



Arbeitskreis "Neue Gentechnik (NGT)", Gesellschaft für Ökologie (GFÖ)

Neue Gentechnik aus ökologischer und umweltbezogener Sicht: Wissenschaftsbasierte Beiträge zum Regulierungsvorschlag der EU-Kommission

Hauptaussagen

- 1) Der Vorschlag der EU-Kommission zieht fundamentale ökologische Prinzipien nicht in Betracht, also Prinzipien auf der Ebene, auf welcher NGT angewandt werden soll.**
- 2) Die Deregulierung von NGT1 für *alle Pflanzenarten* weltweit kann eine ernsthafte Bedrohung für Biodiversitätsschutz und Nachhaltigkeit darstellen. NGT1 sollten nicht über landwirtschaftliche Anwendungen hinausgehen.**
- 3) Der Grenzwert zwischen NGT1 und NGT2 berücksichtigt keine Umweltrisiken.**

Kontakt:

Prof. Dr. Katja Tielbörger, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 5, D-72076 Tübingen
AutorInnen: K. Tielbörger, M. Bonkowski, B. Breckling, H. Bruelheide, E. Buecking, T. Heger, T. Potthast

1) Zusammenfassung

Wir erkennen an, dass der Vorschlag der EU-Kommission in Bezug auf mit NGT veränderte Pflanzen ein solider Versuch ist, rechtliche Unsicherheiten in Bezug auf die Gleichwertigkeit von neuen gentechnischen Anwendungen mit klassischen Züchtungsmethoden zu beseitigen. Allerdings sollte **der Vorschlag einige grundlegende ökologische Prinzipien besser berücksichtigen**. Aufgrund des "Gesetzes der großen Zahlen" und der hohen Wahrscheinlichkeit von Auskreuzungen ist zu erwarten, dass **NGT1-Pflanzen unvorhergesehene ökologische Auswirkungen** auf Wildpopulationen, Gemeinschaften und Ökosysteme haben werden.

Es muss klar unterschieden werden zwischen Anwendungen, welche klassische Züchtung für Lebens- und Futtermittel ersetzen, insbesondere bei Pflanzen, deren Genom bekannt ist, und Anwendungen bei Wildpflanzenarten. Unsere **hauptsächliche Besorgnis betrifft die vorgeschlagene Ausweitung der Verordnung auf "alle Pflanzen"**, d.h. auf ca. 300.000 Pflanzenarten weltweit. Dies ermöglicht eine unbegrenzte Anwendung von NGT1 in Wildpopulationen mit unvorhersehbaren Folgen für die biologische Vielfalt und den Naturschutz. Wir empfehlen daher nachdrücklich eine angemessene Risikobewertung aller NGTs nach dem Vorsorgeprinzip. Dies ist besonders wichtig bei Ausbringung in die freie Natur, bei denen eine Auskreuzung in Wildpopulationen - ein Hauptbewertungskriterium für das Risiko bei klassischen GVO - fast sicher ist. Unser Appell schließt dabei die Verwendung von wilden Genotypen und Arten für Domestizierung und landwirtschaftliche Züchtung nicht aus.

Wir fordern außerdem **eine klare Begründung für den vorgeschlagenen Schwellenwert** zur Unterscheidung zwischen unregulierten NGT1 und regulierten NGT2, die sich auf solide und replizierte wissenschaftliche Erkenntnisse stützt. Der vorgeschlagene quantitative Schwellenwert (20 x 20 genomische Veränderungen) geht von einer positiven Korrelation zwischen der Anzahl der genetischen Veränderungen und den potenziellen Risiken aus. Das Umweltrisiko bezieht sich aber auf die Neuartigkeit des Phänotyps, die häufig nicht mit der Anzahl der genomischen Veränderungen zusammenhängt. Außerdem kann die Art und Weise, wie NGT1 derzeit definiert ist, potenziell unbegrenzte sequenzielle genomische Veränderungen und damit eine Deregulierung nahezu aller NGT ermöglichen.

Generell ist festzustellen, dass der Vorschlag den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Ursachen der aktuellen Umweltkrisen (Verlust der biologischen Vielfalt, Nährstoffkrise, toxische Substanzen, Klimawandel) und den Ansätzen zu ihrer Abschwächung nicht gerecht wird. Diese Maßnahmen, die in jüngster Zeit von nationalen und EU-weiten Fachgremien und Institutionen als sehr schnell, sicher und hochwirksam empfohlen werden, wie z.B. die **Diversifizierung**, dürfen nicht aus dem Blick geraten. Wir appellieren daher an die EU-Kommission, **die rasche Umsetzung ökologischer Intensivierungsmaßnahmen mit höherer Priorität und Anstrengung zu verfolgen** und zu unterstützen als die Umsetzung von NGT in der intensiven, ausschließlich durch Monokulturen geprägten Landwirtschaft.

