



Ernährungssicherheit: Rolle der Pflanzenzüchtung

Hermann Bürstmayr

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Agrarbiotechnologie Tulln und
Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften
und Pflanzenbiotechnologie

Sehen Sie einen Zusammenhang ?



9,000,000,000

***A hungry world is a dangerous world.
Without food, people have only three
options: They riot, they emigrate or they
die. None of these are acceptable options.***

Josette Sheeran, Executive Director World Food Program, 2009



Einer von **acht Menschen** weltweit
muss jeden Abend hungrig
schlafen gehen.



In Entwicklungsländern ist **eines**
von **vier Kindern** untergewichtig.



In **Europa** ist eines von vier **übergewichtig!**



Welthungerkarte



Kategorie	1	2	3	4	5	fehlende Daten
Unterernährt	<5%	5-9%	10-19%	20-34%	≥35%	fehlende Daten
Beschreibung	wenig gering	gering	moderat	hoch	sehr hoch	

2011 UN World Food Programme (WFP)
 Welternährungsprogramm der Vereinten Nationen
 WFP ist die größte humanitäre Organisation der Welt und arbeitet im Auftrag der Vereinten Nationen mit rund 100 Millionen Menschen in über 70 Ländern.
 WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation. WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation.
 WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation. WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation.
 WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation. WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation.
 WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation. WFP ist ein 501(c)(3) Non-Profit-Organisation.



It's getting popular and respectable...



Quelle: J.R Porter, University of Copenhagen, DK

Hunger und Mangel an Nahrungsmitteln haben viele Ursachen

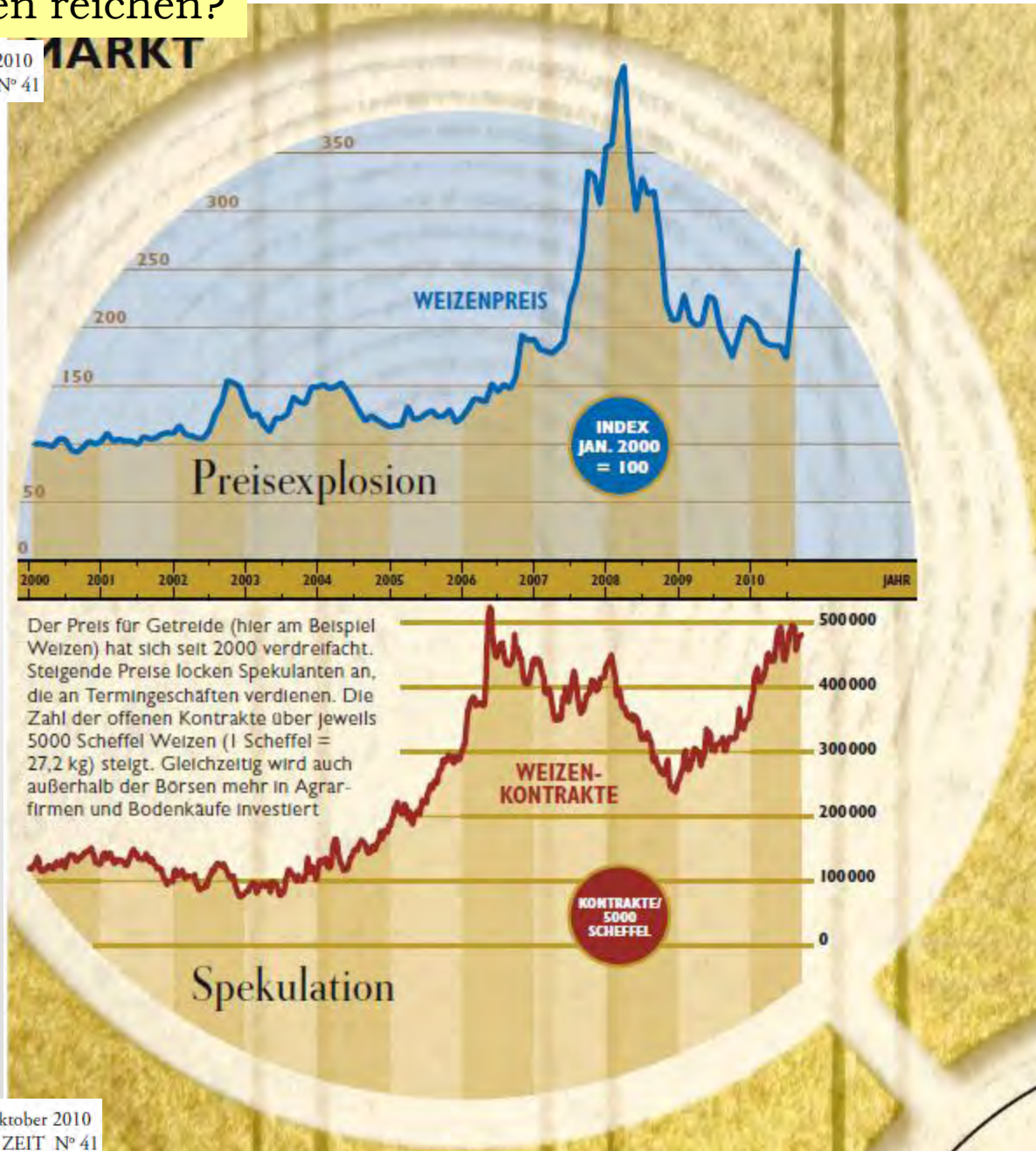
Um den weltweiten Hunger zu bekämpfen, ist nachhaltiges Wirtschaftswachstum, speziell in der Landwirtschaft, maßgebend.

Laut des neuen Berichts, veröffentlicht gemeinsam von den drei in Rom ansässigen UN-Organisationen FAO, IFAD und UN World Food Programme (WFP), sind soziale „Sicherheitsnetze“ entscheidend, um die ärmsten Bevölkerungsgruppen in Entwicklungsländern ausreichend zu schützen.

UN-Hungerbericht 2012

Wird der Weizen reichen?

