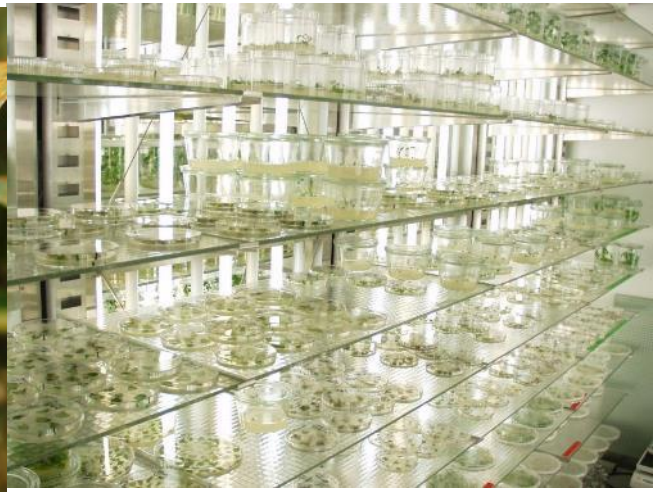


Resistenztagung, Fulda, 11./12. April 2022

Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen

HERZLICH WILLKOMMEN

Veranstalter:

- AG Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung in Getreide, Hülsenfrüchten und Raps (JKI)
- Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ) – AG Resistenzzüchtung
- Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG**)**

Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Federal Research Centre for Cultivated Plants

Pflanzenschutz der Zukunft

Frank Ordon

Herausforderungen an die Pflanzenproduktion

World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100

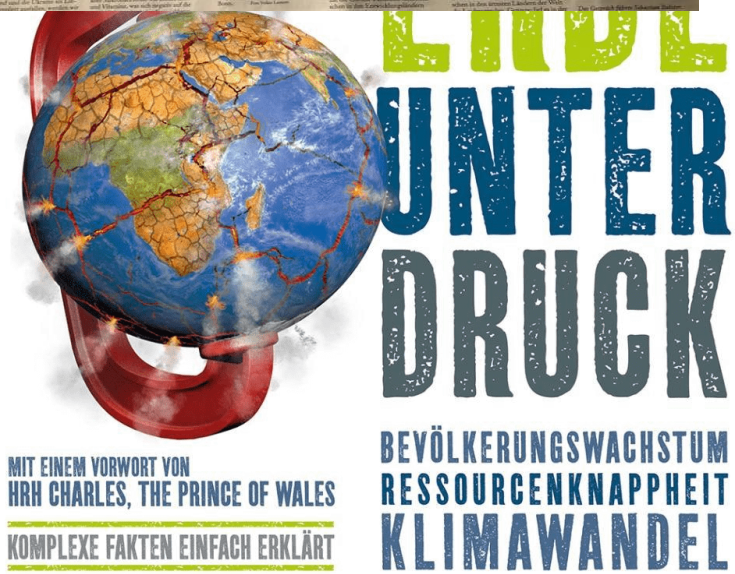
21 June 2017, New York

The current world population of 7.6 billion is expected to reach 8.6 billion in 2030, 9.8 billion in 2050 and 11.2 billion in 2100, according to a new United Nations report being launched today. With roughly 83 million

„Der Krieg wird im schlimmsten Fall 100 Millionen Menschen in den Hunger treiben"

Ein Gespräch mit Agrarökonom Matin Qaim über Getreide aus der Ukraine, Brotpreise in Afrika und deutsche Ökoträume.

FAZ



https://www.dorlingkindersley.de/buch/tony-juniper-unsere-erde-unter-druck-9783831032853

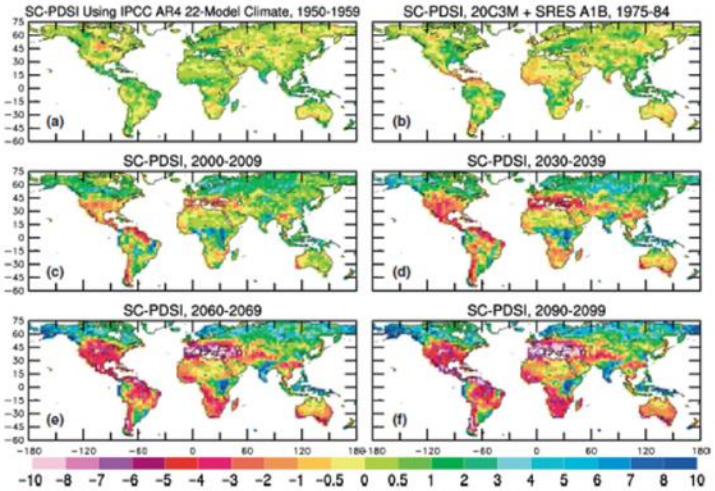


FIGURE 11 | (Corrected version) Mean annual sc-PDSI pm for years (a) 1950–1959, (b) 1975–1984, (c) 2000–2009, (d) 2030–2039, (e) 2060–2069, and (f) 2090–2099 calculated using the 22-model ensemble-mean surface air temperature, precipitation, humidity, net radiation, and wind speed used in the IPCC AR4 from the 20th century and SRES A1B 21st century simulations. 128 Red to pink areas are extremely dry (severe drought) conditions while blue colors indicate wet areas relative to the 1950–1979 mean.

A. Dai (2010)

Pilzliche Erreger mit höheren Temperaturansprüchen wie der Schwarzrost oder die Cercospora-Blattfleckenkrankheit (*Cercospora beticola*) können sich ausbreiten

Commons.wikimedia.org/wiki/File: Suikerbiet

TuYV

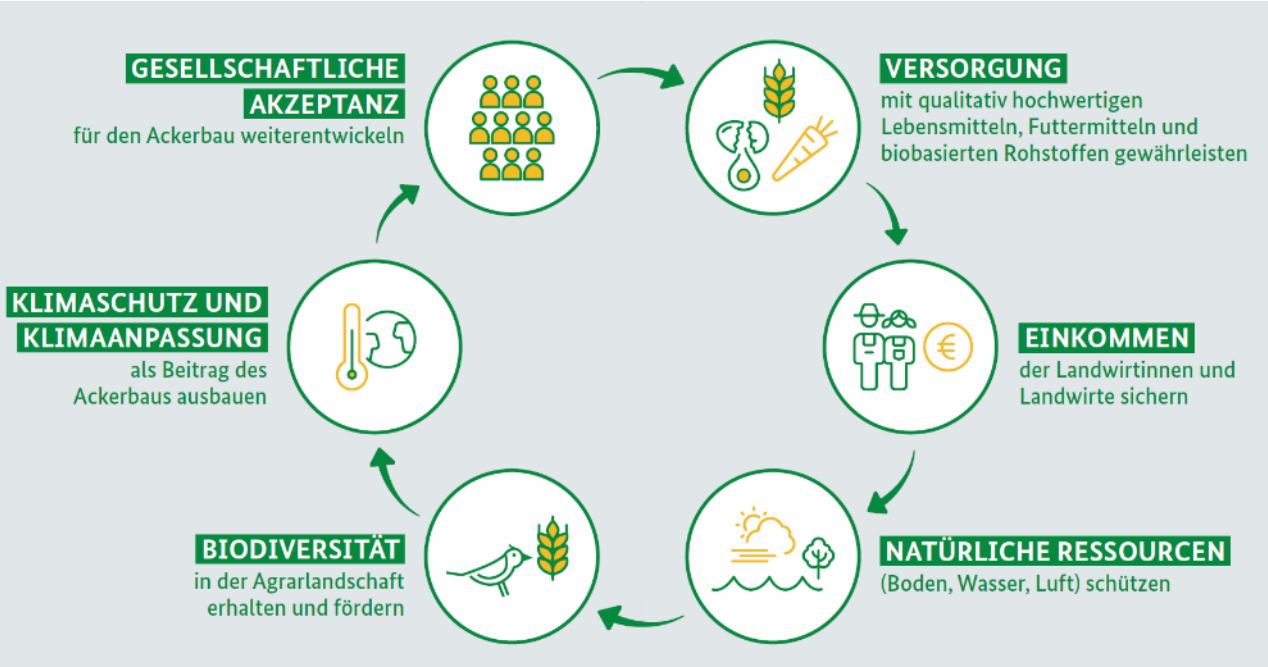
E. Schliephake, JKI

BYDV

Dr. A. Habekuss

Green Deal / Farm2Fork-Strategie der EU und Ackerbaustrategie des BMEL

„Europäische Lebensmittel müssen auch weiterhin sicher, nahrhaft und hochwertig sein. Sie müssen mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Natur erzeugt werden.“



Ertragseffekte durch Pflanzenschutzmittel

Kulturart	Ertragseffekte durch PSM (weltweit)
Weizen	+ 19 %
Reis	+ 32 %
Mais	+ 33 %
Kartoffel	+ 42 %
Sojabohne	+ 27 %

EPRS | European Parliamentary Research Service
Scientific Foresight Unit (STOA)
PE 634.416 – March 2019
Farming without plant protection products

European Parliament

Farming without plant protection products

Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides?

