

Die Deregulierung neuer Gentechnikverfahren führt nicht zu einer Reduktion, sondern zu einem Anstieg des Pestizideinsatzes

Die Europäische Kommission möchte das Europäische Gentechnikrecht schleifen. Sie erhofft sich dadurch unter anderem eine Reduktion des Einsatzes von Pestiziden. Vizepräsident Frans Timmermans erklärte neulich im Europäischen Parlament deshalb, dass er die Kommissionsvorschläge zur Deregulierung von neuen Gentechnikmethoden und zur Reduktion des Pestizideinsatzes um 50% bis 2030 zu einem Paket verknüpfen will.¹ Doch die Hoffnung, dass neue Gentechnikmethoden zum Pestizidreduktionsziel der EU beitragen werden, beruht auf frei erfundenen Behauptungen der Gentechindustrie.

Blickt man auf die empirische Realität, wird das Gegenteil wahrscheinlich: Es ist zu erwarten, dass der Anbau von Sorten aus neuer Gentechnik zu einem Anstieg des Pestizidverbrauchs in Europa führt.

Die Quellen für diese Aussage sind Daten über den Pestizideinsatz, die angebauten Feldfrüchte, den Schädlingsdruck und Aubaumethoden sowie Untersuchungen dazu, welche Pflanzen mit welchen Eigenschaften mit den neuen Gentechnikmethoden auf dem Markt oder in Entwicklung sind.

1. Neue Gentechnikmethoden tragen nicht zur Pestizidreduktion bei.

In der EU stehen beim Pestizideinsatz Fungizide (Mittel gegen Pilzbefall) mit rund 44% an erster, Herbizide (Unkrautvernichtungsmittel) mit 35% an zweiter und Insektizide (Insektengifte) mit rund 11% an dritter Stelle. Die restlichen 10% verteilen sich auf diverse Anwendungsgebiete wie z.B. Wachstumsregulatoren oder Gifte gegen Schnecken oder Nagetiere. (vgl. [Abbildung 1](#) im Anhang).

Es gibt aktuell keine mittels neuer Gentechnik (NGT) erzeugten Eigenschaften/Sorten in der Entwicklungs-Pipeline, die eine substanzielle Pestizideinsparung erwarten ließen. (vgl. [Abbildung 2](#) im Anhang) Die Quellen dafür sind Übersichtsdarstellungen aus wissenschaftlichen Papers aus den Jahren 2019², 2020³ und 2022⁴ sowie eine Studie der Europäischen Kommission von 2021⁵.

Für die Einsparung von Fungiziden sind vor allem Resistenzen gegen Pilzkrankheiten relevant: Doch von den neun weltweit in der Entwicklung befindlichen pilzresistenten Eigenschaften durch neue Gentechnikmethoden sind nur vier in Europa ansatzweise relevant. Das sind:

- bei (Sommer-)Weizen: **Resistenz gegen Mehltau**; (nur 1% der EU-Anbaufläche)
- bei Raps/Rübsen/Rapssamen: **Resistenz gegen Sclerotinia** (ist nur eine von mehreren Krankheiten, die beim Raps gleichzeitig auftauchen; wird in Europa häufig nicht mit Fungiziden behandelt, denn sie wird v.a. durch mangelnde Fruchtfolge, schlechte Bodengesundheit und Überdüngung verursacht)
- für Reben: **Resistenz gegen Botrytis** (macht nur 2 von ca. 10-18 Fungizidanwendungen bei Reben aus; eine Umstellung auf eine ausschließlich Botrytis-resistente Sorte bei Dauerkulturen ist wirtschaftlich nicht sinnvoll/ zu teuer)
- bei Mais: **Resistenz gegen die Kraut- und Knollenfäule** (ist bislang kein europäisches Problem, sondern tritt in den USA nur wegen mangelnder Fruchtfolgen auf)

Fast alle dieser Anwendungen haben kaum Pestizideinsparpotenzial. Und sie befinden sich alle in einem frühen Entwicklungsstadium. Sie sind noch weit von einer Kommerzialisierung entfernt – wenn die überhaupt kommt.

Zur Verringerung des Einsatzes von Herbiziden gibt es keinen neuen Ansatz durch neue Gentechnik. Gegen Unkräuter wird auch mit der neuen Gentechnik auf den Mechanismus der Herbizidresistenz gesetzt, der bereits mit alten Gentechnikverfahren hergestellt werden konnte.

Auch zur Abwehr von Fraß durch Milben, Spinnen und Insekten sind laut oben genannten Reviews keine Pflanzen mit Eigenschaften aus neuer Gentechnik in der Pipeline oder auf dem Markt. Pflanzen, die gegen bestimmte Viren oder Bakterien resistent sind, könnten theoretisch dazu führen, dass Spritzungen gegen Insekten, die diese Krankheiten verbreiten, vermieden werden können. Allerdings sind diese Insekten (z.B. Blattläuse) meist selbst Schädlinge und würden in der Praxis auch in virusresistenten Beständen bekämpft werden.

Ein Blick in die aktuell verfügbaren Daten zeigt also: Die mit neuer Gentechnik in der Entwicklung befindlichen Eigenschaften und Sorten bergen kein Pestizid-Einsparpotenzial. Die wenigen aktuell anvisierten Kombinationen von Kulturpflanzen und Krankheitserregern sind in Europa keine großen "Pestizidverbraucher" (das sind vor allem Getreidesorten). Die Sorten in der Pipeline haben in der EU nur einen geringen Anteil an der Anbaufläche (z.B. Gurke, Tomate, Sommerweizen, Zitrusfrüchte) und/oder der Krankheitserreger – zum Beispiel Viren und Bakterien – sind nicht die Ursache für den Pestizideinsatz in dieser Kultur (vgl. [Abbildung 3](#) im Anhang). Viren und Bakterien werden in der Regel nicht mit Pestiziden bekämpft. Bei Herbiziden und Insektiziden gibt es nicht einmal einen Ansatz zur Reduktion von Pestiziden durch neue Gentechnik.