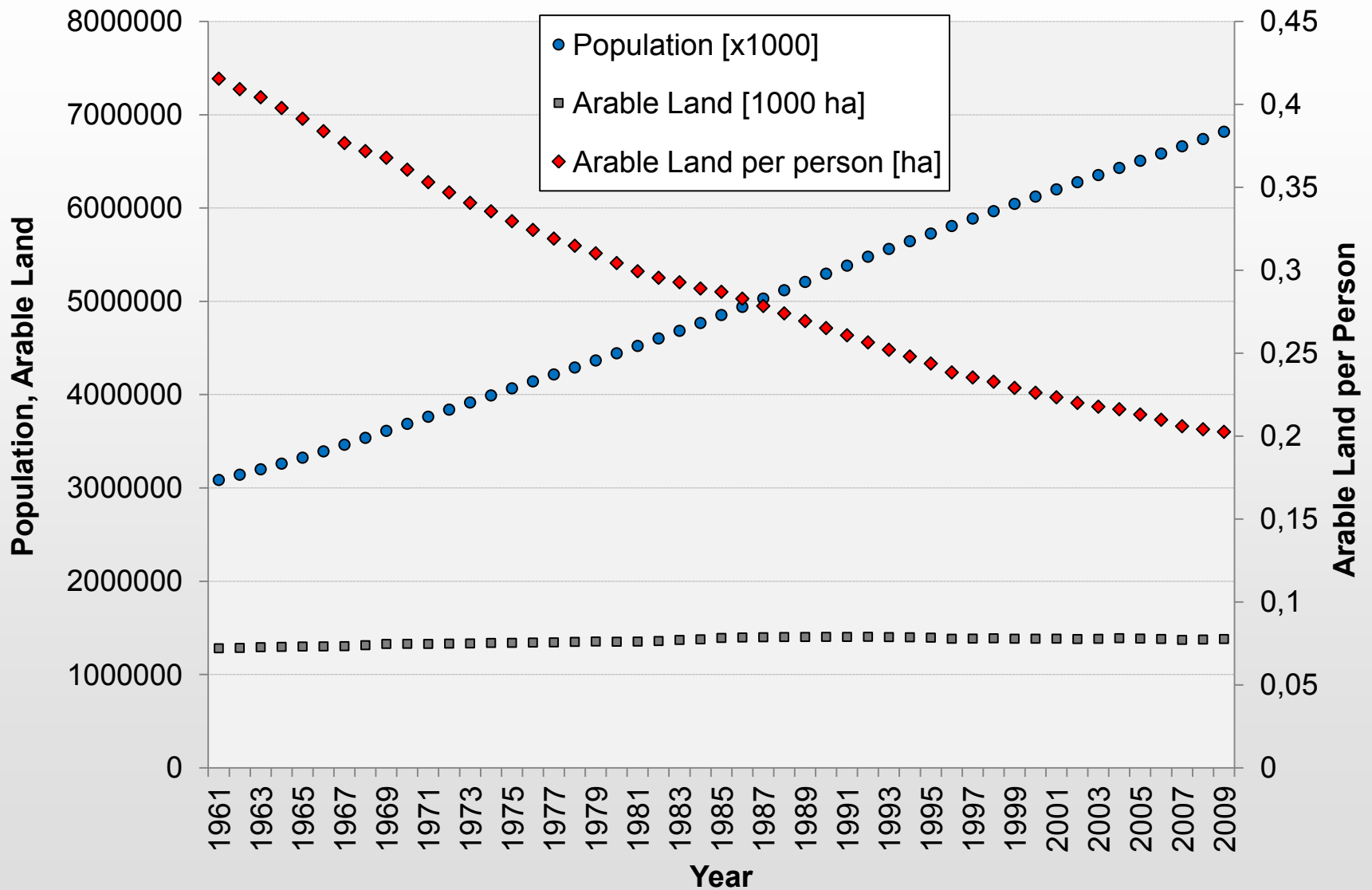
GRAFIK 7. Oktober 2010
DIE ZEIT N° 41



GRAFIK 7. Oktober 2010
DIE ZEIT N° 41



Bevölkerungsentwicklung im Verhältnis zur Ackerfläche



Quelle: FAO Statistik

Grundnahrungsmittel BROT



Foto: Heinrich Grausgruber

Brotgetreide in Österreich

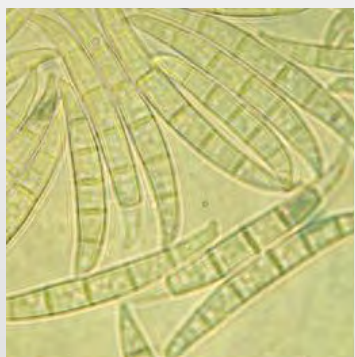
Produktion

- Weizen: 1,12 – 1,45 Mill. Tonnen Jahr⁻¹
- Roggen: 0,13 – 0,21 Mill. Tonnen Jahr⁻¹

Verbrauch

- Weizen: 50 – 55 kg Person⁻¹ Jahr⁻¹
- Roggen: 10 – 11 kg Person⁻¹ Jahr⁻¹

Quelle: Statistik Austria



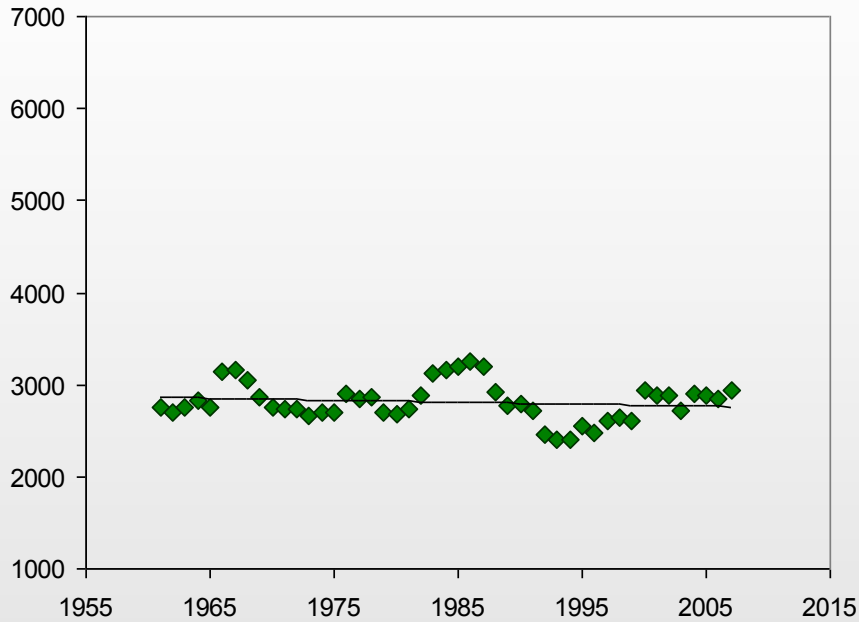
Weizen weltweit



- **Global die bedeutendste Nahrungspflanze**
- **In Entwicklungsländern die zweitwichtigste Nahrungspflanze**
- **Nahrung für 2.5 Mrd. arme Menschen (< 2 USD) in 89 Ländern**
- **Verantwortlich für 20% der Nahrungsenergie**
- **Wichtigste Eiweißquelle (20%) in LDC und DC**

