



Fachbereich WD 8

**Ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen der Grünen
Gentechnik**
Stand der Forschung

Ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen der Grünen Gentechnik

Stand der Forschung

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 013/26
Abschluss der Arbeit: 02.04.2026
Fachbereich: WD 8: Gesundheit, Familie, Bildung und Forschung, Umwelt

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Einleitung: Zur globalen Entwicklung genomveränderter Agrarkulturen | 4 |
| 2. | Ökonomische Auswirkungen der Grünen Gentechnik | 5 |
| 3. | Ökologische Folgen der Grünen Gentechnik | 7 |
| 4. | Soziale Auswirkungen der Grünen Gentechnik | 11 |

1. Einleitung: Zur globalen Entwicklung genomveränderter Agrarkulturen

Weltweit ist die Anbaufläche für gentechnisch veränderte Pflanzen (GVO = genveränderte Organismen) seit Aufkommen der Grünen Gentechnik Mitte der 90er Jahre sukzessive gewachsen, vor allem außerhalb der EU. 2024 wurden auf rund 210 Millionen Hektar weltweit entsprechende GVO-Kulturen angebaut. Die größten Flächen befinden sich in den USA und Brasilien, die zusammen über 60 Prozent der globalen Gesamtanbaufläche aufweisen. Weitere bedeutende Anbauländer sind Argentinien, Kanada und Indien. Vor allem Baumwolle und Soja sind überwiegend gentechnisch verändert; der Anteil konventionell gezüchteter Sorten liegt hier unter 50 Prozent.¹ Bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche werden derzeit rund 13 Prozent der weltweiten Anbauflächen mit GVO bestellt.²

Zunächst etablierte sich die Grüne Gentechnik vor allem in den USA. Seit 2012 ist die GVO-Anbaufläche in sich entwickelnden Ländern jedoch schneller gewachsen als in den Industriestaaten und übersteigt mittlerweile deren absolute Anbaufläche.³

Was die sozialen, ökonomischen und ökologischen Folgen der Grünen Gentechnik anbelangt, werden verschiedene Aspekte in der Wissenschaft immer wieder aufgegriffen. Erörtert wird etwa die Frage der Steigerung der Erträge und der Produktivität der Landwirtschaft. Im Sinne der Sicherung der Lebensmittelversorgung für eine wachsende Weltbevölkerung wird eine Erhöhung als wünschenswert erachtet. Häufig wird Grüne Gentechnik auch als technologische Option für die Zukunft zur Entwicklung klimawandelresistenter Kulturen genannt.

Aus ökologischer Perspektive indes wird eine weitere Intensivierung der Landwirtschaft als nachteilig betrachtet, gilt sie doch als wichtigste erwiesene Ursache des Verlustes von Biodiversität und Bodendegradation. Eine Intensivierung der Landwirtschaft kann des Weiteren mit einer höheren Treibhausgasintensität verbunden sein. Analysiert wird auch immer wieder der Pestizid- und Herbizideinsatz in GVO-Kulturen im Vergleich zur übrigen konventionellen Landwirtschaft – selten nur im Verhältnis zur ökologischen Landwirtschaft. Hinsichtlich der ökologischen Folgen werden Auswirkungen auf Ziel- und Nicht-Zielorganismen unterschieden und Verschiebungen im Artenspektrum diskutiert. Die Studien reichen bis zur Frage, wie sich das

-
- 1 Janson, Matthias (2025). Welche Pflanzen sind überwiegend genetisch verändert? Statista 8.Dezember 2025, online abrufbar <https://de.statista.com/infografik/35574/anteil-der-anbauflaeche-gentechnisch-veraenderter-pflanzen-an-der-globalen-gesamtanbauflaeche/#:~:text=Der%20C3%BCberwiegende%20Teil%20der%20weltweit%20angebauten%20Baumwollpflanzen,Mais%2C%20Raps%20und%20Zuckerr%20C3%BCben%20liegt%20der%20entsprechende>. Dieser und alle weiteren Links zuletzt abgerufen am 1. April 2026.
 - 2 Xingru, Cheng et al. (2024). Trends in the global commercialization of genetically modified crops in 2023. In: Journal of Integrative Agriculture, 23, 12, 3943-3952, S. 3944, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.09.012>; Jamil S. et al. (2019). Impact of transgenic crops on global food security: A review. In: Journal of Agricultural Research, 57, 4, 245-258, online abrufbar <https://jaragri.com/jar/index.php/jar/article/view/322/246>.
 - 3 Xingru, Cheng et al. (2024). Trends in the global commercialization of genetically modified crops in 2023. In: Journal of Integrative Agriculture, 23, 12, 3943-3952, S. 3944, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.09.012>; Jamil S. et al. (2019). Impact of transgenic crops on global food security: A review. In: Journal of Agricultural Research, 57, 4, 245-258, online abrufbar <https://jaragri.com/jar/index.php/jar/article/view/322/246>.