INFOKASTEN

Beispiel für genetische Uniformität und deren Gefahren bei Cavendish-Bananen

Die Cavendish ist die – wegen seiner Resistenz gegen die Pilzkrankheit namens „Panama-Krankheit“ weltweit am meisten angebaute und verkaufte Bananensorte. Sie dominiert mit mehr als 95% den globalen Bananenhandel. Dabei sind – ähnlich wie bei Weinreben, Äpfeln und Zitruspflanzen – alle Abkommen Klone der Mutter – also genetisch identisch.

Der Anbau dieser Kulturen bedeutet also die krasseste Form der – auch ansonsten schon krankheitsanfälligen – Monokultur: Es reicht ein Erreger, um alle Pflanzen zu vernichten. So auch im Fall der Panama-Krankheit, welche den Bestand der Cavendish in vielen Ländern bedroht. Die Tropical Race 4 (TR4) der Panama-Krankheit ist die vierte Mutation dieser Pilzinfektion, die schon in ihrer ersten Version (TR 1) den Vorgänger der Cavendish weltweit auslöschte. Denn es gibt kein Mittel dagegen. Gegen Fungizide ist der Pilz resistent. Gegen weitere Pilze helfen nur Unmengen von Pestiziden.

In den vergangenen Jahren hat sich auch TR4 weltweit ausgebreitet. Anstatt das Übel an der Wurzel zu packen und eine größere Vielfalt an Bananen anzubauen zieht sich der Teufelskreis bis heute weiter: Die Cavendish steht absehbar vor dem Aussterben. Die Industrie setzt auf den weiterentwickelte Cavendish-Clon „Giant Cavendish“ als Lösung.^{6/7}

2. Sorten mit Eigenschaften aus neuen Gentechniken führen zu einem höheren Pestizidverbrauch.

a) Herbizidresistenzen

Pflanzen, die Herbizide aushalten, gehören zu den wichtigsten mit neuer Gentechnik erzeugten Eigenschaften, die bereits auf dem Markt sind oder absehbar Marktreife erreichen ([Abbildung 4](#) und [Abbildung 5](#) im Anhang). Herbizidtoleranzen (z.B. gegenüber Glyphosat) konnte bereits mit den alten gentechnischen Verfahren hergestellt werden. Solche Sorten werden seit Jahrzehnten kommerziell vertrieben. Die Erfahrungen mit dem Anbau herbizidresistenter Sorten in anderen Ländern, z.B. in den USA oder Argentinien zeigen, dass entgegen der Versprechen von Industrie und Wissenschaft der Herbizideinsatz durch herbizidresistente Sorten nicht gesenkt wurde, sondern im Gegenteil der Verbrauch drastisch stieg.^{8/9/10/11} (Siehe auch [Abbildung 6](#) & [Abbildung 7](#) im Anhang).

Das liegt unter anderem am vermehrten Wachstum von herbizid-resistenten „Super-Unkräutern“ wie Palmer Amaranth¹² ([Abbildung 8](#) im Anhang).

Herbizidtolerante Pflanzen bisher nicht Teil des neuen EU-Kommissionsvorschlags zur Deregulierung der Gentechnik.

b) Mangelnde Vielfalt

Die größte Ursache des hohen Pestizideinsatzes in Europa ist die mangelnde Vielfalt auf dem Feld. Die konkreten Ursachen für starken Schädlings- und Krankheitsdruck sind: mangelnde genetische Vielfalt auf zu großen Feldern bei zu kurzen Anbauperioden (d.h. mangelnden Fruchtfolgen) bei einem zu hohen Nährstoffeintrag (Überdüngung) und dadurch abnehmender Bodenfruchtbarkeit. Eine Zusammenstellung ([Abbildung 9](#) im Anhang) aus dem Leitfaden ‚Integrierter Pflanzenschutz‘ des Deutschen Bauernverbandes¹³ zeigt: Fast alle wichtigen Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten im Getreideanbau in Deutschland können durch eine breitere und vielfältigere Fruchtfolge verhindert werden. Das bedeutet nichts Anderes, als mehr Zeit zwischen dem Anbau ähnlicher/ der gleichen Getreidesorten zu lassen und eine größere Vielfalt an Kulturen anzubauen. Das würde die Pflanzen sogar gegen mehrere Faktoren gleichzeitig – darunter auch Klimastress – widerstandsfähig machen.¹⁴

Sollten nun tatsächlich gentechnisch veränderte Pflanzen auf den Markt kommen, die einen wirklichen Vorteil auf dem Feld bringen, ergeben sich daraus Anreize, die die Vielfalt klein halten:

- Wenige Sorten mit wenigen Eigenschaften könnten sich auf dem Markt stark durchsetzen, wenn sie einen wirklichen Vorteil bringen. Verstärkt wird das in der Praxis dadurch, dass die Firmen, denen ein Durchbruch gelingt, diese Sorten und ihre Herstellungsmethoden patentieren. Die Folge wäre eine geringere Sortenvielfalt.
- Sorten, die einen echten Vorteil im Anbau bringen, setzen einen Anreiz, mehr davon anzubauen. Die Folge wäre eine Ausweitung und Intensivierung des Anbaus auf Kosten der Fruchtfolge. Geringere Vielfalt fördert jedoch das Auftreten von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern und erhöht so den Bedarf, Pestizide einzusetzen. Wenn es sich bei dem Vorteil einer neuen Pflanze um eine genetische Resistenz handelt, beschleunigt ein intensiver Anbau die Anpassung der Schädlinge und Krankheiten und damit den Durchbruch der Resistenz.

Für diesen Effekt gibt es viele Beispiele aus der konventionellen Züchtung und den alten Gentechnikmethoden. Gentechnisch veränderte Pflanzen, die selbst bakterielle Insektengifte produzieren (sogenannte BT-Toxine), versprachen in den 1990ern eine Reduktion des Einsatzes von chemischen Insektiziden. Anfangs konnte dieses Versprechen sogar eingehalten werden. Doch die steigende Anzahl von resistenten Schädlingen stellt diese Erfolge in Frage.¹⁵ Ein besonders krasses Beispiel für Probleme durch mangelnde genetische Vielfalt ist auch der weltweite Anbau der Cavendish-Bananen (siehe [Infokasten](#) auf Seite 2).