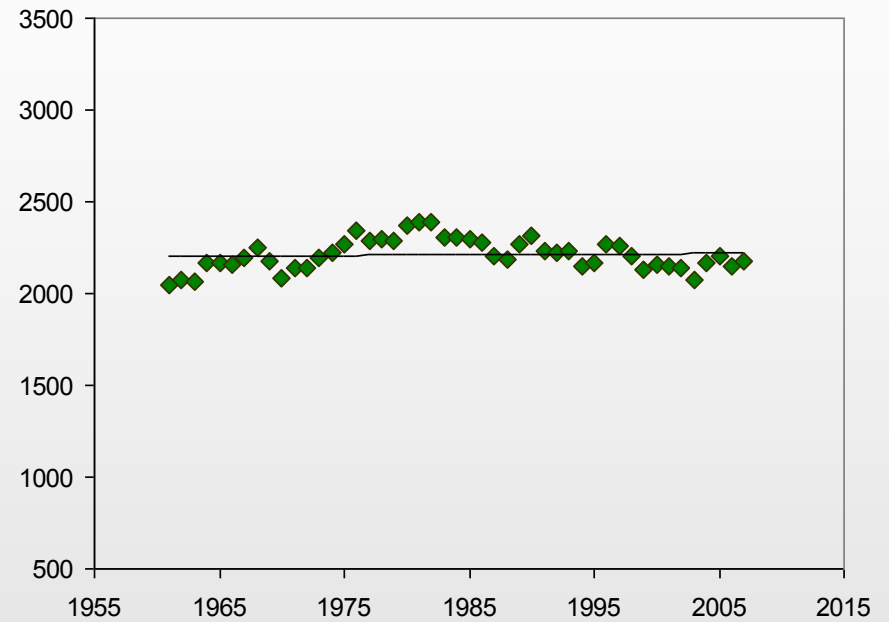
Weizenflächen und -erträge

Österreich



◆ Weizenfläche in 100 ha

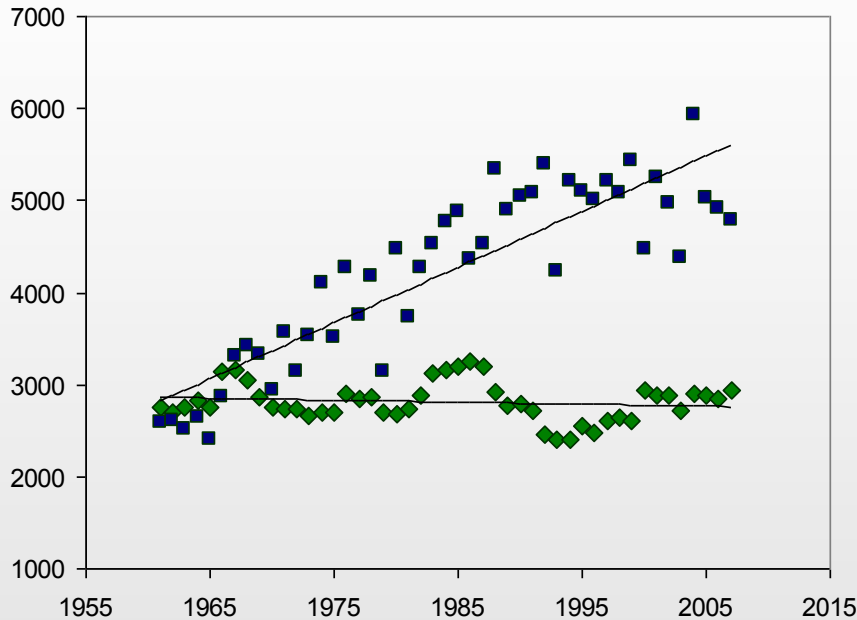
Welt



◆ Weizenfläche in 100.000 ha

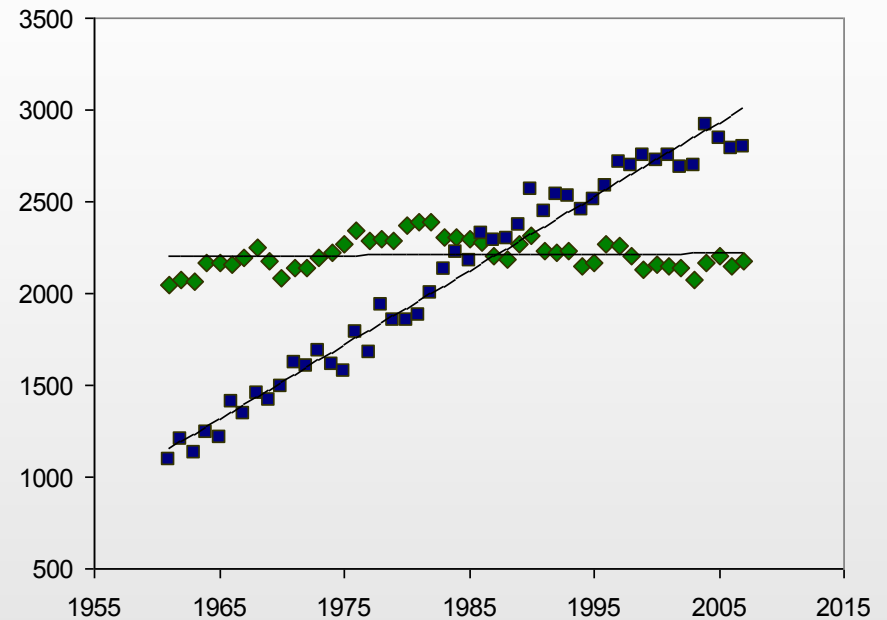
Weizenflächen und -erträge

Österreich



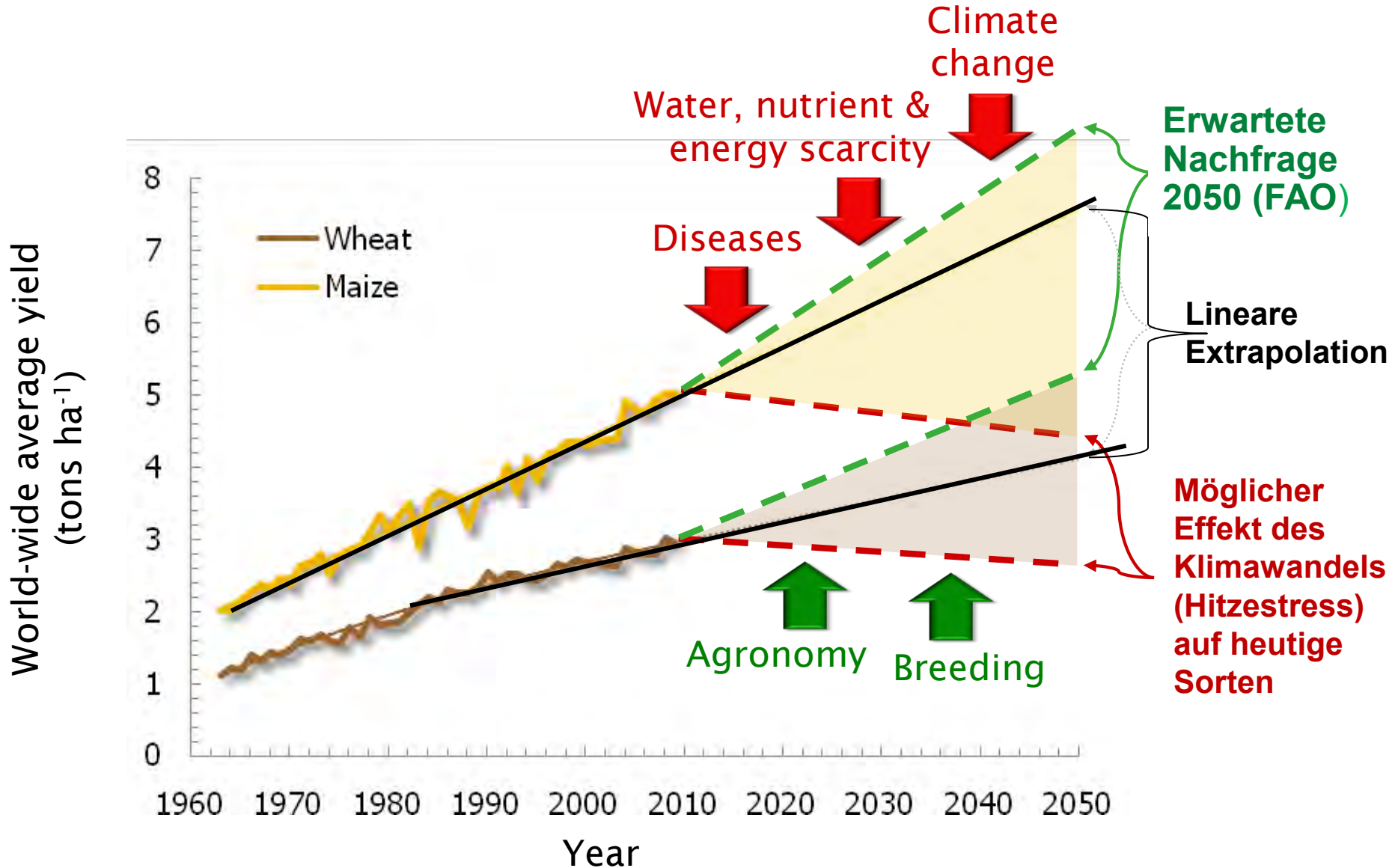
- ◆ Weizenfläche in 100 ha
- Erträge in kg/ha

Welt

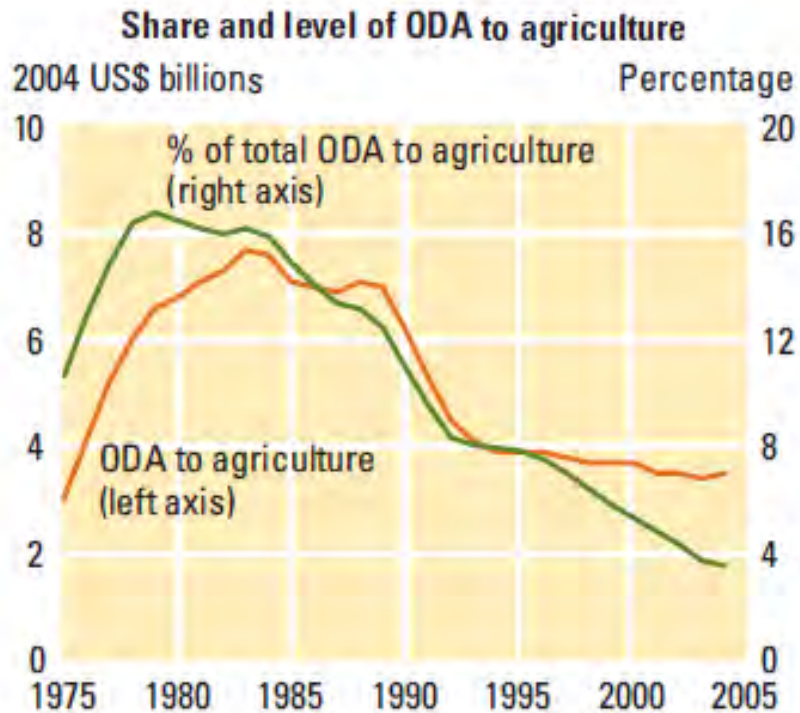


- ◆ Weizenfläche in 100.000 ha
- Erträge in kg/ha

Mais und Weizen - Ertragsentwicklung

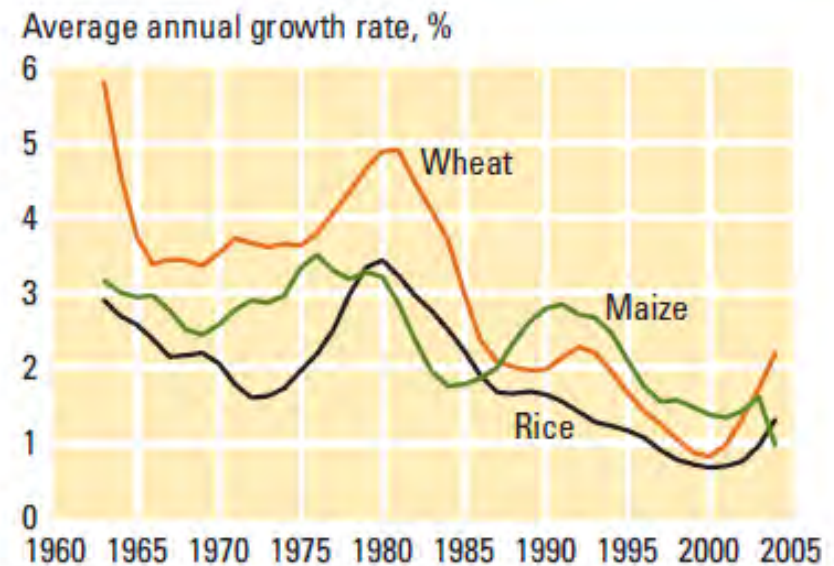


Stagnierende Investitionen in landwirtschaftliche Forschung und Entwicklung...



Source: OECD 2006a.
 Note: Data smoothed by locally weighted regressions.

...stagnierende Ertragsfortschritte



Source: FAO 2006a.
 Note: Data smoothed by locally weighted regressions.

**In ca. 35 Jahren wird eine Weltbevölkerung von
9 Milliarden Menschen erwartet**

**Um ausreichend Getreide zur Verfügung zu haben
müsste der Durchschnittsertrag der Welt auf **5 t/ha** steigen**

2008 hatten wir 3 t/ha

Erforderlicher Ertragsfortschritt 1.7% pro Jahr

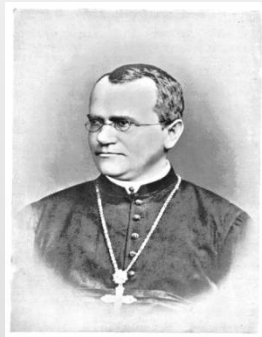
Definition Pflanzenzüchtung

Pflanzenzüchtung ist die Wissenschaft, Kunst und wirtschaftliche Unternehmung, die genetische Konstitution der Pflanzen so zu verändern, dass diese an die Anforderungen des Menschen besser angepasst sind.

Pflanzenzüchtung (so wie auch die Tierzucht) ist eine alte Tätigkeit aber eine junge Wissenschaft

Beginn vor ca. 10000 Jahren mit der Domestikation von Nutzpflanzen

Von wissenschaftlicher Pflanzenzüchtung kann man seit ca. 120-150 Jahren sprechen.