2) Hintergrund

Am 5. Juli 2023 hat die EU-Kommission einen Vorschlag für eine neue Regulierung von Pflanzen vorgelegt, die mit Hilfe von Neuen Genomischen Techniken (NGT) hergestellt werden. In der aktuellen Gesetzgebung werden diese Pflanzen auf die gleiche Weise reguliert wie bisherige "klassische" gentechnisch veränderte Organismen (GVOs). Ziel des Vorschlags der EU-Kommission war es, einfach umsetzbare Kriterien für die Regulierung von NGT in Bezug auf ihre Äquivalenz mit klassischen Züchtungsmethoden zu finden (siehe Geschichte des Vorschlags): <https://food.ec.europa.eu/plants/genetically-modified-organisms/new-techniques-biotechnology.en>

Zusammengefasst ist der Kernpunkt des Vorschlags der EU-Kommission die Unterscheidung von zwei Kategorien von NGTs bei Pflanzen: Kategorie 1 (im Folgenden NGT1) und Kategorie 2 (NGT2).

NGT1 werden als äquivalent zu Pflanzen aus konventioneller Züchtung angesehen. Sie unterliegen einem Überprüfungs-, Kennzeichnungs- und Katalogisierungsverfahren, sind aber ansonsten von der GVO-Gesetzgebung ausgenommen, die eine fallspezifische Risikobewertung vorsieht. Eine aktuelle Studie des deutschen BfN (Bohle et al. 2023) hat gezeigt, dass 94 % der existierenden NGT-Pflanzen unter diese Kategorie fallen würden.

Für alle anderen NGT-Pflanzen (NGT2) würden die geltenden GVO-Vorschriften angewendet, d.h., sie müssten einer Risikobewertung unterzogen und für die Marktzulassung genehmigt werden.

Die Äquivalenzkriterien für NGT 1 basieren auf der Anzahl der durch gezielte Mutagenese und Cis-Genetik eingeführten Mutationen, die auch spontan auftreten könnten. Konkret wurde ein Schwellenwert von max. 20 Stellen im Genom mit jeweils max. 20 Nukleotidveränderungen (Insertionen und Deletionen), d.h. 400 veränderte Nukleotide, festgelegt (im Folgenden "20 x 20"). Bei mehr als 20 x 20 Veränderungen würde eine Pflanze als NGT2 eingestuft.

Der Vorschlag und die zugehörigen Dokumente konzentrieren sich auf Kulturpflanzen und deren potenziellen Wert für die landwirtschaftliche Lebensmittel- und Futtermittelproduktion. Dennoch schließt der Vorschlag ausdrücklich "alle Pflanzenarten" ein und ist damit offen für Freisetzen von veränderten Organismen in einem breiten Spektrum von Anwendungen in Wildpflanzenpopulationen. Die EU-Kommission schlägt vor, Tiere und Mikroorganismen vorerst von der Verordnung auszunehmen, da für diese keine ausreichenden Kenntnisse vorliegen. Die Anwendung von NGTs im Ökolandbau wird ebenfalls verboten, um VerbraucherInnen die Wahlfreiheit zu ermöglichen.

3) Ziel dieser Stellungnahme

Die Gesetzgebungsinitiative ist ein Bottom-up-Ansatz, bei dem auf der Ebene der Pflanzenzüchtung (molekulare Ebene) nach Lösungen für Probleme gesucht wird, die auf höherer biologisch-organisatorischer Ebene (Population bis Ökosystem) angesiedelt sind. Genauer gesagt, NGT wurde als wichtigste, risikoarme (NGT1) Maßnahme zur Unterstützung der Nachhaltigkeit und des EU Green Deal angepriesen. Während wir das Ziel anerkennen, NGT für die Anpassung von Kulturpflanzen an z.B. den Klimawandel zu nutzen, greift der Vorschlag zu kurz, wenn es darum geht, Nutzen und Risiken auf einer solchen höheren Organisationsebene zu berücksichtigen. Unserer Meinung nach sind ökologische Aspekte von NGT im öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs sowie in nationalen Stellungnahmen zu NGT (z.B. von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG und der Leopoldina) weitgehend unberücksichtigt geblieben.

Das Hauptziel der vorliegenden Stellungnahme ist es, diese Lücke zu schließen.