REFERENZEN

- ¹ **Remarks by EVP Timmermanns at the Committee on Environment, Public Health and Food Safety in the European Parliament. 22.05.2023:** https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_23_2875
- ² **Modrzejewski D, Hartung F, Sprink T, Krause D, Kohl C, & Wilhelm R (2019):** What is the available evidence for the range of applications of genome-editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off-target effects: a systematic map. *Environmental Evidence* 8:27. <https://doi.org/10.1186/s13750-019-0171-5/>
- ³ **Menz J, Modrzejewski D, Hartung F, Wilhelm R, Sprink T. (2020):** Genome Edited Crops Touch the Market: A View in the Global Development and Regulatory Environment. *Front. Plant Sci.*, 09 October 2020 *Sec. Plant Biotechnology*; Volume 11 - 2020 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.586027>
- ⁴ **Touzdjian Pinheiro Kohlrausch Távora F, de Assis Dos Santos Diniz F, de Moraes Rêgo-Machado C, Chagas Freitas N, Barbosa Monteiro Arraes F, Chumbinho de Andrade E, Furtado LL, Osiro KO, Lima de Sousa N, Cardoso TB, Márcia Mertz Henning L, Abrão de Oliveira Molinari P, Feingold SE, Hunter WB, Fátima Grossi de Sá M, Kobayashi AK, Lima Nepomuceno A, Santiago TR, Correa Molinari HB. (2022):** CRISPR/Cas- and Topical RNAi-Based Technologies for Crop Management and Improvement: Reviewing the Risk Assessment and Challenges Towards a More Sustainable Agriculture. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022 Jun 28;10:913728. doi: 10.3389/fbioe.2022.913728. PMID: 35837551; PMCID: PMC9274005.
- ⁵ **EC (2021):** Study on the status of new genomic techniques under Union law and in light of the Court of Justice ruling in Case C528/16 EN. SWD(2021) 92 final. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. European Commission (EC) / **JRC-Bericht (2021):** Parisi, C. and Rodriguez Cerezo, E., Current and future market applications of new genomic techniques, EUR 30589 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-30206-3, doi:10.2760/02472, JRC123830.JRC123830.
- ⁶ **Spiegel (16.11.2016):** Wahnbaeck, C. Trotz Killer Pilz. Warum gibt es immer noch Bananen? In: <https://spiegel.de/wissenschaft/natur/bananen-sind-sie-wirklich-vom-aussterben-bedroht-a-1120371.html>
- ⁷ **Marquardt S (2001):** Green Havoc. Panama Disease, Environmental Change, and Labor Process in the Central American Banana Industry. *The American Historical Review*, Vol. 106, No. 1 (Feb., 2001), pp. 49-80 <https://doi.org/10.2307/2652224>. <https://www.jstor.org/stable/2652224>
- ⁸ “Intensification of agriculture, no-tillage, glyphosate resistant crops, and herbicide resistant weeds were the most important drivers of herbicide use changes in SA.” In: **Merotto Jr, Aldo; Gazziero, Dionisio L. P.; Oliveira, Maxwell C.; Scursioni, Julio; Garcia, Milton Alejandro; Figueroa, Rodrigo; Turra, Guilherme M. (2022):** Herbicide use history and perspective in South America. *Adv Weed Sci*, v. 40, n. spe1, e020220050, <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022:40:seventy-five010>
- ⁹ „Seit Argentinien in den 1990er Jahren den Anbau von GenSaatgut zugelassen hat, hat sich der Einsatz von Herbiziden mehr als verzehnfacht“ [...] „Heute sind etwa 17 Millionen Hektar mit Soja bepflanzt – das ist mehr als die gesamte Ackerfläche in Deutschland. Während die Äcker der EU weitgehend frei von gentechnisch veränderten Pflanzen sind, gehört Argentinien zu den Ländern der Welt, die am meisten Gen-Pflanzen anbauen“ [...] „Argentinien ist heute das Land der Welt mit dem höchsten Glyphosat Verbrauch pro Einwohner.“ In: **Neues Deutschland (06.05.2023):** Boddenberg S. Ein Experimentierfeld transnationaler Konzerne.
- ¹⁰ „Globally, glyphosate use has risen almost 15-fold since so-called “Roundup Ready,” genetically engineered glyphosate-tolerant crops were introduced in 1996.” In: **Benbrook, C.M. (2016):** Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ Sci Eur* 28, 3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- ¹¹ “By 2011, according to the Department of Agriculture’s Economic Research Service, about 94 percent of all soybean acres in the United States were planted with seeds engineered to resist herbicides. Cotton and corn followed similar trajectories. Between 1990 and 2014, the volume of U.S. glyphosate use increased more than 30-fold.” In: **New York Times (2021):** Attack of the Superweeds. <https://www.nytimes.com/2021/08/18/magazine/superweeds-monsanto.html>
- ¹² **New York Times (2021):** Attack of the Superweeds. <https://www.nytimes.com/2021/08/18/magazine/superweeds-monsanto.html>
- ¹³ **DBV (2021):** Leitlinie zum Integrierten Pflanzenschutz im Getreidebau. Deutscher Bauernverband (DBV)
- ¹⁴ Vgl. Z.B. **Foodwatch (2022):** Locked in Pesticides. p. 59ff: https://www.foodwatch.org/fileadmin/-INT/pesticides/2022-06-30_Pesticides_Report_foodwatch.pdf
- ¹⁵ **Tabashnik, Bruce T. et al (2023):** The First 25 Years, *Journal of Economic Entomology*, Volume 116, Issue 2, Pages 297 – 309, <https://doi.org/10.1093/jee/toac183>

Abbildung 1: Pestizidverbrauch in der EU-27 nach Art im Jahr 2020

Quelle: (Screenshot aus) Foodwatch (2023): Neumeister, L. Neue Gentechnik. Ein riskantes Vorhaben, das von echten nachhaltigen Lösungen ablenkt.