Gregor Mendel (1822 – 1884)

Herkunft des Weizens:

„Fruchtbarer
Halbmond“



Figure 1 | **Map of the Near East.** Note the Fertile Crescent (dashed red line) and the archaeological sites that are mentioned in the review. The Fertile Crescent is characterized by a variable topography, marked seasonality with cold rainy winters and dry summers, a history of fluctuating precipitation and a rich palaeoflora that is well documented in the fossil pollen record⁶. These features contributed to making this region the cradle of agriculture. In the Fertile Crescent, the Karacadag region (KD) has been proposed to be in the ‘core area’ for plant domestication in the Near East²⁵.

Salamini et al. 2002

Landschaft im Nahen Osten, Umgebung See Genezareth



Wildgerste, Wildweizen, Wildhafer gedeihen in enger Nachbarschaft





8000 v. Chr.
Domestikation



8000 v. Chr - 1850 n. Chr.
Auslese aus 'natürlicher' Variabilität



1850
Kreuzungen innerhalb der Art



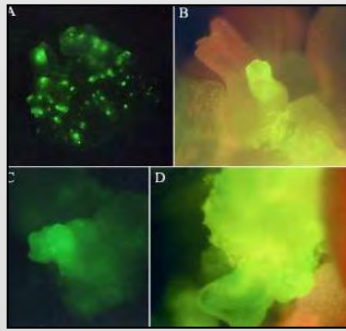
1930
Kreuzungen zwischen Arten



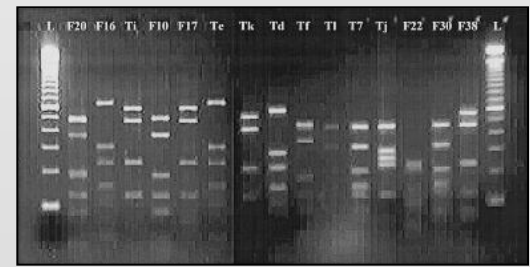
1960
Induzierte Mutationen
EMS
Röntgen
Gamma



1983
Gentechnik



1980
Molekulare Diagnostik



<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/Triticumaestivum/wheat.html>



Pflanzenzüchtung

Im Idealfall: Technischer Fortschritt im Einklang mit der Natur und den Bedürfnissen der Menschen



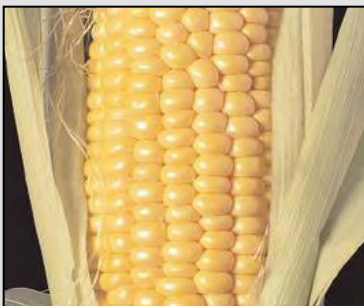
Ohne Züchtung: Stillstand des **genetischen** Fortschrittes !

Regional angepasste Sorten durch regionale Züchtung,
Zuchtfortschritt und Erhaltung der genetischen Diversität
Partizipatorische Züchtung (insbes. Entwicklungsländer)



Weiterentwicklung der Forschung auch im öffentlichen Bereich

- ⇒ **Pre-breeding**, Einführung von Wildformen, Exoten
- ⇒ **Methodische Verbesserungen**, Genomik, Genomische Selektion,



Mögliche Rolle der ‚**Gentechnik**‘

Green Revolution (Grüne Revolution)

Green Revolution refers to a series of research, development, and technology transfer initiatives, occurring **between the 1940s and the late 1970s**, that increased agriculture production around the world, beginning most markedly in the late 1960s

Criticism: The Green Revolution had also negative impacts on for example: Food security (socio-economic problems, food quality), environment (biodiversity) and health (agrochemicals)