Bodenmikrobiom beim Anbau von GVO im Verhältnis zu konventionell gezüchteten Sorten unterscheidet. Von besonderer Tragweite ist die Frage, wie sich die Grüne Gentechnik auf die Agrarbiodiversität und die Artenvielfalt auswirkt. Hinsichtlich der sozialen Folgen stehen Ungleichheiten beim Zugang zu GVO im Vordergrund, da diese von multinationalen Agrarunternehmen über Patente geschützt sind – anders als konventionelle Sorten. GVO-Saatgut ist teurer als konventionelles Saatgut und verzeichnet in den letzten Jahren erhebliche Preissteigerungen.

Die wissenschaftlichen Publikationen zu den genannten Aspekten sind mitunter deskriptiv und beruhen nur manchmal auf empirischen Daten.

2. Ökonomische Auswirkungen der Grünen Gentechnik

Die mit Abstand häufigsten Merkmale transgener Pflanzen sind die Herbizidtoleranz sowie die Insektenresistenz auf Basis des Toxins von *Bacillus thuringiensis* (Bt). Herbizidtoleranz ermöglicht es den Landwirten, Unkrautvernichtungsmittel auf dem Feld auszufahren und so Beikräuter zu dezimieren, wohingegen die gentechnisch veränderte Nutzpflanze unbeschadet stehen bleibt. Das Merkmal vereinfacht damit Anbau und Ernte und kann Arbeitsschritte wie das Unterpflügen von Beikräutern einsparen helfen. Die Insektenresistenz sorgt dafür, dass die gentechnisch veränderte Pflanze von bestimmten Insekten, deren Larven durch das Bt-Toxin abgetötet werden, nicht befallen werden. Das in der konventionellen Landwirtschaft übliche Spritzen von Insektiziden wird gewissermaßen in die Pflanze verlagert und das spezifische Insektizid von der Pflanze selbst produziert. Dies bedeutet gleichwohl nicht, dass GVO-Kulturen keine Pflanzenschutzmittel benötigen würden: Kulturpflanzen sind in aller Regel von weiteren Erkrankungen etwa durch Pilze, Nematoden und Viren betroffen, vor allem wenn sie – wie üblich – in ausgedehnten Monokulturen angebaut werden. Gentechnisch veränderte Sorten gibt es bei vor allem bei Reis, Mais, Soja, Baumwolle, Raps, Alfalfa, Aubergine, Zuckerrohr und Weizen.⁴

Seit einiger Zeit kommen neue genomische Techniken (NGT) in der Grünen Gentechnik zum Einsatz. Sie ermöglichen im Unterschied zu älteren Methoden der Genveränderung präzisere, teils ortsgenauere Eingriffe in das Pflanzengenom. NGT-Verfahren werden auch als „Genomediting“ bezeichnet. Damit lassen sich DNA-Schnitte an einem vorherbestimmten Ort im Erbgut ausführen und dann neue DNA-Abschnitte einfügen, bestehende entfernen oder umordnen. Die Veränderungen im genetischen Code können punktuell sein, also ein Basenpaar im Genom betreffen, aber auch ausgedehnte Sequenzen. Mit NGT-Verfahren erzeugte Pflanzen können je nach Eingriff natürlich vorkommenden Pflanzen gleichen, genauso aber herkömmlich genveränderten Pflanzen. Mit den neuen genomischen Techniken werden zunehmend auch marginale Kulturpflanzen wie Salat oder Beerenobst gentechnisch auf bestimmte Merkmale hin optimiert.⁵

4 Woodbury, Peter (2017). Chapter 6 Effects of Transgenic Crops on the Environment. In: Environmental Pest Management: Challenges for Agronomists, Ecologists, Economists and Policymakers, online abrufbar <https://doi.org/10.1002/9781119255574.ch6>.

5 Wissenschaftliche Dienste (2025). Neue genomische Techniken (NGT). Anwendungen in der Pflanzenzucht und Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Sachstand vom 23. Juli 2025, WD 8 - 3000 - 041/25, online abrufbar <https://www.bundestag.de/resource/blob/1117066/WD-8-041-25.pdf>

Einen besonders deutlichen Zuwachs der Anbaufläche haben GVO in den letzten Jahren in Lateinamerika verzeichnet. Dies veranlasste zu Nachforschungen zu den ökonomischen Hintergründen und Auswirkungen. Zwischen 2018 und 2019 wurden in einer Studie 32 Bauern in Honduras zu ihren Motiven für den Einsatz von GVO befragt. Sie brachten eine positive Einstellung gegenüber GVO, vornehmlich Bt-Mais, zum Ausdruck. Als häufigste Gründe nannten sie die höheren Erträge und eine einfachere Anwendung.⁶

