

Moderne Pflanzenzüchtung: im Fadenkreuz von Innovation und Frustration

- Die Grüne Revolution geht zu Ende
- Wert der genetischen Vielfalt
- Vom Genom zur Innovation
- Schutz der Bürger vor Innovationen

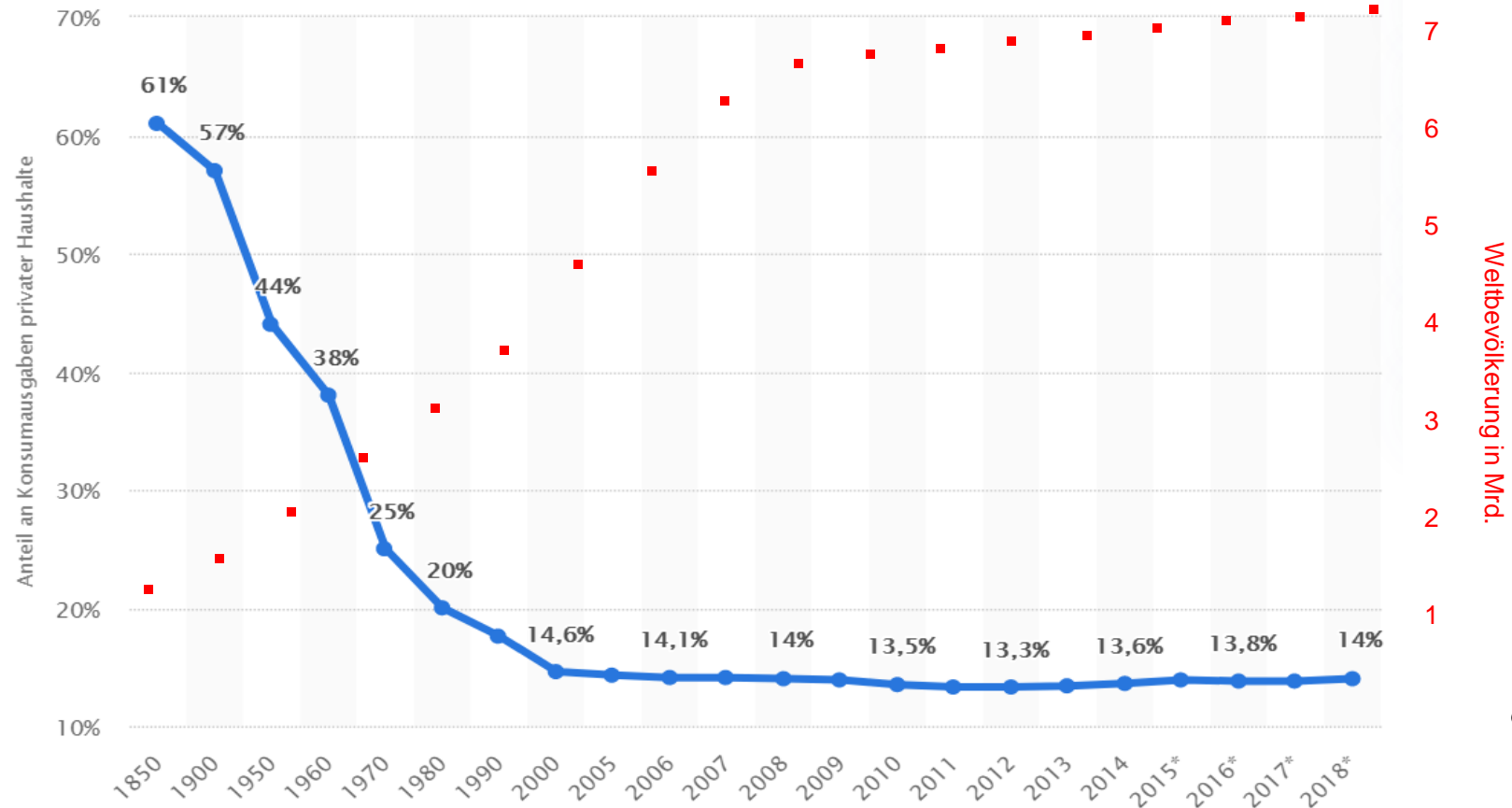


Prof. Andreas Graner
(graner@ipk-gatersleben.de)

InnoPlanta Forum, 6.12.2019

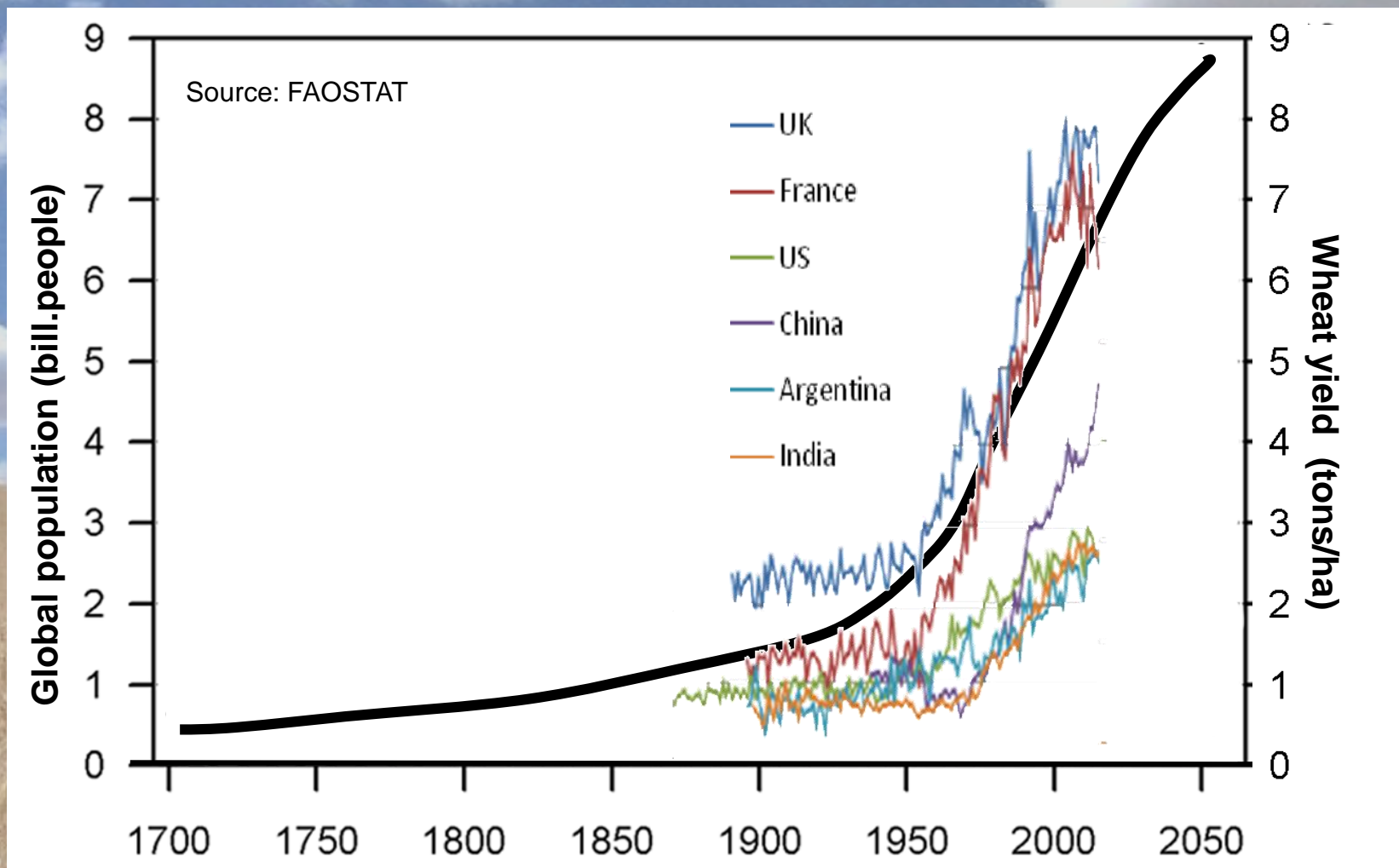
Leben im Schlaraffenland

Anteil der Ausgaben privater Haushalte in Deutschland für Nahrungsmittel, Getränke und Tabak an den Konsumausgaben