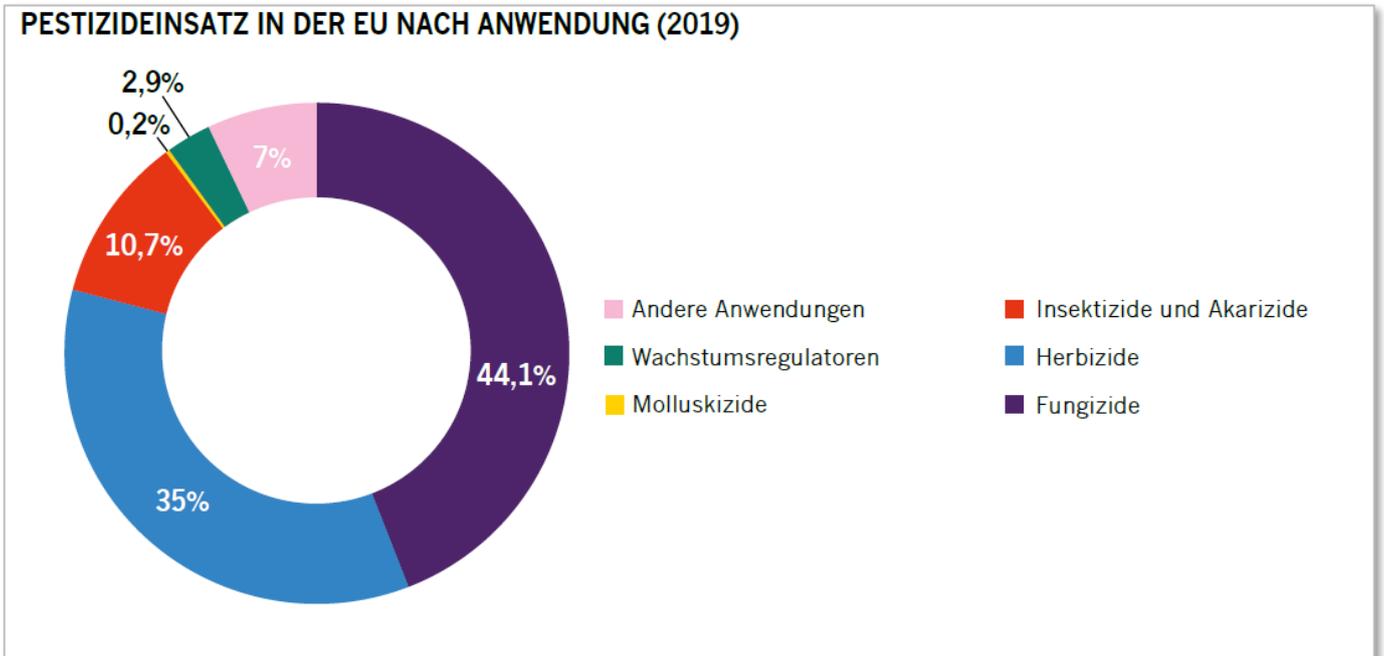
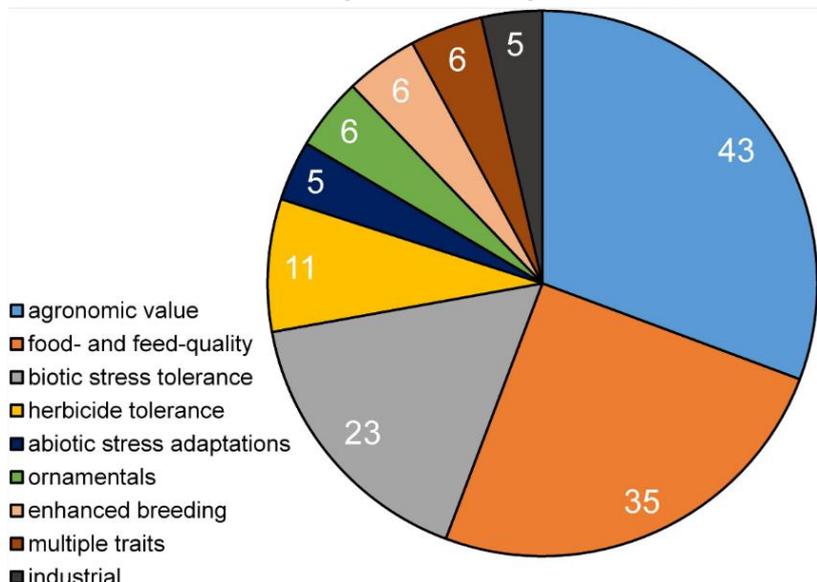


Abbildung 2: Verteilung von Eigenschaften durch Genome Editing nach Anwendung

Quelle: Screenshot aus: Menz J, Modrzejewski D, Hartung F, Wilhelm R, Sprink T. (2020): Genome Edited Crops Touch the Market: A View in the Global Development and Regulatory Environment. Front. Plant Sci., 09 October 2020 Sec. Plant Biotechnology; Volume 11 - 2020 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.586027>

FIGURE 3. Distribution of genome editing traits by applications.

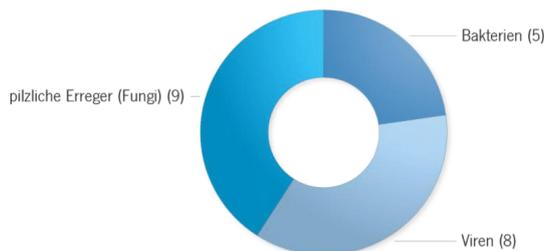
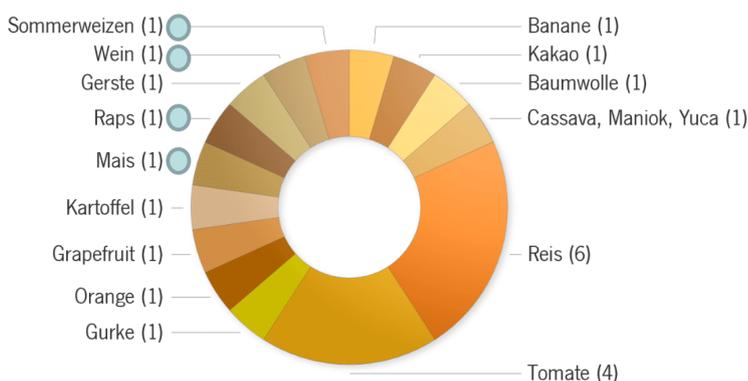