4) Umweltrisiken aus einer ökologischen Perspektive

A) Umweltauswirkungen der Einbringung von NGT1-Pflanzen in die Natur ohne vorherige Risikobewertung

Es ist anzumerken, dass die **vorsichtige Anwendung von NGT zu Züchtungszwecken** bei Nahrungspflanzen, für die es eine lange „sichere“ Anwendungsgeschichte gibt, Vorteile haben kann, z.B. die Beschleunigung der Markteinführung. Außerdem stützt sich der Vorschlag auf legitime Argumente im Zusammenhang mit der vergleichenden Risikobewertung in der Landwirtschaft. Dennoch müssen mögliche ökologische Auswirkungen sowie potenzielle Unterschiede zwischen NGT und konventioneller Züchtung aus ökologischer Sicht diskutiert werden.

Da uns derzeit ökologische Studien über die möglichen Vorteile und Risiken für die Umwelt einer Deregulierung von NGT-Pflanzen fehlen, müssen wir auf wissenschaftliche Erkenntnisse aus verwandten Bereichen zurückgreifen. Hier kann das Wissen aus unzähligen Studien über Neobiota, d.h. neu eingeführte Arten oder Genotypen, als Analogie für neu eingeführte NGT-modifizierte Pflanzen verwendet werden.

Das Hauptumweltrisiko bei der Einführung neuer Organismen in die freie Natur besteht in der Auskreuzung und anschließenden Ausbreitung neuartiger Organismen und/oder Gene in natürlichen Populationen und Gemeinschaften (z. B. Ellstrand et al. 2013) mit unvorhersagbaren Folgen für ganze Ökosysteme (Snow et al. 2005). Aufgrund der Unvorhersehbarkeit solcher Auswirkungen hat sich die Ökologie für das **Vorsorgeprinzip** ausgesprochen: Die Einführung sollte nur erlaubt werden, wenn die Risiken nach einer soliden wissenschaftlichen Prüfung ausgeschlossen sind (Snow et al. 2005). Dies erfordert eine **sorgfältige Neubewertung der Umweltrisiken**, die mit dem Ausbringen von NGT-Pflanzen in die Natur verbunden sind, insbesondere bei Missachtung des Vorsorgeprinzips.

Wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Invasionsökologie weisen auf ein realistisches, aber unvorhersehbares Risiko für einzelne Einführungen von Neobiota mit schwerwiegenden Umweltfolgen hin (ca. 1 %, Simberloff 2005), obwohl neu eingeführte Arten in ihrer Heimat unter ganz anderen Umweltbedingungen evolviert sind. Dies ist bei NGT-Pflanzen nicht der Fall, da sie in der Regel so produziert werden, dass sie unter den derzeitigen Umweltbedingungen gedeihen. Daher ist es unwahrscheinlich, dass bei NGT-Pflanzen ähnliche genetische Flaschenhälse auftreten wie bei neu eingeführten Arten, d.h. eine Wahrscheinlichkeit von 1 %, dafür, dass neue Genotypen Umweltprobleme verursachen, ist vermutlich eine konservative Schätzung. Darüber hinaus besagt das "**Gesetz der großen Zahl**" in der Invasionsforschung (Lockwood et al. 2009), dass je mehr Individuen oder Arten eingeführt werden, desto wahrscheinlicher ist ihre Etablierung und Ausbreitung in der freien Natur. Dies ist zentral zum Verständnis der globalen Ausbreitung invasiver Arten und der nachfolgenden Gesetzgebung zum Transport neuer Arten oder Genotypen. **NGT-veränderte Pflanzen sind im Vergleich zu Züchtungsmethoden oder GVO einzigartig**, da die erwartete Einfachheit und Attraktivität der Methode, neue Kultivare und neue Genotypen von Wildpflanzen in potenziell **sehr großer Zahl** entwickelt wurden - und werden. Dies erhöht im Gegensatz zu klassisch gezüchteten Pflanzen die Wahrscheinlichkeit der Ausbreitung in die Umwelt erheblich und **konterkariert damit bestehende Versuche**, die globale Ausbreitung von Neobiota zu begrenzen (z. B. EU 2014).

Die Etablierung und Ausbreitung eines Organismus wird auch durch die Fitnessrelevanz des Merkmals gefördert (z.B. Vacher et al. 2004: *Brassica* sp., Fuchs et al. 2004: Kürbis). Ein Beispiel ist Pathogenresistenz (Bartsch et al. 1996), welche für Pflanzen vorteilhaft ist und daher ein großes Potenzial zur Störung ökologischer Interaktionen hat. Mehrere vorgeschlagene NGT-Veränderungen zielen auf fitnessbezogene Merkmale ab, was die **Wahrscheinlichkeit unvorhersehbarer Auswirkungen nach der Auskreuzung weiter erhöht**.

