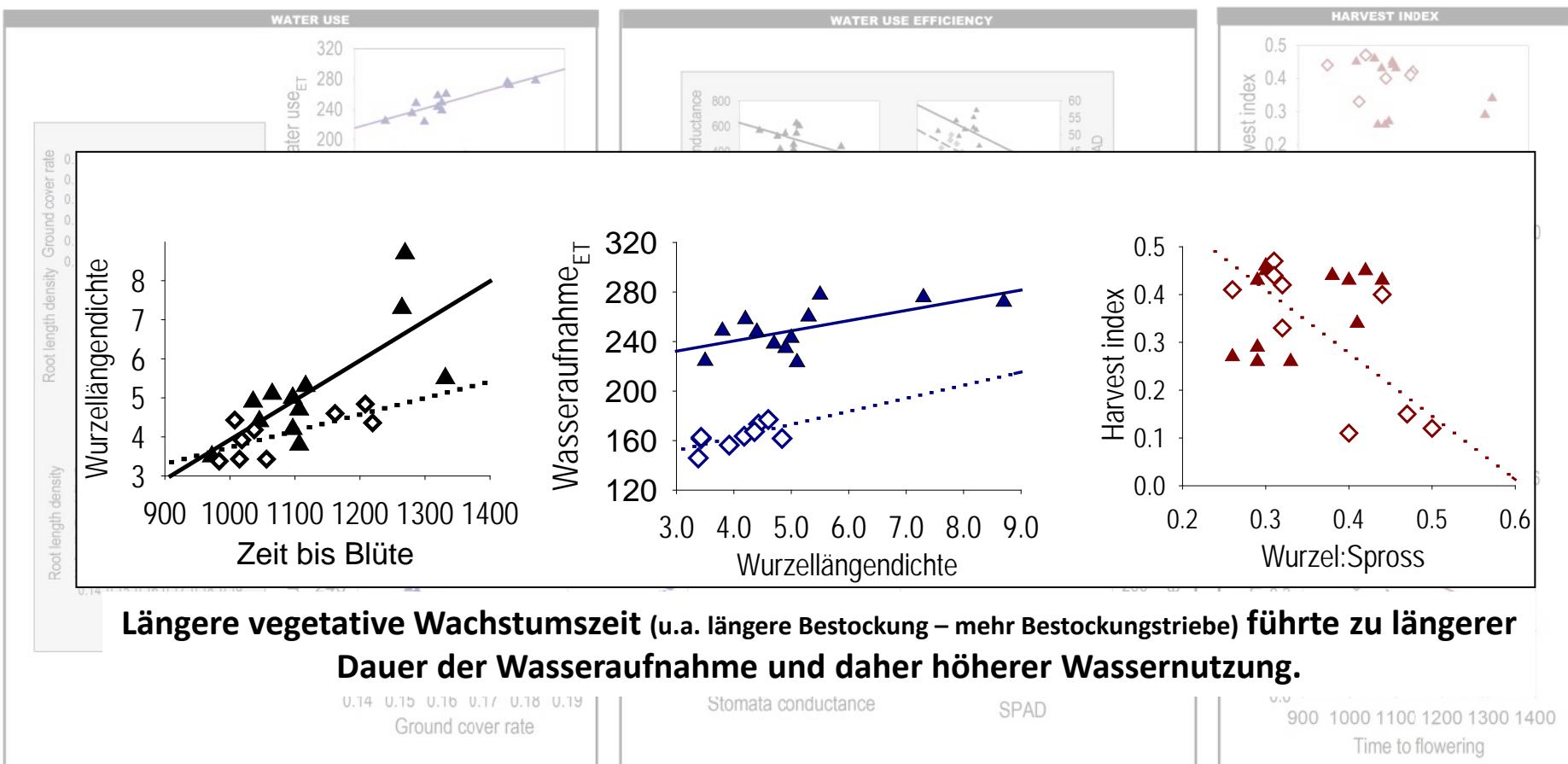
**Adaptiv (G x E)**



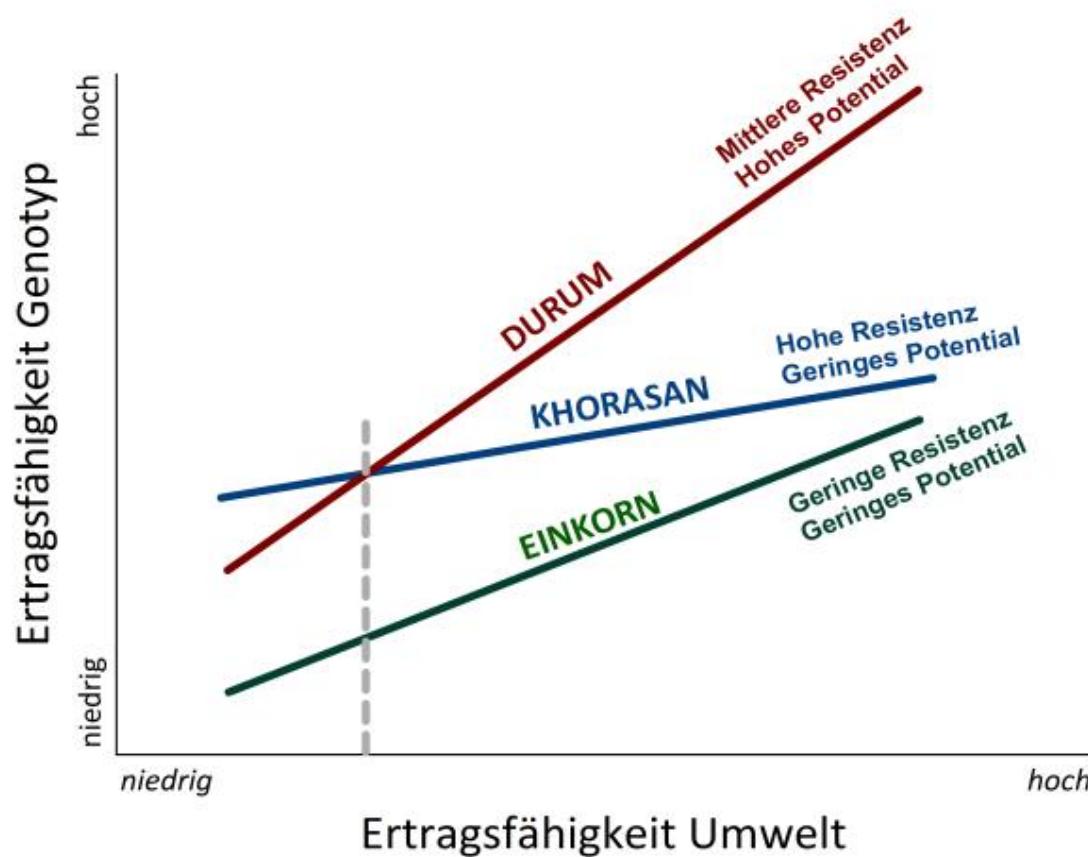
<b>Ertrag</b> = Wasseraufnahme (WA) x Wassernutzungseffizienz (WNE) x Harvest Index (HI) <sup>1</sup>				
	WA mm	WNE g m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup>	HI g g <sup>-1</sup>	Ertrag g m <sup>-2</sup>
<b>Kein Stress</b>				
Durum (ZS <sup>2</sup> )	<b>242,9</b>	4,86	0,45	525,0
Einkorn (WT)	<b>274,4</b>	3,40	0,27	244,0
Khorasan (WA)	<b>273,9</b>	3,51	0,29	254,2
<b>Stress</b>				
Durum (ZS)	<b>156,3</b>	3,33	0,47	237,7
Einkorn (WT)	<b>169,4</b>	1,95	0,14	43,6
Khorasan (WA)	<b>163,5</b>	2,97	0,42	202,1
<b>Änderung (%)</b>				
Durum (ZS)	-35,7	-31,5	0,1	-54,7
Einkorn (WT)	-38,2	-42,6	-48,1	-82,1
Khorasan (WA)	-40,3	-15,4	<b>44,8</b>	<b>-20,5</b>