IN-DEPTH ANALYSIS

Panel for the Future of Science and Technology

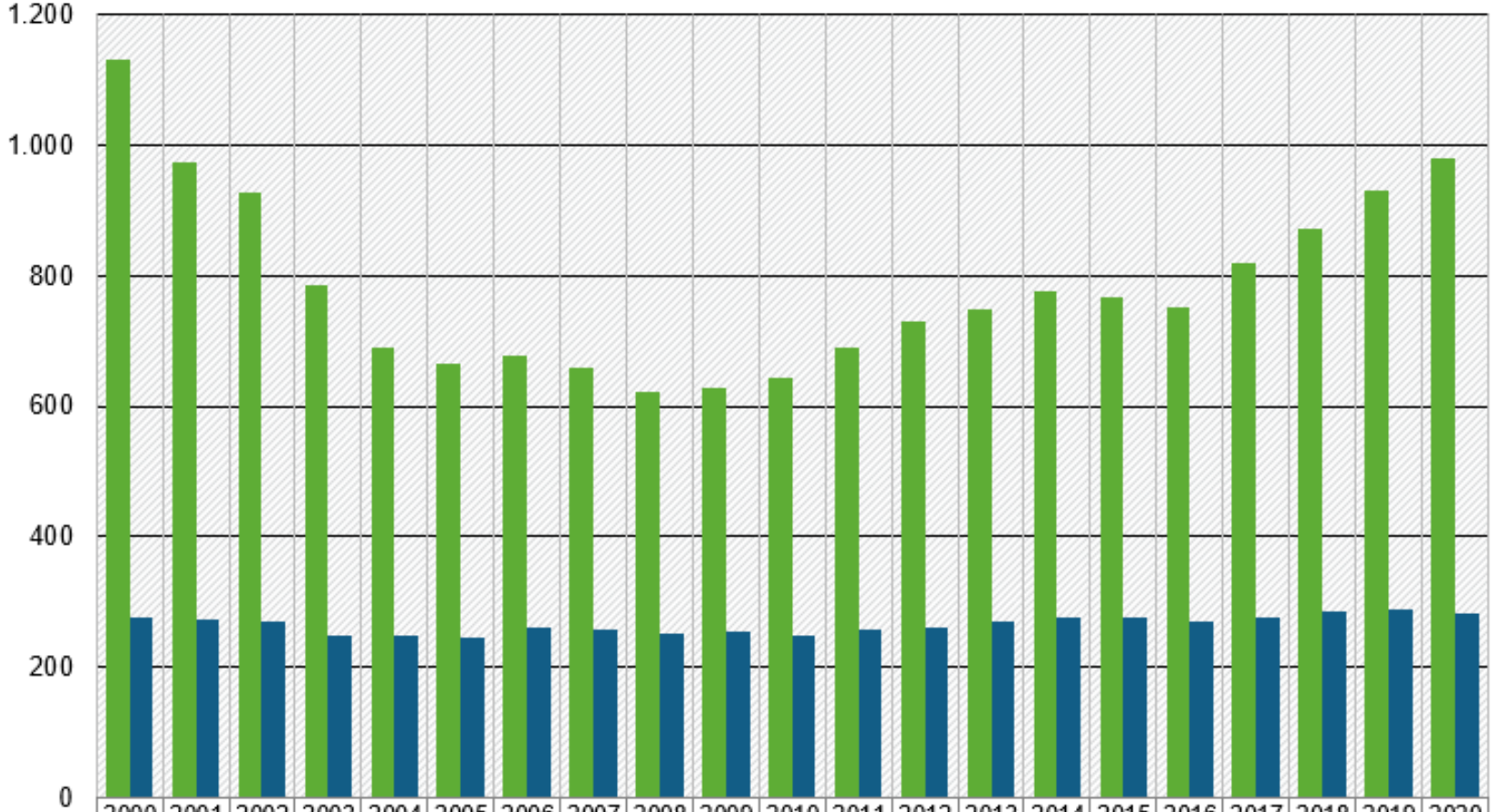
EPRS | European Parliamentary Research Service

Scientific Foresight Unit (STOA)

PE 634.416 – March 2019

EN

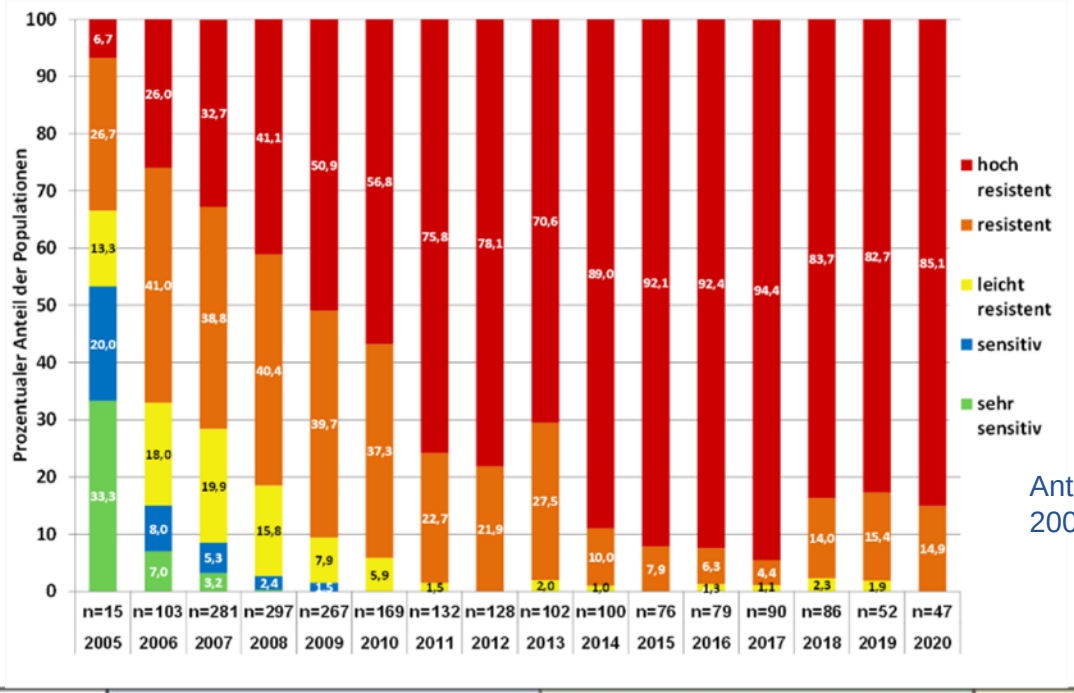
Anzahl in DE zugelassener Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mittel	1.130	975	928	785	689	665	678	658	623	629	644	691	729	748	776	766	753	818	872	932	980
Wirkstoffe**	276	273	269	248	248	245	262	257	252	255	249	258	261	269	276	277	270	277	285	288	283

Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland, Stand 12/2020
https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/pflanzenschutzmittelverwendung-in-der#zulassung-von-pflanzenschutzmitteln

Resistenzbildungen bei Schaderregern / Verfügbarkeit von Resistenzklassen (RK) in Einzelindikationen



Anteil Rapsglanzkäfer in JKI Resistenzklassen, 2005–2020, Biotest mit lambda-Cyhalothrin (5 h)

© M. Brandes, JKI, 2021

Wirkungs-bereich	Fungizide		Herbizide		Insektizide	
Einsatzgebiet	**RK <3**	**RK >=3**	**RK <3**	**RK >=3**	**RK <3**	**RK >=3**
Ackerbau	63,3%	36,7%	95,6%	4,4%	97,6%	2,4%
Gemüsebau	92,9%	7,1%	99,6%	0,4%	99,5%	0,5%
Hopfenbau	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Obstbau	88,7%	11,3%	100,0%	0,0%	98,3%	1,7%
Weinbau	25,0%	75,0%	100,0%	0,0%	80,0%	20,0%
Summen*)	**83,3%**	**16,7%**	**98,1%**	**1,9%**	**97,7%**	**2,3%**

*) bezogen auf alle Anwendungsbereiche und Kulturen (einschl. Forst, Zierpflanzen, Grünland, Nichtkulturland, Vorratsschutz)

Verfügbarkeit von Resistenzklassen (RK) in Einzelindikationen

F. Jeske, JKI, 2019
A. von Tiedemann, Universität Göttingen, 2020

Pflanzliche Produktionskette

www.fotolia.de

www.fotolia.de

www.fotolia.de

https://www.earlytaste.de/produkt/brotkorb/

$$Y = G \times E \times M$$

G	E	M
Genotyp Sorte	Boden Witterung ……..	Pflanzenschutz Düngung ……..

