



# **NEUE GENTECHNIK - EIN RISKANTES VORHABEN, DAS VON ECHTEN NACHHALTIGEN LÖSUNGEN ABLENKT**

Fragen und Antworten zum Einsatz von Pestiziden  
und anderen Auswirkungen auf die Landwirtschaft



**Autor**

Lars Neumeister

**Redaktion**

Matthias Wolfschmidt

**Herausgeber**

Jörg Rohwedder  
foodwatch e.V.

Brunnenstraße 181  
10119 Berlin, Germany  
Tel. +49 (0) 30 / 24 04 76 - 0  
Fax +49 (0) 30 / 24 04 76 - 26

**E-mail** [info@foodwatch.org](mailto:info@foodwatch.org)

**www.foodwatch.org**

**Bankkonto für Spenden**

foodwatch e. V.  
GLS Gemeinschaftsbank  
IBAN DE 5043 0609 6701 0424 6400  
BIC GENO DEM 1 GLS

**Design**

Tina Westiner

**Datum der Veröffentlichung**

Mai 2023 (deutsche Version)



# INHALT

<b>WARUM IST DAS THEMA WICHTIG?</b>	<b>4</b>
<b>HINTERGRUND</b>	<b>4</b>
<b>1. Können durch die Neue Gentechnik Pflanzenschutzprobleme gelöst werden, die mit vorhandenen Methoden nicht bewältigt werden können?</b>	<b>6</b>
<b>2. Wird Gentechnik die Vielfalt im Anbau erhöhen?</b>	<b>8</b>
<b>3. Wie viel Zeit wird für eine vollständige Umstellung auf krankheitsresistente GV-Pflanzen benötigt und wie viel wird das kosten?</b>	<b>9</b>
<b>4. Wird der Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen zu Enteignung und Entmachtung in der Landwirtschaft führen?</b>	<b>11</b>
<b>5. Wie viel Pestizide können durch den Anbau neuer GV-Pflanzen eingespart werden?</b>	<b>12</b>
<b>6. Würde die Neue Gentechnik das Race to the Bottom beschleunigen?</b>	<b>15</b>
<b>7. Ist es möglich, das gentechnisch erzeugte Resistenzen auf Dauer funktionieren?</b>	
<b>FAZIT</b>	<b>17</b>
<b>QUELLEN</b>	<b>18</b>

## WARUM IST DAS THEMA WICHTIG?

Die Landwirtschaft in der Europäischen Union war bisher weitgehend<sup>1</sup> frei vom Anbau gentechnisch veränderter Organismen (GVO). Neuere Methoden der Gentechnik, die so genannten Neuen Genomischen Techniken (NGT), werden jetzt jedoch als Möglichkeit diskutiert, durch die Entwicklung neuer schädlings- und/oder krankheitsresistenter Sorten oder bestimmter Kulturpflanzen den Einsatz von Pestiziden zu verringern. Immer häufiger ist zu hören, dass gentechnisch veränderte Nutzpflanzen notwendig sind, um die „Farm to Fork“-Ziele bis 2030 zu erreichen. Dies wurde von mehreren Interessengruppen betont (siehe z. B. EC 2022).

## HINTERGRUND

Seit Jahrzehnten wird die Gentechnik als Instrument zur Verringerung des Pestizideinsatzes vorgeschlagen (siehe z. B. Avery 1995)<sup>2</sup>.

Doyle erklärte 1999 Folgendes: *„Die Biotechnologie kann ein Teil der Lösung sein, indem sie die Landwirtschaft produktiver macht und die Verluste vor der Ernte durch Insekten, Pflanzenkrankheiten und Unkraut verringert. Die Verbesserung der Nährstoffqualität, von Grundnahrungsmitteln, sowie die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Nutzpflanzen gegen Trockenheit, Kälte und Salz werden ebenfalls die Produktivität steigern und die menschliche Ernährung verbessern“* (Doyle 1999).

Als jedoch 1996 die ersten gentechnisch veränderten Pflanzen auf den Markt kamen, wurden sie gegen das Herbizid Glyphosat resistent gemacht. Diese Pflanzen können mit dem Unkrautvernichtungsmittel besprüht

werden und werden dabei nicht geschädigt. Das Geschäftsmodell besteht darin, patentiertes, gentechnisch verändertes Saatgut zusammen mit dem/den Pestizid(en)<sup>3</sup> zu verkaufen. Herbizidresistente Pflanzen sind nach wie vor die häufigsten GVOs. Herbizidtolerante Pflanzen sind auch ein Schwerpunkt des Genome Editing (siehe GFS 2021).

Die zweite häufige Veränderung bei GV-Pflanzen: Sie produzieren ihr eigenes Gift. Mais und Baumwolle wurden gentechnisch so verändert, dass sie für die Larven einiger bestimmter Schädlingarten giftig sind. Die Ergebnisse dieser Technologie sind sehr unterschiedlich. Das gentechnisch in Mais und Baumwolle eingebrachte Toxin tötet ausgewählte Schädlingarten, was jedoch bedeutete, dass andere Schädlingarten von der neuen ökologischen Nische und einer (vorübergehenden) Reduzierung der chemischen Bekämpfung profitieren. Ausbrüche neuer Schädlingpopulationen verringerten die Pestizidreduktion durch die toxischen Pflanzen, insbesondere bei Baumwolle (Rui et al. 2015). Natürlich (und vorhersehbar [siehe Doyle 1999]), entwickelten die Schädlinge relativ schnell eine Resistenz gegen das in der Pflanze ständig vorhandene Toxin (Ordosch et al. 2016, Shrestha et al. 2018, Gassmann et al. 2013).

Auch ein weiteres Problem konnte man mit der Gentechnik bisher nicht lösen: Trotz intensiver Forschung sind pilzresistente GV-Pflanzen bisher noch nicht auf den Markt gekommen.

In den letzten Jahrzehnten hat die Gentechnik, wenn sie eingesetzt und angewendet wird, zu einem „Herbizid-Lock-in“ (Desquilbet et al. 2019) und zum Einsatz noch umweltschädlicherer Pestizide geführt (Schulz et al. 2021; Gujar & Peshin 2021).

<sup>1</sup> Spanien und Portugal sind die einzigen Länder mit einer geringen GVO-Produktion.