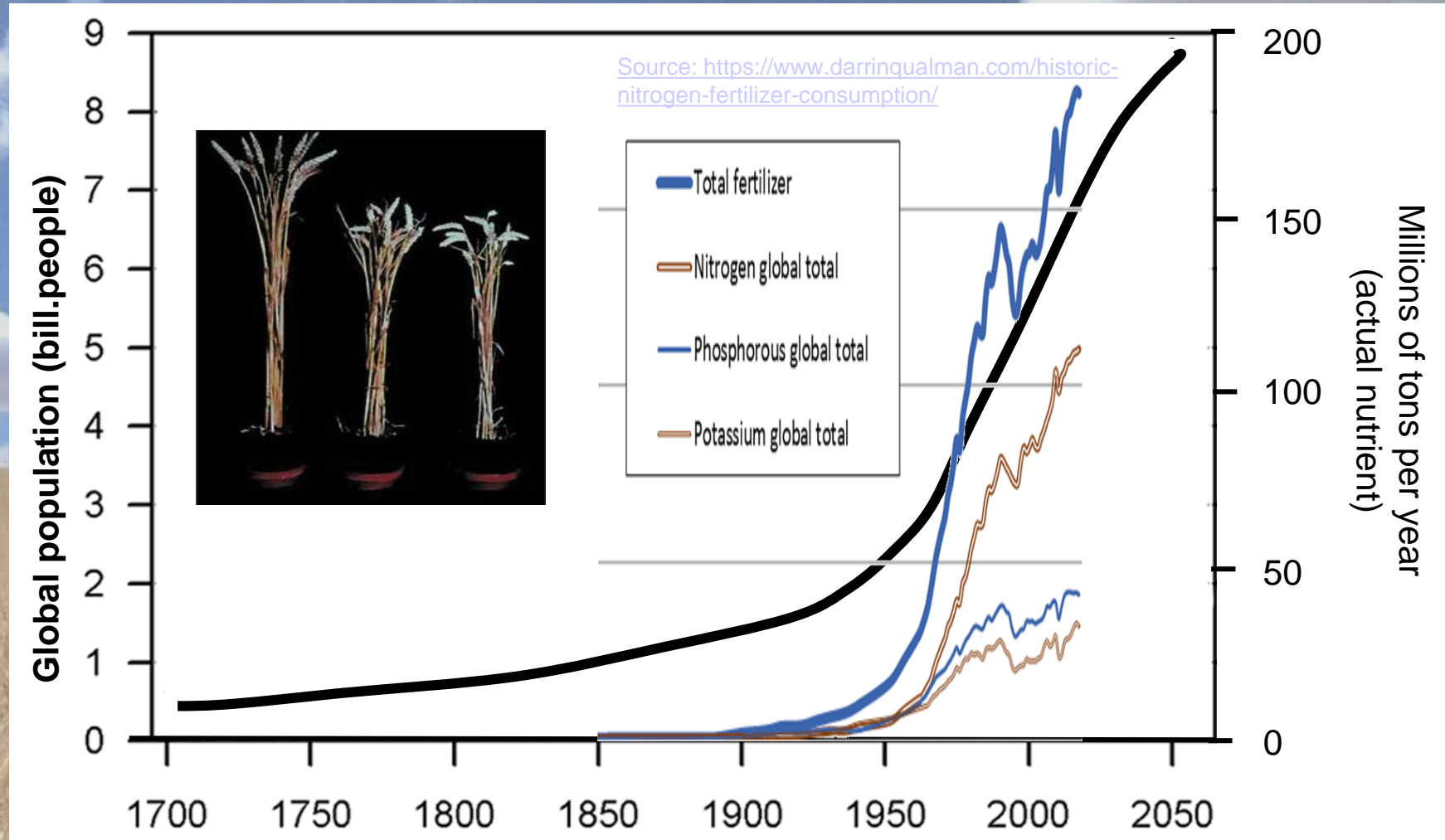


Quelle: Statistisches Bundesamt
© Statista 2019

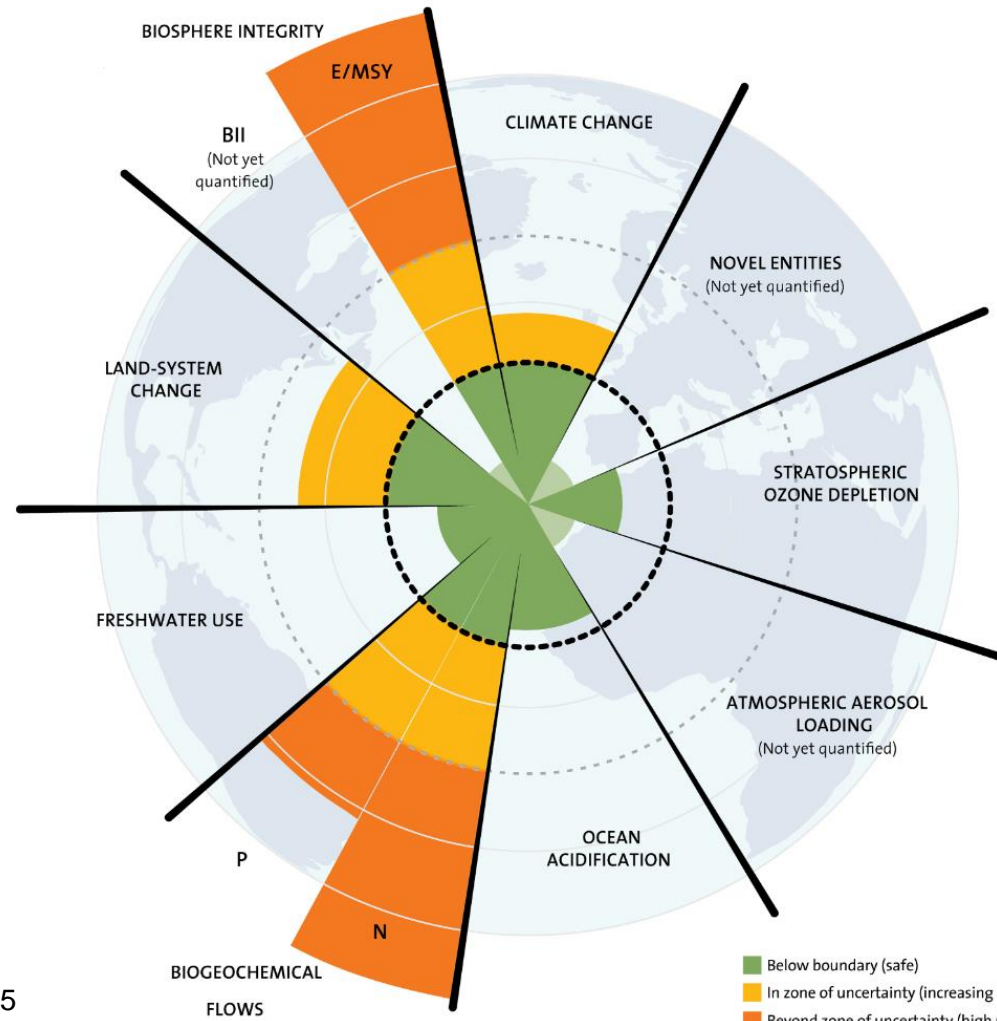
Green Revolution



Green Revolution