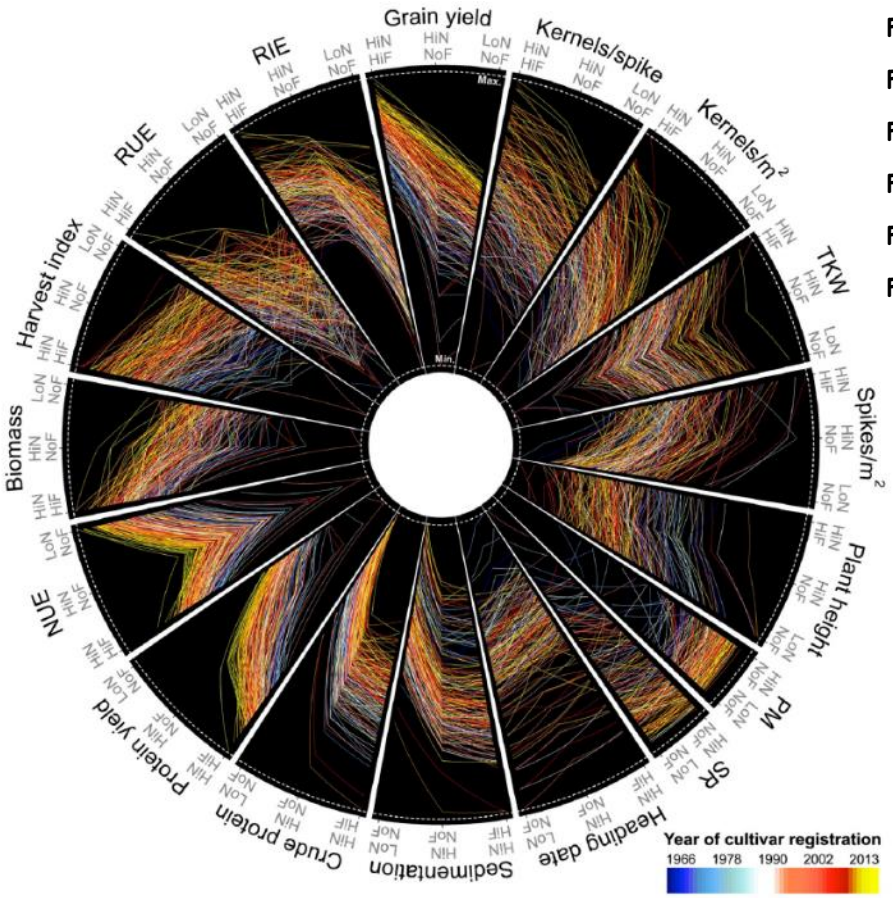
Züchtungsfortschritt in Winterweizen

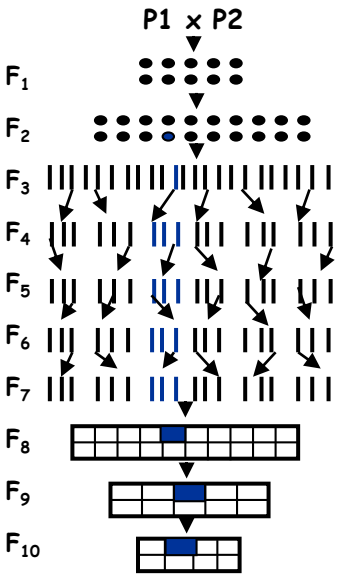
Article | Published: 17 June 2019

Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels

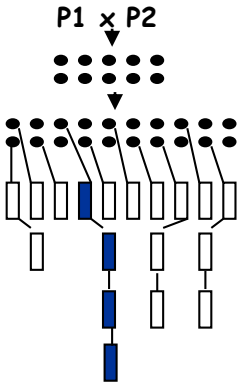
Kai P. Voss-Fels, Andreas Stahl, Benjamin Wittkop, Carolin Lichthardt, Sabrina Nagler, Till Rose, Tsu-Wei Chen, Holger Zetzsche, Sylvia Seddig, Mirza Majid Baig, Agim Ballvora, Matthias Frisch, Elizabeth Ross, Ben J. Hayes, Matthew J. Hayden, Frank Ordon, Jens Leon, Henning Kage, Wolfgang Friedt , Hartmut Stützel & Rod J. Snowdon

Nature Plants (2019)



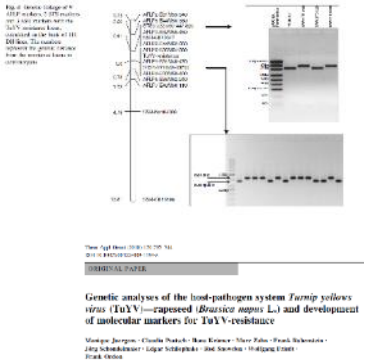


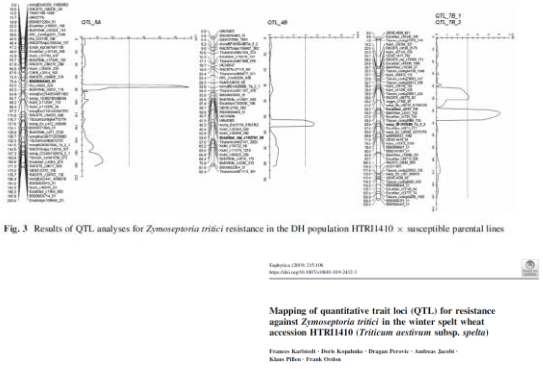
Pedigree Selektion



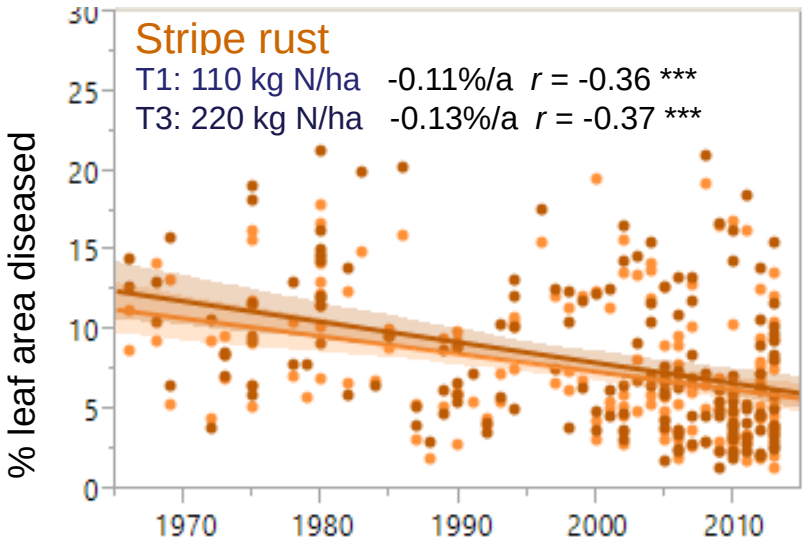
Nutzung von Doppelhaploiden

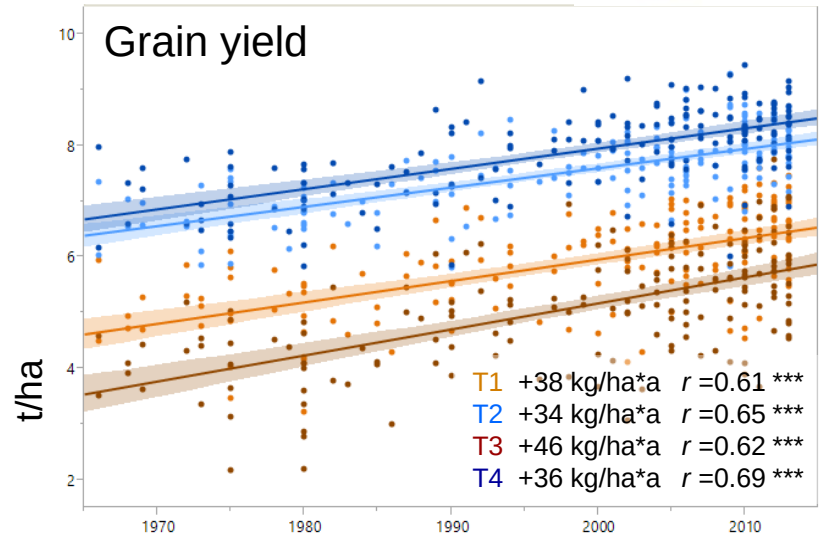
Markergestützte Selektion

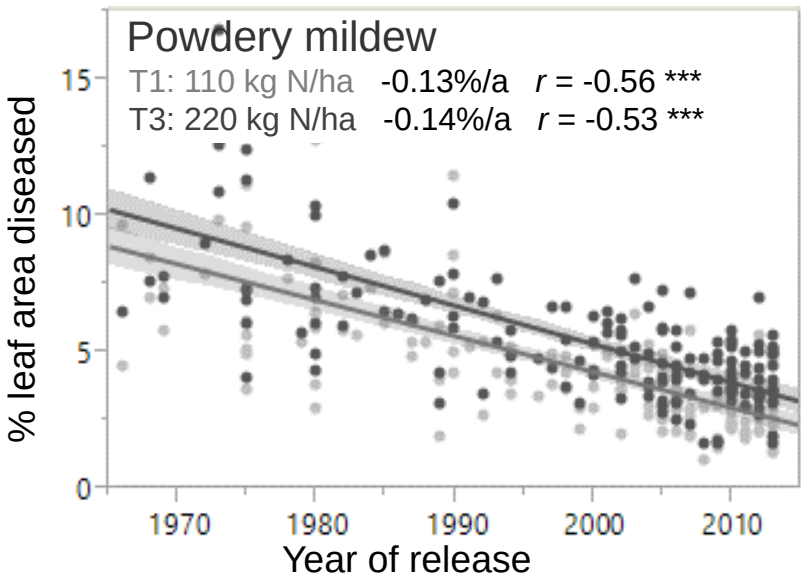




Züchtungsfortschritt in Winterweizen





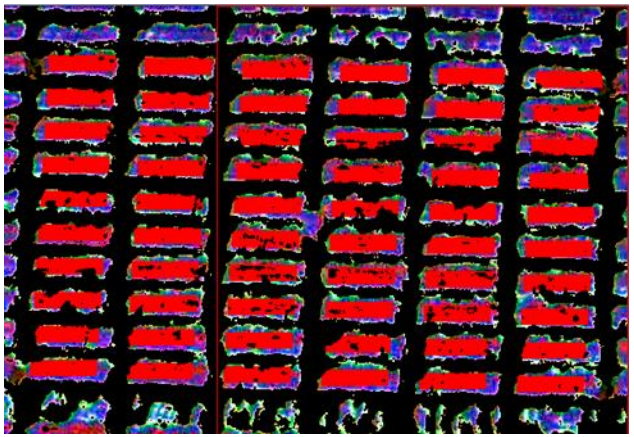


Zetzsche et al., 2020

Systematische Nutzbarmachung genetischer Ressourcen

Genomweite Assoziationsstudien GWAS

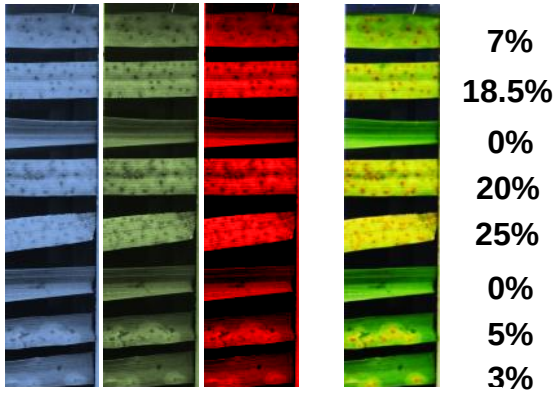
Phänotypisierung



Tattaris M, Reynolds MP, Chapman SC, 2016. A direct comparison of remote sensing approaches for high-throughput phenotyping in plant breeding. Front. Plant Sci. 7: 1131.