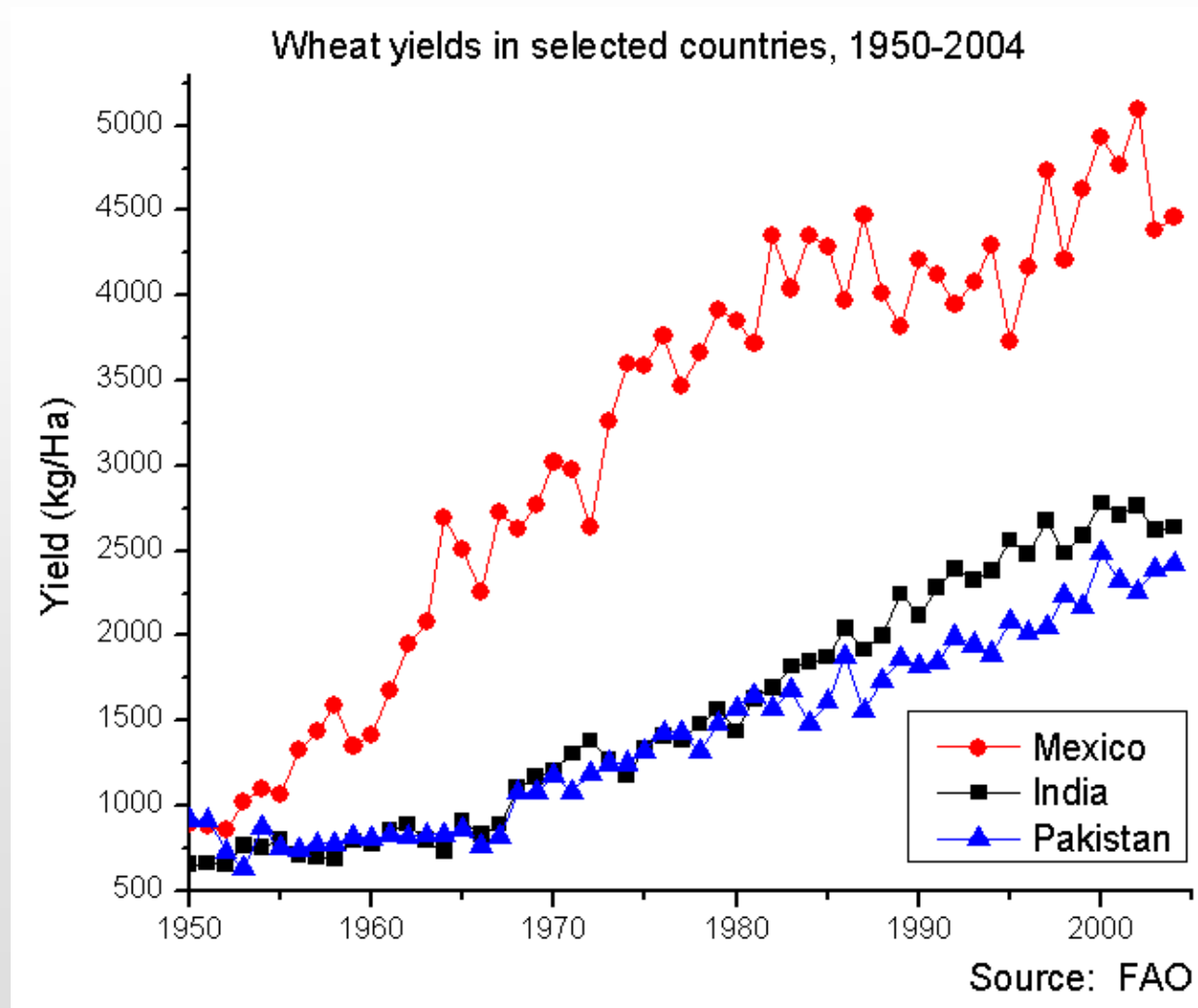


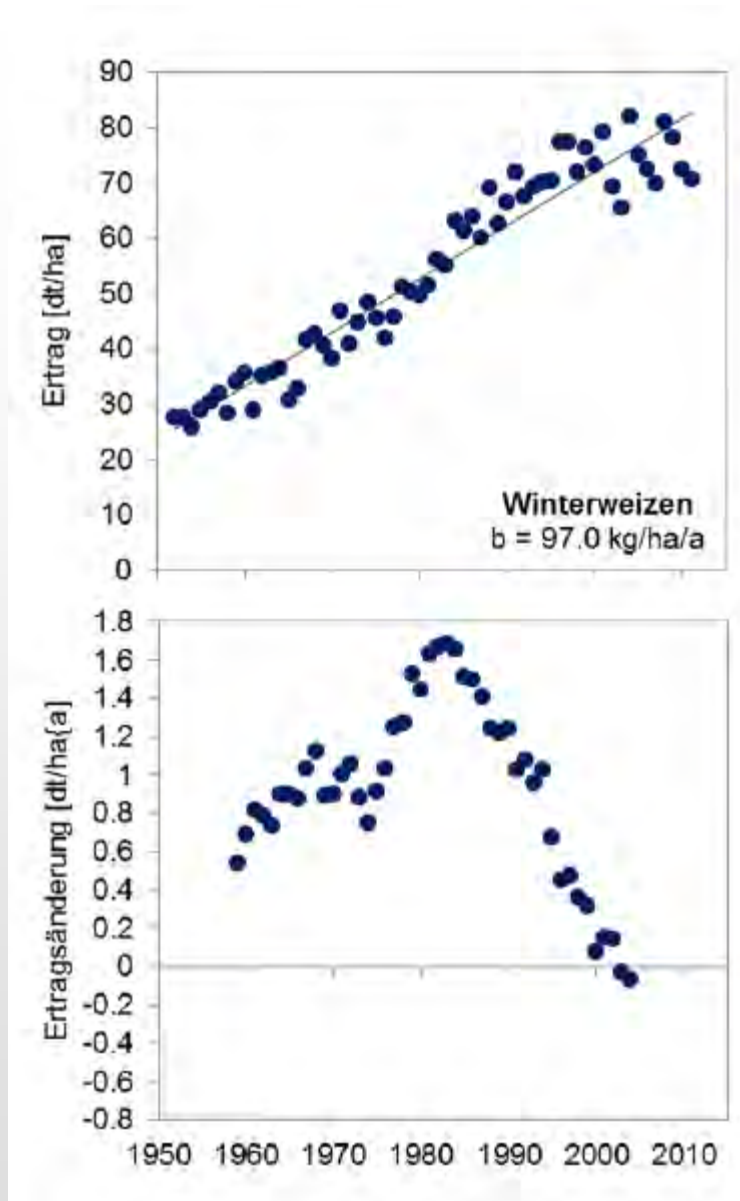
Norman Borlaug
CIMMYT, Mexico



Henry M Beachell
IRRI, Philippines

Green Revolution





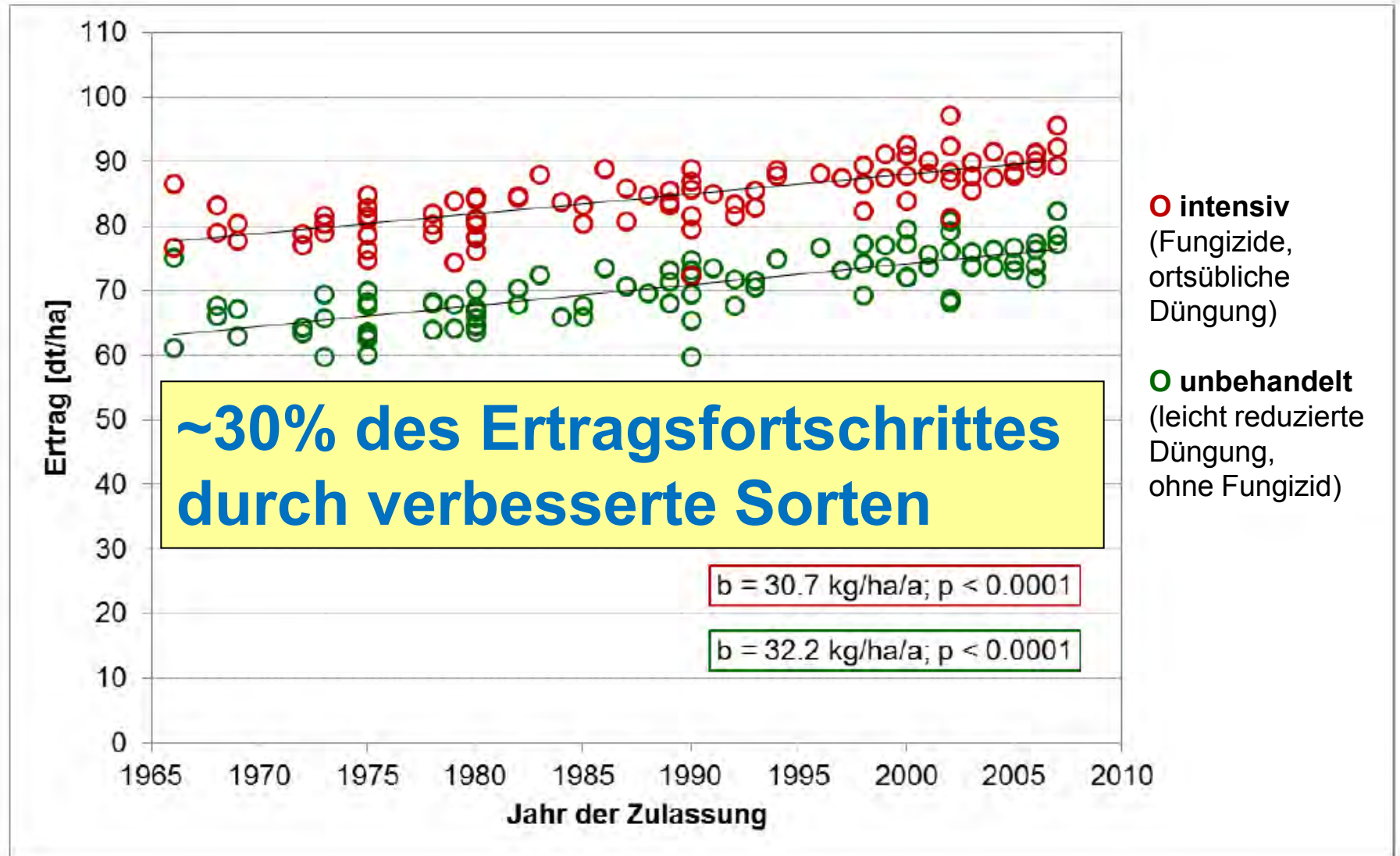
Beispiel BRD: Ertragsanstieg bei Winterweizen

Durch 'alle' Maßnahmen:

- Pflanzenbau,
- Pflanzenschutz,
- Züchtung

Quelle: Ahlemeyer und Friedt, 2011: Züchtungsfortschritt bei Winterweizen

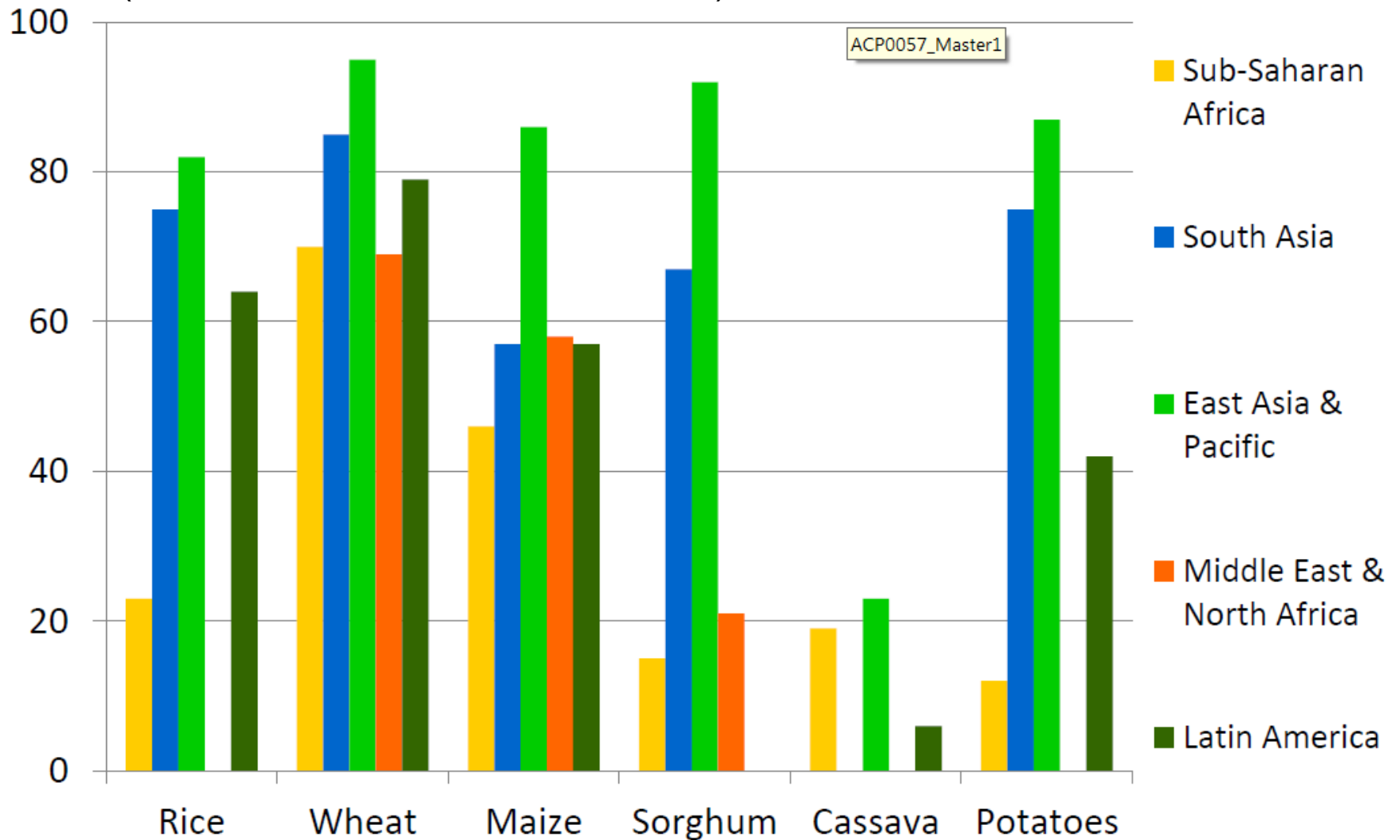
Beispiel Weizen BRD, 1965-2010: Genetischer Fortschritt durch Züchtung



Quelle: Ahlemeyer und Friedt, 2011: Züchtungsfortschritt bei Winterweizen

Verbreitung moderner Sorten

(2000-2005, in % der Anbauflächen)