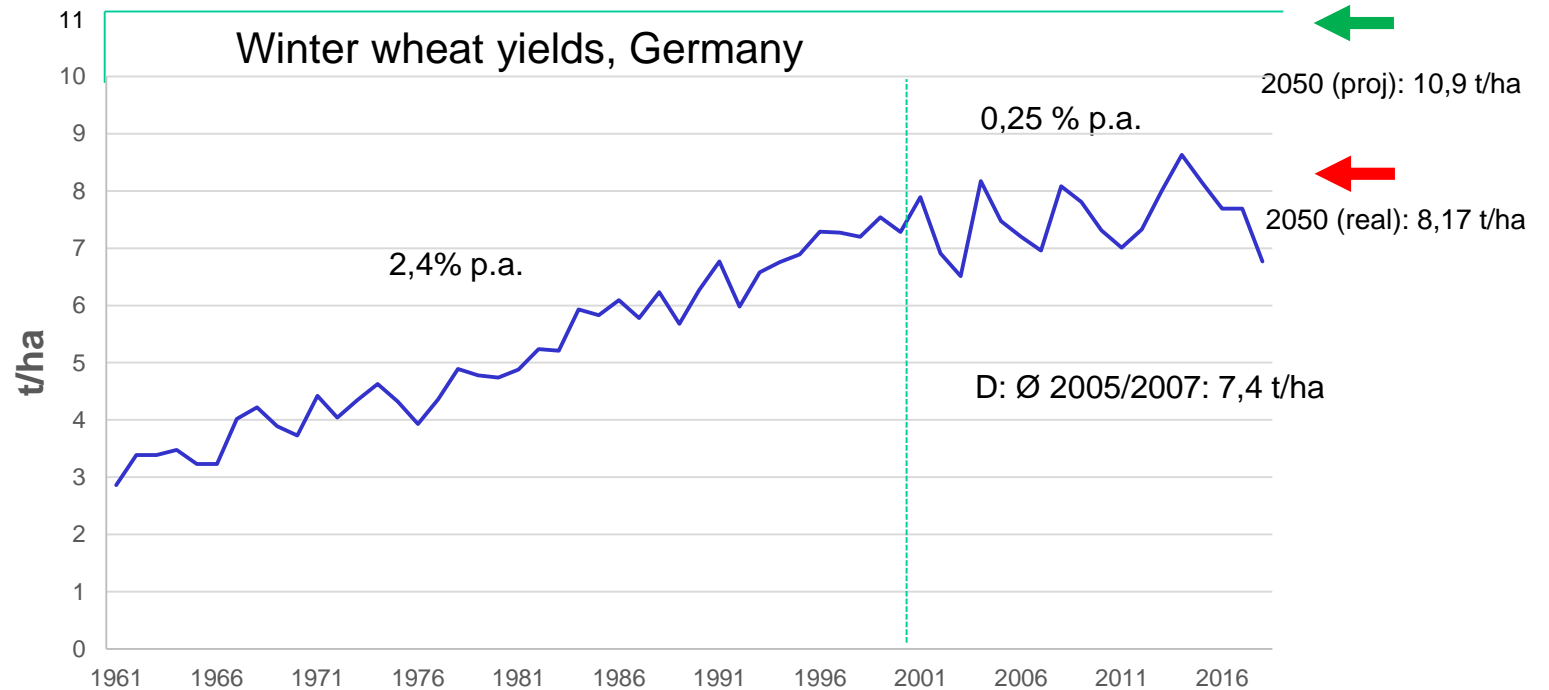
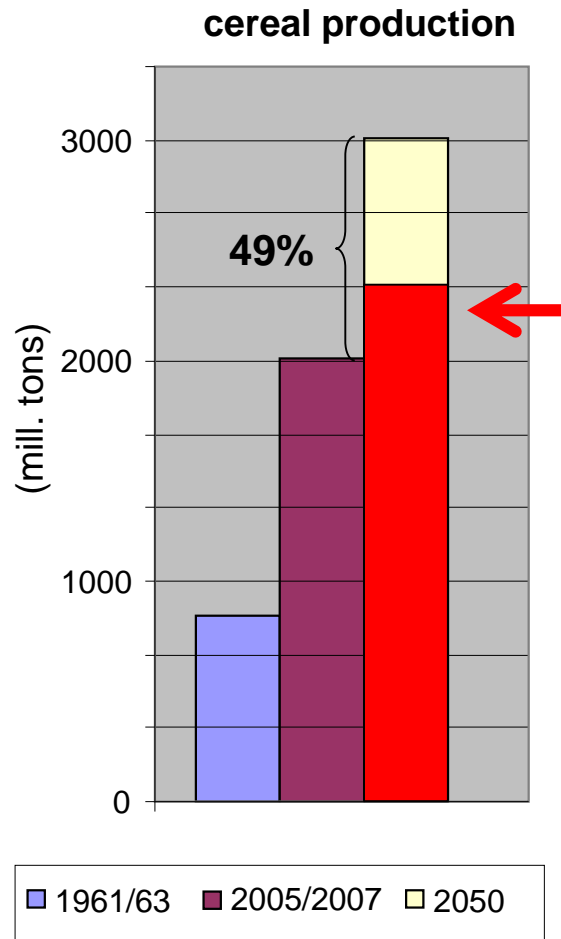


Planetary Boundaries



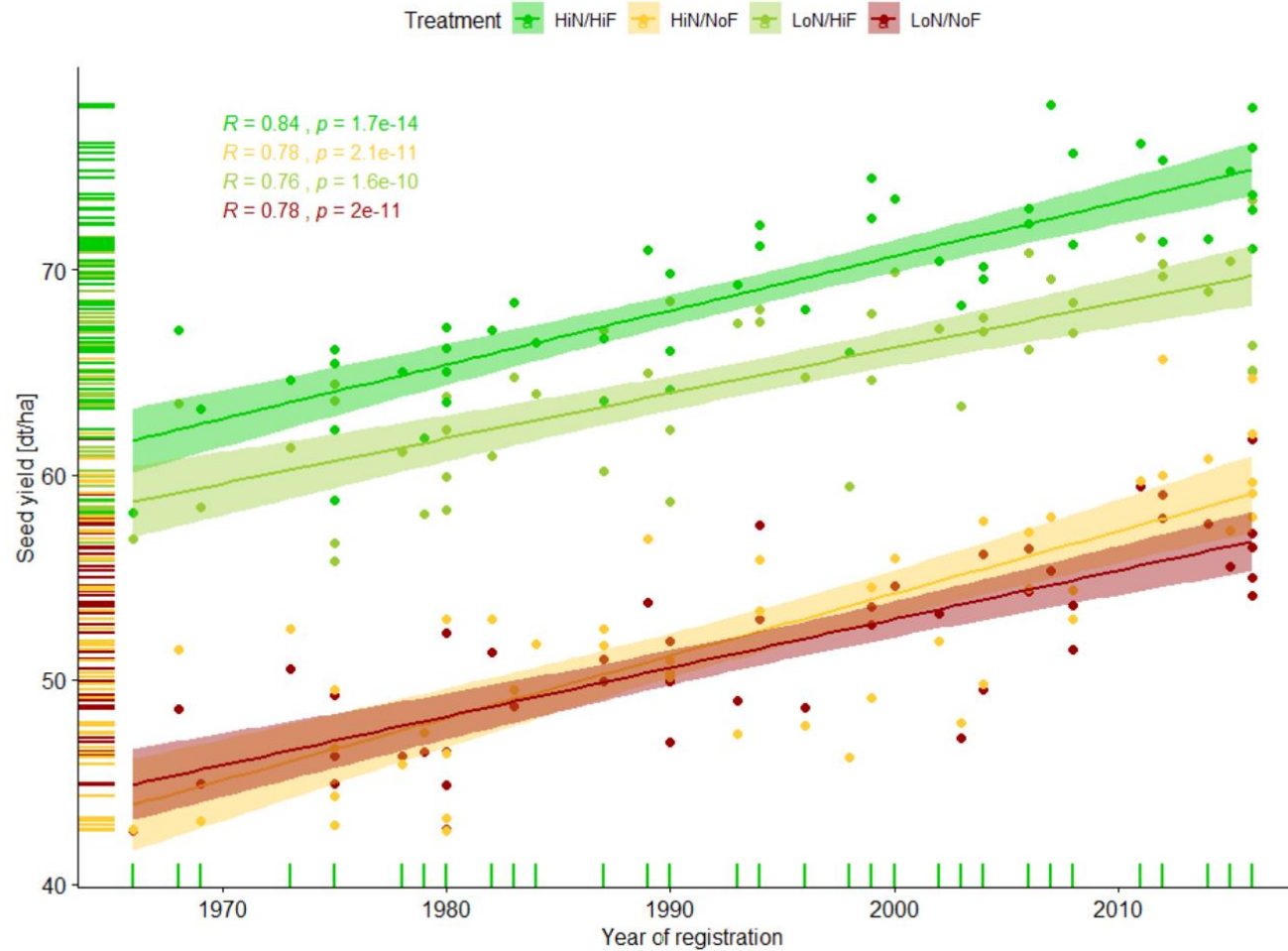
Steffen et al. 2015, Science **346**: 10.1126/science.1259855