B) Ausweitung der neuen Regularien auf alle Pflanzenarten

Die **größten Bedenken aus ökologischer Sicht**, bei welchen die Wahrscheinlichkeit der Auskreuzung besonders relevant sind, ergeben sich jedoch aus der Tatsache, dass die vorgeschlagene neue Verordnung von vornherein für **alle Pflanzenarten** gilt, d.h. für schätzungsweise 300.000 Arten weltweit (Mora et al. 2011). Aus naturschutzbiologischer Sicht ist **diese Ausweitung auf alle Pflanzen**, verglichen mit den ca. 15 wichtigsten Kulturpflanzenarten, vor dem Hintergrund des rasanten Artensterbens - der drängendsten Umweltkrise (Rockström et al. 2009) - höchst problematisch. Eingriffe in die genetische Konstitution von Nicht-Kulturpflanzen können schwerwiegende Folgen für natürliche Anpassungsprozesse haben, wie z. B. eine Fehlanpassung an gekoppelte Faktoren bei der gezielten Selektion. Solche Ausbringungen könnten uns in Zukunft daran hindern, von Menschen unbeeinflusste evolutionäre Reaktionen (z. B. auf den Klimawandel) zu verfolgen und zu verstehen.

Aus diesen Gründen haben nationale (z.B. § 40 Abs. 2 Satz 3 BNatSchG) und internationale (z.B. Konvention über die biologische Vielfalt - CBD) Gesetze und Verordnungen, die sich mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt befassen, jede Maßnahme ausgeschlossen, welche die genetische Integrität von Wildpopulationen gefährdet, z.B. durch die Einführung neuer Genotypen. So verbietet das BNatSchG das Einbringen von Pflanzen und Tieren an einem bestimmten Ort, wenn eine Gefährdung der natürlichen Populationen und Lebensgemeinschaften nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Auskreuzung in Wildpopulationen wird durch nahe Verwandtschaft begünstigt (Ellstrand 2003a, b; Ellstrand et al. 2013, Ellstrand 2018). Folglich ist eine Auskreuzung zwischen gleichartigen blühenden Individuen innerhalb einer Wildpopulation eine Gewissheit, und Genfluss von NGT-modifizierten Individuen auf genetisch kompatible heterospezifische Wildpflanzen in der Nähe wahrscheinlich (z. B. bei Kreuzblütern, Getreide wie *Hordeum*, *Triticum* und verwandten Gattungen) und wurde bei klassischen GVOs nachgewiesen (z.B. Chapman & Burke 2006, Ford et al. 2006, Ellstrand et al. 2013). Daher ist bei der Anwendung von NGT1 auf Wildpflanzen und der zu erwartenden großen Anzahl von veränderten Nutzpflanzen, die in die freie Natur gelangen, die Wahrscheinlichkeit einer Auskreuzung und das anschließende **Risiko einer Ausbreitung neuer Allele sehr hoch**.

Ein weit verbreiteter Irrglaube in diesem Zusammenhang ist, dass die Freisetzung veränderter Pflanzen per se nicht riskant sei, da Allele mit keinen oder nachteiligen Auswirkungen auf die Fitness aus dem Genpool verschwinden würden. Es gibt jedoch zahlreiche wissenschaftliche Belege dafür, dass dies nicht generell der Fall ist. Eine Ausbreitung von Allelen kann sowohl mit einer raschen Ausbreitung von Arten oder Genotypen (z. B. Ward et al. 2008, Ellstrand et al. 2013) als auch mit der Vermehrung schädlicher Allele (**Auszuchtdepression**, z.B. Montalvo & Ellstrand 2001) verbunden sein. Auszuchtdepression wurde in der Debatte jedoch noch nicht berücksichtigt, und bei der Ausweitung der vorgeschlagenen Regelungen auf alle Pflanzenarten wurde sie offenbar nicht in Betracht gezogen.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Ziel, ein Maß für die "Äquivalenz" von NGTs und konventionell gezüchteten Pflanzen zu finden, deutlich macht, dass das alleinige Ziel der neuen Regelungen in der Pflanzenzucht für den Anbau, d.h. für Lebens- und Futtermittel liegt. Die **Ausweitung der NGT1-Verordnung auf "alle Pflanzen"** ist also für die Ziele des EU-Kommissionsvorschlags **gar nicht notwendig**. Wir schlagen daher vor, dass rechtliche Maßnahmen ergriffen werden, um solche Effekte zu verhindern, wie z.B. eine angemessene a-priori Risikobewertung von NGT1. Dies schließt neue Domestizierungen oder die Nutzung natürlicher genetischer Ressourcen in der Landwirtschaft nicht aus.