<sup>2</sup> Siehe z. B. Avery DT (1995): Saving the Planet with Pesticides and Plastic. The Environmental Triumph of High-Yield farming. Hudson Institute

<sup>3</sup> Inzwischen gibt es mehrere Pflanzen, die gegen ein oder mehrere Herbizide, einschließlich Glyphosat, resistent sind.



## ALTE VERSPRECHEN WERDEN WIEDERHOLT

Die heutigen Befürworter:innen neuer genomischer Technologien (NGT) versprechen dasselbe wie die Befürworter:innen transgener GVOs. Tripath et al. (2022): *„Genome Editing hat das Potenzial, den Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden usw. zu reduzieren, die Erträge zu steigern, die Ernährung zu verbessern und klimaresistente Pflanzen zu entwickeln.“*

Neu ist die Methode: Anstatt Gene (Transgene) von einer Spezies auf eine andere zu übertragen, wird beim Genome Editing die DNA von Arten verändert.

Die Technologie ist jedoch nicht so einfach, präzise und zielgerichtet wie angepriesen. Die Wissenschaftler:innen

wissen immer noch sehr wenig über die Wechselwirkungen zwischen der DNA und der Zellfunktion. Ein gezielter DNA-Abschnitt kann an verschiedenen Stellen vorkommen, so dass das Ausschneiden aller Abschnitte oder die Bearbeitung aller Abschnitte zu unvorhergesehenen Auswirkungen führen kann (z. B. Off-Target-Effekte [siehe Modrzejewski et al. 2020 und Sturme et al. 2022]).

Genom-Editing und Genom-Forschung könnten sicherlich dazu beitragen, die Genetik und den Einfluss der DNA-Sequenz auf bestimmte natürliche Effekte zu verstehen, aber die Anwendung von genveränderten Pflanzen in der Landwirtschaft wirft zahlreiche Fragen und Probleme auf.





# 1. KÖNNEN DURCH DIE NEUE GENTECHNIK PFLANZENSCHUTZ-PROBLEME GELÖST WERDEN, DIE MIT VORHANDENEN METHODEN NICHT BEWÄLTIGT WERDEN KÖNNEN?

Wenn er richtig konzipiert ist, kann ein ökologisch basierter, vorbeugender Pflanzenschutz den Einsatz von Pestiziden auf ein striktes Minimum oder sogar auf null reduzieren. Die biologischen Triebkräfte des Pestizideinsatzes sind jedoch folgende: Fehlende Vielfalt auf verschiedenen Ebenen (genetisch, räumlich, biologisch, zeitlich) und Überdüngung. Das müsste zuerst korrigiert werden. Maßnahmen, die geeignet sind, eine höhere Vielfalt zu erreichen, sind in Kapitel 5.1 im foodwatch-Bericht [“Locked-in Pesticides“](#)<sup>4</sup> beschrieben.

Der derzeitige „Pestizid-Lock-in“, der von einem sozio-ökonomischen Wettlauf nach unten (race to the bottom) angetrieben wird, kann nicht technologisch gelöst werden (ibid.). Die Befürworter:innen neuer genomischer Verfahren verkaufen diese Technologie als Innovation und als „Wunderwaffe“ zur Lösung aller Agrarumweltprobleme. Doch Innovation ist nicht gleichbedeutend mit Fortschritt.

In Lösungen mit unbekanntem Ausgang zu investieren, obwohl es machbare Lösungen gibt, zeugt von mangelnder Voraussicht und verstößt gegen das Vorsorgeprinzip.

Neve (2018) schlägt zum Beispiel die gentechnische Veränderung des Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) vor, um das Unkrautproblem zu lösen. Acker-Fuchsschwanz ist nur in engen Getreidefruchtfolgen ein Problem und wurde aufgrund von Herbizidmissbrauch herbizidresistent (Pallutt & Augustin 2022). Daher könnte dieses Unkrautproblem durch eine traditionelle Maßnahme (bessere Fruchtfolge) gelöst werden (siehe Weisberger et al. 2019).

Die folgende Tabelle zeigt die Liste aller wichtigen Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten bei Getreide in Deutschland aus den IPM-Leitlinien (Integrierter Pflanzenschutz; DBV 2021). **Fast alle Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten können durch eine breitere und vielfältigere Fruchtfolge verhindert werden**, was nichts anderes bedeutet, als dass mehr Zeit zwischen ähnlichen/gleichen Getreidesorten eingeräumt wird und eine größere Vielfalt an Kulturen angebaut wird.

<sup>4</sup> Siehe [https://www.foodwatch.org/fileadmin/-/INT/pesticides/2022-06-30/Pesticides\\_Report\\_foodwatch.pdf](https://www.foodwatch.org/fileadmin/-/INT/pesticides/2022-06-30/Pesticides_Report_foodwatch.pdf) (25.01.23)





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

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

Bevor neue Technologien mit unbekanntem Risikopotenzial eingeführt werden, müssen alle anderen Bekämpfungsmöglichkeiten bewertet und unterstützt

werden. Wenn ökologisch basierter, integrierter Pflanzenschutz umgesetzt wird, sind weder Pestizide noch Gentechnik notwendig.



## 2. WIRD DIE NEUE GENTECHNIK DIE VIELFALT IM ANBAU ERHÖHEN?

Genetische Uniformität ist eine der Hauptursachen für den Einsatz von Pestiziden, insbesondere bei geklonten<sup>5</sup> Pflanzen, und stellt eine mögliche Bedrohung für die Ernährungssicherheit dar. Die „große Hungersnot“ in Irland wurde durch die Einschleppung eines neuen Krankheitserregers in ein extrem anfälliges, relativ neues Anbausystem verursacht (wiederholtes Klonen von Kartoffeln, hauptsächlich zwei Sorten, ohne Anbaupausen).

In den vergangenen 60 Jahren wurden die traditionellen, frei abblühenden Sorten bereits weitgehend durch kommerzielle Hohertrags- und Hybridsorten ersetzt (Gmeiner et al. 2018). Jaradat (2013) schätzt, dass im letzten Jahrhundert bis zu 75 % der genetischen Vielfalt beim Weizen verlorengegangen ist. Neue Formen der Züchtung können den Rückgang der genetischen Vielfalt beschleunigen, insbesondere wenn die Gentechnik unter der Kontrolle einiger weniger globaler (Pestizid-)Konzerne steht.