Andere Erhebungen basieren nicht auf der Selbstauskunft von Landwirten, sondern werten Erntemengen mit mathematischen Methoden aus. Auf dieser Grundlage konnte eine weitere wissenschaftliche Erhebung anhand der Daten von 1996 bis 2016 jedoch keinen Trend erkennen, dass mit steigender GVO-Anbaufläche die Erträge tatsächlich auch gestiegen seien. Die Daten reichten nicht aus, um einen kausalen Zusammenhang herzustellen.⁷

Grundsätzlich ist in der Fachliteratur die Aussage einer Ertragssteigerung durch GVO jedoch verbreitet zu finden. So hätten beispielsweise *Bt*-Baumwolle und *Bt*-Mais im Vergleich zu konventionellen Sorten einen Ertragsanstieg mit sich gebracht. Transgene Baumwolle habe den Industriesektor in Pakistan, der unter hohem Befallsdruck und massivem Pestizideinsatz litt, gar „gerettet“. In dem Land wird heutzutage fast ausschließlich *Bt*-Baumwolle angebaut. Die Aussagen stützen sich allerdings nicht immer auf neutrale Akteure; hier ist es der International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), eine gemeinnützige internationale Organisation, die landwirtschaftliche Biotechnologie mit Schwerpunkt auf Gentechnik, vorantreibt.⁸ Ähnliche Aussagen durchziehen gestützt auf Daten des ISAAA weitere Fachaufsätze.⁹

Gleichwohl kam schon eine ältere Metaanalyse aus dem Jahr 2014 zu dem Schluss, dass der Einsatz von Gentechnologie die Ernteerträge um 22 Prozent erhöhe und auch die Einnahmen der Landwirte um 68 Prozent steigern. Sie hatte insgesamt die Ergebnisse von 147 unterschiedlichen Studien einbezogen. Die Ertrags- und Gewinnsteigerungen seien in Entwicklungsländern höher als in Industrieländern, die ihre Landwirtschaft bereits auf optimale Erträge ausgerichtet hätten.¹⁰

-
- 6 Macall, Diego Maximiliano et al. (2020). Genetically modified maize impacts in Honduras: production and social issues. 29, 575–586, online abrufbar <https://link.springer.com/article/10.1007/s11248-020-00221-y>.
 - 7 Barragán-Ocaña, Alejandro et al. (2019). Transgenic crops: trends and dynamics in the world and in Latin America. In: Transgenic Research, 28, 391–399, online abrufbar <https://link.springer.com/article/10.1007/s11248-019-00123-8>.
 - 8 Jamil S. et al. (2019). Impact of transgenic crops on global food security: A review. In: Journal of Agricultural Research, 57, 4, 245-258, online abrufbar <https://jaragri.com/jar/index.php/jar/article/view/322/246>.
 - 9 Xingru, Cheng et al. (2024). Trends in the global commercialization of genetically modified crops in 2023. In: Journal of Integrative Agriculture, 23, 12, 3943-3952, S. 3944, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.09.012>.
 - 10 Klümper, Wilhelm; Qaim, Martin (2014). A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. In: Plos One, 2014, 9, 11, e111629, online abrufbar www.doi.org/10.1371/journal.pone.0111629.

Ebenso zieht eine Studie aus Brasilien, die die Erträge mit gentechnisch veränderten Sojabohnen von 2018 bis 2020 in 21 Kommunen untersuchte, eine positive Bilanz. Der Anbau der GVO sei einträglicher, da die Produktionskosten geringer seien.¹¹ Eine Metaanalyse, die Studien von 1996 bis 2016 zum Anbau von *Bt*-Mais einschloss, befindet, dass der gentechnisch veränderte Mais einen um 5,6 bis 24,5 Prozent höheren Kornertrag habe.¹²