C) Die Anwendung von NGT1 in natürlichen Populationen zu Nicht-Zuchtzwecken ist sehr wahrscheinlich

Das Szenario der massenhaften Einführung von neuen Genotypen von Wildpflanzenarten in natürliche Populationen, wenn NGT1 für alle Arten dereguliert wird, **ist nicht hypothetisch**. So gibt es schon jetzt viele Befürworter des Einsatzes klassischer GVO in ökologischen und evolutionsbiologischen Feldversuchen (z.B. Kessler et al. 2008), und NGTs sind nun für Disziplinen, die traditionell hauptsächlich auf organischer, populations- oder ökosystemarer Ebene (d.h. jenseits der Züchtung) gearbeitet haben, leicht zugänglich. Viele attraktive Fragen, z.B. über lokale Anpassung oder unterschiedliche Leistung von Pflanzen im Feld, sind absehbar.

Darüber hinaus wurden scheinbar wünschenswerte Anwendungen im Naturschutz vorgeschlagen (Breed et al. 2019, Phelps et al. 2020), wie z.B. „De-Extinction/Resurrection“ (z.B. Popkin 2018), die Bekämpfung invasiver Pflanzen oder die Änderung der unterstützten Migration (Chen et al. 2011), wodurch die oben genannten Risiken der Introgression unterschätzt werden. Ein wissenschaftlicher Diskurs über solche Maßnahmen ist daher dringend notwendig.

D) Deregulierung von NGT1 steht im Widerspruch zu Regularien für die Einführung neuer Genotypen

Die oben skizzierten wissenschaftlichen Erkenntnisse stehen im Einklang mit der gängigen Praxis und den o.g. nationalen (z.B. §40 Abs. 2 Satz 3 BNatSchG) und internationalen (z.B. Convention of Biodiversity - CBD) Regelungen zur genetischen Integrität von Wildpopulationen.

Es ist dabei wichtig zu betonen, dass diese Vorschriften für die Einführung natürlich entstandener Genotypen, also nicht NGTs, in einem praktischen Kontext formuliert wurden, z.B. zur assistierten Migration im Zusammenhang mit dem Klimawandel oder zur Verwendung von Regiosaatgut bei Renaturierungsmaßnahmen. Beide Maßnahmen werden in der ökologischen Literatur seit langem kontrovers diskutiert (z. B. MacLachlan et al. 2007, Hewitt et al. 2011), da sie möglicherweise negative Auswirkungen wie Auszuchtdepression oder Einschleppung von Schädlingen haben (z.B. Hamilton 2001, Ricciardi & Simberloff 2009). Auch Beobachtungen, dass eingeführte "wärmeangepasste" Ökotypen keine der beabsichtigten Wirkungen haben (z.B. Bucharová et al. 2016), oder dass Hybridisierung das Aussterben unter dem Einfluss der Klimaerwärmung sogar beschleunigen kann (Gomez et al. 2015), haben die Effizienz solcher Maßnahmen in Frage gestellt. Für die Aussaat in der Naturschutzpraxis wird die Verwendung von regionalem Saatgut sowohl von Erkenntnissen aus der Evolutionsbiologie als auch aus der Naturschutzbiologie nachdrücklich unterstützt (z. B. Breed et al. 2013). Daher besteht ein **wissenschaftlicher und rechtlicher Konsens für eine fallweise Risikobewertung** bei der Planung solcher Maßnahmen (z.B. Hoegh-Guldberg et al. 2008). Dies steht im Widerspruch zu der vorgeschlagenen allgemeinen Deregulierung von NGT1.

E) Das Wissen über alle Pflanzenarten ist unzureichend, um Deregulierung aller NGT zu rechtfertigen

Im Kommissionsvorschlag heißt es, dass die neuen Vorschriften nicht für Tiere und Mikroorganismen gelten sollten, weil unser Wissen über diese unzureichend ist. Dies bedeutet implizit, dass dieses Wissen für alle lebenden Pflanzenarten auf der Erde vorhanden ist. Wir widersprechen dieser Annahme vehement. Während für die wenigen wichtigsten Kulturpflanzenarten genomische Daten vorliegen, ist das Wissen über die meisten bekannten Wildpflanzenarten eindeutig unzureichend, um ein fundiertes Urteil über artspezifische und NGT-spezifische Risiken der Ausbringung veränderter Pflanzen in die freie Natur abzugeben. Auch der vorgeschlagene Schwellenwert, welcher zwischen NGT1 und NGT2 unterscheidet, wird wahrscheinlich je nach Art, Qualität der Veränderungen und Umweltkontext unterschiedliche Auswirkungen haben. Die **Deregulierung aller Pflanzen**, welche die

NGT1-Kriterien erfüllen, als ob es kein Umweltrisiko gäbe, wird **daher nicht durch wissenschaftliche Erkenntnisse gestützt**.