Increase in demand of global food supply



Bruinsma, 2009
FAO Expert Meeting, Rome

The success of plant breeding

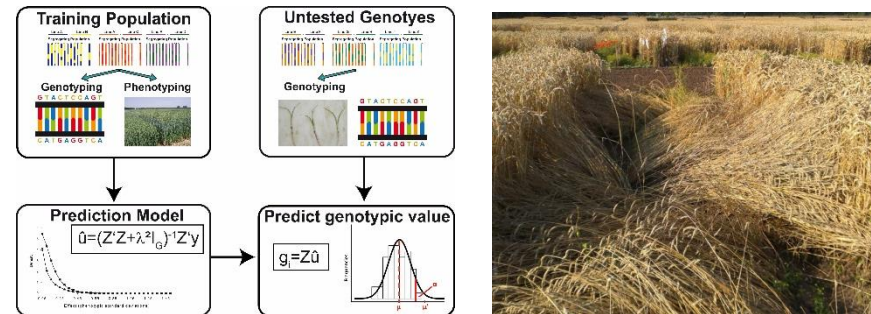


Voss-Fels et al. 2019 Nature Plants 5: 706–714

Innovation space

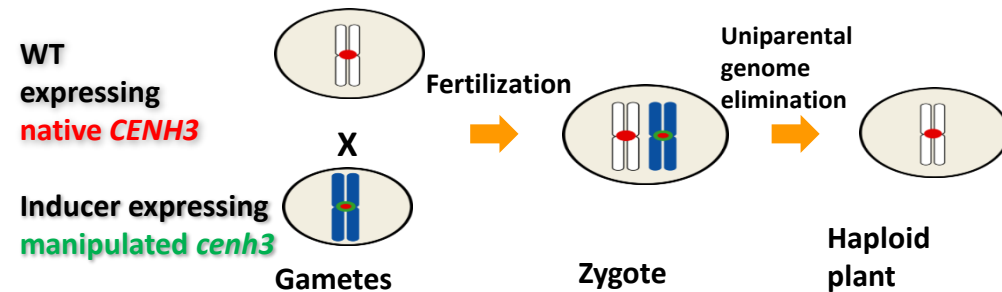
1. Breeding methodology: Genomic Selection, Breeding value

Increase in explained genotypic variance by including small effect QTL



2. Enabling Technologies: Doubled haploids

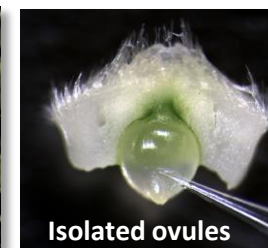
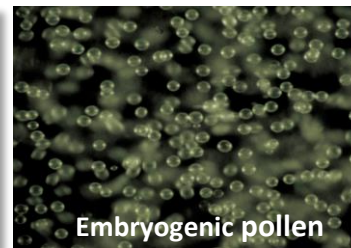
exploiting genetic variation in CENH3
(barley, rye, cowpea, sorghum)



Gene Transfer in cereals

Agrobacterium/T-DNA
(embryo, pollen, ovules, shoots)

CRISPR/Cas9



The Federal ex-situ Genebank at IPK



~3.000 species, 150.000 accessions

Distribution:
since 1946: >1.000.000 samples

Species	Accessions
Triticum:27.361
Hordeum:23.828
Secale:2.406
Aegilops:1.521
Triticale: 501

How to harness abundance?

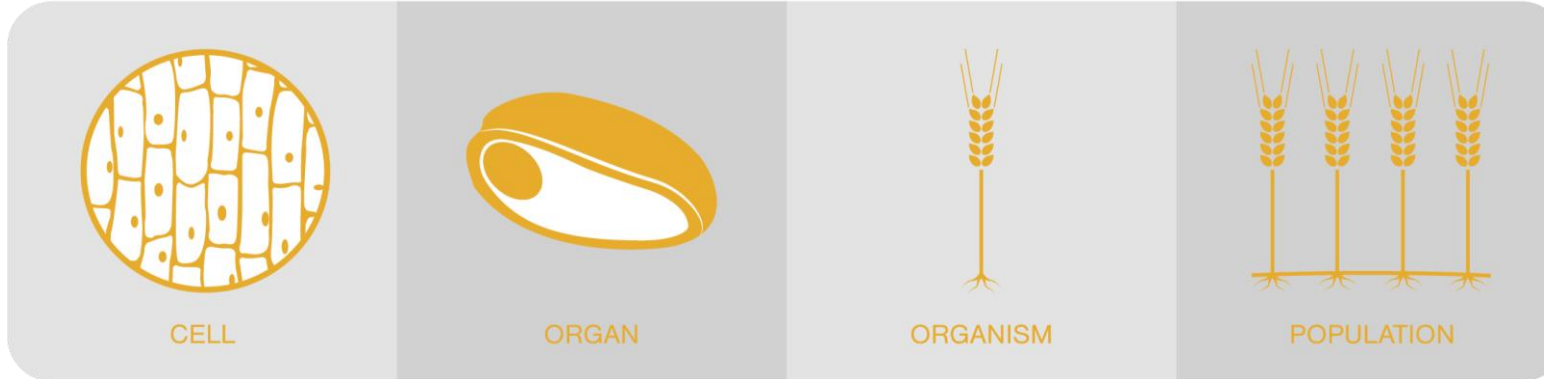


Genetic resources equation

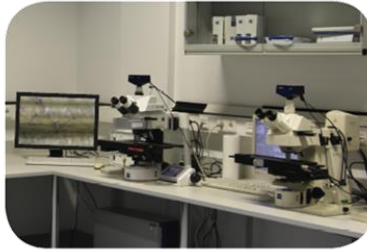


Phenotypic information
Genotypic Information

Research Infrastructure - Phenomics



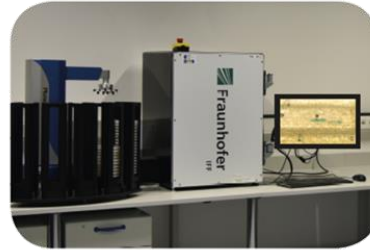
Microphenomics



Phenobot



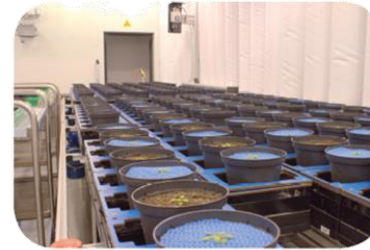
Macrophenomics



TD-NMR



Phytochamber & Greenhouse



Plant Cultivation Hall

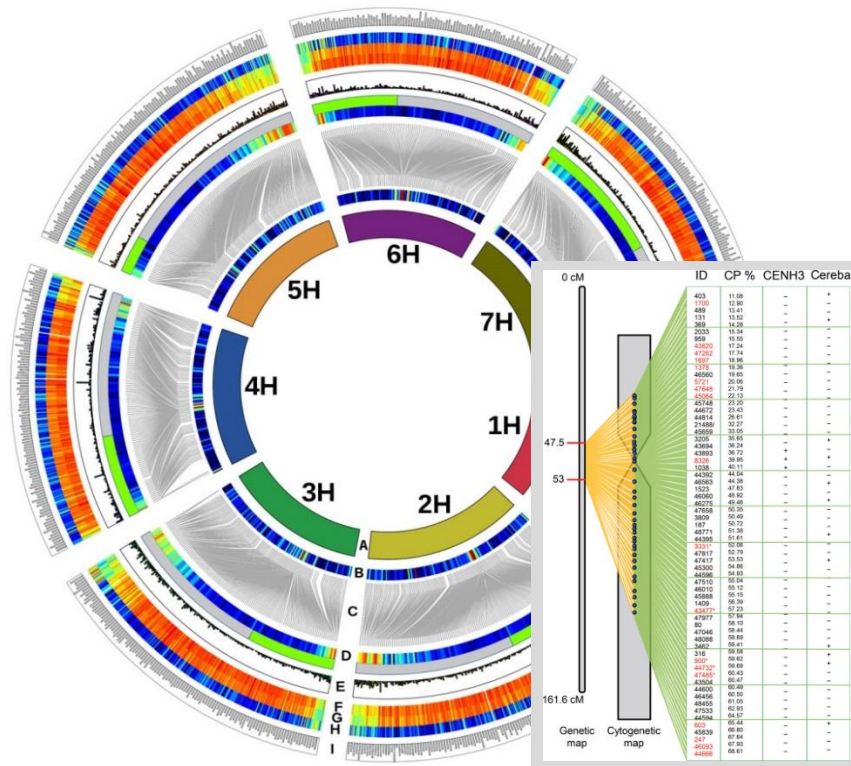


Field



Sequenced genomes: reaping the benefits

As of 2018 about 600 plant genome assemblies available in public databases



Conservation management:

- Representativeness and coverage
- Identification of duplicates
- Monitoring genetic authenticity

Utilization of PGR:

- Trait mapping
- Gene isolation
- Allele mining
- Breeding methodology

barley



wheat (4x, 6x)



rapeseed



rye



- Intl. Barley Sequencing Consortium (2012) Nature 491: 711-
- Schnorr et al. (2015) Plant J. 84: 385–394
- Capman, Mascher et al. (2015) Genome Biol. 16:26
- Schmutzer et al. (2015) Scientific Data 2, doi:10.1038/sdata.2015.72
- Mascher et al. (2017) Nature 544: 427-
- IWSC, Stein et al. (2018) Science 361, DOI: 10.1126/science.aar7191
- Maccaferri et al. (2019) Nat. Genet. 51: 885–

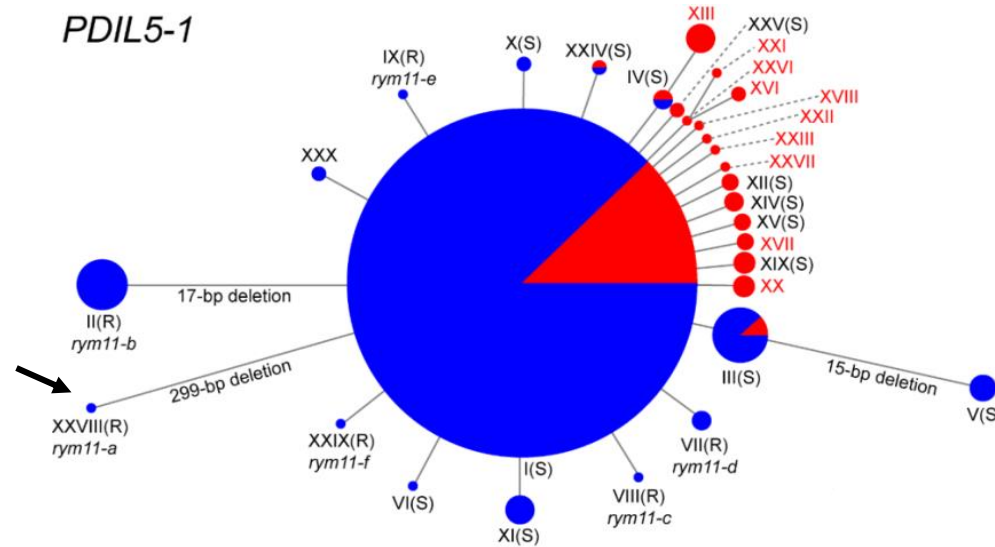
Targeted re-sequencing

rym11: resistance to Barley Yellow Mosaic Virus complex

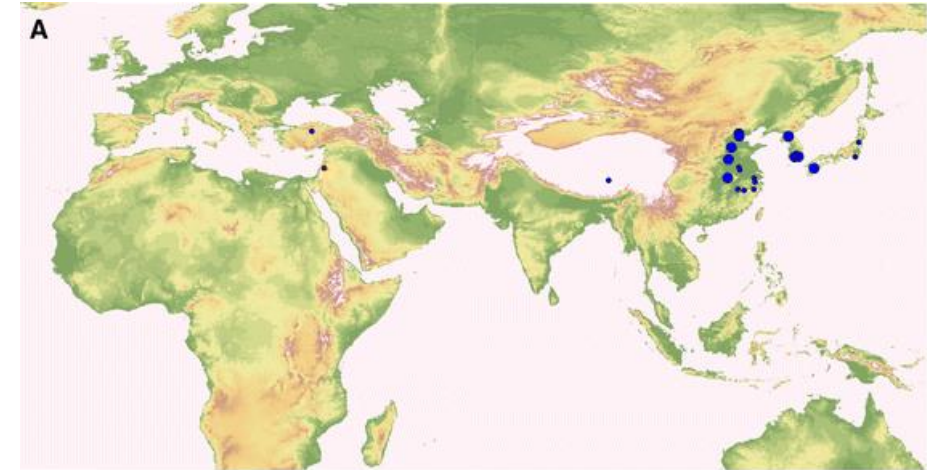
1730 accessions re-sequenced



W. Huth,
BBA



30 haplotypes
resistant alleles: mostly knock out mutations



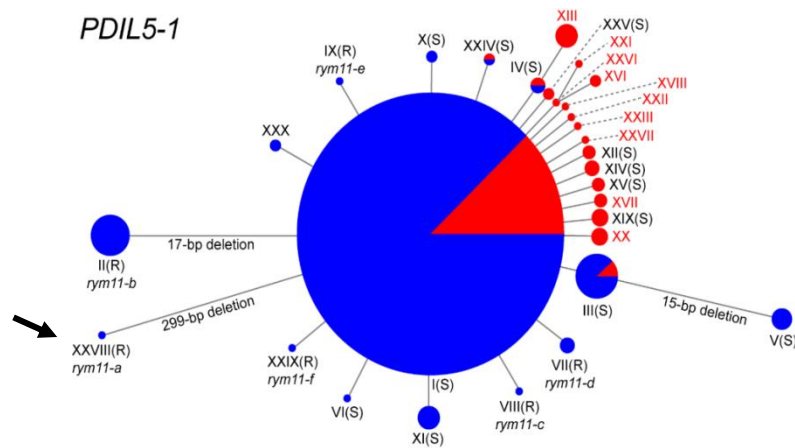
Origin of resistant alleles: East Asia

Yang et al. (2017) Theor. Appl. Genet.