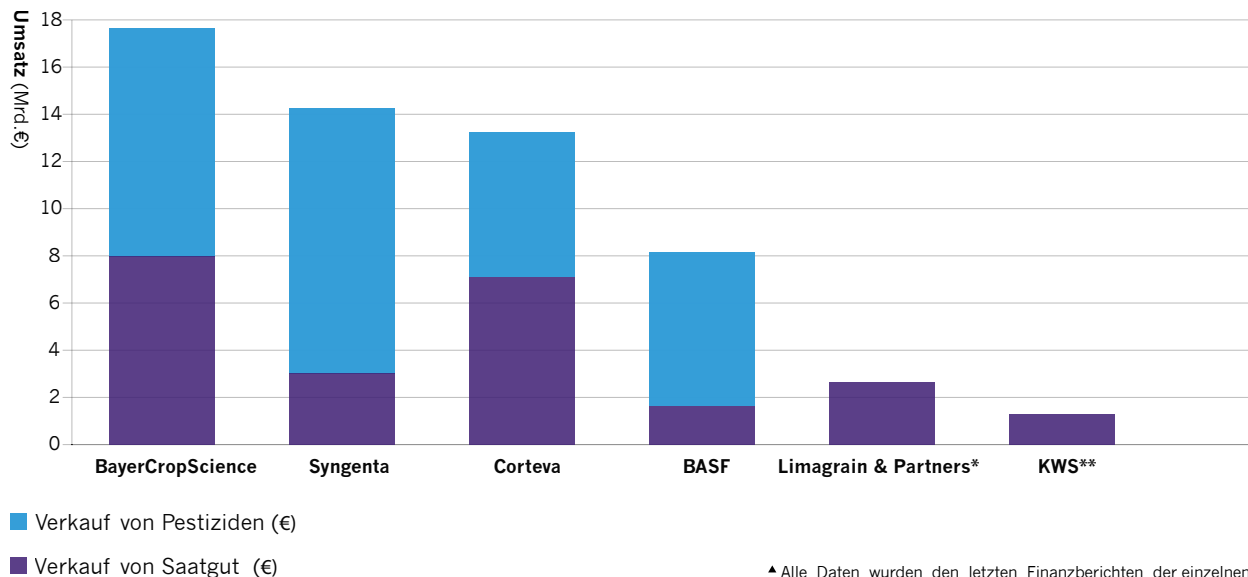
Die folgende Abbildung<sup>6</sup> zeigt den Umsatz der sechs größten Saatgutunternehmen weltweit. Diese Unternehmen haben einen Anteil (nach Wert) von etwa 50 % am weltweiten Saatgutmarkt. Vier dieser Unternehmen sind auch die größten Verkäufer von Pestiziden (nach Wert).

Wie wahrscheinlich ist es, dass diese vier Unternehmen schädlings- und krankheitsresistente Sorten entwickeln und das Pestizidgeschäft aufgeben? Ist es wirklich wahrscheinlich, dass sie eine ausreichende Sortenvielfalt schaffen, um ein widerstandsfähiges, von Pestiziden unabhängiges Anbausystem zu etablieren? Es scheint eher unwahrscheinlich, es sei denn, sie können erfolgreich ein neues Geschäfts- oder Gewinnmodell einführen.

<sup>5</sup> Reproduktion durch vegetative Vermehrung (die meisten Baumfrüchte, Reben, Bananen, Kartoffeln).

<sup>6</sup> Alle Zahlen stammen aus den Geschäftsberichten 2020/2021 der einzelnen Unternehmen. Dollar-Werte (von Syngenta, Corteva) wurden mit einem Kurs von 0,846 in Euro umgerechnet.

Abbildung 1:  
WERT DER VERKÄUFE DER GRÖSSTEN PESTIZID-/SAATGUTUNTERNEHMEN NACH PRODUKTTYP<sup>▲</sup>



\*Gruppenumsatz 2020/21 inkl. einiger nicht-saatgutbezogener Geschäfte | \*\* 2020/2021

<sup>▲</sup> Alle Daten wurden den letzten Finanzberichten der einzelnen Unternehmen entnommen. Die Berichte sind auf der Website der Unternehmen öffentlich zugänglich.



# 3. WIE VIEL ZEIT WIRD FÜR EINE VOLLSTÄNDIGE UMSTELLUNG AUF KRANKHEITSRESISTENTE GV-PFLANZEN BENÖTIGT UND WIE VIEL WIRD DAS KOSTEN?

Nehmen wir das Beispiel eines der pestizidintensivsten Bereiche der Landwirtschaft: den Weinbau. Der Einsatz von Pestiziden in Weinbergen ist besonders hoch<sup>7</sup>. Ein großer Teil der EU-Fungizidmenge wird in Weinbergen eingesetzt. Dies hat historische Gründe und ist ein hervorragendes Beispiel für eine Pfadabhängigkeit. Schwefel- und kupferhaltige Fungizide wurden im 19. Jahrhundert als **DIE** Lösung gegen „Mehltau“<sup>8</sup>, entdeckt, und andere Lösungen (z. B. resistente Sorten<sup>9</sup>) wurden größtenteils aufgegeben. Ein Großteil der zur Bekämpfung von Mehltau eingesetzten Pestizidmenge ist immer noch elementarer Schwefel, aber im konventionellen Weinbau werden auch zahlreiche synthetische Fungizide eingesetzt.

Der Anbau pilzresistenter Rebsorten ist eine nachhaltige Lösung, wenn die genetische Vielfalt und die räumliche Unverbundenheit (Mosaik aus kleinen Sortenblöcken) gewährleistet werden können. Es gibt bereits zahlreiche traditionell gezüchtete pilzresistente Sorten, und bei richtiger Bewirtschaftung wird der Einsatz von Pestiziden weitgehend reduziert (siehe Lenz 2021).

**Die Förderung dieser bestehenden Sorten sollte fortgesetzt werden. Eine Pestizidabgabe könnte die Weinbaubetriebe sicherlich dazu motivieren, von pestizidintensiven Sorten auf die bestehenden robusten Sorten umzusteigen.**

Gentechnisch veränderte, pilzresistente Rebsorten gibt es noch nicht im kommerziellen Maßstab. **Die Befürworter:innen genom-editierter Rebsorten erwarteten im Jahr 2020, dass das erste Glas genetisch editierter Wein 2030 erhältlich sein würde.**<sup>10</sup>

Das bedeutet, dass genom-editierte pilzresistente Reben keine Lösung sind, um die Ziele der Farm-to-Fork-Strategie zu erreichen, die eine 50-prozentige Verringerung des Einsatzes und der Risiken chemischer Pestizide bis 2030 fordert. Selbst wenn es diese pilzresistenten gentechnisch veränderten Sorten schon gäbe, würde eine Umstellung eher Jahrzehnte dauern.