Ein abweichendes Resultat erbrachte eine Fallstudie, die drei Maisanbausysteme in einem Kleinbetrieb untersuchte: ökologischen Mais mit offen bestäubten Sorten, konventionellen Hybridmais und transgenen Hybridmais. Die letztgenannten Kulturen hätten höhere Produktionskosten und eine geringere Produktivität, was in erster Linie auf hohe Düngemittelgaben und den Preis für gentechnisch verändertes Saatgut zurückzuführen sei. Die wirtschaftliche Rentabilität von konventionellen und GVO-Pflanzen hänge von der Großproduktion und öffentlichen Subventionen für den Kauf von Betriebsmitteln ab. Interessant macht die Arbeit, dass sie auch den Einsatz von Düngemitteln einbezieht, die bekanntlich ein Schlüssel für höhere Erträge und zugleich relevant für die Kosten sind. Zudem vergleicht die Studie nicht nur konventionelle Sorten mit GV-Sorten, sondern auch Alternativen aus dem Ökolandbau. Die Autoren fassen zusammen, dass die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität generell durch einen intensiven Einsatz von Betriebsmitteln erreicht werde. Bezogen auf die Ausgaben beim GVO-Anbau im Kleinbetrieb sänke die Produktivität aber sogar und vor allem verschärften sich die Umweltwirkungen. Stickstoffdünger ist hauptverantwortlich für die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft. Bodenbakterien wandeln ihn in Lachgas um, das in die Atmosphäre entweicht und ein 300-Mal stärkeres Treibhausgas ist als Kohlendioxid. Die Kontamination von Grund- und Trinkwasser sowie von Lebensmitteln mit Nitraten und Nitriten wird ebenfalls auf den Gebrauch von Kunstdünger zurückgeführt.¹³

3. Ökologische Folgen der Grünen Gentechnik

Im Zentrum der Diskussion über die ökologischen Folgen der Grünen Gentechnik stehen Folgen für ökologische Netzwerke und die Biodiversität. Gentechnisch veränderte Pflanzen können dazu führen, dass sich die Insektenpopulationen von bekannten auf unbekannte Arten verlagern. Insektenresistente Nutzpflanzen können die Population der Hauptschädlinge verringern, während sie gleichzeitig die Population anderer Organismen, die über das gentechnisch erzeugte Toxin nicht bekämpft werden, vergrößern können. Solche Verlagerungseffekte könnten zu einer

11 Ventura, Matheus Vinicius Abadia (2020). Comparison of conventional and transgenic soybean production costs in different regions in Brazil. In: Agrarian and Biological Sciences, 9, 7, online abrufbar <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3977>.

12 Pellegrino, Elisa et al. (2018) Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: a meta-analysis of 21 years of field data. In: Scientific Reports, 8, 3113, online abrufbar <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21284-2>.

13 Capellesso, Adinor José et al. (2016). Economic and environmental impacts of production intensification in agriculture: comparing transgenic, conventional, and agroecological maize crops. Agroecology and Sustainable Food Systems, 40, 3, 215–236, online abrufbar <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1128508>.

Veränderung des Nahrungsnetzes führen und auch höhere Tiere betreffen, die von Insekten leben, bis hin zu Säugetieren.¹⁴

Im Detail können die Effekte sehr spezifisch sein, die können zum Rückgang einzelner Arten bei gleichzeitiger Bevorteilung anderer Arten führen. So ergab beispielsweise eine Studie, dass die Gesamtwirkung gentechnisch veränderter Pflanzen auf die Vogelvielfalt zwar gering sei, aber insektenfressende Arten zunehmen, wohingegen pflanzen- und samenfressende Arten zurückgingen.¹⁵

Gleichwohl sei erwähnt, dass die Biodiversität und die Integrität des Ökosystems auch und gerade durch die konventionelle Landwirtschaft erheblich und messbar beeinträchtigt werden. Die intensive Landwirtschaft gilt in der Wissenschaft, belegt durch einen umfassenden Bestand an Studien – ob zu Insekten, Bodenorganismen oder zu aviären Fauna – als Hauptursache für die Biodiversitätskrise. Daraus leitet sich die Forderung ab: „Eine biodiversitätsfreundliche Landwirtschaft muss sich auf Praktiken konzentrieren wie beispielsweise diversifizierte und kleinräumige Landwirtschaft.“¹⁶

Kritisiert wird im Weiteren, dass sich die Agrobiodiversität, also die Vielfalt der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, mit der Intensivierung der Landwirtschaft und auch mit der Einführung der Gentechnik in der Landwirtschaft immer weiter verengt habe. Dieser Schwund an Sortenvielfalt betrifft nicht nur die Grüne Gentechnik, sondern schon die konventionelle Zucht: So ist die im deutschen Einzelhandel erhältliche Bananensorte Cavendish die einzige von insgesamt über tausend bekannten Bananensorten. Diese anderen Sorten spielen lokal in den Anbauländern sehr wohl eine bedeutsame Rolle bei der Ernährungssicherung. Sobald sie nicht mehr kultiviert werden, gehen sie aber verloren; ihre Sorteneigenschaften können nicht weiter genutzt werden.

Agrarbiotechnologisch tätige Unternehmen bringen zurzeit mit einem Invest in Millionenhöhe eine patentgeschützte GVO-Sorte hervor, die das ebenfalls kostspielige Zulassungsverfahren durchläuft. Es liegt auf der Hand, dass sie eine möglichst weite Verbreitung und Marktdurchdringung des jeweiligen GVO-Produktes anstreben. Dies begünstigt Monokulturen und den Anbau von Pflanzen mit geringer genetischer Vielfalt.