Link zur Abbildung:

https://www.frontiersin.org/files/Articles/586027/fpls-11-586027-HTML/image_m/fpls-11-586027-g003.jpg

Aufschlüsselung der in Entwicklung befindlichen Eigenschaften der obigen Kategorie „biotic stress tolerance“ nach Pflanzensorte (links) und Art der Resistenz (rechts) durch Lars Neumeister für Foodwatch auf Basis der oben aufgeführten Publikation von Menz et al. (2020):

Bekannte NGTs in der Pipeline



Bakterien und Viren können in der Regel nicht mit Pestiziden kontrolliert werden.*

Potenzielle pilzresistente, größerflächige EU-Kulturen:

Weizen & Mehltau-Resistenz
Raps & Sclerotinia-Resistenz
Wein & Botrytis-Resistenz
Mais & Resistenz gegen „Nordische Krautfäule“

*In einigen Fällen werden Überträger (Blattläuse, Schildläuse, Zikaden) mit Pestiziden kontrolliert.

Eigene Abbildungen basierend auf: Menz et al. (2020): Genome Edited Crops Touch the Market: A View on the Global Development and Regulatory Environment. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.586027/full>

foodwatch

Abbildung 3: Forschungsvorhaben mit neuen Gentechnikverfahren zur Erzeugung verstärkter Resistenzen gegen biotischen Stress

Quelle: (Screenshot aus) **Foodwatch (2023):** Neumeister, L. Neue Gentechnik. Ein riskantes Vorhaben, das von echten nachhaltigen Lösungen ablenkt.

Lars Neumeister hat in seiner Veröffentlichung von Foodwatch anhand der Daten von Modrzejewski et al. (2019)¹ eine Liste von Forschungsvorhaben mit neuen Gentechnikverfahren zur Erzeugung verstärkter Resistenzen gegen biotischen Stress zusammengestellt, die zeigt, wie gering das EU-Pestizidreduktionspotenzial mit diesen Eigenschaften ist.

ERNTE	LAND	EIGENSCHAFT	RESISTENZ GEGEN KRANKHEITSERREGER, IMMUNITÄT ZU:	EU-PESTIZIDREDUKTIONSPOTENZIAL
Kakao	USA	FR	Phytophthora tropicalis	Gering, keine EU-Kultur.
Gurke	Israel	VR	Gurken-Vergilbungsvirus (Ipomovirus); Potyviren, Zucchini-mosaikvirus; Papayaring-spotmosaikvirus	Gering, kleine Anbauflächen. Nicht die primären Krankheitserreger, die mit Pestiziden behandelt werden.
Grapefruit	USA	BR	Zitrus-Krebs	Gering, kleine Anbaufläche. Nicht der primäre Erreger, der mit Pestiziden behandelt wird.
Weinrebe	China	FR	Graufäule (Botrytis cinerea)	Gering, kleine Anbaufläche. Nicht der primäre Erreger, der mit Pestiziden behandelt wird.
Mais	USA	FR	Nördliche Krautfäule (NLB)	Kein Pathogen welches in der EU mit Pestiziden bekämpft wird.
Orange	China	BR	Zitrus-Krebs	Gering, kleine Anbaufläche. Nicht die primären Krankheitserreger, die mit Pestiziden behandelt werden.
Reis	USA, Frankreich, China, Philippinen	FR	Reisbrand	Gering, kleine Anbaufläche.
Reis		BR	Bakterienkrankheit	Gering, kleine Anbaufläche.
Reis		FR	Mehltau	Gering, kleine Anbaufläche.
Reis		BR	Krankheitserreger Xoc RS105	Gering, kleine Anbaufläche.
Reis		BR/ FR	Bakterienkrankheit und Reisfäule	Gering, kleine Anbaufläche.
Reis		VR	Tungro Virus	Gering, kleine Anbaufläche.
Tomate	Deutschland, UK	FR	Echter Mehltau	Gering, kleine Anbaufläche.
Tomate	Saudi Arabien	VR	Gelbblatt-Virus (TYLCV)	Gering, kleine Anbaufläche.
Tomate	USA	BR	Verschiedene Krankheitserreger, darunter P. syringae, P. capsici und Xanthomonas spp.	Gering, kleine Anbaufläche.
Sommerweizen	China, USA	FR	Echter Mehltau	Gering, kleine Anbaufläche (<1%).

FR: Pilzresistenz;
 VR: Virusresistenz;
 BR: Widerstandsfähigkeit gegen Bakterien

¹ Modrzejewski D, Hartung F, Sprink T, Krause D, Kohl C, & Wilhelm R (2019): What is the available evidence for the range of applications of genome-editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off-target effects: a systematic map. Environmental Evidence 8:27. <https://doi.org/10.1186/s13750-019-0171-5/>

Abbildung 4: Pflanzen mit Eigenschaften aus neuer Gentechnik nach Kategorie der Eigenschaft und Entwicklungsstufe

Quelle: (Screenshot aus:) **JRC-Bericht (2021):** Parisi, C. and Rodriguez Cerezo, E., Current and future market applications of new genomic techniques, EUR 30589 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-30206-3, doi: 10.2760/02472, JRC123830JRC123830.

Figure 7 shows the NGT-produced plants by trait category and development stage (**Figure 7a**) and by trait category and type of developer (**Figure 7b**). Overall, biotic stress tolerance, modified composition and plant yield and architecture are the main goals in the use of NGTs in plants. Modified composition and herbicide tolerance are the most relevant at the commercial and pre-commercial stages. Private and public/academic developers seem to have a similar focus in terms of trait categories.

Figure 7. Entries in the database for NGT-derived plants by trait category and development stage (**7a**) and by trait category and type of developer (**7b**).