Insgesamt **empfehlen wir nachdrücklich, die vorgeschlagenen Deregulierungen zu begrenzen** und NGT1 allenfalls auf eine begrenzte Anzahl *explizit aufgeführter* Kulturpflanzen anzuwenden, bei welchen die Erkenntnisse aus der Genomsequenzierung eine Prüfung der Äquivalenz von Genomeditierung mit klassischen Züchtungsmethoden ermöglichen.

F) Risikoabschätzung auf der Basis eines quantitativen Schwellenwerts genetischer Veränderungen

Wir erkennen das Bestreben nach einer neuen Regelung an, die in der Praxis leicht anwendbar ist. Zu diesem Zweck schlägt die EU-Kommission einen Schwellenwert (d.h. 20x20 genetische Veränderungen) für die Unterscheidung zwischen NGT1 und NGT2 vor. Allerdings sind kleine Veränderungen im Genom nicht immer mit kleinen phänotypischen Veränderungen verbunden und umgekehrt, wie auch aus der Züchtung bekannt ist. Außerdem eröffnet die Regelung die Möglichkeit für eine größere Anzahl von Veränderungen, da Kreuzungen zwischen NGT1-Pflanzen als NGT1 gelten würden und NGT1 **potenziell unbegrenzte Veränderungen** zulassen, da auch nachfolgende Veränderungen von bestehenden NGT1 von einer Risikoprüfung ausgenommen werden. Dies macht die Anzahl der genetischen Veränderungen in einer Pflanze für die künftige Gesetzgebung in Bezug auf NGT **bedeutungslos**. Deshalb, und weil auch ursprüngliche genetische Linien mutieren, ist der Schwellenwert eine Klassifizierung ohne festen Bezug, d.h. **die Bezugsgröße ist ständig im Fluss**.

Auch eine kürzlich durchgeführte umfassende Studie des deutschen Bundesamts für Naturschutz (BfN) hat ergeben, dass 94 % der derzeit mit NGT produzierten Pflanzen in die Kategorie NGT1 fallen würden (Bohle et al. 2023). Dieselbe Studie hat auch wissenschaftliche Belege für Umweltrisiken geliefert, wie z.B. unbeabsichtigte Wirkungen auf Organismen, die mit Pflanzen interagieren, wenn auch nicht auf der Grundlage einer vergleichenden Risikobewertung. Somit wird die vorgeschlagene Verordnung **höchstwahrscheinlich zu einer fast vollständigen Deregulierung von NGT führen**.

Aus ökologischer Sicht wird das Risiko der Einbringung eines neuen Genotyps in eine natürliche Population durch den Phänotyp bestimmt, welcher durch den spezifischen *Ort* eines genetischen Unterschieds bestimmt wird, aber nicht durch die *Anzahl* der genetischen Unterschiede zwischen einem lokalen und einem eingeführten Genotyp.

Somit bleibt eine große Herausforderung bei der Deregulierung bestehen, nämlich die Erlangung wissenschaftlich fundierter Beweise für die Äquivalenz einer durch NGT1 veränderten Pflanze im Vergleich zu klassisch gezüchteten Pflanzen. Eine aussagekräftige Anzahl von Experimenten, die den (kontextabhängigen) Phänotyp von Pflanzen, die mit alternativen Züchtungsmethoden erzeugt wurden, **vor** einer Deregulierung von NGT1 vergleichen, wäre sehr hilfreich.

Wir empfehlen daher, dass die EU-Kommission eine **stichhaltige Begründung liefert** und möglicherweise ihre Einstufung auf der Grundlage solider wissenschaftlicher Erkenntnisse anpasst.

Bis dahin plädieren wir für eine fallweise Risikobewertung von NGT-Veränderungen anstelle eines generellen Schwellenwertes, insbesondere bei der Ausbringung nicht-landwirtschaftlicher NGT-Pflanzen in Wildpopulationen.

5) Vorteile für die Umwelt aus ökologischer Sicht- eine generelle Anmerkung

Mehrere Hauptargumente für die Deregulierung von NGT beruhen auf Behauptungen, die mit den ökologischen Wissenschaften zusammenhängen. So wird zum Beispiel angenommen, dass klassisch gezüchtete Pflanzen und mit NGT (1) erzeugte Pflanzen im Risiko äquivalent sind, was wir bereits oben kommentiert haben. Zweitens wird konstatiert, dass NGTs zur Verwirklichung des Green Deal, zur Klimaanpassung und zum Erhalt der Biodiversität beitragen.