<sup>7</sup> Nach Volumen und Behandlungshäufigkeit.

<sup>8</sup> Bitte beachten: „Mehltau“ ist keine spezifische Art. Es gibt zahlreiche Gattungen in zwei großen taxonomischen Familien: Peronosporaceae und Erysiphaceae.

<sup>9</sup> Bereits im 19. Jahrhundert war bekannt, dass Sorten aus bestimmter Herkunft gegen bestimmte Schädlinge/Krankheiten resistent sind (siehe Lösung für die Reblaus).

<sup>10</sup> <https://euroseeds.eu/app/uploads/2020/06/20.0278.1-Innovation-to-preserve-tradition-fungi-resistant-grape-vine.pdf>

In der EU<sup>11</sup> werden auf 3,2 Millionen Hektar Reben angebaut, und auf jedem Hektar stehen etwa 2500 bis 4000 Pflanzen. Das bedeutet, dass mehrere Milliarden GV-Rebstöcke gepflanzt werden müssten, um eine erhebliche Reduzierung der Pestizide zu erreichen.

Idealerweise sollte eine große Vielfalt an Rebsorten gepflanzt werden, um die Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten und andere unvorhergesehene Risiken zu verringern, z. B. klimatische Risiken oder neue Krankheitserreger. Derzeit sind viele Sorten genetisch eng miteinander verwandt oder sogar genetisch gleich, da es sich häufig um Klone einer somatischen Mutation<sup>12</sup> oder um Inzuchtlinien (z. B. Chardonnay) handelt. Pinot noir, Pinot blanc und Pinot gris sind beispielsweise genetisch nahezu identisch, werden aber aufgrund ihrer Traubenfarbe als drei verschiedene Sorten gezählt, obwohl sie denselben Genotyp haben (siehe z. B. Vezulli et al. 2012).

---

<sup>11</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Vineyards\\_in\\_the\\_EU\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Vineyards_in_the_EU_statistics)

<sup>12</sup> Bei einer somatischen Mutation handelt es sich nicht um eine Mutation in den Samen, sondern im vegetativen Material (z. B. einem Zweig). Aus den Ablegern dieser Zweige entstehen neue Sorten, die jedoch in der Regel die gleiche Genetik wie die ursprüngliche Sorte aufweisen.

Aufgrund der mangelnden Vielfalt kann die Entwicklung und Prüfung wirklich resistenter und genetisch vielfältiger Sorten Jahrzehnte dauern.

Eine andere Frage betrifft die Kosten. In Deutschland kostet die Erneuerung eines Weinbergs etwa €30.000 pro ha. In anderen Ländern mögen die Kosten niedriger sein, aber selbst bei Gesamtanpflanzungskosten von €5 pro Rebstock würde eine 100-prozentige Umstellung auf andere Sorten EU-weit €40 bis €64 Milliarden kosten. Die Weinproduktion und das Einkommen würden in dieser Umstellungszeit drastisch sinken, da jede Rebe nach der Pflanzung etwa drei Jahre braucht, um eine volle Ernte zu erzielen.

Und was passiert, wenn die Erreger die Resistenz anschließend „überlisten“? Oder wenn andere, vielleicht schwerwiegendere Krankheitserreger auftreten? Werden die Gentechnik-Unternehmen über Versicherungssysteme verfügen, die die verlorenen Investitionen decken?





# 4. WIRD DER ANBAU VON GENTECHNISCH VERÄNDERTEN PFLANZEN ZUR ENTEIGNUNG UND ENTMACHTUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT FÜHREN?

Mit dem potenziellen Markteintritt von patentierten gentechnisch veränderten Obst- und Gemüsepflanzen **besteht die Gefahr, dass die Patentinhaber diese Sorten via „Leasing“-Modellen vermarkten und die Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe von Patentfirmen steigt.**

Im kommerziellen Apfelanbau ist es heute üblich, „Clubsorten“ anzubauen. Die geschützten Sorten sind lizenziert und ein Betrieb, der sie anbauen möchte muss sie nach bestimmten Regeln bewirtschaften. Betrieben, die dem „exklusiven Club“ angehören wollen, müssen mit dem Patent-/Markeninhaber einen Vertrag über den Anbau und den Kauf der Früchte abschließen und Lizenzgebühren zahlen<sup>13</sup>. Der Eigentümer der Sorte hat das Recht, Betriebe abzulehnen oder aus dem „Club“ auszuschließen.

Der Vertrag verpflichtet den Betrieb zur Einhaltung bestimmter Qualitätskriterien (Form, Größe, Farbe) und regelt den Bestimmungsort und die Vermarktung des Erzeugnisses. Der Betriebe darf nicht direkt an Verbraucher oder andere Dritte, die nicht in den Vertrag einbezogen sind, verkaufen.

Der Betrieb darf auch keine patentierten Bäume vermehren oder ohne Zustimmung deren Anbaufläche vergrößern. Die Bäume dürfen nur entsprechend dem Vertrag bewirtschaftet werden. Im Grunde ist der Betrieb nicht der Eigentümer des Baumes, sondern „pachtet“ die Bäume. Das Produktionsmodell führt zu Enteignung und Entmachtung. Die Erzeuger:innen haben keine Rechte an der Ernte. Der Patent-/Markeninhaber organisiert die Vermarktung und der Erzeuger hat kaum Einfluss auf den Preis. Er ist lediglich ein Diener des Patent-/Markeninhabers.

**Die Patentierung von Pflanzensorten und/oder Warenzeichen** ist nicht nur ein Problem im Zusammenhang mit gentechnisch veränderten Pflanzen. Es handelt sich um einen allgemeinen Trend. Allerdings, **könnte sich mit dem Genome Editing dieser Trend beschleunigen und noch stärkere Abhängigkeiten schaffen.** Ein aktueller Bericht von Friends of the Earth Europe (FoEE) et al. (2022) zeigt, dass der Pestizidhändler und Saatgutverkäufer Corteva bereits 1430 „NGT-Patente“ angemeldet hat.