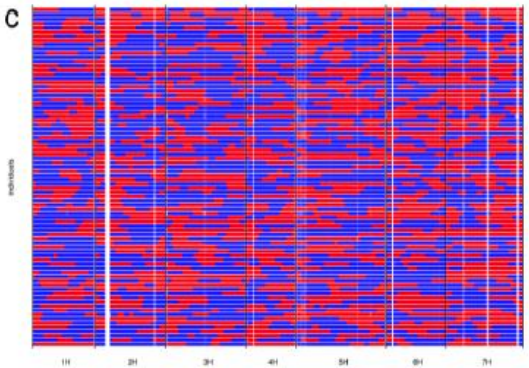
Hochdurchsatzphänotypisierung

A. Serfling und U. Beukert



Automatische Detektion der infizierten Blattfläche

https://www.illumina.com/systems/sequencing-platforms/hiseq-2500.html

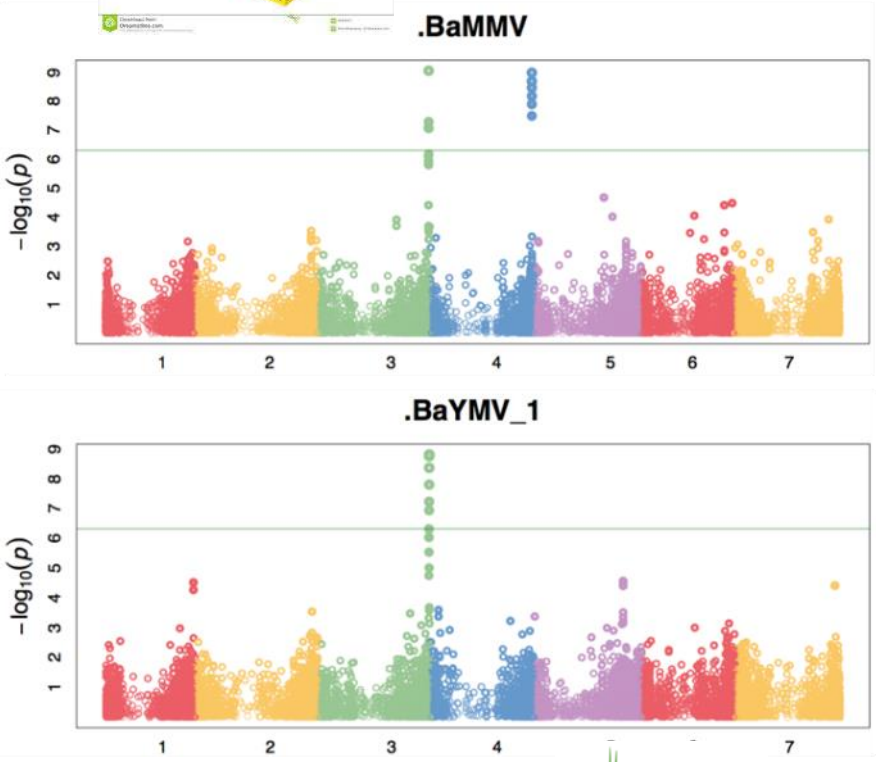


N. Stein

https://www.illumina.com/products/by-type/microarray-kits/infinium-iselect-custom-genotyping.html

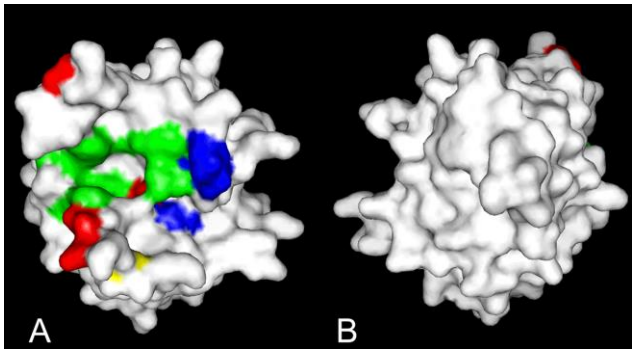
Systematische Nutzbarmachung genetischer Ressourcen

Genomweite Assoziationsstudien GWAS



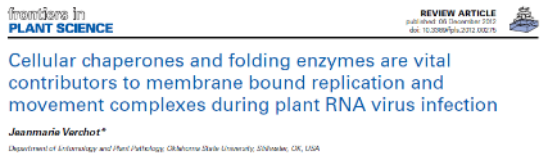
Millner et al. 2018: Nature Genetics

Isolation von Resistenzgenen: rym4 und rym11



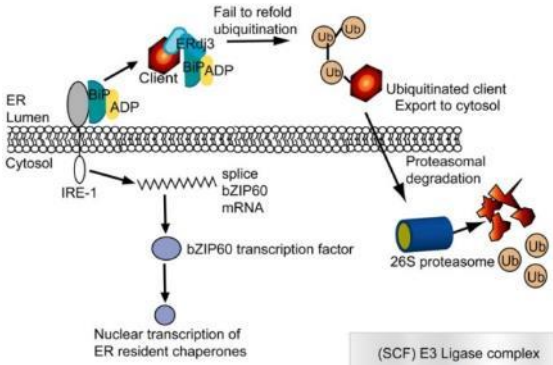
Stein, N., D. Perovic, J. Kumlehn, B. Pellio, S. Stracke, S. Streng, F. Ordon, A. Graner, 2005. The Plant Journal **42**, 912-922

Yang et al. 2014. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1320362111



Cellular chaperones and folding enzymes are vital contributors to membrane bound replication and movement complexes during plant RNA virus infection

Jeanmarie Verchot*



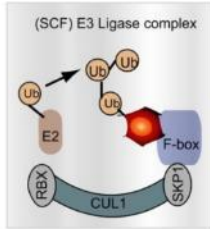
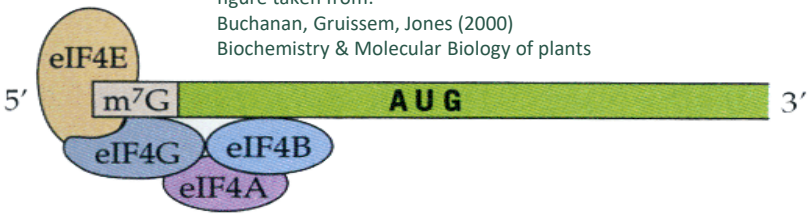
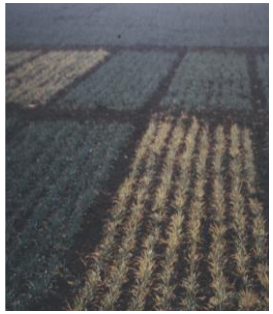
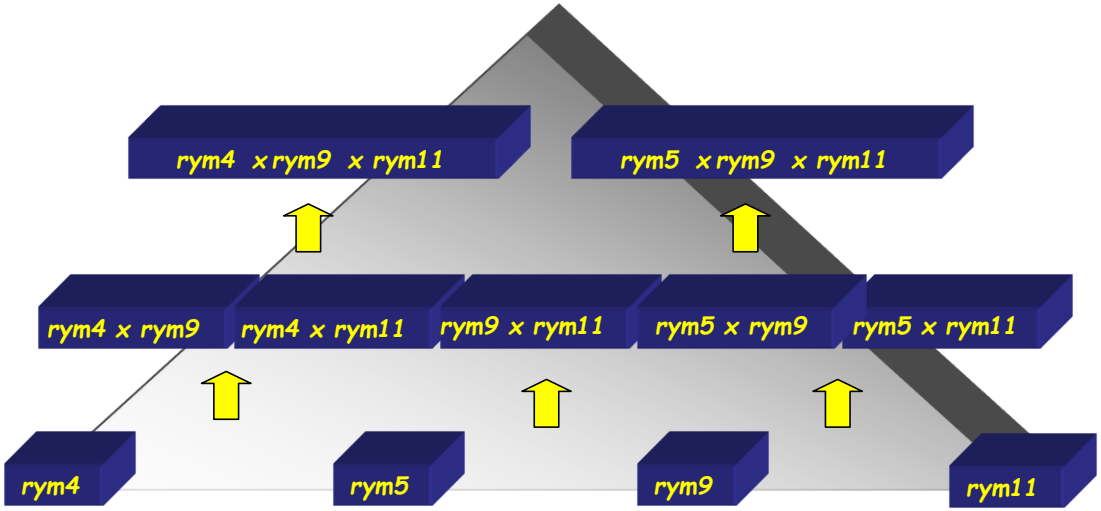


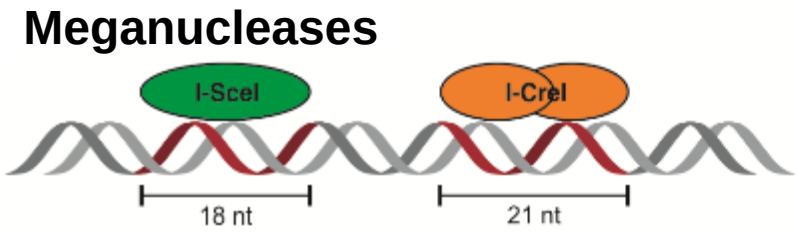
figure taken from:
Buchanan, Gruissem, Jones (2000)
Biochemistry & Molecular Biology of plants