7a. Trait category and development stage

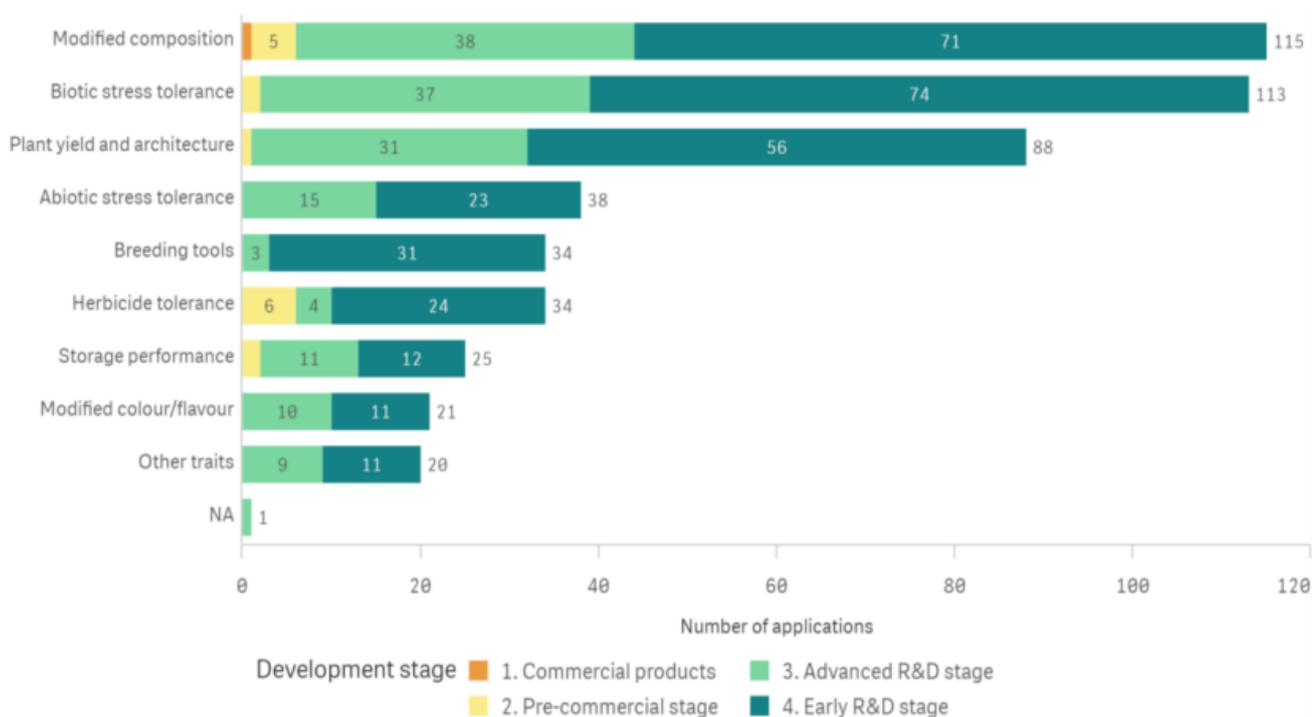


Abbildung 5: Übersicht über die Entwicklung von herbizidtoleranten Pflanzen durch neue Gentechniken

Quelle: (Screenshot aus) Modrzejewski D, Hartung F, Sprink T, Krause D, Kohl C, & Wilhelm R (2019): What is the available evidence for the range of applications of genome-editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off-target effects: a systematic map. Environmental Evidence 8:27.

Table 5 Genome-editing for generating herbicide tolerant plants (1996–May 2018)

Plants	Developer, producer, country	Trait ^a	Specification	Technological specification	References
Canola	Cibus, Canada; Cibus, USA	Herbicide tolerance	–	ODM	[23]
	Bayer BioScience N.V., Belgium				[148]
Cassava	Donald Danforth Plant Science Center, St. Louis, USA	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9 SDN3	[149]
Cotton	Bayer CropScience N.V., Belgium	Herbicide tolerance	–	Mega-nucleases SDN3	[150]
Flax	Cibus, USA	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9 SDN1	[151]
Maize	DuPont Pioneer, USA	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9 SDN1, SDN2, SDN3	[48, 49]
	Dow AgroScience, USA			ZFN SDN3	[99, 152]
	Pioneer Hi-Bred International, USA			ODM	[153, 154]
Potato	Michigan State University, USA	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9, TALENs SDN2	[155]
Rice	Chinese Academy of Sciences, China	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9 SDN2	[156]
	Chinese Academy of Sciences, China; Huazhong Agricultural University, China; University of California San Diego, USA			CRISPR/Cas9 SDN2	[157]
	Zhejiang University, China			TALENs SDN2	[158]
	Tohoku University, Japan			ODM	[159]
	Kobe University, Japan; University of Tsukuba, Japan			BE	[160, 161]
Soybean	DuPont Pioneer, USA	Herbicide tolerance	–	CRISPR/Cas9 SDN2	[163]
				CRISPR/Cas9 SDN3	[164]

^a No detailed breakdown regarding chemical agents

TALENs Transcription Activator-Like Effector Nucleases, CRISPR/Cas9 Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9, ZFN Zinc-Finger Nuclease, ODM Oligo-Directed Mutagenesis, SDN Site directed nucleases, BE base editing

Abbildungen 6 & 7:

Entgegen der Versprechen von Industrie und Wissenschaft stieg bei gentechnisch veränderten, herbizidresistenten (bzw. zusätzlich auch mit einem BT-Insektizid ausgestatteten) Sorten der Herbizideinsatz (Glyphosat) über die Jahre. (Vgl. mit Abbildung 7).