Wir stimmen der Ansicht zu, dass NGTs zur Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge beitragen könnten, zumindest im derzeitigen Agrarsystem, und wenn Nachhaltigkeitskriterien die vorrangige Rolle bei NGT-Anwendungen spielen (Purnhagen et al. 2023). Bei der Bewertung von Risiken und Nutzen einer neuen Technologie ist jedoch das Wissen um die derzeit beste Lösung entscheidend.

Auf der Grundlage umfangreicher wissenschaftlicher Erkenntnisse aus (agrar-)ökologischen Studien ist der derzeit **effektivste, schnellste, produktivste und sicherste Ansatz zur Umgestaltung des Agrarsystems in Richtung sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit die "ökologische Intensivierung"**, d.h. die Anwendung ökologischer Kenntnisse und Gesetzmäßigkeiten auf Agrarökosysteme. Das beste Beispiel ist die Nutzung von Erkenntnissen aus einer Vielzahl von Experimenten, die zeigen, dass **biologisch vielfältige Systeme** viele funktionale Eigenschaften erhöhen (z.B. Tilman et al. 2014, Dainese et al. 2019). Hierzu gehören Produktivität/Ertrags- und Nährstoffnutzungseffizienz, Resistenz und Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen (Klima-)Ereignissen, Resistenz gegen Krankheitserreger, oder Resistenz gegen die Invasion unerwünschter Arten (viele weitere Beispiele finden sich in den Zusammenfassungen für politische Akteure des WBGU 2021 und der EEA 2022, sowie der Leopoldina 2020).

Ein besonders relevanter Effekt ist die bekannte Verringerung der Pathogenbelastung in einer einfachen Mischung von Pflanzengenotypen (Garrett & Mundt 1999). Die Ertragssteigerung von z.B. krankheitsunempfindlichen Reissorten kann enorm sein (ca. 90%) und bis zu einem Punkt gehen, an dem keine Fungizide mehr eingesetzt werden müssen (Zhu et al. 2000), ohne das Risiko einer raschen Entwicklung von Resistenzen bei den Krankheitserregern zu tragen, wie sie in Monokulturen häufig zu beobachten ist (Bourke et al. 2021).

Daher, während der ökologische Nutzen von NGTs noch bewertet werden muss, gibt es doch umfangreiche wissenschaftliche Belege für ökologische Lösungen, die schnell und effizient sind und kein Umweltrisiko bergen.

Wir sind der Meinung, dass mit der intensiven Debatte über NGTs solche Lösungen aus dem Blickfeld geraten sind, sodass wir uns eine hocheffiziente und sofort umsetzbare Maßnahme für eine nachhaltige Landwirtschaft vorenthalten. Wir setzen uns dafür ein, dass die wissenschaftlich belegten Ansätze für eine nachhaltige Landwirtschaft mit mindestens ebenso viel Nachdruck verfolgt werden wie die Anwendung von NGT.