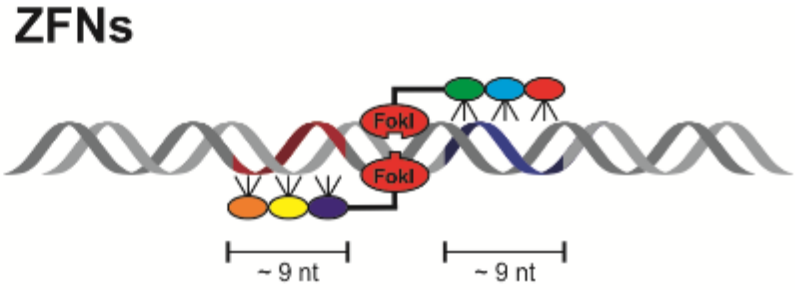


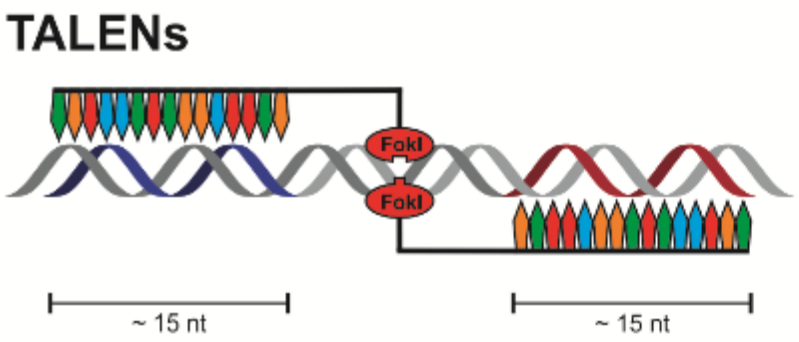


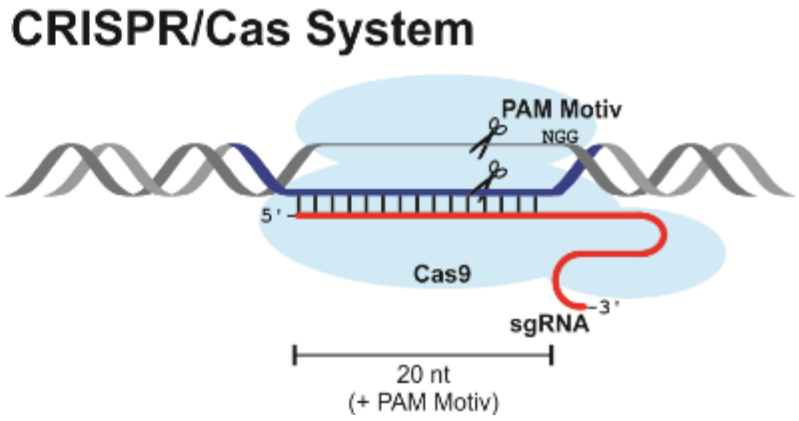


Gerichtete Mutagenese unter Verwendung von Endonucleasen









ZFNs	Zinc-Finger Nucleases
TALENs	Transcription Activator-Like Effector Nucleases
CRISPR	Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats
Cas	CRISPR-associated, RNA-guided endonuclase

Puchta and Fauser (2014) The Plant Journal

Genomeditierung – Resistenz BaMMV/BaYMV

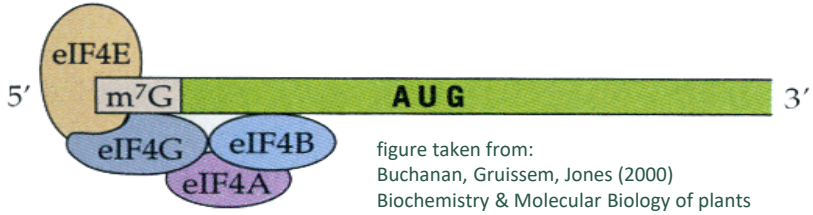
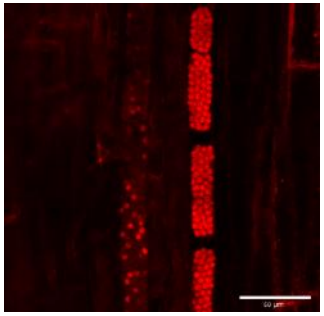
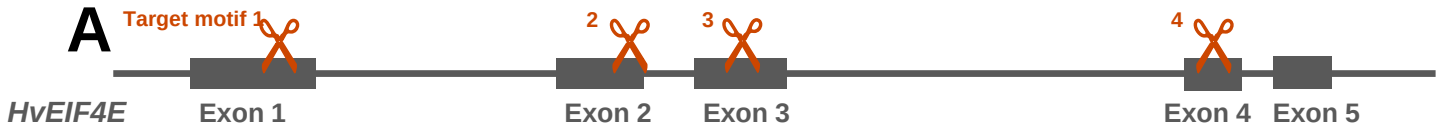
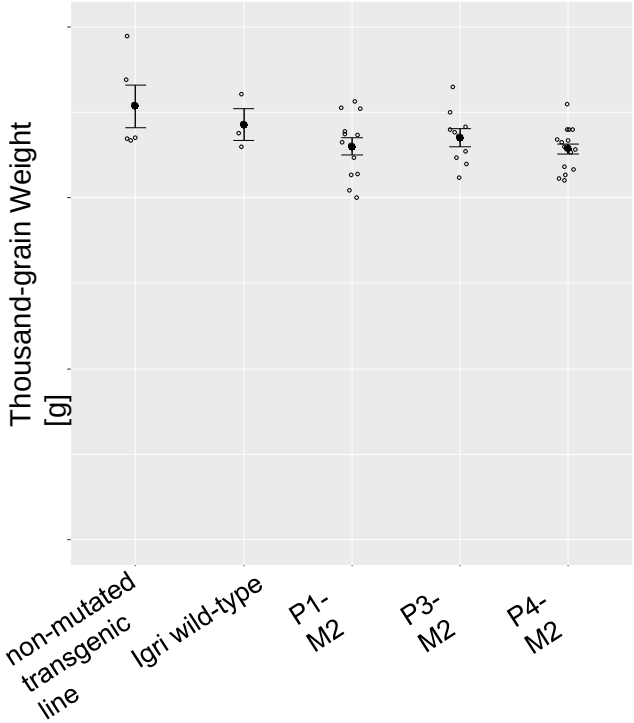


figure taken from:
Buchanan, Gruissem, Jones (2000)
Biochemistry & Molecular Biology of plants



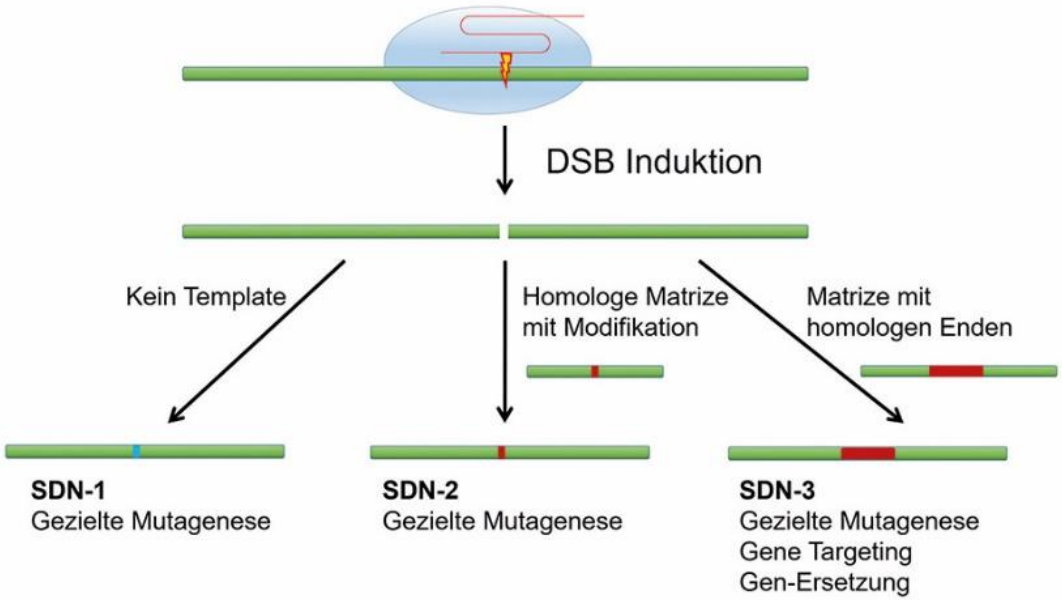




Primary mutants	Mutation	No. of M2 plants tested	BaMMV detection by ELISA
P1	+A	13	0/13
P3	+T	9	0/9
P4	+T	16	0/16
Igri wt	none	3	2/3

Hoffie et al. 2021

Gerichtete Mutagenese unter Verwendung von Endonucleasen



https://analyticalscience.wiley.com/do/10.1002/gitfach.15867/view-media-gallery/if46772bdb7411d806285f15057923f52.jpg

Urteil des EuGH
25. Juli 2018

Bericht der EU-Kommission
zu den Auswirkungen
des Urteils erwartet
April 2021

Picture: Court of Justice of the European Union

Pflanzenzüchtungsforschung und -züchtung

Resistenz gegen Rapsglanzkäfer

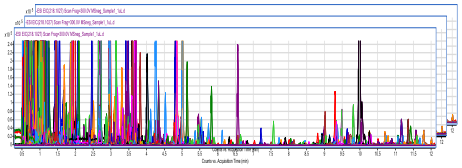
Verhaltensparameter Rapsglanzkäfer	Akzession Screening	Duftstoff- und Metabolom-Analysen	Resistenz