Abbildung 6: Mengen von genutztem Glyphosat pro Ackerkultur in den USA

Quelle: (Screenshot von Website) **US Department of the Interior (2021):** Pesticide National Synthesis Project. Estimated Annual Agricultural Pesticide Use. Abrufbar unter: https://water.usgs.gov/nawqa/pnsp/usage/maps/show_map.php?year=2019&map=GLYPHOSATE&hilo=L

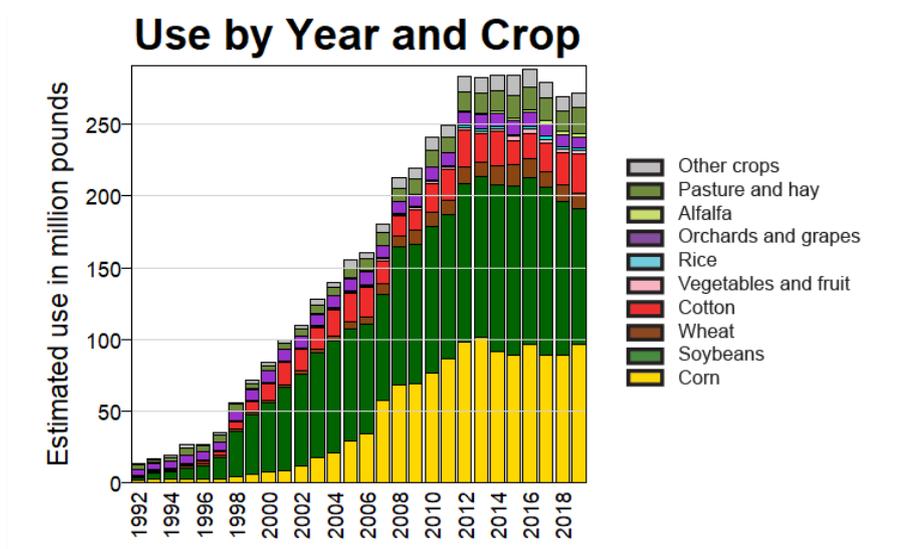


Abbildung 7: Anteil der gentechnisch veränderten, herbizidtoleranten bzw. mit BT-Insektizid ausgestatteten Sorten in den USA am Gesamtanbau nach Eigenschaft (1996 – 2022)

Quelle: (Screenshot von Website) **US Department of Agriculture, Economic Research Service (2022):** Recent Trends in GE Adoption. Abrufbar unter: <https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-u-s/recent-trends-in-ge-adoption/>

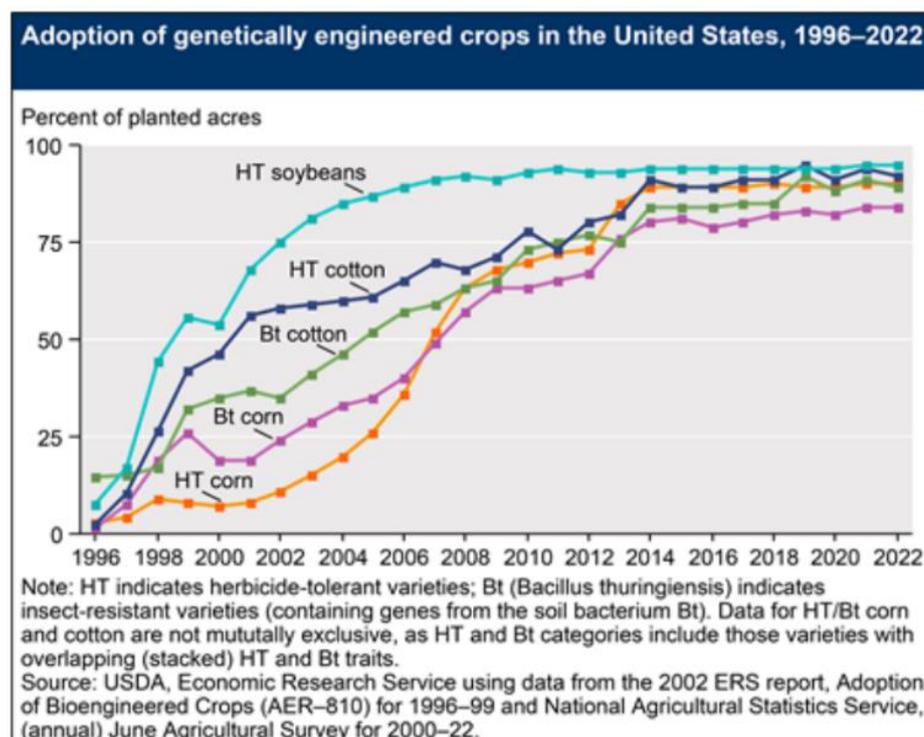


Abbildung 8: Weltweiter Anstieg der Anzahl Glyphosat-resistenter Unkrautarten nach Jahr

Quelle: (Screenshot von) Duke, S.O. (2015), Perspectives on transgenic, herbicide-resistant crops in the United States almost 20 years after introduction. Pest. Manag. Sci., 71: 652-657. <https://doi.org/10.1002/ps.3863><https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.3863>