Source: WDR 2008, (Grafik: P. Langridge, Adelaide, Australien)

The World's Top 10 Seed Companies

Company - 2007 seed sales (US\$ millions) - % of global proprietary seed market

1. Monsanto (US) - \$4,964m - 23%
2. DuPont (US) - \$3,300m - 15%
3. Syngenta (Switzerland) - \$2,018m - 9%
4. Groupe Limagrain (France) - \$1,226m - 6%
5. Land O' Lakes (US) - \$917m - 4%
6. KWS AG (Germany) - \$702m - 3%
7. Bayer Crop Science (Germany) - \$524m - 2%
8. Sakata (Japan) - \$396m - <2%
9. DLF-Trifolium (Denmark) - \$391m - <2%
10. Takii (Japan) - \$347m - <2%

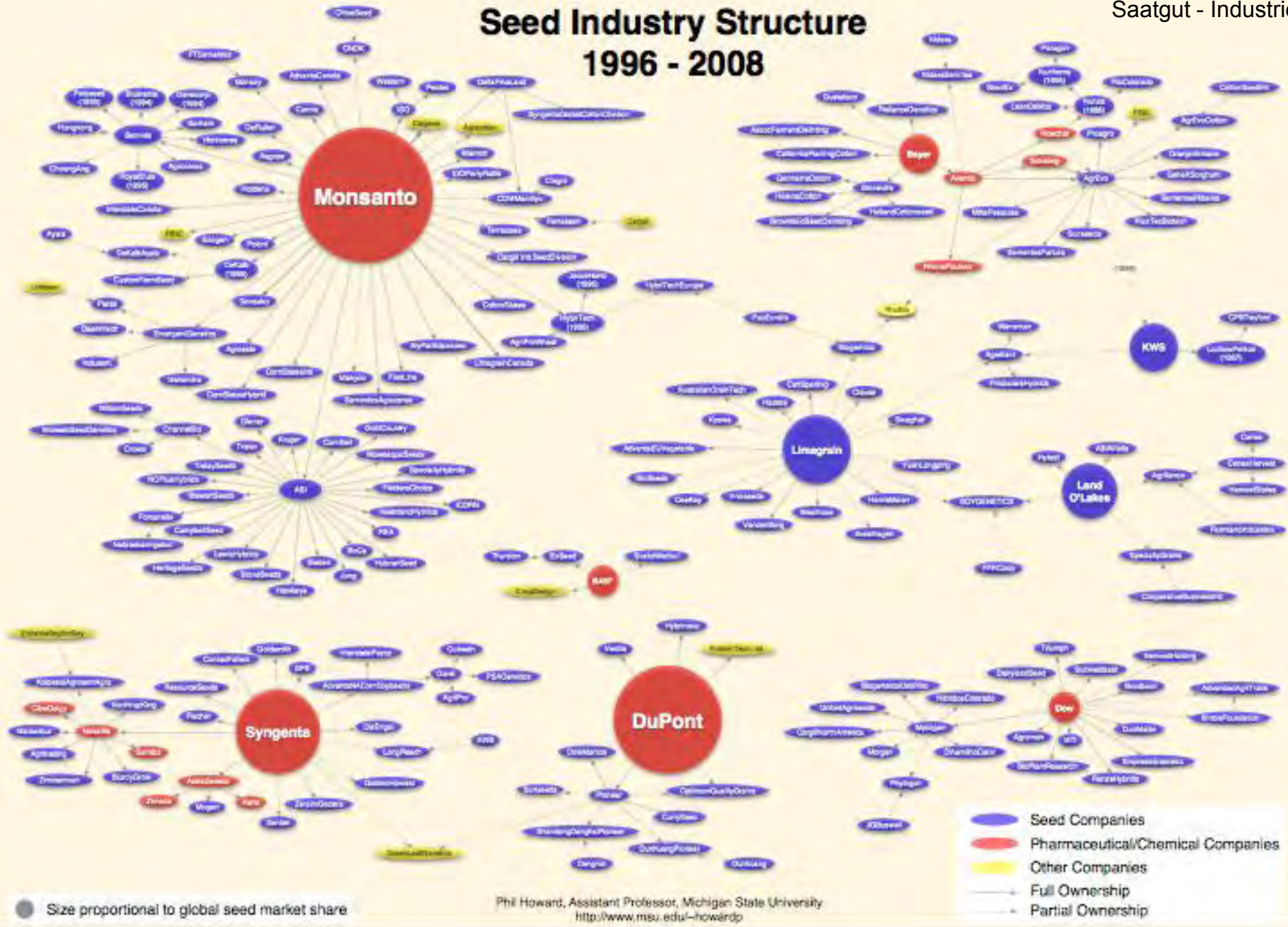
Top 10 Total - \$14,785m - 67% [of global proprietary seed market]

Source: ETC Group

The top 10 seed companies account for \$14,785 million - or two-thirds (67%) of the global proprietary seed market.

<http://www.gmwatch.org/component/content/article/10558-the-worlds-top-ten-seed-companies-who-owns-nature>

Seed Industry Structure 1996 - 2008



Source: Howard, Philip H. 2009. [Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008](#). *Sustainability*, 1(4), 1266-1287



Pflanzenzuchtbetriebe in Österreich

1973: werden noch 8 Weizenzüchter genannt (Fischbeck et al. 1973):

- Bundesversuchsanstalt Wieselburg
- Kärntner Saatbau Genossenschaft, Klagenfurt
- Landesanstalt f. Pflanzenzucht und Samenprüfung, Rinn
- Oberösterr. Saatbau Genossenschaft; Linz
- Pflanzenzucht Neuhof Rohrau; Rohrau, NÖ
- Piatti Saatzucht; Loosdorf
- Probstdorfer Saatzucht; Probstdorf
- Weinbergsche Gutsverwaltung, Weinberg, O.Ö.

2012: nur noch 2 regionale Weizenzüchter, und 1-2 kleine ‚Biozüchter‘

- Saatzucht Donau, Probstdorf
- Saatzucht LFS Edelhof, Zwettl

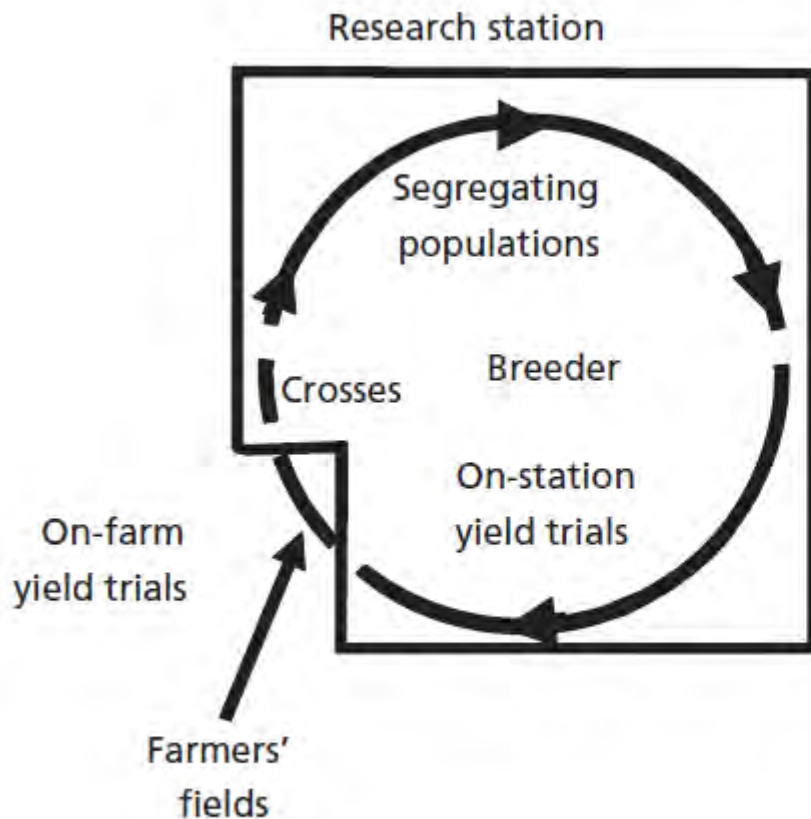


Plant breeding and farmer participation

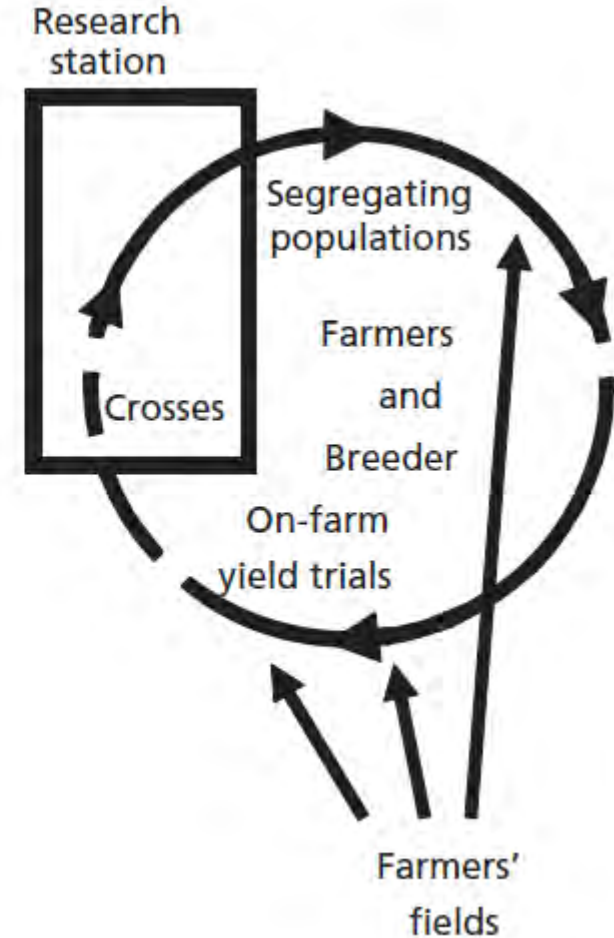


FAO, 2009

Konventionelle Züchtung



Partizipatorische Züchtung



Conventional plant breeding is a cyclic process that takes place largely within one or more research stations (left) with the breeder taking all decisions; participatory plant breeding is the same process, but takes place mostly in farmers' fields (right) and the decisions are taken jointly by farmers and breeders