Zitierte Literatur

- Bartsch D et al. 1996: Competitiveness of transgenic sugar beet resistant to beet necrotic yellow vein virus and potential impact on wild beet populations. *Mol Ecol* 5: 199-205.
- Breed MF, MG Stead, KM Ottewell, MG Gardner, AJ Lowe 2013: Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. *Cons Gen* 14: 1-10.
- Breed MF et al. 2019: The potential of genomics for restoring ecosystems and biodiversity. *Nat Rev Gen* 20: 615-628.
- Bohle F, R Schneider, J Mundorf, L Zühl, S Simon, M Engelhard M 2023: Where does the EU-Path on NGTs lead us? *BfN Preprints*, 2023111897.
- Bourke PM et al. 2021: Breeding beyond monoculture: putting the “intercrop” into crops. *Frontiers Plant Sci* 12: 734167.
- Bucharová A et al. 2016: Plants adapted to warmer climate do not outperform regional plants during a natural heat wave. *Ecol Evol* 6: 4160-4165.
- Chapman MA, JM Burke 2006. Letting the gene out of the bottle: the population genetics of genetically modified crops. *New Phytol* 170: 429-443.
- Chen et al. 2021: Applying genomics in assisted migration under climate change: Framework, empirical applications, and case studies. *Evol Appl* 15: 3-21.
- Dainese MI et al. 2019. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 5: eaax0121.
- Ellstrand NC 2003a: Current knowledge of gene flow in plants: implications for transgene flow. *Phil Trans Royal Soc B* 358: 1163-1170.
- Ellstrand NC 2003b: *Dangerous Liaisons? When Cultivated Plants Mate with Their Wild Relatives*. NC Ellstrand 2003. The John Hopkins University Press, 2715 North Charles Street, Baltimore, MD 21218-4363. 244 p.
- Ellstrand NC et al. 2013: Introgression of crop alleles into wild or weedy populations. *Ann Rev Ecol Evol Syst* 44:325-345.
- Ellstrand NC 2018: “Born to run”? Not necessarily: species and trait bias in persistent free-living transgenic plants. *Frontiers Bioeng Biotech* 6: 88.
- EEA – European Environment Agency 2022: Rethinking agriculture. Briefing no. 25/2021
- EU 2014: Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver Arten.
- Ford CS et al. 2006: Spontaneous gene flow from rapeseed (*Brassica napus*) to wild *Brassica oleracea*. *Proc Royal Soc B* 273: 3111–3115.
- Fuchs M et al. 2004: Comparative fitness of a wild squash species and three generations of hybrids between wild × virus-resistant transgenic squash. *Env Biosafety Res* 3: 17-28
- Garrett KA, CC Mundt 1999: Epidemiology in mixed host populations. *Phytopathology* 89: 984-990.
- Gomez JM et al. 2015: The silent extinction: climate change and the potential hybridization-mediated extinction of endemic high-mountain plants. *Biodiv Cons* 24:1843–1857.
- Hails RS & Morley K 2015: Genes invading new populations: a risk assessment perspective. *TREE* 20: 245-252
- Hewitt N et al. 2011: Taking stock of the assisted migration debate. *Biol Cons* 144: 2560–2572

- Hoegh-Guldberg O et al. 2008: Assisted colonization and rapid climate change. *Science* 321: 588
- Höfer T 2020: Gebietsheimische Ansaaten und Bepflanzungen in der freien Natur entsprechend Anforderung des Bundesnaturschutzgesetzes. Leitfaden zur Umsetzung in Planung und Ausführung. LNV Baden-Württemberg
- Kessler A, R Halitschke, IT Baldwin 2004: Silencing the jasmonate cascade: Induced plant defenses and insect populations. *Science* 305: 665–668
- Jedicke et al. 2022: Gebietseigenes Saatgut – Chance oder Risiko für den Biodiversitätsschutz? *Nat Landschaftspl* 54: 12-21
- Leopoldina- Nationale Akademie der Wissenschaften, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften & Union der deutschen Akademien der Wissenschaften 2020: Biodiversität und Management von Agrarlandschaften – Umfassendes Handeln ist jetzt wichtig. Halle (Saale)
- Lockwood JL, Cassey P, Blackburn TM. 2009. The more you introduce the more you get: the role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. *Div Distr* 15: 904-910
- MacLachlan et al. 2007: A Framework for Debate of Assisted Migration in an Era of Climate Change. *Cons Biol* 21: 297-302
- Montalvo AM, NC Ellstrand NC 2001: Nonlocal transplantation and outbreeding depression in the subshrub *Lotus scoparius* (Fabaceae). *Am J Bot* 88: 258-269
- Mora C, DP Tittensor, S Adl, AG Simpson, B Worm 2011: How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biol* 9: e1001127
- Phelps MP et al. 2020: Transforming ecology and conservation biology through genome editing. *Cons Biol* 34: 54–65
- Popkin G 2018: Can a transgenic chestnut restore a forest icon? *Science* 361: 830-831
- Purnhagen K et al. 2023: Options for regulating new genomic techniques for plants in the European Union. *Nature Plants*. <https://doi.org/10.1038/s41477-023-01570-2>
- Ricciardi A & Simberloff D 2009: Assisted colonization is not a viable conservation strategy. *TREE* 24: 248-253
- Rockström J et al. 2009: Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecol Soc* 14: 32
- Simberloff D 2005: The politics of assessing risk for biological invasions: the USA as a case study. *TREE* 20: 216–222
- Snow AA et al. 2005: Genetically engineered organisms and the environment: Current status and recommendations. *Ecol Appl* 15: 377-404
- Tilman D, F Isbell, JM Cowles 2014: Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Ann Rev Ecol Syst* 45: 471-493
- Vacher C et al. 2004: Impact of ecological factors on the initial invasion of Bt transgenes into wild populations of birdseed rape (*Brassica rapa*). *Theor Appl Gen* 109: 806–814.
- Ward SM, JF Gaskin, LM Wilson 2008: Ecological genetics of plant invasion: what do we know? *Inv Plant Sci Managem* 1: 98-109
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2020: Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration. Berlin: WBGU
- Zhu Y et al.2000: Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718-722