14 Woodbury, Peter (2017). Chapter 6 Effects of Transgenic Crops on the Environment. In: Environmental Pest Management: Challenges for Agronomists, Ecologists, Economists and Policymakers, online abrufbar <https://doi.org/10.1002/9781119255574.ch6>.

15 Noack, Frederik et al. (2024). Environmental impacts of genetically modified crops. In: Science, 385, 6712, www.doi.org/10.1126/science.ado9340.

16 Tschardtke, Teja et al. (2024). Mixing on- and off-field measures for biodiversity conservation. In: Trends in Ecology & Evolution, 39, 8, 726-733, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534724000855>.

Diesem Trend zur Vereinheitlichung von Kulturpflanzen, auch durch Grüne Gentechnik, könnte künftig entgegenwirken, dass neue genomische Techniken weniger aufwändig in der Anwendung und auch in der Zulassung sind. Somit könnte sich auch das genetische Repertoire dieser NGT-Pflanzen im Verhältnis zu bisherigen GVO perspektivisch wieder verbreitern.¹⁷

Befürworter der Grünen Gentechnik betrachten sie als Technologie, um künftig gegen die Herausforderungen des Klimawandels zu bestehen und die Nahrungsmittelversorgung von morgen zu sichern. Kritiker der Intensivierung der Landwirtschaft und mit ihr der Grünen Gentechnik betrachten diese hingegen als Risiko einer resilienten Agrarwirtschaft: Der Verlust der biologischen Vielfalt in der Landwirtschaft stelle eine akute Bedrohung für die weltweiten Ernährungssysteme dar und schränke die Fähigkeit ein, mit dem Klimawandel, Umweltzerstörung und ernährungsbezogenen Herausforderungen umzugehen, heißt es etwa in einem Expertenkommentar im Fachjournal *Science*. Im Laufe des letzten Jahrhunderts seien etwa 75 Prozent der pflanzengenetischen Vielfalt verloren gegangen, da Landwirte zunehmend auf ertragreiche, genetisch einheitliche Kulturpflanzen umgestellt hätten. Heute machten nur neun Pflanzenarten 66 Prozent der weltweiten Agrarproduktion aus – in erster Linie Reis, Weizen und Mais. Diese Abhängigkeit von einer begrenzten Anzahl von Kulturpflanzen untergrabe die Widerstandsfähigkeit des Ernährungssystems und mache sie anfällig für Schädlinge, Krankheiten und Klimaextreme.¹⁸

Neben dieser zentralen Diskussion werden weiterhin spezifische Auswirkungen von transgenen Pflanzen auf die Umwelt diskutiert: Wie auch Pflanzenschutzmittel mit dem Austrag in den Boden gelangen, ist das beispielsweise auch mit dem *Bt*-Toxin der Fall. So weisen Wissenschaftler darauf hin, dass die in transgenen Pflanzen produzierten *Bt*-Toxine sich in landwirtschaftlichen Ökosystemen anreichern, wenn gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden. Mit den Überresten der Pflanzen gelangten sie in den Boden und führten zu Veränderungen des Bodenmikrobioms.¹⁹

Gentechnisch veränderte Pflanzen enthalten weiterhin oft Antibiotikaresistenzgene als Markierung, die allein dazu dient, die erfolgreiche gentechnische Veränderung im Labor nachzuweisen und die entsprechenden Pflanzen zu selektieren. Seit Langem wird erörtert, ob Antibiotikaresis-

-
- 17 Wissenschaftliche Dienste (2025). Neue genomische Techniken (NGT). Anwendungen in der Pflanzenzucht und Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Sachstand vom 23. Juli 2025, WD 8 - 3000 - 041/25, online abrufbar <https://www.bundestag.de/resource/blob/1117066/WD-8-041-25.pdf>. Wissenschaftliche Dienste (2023). Regulierung genomeditierter Pflanzen, Umsetzung in Japan, Kanada und den USA, WD 8 - 3000 - 074/23 vom 18. Dezember 2023, online abrufbar: <https://www.bundestag.de/resource/blob/988668/af1802f7b314cc7126ceeeb35baa88eb/WD-8-074-23-pdf.pdf>.
- 18 Elouafi, Ismahane (2024). Why biodiversity matters in agriculture and food systems. In: *Science*, 386, 6718, online abrufbar www.doi.org/10.1126/science.ads8197.
- 19 Marral, Muhammad Waseem Riaz et al. (2023). Influence of Transgenic (Bt) Cotton on the Productivity of Various Cotton-Based Cropping Systems in Pakistan. In: *Agriculture*, 13, 2, 276, online abrufbar <https://doi.org/10.3390/agriculture13020276>.