Duftpräferenz

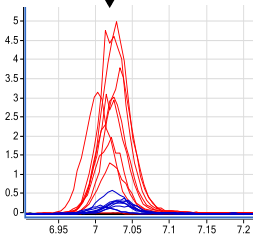
Fraß-präferenz

Larval-entwicklung

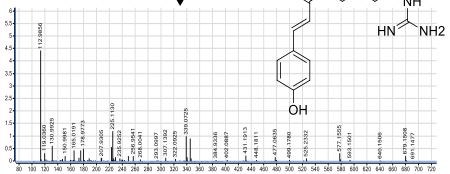
20 verschie-dene Sorten und Arten



Metabolitenprofile

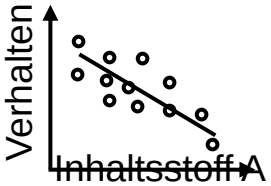


Unterschiedliche Signale



Strukturanalyse

Negative Korrelation zum Verhalten



Resistenz-Biomarker

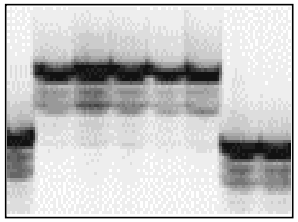
Kartierung von Resistenzen

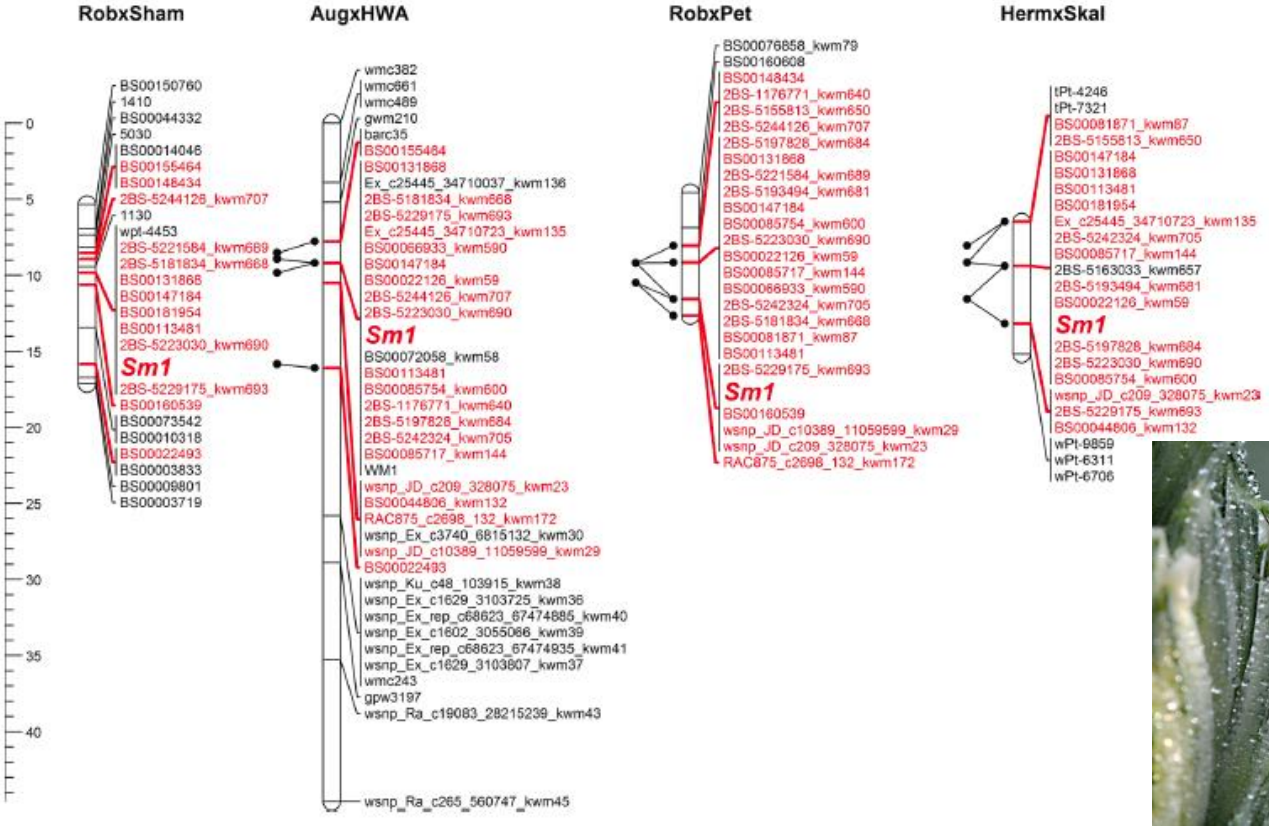
Theor Appl Genet (2016) 129:1507–1517
DOI 10.1007/s00122-016-2720-4

ORIGINAL ARTICLE

A saturated SNP linkage map for the orange wheat blossom midge resistance gene *Sm1*

Mulualem T. Kassa[1,2] · Sabrina Haas[3] · Edgar Schliephake[3] · Clare Lewis[4] · Frank M. You[1] · Curtis J. Pozniak[5] · Ilona Krämer[3] · Dragan Perovic[3] · Andrew G. Sharpe[2] · Pierre R. Fobert[2] · Michael Koch[6] · Ian L. Wise[1] · Paul Fenwick[7] · Simon Berry[7] · James Simmonds[4] · Delphine Hourcade[8] · Patrice Senellart[9] · Laure Duchalais[10] · Olivier Robert[11] · Jutta Förster[12] · Julian B. Thomas[1] · Wolfgang Friedt[13] · Frank Ordon[3] · Cristobal Uauy[4] · Curt A. McCartney[1]

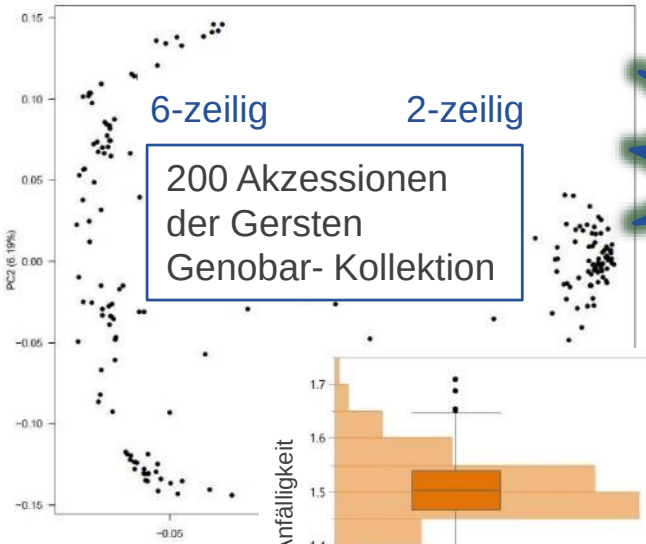




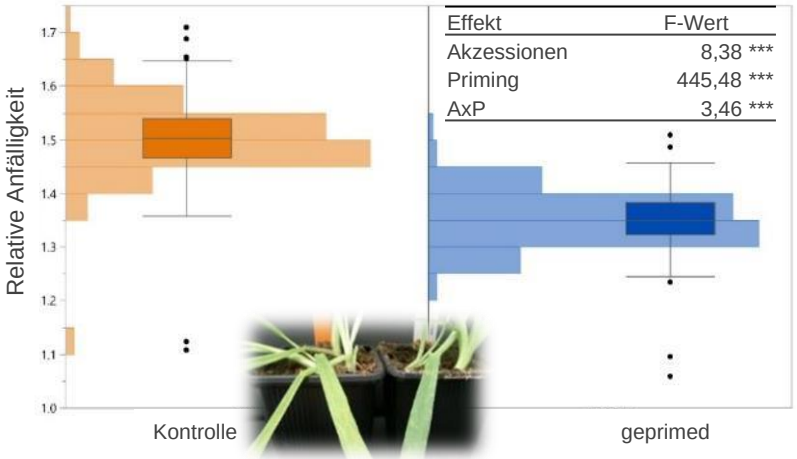
Priming mit Ensifer meliloti Bakterien induziert Puccinia hordei Resistenz