Die Autor:innen schlussfolgern: *„Diese verstärkte Nutzung von Patenten in Kombination mit genetischen Veränderungen wird wahrscheinlich zu einem signifikanten Anstieg der Anzahl von Saatgut und Nahrungsmitteln mit Eigenschaften führen, die durch ein Patent abgedeckt sind. Dies schränkt den Zugang zu biologischer Vielfalt für Pflanzenzüchter und Landwirte ein und schafft Rechtsunsicherheiten bei der Verwendung von Saatgut.“*

Weitere Abhängigkeiten ergeben sich bei der Verwendung des Saatguts aus der aktuellen Ernte für die nächste Ernte. Viele Kulturpflanzen werden durch Wind oder Insekten bestäubt. Wenn verschiedene Merkmale von GV-Kulturen in einer bestimmten Nähe zueinander angebaut werden, wird das genetische Material durch Wind und/oder Bestäuber ausgetauscht werden. Die nächste Generation aus diesen fremdbestäubten Samen kann eine Mischung aus unbekanntem und möglicherweise unerwünschten Eigenschaften aufweisen. Dies bedeutet, dass die Erzeuger für jede Saison „sauberes“ Saatgut kaufen müssen.

<sup>13</sup> Siehe: <https://provarmanagement.com/pink-lady/questions-answers/>

# 5. WIE VIEL PESTIZIDE KÖNNEN DURCH DEN ANBAU NEUER GV-PFLANZEN EINGESPART WERDEN?

Die Forschung im Bereich des Genome Editing wird in der Europäischen Union mit öffentlichen Geldern in Millionenhöhe gefördert<sup>14</sup>. Bisher wurden jedoch keine Zahlen über das Potenzial der Pestizidreduktion durch diese Technologien in der Europäischen Union veröffentlicht. Keine der aktuellen Forschungsübersichten (von Modrzejewski et al. 2019; EC 2021; JRC 2021; Touzjian Pinheiro Kohlrausch Távora et al. 2022) veröffentlichte Daten darüber, wie viele Pestizidbehandlungen bei einer bestimmten gentechnisch veränderten Kulturpflanze potenziell eingespart werden könnten.

Nahezu 80 % des Pestizideinsatzes in der EU entfallen auf Herbizide und Fungizide (siehe Abbildung 2). Es gibt derzeit keine gentechnischen Lösungen (oder solche, die sich in der Entwicklung befinden), die diese Anwendungen erheblich reduzieren könnten. Modrzejewski et al. (2019) haben eine Liste von Forschungsarbeiten zum Genome Editing bei Pflanzen

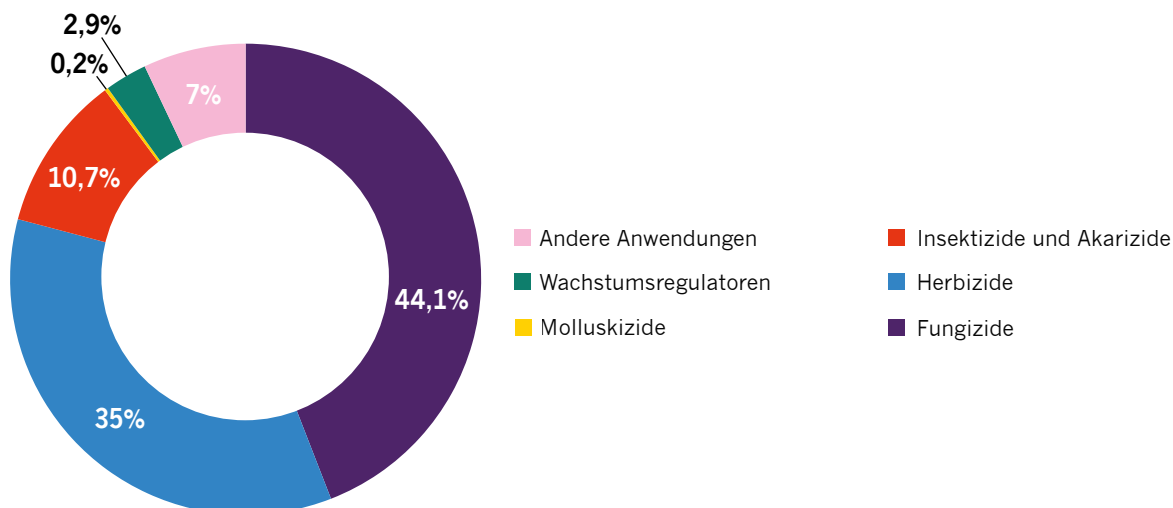
zur Erhöhung der Resistenz gegen biotischen Stress (Krankheitserreger [Pilze, Viren, Bakterien]) zusammengestellt.

Die folgende Tabelle zeigt die Liste der Kulturen und Krankheitserreger aus Modrzejewski et al. (2019) mit einer eigenen Bewertung des EU-Pestizideinsparpotenzials. Die anvisierten Indikationen (die Kulturpflanzen-Pathogen-Kombinationen) sind keine großen „Pestizidverbraucher“ in Europa: Entweder hat die Anbaufläche einen geringen Anteil (Gurke, Tomate, Sommerweizen, Zitrusfrüchte) und/oder der Erreger ist nicht die Hauptursache für den Pestizideinsatz bei dieser Kultur. Viren und Bakterien werden zum Beispiel normalerweise nicht mit Pestiziden bekämpft<sup>15</sup>. Bei Zitrusfrüchten sind die Hauptschädlinge Arthropoden (Milben und Insekten), bei Weinbergen der Mehltau (siehe oben).

<sup>14</sup> <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/meps-demand-eu-funding-for-research-into-gene-editing-surveillance/>

<sup>15</sup> Manchmal werden die Vektoren (oft Blattläuse) mit Insektiziden bekämpft.

Abbildung 2:  
**PESTIZIDEINSATZ IN DER EU NACH ANWENDUNG (2019)**





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

Darüber hinaus **können die meisten Krankheitserreger**, wie z. B. der Mehltau<sup>16</sup> **in dem** von Calyxt für den US-Markt entwickelten **Sommerweizen**<sup>17,18</sup>, **durch einfache agronomische Maßnahmen vermieden werden** (siehe Frage 1). Die Zusammen-

<sup>16</sup> Es sind 172 Genome von *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* bekannt, die sich durch Hybridisierung schnell weiterentwickeln (siehe Sotiropoulos et al. 2022).