Genome Editing

resistance to Barley Yellow Mosaic Virus complex

Darwinian Diversity



30 Haplotypen
Resistenzen in nicht adaptiertem
Material

Genome engineering of resistance in elite germplasm

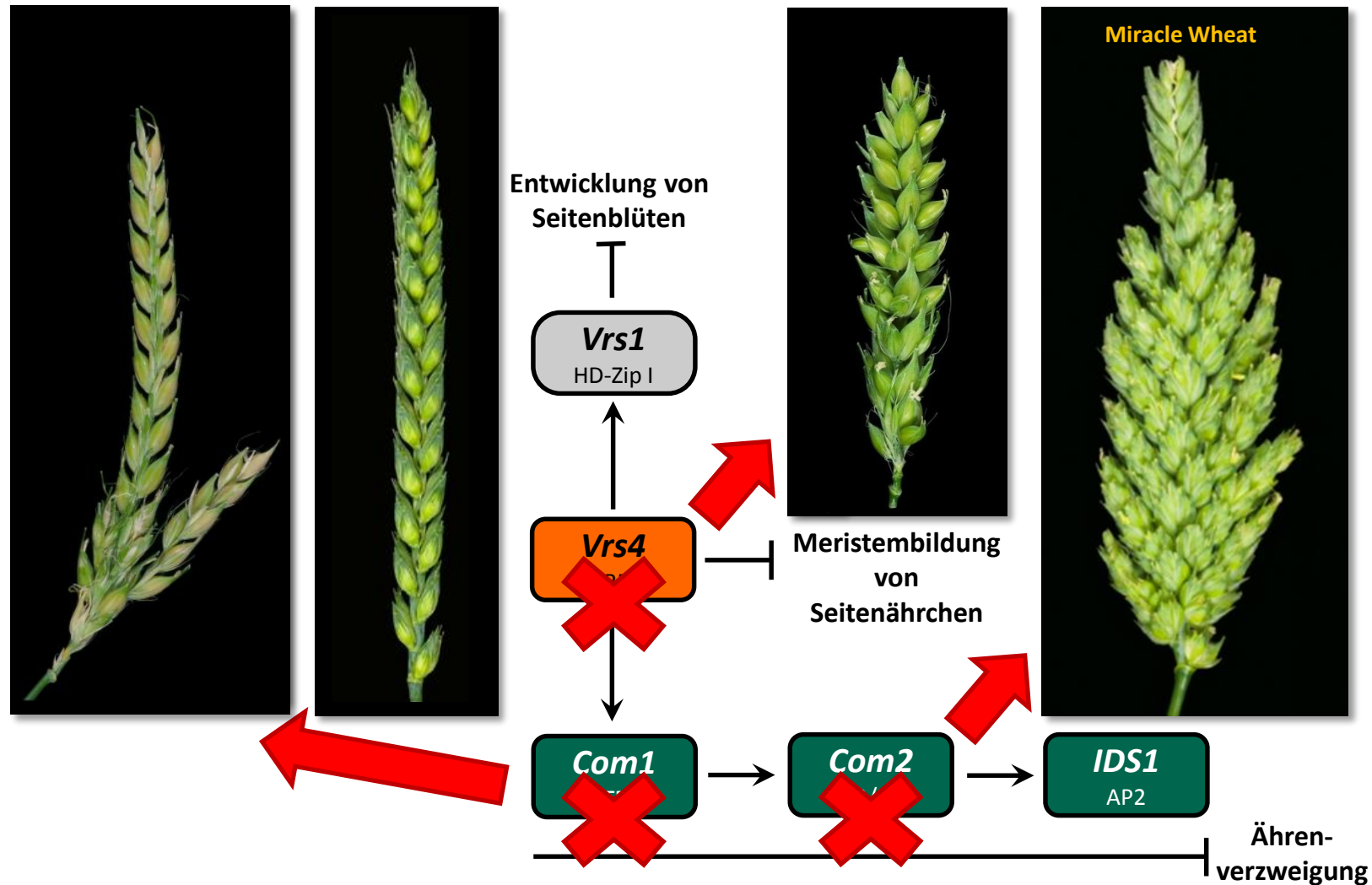


© Jochen Kumlehn,
Robert Hoffie,
Ingrid Dubsy,
Antje Habekuß,
Dragan Perovic

16 Pflanzen getestet
11 anfällig, 5 resistent

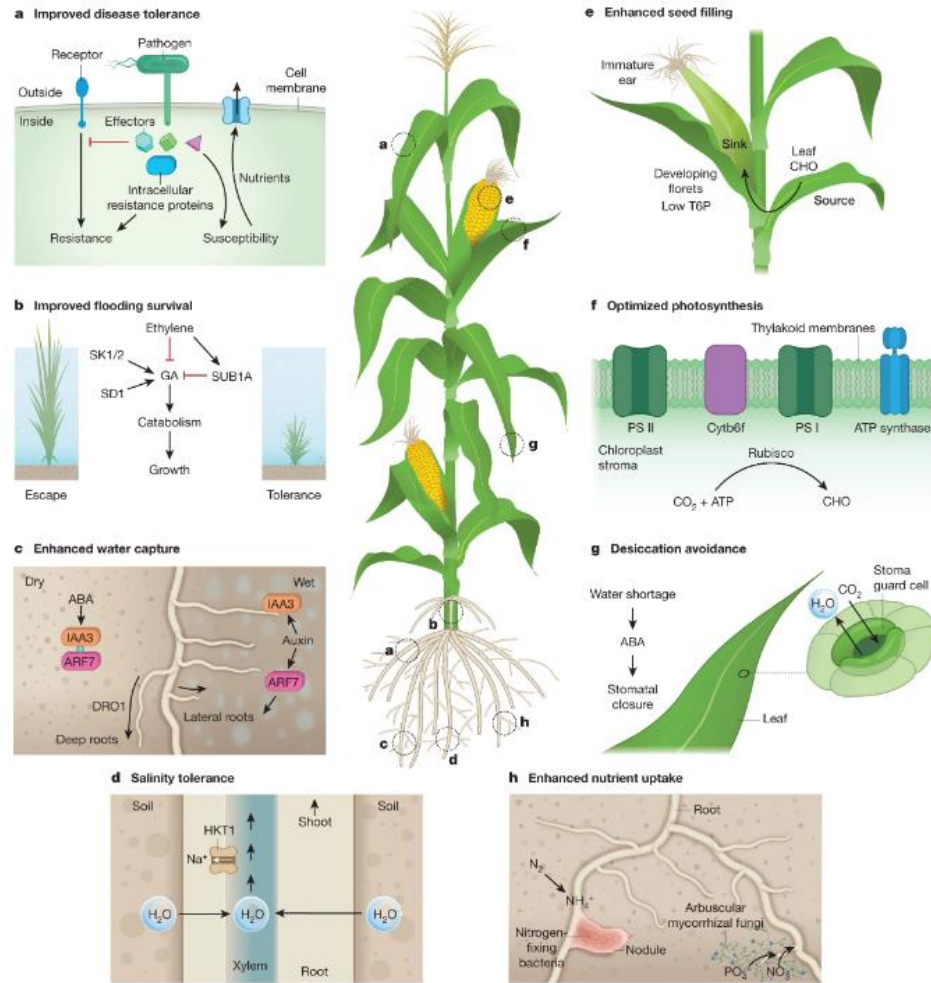
19 Pflanzen getestet
alle resistent

Ertragspotenzial: Modifikation der Ährenarchitektur



© Jochen Kumlehn & Thorsten Schnurbusch

Ansatzpunkte und Beispiele



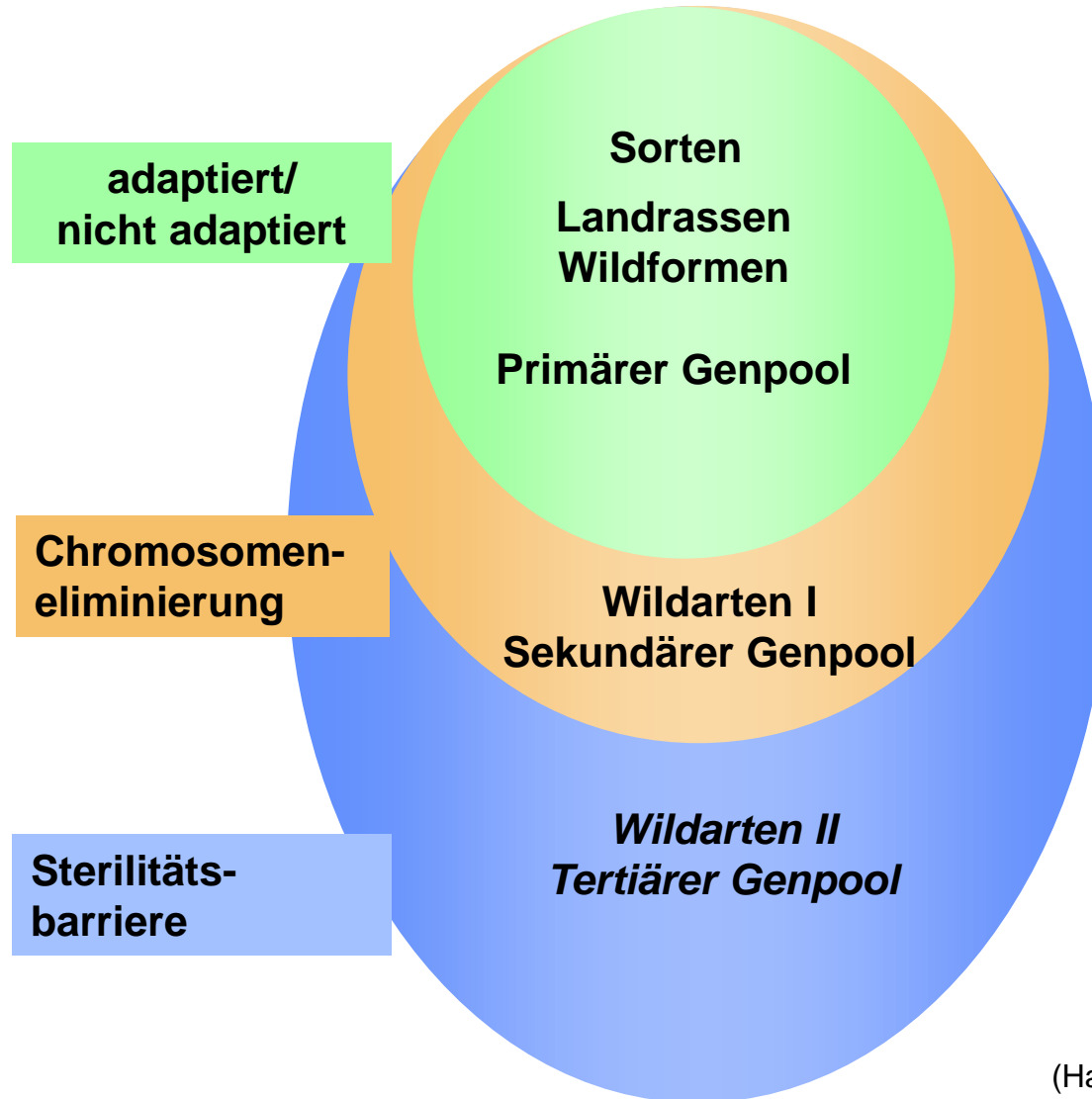
Bailey-Serres et al. Nature **575**, 109–118(2019)