tenzgene wie auch die eigentliche genetische Veränderung innerhalb des Ökosystems auf andere Arten übertragen werden können. Während dieses Risiko von den Zulassungsbehörden als gering angesehen wird, kommt es in der Fachliteratur weiterhin an einzelnen Stellen zur Sprache.²⁰

Intensiv wurde und wird die Auseinandersetzung zur Frage geführt, ob gentechnisch veränderte Pflanzen helfen, Pflanzenschutzmittel einzusparen, oder nicht. Die Ergebnisse dazu fallen unterschiedlich aus. Es sei an dieser Stelle ergänzend angemerkt, dass der globale Verbrauch an Pestiziden in den letzten Jahren steil angestiegen ist, was auf die weitere Intensivierung und Ausweitung der Nahrungsmittelproduktion hinweist.²¹ Einige wissenschaftliche Analysen kommen zu dem Schluss, dass der Einsatz von insektenresistenten Pflanzen (*Bt*) den Verbrauch an Insektiziden vermindere.²² Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen habe den Pestizidverbrauch gesenkt und den Umweltwirkung von Spritzmitteln vermindert. Weniger Bodenbearbeitung vermindere die Treibhausgasbilanz je Fläche.²³

Doch einige Analysen zeichnen ein differenziertes Bild: Sie bestätigen zwar, dass weniger Insektizide verwendet würden, zugleich aber mehr Herbizide ausgebracht würden – da wie oben erwähnt das zweite wichtige Merkmal vieler gentechnisch veränderter Pflanzen die Herbizidresistenz ist. Sie ermöglicht, Beikräuter mittels Spritzung zu beseitigen, wohingegen die Kulturpflanze stehen bleibt.²⁴ Der intensivere Einsatz des Unkrautvernichtungsmittels Glyphosat bei einem Rückgang des Einsatzes an Insektiziden wird verschiedentlich herausgestellt.²⁵

-
- 20 Jamil S. et al. (2019). Impact of transgenic crops on global food security: A review. In: Journal of Agricultural Research, 57, 4, 245-258, S.252, online abrufbar <https://jaragri.com/jar/index.php/jar/article/view/322/246>; Oraby, Hanaa Abdel-Sadek et al. (2022). Horizontal transfer of antibiotic resistance genes into microflora and blood cells in rats fed on GM-diet. Bulletin of the National Research Centre, 46, 268, online abrufbar <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00956-0>; Forbes, J. M. (2001). Assessment of the risks of transferring antibiotic resistance determinants from transgenic plants to micro-organisms. online abrufbar https://www.pflanzenforschung.de/biosicherheit/pdf/aktuell/fsa_studie3.pdf; Contreras, Sandra Un Jan; Gardner, Courtney M. (2022). Environmental fate and behaviour of antibiotic resistance genes and small interference RNAs released from genetically modified crops. In: Journal of Microbiology, 133, 5, 2877-2892, online abrufbar <https://doi.org/10.1111/jam.15741>.
- 21 Statista Research Department (2025). Pestizideinsatz in der Landwirtschaft nach Weltregion in den Jahren 1990 bis 2023. 29. November 2025, online abrufbar <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1302969/umfrage/pestizideinsatz-nach-weltregion/>.
- 22 Xingru, Cheng et al. (2024). Trends in the global commercialization of genetically modified crops in 2023. In: Journal of Integrative Agriculture, 23, 12, 3943-3952, S. 3944, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.09.012>.
- 23 Brookes, Graham; Barfoot, Peter (2024). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2018: impacts on pesticide use and carbon emissions. In: GM Crops & Food, 11, 4, 215–241, online abrufbar <https://doi.org/10.1080/21645698.2020.1773198>.
- 24 Perry, Edward D. et al. (2016). Genetically engineered crops and pesticide use in U.S. maize and soybeans. In: Science Advances, 2, 8, www.doi.org/10.1126/sciadv.1600850.
- 25 Noack, Frederik et al. (2024). Environmental impacts of genetically modified crops. In: Science, 385, 6712, www.doi.org/10.1126/science.ado9340.