<sup>17</sup> <https://calyxt.com/calyxt-launches-u-s-field-trials-with-university-of-minnesota-for-mehltauresistente-Frühjahrsweizen-Sorte/>

<sup>18</sup> In Europa ist Winterweizen der am häufigsten angebaute Weizen.

stellung von Modrzejewski et al. (2019) enthält nicht eine einzige Variante mit Resistenz gegen Arthropoden (Schadinsekten und Spinnmilben). Eine Reduzierung des Einsatzes von Insektiziden/Akariziden durch gentechnisch veränderte Pflanzen ist daher nicht absehbar.

**Wenn es um die Reduzierung von Pestiziden in der Europäischen Union geht, scheint das Potenzial dieser Technologien derzeit nahezu gleich null zu sein.**





## 6. WÜRDE DIE NEUE GENTECHNIK DAS „RACE TO THE BOTTOM“ BESCHLEUNIGEN?

Bislang können die landwirtschaftlichen Betriebe in der Europäischen Union für einige Kulturen höhere Preise erzielen, weil sie als gentechnikfrei zertifiziert sind. Dieser Vorteil würde verloren gehen, wenn gentechnisch veränderte Pflanzen in großem Umfang angebaut werden.

Wie im Kapitel „The race to the bottom“ im foodwatch-Bericht „Locked-in pesticides“ ausführlich beschrieben, haben die meisten Landwirt:innen keine Kontrolle über die Preise, die sie erzielen können. Das heißt, sie müssen entweder die Kosten pro produzierter Einheit senken oder die Menge bei gleichen Kosten erhöhen. Da jedoch alle Landwirt:innen (weltweit) versuchen, dies zu tun, sind die Preise im Allgemeinen gesunken. Das ist der Grund, warum die Landwirtschaft in den meisten Industrieländern hoch subventioniert wird.

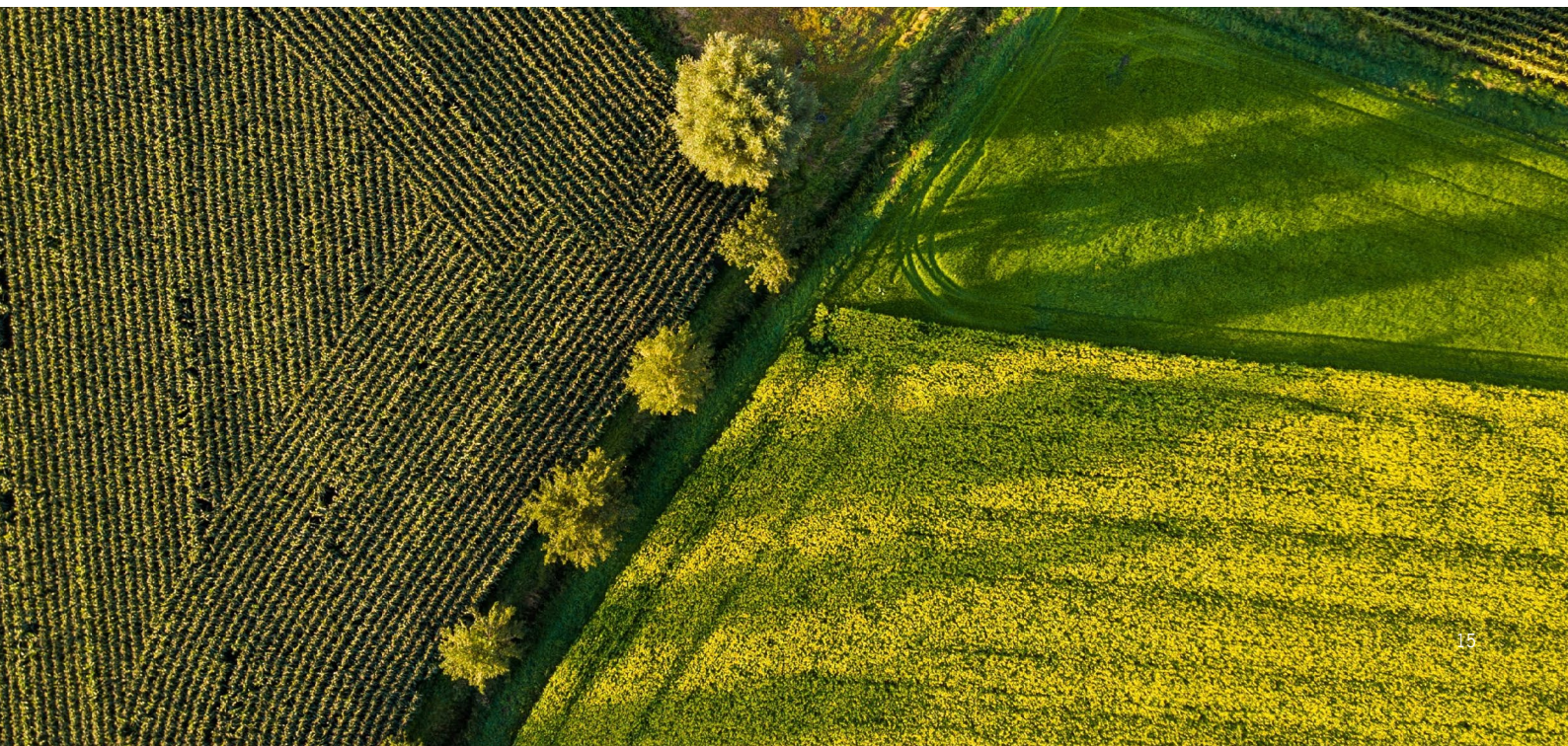
Ein Versprechen der Gentechnik-Befürworter:innen lautet, dass die Landwirt:innen in der EU; die gentechnisch veränderte Pflanzen anbauen, in der Lage sein könnten, zu niedrigen Kosten pro Einheit oder mehr Einheiten zu niedrigeren Kosten zu produzieren,

als ihre Konkurrenz. Wenn aber alle Betriebe gentechnisch veränderte Pflanzen anbauen würden, hätten alle die gleichen Bedingungen. Die Folge wäre ein weiterer Rückgang der landwirtschaftlichen Einkommen (Jordan 2002).