<sup>1</sup>Passioura (1977) J. Aust. Inst. Agri. Sci 43<sup>2</sup>ZS Zuchtsorte, WT Wildtyp, WA Wenig genutzte Art

# Koppelung von Pflanzeneigenschaften



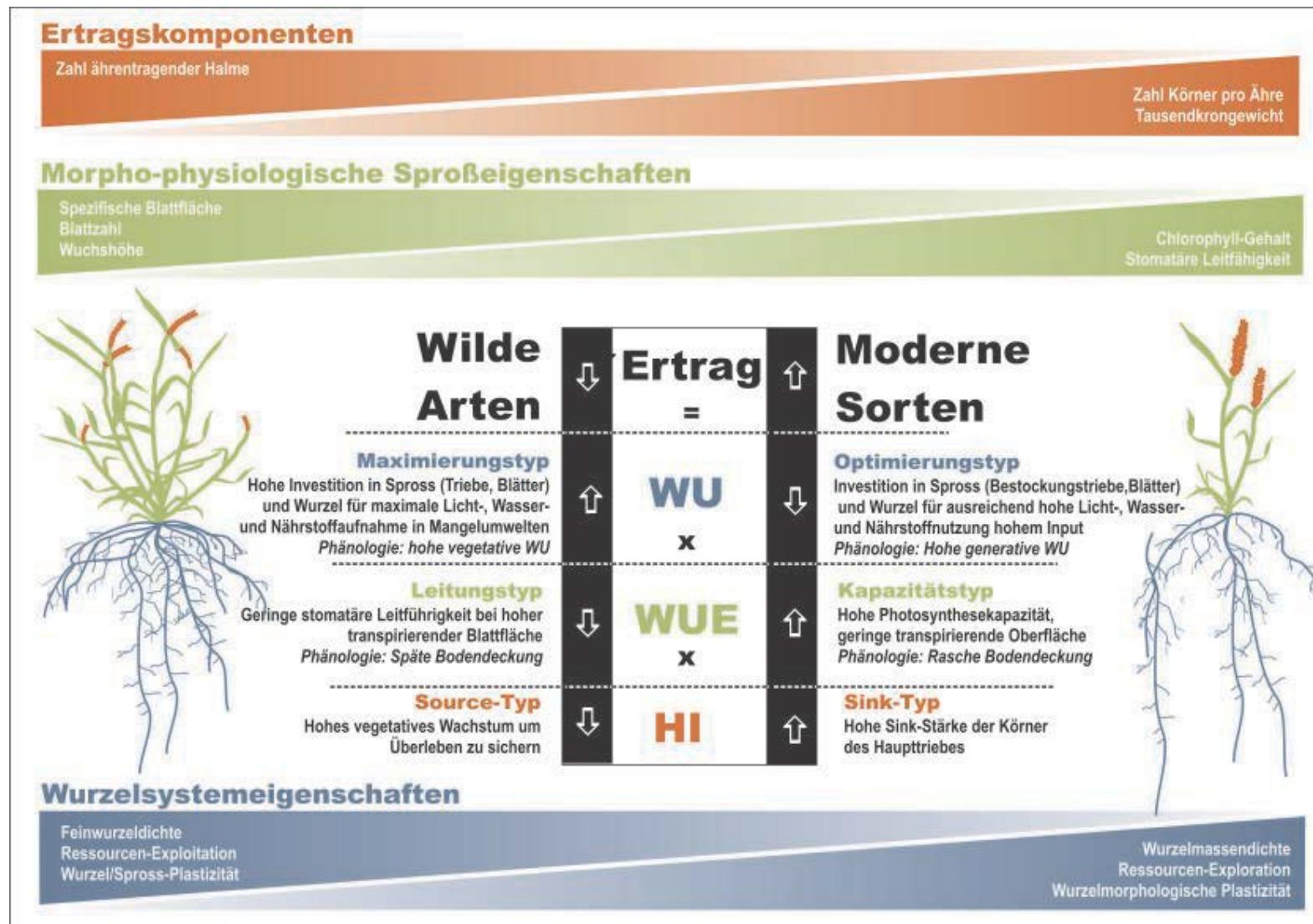
## Hohe Diversität nur bedingt nutzbar...