Eine gänzlich kritische Haltung nehmen schließlich Wissenschaftler des Bundesamtes für Naturschutz ein, die in einem Fachaufsatz darlegen, dass die ausgewerteten Daten nicht stützten, dass herbizidresistente GV-Nutzpflanzen durchweg höhere Erträge lieferten als konventionelle Nutzpflanzen. Vielmehr würden Herbizide auf Glyphosatbasis in entsprechenden Kulturen vermehrt eingesetzt, was bedenklich sei, da sie für eine Reihe von Wasserorganismen toxisch seien und sich nachteilig auf den Boden und die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen auswirkten. Der Anbau herbizidresistenter Pflanzen und der intensive Einsatz von Glyphosat in den letzten 20 Jahren habe weltweit zum Auftreten von mindestens 34 glyphosatresistenten Unkrautarten geführt.²⁶

Die Resistenzentwicklung gegen GVO, die deren Nutzen einschränken würde, ist generell Gegenstand weiterer Studien: Grundsätzlich können sich Resistenzen wie gegen Pflanzenschutzmittel auch gegen GVO in Schädlingen ausbilden. Diese Umweltfolge wäre auch für die Landwirtschaft selbst unerwünscht. Die Resistenzentwicklung bei Schädlingen wird jedoch auf behördlicher Seite gemonitort. Weiterhin sind zu diesem Zweck beim Anbau von GVO so genannte Refugien von 20 Prozent der Anbaufläche vorgeschrieben, die mit konventionellem Saatgut bestellt werden. Da die Schädlinge dann bevorzugt diese konventionellen Pflanzen befallen, wird der Selektionsdruck, eine stabile Resistenz – etwa gegen das *Bt*-Toxin – zu entwickeln, vermindert. Um einer Resistenzbildung von Insekten vorzubeugen, ist weiterhin wichtig, dass die GVO-Pflanzen das *Bt*-Protein in ausreichend hoher Dosis bilden, um Schädlinge, die bereits eine schwache Resistenz erworben haben, abzutöten. Bisher gilt diese vor rund 15 Jahren etablierte und durch Forschung hinterlegte Resistenzmanagementstrategie als wirksam, um das großflächige Auftreten von Resistenzen bei Insekten gegen GVO zu unterbinden.²⁷ Und doch zeigen sich vermehrte Resistenzen bei Baumwollschädlingen im GVO-Baumwollanbau in Pakistan, der zu einer Art „Hochrüsten“ der transgenen Sorten geführt hat: Diese sind nicht mehr nur in einem genetischen, sondern in drei genetischen Merkmalen verändert.²⁸

4. Soziale Auswirkungen der Grünen Gentechnik

GVO-Kulturpflanzen gehen bisher im Wesentlichen auf global tätige Agrarbiotechnologieunternehmen zurück, die eine Vormachtstellung mit dem jeweiligen Produkt avisieren. Die Patentierbarkeit von GVO hat diese Tendenz im Besonderen bestärkt und steht im Gegensatz zu konventionell gezüchteten Sorten, die grundsätzlich nicht patentierbar sind. Vielmehr sieht das so ge

-
- 26 Schütte, Gesine et al. (2017) Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. In: Environmental Sciences Europe, 29, 5, online abrufbar <https://link.springer.com/article/10.1186/s12302-016-0100-y>.
- 27 Pflanzen. Forschung. Ethik (2017). Resistente Schädlinge – Ein Problem der landwirtschaftlichen Praxis. online abrufbar <https://www.pflanzen-forschung-ethik.de/konkret/1625.resistenzentwicklung.html>; Tabashnik, Bruce (2008). Delaying insect resistance to transgenic crops. In: PNAS, 105, 49, 19029-19030, online abrufbar <https://doi.org/10.1073/pnas.0810763106https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0810763106>.
- 28 Siddiqui, Hamid et al (2022). Development and evaluation of triple gene transgenic cotton lines expressing three genes (Cry1Ac-Cry2Ab-EPSPS) for lepidopteran insect pests and herbicide tolerance. In: Scientific Reports, 12, 18422, online abrufbar <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22209-w>

nannte Züchterprivileg sogar vor, dass eine durch den Sortenschutz geschützte Sorte uneingeschränkt und ohne Zustimmung des Züchters als Ausgangsmaterial für die Züchtung weiterer Sorten verwendet werden kann.²⁹

Immer wieder werden in allgemeinen Ausführungen mögliche Spannungen zwischen Unternehmensinteressen und dem Gemeinwohl durch Grüne Gentechnik thematisiert, obschon empirische Untersuchungen hierzu rar sind.³⁰ In einer neueren Übersichtsarbeit fassen Klara Fischer et al. die Datenlage zu den sozialen Auswirkungen von gentechnisch veränderten Pflanzen zusammen. Es gebe deutliche Hinweise darauf, dass Rechte des geistigen Eigentums und die Dominanz der Privatwirtschaft den Zugang und den Nutzen verfügbarer gentechnisch veränderter Pflanzen für viele Landwirte einschränkten. Die vorhandenen Erkenntnisse seien jedoch widersprüchlich, fassen die Autorinnen zusammen.³¹