Federal Ministry of Education and Research

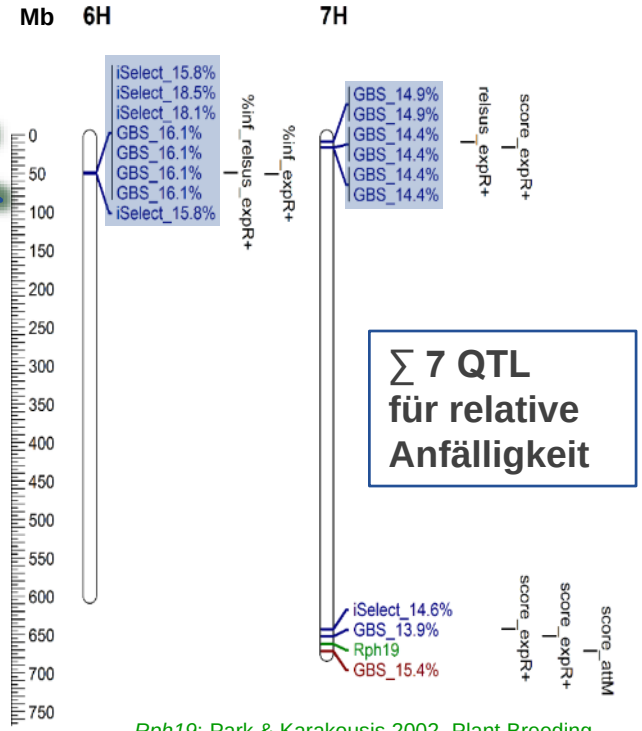
PLANT 2030



Induzierte Resistenz



Effekt	F-Wert
Akzessionen	8,38 ***
Priming	445,48 ***
AxP	3,46 ***



∑ 7 QTL für relative Anfälligkeit

Rph19: Park & Karakousis 2002, Plant Breeding

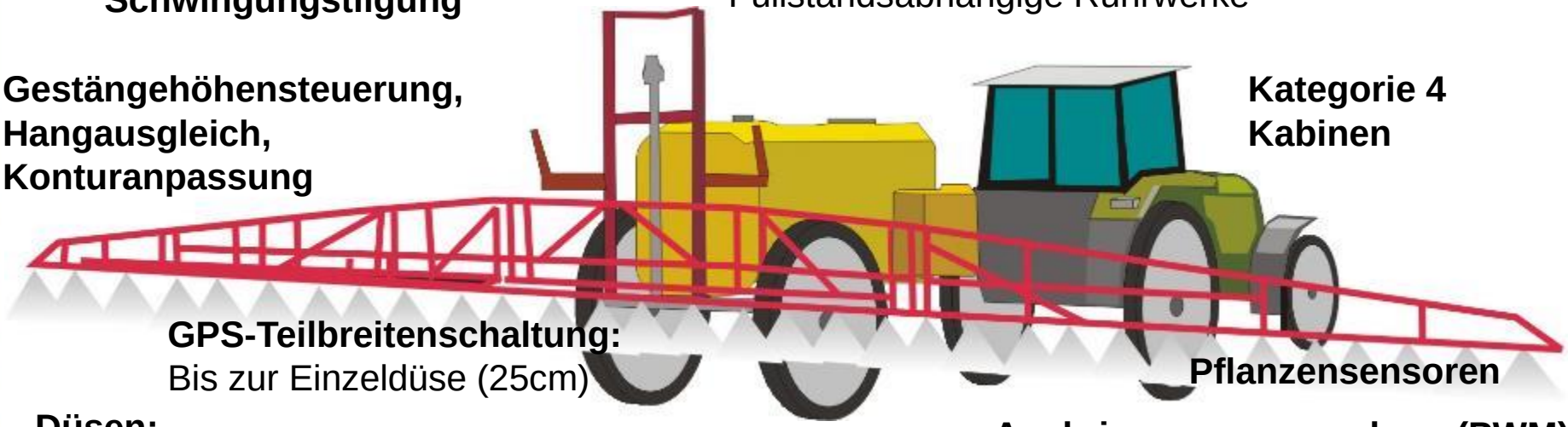
Wehner et al. Phytobiomes (2019)

Pflanzenschutztechnik - Heute

Passive, aktive und elektronische Schwingungstilgung

Füllstandskontrolle:
Restmengen- & Befüllmanagement
Füllstandsabhängige Rührwerke

Gestängehöhensteuerung, Hangausgleich, Konturanpassung



Kategorie 4 Kabinen

GPS-Teilbreitenschaltung:
Bis zur Einzeldüse (25cm)

Pflanzensensoren

Düsen:
Beleuchtung,
Durchfluss,
Tropfengröße,
Düsenwechsel
25cm Abstand

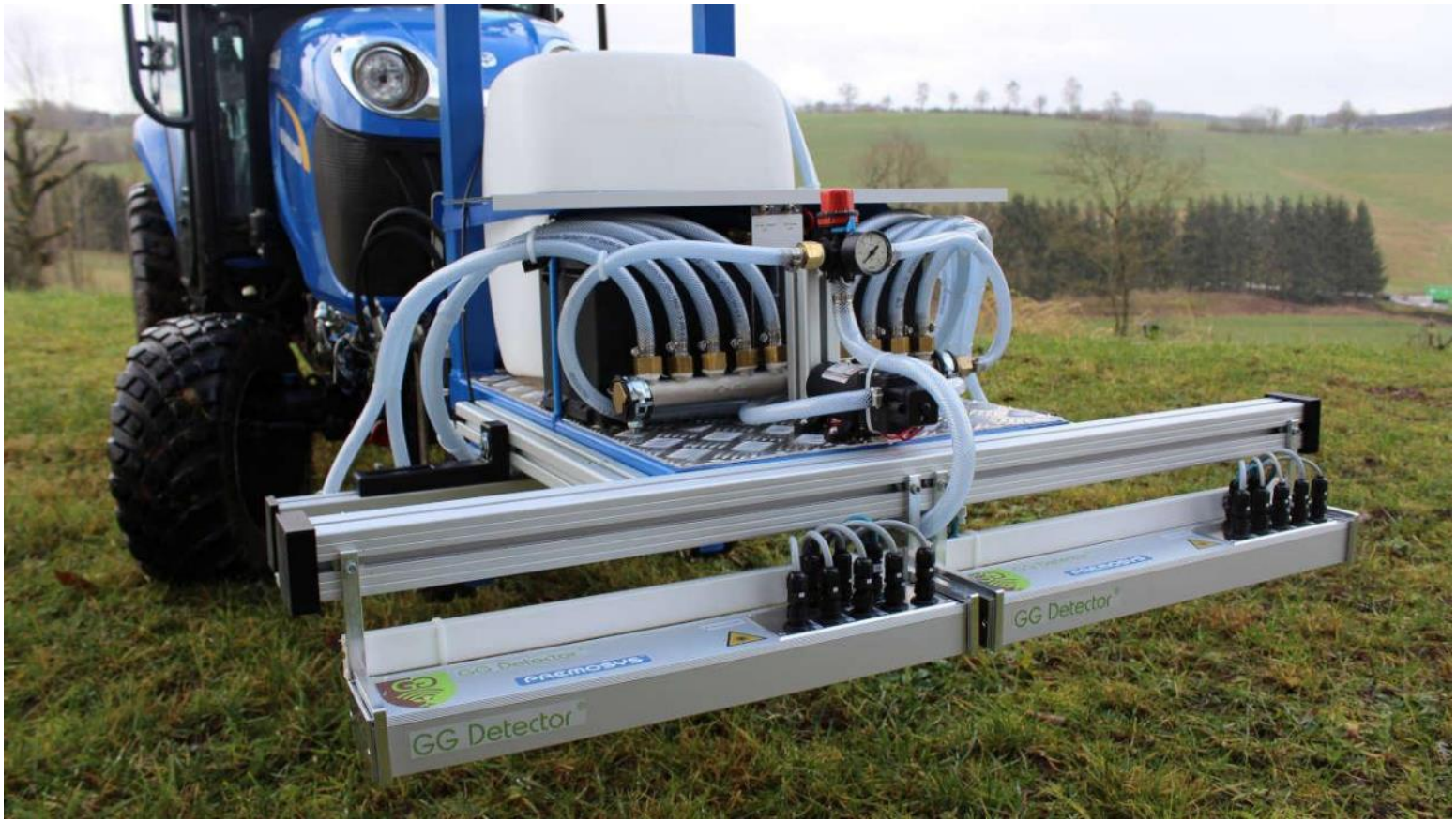
Reinigungssysteme

Befüllung:
Close Transfer Systeme
Anzeige von Temperatur und pH-Wert

Ausbringmengenregelung (PWM):
Schwingungstilgung
Kurvenfahrten
Durchflussmengenanpassung

Parallelfahrsysteme & Spurtreuer Nachlauf

Sensortechnik

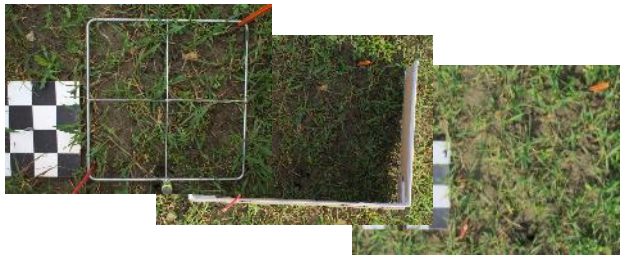


Quelle: Premosys , https://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/praeziser-spritzen-dank-sensortechnik

- Laut Hersteller des oben abgebildeten Sensors können bei der Bekämpfung von Ampfer im Zuckerrübenanbau bis zu 90 % des Herbizidaufwands eingespart werden.
- Es wird daran gearbeitet, den Sensor mit automatisierten mechanischen Systemen zur Wildpflanzenentfernung einzusetzen, um Herbizidanwendungen komplett zu vermeiden.