**Grund:** Koppelung der Zielmerkmale (Wurzel, Wasseraufnahme) mit Ertrag begrenzenden Eigenschaften:

- Bestockung  $\Leftrightarrow$  sproßbürtige Bewurzelung
- Reifezeit  $\Leftrightarrow$  vegetative Wasseraufnahme

# Hohe Diversität nur bedingt nutzbar...



## Schlussfolgerungen

---

Die Wurzel ist fundamental, um einen **ertragreichen, effizienten und nachhaltigen Pflanzenbau** zu erreichen.

Die pflanzliche Biodiversität bietet ein reiches Spektrum **ungenutzter Wurzelmerkmale**, die ressourceneffizientere Sorten ermöglichen können.

Es gilt Merkmale (v.a. bei artgleichen Genotypen und in der bestehenden Sortenvielfalt) zu finden, die **von ertragbeschränkenden Eigenschaften entkoppelt** sind (z.B. spezifische Wurzellänge, Wurzelgeometrie).

Für die gezielte Nutzung der Wurzel im Nutzpflanzensystem muss die **Genotyp-Umwelt-Interaktion** im Wurzelraum besser verstanden und kontrolliert werden.

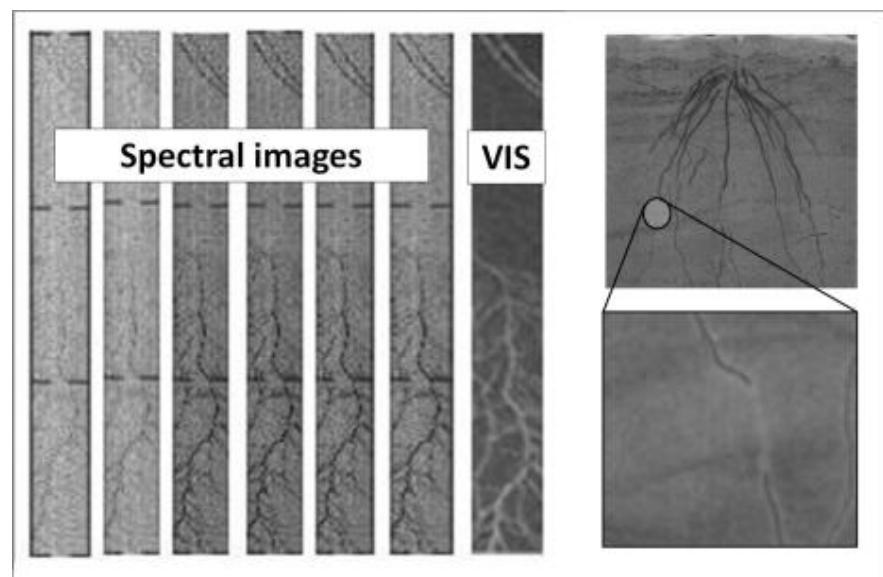
# Ausblick

## Hyperspectral Root Scanning



The „hidden hidden“ half...

- Bessere Beobachtung
- Besseres Verstehen
- Bessere Nutzung





Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nutzpflanzenwissenschaften  
Abteilung Pflanzenbau – AG Pflanzliche Produktionsökologie

Priv.-Doz. DI Dr. Gernot Bodner

Konrad Lorenzstraße 24, A-3430 Tulln an der Donau  
Tel.: +43 1 47654-3331, Fax: +43 1 47654-3342  
[gernot.bodner@boku.ac.at](mailto:gernot.bodner@boku.ac.at), [www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at)