Erweiterung der genetischen Diversität

– neue Allele aus Wildformen

Durumweizen: hoch anfällig für Ährenfusariose → Pilzkrankheit die zu hohen Qualitätseinbußen führen kann, MYKOTOXINE im Korn ablagern kann



T. durum



T. dicoccum



T. dicoccoides

Krankheitsbild - Ährenfusariose

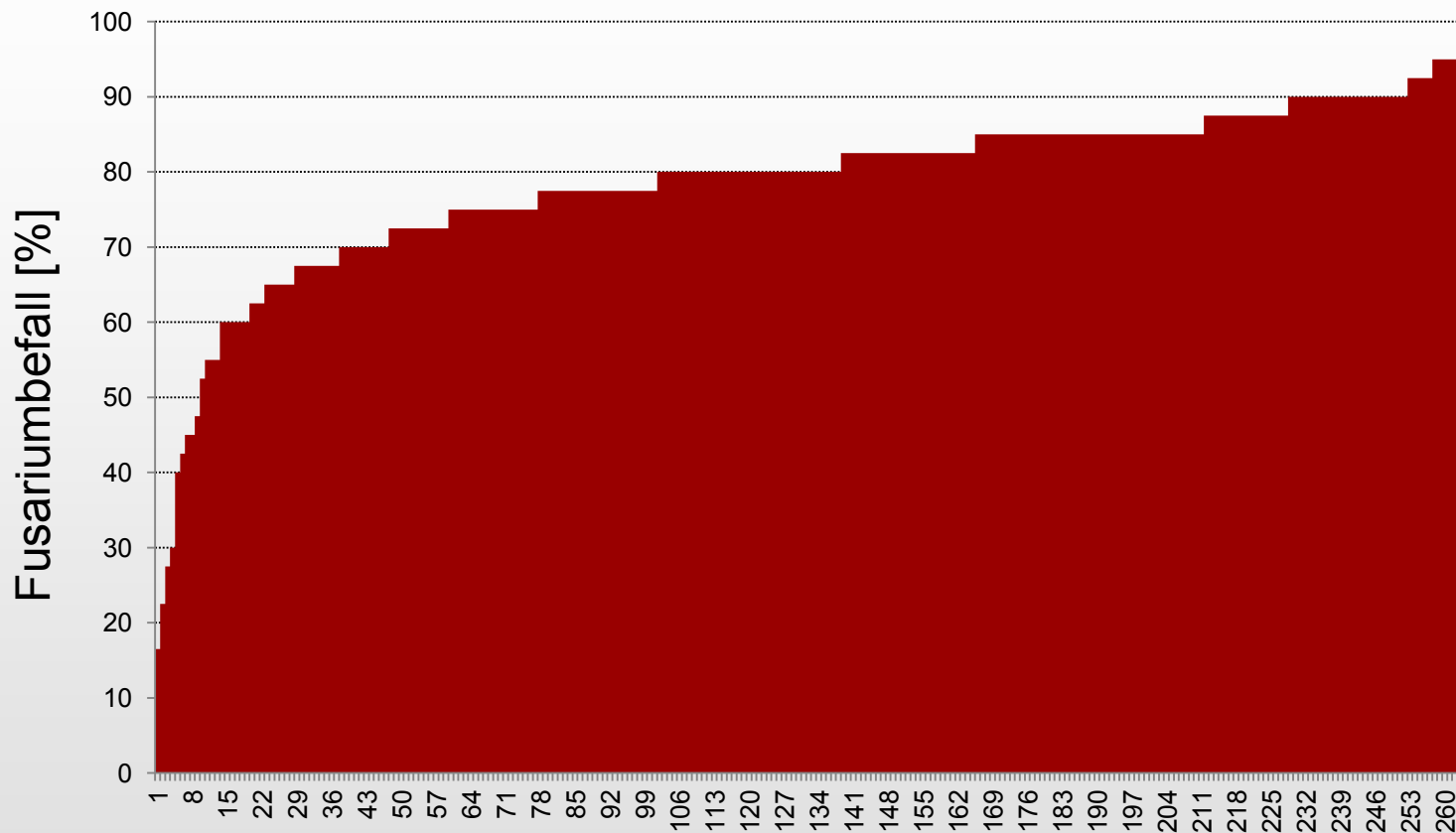
Anfällige Durumsorte



Resistente Zuchtlinie



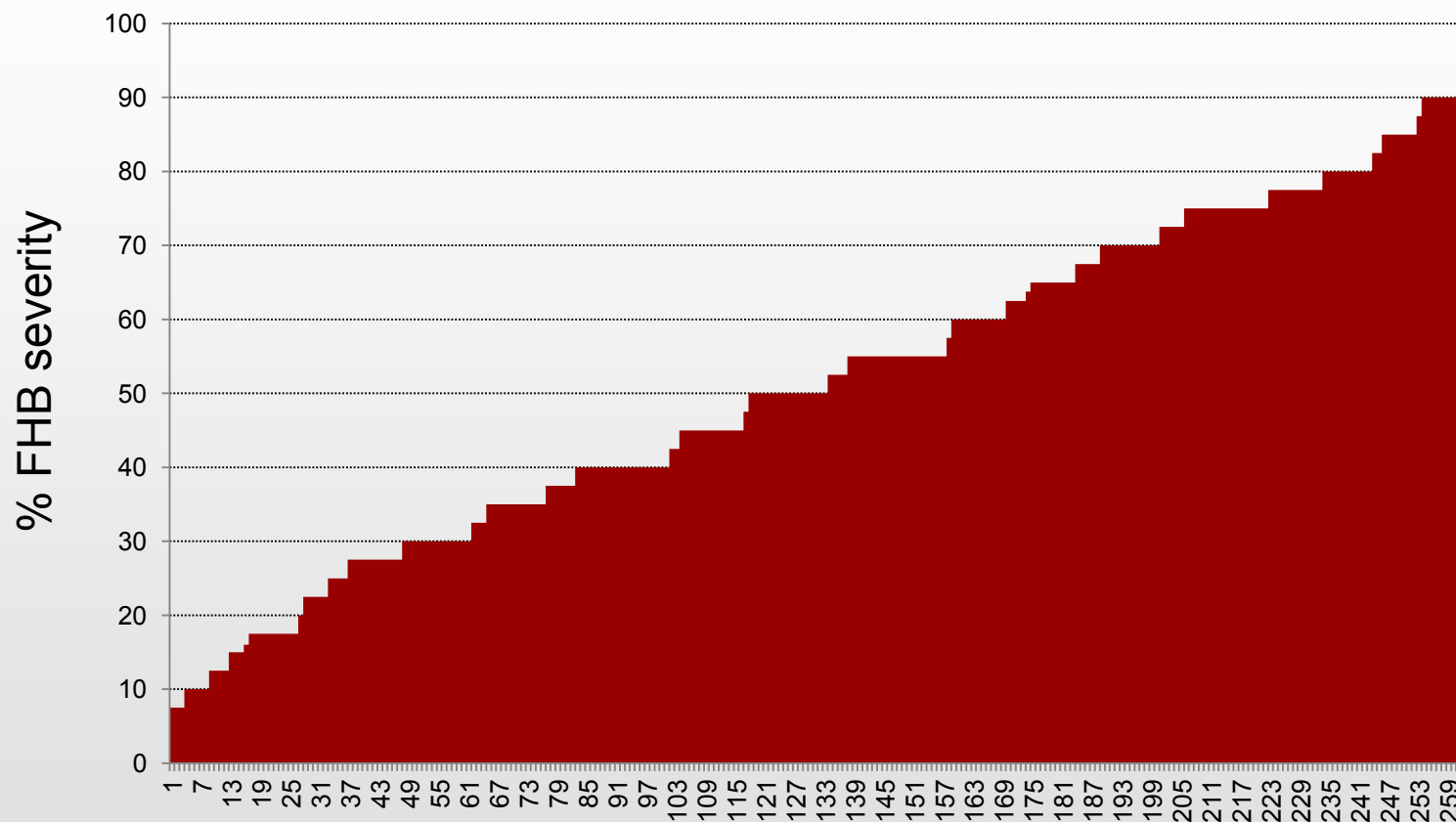
Durumweizen – Internationales Sortiment (überwiegend Sorten)