Precision Farming in der Unkrautbekämpfung

Luftbild

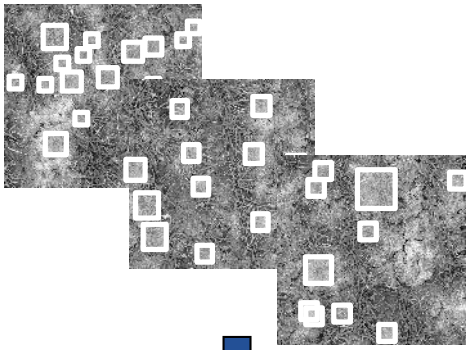


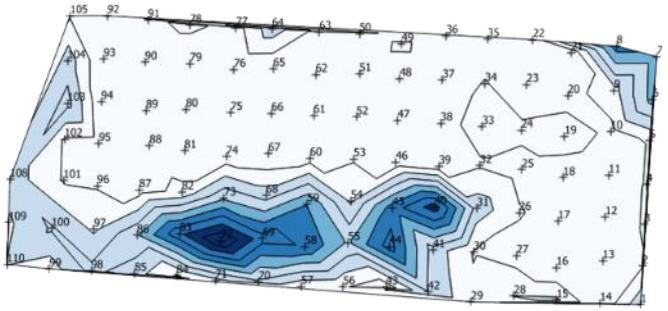
a) Unkrauterfassung

Objektbasierte Bildsegmentierung

b) Unkrautartensegmentierung Bilddatenbank

Unkrautkarte



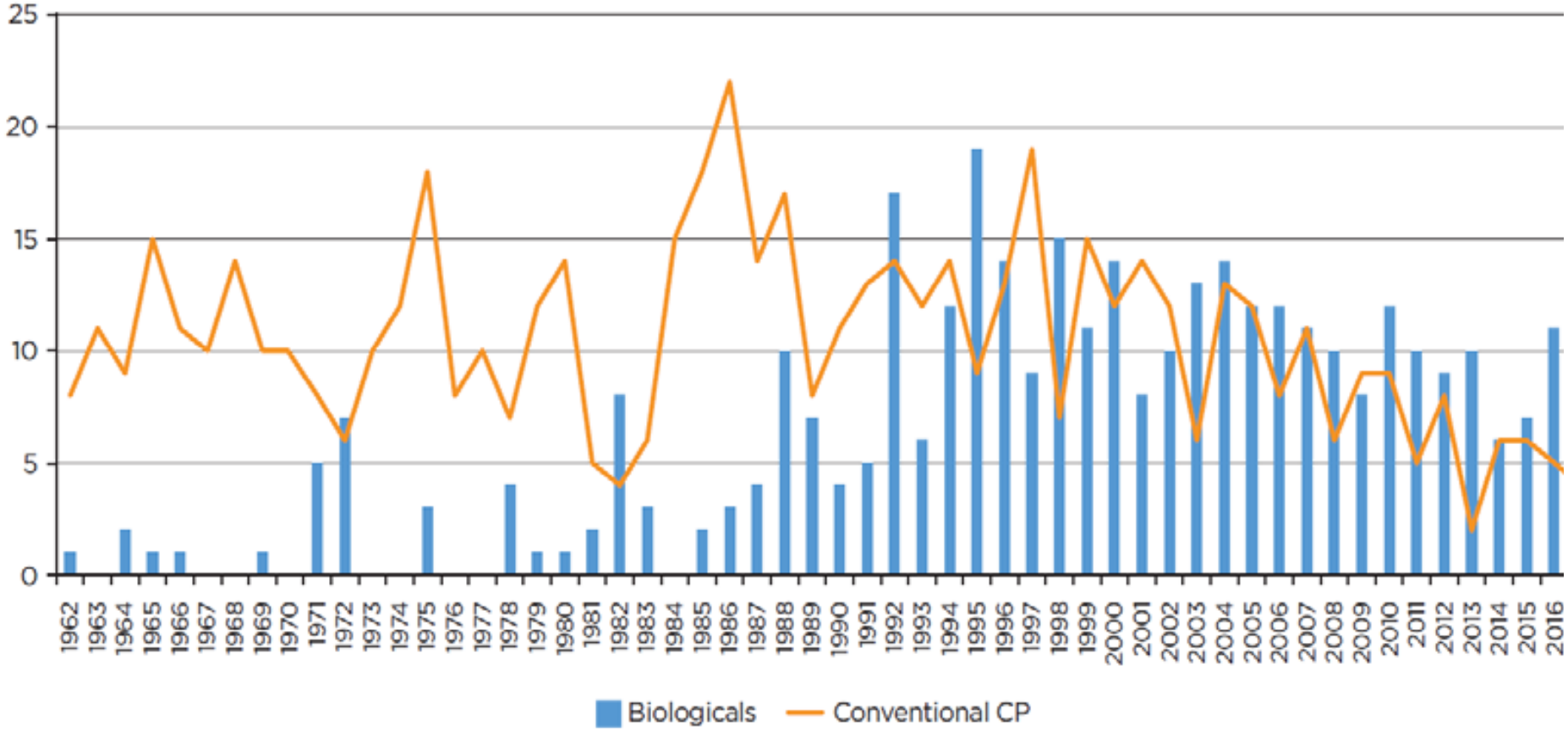


c) Erstellung von Unkraut- und Applikationskarten mit GIS

Quelle: JKI

Biologischer Pflanzenschutz

Jährliche Produkteinführungen von Biologicals im Vergleich zu chemisch-synthetischen PSM



Quelle:
EPRS | European Parliamentary Research Service
Scientific Foresight Unit (STOA)
PE 634.416 – March 2019
Farming without plant protection products

Biotechnische Verfahren des Pflanzenschutzes

– **Entwicklung von neuen Monitoringverfahren zur exakten Bestimmung von Schadensschwellen und Anwendungszeitpunkten**

  - **Nützlingsschonende Lockstofffallen mit spezifischen Duftstoffen und Farbfolien zur Überwachung von Krankheitsüberträgern im Obstbau**: Apfelblattsauger (Apfeltriebsucht), Birnblattsauger (Birnenverfall), Pflaumenblattsauger (Europ. Steinobstvergilbung (ESFY))

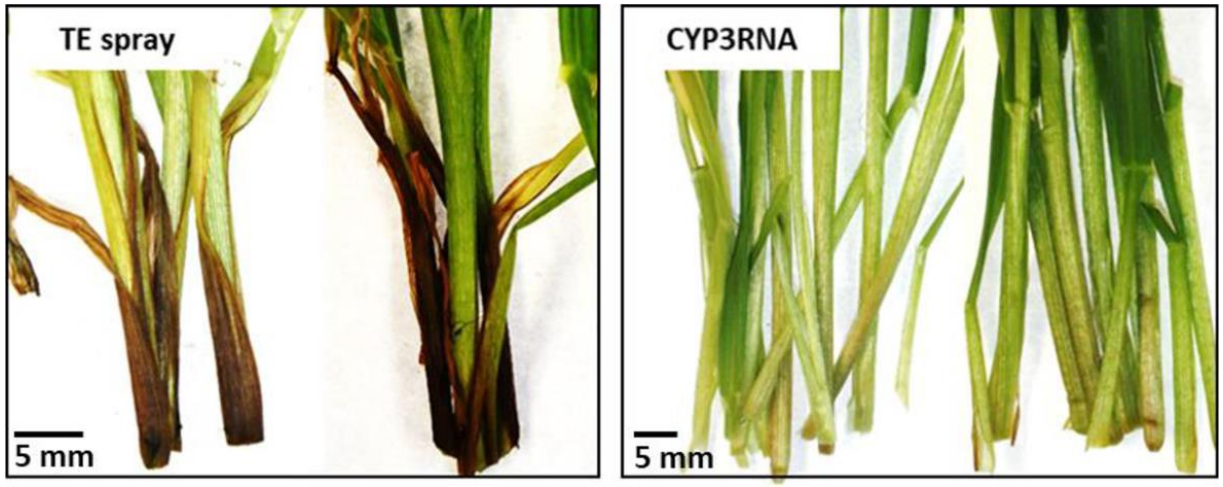
Markteinführung: 2022
(Firma IS Insect Services GmbH, Berlin)

– **Identifizierung von attraktiven und repellenten (abwehrenden) Duftstoffen zur direkten Schädlingsregulation**

- Attract-und-Kill-Verfahren
- Formulierung der Duftstoffe in Dispensern, als Mikrokapseln und Nanoformulierungen

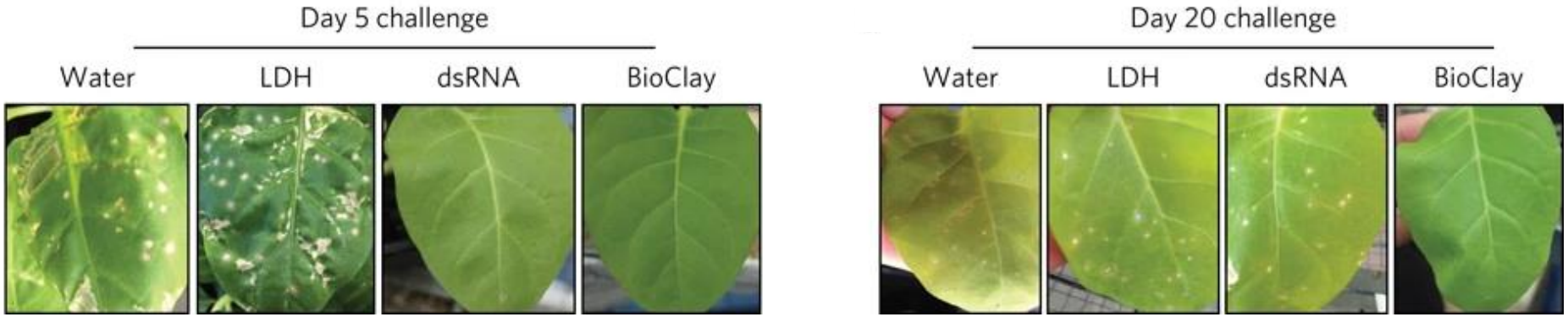
Sprühapplikation von dsRNA als RNA-basierte Pflanzenschutzmittel

➢ SIGS-vermittelte Kontrolle von *Fusarium graminearum* an Gerste



Biedenkopf et al. ExRNA (2020) 2:12, https://doi.org/10.1186/s41544-020-00052-3

➢ Schutz der dsRNA durch Bindung an Nanopartikel



Varianten:
(1) Wasser (2) Ton-Nanopartikel (LDH) (3) PMMoV-dsRNA (4) Komplex aus PMMoV-dsRNA und Ton-Nanopartikeln: „**BioClay**“

Mitter, N. et al. Nature Plants 3**,** 16207 (2017). https://www.nature.com/articles/nplants2016207

Züchtung widerstandsfähiger Sorten

- Resistenz gegenüber Schadorganismen
- Toleranz gegenüber abiotischem Stress
- Hohe Nährstoffnutzungs-effizienz
- Erhöhung der Kulturarten-vielfalt

Reduktion der Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel, z. B. durch:

- Verbesserte Prognoseverfahren, Entscheidungshilfen für gezielten Pflanzenschutz
- Verbesserte Applikationstechnik, z. B. Teilflächenspezifische Applikation mit Direkteinspeisung
- Präzisionspflanzenschutz und –pflanzenbau mittels sensor-gestützter oder über Fern-erkundung generierter Daten und Nutzung Künstlicher Intelligenz, z. B. Spot Farming

Alternativen zur Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel, z. B.:

- Biologische und Biotechnische Pflanzenschutzverfahren
- auf dsRNA basierende Produkte
- autonome Feldroboter, z. B. zum Hacken von Unkräutern

Ich danke für die Aufmerksamkeit!