Ein weit verbreiteter Einsatz von GVO in konventionellen Betrieben könnte den ökologischen Landbau gefährden, da gentechnisch verändertes Material durch Wind, Bestäuber oder beim Transport der Ernte verbreitet wird. Bisher hat der ökologische Landbau zu Recht (siehe Wickson et al. 2016<sup>19</sup>) die Verwendung von gentechnisch veränderten Pflanzen abgelehnt und stellt sicher, dass die Erzeugnisse gentechnikfrei sind. Die Zukunft des ökologischen Landbaus könnte gefährdet sein, wenn keine GVO-freien Produkte garantiert werden können.

---

<sup>19</sup> „Solange NPZV [Neue Pflanzenzüchtungstechniken – Anm. von foodwatch] keine empirischen Belege für einen langfristig nachhaltigen Nutzen bieten können und über die gleichen hypothetischen Versprechungen technowissenschaftlicher Lösungen für komplexe politische und sozial-ökologische Probleme hinausgehen, die seit Jahrzehnten uneingelöst aufrechterhalten werden, werden sie keinen Platz im ökologischen Landbau erhalten.“





## 7. IST ES MÖGLICH, DASS GENTECHNISCH ERZEUGTE RESISTENZEN AUF DAUER FUNKTIONIEREN?

Bislang haben Unkräuter, Insekten und Krankheitserreger immer recht schnell neue Populationen gebildet, die das Sprühen von Pestiziden überleben und die Resistenz der Pflanzen überwinden können.

Die Evolution „überlistet“ in der Regel die menschliche Technologie. Selbst wenn es Wissenschaftler:innen gelänge, z. B. eine dauerhaft gegen Kraut- und Knollenfäule resistente Kartoffel zu entwickeln: Wie kann man sicher sein, dass nicht ein anderer Erreger in die offene ökologische Nische eindringt? Schließlich ist eine Monokultur einer gut gedüngten Pflanze eine verfügbare Energiequelle, und es scheint eher unwahrscheinlich, dass kein Schädling und/oder Krankheitserreger versuchen wird, diese Ressource zu nutzen. Nur zu hoffen, dass kein anderer Erreger oder Schädling und/oder Krankheitserreger versuchen wird, diese Ressource zu nutzen, genügt nicht.

**Bevor ein GVO auf den Markt kommen kann, müssen Langzeit-Feldversuche durchgeführt werden.**

Langfristige Tests sind auch deshalb erforderlich, weil:

*„Züchtung allein führt zu nichts. Die Züchtung muss Hand in Hand mit der Erforschung der Umwelt gehen, für die wir züchten. Ein Anbaumfeld unterscheidet sich von Region zu Region, [die] unterschiedliche Böden mit unterschiedlicher Wasserspeicherkapazität und Klimazonen [haben], die wärmer oder kühler, feuchter oder trockener sein können. Wir müssen auch berücksichtigen, dass sich das Klima verändert. (...)“ Asseng (2022).<sup>20</sup>*

<sup>20</sup> <https://www.foodnavigator.com/Article/2022/08/18/Meet-the-scientists-unlocking-the-genetic-potential-of-wheat-to-boost-global-food-security>





## FAZIT

**Neue Genomische Technologien (NGT) scheinen bezüglich der Pestizidreduktion bisher nur ein leeres Versprechen zu sein.**

**Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen, die für die Erreichung der „Farm-to-Fork“-Ziele geeignet sind, sind nicht verfügbar. Es scheint, als ob sie auch in den nächsten 10–15 Jahren nicht verfügbar sein werden. Im Gegensatz zu dem, was die Befürworter:innen behaupten, sollten unter den gegenwärtigen Umständen Pflanzen, die mit Hilfe von NGT erzeugt werden, als Hochrisikotechnologie betrachtet werden, da sie eine Reihe von Risiken bergen, die im Folgenden beschrieben werden:**

- Großkonzerne werden NGT nutzen, um Saatgut über Patente/Sortenschutz zu kontrollieren und die landwirtschaftlichen Betriebe zu 100 % von den Unternehmen abhängig zu machen;
- NGT unter der Kontrolle dieser Unternehmen können zu einer höheren genetischen Uniformität führen, die einen höheren Pestizideinsatz zur Folge hat – ein Geschäftsmodell, das Unternehmen wie BayerCropScience, Corteva, Syngenta und BASF, die Saatgut und Pestizide verkaufen, zugutekäme;
- Geringe Diversität ist eine echte Bedrohung für die Lebensmittelsicherheit, da das Risiko, dass biotische oder abiotische Stressfaktoren einen Totalverlust verursachen, in Monokulturen höher ist.

Eine große Vielfalt und lokal angepasste, robuste Sorten sind erforderlich, um die Auswirkungen des Klimawandels und invasiver Arten zu bewältigen.

**Die grundsätzliche Frage ist, ob sich die Gesellschaft auf neue, risikoreiche Technologien verlassen will, um Krisen zu lösen, die durch vom Menschen geschaffene Technologien verursacht wurden. Wollen wir die Landwirt:innen zwingen, sich weiter von denselben oder ähnlichen Interessengruppen, die die Pestizide kontrollieren, einschränken zu lassen, obwohl es für die meisten Schädlings- und Krankheitsprobleme bereits technische Lösungen mit geringem Risiko gibt?**

Jahrzehntlang haben die Pestizid- und Biotechnologiekonzerne ihre wirtschaftliche Macht genutzt, um der Öffentlichkeit und den Entscheidungsträgern ein positives Narrativ über neue Technologien in der Landwirtschaft aufzudrängen. Wie bei der „alten“ Gentechnik oder bei synthetischen Pestiziden haben sie utopische Narrative geschaffen und versucht, ihre Macht zu nutzen, technologische Lock-ins mit einem hohen Grad an Abhängigkeit für die Landwirt:innen zu schaffen (Clapp & Ruder 2020). Zu glauben, dass die „Neue Gentechnik“ eine Ausnahme sein wird, ist mehr als naiv.