Tabelle 1: Beispiele für (potentiell) marktrelevante genomeditierte Pflanzen²⁴

Pflanze	Merkmal	Technik	Anwendungsbezug und Funktionsnachweis	bereits von Regulierung ausgenommen in
<i>verbesserte Nahrungs- bzw. Futtermittelqualität</i>				
Luzerne	verringertes Ligningehalt	TALEN	APHIS-Datenbank	USA
Kartoffel	verringerte Acrylamidbildung	TALEN	Clasen et al. 2016	USA
Leindotter	verbesserte Fettsäurezusammensetzung	CRISPR-Cas	Ozseyhan et al. 2018	Chile
Salat	erhöhter Vitamin-C-Gehalt	CRISPR-Cas	Zhang et al. 2018	–
Soja	verbesserte Fettsäurezusammensetzung	TALEN	APHIS-Datenbank	USA, Chile (Vermarktung)
Weizen	verbesserter Faseranteil	TALEN	APHIS-Datenbank	USA
	geringer Glutengehalt	CRISPR-Cas	Sánchez-León et al. 2018	–
<i>Reduktion des Pestizideinsatzes, Wasserverbrauchs und von Ernteverlusten</i>				
Mais	Pilzresistenz	CRISPR-Cas	APHIS-Datenbank	USA
	Trockentoleranz	CRISPR-Cas	Shi et al. 2017	–
Kakao	Pilzresistenz	CRISPR-Cas	Fister et al. 2018	–
Soja	Trockentoleranz	CRISPR-Cas	APHIS-Datenbank	USA
Tomate	Bakterienresistenz	CRISPR-Cas	Thomazella et al. 2016	–
Reis	Pilzresistenz	TALEN	APHIS-Datenbank	USA
	Salztoleranz	CRISPR-Cas	Duan et al. 2016	–
Weizen	Pilzresistenz	TALEN	Wang et al. 2014	USA
Banane	Pilzresistenz	CRISPR-Cas	Dale et al. 2017	–
Maniok	Virusresistenz	CRISPR-Cas	Gomez et al. 2019	–

Leopoldina, DFG & Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (2019): Wege zu einer wissenschaftlich begründeten, differenzierten Regulierung genomeditierter Pflanzen in der EU. Halle (Saale).

Genome Editing zur Erschließung der genetischen Vielfalt



(Harlan & de Wet, 1971)

Resistenzen in Wildarten des Weizens

(nach Zeller 1998)



- Aegilops bicornis* (7)
- Aegilops biuncialis* (94)
- Aegilops columnaris* (15)
- *Aegilops comosa* (24)
- *Aegilops crassa* (45)
- *Aegilops cylindrica* (107)
- Aegilops geniculata* (216)
- Aegilops juvenalis* (11)
- *Aegilops kotschyi* (21)
- *Aegilops longissima* (40)
- Aegilops markgrafii* (120)
- Aegilops lorentii* (110)
- Aegilops neglecta* (78)
- Aegilops peregrina* (22)
- Aegilops searsii* (21)
- *Aegilops speltoides* (85)
- *Aegilops tauschii* (182)
- Aegilops triuncialis* (290)
- *Aegilops umbellulata* (31)
- *Aegilops uniaristata* (5)
- *Aegilops ventricosa* (50)

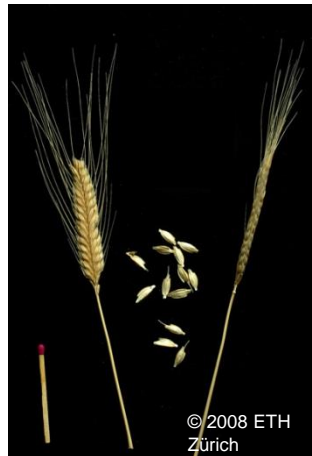


- Stem Rust ●
- Leaf Rust ●
- Stripe Rust ●
- Powdery Mildew ●
- Eyespot ●

Stemrust Resistance Genes from *Triticum monococcum* and *T. tauschii*

Smarter Pest Control

AAAS



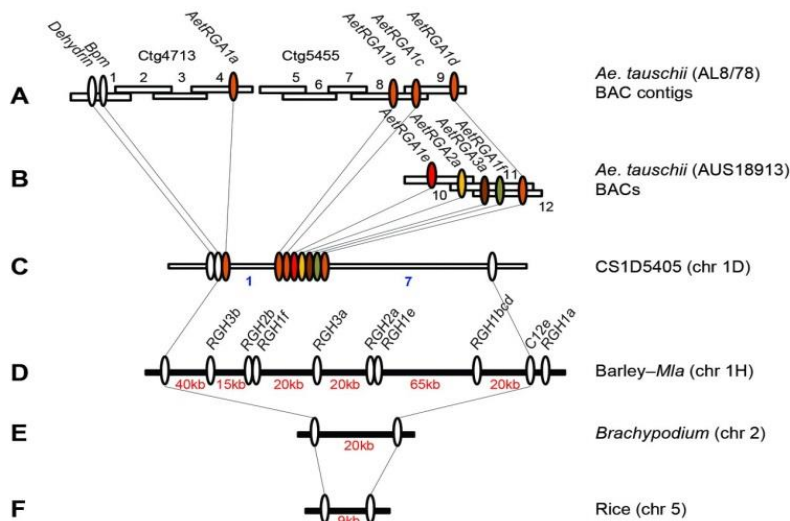
Published Online June 27 2013
 Science 16 August 2013
 Vol. 341 no. 6147 pp. 786-788
 DOI: 10.1126/science.1239028

< Prev | Table of Contents | Next >
 Leave a comment (0)

REPORT

The Gene *Sr33*, an Ortholog of Barley *Mla* Genes, Encodes Resistance to Wheat Stem Rust Race Ug99

Sambasivam Periyannan¹, John Moore¹, Michael Ayliffe¹, Urmil Bansal², Xiaojing Wang^{3,6}, Li Huang⁴, Karin Deal³, Mingcheng Luo³, Xiuying Kong⁵, Harbans Bariana², Rohit Mago¹, Robert McIntosh², Peter Dodds¹, Jan Dvorak³, Evans Lagudah^{1,2}



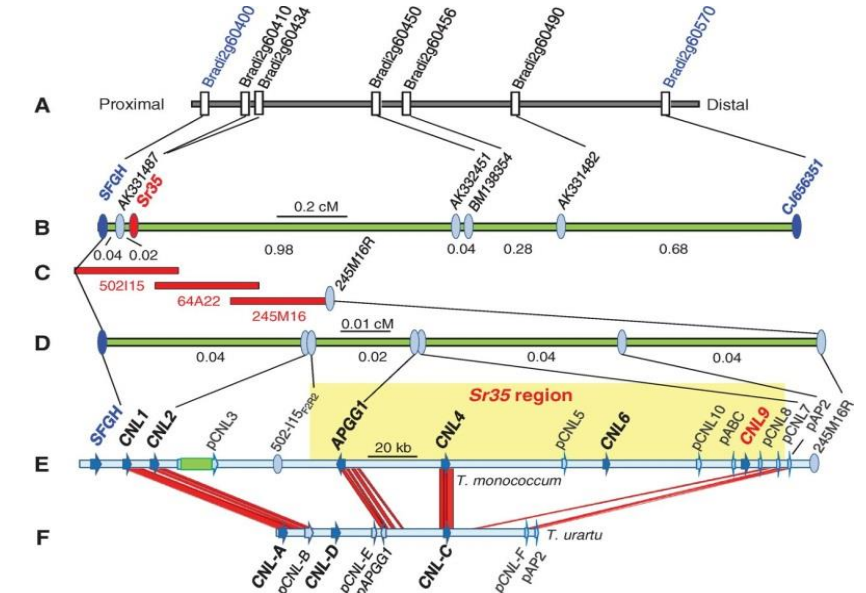
Published Online June 27 2013
 Science 16 August 2013
 Vol. 341 no. 6147 pp. 783-786
 DOI: 10.1126/science.1239022