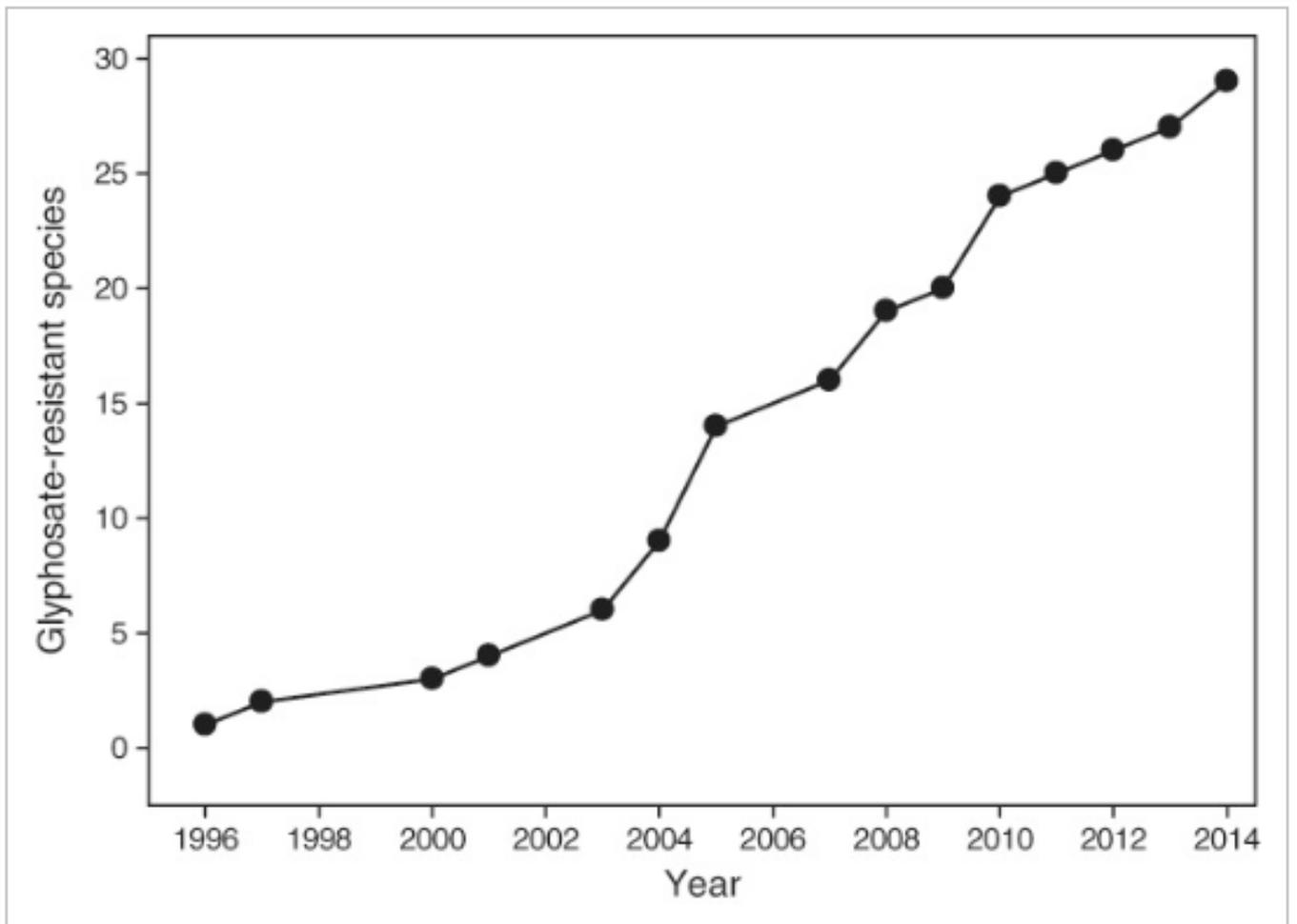


Figure 2

[Open in figure viewer](#)

[PowerPoint](#)

Increase in the global number of different glyphosate-resistant weed species by year (data from Heap26).

“Where GR [*glyphosate-resistant, Anm. Verf.*] weeds have become established, farmers have had to rely on other herbicides or non-herbicide methods to control GR weeds.” [...] “For example, the cotton area in the US state of Georgia that was treated with herbicides other than glyphosate more than doubled between 2000–2005 and 2006–2010 in order to manage GR *Amaranthus palmerii*.” [...] “For those who had the opportunity to use GRCs during what many farmers consider to be the golden age of weed management, the cost of squandering this ‘once-in-a-century’² technology through poor stewardship is painfully clear.”

Abbildung 9: Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten im Getreideanbau in Deutschland und Maßnahmen des Integrierten Pflanzenschutzes zur Vermeidung von Pestizideinsatz

Quelle: (Screenshot von) **Foodwatch (2023):** Neumeister, L. Neue Gentechnik. Ein riskantes Vorhaben, das von echten nachhaltigen Lösungen ablenkt.

Die von Lars Neumeister im Foodwatch Bericht zusammengestellten Daten in dieser Tabelle stammen aus dem ‚Leitfaden Integrierter Pflanzenschutz‘ des Deutschen Bauernverbandes (DBV 2021)². Sie zeigt alle wichtigen Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten im Getreideanbau in Deutschland – sowie einfache Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes, durch die Pestizideinsätze verhindert werden könnten.

SCHÄDLINGE, UNKRAUT, KRANKHEITEN	PRIMÄRE PRÄVENTIVE IPM-LÖSUNG(EN)
Unkraut	Erweiterung der Fruchtfolge, mechanische Unkrautbekämpfung
Blattläuse	Förderung der Artenvielfalt (natürliche Feinde), N-Reduzierung, Bekämpfung von Ausfallgetreide*
Gallmücken (<i>Contarinia tritici</i>, <i>Sitodiplosis mosellana</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Getreideplattkäfer (<i>Oulema lichenis</i>, <i>O. melanopus</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Viren	richtiger Zeitpunkt der Aussaat, feldhygienische Maßnahmen, Bekämpfung von Durchwuchsgetreide
Typhula-Fäule (<i>Typhula incarnata</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Getreidekrankheit (<i>Tapesia yellundae</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Schwarzbeinigkeit (<i>Gaeumannomyces graminis</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Septoria (<i>Septoria tritici</i>)	erweiterte Fruchtfolge
Schimmelpilz (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. tritici)	Bodenbearbeitung, Bekämpfung von Durchwuchs, richtiger Zeitpunkt der Aussaat, N-Reduzierung, geringere Saatkichte
Gelbrost (<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. tritici)	erweiterte Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Kontrolle von Durchwuchs, richtiger Zeitpunkt der Aussaat, resistente Sorten
Braunrost (<i>Puccinia spec.</i>)	erweiterte Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Kontrolle von Durchwuchs, richtiger Zeitpunkt der Aussaat, resistente Sorten
Pyrenophora tritici-repentis; Drechslera tritici-repentis	Erweiterung der Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Bekämpfung von Durchwuchs, resistente Sorten
Rußtau (<i>Alternaria</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp., <i>Epicoccum</i> spp. und andere Arten)	erweiterte Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Kontrolle von Durchwuchs, richtiger Zeitpunkt der Aussaat, Wahl früher Sorten
Septoria nodorum, Septoria avenae f. sp. triticea B.	Erweiterung der Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Auswahl geeigneter Sorten
Fusarium culmorum, Fusarium graminearum	Erweiterung der Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Auswahl resistenter Sorten
Claviceps purpurea	erweiterte Fruchtfolge

* Ausfallgetreide sind Getreidepflanzen, die aus Samen der letzten Ernte keimen.

² DBV (2021): Leitlinie zum Integrierten Pflanzenschutz im Getreidebau. Deutscher Bauernverband (DBV): https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/positionen/2021/Leitlinie_Pflanzenschutz/Leitlinie_IPS_Getreidebau_DBV.pdf