* provided by Tuberosa and Maccaferri evaluated in Tulln 2012



Durumweizen: neue Experimentallinien aus weiten Kreuzungen



experimental lines from crosses of *T. durum* with *T. aestivum*,
T. dicoccum, *T. dicoccoides*; evaluated in Tulln 2012

Tetraploid wheat: *experimental tetraploid lines* from 'wide' crosses (BC₁-BC₄)



Neue Entwicklungen in der Zuchtmethodik

SMART Breeding

Selection with Markers and Advanced Reproductive Technologies

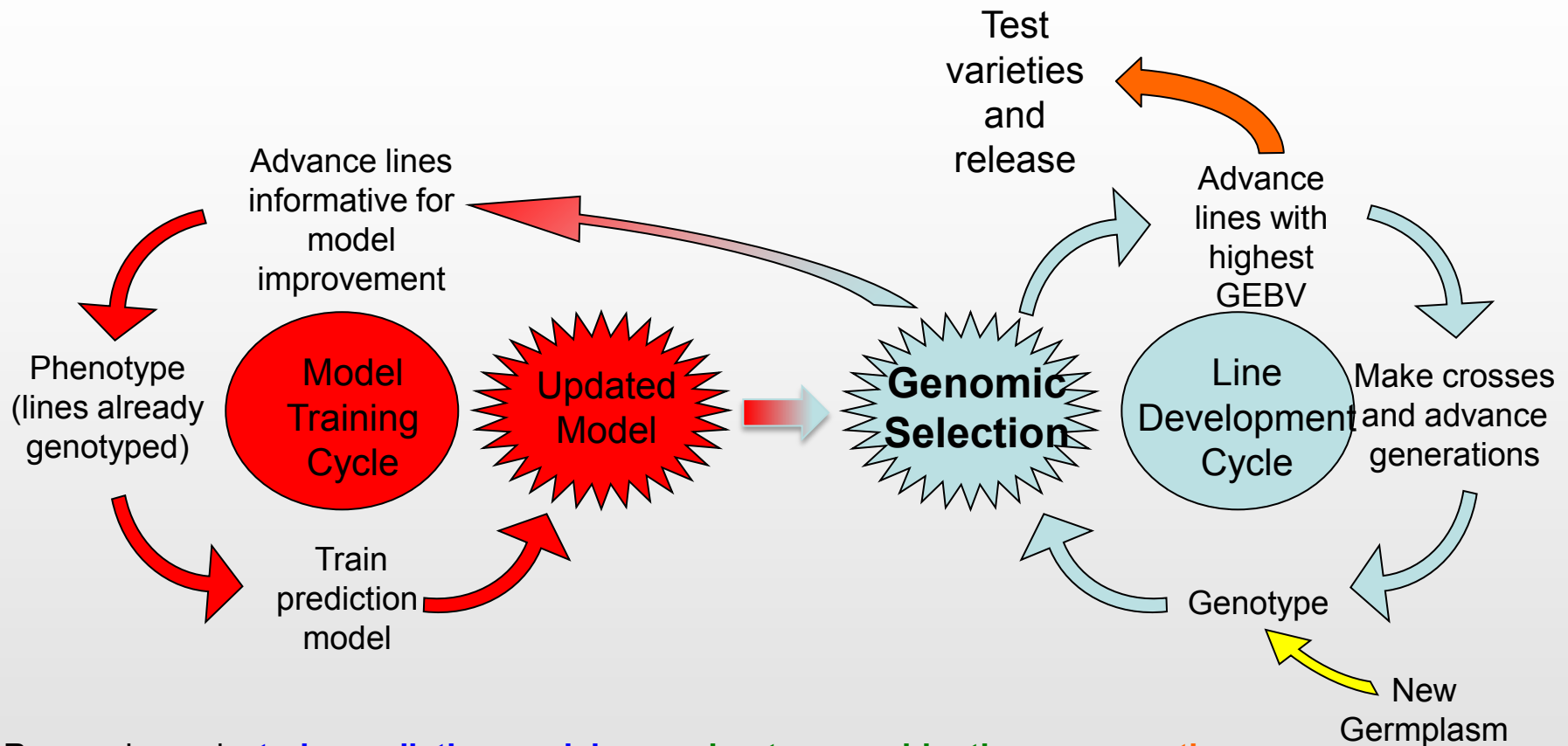
Genomische Selektion

Schätzung des Geotypischen Wertes bzw. des Zuchtwertes von Linien für quantitative Merkmale mit Unterstützung durch molekulare ‚Marker‘

Moderne Analysemethoden der Erbsubstanz erlauben

- 1) eine sehr detaillierte Beschreibung des Genomes (Erbsubstanz)
- 2) bei relativ moderaten Kosten
- 3) diese Analysen sind schneller als z.B. Feldversuche

Genomische Selektion



Research needs: **train prediction models**, **accelerate recombination**, **manage the population**, and **identify informative lines**, phenotype, phenotype, phenotype.

Gentechnik

Ein Neuntel der Äcker

Der Anteil gentechnisch veränderter Organismen (GVO) an der globalen Ackerfläche in Prozent



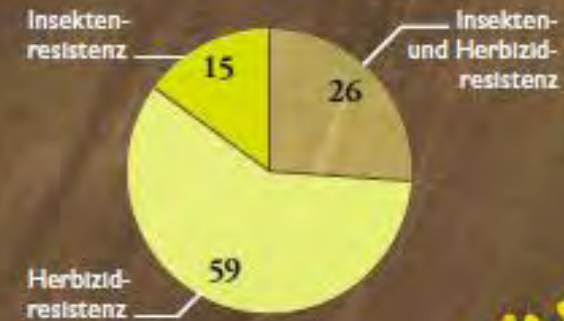
Wer pflanzt am meisten?

Die USA führen weltweit im GVO-Anbau, andere Länder holen auf (Anbaufläche in Millionen Hektar)



Warum Gentechnik?

Meist ist eine erhöhte Resistenz gegen Unkrautbekämpfungsmittel erwünscht (in Prozent)



Die Top Ten der grünen Gentechnik

GVO-Anbaufläche
 ausgewählte Länder
 Rest weltweit
 Nicht-GVO-Anbaufläche weltweit

Größenvergleich:
 Deutschland
 36 Mio. Hektar

Verwendung



69 %

MAIS
 (insg. 163 Mio. Hektar weltweit)



31 %

USA

RAPS
 (insg. 33 Mio. Hektar weltweit)



25 %

Kanada

75 %

BAUMWOLLE
 (insg. 34 Mio. Hektar weltweit)



26 %

Indien

74 %

China

USA

27 %

SOJA
 (insg. 103 Mio. Hektar weltweit)



73 %

Argentinien

USA

ALFALFA: Anteil unbekannt
 (200 000 Hektar)

REIS: 0,013 %
 (20 000 Hektar)*

PAPAYA: 1,45 %
 (5800 Hektar)**

KÜRBIS: 0,12 %
 (2000 Hektar)

KARTOFFEL: 0,0001 %
 (17 Hektar)

* 2006 (Iran), ** 2010

ZUCKERRÜBE
 (insg. 5 Mio. Hektar weltweit)

10 %

Gentechnik

Mögliche Beiträge zu verbesserter Nahrungsmittelsicherheit in der Zukunft

Time scale	Target crop trait	Target crops
Current	Tolerance to broad-spectrum herbicide	Maize, soybean, oilseed, brassica
	Resistance to chewing insect pests	Maize, cotton, oilseed, brassica
Short term (5–10 years)	Nutritional bio-fortification	Staple cereal crops, sweet potato
	Resistance to fungus and virus pathogens	Potato, wheat, rice, banana, fruits, vegetables
	Resistance to sucking insect pests	Rice, fruits, vegetables
	Improved processing and storage	Wheat, potato, fruits, vegetables
	Drought tolerance	Staple cereal and tuber crops
Medium term (10–20 years)	Salinity tolerance	Staple cereal and tuber crops
	Increased nitrogen use efficiency	
Long term (>20 years)	Higher temperature tolerance	Staple cereal and tuber crops
	Denitrification inhibitor production	
	Conversion to perennial habit	
	Increased photosynthetic efficiency	

Source: Australia and Food Security in a Changing World,
http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/FoodSecurity_web.pdf

Zusammenfassung

Um den weltweiten Hunger zu bekämpfen, ist nachhaltiges Wirtschaftswachstum, speziell in der Landwirtschaft, maßgebend

Die Züchtung kann dazu ihren (kleinen) Beitrag leisten durch genetische Verbesserung der Kulturpflanzen

Regional angepasste Sorten

Zuchtfortschritt und Erhaltung der genetischen Diversität

durch regionale Züchtung (Förderungsmaßnahmen)

Partizipatorische Züchtung, Bildung, Beratung, Frauen

Weiterentwicklung der Forschung auch im öffentlichen Bereich

- **Pre-breeding**, Introdution von Wildformen, Exoten, ...
- **Methodische Verbesserungen**, Genomik, Genomische Selektion,

Mögliche Rolle der ‚**Gentechnik**‘, besondere Beachtung

- Sicherheit für Umwelt und Konsument und
- Zugang zu genetischen Ressourcen sicher stellen



Danksagung

Walter Wenzel, BOKU

Erwin Schmid, BOKU

Eva Stöger, BOKU

Peter Langridge, Adelaide