< Prev

REPORT

Identification of Wheat Gene *Sr35* That Confers Resistance to Ug99 Stem Rust Race Group

Cyrille Saintenac^{1,2,3}, Wenjun Zhang^{2,1}, Andres Salcedo¹, Matthew N. Rouse³, Harold N. Trick¹, Eduard Akhunov^{1,2,3}, Jorge Dubcovsky^{2,4,2,5}



Frustration: Zerstörung der Feldversuchs am IPK



21.04.2008



„Am Morgen des 21. Aprils gelingt es sechs Menschen, auf das gut gesicherte und kamera-überwachte Feld zu gelangen, auf dem das ... IPK einen Freisetzungversuch mit transgenem Weizen durchführt. Die FeldbefreierInnen können den Großteil des Weizens unschädlich machen, bevor sie von der Polizei in Gewahrsam genommen werden.“ (<http://www.gendreckweg.de/gdw-neu/index.htm>)

[Gatersleben.mp4](#)

Leserbrief 25.4.2018 in Volksstimme

„...Dass diese jungen mutigen jungen Männer und Frauen das getan haben, wozu zahlreiche Bundesbürger nicht den Mut hatten, hat mit Anarchie nichts zu tun. Sondern eben mit Zivilcourage. Und davon haben wir in Sachsen Anhalt und Magdeburg wahrlich viel zu wenig.“

Oliver Wendenkampf
Bis 2016 Landesgeschäftsführer
des BUND Sachsen – Anhalt



Pressemitteilung Gendreck-weg 5.09.2017

9 Jahre nach Feldbefreiung von Gatersleben:
OLG Naumburg weist Schadensersatzklage des
IPK Gatersleben endgültig ab.

Innovationsbremse: EuGH Urteile



Mit dem Urteil des EuGH vom 06.09.2011 sind nun Honige, die Pollen mit genetisch veränderter DNA enthalten, als „Lebensmittel, die ...Zutaten enthalten, die aus GVO hergestellt werden“ im Sinne von Artikel 3 Abs. 1 Buchstabe c der Verordnung 1829/2003 anzusehen und unterliegen damit prinzipiell deren Zulassungs- und Kennzeichnungsbestimmungen.

Für die gv-Raps Events GT73, MS8 und RF3 liegen derzeit keine allgemeinen Zulassungen für Lebensmittel vor, die auch Honige mit gv-Pollen einschließen würden; s. auch Veröffentlichung des BVL über zugelassene GVO nach VO 1829/2003

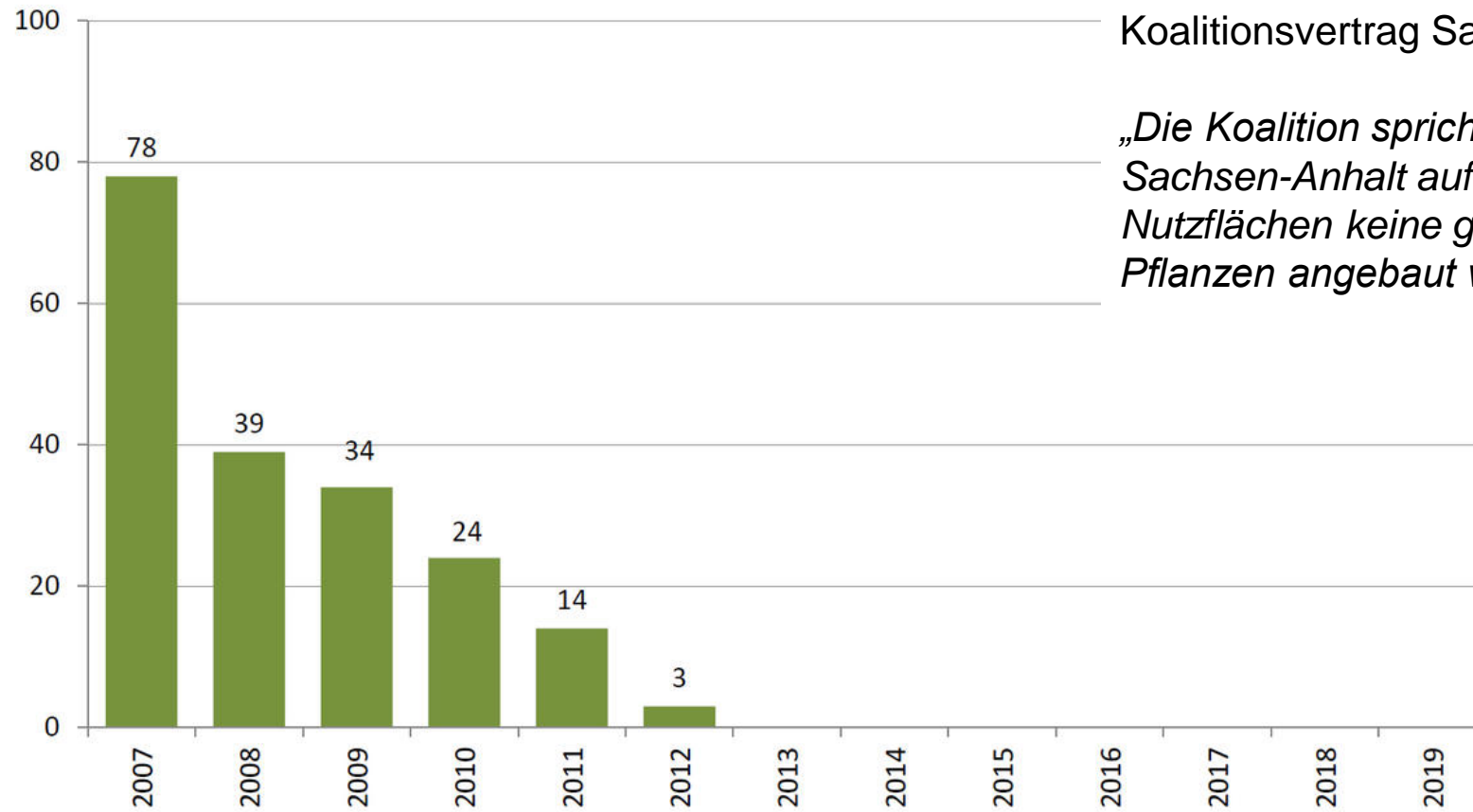
Eine Vermarktung von Honigen, die Pollen mit Erbsubstanz aus solchen gv-Pflanzen enthalten, für die keine allgemeine Lebensmittelzulassung besteht, ist nach dem EuGH-Urteil daher nicht mehr zulässig.

CRISPR-Cas

25.7.2018



Ergebnis: keine GVO Feldversuche



Koalitionsvertrag Sachsen Anhalt 2016

„Die Koalition spricht sich dafür aus, dass in Sachsen-Anhalt auf landwirtschaftlichen Nutzflächen keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden.“

Freisetzungen in Deutschland 2005 bis 2019

www.transgen.de

Take home....

Nutzbarmachung genetischer Vielfalt ist von elementarer Bedeutung für die Anpassung von Nutzpflanzen an unsere Bedürfnisse

Dieser Prozess erfordert den Transfer von Innovationen aus Forschung in die Anwendung

Genome Editing stellt einen wichtigen Ansatz zur Nutzung der Potentiale der Genomforschung dar. Der Weg in die Anwendung ist durch eine überzogene Auslegung des in der Gesetzgebung verankerten Vorsorgeprinzips verstellt

Die Politik ist dringend aufgefordert in Partnerschaft mit der Wissenschaft eine an Fakten orientierte Gesetzgebung zu erarbeiten und darüber hinaus die Freiheit von Forschung sicherzustellen.