Im Raum steht zudem, dass GVO aufgrund ihrer höheren Anschaffungskosten für das Saatgut Kleinbauern nicht zugänglich seien und dass Landwirte wegen des Patentschutzes die Ernte auch nicht für die Wiederaussaat verwenden dürften. Insoweit könne Grüne Gentechnik dieser Argumentationslinie folgend soziale Ungleichheiten womöglich verschärfen.³²

Doch da inzwischen auch Länder wie Pakistan in erheblichem Umfang GVO-Baumwolle anbauen und etwa Bangladesch als Anbaugebiet für schädlingsresistente gentechnisch veränderte Auberginen genannt wird, wirft dies die Frage auf, ob nicht längst auch ärmere Länder als Eintrittsmarkt seitens der Hersteller von GVO wahrgenommen und mit anderen Preisstrukturen bedient werden.³³ Gleichwohl zeigen Analysen, dass Preissteigerungen bei GVO-Saatgut in den USA deutlich höher liegen als bei konventionellem Saatgut.³⁴

Eine Metaanalyse, die 40 unterschiedliche Erhebungen an Landwirten aus unterschiedlichen Ländern des Globalen Südens, darunter Burkina Faso, Pakistan, aber auch China und Indien einschloss, befand, dass der soziale Effekt der Grünen Gentechnik langfristig kaum untersucht worden und bis dato eher als „neutral“ zu beurteilen sei. Die Saatgutkosten seien eines der größten

29 Hartung, Frank et al. (2024) Anwendungen der Grünen Gentechnik in der Landwirtschaft: Potenziale und Risiken. Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 5-2024, S. 73, online abrufbar <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/284381/1/1882289307.pdf>.

30 Jose, Nicole (2024). Sociological Research on Genetic Modification. 6. September 2024, Research, online abrufbar <https://sociology.org/sociological-implications-of-genetic-modification/>.

31 Fischer, Klara et al. (2015). Social Impacts of GM Crops in Agriculture: A Systematic Literature Review. In: Sustainability, 7, 8598-8620, online abrufbar <https://doi.org/10.3390/su7078598>.

32 Azadi, Hossein et al. (2016). Genetically modified crops and small-scale farmers: main opportunities and challenges. In: Critical Reviews in Biotechnology, 36, 3, 434-46, www.doi.org/10.3109/07388551.2014.990413.

33 Hartung, Frank et al. (2024) Anwendungen der Grünen Gentechnik in der Landwirtschaft: Potenziale und Risiken. Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 5-2024, S. 76, online abrufbar <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/284381/1/1882289307.pdf>.

34 Fuglie, Keith (2023). Prices for genetically modified seeds have risen much faster than non-GM seeds. online abrufbar <https://ers.usda.gov/data-products/charts-of-note/chart-detail?chartId=106785>.

wirtschaftlichen Probleme für GVO-Landwirte. Obwohl von höheren Erträgen im Bereich GVO auszugehen sei und die Einnahmen den Anschaffungspreis überstiegen, hätten die Bauern Schwierigkeiten, die Saatgut-Kosten aufzubringen.³⁵

Neue genomische Techniken verändern die sozialen Implikationen der Grünen Gentechnik nicht zuletzt dahingehend, dass sie leichter und schneller anzuwenden sind. Sie werden auch von Forschenden und Firmen im Globalen Süden genutzt, um neues Saatgut zu entwickeln. Da solche NGT-Pflanzen in den USA, Kanada, Japan und künftig auch in der EU verglichen mit bisherigen GVO weniger streng reguliert sind, könnten auch kleinere und mittelständische Unternehmen der Agrarbiotechnologie in Zukunft eine größere Rolle spielen. Die Entwicklungskosten dürften geringer ausfallen.³⁶ Allerdings können auch NGT-Pflanzen patentiert und zum Teil gar in komplexe „Patentdickichte“ eingebettet sein.³⁷

-
- 35 Azadi, Hossein et al. (2022). Genetically modified crops in developing countries: Savior or traitor? In: Journal of Cleaner Production, 371, 133296, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622028827>.
- 36 Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2021). Fakt oder Vorurteil? Häufige Aussagen über Grüne Gentechnik auf dem Prüfstand. Online abrufbar <https://www.leopoldina.org/themen/gruene-gentechnik/die-rechtliche-regulierung-und-die-vorschlaege-zur-aenderung/fakt-oder-vorurteil-haeufige-aussagen-ueber-gruene-gentechnik-auf-dem-pruefstand#content-element-680>.
- 37 Hartung, Frank et al. (2024) Anwendungen der Grünen Gentechnik in der Landwirtschaft: Potenziale und Risiken. Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 5-2024, S. 73, online abrufbar <https://www.econs-tor.eu/bitstream/10419/284381/1/1882289307.pdf>.