## QUELLEN

- Avery DT (1995): Saving the Planet with Pesticides and Plastic. The Environmental Triumph of High-Yield Farming. Hudson Institut.
- Clapp J & Ruder SL (2020): Precision Technologies for Agriculture: Digital Farming, Gene-Edited Crops, and the Politics of Sustainability. *Global Environmental Politics* 20:3 [https://doi.org/10.1162/glep\\_a\\_00566](https://doi.org/10.1162/glep_a_00566).
- DBV (2021): Leitlinie zum Integrierten Pflanzenschutz im Getreidebau. Deutscher Bauernverband (DBV).
- Desquilbet M, Bullock DS & D’Arcangelo FM (2019): A discussion of the market and policy failures associated with the adoption of herbicide-tolerant crops. *International Journal of Agricultural Sustainability* 17 (5): 326-337 <https://doi.org/10.1080/14735903.2019.1655191>.
- Doyle E (1999): Environmental benefits and sustainable agriculture through biotechnology. Executive Summary of the Ceres Forum at Georgetown University; 10–11 November; Washington, DC.
- 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).
- FoE Europe et al. (2022): Exposed. How biotech giants use patents and new GMOs to control the future of food. Published by GLOBAL 2000 – Friends of the Earth Austria, Friends of the Earth Europe, Corporate Europe Observatory (CEO), Arche Noah, IG Saatgut – Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit and Arbeiterkammer Wien. October 2022.
- Gassmann AJ; Petzold-Maxwell JL, Clifton EH; Dunbar MW, Hoffmann AM, Ingber DA & Keweshan RS (2013): Field-evolved resistance by western corn rootworm to multiple *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic maize. *PNAS* 111 (14) 5141–5146 <https://doi.org/10.1073/pnas.1317179111>.
- Gmeiner N, Kliem L, Ficiciyan A, Sievers-Glotzbach S & Tschersich J (2018): Gemeingüterbasierte rechte an saatgut und sorten als treiber für eine sozial-ökologische transformation des pflanzenbaus. In Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), *Treffpunkt Biologische Vielfalt, Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über Die Biologische Vielfalt* (Bonn: BfN Skripten), 487. [https://www.ioew.de/publikation/gemeingueterbasierte\\_rechte\\_an\\_saatgut\\_und\\_sorten\\_als\\_treiber\\_fuer\\_eine\\_sozial\\_oekologische\\_transfo](https://www.ioew.de/publikation/gemeingueterbasierte_rechte_an_saatgut_und_sorten_als_treiber_fuer_eine_sozial_oekologische_transfo)
- Gujar GT & Peshin R (2021): INDIAN PERSPECTIVE: SUSTAINABILITY OF BT COTTON IS A MATTER OF CONCERN NOW! *Front. Agr. Sci. Eng.* <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021415>.
- Jaradat A (2013): Wheat landraces: a mini review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* (25) 1: 20–29. doi: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i1.15376>. Accessed 10 Oct. 2022.
- Jordan CF (2002): Genetic Engineering, the Farm Crisis, and World Hunger, *BioScience* 52 (6): 523–529, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0523:GETFCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0523:GETFCA]2.0.CO;2)
- Lenz R (2020): Erfolgsmodelle ohne Pestizide III. Ein Gespräch mit Robert Lenz. In: *Das Gift und wir: Wie der Tod über die Äcker kam und wie wir das Leben zurückbringen können*. Forster M und Schürmann Ch (Hrsg.). Westend Verlag. Frankfurt/Main.
- Modrzejewski D, Hartung F, Lehnert H, Sprink T, Kohl C, Keilwagen J & Wilhelm R (2020): Which Factors Affect the Occurrence of Off-Target Effects Caused by the Use of CRISPR/Cas: A Systematic Review in Plants. *Front. Plant Sci.* 11. 10.3389/FPLS.2020.574959
- 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>
- Neve P (2018): Gene Drive Systems: Do They have a Place in Agricultural Weed Management? *Pest Management Science* 74: 2671–2679.
- Ordosch D, Nareem R & Szczepanec A (2016): Effectiveness of Bt Maize against Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) and Species Composition in South Dakota Ten Years Following the Introduction of Transgenic Maize. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 32(1); 59-70 <https://doi.org/10.3954/1523-5475-32.1.59>
- Pallutt B & Augustin B (2022): Einfluss der Fruchtfolge auf die Verunkrautung. Influence of crop rotation on weed infestation 30. *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung*, 22. – 24. Februar 2022 online. *Julius-Kühn-Archiv*, 468, 2022 147.
- Rui C, Ceddia C, Areal FJ & Park J (2015): The impact of secondary pests on *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops. <https://doi.org/10.1111/pbi.12363>



Schulz R, Bub S, Petschick LI, Stehle S & Wolfram J (2021): Applied pesticide toxicity shifts toward plants and invertebrates, even in GM crops. *Science* 372 ( 6537) 81–84. DOI: 10.1126/science.abe1148

Shrestha RB, Dunbar MW, French BW & Gassmann AJ (2018): Effects of field history on resistance to Bt maize by western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). *PLoS ONE* 13(7): e020015 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200156>

Sotiropoulos AG, Arango-Isaza E, Ban T. et al. (2022): Global genomic analyses of wheat powdery mildew reveal association of pathogen spread with historical human migration and trade. *Nature Communications* 13, 4315 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31975-0>

Sturme MHJ, van der Berg JP, Bouwman LMS, De Schrijver A, de Maagd RA, Kleter GA, Battaglia-de Wilde E (2022): Occurrence and Nature of Off-Target Modifications by CRISPR-Cas Genome Editing in Plants. *ACS Agric. Sci. Technol.* DOI: 10.1021/acsagcitech.1c00270

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. 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.

Tripathi L, Dhugga KS, Ntui VO, Runo S, Syombua ED, Muiruri S, Wen Z, Tripathi JN (2022): Genome Editing for Sustainable Agriculture in Africa..*Front Genome Ed.* 2022 May 12;4:876697. DOI: 10.3389/fgeed.2022.876697.

Vezzulli S, Leonardelli L, Malossini U, Stefanini M, Velasco R, & Moser C. (2012): Pinot blanc and Pinot gris arose as independent somatic mutations of Pinot noir. *Journal of experimental botany*, 63(18), 6359–6369. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers290>

Weisberger D, Nichols V & Liebman M (2019): Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. *PLoS ONE* 14(7): e0219847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>

Wickson F, Binimelis R & Amaranta Herrero (2016): Should Organic Agriculture Maintain Its Opposition to GM? New Techniques Writing the Same Old Story. *Sustainability* 8(12):1105 DOI: 10.3390/su8111105